



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 EKKB AG

Neubauprojekt Ersatzkernkraftwerk Beznau



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

ENSI 16/10

Gutachten des ENSI zum Rahmenbewilligungsgesuch der EKKB AG

Neubauprojekt Ersatzkernkraftwerk Beznau

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

Inhalt

1 Einleitung	7
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 Betriebsbewilligungsverfahren	9
1.6 Beurteilungskriterien	9
1.7 Aufbau des Gutachtens	11
1.8 Ablauf der Gutachtenerstellung	12
2 Zweck und Grundzüge des Neubauprojekts	13
2.1 Zweck des Projekts	13
2.2 Angaben zum Standort und zum Kraftwerksareal	13
2.3 Angaben zur geplanten Anlage	15
2.4 Auslegungsgrundsätze	22
3 Projektmanagement	25
3.1 Projektorganisation	25
3.2 Qualitätsmanagement	29
4 Standorteigenschaften und Gefährdungen	32
4.1 Standorteigenschaften	32
4.1.1 Geografie und Bevölkerungsverteilung	32
4.1.2 Verkehrswege und Industrie	34
4.1.3 Logistik und Baustelleneinrichtung	41
4.1.4 Meteorologie	43
4.1.5 Hydrologie und Grundwasser	48
4.1.6 Geologie, Baugrund und Seismik	60
4.1.7 Netzanbindung	86
4.1.8 Infrastruktur Brandschutz	90
4.2 Standortspezifisches Gefährdungspotenzial	91
4.2.1 Auswahl der Ereignisse und Gefährdungen	91
4.2.2 Erdbeben	93
4.2.3 Externe Überflutung	97
4.2.4 Flugzeugabsturz	101
4.2.5 Extreme Winde und Tornados	104
4.2.6 Andere standortspezifische Gefährdungen	108
4.3 Zusammenfassende Bewertung der Standorteignung	113

5 Strahlenschutz	116
5.1 Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung	116
5.2 Quellenbezogener Dosisrichtwert	118
5.3 Voraussichtliche Strahlenexposition innerhalb und in der Umgebung der Anlage	120
5.4 Notfallschutz	121
6 Menschliche und organisatorische Aspekte	122
6.1 Entwicklung der Organisation für den Betrieb des Kernkraftwerks	122
6.2 Berücksichtigung der menschlichen Faktoren bei der Entwicklung der Anlage	123
7 Sicherung	126
7.1 Standorteigenschaften für die Sicherung	126
7.2 Gefährdungsannahmen	127
7.3 Bauliche, technische, organisatorische und administrative Massnahmen	128
8 Stilllegungskonzept	131
9 Entsorgung	135
10 Gesamtbewertung	139
11 Anträge für Auflagen	142
12 Hinweise des ENSI	144
13 Referenzen	146
Anhang: Abkürzungen	152

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2.3-1: Ungefähre Lage und Grösse der wichtigsten Bauten des EKKB (Quelle: SIB EKKB)	17
Abbildung 2.3-2: Ansicht der Anlage EKKB von Westen (Quelle: SIB EKKB)	19
Abbildung 2.3-3: Querprofil durch das Aaretal im Bereich EKKB mit möglichen Anordnungen und Einbindetiefen der neuen Bauwerke (Quelle: SIB EKKB)	20
Abbildung 4.1-1: Darstellung möglicher Bauflächen (Quelle: SIB EKKB)	42
Abbildung 4.1-2: Grundwassersituation im Nahbereich der Beznau-Insel am Stichtag 11.7.2008 (Quelle: SIB EKKB)	54
Abbildung 4.1-3: Geologisches Profil durch die quartären Lockergesteine der Beznau (Quelle: SIB EKKB)	60
Abbildung 4.1-4: Darstellung der tektonischen Verhältnisse im Sockel der zentralen Nordschweiz (Quelle: SIB EKKB)	61
Abbildung 4.1-5: Ausschnitt aus der Strukturkarte der Sockeloberfläche in der Nordschweiz und Verbreitung der Permokarbon-Vorkommen (Quelle: Nagra NTB 99-08 [86], Beilage 2.4)	69
Abbildung 4.1-6: Geologische Profilkonstruktion durch die Mandacher Überschiebung (Profilkonstruktion: Thomas Bitterli [97])	71
Abbildung 4.1-7: Ausschnitt aus dem geologischen Profil längs der Seismik-Linie 82 NX-40 im Gebiet der Beznau (Quelle: NTB 90-04 [87])	72
Abbildung 4.1-8: Östliches Ufer der Aare, ca. 400 m südlich des Wehrs von Beznau	75
Abbildung 4.1-9: Lage der Erdbeben in der Schweiz und in den angrenzenden Gebieten aus dem Erdbebenkatalog des SED zwischen ca. 1000 und 2007 (Quelle: SIB EKKB)	82

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.3-1: Dimensionen der wichtigsten Bauten der generischen Anlage (Quelle: SIB EKKB)	20
Tabelle 4.1-1: Betriebe im Umkreis von 8 km, welche der StFV unterstehen und die auf eine mögliche Gefährdung des EKKB näher überprüft wurden (Quelle: SIB EKKB)	35
Tabelle 4.1-2: Berücksichtigte Szenarien zu Verkehrs- und Transportwegen am Boden inkl. entsprechender Schadensradien und Beurteilung (Quelle: SIB EKKB)	36
Tabelle 4.1-3: Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit an den Pegeln Aare-Brugg, Reuss-Mellingen und Limmat-Baden (Quelle: SIB EKKB)	50
Tabelle 4.1-4: Extremhochwasserszenarien für die Aare-Untersiggenthal (Quelle: SIB EKKB)	50
Tabelle 4.1-5: Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit für die Aare in Untersiggenthal (Quelle: SIB EKKB)	50

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Am 4. Dezember 2008 reichte die Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG) dem Bundesamt für Energie (BFE) das Rahmenbewilligungsgesuch für das Neubauprojekt «Ersatz Kernkraftwerk Beznau» (EKKB) ein [1]. Gegenstand des Gesuchs ist der geplante Bau eines Kernkraftwerks mit Leichtwasserreaktor mit einer elektrischen Leistung von 1450 MW und einer Toleranz von rund +/- 20 % am Standort Beznau (Kanton Aargau), nordöstlich des bestehenden Kernkraftwerks Beznau.

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 des EKKB zu behandeln sind. Das Gutachten bildet eine Grundlage für den Entscheid des Bundesrats über die Erteilung der Rahmenbewilligung.

1.2 Angaben zum Gesuchsteller

Gesuchsteller ist die EKKB AG mit Sitz in Döttingen AG, eine gemeinsame Tochtergesellschaft der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK), der BKW FMB Energie AG (BKW) sowie der Centralschweizerischen Kraftwerke AG (CKW). Die Planungsarbeiten für das EKKB inklusive Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs werden durch die Resun AG, Aarau, im Auftrag der EKKB AG durchgeführt. Die Resun AG ist ebenfalls eine Tochtergesellschaft der drei oben genannten Unternehmen und wurde als Planungsgesellschaft für den Ersatz der Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg gegründet. Die am Neubauprojekt EKKB beteiligten Firmen verfügen über eine langjährige Erfahrung mit der Projektierung, dem Bau und dem Betrieb von Kernkraftwerken.

Die oben aufgeführten Angaben zum Gesuchsteller beziehen sich auf das Datum der Einreichung der Gesuchsunterlagen vom Dezember 2008. Seit dem 1. Oktober 2009 firmiert die NOK unter dem Namen Axpo AG.

1.3 Eingereichte Gesuchsunterlagen

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

- Sicherheitsbericht [2]
- Sicherungsbericht [3]
- Konzept für die Stilllegung [6]
- Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle [7]

Zusätzlich wurden vom Gesuchsteller ein Umweltverträglichkeitsbericht [4] und ein Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung [5] 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 (KEG) vom 21. März 2003 [8]; Botschaft des Bundesrats zum Kernenergiegesetz [22], 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 [22], 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, so etwa die Geologie, die Seismik und die Meteorologie oder die grundsätzliche Durchführbarkeit 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 [22]. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der Sachplan geologische Tiefenlager [108] die vom Ersatzkernkraftwerk Beznau in Zukunft verursachten Volumina an radioaktiven Abfällen mit einschliesst.

1.5 Abgrenzung zum Bau- und 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 im 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 [22], 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 EKKB behandelt. In diesem Kapitel finden sich grundlegende Angaben zur geplanten Anlage und deren vorgesehener Auslegung. Kapitel 3 thematisiert die Projektorganisation und das Qualitätsmanagement der EKKB 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 EKKB beeinflussen. In den Kapiteln 5 und 6 werden der Strahlenschutz sowie menschliche und organisatorische Aspekte behandelt.

Der von der EKKB 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 EKKB AG in eigenständigen Berichten behandelt. In Kapitel 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 EKKB AG durch das ENSI und der Ablauf der Gutachtenerstellung umfassten die folgenden Schritte:

1. Einreichung der Berichte zum Rahmenbewilligungsgesuch der EKKB AG am 4. Dezember 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 EKKB AG per 30. April 2009.
3. Überarbeitung der Gesuchsunterlagen durch die EKKB 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 EKKB AG zur Prüfung, ob die Angaben der EKKB 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 EKKB.
9. Prüfung, Bewertung und ggf. Berücksichtigung der Verbesserungsvorschläge der KNS und der EKKB 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 EKKB 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 anderen schweizerischen Kernanlagen 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 EKKB neben der Stromproduktion auch der Umgang mit nuklearen Gütern unter Einschluss der Konditionierung und Lagerung eigener oder anderer schweizerischer radioaktiver Abfälle 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 Kraftwerksareal

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller sieht vor, die Anlage EKKB auf der Insel Beznau im unteren Aaretal zu errichten. Die ca. 1 100 m lange und 300 m breite Insel wird westlich durch den natürlichen Aarelauf und östlich durch den künstlichen Oberwasserkanal des hydraulischen Kraftwerks Beznau begrenzt (siehe auch Abbildung 2.3-1). Der Standort gehört zur Gemeinde Döttingen und grenzt im Westen an die Gemeinde Böttstein. Auf der Insel, die der Industriezone der Gemeinde Döttingen zugeordnet und Eigentum der NOK ist, befinden sich das bestehende Kernkraftwerk Beznau mit den zwei Blöcken KKB 1 und KKB 2 und das Zwischenlager für radioaktive Abfälle ZWIBEZ. Es ist vorgesehen, die Anlage EKKB zusammen mit den Lagergebäuden für radioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente nördlich des Blocks 2 des KKB zu errichten.

Vor dem Baubeginn des EKKB werden auf der Insel und ihrer Umgebung voraussichtlich mehrere Projekte realisiert. Zunächst werden die bestehenden Kernkraftwerke KKB 1 und 2 mit einer

zusätzlichen Notstromversorgung nachgerüstet. Damit werden die beiden Blöcke zukünftig nicht mehr vom bestehenden hydraulischen Kraftwerk Beznau mit Notstrom versorgt. Es ist zudem gemäss Kapitel 3.2.3 des Sicherheitsberichts geplant, das hydraulische Kraftwerk Beznau umzubauen oder durch einen Neubau zu ersetzen. Die Umbauarbeiten werden voraussichtlich vor Baubeginn des EKKB abgeschlossen sein. Unabhängig von dieser Modernisierung wird das Unterwerk des Überlandnetzes ins Gebiet Stüdlihau verlegt, da grosse Teile der sich auf der Insel Beznau befindenden Schaltanlage einer Erneuerung bedürfen und dadurch auch Platz für die Anlagen des EKKB geschaffen wird. Das Gebiet Stüdlihau befindet sich auf der Ostseite des Oberwasserkanals, südlich des hydraulischen Kraftwerks.

Der Umbau des Unterwerks Beznau untersteht nicht der Baubewilligungspflicht nach KEG, sondern wird nach einem Plangenehmigungsverfahren gemäss Eidg. Starkstrominspektorat (ESTI) abgewickelt. Bei der Auslegung der Schaltanlage wird für den zukünftigen Betrieb des EKKB die geeignete Einbindung in das Starkstromnetz berücksichtigt.

Beurteilungsgrundlagen

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

Beurteilung des ENSI

Mit den Angaben in den Kapiteln 2.2 und 3 des Sicherheitsberichts hat der Gesuchsteller den Standort des EKKB geografisch eindeutig festgelegt und damit die diesbezüglichen gesetzlichen Anforderungen erfüllt. Weiter hat er angegeben, dass die bestehende Schaltanlage von der Insel Beznau ins Gebiet Stüdlihau verlegt werden soll, um Platz für die Bauten des EKKB zu schaffen. Zusätzlich hat die EKKB AG dargelegt, dass auf der Insel Beznau weitere Projekte vorgesehen sind, die in keinem direkten Zusammenhang mit dem Neubauprojekt EKKB stehen (zusätzliche Notstromversorgung KKB 1 und 2, Umbau oder Neubau des hydraulischen Kraftwerks Beznau).

Zur Verlegung der Schaltanlage ins Gebiet Stüdlihau und zur Erneuerung der Notstromversorgung der bestehenden Blöcke des KKB äussert sich das ENSI im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht, da diese Vorhaben entweder nicht Gegenstand des Rahmenbewilligungsgesuchs sind oder in den Verantwortungsbereich anderer Aufsichtsbehörden fallen.

Beim beabsichtigten Um- oder Neubau des hydraulischen Kraftwerks Beznau können Veränderungen in den lokalen hydrogeologischen Bedingungen am Standort entstehen, beispielsweise aufgrund geänderter Staukoten, die Konsequenzen für die vom Gesuchsteller durchgeführten hydrogeologischen Analysen für das EKKB haben können. Dieser Aspekt wird in Kapitel 4.1.5.2 des vorliegenden Gutachtens behandelt.

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 EKKB AG beabsichtigt, am Standort Beznau einen Leichtwasserreaktor zu errichten. Somit werden Kühlung und Moderierung des Reaktorkerns mit leichtem Wasser (H_2O) erfolgen. Als Leistungsklasse der neuen Anlage gibt der Gesuchsteller eine elektrische Leistung von 1 450 MW mit einer Toleranz von rund $\pm 20\%$ an. Der konkrete Reaktortyp für das EKKB wurde noch nicht bestimmt. Die Wahl des zu beschaffenden Reaktortyps sowie des Anlagelieferanten erfolgen im Zuge der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs. Für gewisse Beurteilungen der Standorteigenschaften und für die Festlegung der Grundzüge des Projekts werden im vorliegenden Rahmenbewilligungsgesuch Angaben von spezifischen Reaktortypen verwendet. Im Rahmenbewilligungsgesuch erwähnte Reaktortypen stellen Beispiele dar, die den heutigen Stand der Technik möglicher Kernreaktoren repräsentieren. Auf der Grundlage solcher Angaben soll im Rahmenbewilligungsgesuch der Nachweis der Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Anlagensicherheit und -sicherung geführt werden. Der Gesuchsteller betont, dass im Rahmenbewilligungsgesuch allenfalls erwähnte Reaktortypen keinen Vorentscheid hinsichtlich Anlagenlieferant und -typ bedeuten.

Hauptkühlsystem

Für das Hauptkühlsystem, welches Wasser zur Kühlung des Turbinenkondensators bereitstellt, wird ein geschlossenes Kühlsystem mit einem Hybridkühlturm gewählt. Der ca. 60 m hohe Kühlturm arbeitet nach dem Prinzip der kombinierten Nass-/Trockenkühlung mit einem mittels Ventilatoren erzwungenen Luftstrom. Dabei wird der feuchte Luftstrom aus dem Nassteil des Kühlturms mit einem zweiten Luftstrom aus dem Trockenteil des Kühlturms vermischt und erwärmt. Bei diesem Kühlsystem stellt die Umgebungsluft die Hauptwärmesenke dar.

Konkret wird das bei der Kühlung des Kondensators erwärmte Wasser im unteren Nassteil des Kühlturms versprüht und mittels grosser, am Umfang angeordneter Ventilatoren zwangsbelüftet. Dem so erhaltenen gesättigten Luftstrom wird im oberen Trockenteil ein zweiter Luftstrom zugemischt. Dieser Luftstrom wird ebenfalls von Ventilatoren angesaugt und strömt über Wärmetauscher, die mit Warmwasser beaufschlagt werden. Durch die Mischung beider Luftströme wird die relative Feuchte so eingestellt, dass die bei Naturzug-Nasskühltürmen sichtbare Dampfbildung weitgehend verhindert wird.

Der Hauptteil des abgekühlten Wassers wird dann im Kühlturmbecken gesammelt und wieder dem Kondensator zugeführt. Die durch Verdampfung verursachten Wasserverluste werden durch Zufuhr von aufbereitetem Wasser aus der Aare kompensiert. Zudem wird eine kleine Teilmenge des Kreislaufwassers ständig abgeschlämmt, damit sich die im Kühlwasserkreislauf gelösten Stoffe nicht zu stark aufkonzentrieren. Die zu ergänzenden Wasserverluste durch Verdunstung und Abschlammung betragen ca. 2 bis 3 % des totalen Wasserdurchsatzes des Hauptkühlkreislaufs.

Nebenkühlwassersystem

Neben dem oben beschriebenen Hauptkühlsystem, welches nach Art. 14 Abs. 2 Bst. a KEG zu den im Rahmenbewilligungsverfahren zu beschreibenden Grundzügen des Projekts gehört, sind für den Normalbetrieb der Anlage und für die Beherrschung von Störfällen weitere Kühlsysteme erforderlich. Diese als Nebenkühlwassersysteme bezeichneten Systeme sind bezüglich Umfang und Ausführung vom zu wählenden Reaktortyp abhängig. Sie werden deshalb im Rahmenbewilligungsgesuch generisch beschrieben und dienen als Basis für die Beurteilung des Standorts hinsichtlich der Verfügbarkeit von Kühlwasser und Wärmesenken.

Für Nebenkühlwassersysteme stehen grundsätzlich geschlossene Kühlkreisläufe mit Kühlzellen und Wärmeabgabe an die Umgebungsluft sowie Kühlkreisläufe mit Wärmeabgabe an Oberflächengewässer zur Verfügung. Eine weitere Variante ist die Verwendung von Grundwasser zur Nebenkühlung mit Wärmeabgabe an ein Oberflächengewässer. Für die Kühlung sicherheitsrelevanter Systeme zur Beherrschung von Störfällen hat die Entnahme aus dem Grundwasser Vorteile, weil Grundwasserquellen vor Beschädigung durch externe Ereignisse wie beispielsweise Flugzeugabsturz oder unbefugte Einwirkungen einfacher geschützt werden können.

Die zu Nebenkühlzwecken benötigte Menge an externem Kühlwasser ist von der konkreten Auslegung der Anlage und den zu beherrschenden Störfällen abhängig. Für die Beurteilung der Standorteigenschaften wurde von einer Flusswassermenge von 5 000 kg/s für die Kühlung der nicht sicherheitsrelevanten Komponenten im Normalbetrieb inklusive Ab- und Anfahren der Anlage ausgegangen. Falls bei Störfällen Grundwasser zur Kühlung der Anlage eingesetzt wird, kann eine Grundwasserentnahme von ca. 300 kg/s angesetzt werden. Der Gesuchsteller betont, dass die oben genannten Werte nicht definitiv sind und nur der Beurteilung der Machbarkeit der Kühlung am Standort Beznau dienen. Auch die Standorte der sicherheitsrelevanten Kühlwasserfassungen und allfälliger Notstandsbrunnen sind von der Anlagenauslegung abhängig und können erst bei der Einreichung des Baubewilligungsgesuchs festgelegt werden.

Grösse und Lage der wichtigsten Bauten

Im Kapitel 2.3.4 des Sicherheitsberichts gibt die EKKB AG die ungefähre Lage, Grösse und Anordnung der wichtigsten Bauten des geplanten EKKB an. Eine Übersicht über die mögliche Anordnung der Bauten auf der Insel Beznau gibt Abbildung 2.3-1. Der Gesuchsteller betont, dass diese generischen Darstellungen einen Rahmen für die möglichen Anlagentypen bilden, welche für dieses Projekt in Frage kommen. Die Darstellungen sind als Näherungen zu betrachten und beinhalten nur die wichtigsten Gebäudekategorien.

Nachfolgend werden die wichtigsten Bauten der Anlage generisch kurz beschrieben. Die nach der jeweiligen Überschrift aufgeführten Nummern entsprechen den Nummern der Bauten/Anlagen in Abbildung 2.3-1.

Reaktorgebäude (110)

Das Reaktorgebäude beinhaltet den Reaktordruckbehälter und den Reaktorkühlkreislauf sowie die notwendigen Sicherheitssysteme. Je nach zu wählendem Anlagentyp sind auch Druckhalter, Dampferzeuger und Hauptkühlmittelpumpen vorhanden. Im Reaktorgebäude

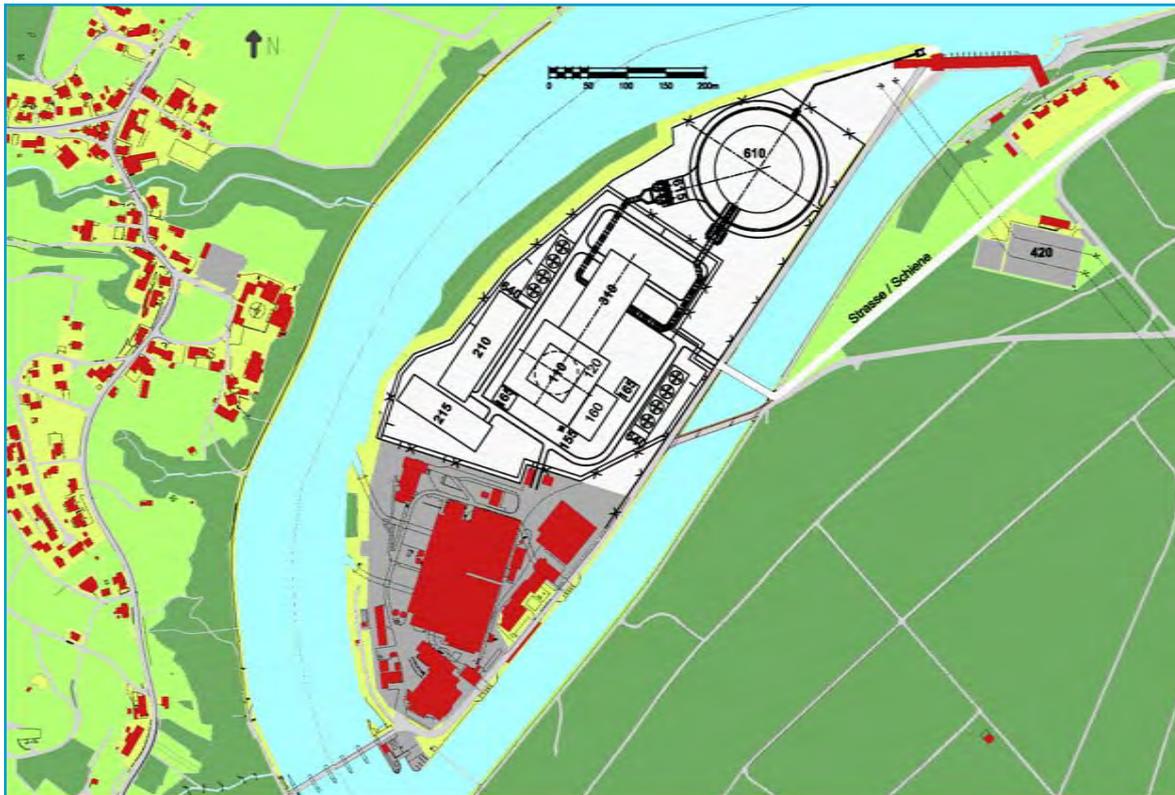


Abbildung 2.3-1: Ungefähre Lage und Grösse der wichtigsten Bauten des EKKB (Quelle: SIB EKKB)

befinden sich ausserdem weitere Einrichtungen für die Brennelementhandhabung und -lagerung. Diese Komponenten und Einrichtungen sind von einer Sicherheitshülle (Containment) umschlossen.

Reaktornebengebäude (120)

Das Reaktornebengebäude beinhaltet unter anderem Sicherheitssysteme sowie die sicherheitsrelevanten elektrischen Steuer- und Messeinrichtungen und die sicherheitsrelevanten Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage. Der Hauptkommandoraum befindet sich bei vielen Anlagentypen im Reaktornebengebäude, wie beispielsweise auch die Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente und die Lagerbereiche für frische Brennelemente.

Abluftkamin (155)

Die aus dem Reaktorgebäude und anderen nuklearen Gebäuden zur Unterdruckhaltung abgesaugte Luft wird in der Abluftanlage gereinigt, bevor sie über den Abluftkamin an die Umgebung abgegeben wird. Die Abluft im Kamin wird ständig überwacht, damit die zulässigen Grenzwerte jederzeit eingehalten werden können.

Gebäude für die Konditionierung radioaktiver Abfälle (160)

Das Gebäude für die Konditionierung radioaktiver Abfälle enthält Sammeltanks für Boden- und Apparateentwässerung, Schlammabscheider, Tanks für verbrauchtes Harz, Reinigungsmittel und Chemikalien, Konzentrat- und Probeentnahmetanks sowie die zugehörigen Pumpen, mobilen Systeme und Konditionierungseinrichtungen.

Notstrom-Dieselgebäude (165)

In diesen Gebäuden sind die redundanten Notstrom-Dieselaggregate untergebracht. Für den Fall eines Stromausfalles im Übertragungsnetz stellen die Dieselaggregate den zur Aufrechterhaltung der Sicherheitsfunktionen benötigten Strom bereit.

Brennelemente-Zwischenlager (210)

Im Zwischenlager werden abgebrannte Brennelemente, hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von Brennelementen und andere hochaktive Abfälle gelagert. Das Zwischenlager kann als Trockenlager oder Nasslager konzipiert werden. Dieses Gebäude ist zusätzlich zum Brennelementlager, welches sich im Reaktornebengebäude befindet, zu errichten.

Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle (215)

Das Gebäude verfügt über ausreichend Kapazität für die Lagerung der während der gesamten Lebensdauer des Kraftwerks anfallenden konditionierten Abfälle, bis diese in ein anderes Zwischenlager oder ein geologisches Tiefenlager überführt werden können.

Maschinenhaus (310)

Das Maschinenhaus enthält als Hauptkomponente die Dampfturbine mit Generator, welche mit dem im Reaktorsystem erzeugten Dampf elektrischen Strom erzeugt. Ausserdem befinden sich das Frischdampfsystem, das Speisewassersystem, das Kondensatsystem, der Kondensator sowie andere Hilfs- und Nebensysteme im Maschinenhaus.

Kühlturm (610)

Der Hybridkühlturm besteht aus einem Trocken- und einem Nassbereich. In beiden Bereichen sind Ventilatoren angeordnet. Die Ventilatoren im Nassbereich sorgen für den kontinuierlichen Luftstrom durch den Kühlturm, wodurch sich eine geringere Bauhöhe erreichen lässt. Die Ventilatoren im Trockenbereich vermischen warme, trockene Luft mit feuchter, gesättigter Luft. Dadurch kann vermieden werden, dass sich eine weithin sichtbare Dampffahne über dem Kühlturm bildet. Je nach Wetterlage können jedoch auch beim Hybridkühlturm zeitweise schwach sichtbare Dampfschwaden entstehen.

Hauptkühlwasserpumpenhaus (615)

Im Hauptkühlwasserpumpenhaus befinden sich die Pumpen (inkl. Armaturen und Hilfssysteme), welche das Hauptkühlwasser vom Kühlturmbekken zum Kondensator fördern.

Nebenkühlwasseranlagen (640)

Das nukleare Nebenkühlsystem wird für die Kühlung der Hilfs- und Nebensysteme benötigt, die zum nuklearen Bereich des Kraftwerks gehören. Zusätzlich kann das System sowohl als Wärmenke für den Reaktor im abgeschalteten Zustand als auch zur Kühlung der Brennelementlagerbecken verwendet werden. Das konventionelle Nebenkühlwassersystem kühlt die Hilfs- und Nebensysteme, die zum konventionellen Teil des Kraftwerks gehören.



Abbildung 2.3-2: Ansicht der Anlage EKKB von Westen (Quelle: SIB EKKB)

Unterwerk/Schaltanlage (420)

Der Strom aus dem Generator wird in den voraussichtlich neben dem Maschinenhaus platzierten Blocktransformatoren auf Netzspannung gebracht. Die Verbindung des Kraftwerks zum Überlandnetz wird im Unterwerk erstellt; hier wird auch der Kraftwerks-Blocktrenner untergebracht.

Obige Abbildung 2.3-2 enthält eine Visualisierung der Anlage EKKB von Westen. Darin sind die wichtigsten Bauten des generischen EKKB dargestellt. Links findet sich der Hybridkühlturm, in der Mitte das Maschinenhaus mit Nebenkühlwasserzellen im Vordergrund, rechts davon das Reaktor- und das Reaktornebengebäude (mit Abluftkamin) mit dem Brennelemente-Zwischenlager im Vordergrund, daneben das Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle; ganz rechts die bestehenden Anlagen KKB 1 und 2.

In der folgenden Tabelle 2.3-1 sind die Dimensionen der wichtigsten Bauten der generischen Anlage EKKB aufgeführt. In Tabelle 2.3-1 sowie in den Abbildungen 2.3-1 und 2.3-2 sind die Dimensionen der einzelnen Bauten so gewählt bzw. eingesetzt oder dargestellt, dass die Abmessungen der Bauten einer Auswahl möglicher Reaktortypen abgedeckt werden. Die definitiven Dimensionen werden erst nach der Wahl des Reaktortyps festgelegt.

In Kapitel 3.6 des Sicherheitsberichts hat der Gesuchsteller auch die möglichen Einbindetiefen der Bauwerke verschiedener Reaktortypen im Baugrund und im Grundwasser dargestellt. Die Größenordnung der möglichen Einbindetiefen der Bauwerke geht aus der folgenden Abbildung 2.3-3 hervor. Demnach werden die Bauwerke im Lockergestein (vorwiegend im Niederterrassenschotter) gegründet und reichen mehrheitlich bis ins Grundwasser.

Tabelle 2.3-1: Dimensionen der wichtigsten Bauten der generischen Anlage (Quelle: SIB EKKB)

Geb. Nr.	Beschreibung	Länge [m]	Breite [m]	Höhe [m]	Bemerkungen
110	Reaktorgebäude	56	56	58	
120	Reaktorengebäude	100	100	30	
155	Abluftkamin			99	Durchmesser 6 m
160	Gebäude für die Konditionierung radioaktiver Abfälle	66	35	17	
165	Notstrom-Dieselgebäude	25	21	13	Doppelt vorhanden
210	Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente	145	42	25	
215	Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle	121	40	20	
310	Maschinenhaus	122	60	50	Treppenhäuser 54 m hoch
610	Kühlturm			55	Durchmesser 160 m
615	Hauptkühlwasserpumpenhaus	34	33	10	
640	Nebenkühlwasseranlagen	102	24	15	Doppelt vorhanden
420	Unterwerk/Schaltanlage	56	55	10	Nebengebäude 17 m, 22 m, 10 m

Der Gesuchsteller weist im Sicherheitsbericht Kapitel 2.3.4 nochmals darauf hin, dass genaue Anzahl, Art, Lage, Anordnung und Grösse der oben erwähnten Bauten, Anlagen und Systeme im Gesuch zur Baubewilligung festgelegt und detailliert beschrieben werden. Mit dem endgültigen Projekt werden alle Bauten erstellt, welche für den Betrieb des Kernkraftwerks erforderlich sind. Dies schliesst auch Anlagen und Bauten ausserhalb des Kraftwerksareals, wie z.B. Schaltanlagen, Anlagen zur Entnahme und Rückgabe von Fluss- und Grundwasser, Feuerlösch- und Brauchwasserreservoirs mit entsprechenden Verbindungssystemen, Meteomasten und Überwachungsanlagen sowie Zugangsstrassen und Bahnverbindungen mit ein.

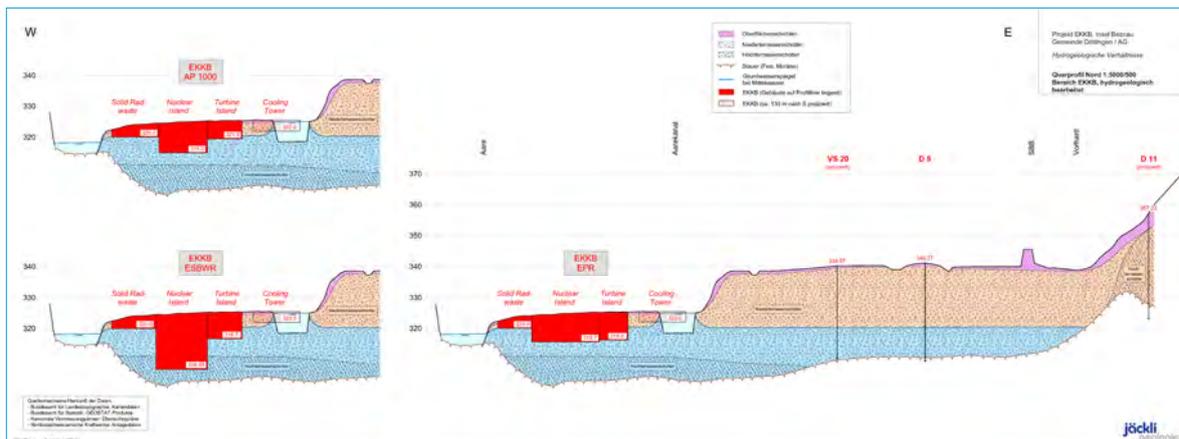


Abbildung 2.3-3: Querprofil durch das Aaretal im Bereich EKKB mit möglichen Anordnungen und Einbindetiefen der neuen Bauwerke (Quelle: SIB EKKB)

Beurteilungsgrundlagen

Massgebend für die Beurteilung der Angaben der EKKB AG zur geplanten Anlage, zu den Kühlwassersystemen und zur Anordnungsplanung sind die gesetzlichen Bestimmungen von KEG und KEV. Zudem werden die Erläuterungen in der Botschaft des Bundesrats zum Kernenergiegesetz [22] 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 2.3 des Sicherheitsberichts dargelegt, dass er am Standort Beznau einen Leichtwasserreaktor der Leistungsklasse 1 450 MW mit einer Toleranz von rund $\pm 20\%$ errichten will. 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. Als Leichtwasserreaktoren der Generation 3 bzw. 3+ werden beispielsweise die von Areva NP konzipierten Anlagen European Pressurized Reactor (EPR) und der fortschrittliche Siedewasserreaktor Kerena, der Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR) und der Advanced Boiling Water Reactor (ABWR) von General Electric Hitachi sowie der Advanced Passive Plant (AP1000) von Westinghouse bezeichnet. Anlagelieferant sowie konkret zu bauender Reaktortyp wurden vom Gesuchsteller im Rahmenbewilligungsgesuch jedoch noch nicht festgelegt.

Die von der EKKB AG angegebene elektrische Leistung von 1 450 MW $\pm 20\%$, die der an das Netz abgegebenen elektrischen Nettoleistung des EKKB entspricht, deckt die Maximalleistung heute verfügbarer Reaktoren der 3. Generation ab. Mit dieser Angabe hält sich der Gesuchsteller praktisch alle Optionen bezüglich des zu beschaffenden Leichtwasserreaktors offen. Blockgrössen im Bereich von 1 450 MW sind bereits heute üblich, entsprechende Reaktoren sind z.B. in Deutschland in Betrieb. Aus der genannten elektrischen Leistung kann abgeleitet werden, dass die thermische Leistung des EKKB im Normalbetrieb ca. 4 350 MW $\pm 20\%$ beträgt bzw. dass eine Wärmeleistung von ca. 2 900 MW $\pm 20\%$ 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 EKKB 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 Planungsstand, 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 [22] 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 [22] bezeichnet der Begriff «Leistungsklasse» die elektrische Leistung des Kernkraftwerks mit einer Toleranz von rund +/- 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 2.3.2 und 2.3.3 des EKKB-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 im Kapitel 2.3.4 des Sicherheitsberichts sind auch die Anforderungen von Art. 14 Abs. 2 KEG hinsichtlich der Beschreibung von ungefähre Lage und Grösse der wichtigsten Bauten erfüllt.

2.4 Auslegungsgrundsätze

Angaben des Gesuchstellers

In Kapitel 2.4.1 des Sicherheitsberichts führt der Gesuchsteller die in KEG und KEV festgelegten Grundsätze der nuklearen Sicherheit und die erforderlichen Schutzmassnahmen zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit auf. Dabei werden die diesbezüglichen Bestimmungen im KEG (Art. 4 und 5) und in der KEV (Art. 7 und 8) inhaltlich genannt. In Kapitel 2.4.2 führt der Gesuchsteller die Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken auf, die gemäss Art. 10 KEV einzuhalten sind. Zudem wird auf weitere Verordnungen des UVEK und auf das Regelwerk des ENSI verwiesen, in denen die Schutzmassnahmen und Auslegungsgrundsätze konkretisiert werden. Die EKKB AG betont, dass die rechtlichen und behördlichen Anforderungen zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit bei der Projektierung und Auslegung des EKKB vollumfänglich berücksichtigt werden. Dabei sollen auch die relevanten Anforderungen der IAEA und in der Regel die behördlichen Anforderungen des Landes des Reaktorherstellers berücksichtigt werden, falls keine schweizerischen Anforderungen vorhanden sind. Der Gesuchsteller führt weiter aus, dass die Anlage dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen wird, wie in Art. 4 KEG gefordert, und dass Massnahmen zur Einhaltung der nuklearen Schutzziele getroffen werden, die international anerkannten Grundsätzen entsprechen. Die diesbezüglichen Unterlagen und Nachweise sollen gemäss den Anforderungen von Anhang 4 KEV in den Gesuchen zur Bau- bzw. Betriebsbewilligung eingereicht bzw. erbracht werden.

Zudem sollen die Belange des Rückbaus bereits bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt werden.

In Kapitel 2.4.3 des Sicherheitsberichts geht die EKKB AG auf die vorgesehenen Massnahmen zum Schutz gegen Störfälle ein. Gemäss Art. 8 KEV sind Schutzmassnahmen gegen Störfälle mit Ursprung innerhalb und ausserhalb der Anlage zu treffen. Der Gesuchsteller hält fest, dass Identifikation und Beschreibung der internen Störfälle von der konkreten Auslegung und dem Verhalten der zu beschaffenden Anlage abhängig sind. Im Rahmenbewilligungsverfahren, wo nur die Grundzüge des Projekts darzulegen sind (Art. 14 KEG), können die entsprechenden Angaben und Nachweise noch nicht erbracht werden; die Schutzmassnahmen gegen interne Störfälle werden in den späteren Bewilligungsphasen detailliert dargelegt. Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage (externe Störfälle) sind standortspezifisch und deshalb im Rahmenbewilligungsverfahren zu betrachten. Die entsprechenden Untersuchungen hat der Gesuchsteller in Kapitel 3 des Sicherheitsberichts dargelegt. Dabei werden das mögliche Auftreten und die Auswirkungen von externen Störfällen auf die Anlage sowie die erforderlichen Schutzmassnahmen betrachtet.

Die EKKB AG hat in Kapitel 2.4.5 des Sicherheitsberichts auch Betrachtungen zu auslegungsüberschreitenden Störfällen angestellt. Dabei handelt es sich um Störfälle, die durch Mehrfachfehler oder durch sehr seltene Ereignisse ausgelöst werden und deren Häufigkeit $<10^{-6}$ pro Jahr beträgt. Die Auswirkungen solcher Störfälle müssen durch anlageninterne Massnahmen begrenzt werden. Gemäss Art. 94 StSV [12] verlangt die Aufsichtsbehörde für Störfälle, deren Eintretenshäufigkeit $<10^{-6}$ pro Jahr beträgt, deren Auswirkungen aber gross sein können, die erforderlichen vorsorglichen Massnahmen. Die Bewertung dieser Störfälle und die Einschätzung von Wirksamkeit und Zuverlässigkeit von Vorsorgemassnahmen erfolgt anhand der Ergebnisse der anlagenspezifisch durchzuführenden Sicherheitsanalysen. Die entsprechenden Anforderungen werden von der Aufsichtsbehörde festgelegt. Der Gesuchsteller bekräftigt, dass diesbezügliche Anforderungen bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt werden, wobei die Nachweise zur Wirksamkeit der Vorkehrungen im Gesuch zur Baubewilligung erbracht werden.

Beurteilungsgrundlagen

Massgebende Grundlagen für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers 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 [14] enthält die Bestimmungen über die

Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen. Die dabei 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 [26], HSK-R-101 [31], HSK-R-102 [32], HSK-R-103 [33].

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 2.4 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 den Kapiteln 1.5 «Qualitätsmanagement» und 5 «Personelle und organisatorische Angaben» des EKKB-Sicherheitsberichts [2].

3.1 Projektorganisation

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller verfolgt mit der Entwicklung seiner Organisation über die verschiedenen Phasen des Projekts drei Ziele:

- Projekt- und Bewilligungsabläufe so zu organisieren, dass alle Anforderungen der nuklearen Sicherheit nachweislich erfüllt sind und eine ganzheitliche Bewertung der Bewilligungsfähigkeit möglich ist;
- Projekt- und Bewilligungsabläufe optimal aufeinander abzustimmen, um die Erfordernisse aus den Bewilligungsabläufen zeitgerecht in die Projektabläufe einfließen lassen zu können;
- die Projektorganisation flexibel den Projektphasen mit ihren jeweiligen Anforderungen an die fachlichen und methodischen Kompetenzen anzupassen und schliesslich in eine Betriebsorganisation zu überführen.

Die Organisation ist über die verschiedenen Projektphasen vom Rahmenbewilligungsgesuch bis zum Betrieb der Anlage einem starken Wandel unterworfen. Allen Phasen gemeinsam ist jedoch eine Reihe von Elementen, zu welchen im Verlaufe des Projekts phasenspezifisch Grundsätze definiert werden sollen. Diese Elemente betreffen:

1. die Sicherheitskultur;
2. die nukleare Sicherheit;
3. die Abstimmung von Projekt- und Bewilligungsabläufen;
4. die konventionelle Sicherheit;
5. die Sicherung der Anlage;
6. die Organisation von Schnittstellen zwischen verschiedenen beteiligten Instanzen (Gesuchsteller, Aufsichtsbehörde, Lieferant).

Es wird präzisiert, dass eine gute Sicherheitskultur in allen Phasen des Lebenszyklus der Anlage, d.h. bereits ab der Projektierungsphase, gewährleistet werden muss. Die Sicherheitskultur wird als integraler Bestandteil aller Tätigkeiten im Rahmen des Neubaus eines Kernkraftwerks beschrieben. Der Gesuchsteller verpflichtet sich, alle notwendigen Mittel einzusetzen, damit der Sicherheit in allen Aktivitäten die höchste Priorität beigemessen wird. Auch soll ein Verfahren festgelegt werden, welches die Bereitstellung dieser Mittel sicherstellt.

Zudem wird die Rolle des Gestalters (bzw. Bewilligungsinhabers) als «Intelligent Customer» betont, welcher jederzeit in der Lage ist, die Produkte und Dienstleistungen der Lieferanten zu kennen, zu verstehen und zu überwachen.

Der Sicherheitsbericht enthält Angaben zur Projektorganisation der EKKB AG in den verschiedenen Phasen des Projekts. Es wird dabei insbesondere auf die Funktion des so genannten Bewilligungsmanagements eingegangen. Dieses stellt eine der Funktionen des Projektmanagements dar und regelt alle im Zusammenhang mit den Bewilligungen der neuen Anlage relevanten Aufgaben. Es bildet die Schnittstelle zwischen dem Gestalter und der Aufsichtsbehörde. Es soll sicherstellen, dass alle rechtlichen, behördlichen und anderen Anforderungen an die nukleare Sicherheit in der Projektabwicklung und in den Bewilligungsprozessen berücksichtigt und umgesetzt werden. Das Bewilligungsmanagement umfasst drei Disziplinen, welche, als zentrale Elemente der nuklearen Sicherheit, umfassende Sicherheitsbetrachtungen über den gesamten Bewilligungsprozess sicherstellen sollen:

- Sicherheitsengineering (Deterministik und Probabilistik);
- menschliche und organisatorische Faktoren (Human Factors Engineering und Organizational Factors Engineering);
- Qualität (Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle).

Für jede Phase des Bewilligungsprozesses bis hin zum Betrieb der Anlage werden die Projektorganisation und ihre Entwicklung beschrieben.

Projektorganisation bis zur Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs

Die Organisation war in dieser Phase auf die Erfüllung der Anforderungen aus Art. 23 KEV, also primär auf die Beurteilung der Eignung des möglichen Standorts für den Bau des neuen Kernkraftwerks, entsprechend den formulierten Grundsätzen, ausgerichtet. Das Projektteam umfasste ein Kernteam, bestehend aus den verantwortlichen Projektleitern für die Aktivitäten in den Bereichen Sicherheit und Sicherung, Entsorgung und Stilllegung sowie Umweltverträglichkeit und Raumplanung. Diese Personen zeichnen sich aus durch ihre langjährige Tätigkeit in der Kerntechnik und in der Führung von nuklearen Projekten in den Partnergesellschaften bzw. in verwandten Organisationen. Weitere Experten aus den Partnergesellschaften sowie externe Experten (insbesondere spezialisierte Ingenieurbüros) mit Erfahrung in kerntechnischen Projekten unterstützten das Kernteam. Das Kernteam trägt die Verantwortung für die Beauftragung der Experten, die Koordination ihrer Arbeit und die Qualitätssicherung der Ergebnisse.

Projektorganisation in den weiteren Projektphasen

Nach der Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs begannen die Vorbereitungsarbeiten zur Erstellung des Baubewilligungsgesuchs und die Festlegung der Anforderungen an die zu bauende Anlage. Die Projektorganisation wird in dieser Phase so ausgebaut, dass sie fähig ist, die deterministischen Sicherheitsanforderungen und die probabilistischen Sicherheitsanalysen zu spezifizieren sowie die Ergebnisse zu bewerten. Sie soll alle sicherheitsrelevanten Aspekte, inklusive jener im Bereich der menschlichen und organisatorischen Faktoren, in die Bewertungs- und

Bewilligungsprozesse und in die Auslegungs- und Gestaltungsprozesse einbringen können. Der Gesuchsteller betrachtet es als äusserst wichtig, dass in der Phase Baubewilligung die richtigen Personen in der richtigen Anzahl eingesetzt werden, um seiner Rolle als «Intelligent Customer» gerecht werden zu können.

Im Verlaufe des Projekts werden mehr und mehr Fachabteilungen gebildet, welche aus dem Bewilligungsmanagement in eigenständige Organisationseinheiten des Projektmanagements ausgegliedert werden.

Ein weiterer Ausbau der Projektorganisation ist für den Beginn der Bauphase vorgesehen. Einen besonderen Schwerpunkt soll in der Bauphase die Überwachung der Herstellung und Montage bilden. Die Erkenntnisse aus dieser Projektphase sollen auch bereits im Hinblick auf die Instandhaltung der Anlage während des späteren Betriebs genutzt werden. Aus der Projektorganisation werden zunehmend die zukünftigen Abteilungen der Betriebsorganisation gebildet (vgl. auch Kapitel 6.1). Diese werden die Einhaltung der Werkverträge mit Lieferanten überwachen und die Anforderungen des späteren, verantwortlichen Anlagenbetreibers einbringen.

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 Projektmanagement (Projektorganisation und Qualitätsmanagement, zu letzterem vgl. Kapitel 3.2) gemacht werden müssen (vgl. 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 [24], der Convention on Nuclear Safety [47] (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» [34] und Safety Standards betreffend das Managementsystem GS-R-3 [46], GS-G-3.1 [44] und GS-G-3.5 [45]) sowie dem Technical Assessment Guide T/AST/049 (Principle 3) der britischen Aufsichtsbehörde HSE [62], 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 zu Grunde 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 für eine sicherheitsgerichtete Durchführung eines Projekts zum Bau eines neuen Kernkraftwerks

sind. Der Gesuchsteller bekennt sich insbesondere zur Gewährleistung der Sicherheit und der Sicherung sowie des Schutzes von Bevölkerung und Personal als oberstem Ziel sowie zur Wichtigkeit einer guten Sicherheitskultur in allen Projektphasen bzw. während der gesamten Lebensdauer der Anlage. Er verpflichtet sich zu einer adäquaten und sicherheitsgerichteten Zuordnung von Aufgaben und Kompetenzen des Personals in allen Projektphasen sowie zur Sicherstellung der entsprechenden Fach- und Methodenkompetenzen und Ressourcen. Zudem will er sicherstellen, dass auch die Lieferanten diese Kompetenzen und Ressourcen sowie eine geeignete Organisation bereitstellen. Er bekennt sich zum Aufbau der so genannten «Intelligent Customer Capability» und hält fest, er werde jederzeit die Produkte und Dienstleistungen der Lieferanten insoweit kennen und verstehen, dass er seine Pflichten erfüllen könne.

Die EKKB AG beschreibt ihre Projektorganisation bei der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs sowie die geplante Weiterentwicklung in den nächsten Projektphasen. An der Erstellung und Prüfung der Gesuchsunterlagen für die Rahmenbewilligung haben Personen mit entsprechender Erfahrung und spezifischen Fachkompetenzen mitgewirkt, insbesondere in jenen Fachgebieten, welche direkt für die Beurteilung des Standorts relevant waren. In dieser Phase waren noch nicht alle Fachgebiete in das Projektteam integriert, sondern es wurde mit externer fachlicher Unterstützung gearbeitet. Dies war u. a. bei der Erstellung der Angaben zu Personal und Organisation der Fall. Der Gesuchsteller stellt jedoch in Aussicht, in der nächsten Projektphase den Fachbereich der menschlichen und organisatorischen Faktoren in die Projektorganisation zu integrieren. Das ENSI begrüsst diese Absicht. Es betrachtet eine multidisziplinäre Projektorganisation, in welcher alle für die Projektierung und Auslegung einer neuen Kernanlage relevanten Fachbereiche und Erfahrungen mit angemessenen Ressourcen und dem nötigen Stellenwert vertreten sind, als unabdingbar.

Der Sicherheitsbericht enthält Angaben zu Struktur und Abläufen der Organisation für alle Phasen des Lebenszyklus der Anlage bis hin zu ihrer Stilllegung. In den Phasen «Rahmenbewilligung» sowie «Baubewilligung und Bauausführung» wird im Rahmen des Projektmanagements dem so genannten Bewilligungsmanagement grosse Bedeutung zugeschrieben. Dieses soll sicherstellen, dass alle bewilligungs- bzw. sicherheitsrelevanten Anforderungen systematisch und umfassend über alle Projektphasen hinweg implementiert werden und stellt einen zentralen Ausgangspunkt für die Entwicklung der Projekt- und der späteren Betriebsorganisation dar. Die Organisation wird im Projektverlauf zunehmend differenzierter, bestimmte Funktionen werden aus dem Bewilligungsmanagement in eigenständige Organisationseinheiten ausgegliedert. Das ENSI sieht demnach die fortwährende Klärung der Schnittstellen zwischen den einzelnen Entitäten der Organisation und deren Verantwortlichkeiten als eine der wichtigen Aufgaben des Gesuchstellers für die zukünftigen Projektphasen, welchen im Prozess der Entwicklung der Organisation gebührende Aufmerksamkeit gewidmet werden muss.

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 EKKB AG im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs darlegt, wie sie ihrer Verantwortung gerecht wird (Auflagenvorschlag, siehe weiter unten). 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 EKKB 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 EKKB 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

Erstellung, Prüfung und Genehmigung der Unterlagen für das Rahmenbewilligungsgesuch erfolgten auf der Grundlage eines Qualitätsmanagementprogramms und gemäss projektspezifischen Weisungen. Insbesondere kamen ein «Project Master Plan» und ein Qualitätsplan zur Anwendung. In letzterem sind die Prüfungs-, Review- und Genehmigungsprozesse der Unterlagen definiert. Die Prüfungen und Reviews der Unterlagen erfolgten durch Mitarbeitende der Resun AG, der bestehenden Kernkraftwerke sowie durch externe Experten. Der Revisionsprozess wurde einer externen Beurteilung durch einen erfahrenen Auditor unterzogen.

Qualitätsmanagement für die weiteren Projektphasen

Im Rahmen der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs wird ein Qualitätsmanagementprogramm für die Projektierungs- und die Bauphase vorbereitet, eingereicht und umgesetzt, welches die rechtlichen Vorgaben (Art. 25 KEV) und die relevanten Grundlagen (wie z. B. ISO-Standards und die Safety Standards der IAEA, namentlich GS-R-3 [46]) berücksichtigt. Die Stelle Bewilligungsmanagement (siehe Kapitel 3.1) ist zuständig für die Entwicklung des Konzepts für das Qualitätsmanagementprogramm, wobei dessen Umsetzung durch die übrigen Stellen erfolgt, welche die verschiedenen Funktionen in der Projektorganisation ausführen.

Beurteilungsgrundlagen

Als Grundlagen für die Beurteilung der Angaben der EKKB 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, neben den in Art. 25 KEV genannten Anforderungen an das Qualitätsmanagementprogramm für die Projektierungs- und

die Bauphase auch weitere relevante Grundlagen zu berücksichtigen, welche den aktuellen Stand der Technik abbilden, namentlich die Safety Standards der IAEA zum Managementsystem. Das ENSI begrüsst diese Absichtsbekundung des Gesuchstellers und weist ergänzend auf die folgenden Aspekte hin: Der Safety Standard der IAEA GS-R-3 «The Management System for Facilities and Activities» (sowie die Richtlinie HSK-G07 [24], 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 weist demzufolge darauf hin, dass der Gesuchsteller mit seinem Managementsystem die Anforderungen aus IAEA GS-R-3 zu erfüllen hat (Auflagenvorschlag, siehe weiter unten).

Gemäss Art. 24 KEV stellt das Qualitätsmanagementprogramm für die Projektierungs- und Bauphase einen Bestandteil der Gesuchsunterlagen für die Baubewilligung dar. Die EKKB AG legt im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch dar, das Qualitätsmanagementprogramm für die Projektierungs- und die Bauphase im Rahmen der Vorbereitung des Gesuchs zur Baubewilligung zu erstellen, einzureichen und umzusetzen. Das ENSI weist hierzu auf die folgenden Aspekte hin:

Einem angemessenen Managementsystem und einem 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 bezüglich Sicherheit und Qualität in früheren Projektphasen zurückzuführen sind, häufig nicht mehr rückgängig gemacht werden. Andererseits ist eine nachträgliche Überprüfung von bereits erfolgten Tätigkeiten und Prüfungen 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 EKKB 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 den Kapiteln 1.5 und 5 des EKKB-Sicherheitsberichts erfüllt sind.

Bezüglich der nachfolgenden Bewilligungsphasen formuliert das ENSI den folgenden Auflagenvorschlag:

Auflage 1:

Die EKKB 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

In Kapitel 3.2 des EKKB-Sicherheitsberichts werden die geografische Lage des Standorts sowie die Nutzung und Erschliessung der Insel Beznau dargestellt. Es wird gleichfalls die Bevölkerungsverteilung in den Notfallschutzonen 1 und 2 um den Standort beschrieben, wobei sowohl die permanente als auch die transiente Bevölkerung betrachtet werden. Als transiente Bevölkerung werden Personen bezeichnet, welche sich temporär innerhalb der Notfallschutzzone aufhalten (z.B. Firmenmitarbeiter, Schüler, Spitalpatienten, Hotelgäste). Die Daten zur aktuellen Wohnbevölkerung im Umkreis von 20 km um den Standort des EKKB beziehen sich auf das Jahr 2006. Als Datenquelle wurden die Angaben der statistischen Ämter der Kantone Aargau, Zürich und Schaffhausen bzw. des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg und des Landratsamtes Waldshut herangezogen (Statistik 2007). Nach Einschätzung der Ämter wird sich das Wachstum der Wohnbevölkerung sowohl im Kanton Aargau als auch in Baden-Württemberg in den kommenden drei Jahrzehnten leicht fortsetzen, bevor die Wohnbevölkerung allmählich zurückgeht. Das geringste Bevölkerungswachstum ist im peripheren ländlichen Raum zu erwarten.

Die Darstellung und Beurteilung der Bevölkerungsverteilung um den Standort dient in erster Linie der Beurteilung der Machbarkeit von Notfallschutzmassnahmen. Hinsichtlich der Vorsorge zu den im Dosismassnahmenkonzept (DMK) der VEOR [17] genannten Schutzmassnahmen kann auf die bestehenden Einrichtungen und Vorkehrungen, die den Notfallschutz um die Anlagen KKB 1 und KKB 2 bereits jetzt gewährleisten, zurückgegriffen werden. Der Gesuchsteller hat in Kapitel 3.2.4.2 des Sicherheitsberichts auch die Durchführbarkeit einer vorsorglichen temporären Evakuierung der Bevölkerung der Zone 1 des EKKB, die näherungsweise derjenigen des KKB gleichgesetzt wurde, betrachtet. Er kommt aufgrund seiner Abklärungen zum Schluss, dass eine vorsorgliche Evakuierung realisierbar sein sollte. Allerdings sei eine solche Evakuierung nur eine Handlungsoption für jene Störfälle, die aufgrund des absehbaren zeitlichen Verlaufes ein genügend grosses Zeitfenster für Anordnung und Vollzug der Massnahme offen lassen und gleichzeitig das Potenzial für eine erhebliche Freisetzung von radioaktiven Stoffen beinhalten. Zuständig für die Erarbeitung eines entsprechenden Evakuierungskonzepts seien aber die kantonalen Stellen.

Zusammenfassend kommt die EKKB AG zum Schluss, dass aufgrund der Besiedlung und der moderaten Entwicklung der Bevölkerung bzw. der Bevölkerungsverteilung in der Umgebung des Standorts EKKB keine nachteiligen Einflüsse auf die Notfallplanung zu erwarten sind. Die geografischen Verhältnisse und die Verteilung der Bodennutzung in der Umgebung des Standorts zeigen

ebenfalls keine für Kernkraftwerksstandorte ungünstigen Besonderheiten, welche die Umsetzung der Notfallmassnahmen oder die Berechnung der Abgabelimiten erschweren würden.

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 in diesem Kapitel erfolgt anhand der in der Notfallschutzverordnung (NFSVO, [10]) und der Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR, [17]) festgehaltenen Anforderungen. Ferner werden die Bestimmungen des Konzepts für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernanlagen [49] 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

Die geografische Lage des Standorts sowie die Nutzung und Erschliessung der Insel Beznau wird in Kapitel 3.2 des EKKB-Sicherheitsberichts sachgemäss dargestellt. Die Erhebung der Bevölkerungsdichte und -verteilung erfolgt anhand von aktuellen 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 (für den anlageinternen Notfallschutz siehe Kapitel 5.4) das letzte Glied der gestaffelten Sicherheitsvorsorge zum Schutz gegen die radiologischen Auswirkungen einer 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 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 [17] genannten Schutzmassnahmen kann in der Schweiz und insbesondere im Kanton Aargau mit dem bestehenden KKB, an dessen Standort das EKKB vorgesehen ist, auf eine seit langer Zeit etablierte Vorsorge in der Umgebung des Standorts Beznau zurückgegriffen werden. Sie entspricht den Anforderungen der NFSVO [10], der VEOR [17] und des Notfallschutzkonzepts der KomABC [49] 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 [49] verankert und wird im Rahmen der laufenden Revision der NFSVO [10] diskutiert. In dieser Hinsicht legt der Gesuchsteller dar, welche Grundsätze bei einer allfälligen Planung einer vorsorglichen Evakuierung durch den zuständigen Standortkanton beachtet werden müssten. Hierbei spielen die für die verschiedenen Hauptwindrichtungen vorhandenen Verkehrswege in der näheren Umgebung des Standorts als Hauptevakuierungsrouten eine entscheidende Rolle.

Das ENSI bestätigt die Schlussfolgerung des Gesuchstellers, wonach aufgrund der bereits für den Standort KKB bestehenden Vorkehrungen und Einrichtungen des Notfallschutzes, der moderaten Bevölkerungsdichte 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 neue Kernkraftwerke 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, Erdgashochdruckanlagen 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

Basierend auf den Angaben aus dem Chemierisikokataster des Kantons Aargau [63] werden sämtliche Betriebe im Umkreis (Radius) von 8 km aufgeführt, welche der Störfallverordnung StFV [19] unterstellt sind. Diejenigen Betriebe, welche aufgrund der dort verarbeiteten Stoffe und der Distanz zum Standort EKKB eine potenzielle Gefährdung für das EKKB darstellen könnten, werden genauer untersucht.

Die möglichen Gefährdungen durch die Betriebe in der nebenstehenden Tabelle 4.1-1 werden im Sicherheitsbericht im Detail diskutiert. Der Gesuchsteller kommt zum Schluss, dass keiner der benachbarten Betriebe eine Gefährdung für das EKKB darstellt. Eine Gefährdung des EKKB durch die Betriebe Nr. 4 bis 6 schliesst er aufgrund der Distanz aus, eine Gefährdung durch die Betriebe Nr. 1 bis 3 durch auslegungstechnische Massnahmen.

Militärische Anlagen

Der Gesuchsteller beruft sich bei den Angaben über militärische Anlagen auf eine Auskunft des IOS/Stab Chef der Armee (Informations- und Objektsicherheit, Generalsekretariat VBS),

Tabelle 4.1-1: Betriebe im Umkreis von 8 km, welche der StfV unterstehen und die auf eine mögliche Gefährdung des EKKB näher überprüft wurden (Quelle: SIB EKKB)

Nr.	Betrieb	Tätigkeit	Gemeinde	Abstand zu EKKB [m]
1	Nordostschweizerische Kraftwerke AG	Kernkraftwerk Beznau	Döttingen	343
2	Nordostschweizerische Kraftwerke AG	Gasturbinenkraftwerk Beznau	Döttingen	1 086
3	ZWILAG	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	Würenlingen	1 492
4	Paul Scherrer Institut PSI	Forschung	Würenlingen	1 672
5	Riag Sombo	Feuerwerk/Spielsachen/Lager	Böttstein	2 486
6	SW Blasting AG	Sprengstoffe	Rekingen	6 704

gemäss der sich in einem Radius von 8 km um den Standort EKKB keine grösseren militärischen Munitions- und Treibstofflager befinden. Als Kriterium für die Grösse eines Lagers wird ein Überschreiten der Mengenschwellen gemäss Störfallverordnung StfV [19] für Benzin, Dieselöl und TNT herangezogen.

Erdgashochdruckanlagen

Eine Erdgashochdruckleitung verläuft in einer Distanz von minimal 1,4 km zum Standort EKKB. Der Gesuchsteller beurteilt eine mögliche Gefährdung des EKKB anhand der Angaben im Rahmenbericht «Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen» [64]. Dieser Bericht stellt das Standardwerk zur Risikobeurteilung von Erdgashochdruckanlagen dar. Er untersucht die Szenarien Feuerball, Fackelbrand, Gaswolke und verzögerte Explosion. Für das Maximalereignis «Feuerball» wird beim gegebenen Leitungsdurchmesser (28") und Betriebsdruck (70 bar) ein Feuerball-Durchmesser von max. 210 m angegeben. Für die Letalität von 1 % der Personen im Freien wird ein Radius von ca. 240 m angegeben. Der Gesuchsteller geht zudem auf die nächstgelegene Druckreduzier- und Messstation (DRM-Station, Abstand ca. 5 km) und Schieberstation (Abstand ca. 4,7 km) ein. Er zeigt auf, dass für diese Stationen gleiche oder kleinere Schadensradien erwartet werden als bei der Hochdruckleitung. Der Gesuchsteller kommt zum Schluss, dass die bestehende Erdgashochdruckleitung und die DRM-Station aufgrund ausreichender Distanz keine Gefährdung für das EKKB darstellen.

Verkehrs- und Transportwege am Boden

In der näheren Umgebung des Standorts EKKB befinden sich verschiedene Verkehrswege: 500 m westlich verläuft die Strasse Villigen-Böttstein-Döttingen, welche allerdings nach Angabe des Gesuchstellers nur schwach befahren ist. Östlich des Standorts befinden sich in einer Distanz von ca. 1,5 km bzw. ca. 1,2 km die Kantonsstrasse und die Bahnlinie Siggenthal-Döttingen-Koblentz. Im Sicherheitsbericht ist eine Übersichtskarte eingefügt (Abbildung 3.3-4). Für den Transport gefährlicher Güter auf Strasse und Schiene werden zur Identifikation der möglichen Standortgefährdung die Leitstoffe Propan, Benzin und Chlor herangezogen. Zur Ermittlung der Schadensradien der Leitstoffe Propan und Benzin dienen die Angaben in den entsprechenden Rahmenberichten [64], [65].

Tabelle 4.1-2 zeigt die vom Gesuchsteller berücksichtigten Szenarien inklusive der zugehörigen Schadensradien und deren Beurteilung. Als BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explo-

Tabelle 4.1-2: Berücksichtigte Szenarien zu Verkehrs- und Transportwegen am Boden inkl. entsprechender Schadensradien und Beurteilung (Quelle: SIB EKKB)

Leitstoff	Szenario	Schadensradius/Beurteilung
Propan	Strasse: BLEVE von 20 t Propan	Schadensradius: 225 m
	Strasse: Gaswolkenbrand nach spontaner Freisetzung von 20 t Propan mit verzögerter Entzündung	Schadensradius: 250 m
	Bahn: BLEVE von 46 t Propan	Schadensradius: 294 m
	Bahn: Gaswolkenbrand nach spontaner Freisetzung von 46 t Propan mit verzögerter Entzündung	Schadensradius: 300 m
	Freistrahbrand	Flammenlänge von mehreren 10 m, Gefährdung nur für direkte Nachbarschaft
	Eindringen in Kanalisation (nur gasförmig/kleine Menge)	Wegen geringer Menge nicht relevant
Benzin	Brand einer Flüssigkeitslache	Auswirkung begrenzt auf Ausdehnung der Flüssigkeitslache und allenfalls Inbrandsetzung von Objekten in unmittelbarer Nachbarschaft
	Explosion in der Kanalisation	Je nach Lage der Kanalisation sind Schäden möglich
Chlor	Bahn: Freisetzung von 55 t druckverflüssigtem Chlor	Je nach Umgebungsbedingungen Ausbreitung über mehrere km ²

sion) wird dabei eine Gasexplosion einer expandierenden siedenden Flüssigkeit bezeichnet. Aufgrund des Vergleichs der ermittelten Schadensradien mit den Distanzen zu den nächstgelegenen Hauptstrassen und der Eisenbahnlinie schliesst der Gesuchsteller eine Gefährdung des EKKB durch Transportunfälle auf Strasse und Schiene aus.

Dass ein Zug mit Gefahrgut ungewollt auf das Industriegeleise des EKKB gelangt, schliesst der Gesuchsteller aus. Er begründet dies damit, dass das Zubringergleis nicht elektrifiziert ist und somit ein Umkoppeln an eine Diesellokomotive erforderlich wäre. Falls das Zubringergleis zur Insel Beznau zukünftig umgebaut werden sollte, plant der Gesuchsteller, dieses Szenario zu berücksichtigen.

Der Gesuchsteller führt weiter an, dass das Szenario der Chlorgas-Freisetzung für die Standortevaluation nicht massgebend sei, weil die Wahrscheinlichkeit einer Spontanverdampfung einer grossen Menge Chlor sehr gering sei und weil eine Chlorgas-Freisetzung zwar Personen, jedoch nicht die Bauten und Anlagen des EKKB gefährden könne. Für die Bauphase und den Betrieb wird die Gefährdung durch Chlorgas aber nochmals überprüft. Ebenfalls wird angeführt, dass bei Vorliegen des Bauprojekts die Gefährdung durch Gaswolkenausbreitung mit verzögerter Zündung unter Berücksichtigung potenziell möglicher Verdämmungen, beispielsweise durch Bauwerke, nochmals überprüft wird.

Gefährdungsszenarien durch Lastschiffahrt und durch Benzin-Tankfahrzeuge auf dem Betriebsgelände werden vom Gesuchsteller zum vornherein ausgeschlossen, da entsprechende Transporte am geplanten Standort EKKB nicht stattfinden.

Weitere Ereignisse

Der Gesuchsteller legt dar, dass eine Verschmutzung von Fluss- und Grundwasser mit Chemikalien nicht zu einer akuten Gefährdung des EKKB führen kann. Dies begründet er damit, dass das Flusswasser vor der Einspeisung in den Hauptkühlkreislauf in einer Aufbereitungsanlage gereinigt (entcarbonisiert) wird und dass sich allfällige Korrosionsschäden nur langsam entwickeln. Der Gesuchsteller verweist zudem auf Kapitel 3.5.10 des Sicherheitsberichts, wonach das EKKB so ausgelegt wird, dass der Reaktor bei einem Kühlwasserausfall in einen sicheren Zustand gebracht werden kann.

Die mögliche Schädigung der Bauwerke durch verschmutztes Grundwasser kann mittels Konzept für die Alterungsüberwachung der Anlage beherrscht werden. Dieses Konzept soll im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs erarbeitet werden.

Die Ausbreitung toxischer Gase auf das Gelände des EKKB wird vom Gesuchsteller als nicht relevante Gefährdung eingestuft, da verschiedene Mittel zum Schutz des Personals zur Verfügung stehen. Insbesondere wird die Möglichkeit aufgeführt, die von der Gebäudelüftung angesaugte Luft über Aktivkohlefilter umzuleiten (vgl. Sicherheitsbericht Kapitel 3.3.6.2).

Ein Waldbrand kann unter anderem als Folgeereignis von Industrie- und Transportunfällen auftreten. Die potenzielle Gefährdung des EKKB durch Waldbrand wird im Kapitel 4.2.6 des vorliegenden Gutachtens behandelt.

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) [14];
- 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/SBB, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, Mai 1998 [53];
- BUWAL/ASTRA, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Autobahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, August 1999 [54];
- Schweizerische Erdgaswirtschaft, «Rahmenbericht Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen», erstellt durch SKS Ingenieure AG, revidierte Ausgabe 1997 [64];
- CARBURA, BUWAL, «Rahmenbericht über die Sicherheit von Stahltankanlagen für flüssige Treib- und Brennstoffe», erstellt durch SKS Ingenieure AG, 2005 [65];

- Bundesamt für Verkehr (BAV), «Quantitative Risikoanalyse für Gefahrguttransporte auf der Bahn. Methodik und Bewertung in der Schweiz», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, 2004 [66];
- BUWAL, Arbeitsgruppe Flüssiggas-Tankanlagen, «Rahmenbericht Flüssiggas-Tankanlagen zum Kurzbericht und zur Risikoermittlung im Hinblick auf die Störfallvorsorge», erstellt durch Basler & Hofmann AG, 1992 [52];
- BAFU, «Mengenschwellen gemäss Störfallverordnung (StFV), Liste mit Stoffen und Zubereitungen», 2006 [67];
- Chemierisikokataster des Kantons Aargau [63];
- IAEA, «Site Evaluation for Nuclear Installations», Safety Requirements No. NS-R-3, 2003 [36];
- IAEA, «External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants», Safety Guide No. NS-G-3.1, 2002 [37];
- U.S.NRC, «Regulatory Guide 4.7 – General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations», Revision 2, April 1998 [51].

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 [51]. 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 betrachtet wurde das grenznahe Ausland, welches sich in minimal 5 bis 6 km Distanz zum Standort EKKB befindet. Diese Vereinfachung ist aus Sicht des ENSI zulässig, da nur enorm grosse Anlagen oder Chemikalienlager in der Lage sind, eine Schadenswirkung über diese Distanz zu erzielen. Nach Kenntnisstand des ENSI sind solche Anlagen im grenznahen Ausland nicht vorhanden, nachdem die Chemiewerke Lonza in Waldshut Mitte der 1990er-Jahre stillgelegt wurden. In der Schweiz unterstehen solche Betriebe der Störfallverordnung [19], welche Sicherheitsmassnahmen zur Verminderung des Risikos verlangt. Dazu gehören Massnahmen, die das Gefahrenpotenzial herabsetzen, Störfälle verhindern und deren Einwirkungen begrenzen; für den Vollzug sind die Kantone verantwortlich. Der den Untersuchungen des Gesuchstellers zu Grunde gelegte Chemierisikokataster des Kantons Aargau kann als zuverlässige Quelle für die Erhebung der relevanten Betriebe betrachtet werden [63]. Im Chemierisikokataster nicht enthalten sind biologische Gefahren. Von diesen ist aber aufgrund der verzögerten Wirkung keine unmittelbare Gefährdung für den Betrieb oder das sichere Abschalten des EKKB zu unterstellen.

Die Darlegungen des Gesuchstellers, dass von den genauer untersuchten Betrieben keine Gefährdung für das EKKB ausgeht, sind plausibel. Die grösste Gefährdung geht von den unmittelbar benachbarten Anlagen KKB 1 und 2 und dem Gasturbinenkraftwerk Beznau aus. Gegen die dort möglichen Szenarien «Turbinenzerknall» und «Treibstoffbrand» wird das EKKB deterministisch ausgelegt.

Im Sicherheitsbericht wird nicht darauf eingegangen, welche Gefahrstoffe für den Betrieb der benachbarten Kraftwerksbauten verwendet werden (z.B. Diesel für Notstrom, Ammoniak für Kälteanlagen, etc.). Diese Angaben sind im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs in den Gefährdungsspezifikationen zu erbringen.

Das ENSI ist mit der Beurteilung der EKKB AG einverstanden, dass die Anwesenheit der benachbarten Industriebetriebe die Standorteignung nicht in Frage stellt, da ein Schutz des EKKB gegen allfällige Gefährdungen (Hitzestrahlung, Druckwelle, Trümmerwurf, toxische Wolke, radioaktive Aerosole, Kühlwasser-Kontamination) mit auslegungstechnischen Massnahmen möglich ist.

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» [64] 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. Das ENSI ist daher mit der Einschätzung des Gesuchstellers einverstanden, dass die vorhandenen Erdgas-Hochdruckanlagen keine Gefährdung für das EKKB darstellen.

Ein Waldbrand kann u. a. als Folgeereignis von Unfällen bei Erdgas-Hochdruckanlagen auftreten. Die Gefährdung des EKKB durch externe Brände wird im Kapitel 4.2.6.3 betrachtet.

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 ([52], [53], [54], [64], [65], [66]) durch verschiedene Bundesstellen wie BAFU, ASTRA und BAV breite Anerkennung findet.

Auch bei der Beurteilung der einzelnen Szenarien greift der Gesuchsteller im Wesentlichen auf die entsprechenden Rahmenberichte zurück. Gemäss diesen kann eine Gefährdung des EKKB durch Propan- und Benzintransporte auf Strasse und Schiene ausgeschlossen werden. Die als Grundlage verwendeten Dokumente berücksichtigen allerdings nicht, dass seit Januar 2005 auf

Schweizer Strassen auch 40-t-LKW zugelassen und somit auch entsprechend grössere Propan-Tankfahrzeuge möglich sind. Gemäss Rahmenbericht [52] ist allerdings auch der Schadensradius eines BLEVE von 40 t Propan mit ca. 280 m noch deutlich geringer als der Abstand zwischen dem EKKB und der nächstgelegenen Transitstrasse.

Die Frage, ob sich entzündliche Stoffe konstruktionsbedingt über das Kanalisationsnetz bis unter das EKKB ausbreiten können und es dort zu einer verdämmten Explosion mit Auswirkung auf das Kraftwerk kommen könnte, wurde vom Gesuchsteller nicht untersucht. Im Baubewilligungsgesuch ist deshalb in den Gefährdungsspezifikationen darzulegen, dass eine Ausbreitung von entzündbaren Stoffen wie z.B. Propan oder Benzin über die Kanalisation und eine verdämmte Explosion in derselben das EKKB nicht gefährden kann. Andernfalls sind bauliche oder technische Gegenmassnahmen vorzunehmen.

Aufgrund des geringen Gefahrgutaufkommens auf den für den Standort EKKB massgebenden Verkehrsachsen (keine nationalen Transitachsen) ist die Wahrscheinlichkeit für Gefahrstoff-Freisetzung verhältnismässig gering. Im Falle einer grossen, spontanen Freisetzung der vom Gesuchsteller berücksichtigten Menge von 55 t Chlor aus einem Bahnkesselwagen kann es aber noch in einer Distanz von mehreren Kilometern zu Todesfällen kommen [53]. Das Gelände des EKKB kann daher im gefährdeten Bereich liegen. Die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zur Ausbreitung einer toxischen Wolke wird im folgenden Abschnitt «Weitere Ereignisse» in allgemeiner Form dargelegt.

Das ENSI stimmt der Beurteilung des Gesuchstellers zu, dass die Gefährdung des EKKB durch Treibstoffbrände auf Verkehrs- und Transportwegen am Boden durch dessen Auslegung gegen die Auswirkungen von Flugzeugabstürzen mit anschliessendem Treibstoffbrand abgedeckt ist.

Zusammenfassend stellt das ENSI fest, dass von den Verkehrswegen keine Gefährdungen für das EKKB ausgehen, welche die Standorteignung grundsätzlich in Frage stellen. Die vorhandenen Risiken können mit auslegungstechnischen Massnahmen kontrolliert werden.

Weitere Ereignisse

Das EKKB wird gemäss Kapitel 3.5.10 des Sicherheitsberichts gegen die Folgen des Ausfalls der externen Kühlwasserzufuhr ausgelegt. Ein Ausfall des Hauptkühlwasser-Kreislaufs durch Verschmutzung des Flusswassers ist somit abgedeckt.

Eine allfällige Schädigung der Gebäudefundationen durch eine Kontamination des Grundwassers mit Chemikalien würde sich nicht direkt auf den Betrieb des EKKB auswirken, sondern könnte allenfalls im Zusammenhang mit einer unwahrscheinlichen internen Freisetzung von radioaktiven Stoffen zu einer Gefährdung der Umwelt führen. Mit geeigneten Massnahmen zur Alterungsüberwachung der Bauwerke und zur Aktivitätsüberwachung in der Anlage kann dieses Risiko praktisch ausgeschlossen werden.

Gemäss EKKB-Sicherheitsbericht besteht die Möglichkeit, die für die Gebäudelüftung angesaugte Luft über Aktivkohlefilter umzuleiten (Kapitel 3.3.6.2). Eine Gefährdung durch toxische

Gase kann mit dieser Massnahme ausgeschlossen werden. Um anorganische Stoffe adsorbieren zu können, muss die Aktivkohle allerdings entsprechend konditioniert sein. Im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs ist von der EKKB AG in den Gefährdungsspezifikationen darzulegen, auf welche Szenarien die Filter in der Gebäudelüftung ausgelegt werden und welche Lüftungstechnischen Massnahmen ergriffen werden, um das Eindringen toxischer Stoffe zu detektieren und zu verhindern. Falls vorhanden, sind dabei allgemein toxische Gase zu berücksichtigen, also z.B. auch Ammoniak für Kälteanlagen, Rauchgase, Chlor, etc.

Zusammenfassende Beurteilung der Gefährdung durch Verkehrswege und Industrie

Die Überprüfung der Untersuchungen des Gesuchstellers bezüglich der potenziellen Gefährdung des EKKB 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 EKKB führen würden. Einerseits sind die Distanzen solcher Anlagen zum EKKB gross genug, um eine relevante Beeinträchtigung der Sicherheit des EKKB ausschliessen zu können, andererseits kann der Schutz des EKKB mit auslegungstechnischen Massnahmen sichergestellt werden. Die diesbezüglichen Gefährdungsspezifikationen sind im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens einzureichen. Das ENSI ist mit der Beurteilung des Gesuchstellers in Kapitel 3.3.9 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 den Bau des EKKB werden temporäre Bauflächen für Lagerplätze, Werkstätten, Parkplätze und andere notwendige Infrastrukturen vorbereitet. Diese Bauflächen werden sich mehrheitlich auf der Ostseite des Oberwasserkanals, im Industriebereich und im Wald südlich der Zugangsstrasse aus Richtung Döttingen befinden (siehe folgende Abbildung 4.1-1).

Die Insel Beznau ist einerseits über die Gleisanlage nach Döttingen für den Bahntransport erschlossen, andererseits führen eine Kantonsstrasse aus Richtung Döttingen und eine Erschliessungsstrasse aus Richtung Böttstein über das Stauwehr Beznau auf die Insel. Die Erschliessung über Strasse und Gleisanlage aus Richtung Döttingen ist für den Transport von Schwerkomponenten ausgelegt. Am südlichen Ende der Insel verläuft die REFUNA-Rohrbrücke von der Insel ans östliche Aareufer.

Es ist vorgesehen, für den Bau des EKKB eine weitere Brücke für Schwertransporte sowie den Baustellenverkehr zu errichten. Die bestehende Schienenführung aus Richtung Döttingen soll als Strasse aufgewertet werden (Doppelnutzung Schiene und Strasse), damit sowohl Schwertransporte als auch Bahntransporte über diesen Anschluss bewältigt werden können.

Die Transportrouten für Grosskomponenten wurden vom Gesuchsteller im Hinblick auf Gewichts- und Dimensionsgrenzen beurteilt. Es wird voraussichtlich notwendig, bestimmte grössere Komponenten, wie Reaktordruckbehälter oder Dampferzeuger, vor Ort zusammenzustellen.

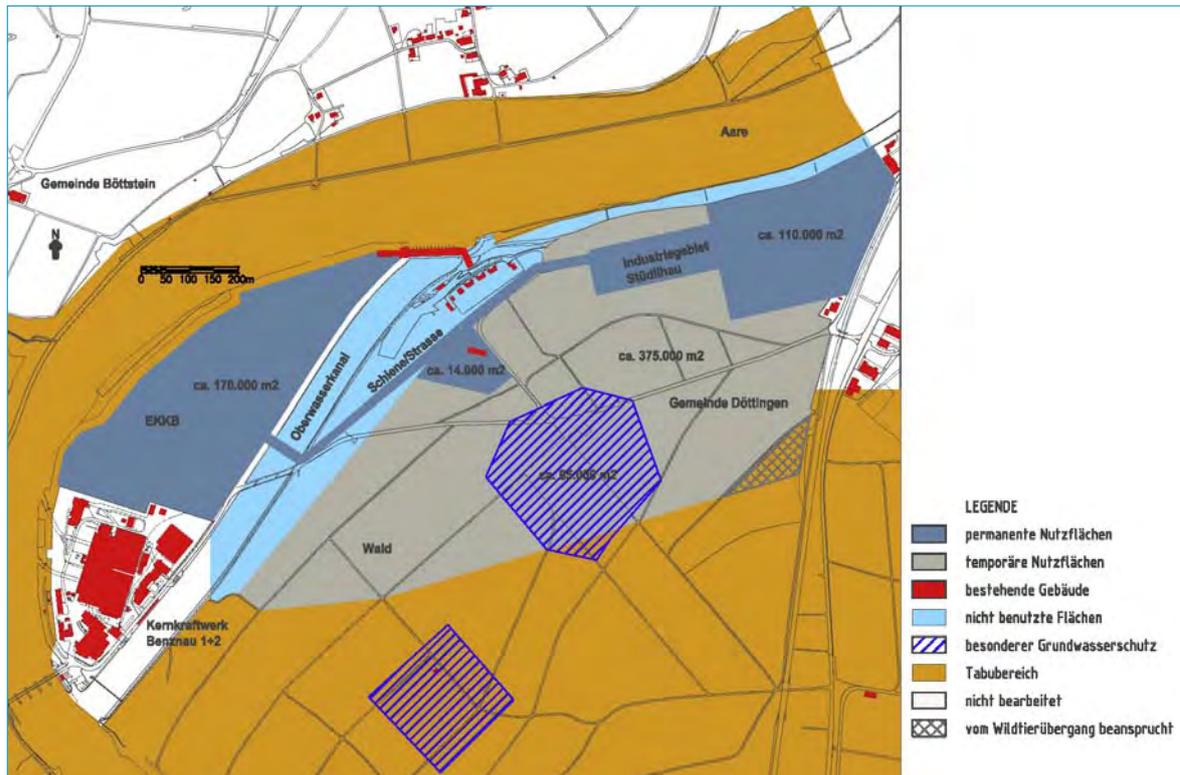


Abbildung 4.1-1: Darstellung möglicher Bauflächen (Quelle: SIB EKKB)

Entsprechende Erfahrungen beim Bau der bestehenden Kernkraftwerke in der Schweiz liegen vor und werden berücksichtigt. Der Gesuchsteller erachtet dieses Vorgehen als machbar. Die Einzelheiten dazu und allfällige Modifikationen der Zugangsstrassen werden im Rahmen des Gesuchs zur Baubewilligung festgelegt.

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 [22] 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 [22] 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 Entscheidverfahren soll bei jener Behörde erfolgen, die für die Durchführung des Hauptverfahrens verantwortlich ist; sie wird als Leitbehörde bezeichnet. Als Leitbehörde ist nach KEG das UVEK vorgesehen, wobei das BFE die Verfahren materiell bearbeiten wird [22]. Im Baubewilligungsverfahren wird das ENSI das BFE bei der Anhörung der betroffenen kantonalen Stellen unterstützen.

Unter den Gesichtspunkten der nuklearen Sicherheit und Sicherung ist im Rahmenbewilligungsverfahren nur die mögliche Interaktion der Logistik und der Baustelleneinrichtung mit den bestehenden Anlagen auf der Beznau-Insel durch das ENSI zu beurteilen. Aspekte der Raumplanung und des Umweltschutzes werden nicht vom ENSI geprüft. Der Gesuchsteller sieht im Wesentlichen vor, die Erschliessung der Beznau-Insel mittels einer zusätzlichen Brücke und der Aufwertung der bestehenden Schienenführung aus Richtung Döttingen als Strasse zu verbessern. Diese Arbeiten können nach Auffassung des ENSI durchgeführt werden, ohne dass die Sicherheit der Anlagen KKB 1 und 2 sowie des ZWIBEZ direkt oder indirekt beeinflusst wird. Die zur Verfügung stehenden Installationsflächen hat der Gesuchsteller grafisch dargestellt (siehe Abbildung 4.1-1). Es steht nach Auffassung des ENSI ausreichend Fläche bereit, um den Bau des EKKB ohne Beeinträchtigung der bestehenden Kernanlagen zu ermöglichen. Die für den Bau des EKKB zu verwendenden Materialien und die Bauarbeiten stellen bezüglich Einwirkung von aussen kein relevantes Zusatzrisiko für die bestehenden Kernanlagen dar. Für den Bau des EKKB und der Erschliessungsanlagen notwendige Krananlagen können auf der Baustelle so platziert werden, dass den Aspekten der nuklearen Sicherheit und Sicherung für die bereits bestehenden Anlagen Rechnung getragen wird.

4.1.4 Meteorologie

Angaben des Gesuchstellers

Phänomene, Daten und Vorgehen bei der Auswertung

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

- Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit inkl. Vereisung aus der Luft und Luftdruck
- Wind (Wind/Sturm/Böen/Tornados)
- Niederschlag (Regen/Schnee/Hagel)
- Sonneneinstrahlung
- Blitze

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

- Kernkraftwerk Beznau (KKB)
- Kernkraftwerk Leibstadt (KKL)
- Paul Scherrer Institut (PSI)
- Buchs AG
- Basel

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, die zu Störfällen führen können (siehe Kapitel 4.2.5) oder die für die Auslegung von Bauten und Komponenten relevant sind.

Der Gesuchsteller gibt im Sicherheitsbericht in der Tabelle 3.4-1 einen Überblick über die verwendeten Messparameter der oben erwähnten Messstationen. Die meisten Datenreihen beginnen in den 1980er-Jahren und wurden im 10-Minuten- bzw. Stundenintervall erhoben. Die Datenreihen wurden in der Regel bis Ende 2007 analysiert.

Zusätzlich zu diesen Datenreihen verwendet der Gesuchsteller die langjährigen Datenreihen des Standorts Basel von 1865 bis 1980 für gewisse meteorologische Phänomene, Daten von Météorage zur Blitzdichte (2000 bis 2007) in der Schweiz, Daten von der schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft über die Hagelhäufigkeit der letzten 50 Jahre sowie Daten über Tornadoereignisse von diversen Webseiten.

Die Auswertung der Datenreihen erfolgt statistisch für eine grosse Zahl von klimatologischen Parametern und für die einzelnen Messstationen. Die Tageswerte der verschiedenen Messstationen werden verglichen, falls zeitlich parallele Messreihen vorliegen, mit dem Ziel, die Datenreihe von Beznau zu extrapolieren. Der Vergleich erfolgt mittels Korrelationsanalyse mit einer linearen Regression. Eine gute Korrelation bzw. ein hohes Bestimmtheitsmass zwischen allen Messstationen ergibt sich für die Lufttemperatur und die Feuchtkugel-Temperatur sowie zwischen den Stationen PSI und Beznau für den Niederschlag. Zur Bestimmung der mehrjährigen Ereignisse (50-jährlich, 100-jährlich, 200-jährlich, 1 000-jährlich und 10 000-jährlich) verwendet der Gesuchsteller die generalisierte Extremwertverteilung GEV (Generalized Extreme Value Distribution) mit der Blockmaxmethode. Als Blockgrösse wählt er für die 150-jährigen Datenreihen ein Jahr und für die kurzen Datenreihen ab 1980 einen Monat.

Folgerungen aus den untersuchten Phänomenen

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

- **Lufttemperatur:** Die Werte sind, verglichen mit anderen Ländern, nicht extrem, und deshalb werden keine Schwierigkeiten bei der Auslegung erwartet.
- **Luftfeuchtigkeit inkl. Vereisung:** Die Ganzjahresverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit mit dem Maximum im Bereich von 92 bis 96 % ist für die Schweiz typisch. Wird das zeitliche

Auftreten der Bedingungen für Vereisung (Lufttemperatur zwischen -5 bis 0°C und relative Luftfeuchtigkeit $>90\%$) untersucht, kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass vom Spätherbst bis in den Frühling mit einer zeitlichen Häufigkeit von bis zu 13% mit Vereisung zu rechnen ist. Das Vereisungspotenzial wird bei der Auslegung von luftbeaufschlagten Komponenten berücksichtigt.

- **Luftdruck:** Der Gesuchsteller hält fest, dass vom Luftdruck keine Gefahr für eine Kernanlage ausgeht. Bei der Auslegung von Lüftungsanlagen zur Gewährleistung eines Raumunterdrucks bezogen auf den Umgebungsdruck, zur Dimensionierung von Abluftkaminen oder zur Auslegung von Kompressoren kann es unter Umständen notwendig sein, die Extremwerte des Umgebungsdrucks zu bestimmen.
- **Wind:** Neben den Untersuchungen zum extremen Wind (Sturm/Sturmböe) und zum Tornado (siehe Kapitel 4.2.5 des vorliegenden Gutachtens) analysiert der Gesuchsteller die Windrichtung in Kombination mit der Windgeschwindigkeit und zeigt dies in Form von Windrosen auf. Sie werden bei der Beschreibung von Ausbreitungsverhältnissen angewendet. Die Windrosen von Beznau sind geprägt durch das umliegende Gelände (siehe Abbildung 3.4-12 des EKKB-Sicherheitsberichts). Es zeigt sich eine Kanalisierung aus Süden durch das Aaretal und aus Westen durch die Täler am westlichen Aareufer. Von Norden und Osten ist die Windrose gleichmässig verteilt; hier ist auch das Gelände offen.
- **Niederschlag:** Der Gesuchsteller hält fest, dass Niederschlag nicht direkt zu Störfällen führt. Langandauernder Niederschlag kann aber zu Hochwasser und Überflutung führen (siehe Kapitel 4.1.5 und 4.2.3 des vorliegenden Gutachtens). Bei der Dimensionierung und Auslegung von Systemen und Bauten zur Entwässerung von Dächern und des Areals bzw. zur Behandlung von Abwässern werden die charakteristischen Niederschlagsmengen und deren Extremwerte berücksichtigt. Für die Dimensionierung von Dach- und Geländeentwässerungen sind kurzzeitige Mengen von Relevanz; für die Dimensionierung von Abfangbecken sind es eher mittelfristige Werte. Der Gesuchsteller führt eine Extremwertanalyse für den 5-Minuten-, 1-Stunden-, 1-Tages- und 5-Tages-Niederschlag durch, wobei die Ergebnisse für die 1 000- und 10 000-jährlichen Niederschlagssummen als Folge der Kürze der zur Verfügung stehenden Messreihen (rund 20 Jahre) mit signifikanten Unsicherheiten behaftet sind.
- **Schneemengen:** Der Gesuchsteller analysiert die höchste vorgekommene Gesamtschneehöhe pro Jahr der Messstation Basel (beste und längste verfügbare Datenreihe) mit der generalisierten Extremwertverteilung und gelangt zum Schluss, dass Schneelasten mit Wiederkehrperioden von 50 Jahren und grösser die charakteristischen Werte der SIA-Norm 261 [69] übersteigen. Er hält fest, dass die Anwendung der langjährigen Ereignisse und der entsprechenden Schneelasten im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs festgelegt wird, wobei die Schneelasten für die sicherheitsrelevanten Bauten aufgrund deren Auslegung gegen Erdbeben und Flugzeugabsturz nicht massgebend sind, jedoch ggf. für auf den Dächern montierte Komponenten. Der Aufbau von Schneedecken erfolgt über längere Zeiträume, was die Einleitung von Massnahmen erlaubt.

- **Hagel:** Die EKKB AG hält fest, dass Hagel in bestimmten Fällen für ggf. auf den Dächern montierte Komponenten relevant sein könnte, jedoch nicht für die Gebäudehüllen der sicherheitsrelevanten Bauten. Er analysiert die Hagelgefährdung am Standort Beznau; sie ist im schweizerischen Vergleich gemäss der Hagelgefahrenkarte der Schweizerischen Hagelversicherungs-Gesellschaft leicht erhöht. Durchschnittlich treten Hagelereignisse in der Region Beznau alle zwei bis drei Jahre auf.
- **Sonneneinstrahlung:** Die Daten für die Sonneneinstrahlung können für die Auslegung von Klimaanlage von Nutzen sein. Eine Bedeutung für die Auslegung von sicherheitsrelevanten Bauten oder Systemen erachtet der Gesuchsteller als nicht wahrscheinlich.
- **Blitze:** Die Blitzaktivität in der Schweiz ist stark saisonal geprägt mit dem Maximum im Juli und fast keiner Aktivität im Winterhalbjahr. Der Gesuchsteller analysiert die Blitzdichte in der Schweiz und im Raum Beznau und zeigt auf, dass der Standort Beznau im Vergleich zu den umliegenden Gebieten weniger Blitzaktivität aufweist. Am Standort Beznau (Insel) muss statistisch rund alle sechs Jahre mit einem Blitzeinschlag gerechnet werden (siehe auch Kapitel 4.2.6).

Ausbreitungsstatistik

Mit den Messdaten der Station Beznau für 1989 bis 2007 zu Temperatur, Wind (Geschwindigkeit und Richtung) und Niederschlag führt der Gesuchsteller eine 4-parametrische Ausbreitungsstatistik nach KTA 1508 [70] durch. Dabei kategorisiert er die meteorologischen Bedingungen am Standort, 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 instabil, B instabil, C und D neutral, E stabil und F sehr stabil. Die Statistik für den Standort Beznau zeigt, dass die neutrale Kategorie D mit fast einem Drittel am meisten vorkommt; sie ist auch in jedem Monat die am häufigsten auftretende. Bei feuchtem Wetter (ca. 13 % der Jahresstunden) dominiert die Windrichtung aus dem Sektor Süd bis West, und zwar bei neutralen Diffusionskategorien (C und D). Bei trockenem Wetter lässt sich jeder Diffusionskategorie eine typische Windverteilung zuordnen.

Die 4-parametrische Ausbreitungsstatistik dient als Grundlage für die Analyse der Ausbreitung und Ablagerung radioaktiver Stoffe aufgrund von Emissionen aus Kernanlagen entsprechend der Richtlinie ENSI-G14 [25]. Dazu werden Dosisberechnungsmodelle sowie Ausbreitungs- und Washout-Faktoren benötigt. Da letztere von der Höhe des zu bauenden Fortluftkamins und von den umgebenden Gebäuden abhängen, werden sie erst im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs festgelegt. Der Gesuchsteller hält weiter fest, dass die Vorgehensweise hinsichtlich der später durchzuführenden Immersions- und Submersionsrechnungen ebenfalls im Baubewilligungsgesuch festgelegt wird.

Einfluss aus Klimaänderung

Der Gesuchsteller wertet die folgenden Quellen betreffend Klimaänderung insbesondere für die Phänomene Lufttemperatur und Niederschlag aus: Die vorhandene Messdatenreihen der

Standorte Beznau, Basel und Bern, den OcCC-Bericht «Klimaänderung und die Schweiz 2050» [56], den OcCC-Bericht «Extremereignisse und Klimaänderung» [57], Studien des BAFU über Klimaänderung in der Schweiz [71] und Analysen der MeteoSchweiz. Er gelangt dabei zu den folgenden Erkenntnissen:

Das Klima wurde im 20. Jahrhundert wärmer, und dieser Trend wird sich im 21. Jahrhundert verstärkt fortsetzen. Die Verschiebung der Temperaturverteilung nach höheren Temperaturen erhöht auch die Temperatur für das 50- und 100-jährliche Ereignis. Die Erwärmung der Atmosphäre erlaubt eine höhere Wasserdampfaufnahme der Luft, was den Wasserkreislauf antreibt. Erwartet wird deshalb eine Zunahme der Häufigkeit von Starkniederschlägen. Mit der Erwärmung wird auch die Schneefallgrenze steigen und die Häufigkeit von Schnee im Mittelland sinken. Zudem wird der gefallene Schnee weniger lange liegen bleiben. Durch die Abnahme der Niederschläge im Sommer ist eine Erhöhung der Häufigkeit von Trockenperioden zu dieser Jahreszeit zu erwarten. Der Einfluss der Klimaänderung auf die Auftretenshäufigkeit von extremen Winden und Tornados wird in Kapitel 4.2.5 des vorliegenden Gutachtens betrachtet.

Die Analysen und Untersuchungen zur Meteorologie des Standorts Beznau fasst der Gesuchsteller im Kapitel 3.4.5.12 des Sicherheitsberichts zusammen. Er kommt zum Schluss, dass die meteorologischen Bedingungen am Standort ausreichend dokumentiert und bewertet sind und dass sie den typisch mitteleuropäischen Verhältnissen für eine niedrige Höhenlage entsprechen. Es liegen keine Verhältnisse vor, welche die Standorteignung in Frage stellen würden. Das Klima ist grundsätzlich geeignet für den Bau und Betrieb eines Kernkraftwerks.

Der Gesuchsteller erläutert schliesslich in Kapitel 3.4.8 des Sicherheitsberichts, wie er in den Gesuchen zur Baubewilligung und zur Betriebsbewilligung die obigen Erkenntnisse im Hinblick auf die Auslegung des EKKB konkret umsetzen will.

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 [14]. 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-3.2 [38] und NS-G-3.4 [41] 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 Beznau liegt von der MeteoSchweiz mit Arbeitsbericht 224 [55] 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 [25], verwendet werden können. Die Richtlinie ENSI-G14 verweist in diesem Zusammenhang auf die Deutsche Strahlenschutzverordnung und damit auch auf die KTA 1508 [70], die die Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre regelt.

Beurteilung des ENSI

Das ENSI beurteilt die Angaben und Analysen der EKKB AG zur Meteorologie im Sicherheitsbericht als hinreichend für die Beurteilung der Eignung des Standorts EKKB. Die Auswahl, Menge und Qualität der angegebenen und analysierten Daten ist gut. Die Daten sind plausibel und stimmen gut mit denjenigen im Arbeitsbericht der MeteoSchweiz [55] 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 generalisierten Extremwertverteilung (GEV) 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. In Kapitel 3.4.8 des Sicherheitsberichts erläutert er zudem seine Überlegungen, wie er bei der Auslegung im Detail vorgehen will. Dieses Vorgehen inklusive der Festlegung der Auslegungsparameter wird vom ENSI im Rahmen des Bau- und des Betriebsbewilligungsverfahrens geprüft.

Als Grundlage für die Analyse der Ausbreitung und Ablagerung radioaktiver Stoffe als Folge von Emissionen aus dem EKKB entsprechend der Richtlinie ENSI-G14 [25] dokumentiert der Gesuchsteller eine 4-parametrische Ausbreitungsstatistik. Diese Statistik erstellt er in geeigneter Form nach der KTA 1508 [70], was im Einklang mit der auf die deutsche Strahlenschutzverordnung verweisenden Richtlinie ENSI-G14 steht.

Die Eignung des Standorts EKKB 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 Rahmen des Baubewilligungsverfahrens 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 im Kapitel 4.2.5 des vorliegenden Gutachtens behandelt. Bezüglich der Thematik «Blitzschlag» wird auf Kapitel 4.2.6 verwiesen.

4.1.5 Hydrologie und Grundwasser

4.1.5.1 Hydrologie

Angaben des Gesuchstellers

In Kapitel 3.5 des Sicherheitsberichts befasst sich der Gesuchsteller mit den für den Standort EKKB relevanten hydrologischen Eigenschaften von Oberflächengewässern. Die Besonderheit des Standorts Beznau ist, dass er im Einzugsgebiet von drei grossen Gewässern liegt, namentlich der Aare (67 % Flächenanteil des Gesamteinzugsgebiets), der Reuss (19 %) und der Limmat (14 %). Somit werden die Charakteristiken von drei unterschiedlichen Einzugsgebieten ausgewertet und ihr Einfluss auf den Standort bestimmt.

Hochwasserabflüsse

Für die Herleitung von seltenen Hochwasserabflüssen verwendet der Gesuchsteller verschiedene, sich ergänzende Teiluntersuchungen, die er am Ende zu einer Synthese zusammenfügt. Dabei werden probabilistische und deterministische Ansätze kombiniert. Gemäss Gesuchsteller unterstützt dies die Zuverlässigkeit der Hochwasserabschätzung und zeigt den Unsicherheitsbereich der Abschätzung auf. Die Hochwasserabschätzung basiert auf folgenden Teiluntersuchungen:

- Zusammenstellung der Einzugsgebiets-Charakteristika und wasserbaulichen Veränderungen;
- Überprüfung der Pegel-Abfluss-Beziehungen der wichtigsten Pegel, um die Verlässlichkeit der Abflussdaten zu garantieren;
- Rekonstruktion der Abflussspitzen historischer Hochwasser (vor Messbeginn), um Aussagen über die Häufigkeit extremer Hochwasser zu erhalten;
- Auswertung der Abflussmessungen, ergänzt durch historische Hochwasser, um die Basis für die statistische Extrapolation zu verbessern;
- Entwicklung von Szenarien für extreme Hochwasser an der Aare in Beznau, basierend auf beobachteten Hochwasserereignissen;
- Erkenntnisse aus der Abflussmessreihe, den historischen Hochwasserereignissen und den Szenarien.

Zur Betrachtung der Gefährdung durch Hochwasser analysiert der Gesuchsteller den Einfluss von wasserbaulichen Veränderungen auf die Hochwasserabflüsse. Hierbei geht er insbesondere auf das Einzugsgebiet der Aare resp. die Juragewässerkorrektion (JGK) ein, da dies den grössten Einfluss auf den Standort haben sollte. Die Betrachtung zeigt, dass mittlere bis grosse Hochwasser durch die Jurarandseen gedämpft werden. Bei extremen Hochwassersituationen kann jedoch der Lauf der «alten Aare» durch einen Dammbbruch des Hagneckkanals wieder aktiviert und auch das «Grosse Moos» südlich des Bielersees überflutet werden. Die Dämpfung durch die Jurarandseen reduziert sich dadurch. Stattdessen wird der Aareabfluss im überflutbaren «Grossen Moos» und in der «Grenchenwiti» gedämpft. Die Abflussspitzen der Aare in Brugg werden in jedem Fall massgeblich gedämpft.

Der Gesuchsteller kommt zum Schluss, dass die durch die Rekonstruktion historischer Hochwasser erweiterte Datenreihe damit «quasi-homogen» ist, da sich heute bei Abflüssen seltener Hochwasser (z.B. 1 000-jährliches Hochwasser HQ_{1000}) an der Aare unterhalb Aarberg ähnliche Überflutungen einstellen dürften wie vor der JGK. Nach Aussage der EKKB AG ist daher eine Extrapolation der Abflussmessreihe unter Einbezug der historischen Hochwasser aus dem 19. Jahrhundert möglich.

Zur Abschätzung der Abflussmengen des 10 000-jährlichen Hochwassers (HQ_{10000}) hat der Gesuchsteller verschiedene Verfahren angewendet. Eine erste Einordnung geschieht über die Auswertung historischer Hochwasser gemäss Kapitel 3.5.3.1 des Sicherheitsberichts. Hierbei werden Aufzeichnungen seit 1200 n. Chr. ausgewertet und klassifiziert. Abflüsse über $2\,300\text{ m}^3/\text{s}$ gelten als grosse, über $2\,600\text{ m}^3/\text{s}$ als sehr grosse Hochwasserereignisse. Diese Klassifizierung hilft bei einer ersten Eingrenzung der zu erwartenden Extremhochwasserereignisse.

Tabelle 4.1-3: Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit an den Pegeln Aare-Brugg, Reuss-Mellingen und Limmat-Baden (Quelle: SIB EKKB)

Wiederkehrperiode Jahre	Aare-Brugg Abfluss [m ³ /s]	Reuss-Mellingen Abfluss [m ³ /s]	Limmat-Baden Abfluss [m ³ /s]
100	1450	810	735
1000	1800	1000	950
10000	2100	1200	1200

Auf Basis der Auswertung historischer Hochwasser und Pegelbeziehungen werden mit Hilfe probabilistischer und deterministischer Verfahren Angaben über Hochwasser kleiner Häufigkeit (HQ₁₀₀₀, HQ₁₀₀₀₀) hergeleitet. In einem ersten Schritt werden die Daten grafisch auf grössere Wiederkehrperioden extrapoliert. Hierbei werden jedoch nicht alle verfügbaren Daten als Basis angenommen, sondern nur die grössten Hochwasser. Dieses Verfahren ist aus Sicht des Gesuchstellers sinnvoll, da die Herleitung eines Extremhochwassers aus Hochwassern geringer Jährlichkeit nicht problemlos möglich ist. Die Werte der Extrapolation der einzelnen Messstationen sind aus Tabelle 4.1-3 ersichtlich.

Auf Basis dieser Werte wird der maximal am Kraftwerksstandort (resp. an der Messstation Aare-Untersiggenthal) zu erwartende Abfluss errechnet. Hierfür werden die verschiedenen Abflüsse aus Aare, Reuss und Limmat kombiniert. Dabei sind folgende Überlegungen wesentlich:

- die Abflussspitzen der Aare-Brugg, der Reuss-Mellingen und der Limmat-Baden können aufgrund der Beobachtungen früherer Hochwasser (1999, 2005, 2007) überlagert werden, weil die Abflussspitzen der drei Flüsse mehrere Stunden dauern;
- es ist sehr unwahrscheinlich, dass bei einem extremen Hochwasser das Gesamteinzugsgebiet der Aare bei Untersiggenthal von ca. 17 600 km² gleichermassen überregnet wird.

Daher hat der Gesuchsteller zur Abschätzung eines HQ₁₀₀₀ und eines HQ₁₀₀₀₀ jeweils ein Szenario «West» und ein Szenario «Ost» festgelegt. Beim Szenario «West» fallen die grössten Niederschläge im Einzugsgebiet der Aare oberhalb Brugg und der Reuss. Das HQ₁₀₀₀ der Messstation Aare-Untersiggenthal bildet sich aus der Summe der HQ₁₀₀₀ an der Aare-Brugg und der Reuss-Mellingen, während die Limmat-Baden nur am Rande getroffen wird und ein HQ₁₀₀ beiträgt. Entsprechend werden beim Szenario «Ost» die Einzugsgebiete der Reuss und der Limmat

Tabelle 4.1-4: Extremhochwasserszenarien für die Aare-Untersiggenthal (Quelle: SIB EKKB)

Szenario	Aare-Brugg Abfluss [m ³ /s]	Reuss-Mellingen Abfluss [m ³ /s]	Limmat-Baden Abfluss [m ³ /s]	Aare-Untersiggenthal Abfluss [m ³ /s]
HQ ₁₀₀₀ West	1800	1000	735	3535
HQ ₁₀₀₀ Ost	1450	1000	950	3400
HQ ₁₀₀₀₀ West	2100	1200	950	4250
HQ ₁₀₀₀₀ Ost	1800	1200	1200	4200

Tabelle 4.1-5: Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Jährlichkeit für die Aare in Untersiggenthal (Quelle: SIB EKKB)

Wiederkehrperiode	Abfluss [m ³ /s]
100	2800
1000	3200–3500
10000	3500–4200

voll getroffen, während das Einzugsgebiet der Aare keine maximalen Abflussmengen zeigt. Die Werte für den Standort Aare-Untersiggenthal bzw. EKKB sind aus Tabelle 4.1-4 ersichtlich.

Die beiden Szenarien «Ost» und «West» ergeben sehr ähnliche Werte für HQ_{1000} bzw. HQ_{10000} . Der Gesuchsteller geht davon aus, dass diese Werte die Maximalwerte der jeweiligen Jährlichkeit sind, da eine Retention durch das breite Überfluten der Talböden die errechneten Spitzen reduzieren könnte. In Tabelle 4.1-5 sind die vom Gesuchsteller angenommenen Hochwasserabflüsse für den Standort EKKB zusammengestellt, mit Angabe der minimalen und maximalen Werte für die längeren Wiederkehrperioden.

Niedrigwasser

Die Abflussmengen der Aare werden in Untersiggenthal gemessen und entsprechen praktisch dem Einzugsgebiet beim Stauwehr Beznau. Die mittleren Dauerkurven der Abflüsse von 1904 bis 1961 (d.h. vor der JGK II) und von 1973 bis 2007 (nach der JGK II) unterscheiden sich nur geringfügig. Aus der Dauerkurve der Periode 1904–2007 ergibt sich ein mittlerer Abfluss von $565 \text{ m}^3/\text{s}$. Der niedrigste momentane Abfluss betrug $138 \text{ m}^3/\text{s}$ im Januar 1963. Ein 100-jährliches Niedrigwasser liegt bei ca. $130 \text{ m}^3/\text{s}$. Zwei Mal traten Niedrigwasserperioden mit einem Abfluss $< 300 \text{ m}^3/\text{s}$ von mehr als 160 Tagen auf, zwölf Mal von 41 bis 60 Tagen Dauer. Durch die Stauhaltung am Wehr südlich der Insel Beznau und bei Klingnau variiert der Wasserspiegel nur wenig. Sollte die Stauhaltung wegfallen, tritt das Ereignis Niedrigwasser ein, was eine Beeinträchtigung der externen Kühlwasserzufuhr zur Folge haben kann. Der Gesuchsteller stellt in Kapitel 3.5.6 des Sicherheitsberichts klar, dass die Anlage gegen dieses Ereignis ausgelegt wird.

Klimaänderungen

Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Häufung grosser Hochwasser lassen sich laut Gesuchsteller aufgrund der hydrologischen Daten nicht voraussagen. Diese Aussage stützt sich auf die «Ereignisanalyse Hochwasser 2005» durch das Bundesamt für Umwelt BAFU, die sowohl das Hochwasser 2005 als auch allgemein hydrologische Extremereignisse behandelt. Demnach sind Häufungen von Hochwassern auch bei rein zufälliger Verteilung zu erwarten, und die stark erhöhte Hochwasserhäufigkeit seit Ende des 20. Jahrhunderts (Hochwasser von 1994, 1999, 2005 und 2007) sprengt nicht den Rahmen früherer intensiver Perioden.

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 [14].

Des Weiteren gibt der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.5 «Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites» [42], 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 nachfolgende Beurteilung des ENSI bezieht sich ausschliesslich auf die allgemeinen Aspekte der Beschreibung der hydrologischen Verhältnisse am Standort sowie auf die Angaben

des Gesuchstellers zu Niedrigwasser und zur Klimaänderung. Die Ausführungen der EKKB AG zur Ermittlung des HQ_{10000} und der dabei verwendeten Methoden, zum Überlastfall sowie zu den Auswirkungen von Extremhochwassern auf den Standort EKKB werden in Kapitel 4.2.3 «Externe Überflutung» des vorliegenden Gutachtens beurteilt.

Das ENSI beurteilt die Beschreibung der Hydrologie für den Standort EKKB als nachvollziehbar und grundsätzlich ausreichend für die Beurteilung der Standorteignung. Die Darstellung des Einzugsgebiets mit dem Einfluss der drei Gewässer Aare, Reuss und Limmat ist übersichtlich, die wichtigsten Zusammenhänge sind anhand der Unterlagen verständlich.

Der in Kapitel 3.5.2 des Sicherheitsberichts dargestellte Einfluss der wasserbaulichen Veränderungen bezieht sich hauptsächlich auf die JGK und somit auf den Einfluss auf die Aare. Da die Aare den bei Weitem grössten Anteil des Einzugsgebiets einnimmt und auch den grössten Teil des Abflusses liefert, ist eine Konzentration auf dieses Teilgebiet aus Sicht des ENSI zulässig. Zudem bildet nur die JGK eine Grösse, die bei einem Extremhochwasserereignis zu einem deutlichen Einfluss auf den Abfluss führen kann. Die Veränderung des Abflussverhaltens vor und nach der JGK und ihr Einfluss auf die Pegelmessstationen unterstrom sind nachvollziehbar dargestellt.

Die Auswertungen der Pegelmessungen der verschiedenen Gewässer zur Bestimmung des Niedrigwassers sind plausibel und gut verständlich, so dass die Angaben zum Niedrigwasser nachvollzogen werden können. Die vom Gesuchsteller in Kapitel 3.5.6 des Sicherheitsberichts vorgesehene Auslegung der Anlage gegen das Ereignis Niedrigwasser ist gemäss der Verordnung V01 [14] erforderlich, da die Folgen extremer Wetterbedingungen wie beispielsweise Niedrigwasser, die zu einem Ausfall der externen Kühlwasserzufuhr führen können, zu berücksichtigen sind. Das ENSI wird die diesbezügliche Auslegung im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens überprüfen.

Der Gesuchsteller gibt an, dass sich aufgrund der vorliegenden hydrologischen Daten nicht voraussagen lässt, wie stark die Häufung grosser Hochwasser der letzten Jahre durch Klimaänderungen erzeugt resp. verschärft wurde und wie sich diese in Zukunft auswirken wird. Diese Aussage deckt sich mit derjenigen der MeteoSCHWEIZ im Arbeitsbericht [55]. Die Angaben im Rahmenbewilligungsgesuch basieren damit auf den aktuellen Erkenntnissen zum Klimawandel.

Die Gefährdungen, die sich durch Hochwasser für den Standort EKKB ergeben können, werden in Kapitel 4.2.3 des vorliegenden Gutachtens beurteilt.

4.1.5.2 Grundwasser

Angaben des Gesuchstellers

Generelle Situation

Das Gebiet der Beznau-Insel liegt im unteren aargauischen Aaretal. Die Niederterrassen-Schotter und – wo sie in der tieferen Talfüllung vorhanden sind – auch die Hochterrassen-Schotter stel-

len hier den Grundwasserleiter für einen sehr ergiebigen und intensiv genutzten Grundwasserstrom dar. Als Grundwasserstauer wirken zumeist die Felsunterlage bzw. dort, wo diese erhalten sind, die an der Basis der Schotter liegenden See- und Moränenablagerungen.

Das Grundwasser strömt im unteren Aaretal generell parallel zur Talachse, ungefähr gegen Norden, und weist ausserhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Aare ein flaches Gefälle von lediglich ca. 1–2 ‰ auf.

Die Durchlässigkeit der Niederterrassen-Schotter ist generell hoch bis sehr hoch. Abschnittsweise kann sie aber im Verbreitungsbereich von Linsen oder schichtförmigen sandigen oder zumindest sandreichen Einschaltungen deutlich reduziert sein. In zahlreichen bei Bohrungen und Pumpwerken durchgeführten Pumpversuchen wurden im Niederterrassen-Schotter in der Talmitte Durchlässigkeitsbeiwerte k von 4 bis $10 \cdot 10^{-3}$ m/s ermittelt. Am Talrand und damit auch im Bereich der Beznau-Insel sind die Werte deutlich tiefer und liegen bei rund 3 bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Hochterrassen-Schotter sind allgemein etwas weniger durchlässig, ihre k -Werte liegen bei ca. 1 bis $2 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Die Grundwasserneubildung erfolgt durch Versickerung der Niederschläge in der Talsohle, durch den unterirdischen Zustrom von Hangwasser aus den Talflanken und insbesondere durch Infiltration von Aarewasser.

Nähere Umgebung des Standorts

Im engeren Umfeld der Beznau-Insel weichen die Strömungsverhältnisse als Folge der Stauhaltung im Oberwasserkanal und in der Aare etwas vom allgemeinen Bild ab. Das Grundwasser strömt hier zwischen dem Oberwasserkanal und der Aare im Unterwasserbereich mit deutlich stärkerem Gefälle in nordwestlicher Richtung. Aufgrund einer am 11. Juli 2008 in sämtlichen zugänglichen Messstellen (inkl. neuer Bohrungen 2008) durchgeführten Stichtagemessung können die Verhältnisse genauer erfasst werden (siehe Abbildung 4.1-2).

Gemäss den Ergebnissen ist die Fließrichtung im südlichen Teil der Beznau-Insel nach WNW bis NW und im nördlichen Teil nach NNW gerichtet. Das Gefälle beträgt im südlichsten Teil der Insel um 4 ‰, im nördlichen Teil um 2,5 ‰.

Das Grundwasser steht in einer sehr engen hydraulischen Wechselwirkung zur Aare. Auf folgenden Abschnitten wirkt der Fluss als Infiltrant in das Grundwasser:

- über das rechte Ufer oberhalb des Wehrs Beznau;
- über das linke Ufer zwischen dem Wehr Beznau und der Döttinger Brücke;
- beidseitig im Bereich des Oberwasserkanals sowie entlang des Klingnauer Stausees.

Auf den übrigen Abschnitten stellt die Aare die Vorflut für das Grundwasser dar, und zwar:

- für die gesamte Beznau-Insel entlang des rechten Flussufers;
- für das Gebiet Unterwald zwischen dem Hydraulischen Kraftwerk Beznau und Döttingen ebenfalls entlang des rechten Ufers.

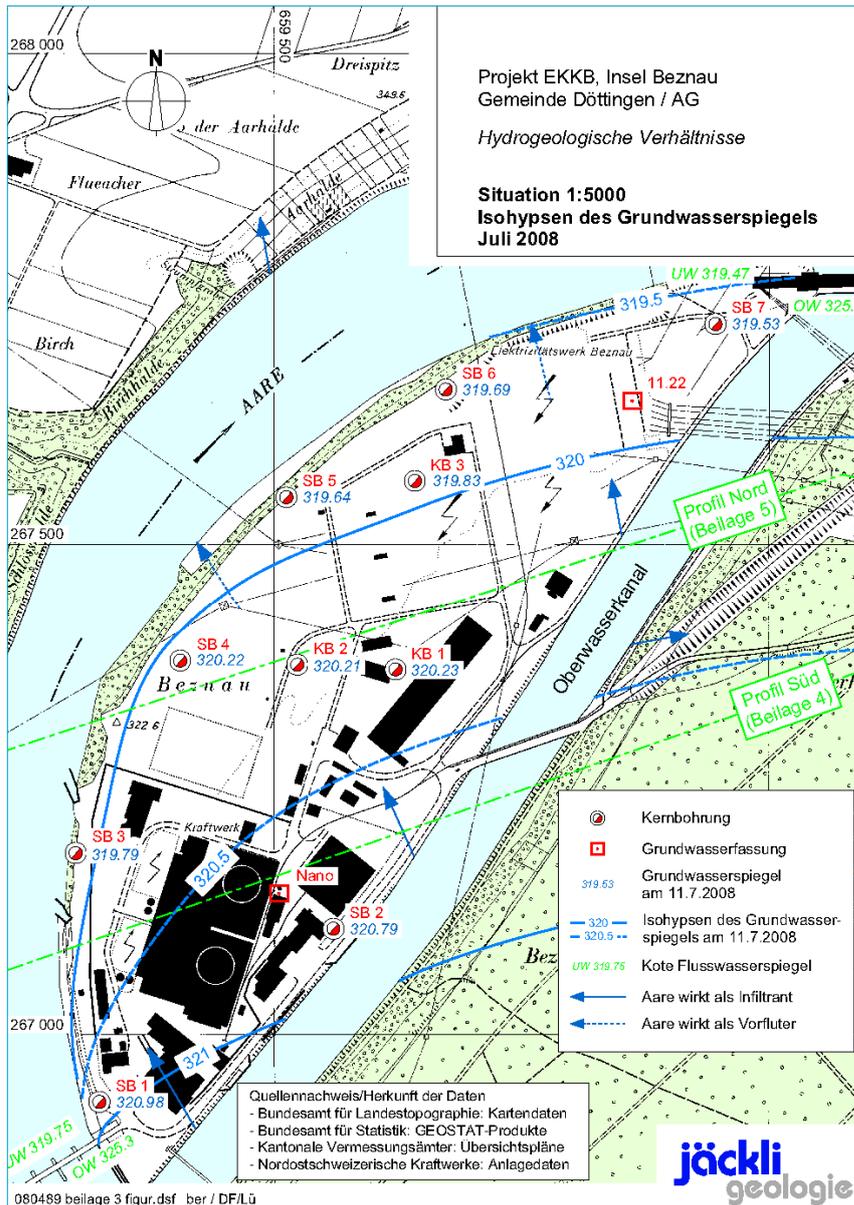


Abbildung 4.1-2:
Grundwassersituation
im Nahbereich der
Beznau-Insel am
Stichtag 11.7.2008
(Quelle: SIB EKKB)

Der Grundwasserstrom des unteren Aaretals wird in der näheren und weiteren Umgebung der Beznau-Insel durch verschiedene, teils sehr kapazitive Grundwasserfassungen intensiv zu Trink- und Brauchwasserzwecken genutzt. Auf der Beznau-Insel selbst befinden sich fünf Fassungen, die von der NOK zu Brauchwasserzwecken genutzt werden. Die nutzbare Grundwassermächtigkeit beträgt im unteren Aaretal im Allgemeinen ca. 10–15 m, im Bereich von lokalen schmalen Rinnen sogar mehr als 20 m. In der Nähe des Talrands nimmt sie auf weniger als 5 m ab. Im Bereich der Beznau-Insel ist die Grundwassermächtigkeit sehr unterschiedlich. Der Rand des nutzbaren Grundwassers verläuft unmittelbar westlich der Kernkraftwerksanlage. In östlicher und nordöstlicher Richtung nimmt die Grundwassermächtigkeit rasch zu und erreicht noch im Bereich der bestehenden Gebäude 10 m, wenig weiter östlich sogar mehr als 15 m. Die bestehenden Kernkraftwerksanlagen reichen zum Teil ziemlich tief unter den Grundwasserspiegel und schränken damit den Durchflussquerschnitt lokal künstlich ein. Im Bereich der beiden Reaktorgebäude, welche auf dem Felsuntergrund fundiert sind, ist die Grundwassermächtigkeit auf praktisch null reduziert.

Der Flurabstand des Grundwasserspiegels, d.h. die Mächtigkeit des trockenen Schotters über dem Grundwasser, ist in weiten Teilen des unteren Aaretals beachtlich hoch und beträgt ca. 15–30 m. Im Bereich der untersten Schotterterrassen gegen die Aare hin wird der Flurabstand geringer und beträgt auf der Beznau-Insel weniger als 5 m. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels sind als Folge der ausgleichenden Wirkung der Aare im Allgemeinen bescheiden. In den Pumpwerken der näheren Umgebung der Beznau-Insel werden bei normalen Wasserständen jahreszeitliche Schwankungen von lediglich ca. 1 bis 1,5 m registriert. Die langjährigen Extremamplituden liegen bei gut 2 bis ca. 3 m (siehe Tabelle 3.6-1 und Abbildung 3.6-4 des EKKB-Sicherheitsberichts).

Die physikalisch-chemische Beschaffenheit des Grundwassers ist durch Zeitreihen in mehreren Messstellen dokumentiert. Aufgrund der engen hydraulischen Verknüpfung zwischen dem Fluss und dem Grundwasser wirkt die Temperatur des Aarewassers auf das Grundwasser und führt im Infiltrationsbereich entlang des Flusses zu starken jahreszeitlichen Temperaturschwankungen. Der Einfluss der Flusswasserinfiltration erfolgt mit einer zeitlichen Verzögerung, welche in den nahe bei der Aare gelegenen Messstellen ein bis zwei Monate, landeinwärts bis zu einem halben Jahr beträgt.

Geplante Grundwassernutzung am Standort

Die im Normalbetrieb benötigten Gesamtwassermengen (nicht sicherheitsrelevantes Kühl-, Trink- und Brauchwasser) liegen je nach Anlagentyp zwischen ca. 150 und 400 l/s und werden voraussichtlich mit Flusswasser abgedeckt. Falls Systeme mit Kühlzellen verwendet werden, besteht eventuell ein Bedarf nach einer geringeren Menge Grundwasser zur Nachspeisung der Verdunstungsverluste. Daneben wird für den Betrieb, d.h. zur Deckung des Trinkwasserbedarfs sowie für die Nachspeisung von Löschwasserreservoirs, ggf. zusätzlich Grundwasser in noch nicht festgelegter Menge benötigt.

Die Dimensionen der Löschwasserreservoirs und der Bedarf an Nachspeisemengen im Brandfall bzw. in anderen besonderen Situationen (wie z.B. Systemtests, Übungen) werden im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs festgelegt. Dies gilt auch für andere Verbraucher wie Trink- und Brauchwasserversorgung.

Für die Kühlung der Sicherheitssysteme des EKKB wird voraussichtlich Grundwasser für die Nachspeisung von Verdunstungsverlusten aus geschlossenen Kühlkreisläufen benötigt. Die Mengen liegen hier in der Grössenordnung von 50 l/s für jeden Sicherheitsstrang. Die definitiven Mengen werden im Gesuch zur Baubewilligung festgelegt. Abhängig von der Anlagenauslegung und von den behördlichen Anforderungen wird ggf. auch Grundwasser für die Kühlung der Notstandssysteme benötigt. Dieser angenommene Bedarf wird zusätzlich zum Notstandskühlwasserbedarf von 200 l/s Grundwasser für die bestehenden KKB 1 und 2 betrachtet. Den entsprechenden Modellrechnungen wird eine Grundwasserentnahme von 300 l/s für das EKKB zu Grunde gelegt.

Anhand von Profilkonstruktionen im Bereich der bestehenden und neuen Einbauten ins Grundwasser und unter Verwendung aller zwischenzeitlich verfügbaren hydrogeologischen

Grundlagen wurden die Durchflusskapazitäten des Grundwasserleiters vom Gesuchsteller neu abgeschätzt. Dazu wurden die massgebenden Grundwasserstände (Mittelwasser) und die Informationen zu den bestehenden und zu den bei unterschiedlichen Varianten des EKKB geplanten künftigen Einbauten ins Grundwasser berücksichtigt.

Mit Hilfe eines kalibrierten numerischen Strömungsmodells wurde ein Prognoseszenario mit einer gleichzeitigen Grundwasserentnahme von 200 l/s aus dem bestehenden Notstandsbrunnen für KKB 1 und 2 und 300 l/s aus einem neuen Horizontalfilterbrunnen beim geplanten EKKB berechnet. Gestützt auf die Modellrechnungen, die in Kapitel 3.6.7 des Sicherheitsberichts ausführlich beschrieben sind, sollte eine Notversorgung der sicherheitsrelevanten Kühlsysteme mit dem vorhandenen Grundwasser während einer Dauer von bis zu 30 Tagen ohne Probleme und ohne Beeinträchtigung der nahe gelegenen kommunalen Grundwasserfassungen möglich sein. Die Parameter 300 l/s für 30 Tage wurden dabei lediglich zur Beurteilung der Grundwasserergiebigkeit gewählt und sind nicht als Auslegungsparameter zu verstehen.

Der Grundwasserspiegel im bestehenden KKB-Notstandsbrunnen und im postulierten EKKB-Notstandsbrunnen würde bei einem entsprechenden Notbezug um 4,9 m abgesenkt. Die Modellrechnungen zeigen auch, dass die erforderlichen Förderraten auch bei Niederwasser in der Aare erbracht werden können. Selbst bei einem Wegfall der Stausperre wäre es immer noch möglich, mit den beiden Filterbrunnen die Notstandskühlung zu gewährleisten.

In den beiden nächstgelegenen, gleichnamigen Pumpwerken «Unterwald» der NOK (Konz.-Nr. 11.37) und der Gemeinde Döttingen (Konz.-Nr. 11.16) wird sich der Grundwasserspiegel nach 30 Tagen Pumpbetrieb um maximal ca. 1,3 resp. 0,9 m absenken. Diese vergleichsweise geringe Absenkung wird zu keiner nennenswerten Einschränkung im Betrieb der beiden Pumpwerke führen. Selbst bei natürlicherweise tiefen Grundwasserständen und gleichzeitiger Grundwasserentnahme für die Kühlung der Sicherheitssysteme wird der Wasserstand in den beiden Fassungen über dem Niveau der installierten Unterwasserpumpen liegen. Ein intensiver Förderbetrieb, d.h. ein Dauerbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge wird demzufolge selbst unter diesen Randbedingungen problemlos möglich sein.

Beurteilungsgrundlagen

KEG, KEV und Regelwerk des ENSI nennen keine spezifischen Anforderungen bezüglich Hydrogeologie an einem Kernkraftwerksstandort. Die Angaben des Gesuchstellers zur Hydrogeologie, die sich zum Teil auch in den Kapiteln zu Geologie und Baugrund finden, 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.

Zur Beurteilung der zusätzlichen Bauwerke im Grundwasser im Hinblick auf die Verminderung des Durchflussquerschnitts des Grundwasserleiters werden die «Wegleitung Grundwasserschutz» [81] und Ziff. 211 Anhang 4 GSchV [20] herangezogen. Die sicherheitstechnischen Auswirkungen der zusätzlichen Bauwerke werden mit dem Grundwassermodell beurteilt.

Beurteilung des ENSI

Die generelle Situation der Grundwasserverhältnisse sowie die Verhältnisse in der näheren Umgebung werden vom Gesuchsteller übersichtlich und nachvollziehbar beschrieben. Die Lage des Stauers und die Ausbildung des Grundwasserleiters sind im Bereich der Beznau-Insel durch viele Sondierungen gut belegt. Insbesondere existiert eine Stichtagsmessung vom 11. Juli 2008 mit den Messergebnissen von zehn Grundwassermessstellen. Im weiteren Umfeld sind die Angaben zum Aufbau des Grundwasserleiters hinsichtlich Mächtigkeit und insbesondere hinsichtlich der vertikalen Durchlässigkeitsverteilung spärlicher, für die vorliegende Beurteilung jedoch ausreichend.

In Ergänzung der guten Datengrundlage aus langjährigen Messreihen mit Grundwasserspiegel- und Grundwassertemperaturmessungen hat die EKKB AG ein numerisches Modell zur Bestimmung des Einflusses der Grundwasserentnahme eingesetzt. Dieses Modell ist in der notwendigen Detaillierung aufgebaut und nachvollziehbar kalibriert. Es kann nach Einschätzung des ENSI für weitere Bearbeitungsstufen verwendet und je nach Anlagenspezifikation weiter verfeinert werden.

Die quantitativen Auswirkungen zusätzlicher Bauwerke auf den Querschnitt des Grundwasserleiters wurden vom Gesuchsteller entsprechend der «Wegleitung Grundwasserschutz» [81] nachvollziehbar und korrekt eingeschätzt, wobei die Auswirkungen einer Querschnittsverminderung nicht sicherheitsrelevant sind.

Für die hydraulische Durchlässigkeit der Talschotter unterscheidet der Gesuchsteller zwischen besser durchlässigen Niederterrassen- und deutlich weniger durchlässigen Hochterrassenschottern und gibt dafür entsprechende Durchlässigkeitsbeiwerte an. Diese Unterscheidung wird jedoch nicht in der Grundwassermodellierung umgesetzt, obwohl die Hochterrassenschotter im Bereich der Beznau 8–10 m mächtig sind und im Bereich des EKKB ca. 50 % der wassererfüllten Mächtigkeit ausmachen. Weil die Hochterrassenschotter in der Beznau die Niederterrassenschotter unterlagern, können sie direkt unterhalb der neuen Bauwerke sogar den einzig verbleibenden Grundwasserleiter darstellen, wenn die Niederterrassenschotter beim Bau teilweise oder ganz entfernt werden. Ausserdem gewinnen die Hochterrassenschotter bei Niedrigwasserverhältnissen und bei dem betrachteten Extremszenarium «Wegfall der Stauhaltung» zusätzlich an Bedeutung, weil sie die basalen Bereiche des Grundwasserleiters aufbauen. Als Grund für diese Vereinfachung führt der Gesuchsteller an, dass detaillierte Kenntnisse der vertikalen Durchlässigkeitsverteilung nur lokal vorhanden seien. Nach Ansicht des ENSI lassen sich aber gerade im Bereich der Beznau mit den dort vorhandenen Kenntnissen höher durchlässige Niederterrassenschotter und geringer durchlässige Hochterrassenschotter differenzieren und in das Modell integrieren. Auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch wird die vorgenommene Vereinfachung jedoch als ausreichend angesehen.

Hinweis 1:

Im Baubewilligungsverfahren ist durch die EKKB AG zu überprüfen, ob die vorliegenden Ergebnisse der Grundwassermodellierung bei einer genaueren Modellierung der Hoch- bzw. Niederterrassenschotter an der Beznau bestätigt werden.

Im Grundwassermodell wird richtigerweise eine quantitativ wenig wirksame Anbindung des Oberwasserkanals an den Grundwasserleiter berücksichtigt. Dies zeigt sich in den modellierten Grundwasserkarten, auf welchen fast kein Einfluss des Oberwasserkanals zu erkennen ist sowie an der relativ bescheidenen Erhöhung der Infiltrationsrate aus dem Kanal bei Entnahme aus den Notstandsbrunnen.

Die Anbindung der Oberflächengewässer an den Grundwasserleiter wurde anhand der Modellkalibrierung abgeschätzt. Dies ist sinnvoll, weil keine direkten Messwerte vorliegen und weil verschiedene hydraulische Zustände (Mittelwasser, Niedrigwasser, Pumpversuche) herangezogen werden konnten.

Bei der Nachbildung des Isohypsenbildes der Grundwasseroberfläche bei Mittelwasserstand wurde eine relativ gute Übereinstimmung mit der Darstellung auf der Grundwasserkarte des Kantons Aargau erreicht (regionale Kalibrierung). Differenzen ergaben sich in Bezug auf lokale Randzuflüsse und im Nahbereich der Staustellen. Wesentlich ist jedoch die recht gute lokale instationäre Kalibrierung an gemessenen Absenktrichtern bei Pumpversuchen auf der Beznau-Insel.

Trotz der angesetzten Grundwasserentnahme von 500 l/s resultiert gemäss den Modellrechnungen keine Feldabsenkung bzw. keine Übernutzung des vorhandenen Grundwasserdargebotes. Die lokale Absenkung in den Filterbrunnen beträgt maximal rund 4 bis 5 m. Der Brunnenwasserspiegel wird somit nur etwa 0,5 bis 1,5 m tiefer abgesenkt als beim Betrieb des bestehenden Notstandsbrunnens für KKB 1 und 2 mit einer Entnahme von 200 l/s. Dies ist nachvollziehbar, weil die Aare eine stützende Wirkung gegenüber Absenkungen im Grundwasser ausübt.

Die von der EKKB AG vorgenommenen Modellrechnungen zeigen nach Auffassung des ENSI, dass die sicherheitsrelevante Kühlwasserversorgung des EKKB sowie die gleichzeitige Notstandsversorgung von Kühlsystemen des KKB 1 und 2 bei einer Annahme realer Förderraten (Durchschnitt der letzten Jahre) aus den beiden Pumpwerken Unterwald der NOK und der Gemeinde Döttingen gewährleistet ist. Allerdings beträgt die konzessionierte Entnahmemenge aus diesen Pumpwerken ca. das Vierfache der realen, in den Modellrechnungen berücksichtigten Fördermenge. Die Entnahme einer solchen Menge («Dauerbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge») kann nach Einschätzung des ENSI einen Einfluss auf die Kühlwasserentnahme aus den Filterbrunnen für EKKB, KKB 1 und 2 ausüben, weshalb der folgende Hinweis abgeleitet wird.

Hinweis 2:

Die Grundwassermodellrechnungen der EKKB AG sind im Laufe des Baubewilligungsverfahrens zu ergänzen und es ist zu zeigen, dass auch bei Dauerbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge aus den Pumpwerken Unterwald der NOK und der Gemeinde Döttingen die sicherheitstechnisch wichtige Kühlung von Systemen des EKKB sowie des KKB 1 und 2 aus Grundwasserbrunnen möglich ist, wobei auch hier ein gleichzeitiger Niederwasserstand der Aare zu unterstellen ist.

Die Angaben der EKKB AG zu den Auswirkungen der Grundwasserentnahme aus Notstandsbrunnen auf die Pumpwerke Unterwald NOK und Unterwald Döttingen sind nach Auffassung des ENSI nicht schlüssig. Dies, weil die angegebenen maximalen Absenkungen für diese Brunnen von 1,3 m resp. 0,9 m nicht nachvollziehbar dargelegt wurden und weil den Modellierungen die realen Förderraten der letzten Jahre zu Grunde liegen. Es ist unklar, wie der Gesuchsteller auf die Auswirkungen bei ca. vierfach grösserer Förderrate, d.h. bei Dauerbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge, schliesst. Im Extremfall müsste nach Einschätzung des ENSI mit einem Ausfall der Trink- und Brauchwasserversorgung aus den Pumpwerken Unterwald gerechnet werden. Dieses Szenarium ist allerdings unwahrscheinlich, weil der Notstandsfall mit sehr geringer Häufigkeit eintritt und weil ein gleichzeitiger Notstandsfall in den Anlagen EKKB und KKB praktisch ausgeschlossen werden kann.

Das ENSI kann schliesslich nachvollziehen, dass auch ein Wegfallen des Stauwehrs keine nachteiligen Folgen in Bezug auf die Ergiebigkeit der beiden Notstandsbrunnen hätte. Die Modellrechnungen des Gesuchstellers zeigen, dass das vorhandene Grundwasserdargebot selbst bei dieser Spezialsituation ausreichen wird, um die Notversorgung sicherzustellen.

Spezielle Modellrandbedingungen

Die Modellierung des Ist-Zustands berücksichtigt die hydraulischen Zustände (Staukote, Kanaltiefe usw.) des bestehenden hydraulischen Kraftwerks Beznau. Es ist jedoch vorgesehen, das Kraftwerk zu modernisieren. Die entsprechenden Vorhaben sollen bis Baubeginn des EKKB abgeschlossen werden. Nach Angaben des Gesuchstellers ist zurzeit weder eine Kanalaustiefung noch eine Erhöhung der Staukote vorgesehen. Der Neubauzustand muss mit einer entsprechenden Anpassung der Modellierung des Ist-Zustands im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs dokumentiert werden.

Hinweis 3:

Im Baubewilligungsverfahren hat die EKKB AG neue hydraulische Zustände, die sich ggf. aus der Modernisierung des hydraulischen Kraftwerks Beznau ergeben, im Grundwassermodell zu berücksichtigen, und deren Auswirkungen sind zu bewerten.

Für die Modellierungen wurde von den zur Diskussion stehenden Kraftwerkskonzepten die Variante EPR implementiert. Bei dieser Variante beträgt die Verminderung der Durchflusskapazität in Folge der Einbauten in das Grundwasser weniger als 10 %, so dass das Projekt gemäss Gewässerschutzverordnung [20] im Sinne einer Ausnahme ohne Kompensationsmassnahmen bewilligungsfähig wäre. Die Variante ESBWR hätte hingegen nach den Abklärungen der EKKB AG eine Verminderung der Durchflusskapazität von mehr als 10 % zur Folge, so dass Kompensationsmassnahmen erforderlich werden. Die Angaben über die Verminderung der Durchflusskapazität sind in Tabelle 3.6-4 des Sicherheitsberichts enthalten. Da Kompensationsmassnahmen zum heutigen Zeitpunkt nicht festgelegt werden können, ist eine Berücksichtigung derselben im Modell noch nicht möglich. Bei Ausführung der Kompensationsmassnahmen werden durch den Gesuchsteller jedoch vergleichbare Auswirkungen auf die Ergiebigkeit angenommen. Diese Annahme ist gemäss nachfolgendem Hinweis noch zu bestätigen.

Hinweis 4:

Im Baubewilligungsverfahren sind die Kompensationsmassnahmen, die ggf. zur Erhöhung der Durchflusskapazität ergriffen werden, im Grundwassermodell abzubilden, und deren Auswirkungen auf die Ergiebigkeit sind von der EKKB AG nachzuweisen.

Insgesamt sind die Angaben des Gesuchstellers zur Wasserversorgung der Sicherheitssysteme mit Grundwasser auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch detailliert genug und in den wesentlichen Punkten nachvollziehbar. Offene Fachfragen und Konkretisierungen (Einbauten ins Grundwasser, tatsächlich benötigte Grundwassermenge, genaue Lage der neuen Brunnen, Betrieb der Brunnen Unterwald mit konzessionierter Entnahmemenge) sind gemäss den oben stehenden Hinweisen bis zum Baubewilligungsgesuch zu klären, und insbesondere die hydrogeologischen quantitativen Modellvorstellungen (Interaktion Grundwasser-Oberflächenwasser) sind weiter zu entwickeln.

4.1.6 Geologie, Baugrund und Seismik

4.1.6.1 Geologie

Angaben des Gesuchstellers

Geologie der weiteren Umgebung des Standorts

Geologischer Überblick und Talgeschichte

Der Standort Beznau liegt im unteren Aaretal, welches in die flach gegen Süden einfallenden Schichten des Tafeljuras eingeschnitten ist. Das Tal wurde bereits vor rund 10 Millionen Jahren angelegt und entwässerte bis vor 4,2 Millionen Jahren nach Norden. Danach wurde die Aare

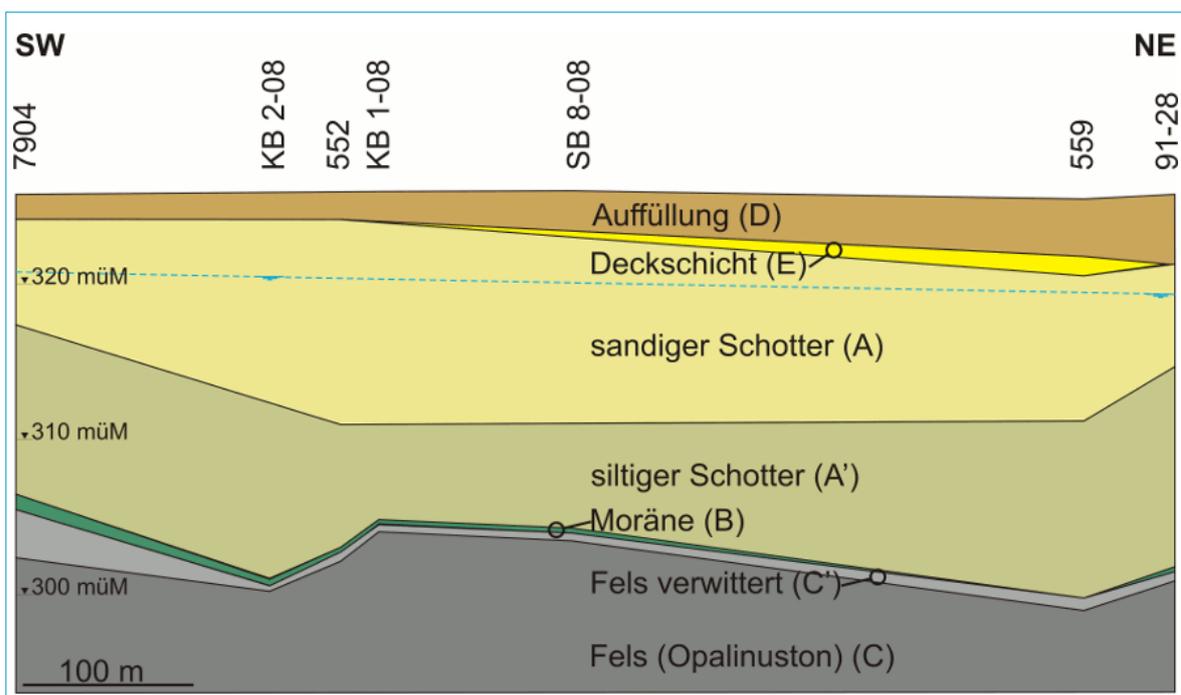


Abbildung 4.1-3: Geologisches Profil durch die quartären Lockergesteine der Beznau (Quelle: SIB EKKB)

nach Westen abgelenkt. Der Bodensee-Rhein erreichte diese Ur-Aare erst vor etwa 1,7 Millionen Jahren. Die heutige Ausformung des Tals bei der Beznau geht auf die grösste Vergletscherung vor rund 600 000 Jahren zurück, seitdem wurden fluvioglaziale Schotter abgelagert, die während mehrerer Eiszeiten akkumulierten. Es handelt sich somit um ein alt angelegtes Tal mit reifem morphologischem Relief. Im Gebiet der Beznau-Insel besteht der Untergrund aus Niederterrassenschottern der letzten Eiszeit, die mehr als 20 000 Jahre alt sind. Die Aare hat sich nacheiszeitlich etwa 30 m tief in diese Lockergesteine einerodiert. Abbildung 4.1-3 zeigt ein Profil durch die Lockergesteine der Beznau, wobei das Profil nicht geradlinig verläuft; zwischen KB 2-08 und KB 1-08 biegt das Profil in E-W-Richtung ab.

Bei Sondierungen im engeren Standortgebiet der Beznau wurde unter den eiszeitlichen Ablagerungen Opalinuston angetroffen. Da die Schichten des Felsuntergrundes gegen Süden einfallen, stehen im unteren Aaretal gegen Süden immer jüngere, gegen Norden immer ältere Formationen an der Felsoberfläche an. Durch die Untersuchungen der Nagra wurde zudem eine tief liegende paläozoische Trogstruktur (Permokarbon-Trog) gefunden, deren Nordrand südlich der Beznau verläuft (siehe Abbildung 4.1-4).

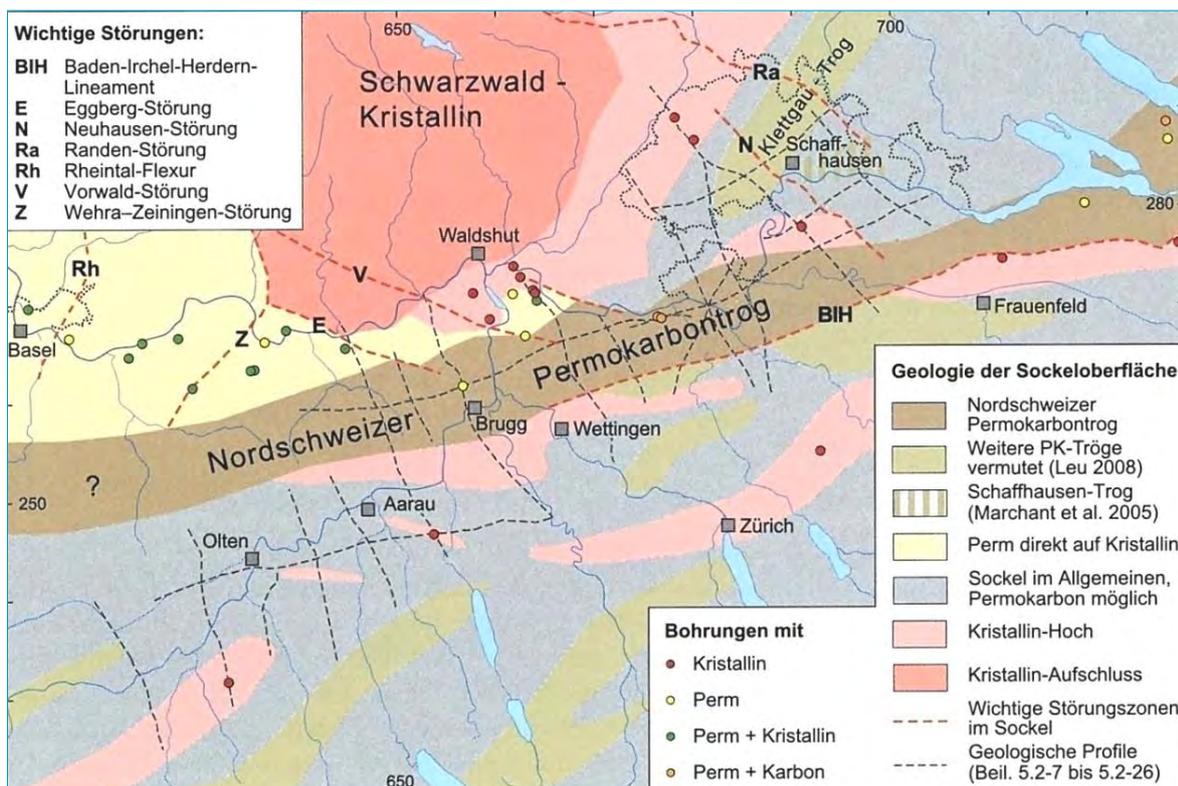


Abbildung 4.1-4: Darstellung der tektonischen Verhältnisse im Sockel der zentralen Nordschweiz (Quelle: SIB EKKB)

Die Kernbohrung Beznau, die 1979/80 bis auf eine Endtiefe von 321,8 m abgeteuft wurde, erschloss die Gesteinsformationen unter der Beznau bis zum mittleren Muschelkalk. Einige Schichtglieder der Trias-Formation zeigten poröse Lagen und teilweise auch kleine Drusen. Grössere, kavernöse Strukturen, die Einstürze oder Setzungen verursachen könnten, wurden nicht beobachtet.

Tektonische Strukturen im Sockel

Permokarbon-Trog: Im EKKB-Sicherheitsbericht wird die aktuellste Interpretation der Tektonik des Grundgebirgssockels im Bericht der Nagra NTB 08-04 [82] berücksichtigt, nach Ansicht des Gesuchstellers die «wohl objektivste» Darstellung, die von einem verhältnismässig einfach strukturierten Trog ausgeht. Der Permokarbon-Trog erstreckt sich von WSW nach ENE und wird durch WNW-ESE verlaufende (variszische¹) Störungen in Segmente gegliedert (Abbildung 4.1-4), die den Trog rechtsseitig (dextral) versetzen. Die einzelnen Segmente dieser Störungen ziehen durch das Gebiet der Beznau. Über dem Trogrand liegen die Mandacher-Flexur und die Mandacher Überschiebung.

Die **Vorwald-Störung** ist eine südvergente Abschiebung, die den Südschwarzwald durchzieht. Sie wird vor allem im Gebiet des Schwarzwalds beobachtet. Unter der Sedimentbedeckung im südlich anschliessenden Gebiet der Nordschweiz ist sie auf seismischen Linien erkennbar. Es handelt sich hier um eine gegen Südwest einfallende Abschiebung, die bis ins Gebiet Döttingen, eventuell auch weiter südöstlich, verfolgt werden kann. Gemäss dem Gesuchsteller sprechen alle Indizien dafür, dass sie nördlich der Beznau durch das Gebiet Eien/Kleindöttingen streicht und unter dem nördlichen Ruckfeld gegen das Tal östlich von Unterendingen zieht. Im Tal zeigt sie sich als mit etwa 110° streichende, in Richtung SSW einfallende Flexur in den Malmkalken.

Mit der **Klingnau-Struktur** postulierte Laubscher [83] eine SSW-NNE streichende Flexurzone im Bereich des unteren Aaretals, an der die Strukturen des Sockels axial gegen ESE abgebogen sind. Sie wurde auf seismischen Aufnahmen erkannt, an der Erdoberfläche kann sie nicht beobachtet werden. Gemäss Laubscher beeinflusst die Struktur das Sockelrelief unter dem Abscherhorizont der Trias, die Sockelstörungen werden gegen SE tiefer gesetzt und zeigen ein verändertes Erscheinungsbild. Die Hauptversetzungen an der Klingnau-Struktur müssten demnach prätriassisches Alter haben und würden eine strukturelle Grenzzone darstellen, die Gebiete mit unterschiedlichem tektonischem Charakter voneinander trennt. Gemäss Angabe des Gesuchstellers ist die Existenz der Struktur ungewiss.

Die **Störung von Tegerfelden-Kohlgruben** ist auf Blatt Zurzach des geologischen Atlas der Schweiz [60] eingetragen. Die Störung wird im Gebiet des Ruckfeldes als Abschiebung, weiter östlich als Flexur dargestellt und mit der Verwerfung im Tal von Kohlgruben nördlich des Rheins in Verbindung gebracht. Auf Blatt Baden des geologischen Atlas zieht die Störung unscharf gegen den nördlichen Bereich der Beznau-Insel. Die seismischen Linien zeigen hier schwache Anzeichen einer süd-vergenten Flexur oder Abschiebung. Allerdings sind davon nur das Kristallin und allenfalls die ältesten mesozoischen Formationen betroffen, die jüngeren Formationen sind nicht verstellt.

¹ Im Gesuch wird für WNW-ESE gerichtete Störungen der Begriff «herzynische Störungsrichtung» verwendet. Dieser Begriff stammt aus der traditionellen Literatur (z.B. Carlé, 1955 [109] und Geyer u. Gwinner, 1991 [110]), er leitet sich von den Störungen am Südrand des Harzes 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 [111]). In diesem Gutachten wird konsequent die Bezeichnung «variszisch» für die WNW-ESE streichenden Störungen verwendet.

Bemerkungen zur Datenbasis

Im Gebiet der Beznau besteht gemäss den Angaben des Gesuchstellers eine aussergewöhnlich hohe Dichte an geologischer und geophysikalischer Information. Diese Datenbasis entstand über Jahrzehnte als Resultat mehrerer Untersuchungskampagnen. Dazu gehörten neben geophysikalischen Messkampagnen auch zahlreiche Bohrungen, darunter die Kernbohrung Beznau und etwas nördlich liegend die Tiefbohrung Böttstein. Zusätzlich standen auch zwei unmittelbar neben der Beznau-Insel verlaufende seismische Linien der Nagra zur Verfügung. Ziel der zusätzlichen Untersuchungen war, Daten zum Baugrund und Angaben zu den Standorteffekten bei geophysikalischen Parametern zu erhalten.

Zur Ergänzung der Daten aus der Bauzeit der beiden bestehenden Kernkraftwerke wurde Anfang 2008 das Projekt OPAL gestartet, das erkannte Datenlücken der älteren Untersuchungen schliessen sollte. Das Programm war auf die Erhebung verfeinerter Baugrund-Daten und auf die Eingabeparameter zur Quantifizierung des Standorteffektes ausgerichtet. Die Untersuchungen haben detailliertere Kenntnisse über den geologischen Aufbau des Untergrunds der Beznau ergeben und allgemein die Datenbasis verfeinert. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- Der Verlauf der Mandacher-Störung wurde bestätigt; sie tangiert die Beznau-Insel nur marginal an der südwestlichen Spitze.
- Das Baugrundmodell wurde verfeinert, ohne dass frühere Erkenntnisse revidiert werden mussten.
- Versuche an Bodenproben haben die nichtlinearen Materialeigenschaften bestätigt. Neue Erkenntnisse ergaben sich aus der Bestimmung der Scherwellengeschwindigkeiten. Insbesondere muss die erhebliche Anisotropie einzelner Formationen, insbesondere auch des Opalinustons, berücksichtigt werden.

Die Lockergesteins-Mächtigkeit am neuen Standort ist grösser als bei den bestehenden Anlagen, der Opalinuston dafür weniger mächtig. Trotzdem zeigten die Messungen der Eigenfrequenz des Sedimentpaketes lateral kaum Variationen.

Geologie in Standortnähe

Beschreibung der lokalen Geologie

Der Felsuntergrund wird im gesamten Gebiet der Beznau-Insel von Opalinuston gebildet, ein schwach mergeliger Tonstein mit variablem Karbonatgehalt. Bei Wasseraufnahme verwandelt er sich in einen plastischen Ton. Die Schichten fallen mit 4 Grad gegen SSE ein, und entgegen früheren Annahmen bildet auch im nördlichen Teil der Insel Opalinuston den Felsuntergrund. Die Felsoberfläche weist eine akzentuierte Morphologie auf. Der um rund 60 m gehobene Südschenkel der Mandacher Überschiebung beeinflusst die Felsoberfläche, indem ältere Formationen, insbesondere harte Lias-Kalke, neben dem Opalinuston anstehen. Das Wehr des Flusskraftwerks steht auf einem entsprechenden Lias-Härtling. Eine seinerzeit postulierte Rippe in der von Opalinuston gebildeten Felsoberfläche östlich der Insel, die auf die Mandacher Überschiebung zurückgeführt wurde, hat sich bei den neuen Untersuchungen nicht bestätigt.

Die Felsoberfläche fällt generell gegen ENE ein und weist zwei akzentuierte Mulden auf, die als Kolke interpretiert werden, d.h. von subglaziären Schmelzwässern verursacht wurden. Der Talweg der tiefsten Felsrinne verläuft in der Talmitte östlich der Beznau-Insel. Die heutige Aare folgt nicht mehr dieser Felsrinne, sondern hat nacheiszeitlich ihren Lauf an den westlichen Talrand verlegt, wo sie sich epigenetisch in die Felsformationen des Mesozoikums eingeschnitten hat.

Die Lockergesteine über dem Fels sind heterogen aufgebaut. Sie werden generell als Niederterrassen-Schotter zusammengefasst, nur an wenigen Stellen liegt auf dem Fels eine geringmächtige Schicht einer älteren Moräne. Die Füllung der Rinnen mit mächtigen Schottern belegt, dass die Felsoberfläche vor mehr als 25 000 Jahren (Höchststand letzte Eiszeit) entstand und seither nicht mehr verändert wurde.

Lokale tektonische Strukturen

Im Sockel unter dem mesozoischen Deckgebirge streichen Brüche des nördlichen Randes des Permokarbon-Trogs durch das weitere Gebiet der Beznau. Der Trog wird von Trogschultern mit WSW-ENE streichenden Abbruchrändern oder Abschiebungen begrenzt. Die wichtigste Trogrand-Struktur, die Mandacher Flexur, verläuft indessen südlich der Beznau-Insel. Die Trogrand-Brüche betreffen nur den Grundgebirgssockel. Die Vorwald-Störung zieht nördlich der Beznau gegen Südosten, sie betrifft im Wesentlichen das kristalline Grundgebirge. Sie ist seit dem Miozän (d.h. seit ca. 25 Mio. Jahren) inaktiv geblieben. Die Klingnau-Struktur, wenn sie denn existiert, wäre eine grossräumige Flexurzone im Sockel, die Ost-West streichende Strukturen versetzt. Die damit verbundenen geometrischen Komplikationen haben aber für den Standort keine Konsequenzen.

Auffälligste Struktur im mesozoischen Deckgebirge des Gebiets der Beznau ist die Mandacher Überschiebung. Sie liegt über dem Nordrand des Permokarbon-Trogs und kann vom Gebiet Frick bis zum Aaretal verfolgt werden. Es handelt sich um eine Aufschiebung, welche im Gebiet der Beznau eine Vertikalkomponente von über 60 m und eine Horizontalkomponente von mehr als 100 m aufweisen dürfte. Im Gebiet der Beznau und weiter gegen Westen spaltet sich die Überschiebungsfläche in zwei Äste auf. Ca. 600 m östlich der Aare verschwindet die Aufspaltung. Die Überschiebung zieht vom Wehr Beznau in östliche Richtung; sie ist im seismischen Profil 82 NF-50 gemäss Abbildung 3.7-37 des Sicherheitsberichts deutlich erkennbar. Weiter gegen Osten scheint sich die Überschiebung zu verlieren.

Geodynamisches Modell

Tektonik im Grundgebirge und im Deckgebirge

Im EKKB-Sicherheitsbericht wird ein geodynamisches Modell vorgestellt, das den Sicherheitsabklärungen zu Grunde liegt. Darin werden die tektonischen Vorgänge zusammengestellt und im Hinblick auf die Sicherheitsabklärungen eingeschätzt.

Im Grundgebirgssockel der Nordschweiz verläuft der WSW-ENE streichende Permokarbon-Trog (siehe Abbildung 4.1-4). Die Brüche am nördlichen Trogrand waren vor allem im Oberkarbon

und Unterperm als südvergente Abschiebungen aktiv. Entlang dieser Störungen wurden Trogschultern und der zentrale Trogbereich um mehrere 100 bis sogar 1000 m abgesenkt. Die letzten nennenswerten Absenkungen fanden im späten Perm statt, sie erfassten auch die Trogschultern, auf denen in der Folge permische Sedimente (Rotliegendes) abgelagert wurde. Die Störungen des Trograndes haben damit ein hohes Alter, denn sie verstellen den Grundgebirgssockel mit dem Permokarbon-Trog und den Trogschultern. Das mesozoische Deckgebirge wird durch die Störungen nicht verstellt. Diese strukturelle Situation wird durch mehrere seismische Profile gestützt, die von verschiedenen Bearbeitern ausgewertet wurden. Die variszische Tektonik, die sich in rechtsseitigen (dextralen) Verschiebungen des Trograndes äusserte, schlägt ebenfalls nicht ins Deckgebirge durch.

Mit der nachgewiesenen Inaktivität der Trogrand-Störungen seit dem ausgehenden Perm stellt sich die Frage nach neotektonischen Bewegungen nicht. Die Trogrand-Störungen beinhalten darum auch kein seismogenes Potenzial und kein Potenzial für Oberflächenverschiebungen.

Die erwähnten variszischen Störungen zergliedern den nördlichen Trogrand in einzelne, im Uhrzeigersinn gegeneinander verschobene Schollen. Die Bewegungsbeträge können mehrere Kilometer in der Horizontalen und mehrere hundert Meter vertikal betragen. Die wichtigste dieser Verwerfungen ist die Vorwald-Störung, welche ins Gebiet nördlich der Beznau zieht. An ihr gibt es Anzeichen für eine oligozäne Reaktivierung als südvergente Abschiebung mit einem Versatz von mehr als 100 m im Südschwarzwald. Der Betrag nimmt gegen Osten ab. In der östlichen Fortsetzung der Störung beobachtet man im Tal östlich von Unterendingen eine Flexur, die von miozäner Austernagelfluh ungestört überlagert wird. Aus den Lagerungsverhältnissen ergibt sich für die Bewegungen ein Zeitraum post-Malm bis prä-Miozän (ca. 25 Mio. Jahre).

Das mesozoische Deckgebirge liegt relativ ungestört über den variszischen Sockelstrukturen. Es gibt gewisse Anzeichen, dass die alten Strukturen teilweise in der Triaszeit aktiv waren. Im Zusammenhang mit der Gebirgsbildung in den Alpen geriet der mesozoische Schichtstapel unter Schubspannung, und ab dem späten Miozän setzte die Bildung des Juragebirges ein. Südlich von Brugg äussert sich dies in der Aufwölbung und Überschiebung der Jurafalten, nördlich davon wurde das Deckgebirge über den Trias-Evaporiten lediglich abgeschert und zu vorwiegend Ost-West gerichteten Antiklinalen und Flexuren verformt. Dieses Gebiet wird heute als Vorfaltenzone bezeichnet. Die nördlichste Struktur ist die bereits erwähnte Mandacher Überschiebung. Ihre Fortsetzung nach Osten ist nicht bekannt, möglicherweise löst sich die Überschiebung gegen Osten von der in der Tiefe liegenden Mandacher Flexur ab, und der Überschiebungsbetrag wird an mehreren Flexuren kompensiert.

Indizien für neotektonische Bewegungen

Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass die tektonischen Bewegungen im Gebiet der Vorfaltenzone und an der Mandacher Überschiebung in engem Zusammenhang mit der Jurafaltung stehen, die sich vor 12 bis 3 Millionen Jahren abgespielt habe. Eine in früheren Studien [58] postulierte Hebung des Südschenkels der Mandacher Überschiebung von 8 mm in hundert Jahren wurde mit den neu gewonnenen Daten nicht bestätigt. Mit geodätischen Messungen können aber regionale Hebungstendenzen ermittelt werden. Dabei ergibt sich im Gebiet des unteren

Aaretals eine Kippbewegung, indem im Raum Brugg eine Hebung von 0,1 mm/Jahr ermittelt wurde, im Raum Koblenz hingegen eine Absenkung von 0,1 mm/Jahr. Diese Kippung hat vermutlich die Ablenkung der Aare nach Westen oder Nordwesten verursacht. Neue Studien der Geländemorphologie mit digitalen Geländemodellen [61] ergaben, dass im Akkumulationsniveau der Niederterrasse, das ein Alter von mehr als 20 000 Jahren aufweist, keine Indizien für Bewegungen vorhanden sind.

Einen Hinweis auf neotektonische Bewegungen gab Graf [84]. Es wird eine N-S verlaufende Flussrinne bei Mandach postuliert, die zur Zeit der Ablagerung des Höheren Deckenschotter durch Hebungen an der Mandacher Überschiebung abgelenkt worden sei. Die fraglichen geologischen Annahmen konnten jedoch im Rahmen der Untersuchungen zum Rahmenbewilligungsgesuch nicht bestätigt werden; verschiedene geologische Fakten widersprechen der Annahme einer Änderung des Flusslaufs.

Die Abklärungen ergaben somit an keiner Stelle Hinweise auf neotektonische Bewegungen an der Mandacher Überschiebung. Insbesondere sind weder in der Felsoberfläche noch im Akkumulationsniveau der Niederterrasse (Alter rund 20 000 Jahre) Hinweise auf Geländeversätze gefunden worden. Daraus folgt, dass für das jüngere Pleistozän und das Holozän keine Anzeichen für Bewegungen an der Mandacher Überschiebung vorliegen.

Die tektonischen Strukturen und die erwähnte Kippbewegung sind Ausdruck des herrschenden SSE-NNW gerichteten Spannungsfeldes. Dabei ist, wie Abbildung 3.7-13 des Sicherheitsberichts zeigt, die Hauptspannungsrichtung im Grundgebirgssockel von der leicht gegen Norden gedrehten Hauptspannung im Deckgebirge entkoppelt.

Potenzial für Oberflächenverschiebungen

Eine Verschiebungsgefährdung setzt aktive oder zumindest reaktivierbare Störungszonen im Bereich der Gebäude voraus. Ein Versatz an der Bruchfläche würde dabei Schäden an Gebäudeteilen verursachen. Es wird vom Gesuchsteller festgehalten, dass für das Gebiet der neuen Anlage keine entsprechenden Störungen bekannt sind. Wird der Begriff der Verschiebungsgefährdung weiter gefasst, müssen auch tiefer liegende Störungen einbezogen werden, wenn sie das Potenzial besitzen, bis zur Erdoberfläche durchzuschlagen.

Die nächstgelegene Störung ist gemäss Sicherheitsbericht die Mandacher Überschiebung, deren Ausbisslinie an der Felsoberfläche durch den südlichsten Teil der Beznau-Insel zieht. Die geplante Anlage liegt nördlich der Überschiebung in der nicht bewegten (autochthonen) Scholle. Es muss daher auch bei einem Erdbeben nicht damit gerechnet werden, dass sich die Störung nach Norden hin, in Richtung der Insel Beznau, auffächern könnte. Es gibt in den Niederterrasenschottern keine Indizien für tektonische Bewegungen in den letzten 25 000 Jahren im Gebiet des unteren Aaretals.

Im Grundgebirge unter dem Gebiet Beznau verläuft der Permokarbon-Trog. Seine Randstörungen verstellen das kristalline Grundgebirge, aber sie pausen sich nicht durch das mesozoische Deckgebirge hindurch. Aufgrund reflexionsseismischer und geologischer Evidenz schliesst der

Gesuchsteller, dass diese Störungen seit dem Miozän, d.h. seit mehr als 25 Millionen Jahren, nicht mehr aktiv waren. Abbildung 3.7-35 im Sicherheitsbericht zeigt eine seismische Linie in der östlichen Fortsetzung der Mandacher Flexur. Die Störungen sind auf dieser Linie nur bis ins Mesozoikum entwickelt, sie schlagen nicht in die jüngeren Schichten durch.

Der Gesuchsteller sieht vor, beim Aushub der Baugruben die Aufschlüsse geologisch aufzunehmen und auf allfällige tektonische Strukturen zu untersuchen.

Rezente Seismizität, Herdtiefen

Auf den Erdbebenkarten des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) weist das Standortgebiet Beznau eine geringe Erdbebenhäufigkeit auf. Die Epizentren der Beben sind diffus verteilt, sie können nicht mit bekannten Störungen oder tektonischen Einheiten in Verbindung gebracht werden. Fragen werfen aus heutiger Sicht die Tiefenverteilung der Erdbebenherde auf, indem im nördlichen Alpenvorland Herdtiefen bis zu 30 km beobachtet werden. In diesen Tiefen erfolgen Verformungen in der Regel duktil. Diese Beben sind für Gebiete im Innern von Kontinentalplatten ungewöhnlich, die Gründe für das Phänomen sind unklar. Zur Erklärung wurden hoch gespannte Wässer vermutet, welche die Scherfestigkeit prä-existierender Schwächezonen soweit herunter setzen könnten, dass Spröddeformation auch in Tiefen möglich wird, wo man bei trockenen Verhältnissen oder geringeren Wasserdrücken eine duktile Verformung erwarten würde.

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 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 Störungszone 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 [85].

Beurteilung des ENSI

Geologische und tektonische Verhältnisse im Grund- und Deckgebirge

Regionale Störungen in der weiteren Umgebung der Beznau

Gemäss den Angaben im Sicherheitsbericht können im Umkreis von 25 km um die Beznau zahlreiche Störungen ausgemacht werden. Die meisten sind aber für das seismische Risiko ohne Belang, da die Dimensionen für die Generierung stärkerer Erdbeben nicht ausreichen. Die EKKB AG hat die Störungen abgeklärt und die seismisch relevanten Strukturen dargestellt und beurteilt. Das ENSI kann diese Auswahl nachvollziehen: Sie ist umfassend erfolgt, die wesentlichen Strukturen wurden beschrieben.

Für das Gebiet der Beznau sind zwei Störungssysteme von besonderer Bedeutung: Einerseits das Mandacher Störungssystem, das sich an der Erdoberfläche in Form der Mandacher Überschiebung manifestiert, andererseits die Vorwald-Störung mit begleitenden Störungen, die im Südschwarzwald kartiert wurden. Im Gebiet südlich des Rheins ist die Vorwald-Störung unter jungen Ablagerungen verborgen und kann nur mit Hilfe der Seismik erfasst werden. Nachfolgend wird auf diese beiden Störungssysteme näher eingegangen, und es werden einige aus der Sicht des ENSI wesentliche Punkte erläutert.

Mandacher Störungssystem

Das Mandacher Störungssystem ist eine Struktur, die im Verlauf der Erdgeschichte mehrfach aktiv war. Sie besteht aus Strukturen im Grund- und im Deckgebirge. Die zeitliche Entwicklung der komplex aufgebauten Struktur verlief aus Sicht des ENSI wie folgt:

- Ausgangspunkt sind die grossen Randstörungen des Nordschweizer Permokarbon-Trogs, die tief in die Erdkruste reichen (siehe Abbildung 4.1-4). Sie sind für das seismische Risiko besonders zu beachten. Sie wurden im Oberkarbon als weite Senke angelegt und zur Zeit des Perms durch transpressive Tektonik überprägt (saalische Phase) und dabei stark kompressiv deformiert. Dabei kam es auch zur Zerschierung des Trogs längs alter, variszisch streichender Störungszonen (z.B. Vorwald-Störung, Eggberg-Störung, Abbildung 4.1-4). Im Gegensatz zur Darstellung im Sicherheitsbericht ist für das ENSI die Darstellung des Permokarbon-Trogs, wie sie in Nagra NTB 90-04 [87] und NTB 99-08 [86] erarbeitet wurde, ein realistischeres Modell (siehe folgende Abbildung 4.1-5). Dies vor allem darum, weil dieses Modell nicht nur auf die in grösserer Tiefe weniger aussagekräftige Seismik, sondern auch auf Erkenntnisse aus den gleichaltrigen Trögen in Frankreich und Deutschland abstützt. Diese sind durch zahlreiche Bohrungen und Bergwerke gut bekannt und zeigen deutlich tektonische Strukturen transpressiver saalischer Tektonik. Diese Tröge gehören zu einem Gürtel ähnlichen Baustils, die in einer Transformzone der damaligen platten-tektonischen Situation entstanden sind [88].
- Die Randstörungen des tiefen Trogs wurden in nachsaalischer Zeit von Sedimentserien des Rotliegenden diskordant überlagert, wobei die Breite der spätpermischen Trogstruktur über die Grenzen des ursprünglichen Trogs hinausging.

- Während des Mesozoikums dominierte generell Subsidenz, die Trogstrukturen sind aber möglicherweise in geringem Ausmass beansprucht worden, denn man beobachtet Faziesänderungen in den mesozoischen Abfolgen, die teilweise auf Schollenbewegungen im prä-mesozoischen Sockel zurückgeführt werden [89], [90].

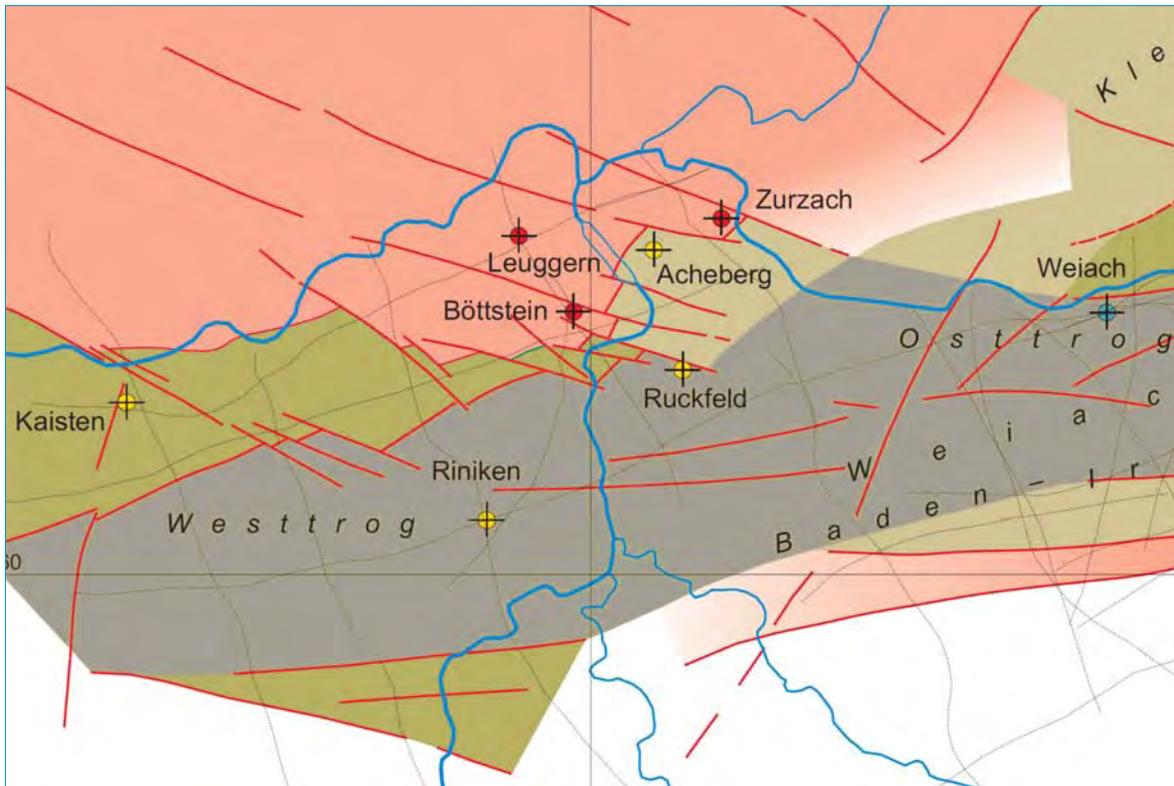


Abbildung 4.1-5: Ausschnitt aus der Strukturkarte der Sockeloberfläche in der Nordschweiz und Verbreitung der Permokarbon-Vorkommen (Quelle: Nagra NTB 99-08 [86], Beilage 2.4)

In Abbildung 4.1-5 bedeuten: grau = tiefer Trog; oliv = permische Trogschultern; beige = fragliches Permokarbon; rot = kristallines Grundgebirge; Kreise: Tiefbohrungen in der Nordschweiz

- Während einer vom alpinen Orogen verursachten Zerrungsphase im Zeitraum vom oberen Eozän bis zum unteren Miozän wurden in der Nordschweiz die alten paläozoischen Störungszonen teilweise reaktiviert. Gleichzeitig drehte das Spannungsfeld in die heute herrschende Richtung. Bei der Reaktivierung der Sockelstörungen entstanden im Deckgebirge vor allem mit kleinen Brüchen verbundene Flexuren von einigen Dekametern Sprunghöhe. Über den Randstörungen am Nordrand des tiefen Trogs bildete sich dabei die Mandacher Flexur. Das bei diesen Vorgängen entstandene Relief wurde aber bereits zur Zeit der Oberen Meeresmolasse weitgehend eingeebnet [91], [92]. In der nordöstlichen Fortsetzung der Flexur konnte in der Kohlgruben-Störung, die ebenfalls eine Flexur über den Trogrand darstellt, gezeigt werden, dass die Obere Meeresmolasse nicht mehr verstellt ist [93]. Die Bildung der Flexur war demnach im mittleren Miozän abgeschlossen.
- Die frühmiozäne Flexurbildung wurde von Hebungen im Schwarzwald begleitet. Die Schüttungen der Juranagelfluhflüsse, mit Malmkalk-Geröllen des Schwarzwälder Deckgebirges, sind Ausdruck dieser Hebungen, wobei Phasen starker Niederschläge vor 11 bis 10 Millionen

und um 8,5 Millionen Jahren ebenfalls eine wichtige Rolle spielten [94]. Die Hebung des Schwarzwald-Vogesen-Doms hat vor allem Bewegungen an herzynisch streichenden Störungen ausgelöst. Diese Hebungen sind im mittleren Miozän das beherrschende tektonische Element. Die Trogränder zeigen keine erkennbaren Strukturen, die auf diese Hebungen zurückzuführen wären. Die Hebungen klangen bereits im oberen Miozän weitgehend ab. Dass sie möglicherweise in stark abgeschwächter Form bis zur Gegenwart wirksam sind, ist fraglich, denn geodätische Präzisionsmessungen haben keine entsprechenden Daten ergeben [95].

- Im oberen Miozän erfolgt der Jura-Fernschub, bei dem vor dem eigentlichen Nordrand des Juragebirges, der Hauptüberschiebungsfront (Mont-Terri-Linie), ein Teil des Tafeljuras auf den Evaporiten der Mittleren Trias gegen NW verschoben und an der Mandacher Überschiebung aufgeschoben wurde. Der Ort der Mandacher Überschiebung ist dabei von der im Miozän angelegten Mandacher Flexur über dem Rand des Trogs bestimmt worden. Ein geologisches N-S-Profil des westlichen Aare-Ufers bei Mandach zeigt einen Versatz von 400 bis 450 m an einer schaufelförmigen, am Ausstrich fast 60° steilen Überschiebung (siehe Abbildung 4.1-6). In den Erläuterungen zum Kartenblatt Zurzach wird ein Versatz von 300 bis 400 m angegeben. Die N-S-Einengung beträgt bei einer Vertikalkomponente von 300 m rund 260 m.
- In neueren Publikationen [96] wird über Deformationen im rheintalischen Jura SW Basel berichtet, die sich nach der Jurafaltung abspielten. Sie wurden dahingehend interpretiert, dass nach der Phase der Abschertektonik im Juragebirge («thin skinned»-Tektonik) nun Schollenbewegungen im Sockel das tektonische Geschehen bestimmen («thick skinned»-Tektonik). Dies würde bedeuten, dass die Grenzen der grossen Schollen im Sockel durch Änderungen des Spannungsfeldes reaktiviert werden können. Dies allerdings mit Bewegungsraten, die derart gering sind, dass sie nur über geologisch relevante Zeitspannen wahrnehmbar sind. In der Gegend des unteren Aaretals haben Untersuchungen junger eiszeitlicher Schotterterrassen, die nach der Jurafaltung abgelagert wurden, keine Hinweise auf diskrete Verschiebungen an Störungen ergeben [61]. Die früheren Untersuchungen der Nagra [58] ergaben im Falle der Mandacher Überschiebung eine verdächtige Struktur, die aber mit den jüngsten, umfassender angelegten Untersuchungen (OPAL-Projekt) nicht bestätigt wurden.

Aus der geologischen Geschichte der Mandacher Struktur ergibt sich, dass es sich nicht um eine ausgedehnte Störungszone handelt, sondern um ein komplexes, stockwerkartig aufgebautes Störungssystem, das zudem durch variszisch gerichtete Störungen in mehrere, maximal 10 km lange Segmente zergliedert wurde. Als durchgehende Struktur zeigt sich einzig die oberflächennahe Mandacher Überschiebung im Deckgebirge, die die variszischen Sockelstrukturen überfahren hat. Sie erstreckt sich über rund 20 km aus der Gegend von Frick bis zur Beznau. Weiter gegen Osten wird sie vermutlich von Flexuren wie beispielsweise der Endinger Flexur abgelöst. Die Sockelstrukturen unter dem abgeschobenen Deckgebirge haben sich in den vergangenen rund vier Millionen Jahren seit dem Abklingen des Jurafernschubs nicht durch die Überschiebungsmasse hindurch gepaust, wie dies bei jungen Bewegungen zu erwarten wäre. Im mesozoischen Deckgebirge über der Flexur werden keine entsprechenden Bruchstrukturen beobachtet. Die Zerstückelung des tiefen Trogs durch variszisch gerichtete Störungen ist gut erkennbar (siehe Abbildung 4.1-5).

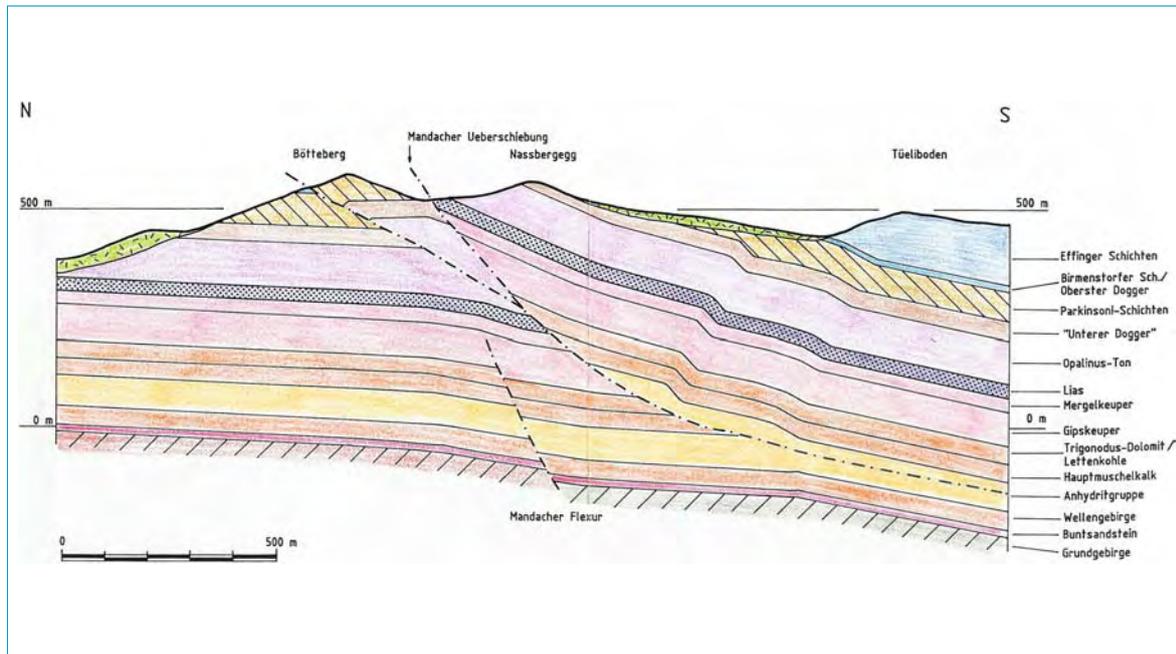


Abbildung 4.1-6: Geologische Profilkonstruktion durch die Mandacher Überschiebung (Profilkonstruktion: Thomas Bitterli [97])

Die Profilkonstruktion in Abbildung 4.1-6 ist volumetrisch ausbalanciert. Die Spur des Profils verläuft gut 1 km westlich der Beznau-Insel.

Zusammenfassend beurteilt das ENSI das Mandacher Störungssystem wie folgt: Das Mandacher Störungssystem ist eine komplexe Struktur, die im Verlauf der geologischen Geschichte fragmentiert wurde. Dies gilt insbesondere für die Störungen im Grundgebirge, die durch NW-SE streichende Störungen zerschnitten wurden. Die heute vorliegenden Störungssegmente haben nicht die Dimensionen zur Generierung starker Erdbeben. Hinweise auf neotektonische Bewegungen an den Teilstörungen des Systems nach Abschluss der Jurafaltung wurden nicht gefunden.

Vorwald-Störung

Die Vorwald-Störung wird oberflächlich nur im Südschwarzwald beobachtet. Sie versetzt den 325 Millionen Jahre alten Albtal-Granitstock um etwa 4,5 km rechtsseitig (dextral). Die Störung ist schlecht aufgeschlossen, aber morphologisch durch Täler erkennbar. Die Störungszone, die auch parallel verlaufende und abzweigende Teilstörungen aufweist, streicht grob WNW-ESE. Die Länge der Störung beträgt von der Abzweigung am Dinkelberg-Ostrand bis zum Permokarbon-Trog etwa 28 km. Sie wurde im Eozän-Oligozän als südvergente Abschiebung reaktiviert. Die Sprunghöhen dieser Reaktivierung betragen etwa 40 bis 150 m. Im Bereich des Rheins liegt der Wert bei 40 bis 50 m, und er scheint gegen SE weiter abzunehmen. Die Seismik-Interpretationen zeigen südlich des Rheins eine Auffächerung in mehrere parallel verlaufende Teilstörungen. Über jüngere Bewegungen an der Störung ist nichts bekannt. Erb [98] gibt an, dass über der Störung liegende eiszeitliche Moränen nicht verstellt sind. Eine Auswertung des LIDAR-Geländemodells von swisstopo ergab im Gebiet NW der Beznau keine Hinweise für junge Bewegungen an der Vorwald-Störung [61], [99].

Der Verlauf der Störung im Gebiet südlich des Rheins ist morphologisch nicht erkennbar, die Störung wurde hier nur seismisch erfasst. In der Beilage 6.31 des Nagra-Berichts [100] wird die Störung als südvergente Abschiebung dargestellt, die die Hochzone von Böttstein nach Süden begrenzt. Diese Interpretation wurde in den Technischen Bericht der Nagra 90-04 [87] übernommen. Eine weitere gegen SE einfallende Störung, ein südlicher Ast der Vorwald-Störung, liegt unmittelbar nördlich der Beznau-Insel (siehe Abbildung 4.1-7). Es handelt sich vermutlich, wie bereits erwähnt, um eine Teilstörung der Vorwald-Struktur. Es ist deshalb konservativerweise davon auszugehen, dass unmittelbar nördlich des Standorts ein Störungsastr der Vorwald-Störung verläuft. Auf der Isohypsenkarte Basis Mesozoikum (NTB 90-04 [87], Beilage 35) werden kleinere Brüche angegeben, die mit der Interferenz zwischen der Störung und dem Permokarbon-Trog zusammenhängen. Auch in Nagra NTB 99-08 [86], Beilage 2.4, wird an der Oberfläche des Sockels ein Bündel kleinerer Störungen vermerkt. Die seismisch gut kartierbaren Horizonte der Trias scheinen aber ohne seismisch erkennbare Bruchstrukturen über diese Störungen hinweg zu ziehen (siehe Abbildung 4.1-7). Die miozäne Reaktivierung hat sich demnach auf diese kleineren Störungen nicht ausgewirkt. Beim Hauptast der Störung weiter nördlich ist die Trias schlecht abgebildet, da sie nahe der Oberfläche liegt. Allfällige tektonische Strukturen sind darum nicht mit genügender Zuverlässigkeit zu erkennen.

Im EKKB-Sicherheitsbericht wird die Vorwald-Störung mit der weiter östlich liegenden Flexur von Unterendingen in Verbindung gebracht. Diese hat eine Sprunghöhe von rund 50 m, es zeigen sich aber auch Spuren transversaler Verschiebung in WSW-ENE-Richtung (Azimut 100°–110°). Die Bewegungen an der Flexur waren vor der Ablagerung der Oberen Meeressmolasse (Austernnagelfluh, 19–17 Millionen Jahre alt) abgeschlossen, denn diese überlagert die Flexur

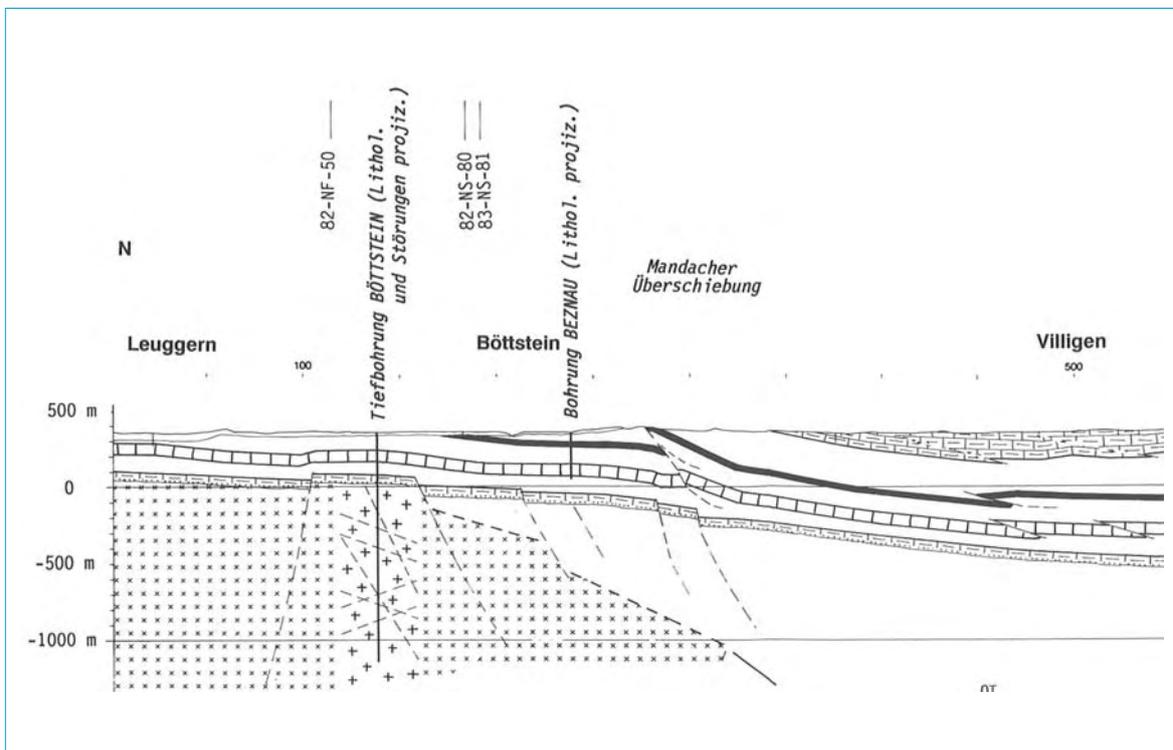


Abbildung 4.1-7: Ausschnitt aus dem geologischen Profil längs der Seismik-Linie 82 NX-40 im Gebiet der Beznau (Quelle: NTB 90-04 [87])

ohne Versatz. Die Obere Meeresmolasse wurde demnach auf ein bereits eingeebnetes Relief geschüttet [92]. Durch den Fernschub, der auch den östlichen Jura in geringem Ausmass erfasst hat, müssten die zugehörigen Sockelstrukturen heute etwa 100 m südlich der Flexuren liegen. Im Falle der Unterendinger und der Endinger Flexuren sind südlich der Strukturen keine Hinweise auf einen Versatz der Schichten bekannt [72].

Die Annahme im EKKB-Sicherheitsbericht, wonach die Unterendinger Flexur über der Fortsetzung der Vorwald-Störung liegt, ist schwierig zu belegen. Ein Kilometer südlich davon verläuft die parallel streichende Endinger Flexur (Sprunghöhe 85 m). Wie die Verbindung der Vorwald-Störung über das Aaretal zu diesen Flexuren beschaffen ist, kann zurzeit nicht zuverlässig festgestellt werden. Korrekt ist, dass die Flexuren in Richtung der Vorwald-Störung streichen. Konservativerweise müsste auch die Möglichkeit einer Verbindung zur Endinger Flexur ins Auge gefasst werden. An der Endinger Flexur dauerte die Bewegung während der Zeit der Oberen Meeresmolasse an (Sedimente der Oberen Meeresmolasse sind gekippt) und es fehlen hier Aufschlüsse, in denen beispielsweise die Lagerung der Oberen Süsswassermolasse gemessen werden könnte. Allerdings nimmt das Einfallen in der Oberen Meeresmolasse in Richtung jüngerer Lagen kontinuierlich von ca. 25° auf 8° bis 10° ab. Die Oberste Meeresmolasse unmittelbar südlich des Surbtales zeigt lediglich das regionale Einfallen von rund 2° gegen Süden [92].

Zusammenfassend beurteilt das ENSI die Vorwald-Störung wie folgt: Die Vorwald-Störung, eine Struktur im Grundgebirgssockel des Südschwarzwalds, ist die Struktur mit der grössten Längserstreckung im weiteren Standortgebiet. Es handelt sich allerdings nicht um eine diskrete Störung, sondern um ein System parallel streichender Störungszonen. Im Gebiet nördlich der Beznau fächert sie in mehrere Teilstörungen auf. Die jüngsten dokumentierten Bewegungen erfolgten im unteren Miozän. Eiszeitliche Ablagerungen über der Störung wurden nicht verstellt. Das seismogene Potenzial der Störung ist darum als gering einzustufen.

Störung von Tegerfelden-Kohlgruben und Rekinger Flexur

Die Störung Tegerfelden-Kohlgruben ist auf Blatt Zurzach des Geologischen Atlas [101] eingezeichnet. Aus damaliger Sicht war sie lediglich nördlich von Tegerfelden und in der Bohrung Ruckfeld 1 belegt, sie zog gegen Westen ins Gebiet der Beznau. Die Störung konnte jedoch nördlich von Tegerfelden nicht bestätigt werden. In neueren Aufschlüssen (P. Bitterli, mündliche Mitteilung 2009) zeigte sich, dass lediglich gegen SE einfallende Schichten der Rekinger Flexur vorliegen. Der Versatz in der Bohrung Ruckfeld 1 entspricht einer steil einfallenden Bruchfläche, wie sie in der tektonisch beanspruchten Flexur-Zone zu erwarten ist. Solch steile Bruchzonen zeigt auch die benachbarte Unterendinger Flexur. Der beobachtete Versatz der Schichten in der Bohrung beträgt ca. 20 m.

Die Rekinger Flexur ist die Fortsetzung der um vier Kilometer nach SE verschobenen Mandacher Flexur, sie streicht gegen NE in die Kohlgruben-Störung N des Rheins, die nach Feldbeobachtungen [92] ebenfalls eine frühmiozäne Flexur darstellt. Bei der Kohlgruben-Flexur, die ebenfalls über dem Rand des tiefen Permokarbon-Trogs liegt, kann durch die überlagernde Obere Meeresmolasse, die ungestört über die Flexur zieht, das Ende der tektonischen Bewegungen an der Flexur auf das mittlere Miozän (ca. 20 Mio. Jahre) festgelegt werden.

Zusammenfassend beurteilt das ENSI die Tegerfelden-Kohlgruben-Störung wie folgt: Die auf Blatt Zurzach [101] eingezeichnete Störung von Tegerfelden-Kohlgruben kann im Gegensatz zur Rekinger Flexur als solche nicht bestätigt werden. Die beobachteten Strukturen sind aus Sicht des ENSI der östlichen Fortsetzung der Mandacher Flexur zuzuordnen. Aufschlüsse zeigen, dass die letzten Bewegungen an diesen Strukturen vor der Ablagerung der Oberen Meeresmolasse (d.h. vor ca. 20 Mio. Jahren) erfolgten.

Lokale Störungen im Gebiet der Beznau

Die Auswertung der neuen Seismik-Linien von 2008 [72] ergab im Bereich der Beznau-Insel und der näheren Umgebung keine Hinweise auf Bruch- oder Störungszonen. Im EKKB-Sicherheitsbericht werden die überarbeiteten Linien der Nagra-Seismik kommentiert. Dabei fällt auf der unmittelbar westlich der Beznau liegenden Linie 82 NX-40 ein Abbiegen der Trias-Reflektoren im Bereich der Beznau auf. Der Gesuchsteller führt dies auf Einflüsse in den Deckschichten zurück (unterschiedliche Verdichtung der Böden). Auf den älteren Auswertungen dieser Linie zeigt sich lediglich ein schwaches Aufbiegen, die Trias-Schichten zeigen im fraglichen Gebiet keinen Versatz. Es handelt sich darum aus der Sicht des ENSI möglicherweise um einen Artefakt, der bei der Migration der Seismik-Linien entstanden ist.

Die Isohypsenkarte des Top Lias (Abbildung 3.7-7 im Sicherheitsbericht), die auf den Daten der neuen Untersuchungen beruht, zeigt im Nordteil der Beznau-Insel ein unruhiges Relief. Es ist unklar, was dieses Relief verursacht. Ein synsedimentäres Relief von über 10 m ist im Ablagerungsraum der Jurensismergel unwahrscheinlich. Andererseits wurden in den Bohrungen keine tektonischen Strukturen dieser Grössenordnung beobachtet. Die Felsoberfläche zeigt an dieser Stelle eine Einmuldung (Kolk). Die Bedeutung des Reliefs der Dachfläche der Lias-Formation bleibt unklar, was aber für das beantragte Neubauprojekt ohne Bedeutung ist. Es wäre von Vorteil, die Seismik-Auswertung mit balancierten geologischen Profilkonstruktionen zu ergänzen.

Zusammenfassend beurteilt das ENSI die lokalen Störungen in Gebiet der Beznau wie folgt: Aufgrund der OPAL-Untersuchungsergebnisse von 2008 gibt es keine Hinweise auf weitere sicherheitsrelevante Störungen im Bereich des vorgesehenen Standortareals.

Neotektonische Bewegungen

Mit den Untersuchungen im Gebiet des Standorts konnten lediglich langsame, langfristig ablaufende Hebungen und Senkungen festgestellt werden. Beobachtungen über diskrete Bewegungen an Störungen wurden nicht gemacht. Die in der Südost-Verlängerung der Vorwald-Störung südlich des Hoahrheins abgelagerten Deckenschotter zeigen keinerlei Versatz im LIDAR-Geländemodell von swisstopo [99]. Insbesondere gibt es keine Anhaltspunkte, dass seit der Ablagerung des Niederterrassenschotter Verschiebungen an der Mandacher Struktur und an der Vorwald-Störung stattgefunden haben.

Am Ufer der Aare südlich Beznau trennt eine dünne, praktisch horizontal liegende Stillwasser-Ablagerung schräg geschichtete Lagen des Niederterrassenschotter (letzter glazialer Maximalvorstoss, LGM). Die Schotter liegen auf der aufgeschobenen Scholle der ausstreichenden Mandacher Überschiebung (siehe Abbildung 4.1-8). Die horizontale Lagerung der Stillwasserlage

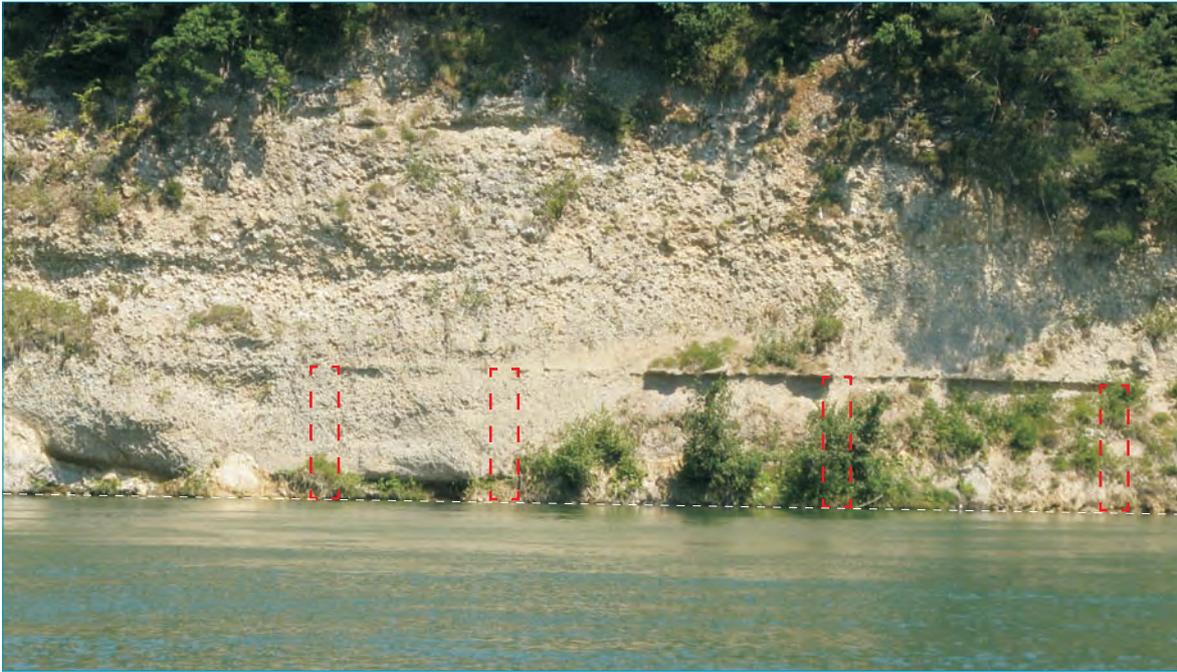


Abbildung 4.1-8: Östliches Ufer der Aare, ca. 400 m südlich des Wehrs von Beznau

belegt, dass seit Ablagerung der Niederterrassenschotter (d.h. seit rund 20 000 Jahren) keine Verstellung der Schichten und damit auch keine Bewegung an der schaufelförmigen Mandacher Überschiebungsfläche stattgefunden hat.

Abbildung 4.1-8 zeigt, dass Niederterrassenschotter mit 25° einfallende Mergel der obersten Lias-Formation überlagern (links unten über der Wasseroberfläche). Die Schotter sind seit ihrer Ablagerung nicht mehr verstellt worden.

Ob die Hebungen im Gebiet des Faltenjuras und der Vorfaltenzone und die Absenkungen im Vorfeld dieser Strukturen ein Andauern der Jurafaltung belegen, ist umstritten, da in anderen Gebieten des Faltenjuras Absenkungen beobachtet werden.

Insgesamt beurteilt das ENSI das Potenzial neotektonischer Bewegungen wie folgt: In den eiszeitlichen Schotterterrassen wurden keine Hinweise auf neotektonische Bewegungen gefunden. Die Schichtlagerung einer Stillwasserablagerung S Beznau belegt, dass seit dem letzten Gletschervorstoss vor mehr als 20 000 Jahren keine Verschiebungen an der Mandacher Überschiebung stattfanden.

Junge Hebung im Schwarzwald und im nördlichen Mittelland

Über die Hebungsphasen des Schwarzwaldes und ihre Ursachen ist bislang nur wenig bekannt. Da bereits im Obereozän, in der Riftphase des Rheintal-Grabens, aus den Vogesen Buntsandstein-Gerölle geschüttet wurden [102], muss die Erosion auf den Riftschultern bereits rund 1 000 m tiefe Talungen in die mesozoische Sedimentgesteinsbedeckung eingeschnitten haben. Im Unteroligozän wurden denn auch erste Kristallingerölle geschüttet. Seit dem Unteroligozän verbleibt eine Hebung von maximal 2 000 m im Feldberggebiet, die aufgrund der Kippung und Hebung der

Küstenlinie der Oberen Meeresmolasse auf der Schwäbischen Alb grösstenteils jünger als 20 Millionen Jahre sein muss. Etwa 200 bis 300 m dieses Hebungsbeitrages gehen vermutlich auf eine Aufwölbung der Lithosphäre vor 21–20 Millionen Jahren zurück. Diese parallel zum Alpenbogen verlaufende Aufwölbung («Vorlandhoch») bewirkte im südlichen Rheintal-Graben den Abbruch der Verbindung zum Molassebecken [103].

Eine Phase intensiver Hebung des Alpenvorlandes begann vermutlich vor 10 Millionen Jahren, als die nach Westen führende Entwässerung des Alpenvorlandes zeitgleich mit der Jurafaltung nach Osten umgestellt wurde. Ein Hebungsschub in den Alpen, beginnend vor ca. 5 Millionen Jahren, scheint sich im Verlauf des Pliozäns nach Norden bis in den Rheinischen Schild auszubreiten. Vor ca. 4,2 Millionen Jahren wurde die Aare nach Westen zur Rhone umgelenkt (Sundgau-Schotter [104]), wodurch vermutlich etwa 300 bis 400 m mächtige, unverfestigte Ablagerungen der Oberen Süsswassermolasse in der Nordschweiz, auch im Gebiet der Beznau, relativ schnell abgetragen wurden. Isostatische Ausgleichsbewegungen könnten dabei regionale Störungszonen in der Nordschweiz reaktiviert haben.

Aus der Höhenlage der Auflagerungsfläche der Höheren Deckenschotter, welche zu Beginn des Quartärs abgelagert wurden, können die Resthebungen im Vergleich zu den heutigen Talsohlen abgeschätzt werden. Für Stillwasserablagerungen im jüngeren Anteil der Höheren Deckenschotter konnte ein Alter von 1,8 bis 2,5 Millionen Jahre ermittelt werden [105], wodurch sich die Hebungsraten quantifizieren lassen. Die Felshebung und damit die maximale Einschneidung der Flüsse im Gebiet der Beznau betragen in den letzten drei Millionen Jahren durchschnittlich 60–110 m pro Million Jahre. Im Bereich Waldshut-Tiengen-Klettgau sind die Hebungsbeträge lokal geringer; als mögliche Ursache lässt sich hier die Salz- und Gips-Lösung im flachen Untergrund vermuten. In der Umgebung der Beznau deutet die unterschiedliche Höhe der Rumpffläche südlich und nördlich der Mandacher Überschiebung auf eine differentielle Resthebung der Hangendscholle von 50 bis 70 m in den letzten 3,3 Millionen Jahren, wenn die derzeitigen Altersinterpretationen zutreffen.

Das ENSI beurteilt die junge Hebung wie folgt: Im Gebiet wurden lediglich Hinweise auf langsame, aber langfristig anhaltende Bewegungen gefunden. Es gibt keine Beobachtungen, die eine rezente Aktivität an den entscheidenden Störungszonen belegen würden.

Zusammenfassung Geologie

Aus der Betrachtung der im Gebiet um den Standort EKKB bekannten Störungen und Hebungsvorgänge und der aus dem Feld ableitbaren Alter der letzten tektonischen Aktivitäten bekannter Störungen ergeben sich aus Sicht des ENSI keine Anzeichen über kürzlich aktive Störungen oder Bewegungen, die den Standort des EKKB gefährden könnten.

Das ENSI hält zu diesem Befund fest, dass eine solche deterministische Betrachtung zum Teil unvollständig bleiben muss, da auch der geologische Datensatz teilweise unvollständig ist. Daher unterstreicht das ENSI die Notwendigkeit, neben der deterministischen Betrachtung auch probabilistische Untersuchungen durchzuführen (siehe hierzu Kapitel 4.2.2).

4.1.6.2 Baugrundeigenschaften

Angaben des Gesuchstellers

Baugrundmodell

Die Angaben der EKKB AG zu den Baugrundeigenschaften am Standort EKKB sind in Kapitel 3.7.2 des Sicherheitsberichts enthalten.

Zur Erweiterung der Kenntnisse der aus früheren Untersuchungen (vor allem für das KKB) bekannten Eigenschaften des Baugrunds auf der Insel Beznau wurden im Rahmen des Projekts «OPAL – Phase 2» zahlreiche Bohrloch- und Laborversuche durchgeführt, mit denen auch der lokale Baugrund des EKKB charakterisiert werden kann. Dazu gehören Standard-Penetration-Tests und Seitendruckversuche in Kernbohrungen, Bohrlochgeophysik in Spül- und Kernbohrungen sowie Standard-Laborversuche und zusätzlich statische und dynamische Laborversuche an Bodenproben, welche durch spezialisierte Drittfirmen bzw. das Institut für Geotechnik der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) ausgeführt wurden. Zusätzlich sind mehrere Baugrundprofile mit Hybridseismik, einer Kombination von Reflexions- und Refraktionsseismik, aufgenommen worden. Mit Ausnahme der Interpretationen der dynamischen Bodenuntersuchungen, welche zur Zeit der Einreichung des Sicherheitsberichts noch nicht definitiv vorlagen, sind die Ergebnisse der bodenmechanischen und -dynamischen Untersuchungen im Bericht «Projekt OPAL-Phase 2, Standortuntersuchungen in Beznau» dokumentiert [72] und die Kennwerte der einzelnen Schichten damit bekannt. Die massgebenden Kennwerte sind im Sicherheitsbericht tabellarisch zusammengestellt (Tabellen 3.7-1 und 3.7-2). Die von den Schubdehnungen abhängigen Schubmoduli und Dämpfungskoeffizienten der Schotter sind in den Abbildungen 3.7-17 und 3.7-18 des Sicherheitsberichts dargestellt. Der Gesuchsteller sieht vor, diese Angaben im Rahmen einer detaillierteren Baugrundabklärung für das Baubewilligungsgesuch zu überprüfen und allenfalls anzupassen.

Den Aufbau des Baugrunds im Standortgebiet zeigt Abbildung 4.1-3 im vorhergehenden Kapitel. Im ganzen Areal bildet der Opalinuston die Felsunterlage, er wird von rund 20 bis 25 m mächtigen Lockergesteinen überlagert. Unter einer wenige Meter mächtigen Auffüllung liegt stellenweise eine geringmächtige, feinkörnige Deckschicht, die bei Überschwemmungen abgelagert wurde. Darunter besteht der Baugrund grösstenteils aus Schottern (Niederterrassenschotter). Es kann ein oberer, sandiger Schotter von einem unteren, siltigen Schotter unterschieden werden, allerdings unterscheiden sich die Schichten nicht sehr stark. Stellenweise liegt unter dem Schotter eine feinkörnige Moräne, die auf verwittertem Fels aus Opalinuston liegt. Der Fels aus Opalinuston ist bis maximal drei Meter tief verwittert.

Die quartären Lockergesteins-Formationen zeigen folgende geotechnische Eigenschaften (Bezeichnung der Schichten gemäss Abbildung 4.1-3 des vorliegenden Gutachtens):

- *Auffüllung (Schicht D)*: heterogen ausgebildet, meist verdichtet eingebauter sauberer Kies, lokal aber auch weicher, toniger Silt (Aushub Opalinuston), Durchlässigkeit schwankend;
- *Deckschicht (Schicht E)*: feinkörnige, lockere Überschwemmungssedimente, gering durchlässig, 1–3 m mächtig;

- *Sandiger Schotter (Schicht A)*: sauberer, sandiger Kies mit wenigen, bis 1 m mächtigen, feinkörnig-sandigen Lagen. Das Gestein ist dicht gelagert, die Durchlässigkeit gross und horizontal/vertikal stark unterschiedlich, 8–12 m mächtig;
- *Siltiger Schotter (Schicht A')*: sehr dicht gelagerter sandig-siltiger Kies mit sandigen Lagen bis 90 cm. Der Anteil an Ton und Silt der Matrix ist höher als im sandigen Schotter darüber. Die Durchlässigkeit ist gegenüber dem oberen Schotter geringer, die Schicht bildet den unteren Teil des ergiebigen Grundwasserträgers, 10–14 m mächtig;
- *Moräne (Schicht B)*: über dem verwitterten Fels liegt eine geringmächtige Moräne. Das Komponentenspektrum umfasst alle Korngrössen. Das Gestein ist Matrix-gestützt, diese ist für das geotechnische Verhalten massgebend. Die Moräne ist glazial vorbelastet und darum sehr hart gelagert. Die Schicht wirkt als Grundwasserstauer, 0–2 m mächtig;
- Der unter der Moräne liegende Fels (*Schicht C' und C*) aus Opalinuston ist 1–3 m tief verwittert. Im gesamten Standortareal steht als Fels Opalinuston an.

Grundwasserverhältnisse

Der Flurabstand des Grundwassers, d.h. der Abstand zwischen der Geländeoberfläche und der Grundwasseroberfläche, liegt im Bereich der Insel Beznau zwischen drei und sechs Metern. Da die Fundationskoten der Gebäude je nach Wahl des Reaktortyps bis 12 m (im Falle des ESBWR noch tiefer) in den Baugrund reichen (siehe Abbildung 2.3-3 des vorliegenden Gutachtens), sind Massnahmen zum Schutz der Baugruben vor eindringendem Grundwasser erforderlich. Weil das Grundwasser wegen der hohen Durchlässigkeit des Baugrunds bei offenen Baugruben nicht genügend abgesenkt werden kann, sieht der Gesuchsteller vor, diese mit dichten Baugrubenabschlüssen zu umschliessen. Der Baugrubenabschluss muss mindestens in die dichte Moräne oder den verwitterten Fels reichen, damit von unten kein grösserer Wasserzufluss mehr stattfinden kann. Für die Wasserhaltung innerhalb der Baugrube sind Filterbrunnen bis Unterkante Schotter vorgesehen. Bei der Wasserhaltung ist zu beachten, dass die bestehenden Brunnen von KKB 1 und 2 nicht beeinträchtigt werden und dass Gebäudesenkungen zu vermeiden sind. Die Bauwerke beanspruchen je nach Wahl des Baugrubenabschlusses und der Foundationstiefe unterschiedlich grosse Teile des Grundwasserträgers. Die Durchflusskapazitäten des Grundwassers dürfen gemäss Gewässerschutzverordnung [20] in Ausnahmefällen durch unter den mittleren Grundwasserspiegel reichende Neubauten, aber nur um maximal 10 % gegenüber dem unbeeinflussten Zustand verringert werden. Der Gesuchsteller gibt in Kapitel 3.7.2.2 des Sicherheitsberichts an, dass diese Anforderung eingehalten werden kann, da der Durchflussquerschnitt im Bereich Beznau relativ gross ist.

Beurteilung des Baugrunds durch den Gesuchsteller

Die Schotterablagerungen verfügen nach den Angaben des Gesuchstellers in Kapitel 3.7.2.3 über eine gute bis sehr gute Tragfähigkeit und sind nur gering setzungsempfindlich. Bei Fundationen in den künstlichen Auffüllungen und Deckschichten muss hingegen ein Materialersatz vorgenommen werden. Die setzungsanfälligen Schichten sind auszuheben und durch gut verdichtetes Kiesmaterial zu ersetzen, welches dann dieselben Baugrundeigenschaften aufweist wie die Schotter.

Das Verflüssigungspotenzial des Untergrunds wird vom Gesuchsteller als klein eingestuft, da der Schotter und die darin eingeschlossenen Sandlinsen dicht gelagert sind und die in den Sondierungen festgestellten Sandlinsen Mächtigkeiten von maximal 1 m aufweisen. Grössere zusam-

menhängende Sandschichten wurden nicht angetroffen und sind aufgrund der Ablagerungsbedingungen auch nicht zu erwarten. Wenn grössere Sandschichten angetroffen würden, könnten diese nötigenfalls ausgetauscht oder mit Zement verfestigt werden.

Hanginstabilitäten werden ebenfalls nicht als direkte Gefahr erachtet. Das Bauareal liegt auf der flachen Ebene der Insel Beznau, die auf der einen Seite vom Oberwasserkanal und auf der anderen Seite von der Aare mit Flachufer begrenzt ist. Das unmittelbar benachbarte Gelände ist flach bis relativ flach. Beim Oberwasserkanal schliesst zuerst ein flaches Landstück an mit nachfolgendem kurzem Hang bis zur Ebene des Unterwaldes. Der Hang von der Aare in Richtung Dorf Böttstein zeigt aktuell keine Zeichen von Instabilitäten. Rutschungen in diesem Bereich können zwar nicht ganz ausgeschlossen werden, doch würde dies mit Sicherheit nicht zu einer Gefährdung der Anlage auf der Insel Beznau führen, da die Aare an dieser Stelle recht breit ist.

Insgesamt beurteilt der Gesuchsteller die Baugrundeigenschaften als günstig. Es wurde kein Potenzial für Bodenverflüssigung festgestellt, und die Tragfähigkeit des Baugrunds wird als gut beurteilt.

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 [43]
- 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) [40]
- Kernenergieverordnung (KEV) vom 10. Dezember 2004
- GSchV 1998, Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998, Stand 1. Juli 2008 [20]
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA); Norm SIA 267, «Geotechnik», 2003 [68]

Beurteilung des ENSI

Die Ausführungen im Sicherheitsbericht zum Baugrund sind nach Einschätzung des ENSI klar verständlich und plausibel. Die für eine Rahmenbewilligung erforderlichen Angaben zu den massgebenden Teilaspekten des Baugrunds («selection stage» und «verification stage» gemäss IAEA Safety Guide NS-G-3.6 «Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants» [43]) sind vollständig und umfassend abgehandelt.

Mit den durchgeführten Standortuntersuchungen erfüllt der Gesuchsteller die Ziele gemäss IAEA Draft Safety Guide NS-G-3.7 [40], wonach abzuklären 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 Stratigraphie und die Struktur des Standorts, die Schichtenfolge und die Dicke der Schichten sind im Sicherheitsbericht ausreichend detailliert dargelegt. Dies gilt auch für die Lagerung der Schichten und ihre statischen und dynamischen Eigenschaften. Die durchgeführten Sondierungen, insitu-Versuche und Labortests erlauben eine Erfassung und Bestimmung dieser Eigenschaften. Auch wurden die hydrogeologischen Daten in ausreichendem Detaillierungsgrad erarbeitet und dargestellt, ebenso die Geometrie des Grundwasserleiters und die Tiefe des Grundwasserspiegels. Die vom Gesuchsteller vorgeschlagenen Massnahmen zur Sicherung der Baugruben sind zweckmässig.

Die Existenz von Sandlinsen im Untergrund, die möglicherweise ein Verflüssigungspotenzial bei Erdbeben aufweisen können, hat der Gesuchsteller für die Rahmenbewilligungsphase untersucht und bewertet. Dass die Sandlinsen maximal 1 m mächtig sind, führt er auf die Erkenntnisse aus den Bohrungen sowie auf die Ablagerungsbedingungen zurück. Das ENSI vertritt die Ansicht, dass im nicht mit Bohrungen untersuchten Baugrund Sandlinsen mit höheren Mächtigkeiten vorkommen können, zumal die rezenten glazifluviatilen Flussläufe allgemein mäandrierend verlaufen und immer wieder auch grössere Sandbänke zeigen. Die Ergebnisse der Standard-Penetration-Tests und der Seitendruckversuche in den Bohrlöchern lassen darauf schliessen, dass die Schotter- und Geröllschichten und die darin eingeschlossenen Sandlinsen dicht bis sehr dicht gelagert sind. Zu beachten gilt jedoch, dass für die Sandeinschlüsse nur wenige direkte Daten ermittelt wurden und daher Aussagen zu deren Lagerungsdichte nur schwach belegt sind. Sowohl die im Lockergestein in den Bohrlöchern durchgeführten Seitendruckversuche als auch die mit dem Standard-Penetration-Test alle 2 m ermittelten hohen Schlagzahlen beziehen sich meist auf grobkörniges kiesiges Material. Zusätzlich können die Schlagzahlen durch Wassersättigung, Auflockerung infolge Schlaghammereinsatzes, grössere Steine oder auch durch gegenseitige Beeinflussung der Versuche bei einem Abstand von nur 2 m beeinflusst worden sein. Das ENSI formuliert deshalb den folgenden Hinweis.

Hinweis 5:

Die Aussage der EKKB AG hinsichtlich der Baugrundeigenschaften, wonach kein Potenzial für Bodenverflüssigung besteht, ist während der Baubewilligungsphase mit detaillierteren (engmaschigeren) Abklärungen zu erhärten.

Der Gesuchsteller führt in Kapitel 3.7.2.3.3 des Sicherheitsberichts aus, dass von den westlich bis südwestlich am gegenüberliegenden Aareufer liegenden Hängen keine Gefahr infolge Rutschungen für den Standort EKKB ausgeht. Fortlaufende Hangrutschungen im Opalinuston werden zwar häufig beobachtet, vor allem in Siggenthal und Klingnau. Am Schmidberg, südwestlich von Beznau, wurden 1876 langsame und flache Rutschungen registriert, die den Aarelauf erreichten. Diese Bewegungen sind inzwischen praktisch abgeklungen. Sollten diese in Zukunft wieder auftreten, kann damit gerechnet werden, dass die Erd- und Gesteinsmassen wegen des langsamen Einschubs in den Flussquerschnitt von der Aare laufend weggeschwemmt werden. Dieses Phänomen ist beispielsweise im deutschen Wutach-Tal (Baden-Württemberg) zu beobachten, dessen Seitenhänge gegen die Wutach schieben. Der Flusslauf wird dort jedoch nicht verengt, da das Material laufend von den Wassermassen abtransportiert wird. Das ENSI teilt somit die Aussage des Gesuchstellers, dass Rutschungen den Standort weder direkt noch indirekt durch eine Verengung des Aarelaufs gefährden können.

Insgesamt beurteilt das ENSI den Baugrund für das EKKB, unter Berücksichtigung des vorgesehenen Materialersatzes bei oberflächennahen Foundationen, als geeignet. Die im obigen Hinweis erwähnten erforderlichen vertiefenden Abklärungen sind jedoch im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens noch zu erbringen.

4.1.6.3 Seismik

Angaben des Gesuchstellers

Seismizität

Der Gesuchsteller hält fest, dass die Schweiz als Ganzes in einer relativ stabilen Region innerhalb einer grösseren plattentektonischen Einheit liegt, welche sich durch geringe Wahrscheinlichkeiten von starken Erdbeben auszeichnet (so genannte «intraplate region»). Innerhalb der Schweiz liegt der Standort Beznau zudem in einem Gebiet mit niedrigerer seismischer Gefährdung. Bei sehr geringen jährlichen Eintretenswahrscheinlichkeiten müssen aber trotzdem starke Erdbeben, welche erhebliche Bodenerschütterungen verursachen können, in Betracht gezogen werden.

Gestützt auf die Karten des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) zur rezenten Seismizität wird die geografische und tiefenmässige Verteilung der bekannten Beben dargestellt. Abbildung 4.1-9 gibt einen Überblick der bekannten Erdbeben zwischen ca. 1000 n. Chr. und 2007. Der Gesuchsteller stellt fest, dass die Standortregion eine geringe und diffus verteilte Erdbebenaktivität aufweist, deren Epizentren, wie in fast allen Regionen der Schweiz, keinen bekannten tektonischen Elementen zugeordnet werden können.

Durch ein starkes Erdbeben kann der Standort aufgrund von Bodenerschütterungen (vibratorische Gefährdung) und aufgrund diskreter Oberflächenverschiebungen entlang von tektonischen Störungen (Verschiebungsgefährdung) gefährdet werden. Das Potenzial für Oberflächenverschiebungen ist vernachlässigbar, da mit Ausnahme der Mandacher Überschiebung am südlichen Ende keine lokalen tektonischen Störungen bekannt sind, die durch die Insel Beznau verlaufen.

Bodenerschütterungen

Für die Beurteilung der Gefährdung durch Bodenerschütterungen am Standort EKKB stützt sich der Gesuchsteller auf die Resultate des Projekts PEGASOS [74]. Ausgewählte Ergebnisse des PEGASOS-Projekts finden sich unter den Angaben des Gesuchstellers in Kapitel 4.2.2 dieses Gutachtens.

Für die PEGASOS-Studie wurde die Seismizität in einem Umkreis von bis zu 300 km um die Kraftwerksstandorte berücksichtigt. Vier Expertengruppen entwickelten aufgrund der zur Verfügung gestellten aktuellen Daten individuelle Quellenmodelle, die aufgrund unterschiedlicher seismotektonischer Hypothesen noch verschieden gewichtete Untermodelle aufwiesen. Mit Ausnahme einer Gruppe, die die Freiburger Horizontalverschiebung und die Störung von Reinach mit geringer Wahrscheinlichkeit als Störungsquelle ins Modell aufnahmen, modellierten alle PEGASOS-Experten die seismische Aktivität in Form von Flächenquellen.

Alle Expertengruppen beurteilten die lokalen Störungen im Deckgebirge als nicht relevant für die seismische Gefährdung. Dies gilt auch für die Mandacher Überschiebung: Mit einem Tiefgang von wenigen hundert Metern liegt die Überschiebung über den minimalen Herdtiefen, bei denen im alpinen Vorland ingenieurseismologisch relevante Erdbeben auftreten. Der Gesuchsteller erwähnt zwei untefe Beben von mittlerer Stärke, das Beben von Anney (Magnitude 4,6 – Tiefe

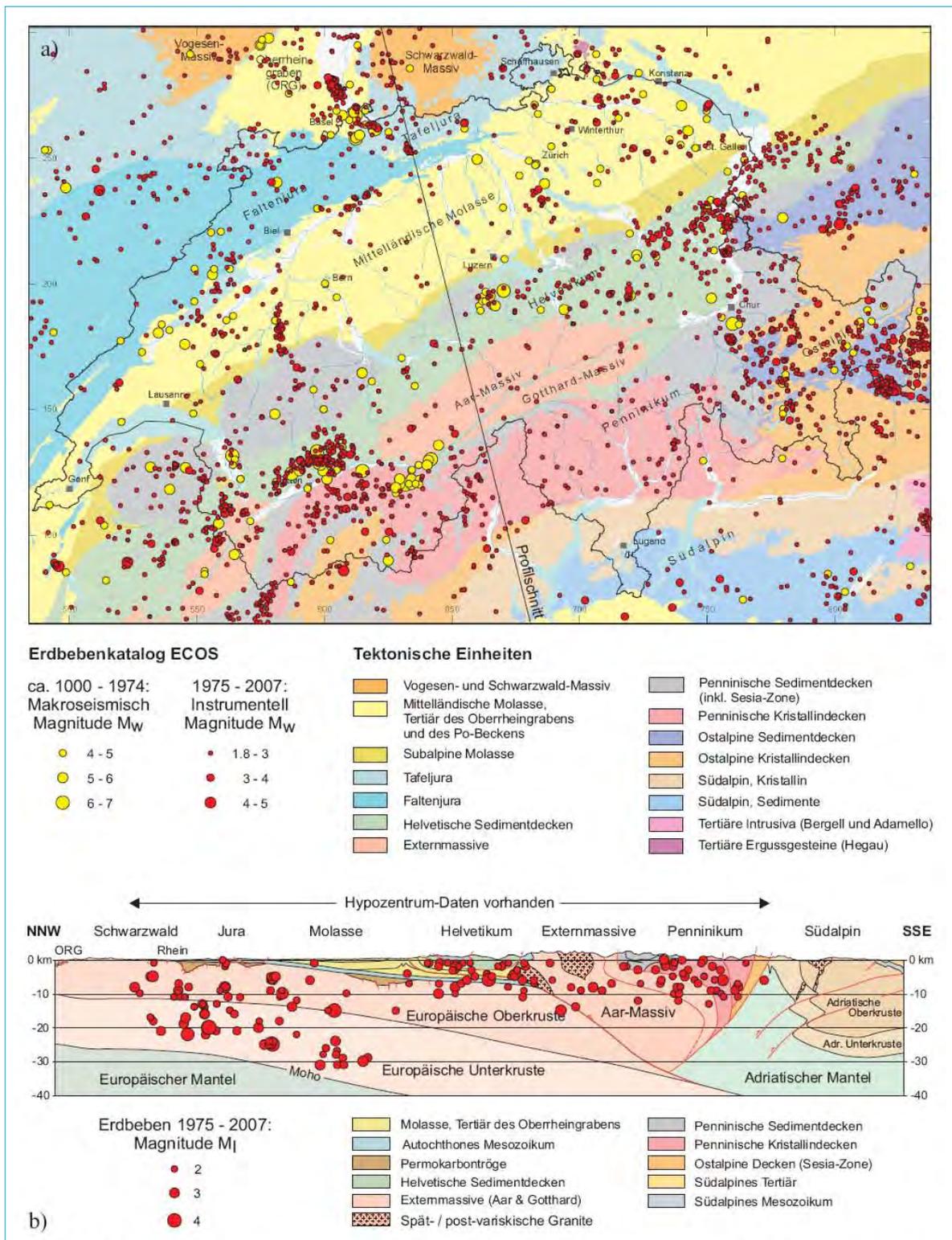


Abbildung 4.1-9: Lage der Erdbeben in der Schweiz und in den angrenzenden Gebieten aus dem Erdbebenkatalog des SED zwischen ca. 1000 und 2007 (Quelle: SIB EKKB)

3 km) und das Beben von Fribourg (Magnitude 4,0 – Tiefe 2 km). Beide Beben wurden als Strike-slip-Bewegungen in über 3 km mächtigen Sedimentstapeln interpretiert. Der Gesuchsteller hat zudem die maximal mögliche tektonische Spannung modelliert, die an der Mandacher Überschiebung aufgebaut werden kann, bevor an der Überschiebungsfläche eine Bewegung auftritt. Diese Maximalspannung ist auch die obere Grenze für den Spannungsabfall («stress drop») bei einem Erdbeben. Bei einem Reibungswinkel von 15° beträgt die maximale Scherspannung 2,6 MPa, darüber beginnt sich die Störung zu bewegen. Bei einem Reibungswinkel von 20° ist bereits keine Aktivierung der Überschiebung mehr möglich. Der Gesuchsteller geht davon aus, dass 2,6 MPa den maximal möglichen Spannungsabfall bei einem Erdbeben an der Mandacher Überschiebung darstellen. Daraus ermittelt er ein Beben mit einer maximalen Magnitude von 3,3. Somit ist gemäss der EKKB AG die Mandacher Überschiebung nicht fähig, ein Beben mit einem bedeutenden Schadenspotenzial, das heisst mit einer ingenieurseismologisch relevanten Magnitude grösser als 4,5, zu erzeugen.

Das seismische Potenzial der Randstörungen des Permokarbon-Trogs wurde von den PEGASOS-Experten intensiv diskutiert. Mehrheitlich waren sie der Meinung, dass eine (inverse) Reaktivierung der steil stehenden Randbrüche (als Überschiebung) unter dem Einfluss des heutigen Spannungsfeldes wenig wahrscheinlich sei, aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden könne. Eine mögliche Reaktivierung wurde in den Quellenzonierungsmodellen der einzelnen Expertengruppen auf unterschiedliche Weise berücksichtigt und gewichtet.

Für das PEGASOS-Projekt wurde als unterer Grenzwert für ein Beben mit Schadenspotenzial eine Magnitude von 5,0 angenommen. Für die Maximalmagnituden (M_{\max}) wurden Wahrscheinlichkeitsverteilungen angenommen. Alle vier Expertengruppen gehen in der Beznau-«Host-Zone» (d.h. der Flächenquelle, die die Standorte KKB und EKKB enthält) vom Auftreten von Maximalmagnituden bis 7 aus, allerdings mit unterschiedlichen Eintretenswahrscheinlichkeiten (siehe Abbildung 3.7-28 im Sicherheitsbericht); in drei Gruppen werden noch höhere Maximalmagnituden erwartet. Gemittelt über alle Expertengruppen resultierte ein mittlerer Wert der Maximalmagnitude für diese Quellenzone von 6,6. Auf der Basis einer empirisch belegten Beziehung zwischen der Länge einer Störung und ihrem Magnitudenpotenzial schliesst der Gesuchsteller, dass die Gefährdungsbeiträge aller im Umkreis von 25 km um den Standort Beznau identifizierten Störungen einschliesslich der Vorwaldstörung mit einem maximalen Magnitudenpotenzial von $M = 6,4$ bereits im probabilistischen Gefährdungsergebnis der PEGASOS-Studie enthalten sind.

Das Projekt PEGASOS beschäftigte sich auch mit der Verstärkung des seismischen Signals in den oberflächennahen Schichten zwischen Referenz-Felstiefe und Fundationsknoten des Bauwerks resp. der Geländeoberfläche. Im Sicherheitsbericht wird ein Scherwellenprofil vorgestellt, welches aus der OPAL-Studie [72] für den Standort EKKB erstellt wurde. Erste Berechnungen der Amplifikationsfunktionen am neuen Standort geben Hinweise, dass die Amplifikation der seismischen Wellen durch die oberflächennahen geologischen Schichten geringer ist, als in der PEGASOS-Studie für KKB 1 und 2 ermittelt wurde (siehe Abbildung 3.7-32 im Sicherheitsbericht). Der Gesuchsteller geht damit davon aus, dass die Gefährdungsergebnisse des PEGASOS-Projekts für KKB mit kleinen Einschränkungen auch für den nur ca. 300 m entfernten Standort EKKB gültig sind.

Oberflächenverschiebungen

Der Gesuchsteller geht von einer Gefährdung von Gebäuden oder Anlagen durch Oberflächenverschiebungen aus, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Ein diskretes tektonisches Lineament, das mit der Mandacher Überschiebung verbunden ist, streicht direkt durch den Grundriss («footprint») der neuen Anlage;
- Die Bewegungen müssen relativ rasch (innert Jahrzehnten) ablaufen und eine relevante Grössenordnung von mehreren mm pro Ereignis erreichen.

Beide Bedingungen sind am Standort Beznau nicht erfüllt (vgl. Kapitel 4.1.6.1). Die Mandacher Überschiebung und ihre Verästelungen liegen mehrere hundert Meter weiter südlich des Standorts EKKB, und es gibt keine Hinweise darauf, dass sie sich in den letzten 25 000 Jahren bewegt hätte. Unter der Beznau-Insel finden sich keine tektonischen Strukturen, welche ein Potenzial für Oberflächenverschiebungen haben. Die Randstörungen des Permokarbon-Trogs (inkl. der Vorwald-Störung) waren mindestens seit dem Miozän, d.h. seit mehr als 25 Mio. Jahren, nicht mehr aktiv.

Geplante weitere Untersuchungen

Im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten für das Baubewilligungsgesuch plant der Gesuchsteller weitere Studien und Feldarbeiten durchzuführen:

Die Überwachung der (mikro)seismischen Aktivität gibt Hinweise auf die Lage aktiver Schwächezonen und den aktuellen Spannungszustand der Erdkruste. Deshalb soll das bestehende Erdbebennetz des Schweizerischen Erdbebendienstes SED verdichtet werden. Es ist geplant, im Mittelland und im Jura zusammen mit der Nagra ca. 20 zusätzliche Registrierstationen aufzustellen, wobei ca. vier Stationen in der Nähe von Beznau aufgestellt werden. Diese Stationsverdichtung erlaubt, Mikrobeben bis zu einer Magnitude von 1,0 zu erfassen.

Mit der Nutzung der neuen Resultate der PEGASOS-Nachfolgestudie PRP (PEGASOS Refinement Project) wird gewährleistet, dass bis zum Baubewilligungsgesuch hin die neue Anlage auf eine aufdatierte Prognose der maximal zu erwartenden Bodenbeschleunigungen ausgelegt werden kann. Zudem schlägt der Gesuchsteller vor, durch spezielle geologische Aufnahmen in der Baugrube auf Anzeichen von tektonischen Vorgängen im Lockergestein zu achten.

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 [14] 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 [40] 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 [75] entsprechend dem dort definierten Level 4 angewandt wird.

Beurteilung des ENSI

Seismizität

Die in der PEGASOS-Studie verwendeten seismischen und seismotektonischen Datengrundlagen werden als Folge der bestehenden Datenfülle im EKKB-Sicherheitsbericht nur exemplarisch dargestellt, die wichtigsten Grundaussagen zur Seismizität der Standortregion sind jedoch vorhanden. Das ENSI beurteilt die diesbezüglichen Angaben des Gesuchstellers als korrekt. Zu den Grundlagen der Angaben der EKKB AG zur Seismizität, der PEGASOS-Studie, äussert sich das ENSI im Zusammenhang mit der Erdbebengefährdung in Kapitel 4.2.2 des Gutachtens.

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 Anlageteile 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 EKKB ist zum jetzigen Zeitpunkt durch die Verwendung der PEGASOS-Daten für Beznau hinreichend dargestellt. Das ENSI kann sich grundsätzlich der Argumentation anschliessen, dass beim heutigen Spannungsfeld von den Störungen des Deckgebirges keine ingenieurseismologisch relevanten Beben erwartet werden. Dies insbesondere, weil die Geometrie der Störungsflächen (Länge, Tiefe und Verhältnis von Länge zu Tiefe) gemäss heute anerkannten empirischen Beziehungen (z.B. [106]) lediglich das Potenzial für schwächere Beben hat. Die vom Gesuchsteller zur Ermittlung der Maximalmagnitude eines Bebens an der Mandacher Überschiebung durchgeführten Berechnungen des Spannungsabfalls [107] basieren jedoch auf vereinfachten Annahmen, deren Auswirkungen auf die Resultate schwer abzuschätzen sind.

Die Interpretation der seismischen Profile (vgl. Kapitel 4.1.6.1) zeigt, dass die steil stehenden Störungen im Grundgebirge meist seit dem ausgehenden Perm nicht mehr aktiv waren. Bei der Vorwald-Störung ist eine Aktivität bis vor ca. 20 Millionen Jahren nachweisbar. Aufgrund dieses Befunds ist auch aus der Sicht des ENSI eine Aktivierung der steil stehenden Randbrüche des Permokarbon-Trogs unter dem Einfluss des heutigen Spannungsfelds wenig wahrscheinlich. Die berücksichtigten Maximalmagnituden in der PEGASOS-Studie decken zudem die aufgrund der geometrischen Ausdehnung der Störungen erwarteten Maximalmagnituden von potenziellen Beben ab.

Oberflächenverschiebungen

Die PEGASOS-Studie macht keine quantitativen Aussagen zur Oberflächenverschiebungsgefährdung an den einzelnen Standorten der bestehenden Kernkraftwerke. Der Gesuchsteller hat

deshalb eine deterministische Beurteilung der Gefährdung durch Oberflächenverschiebungen durchgeführt. Aus Sicht des ENSI stellen die grossräumigen regionalen Bewegungen in der Grössenordnung von 0,1mm/Jahr keine Gefährdung für Gebäude und Anlagenteile dar.

Der Gesuchsteller geht davon aus, dass der Standort nur dann durch Oberflächenverschiebungen gefährdet ist, wenn unter der Anlage, dem so genannten «footprint», Störungen mit einer Verbindung zu einer aktiven Störungszone auftreten. Aus Sicht des ENSI ist die Beschränkung der betrachteten Fläche auf die Zone der Gebäude und Anlagen zu eng. Aufgrund der geringen Erfahrung mit der Breite der beeinflussten Zone um eine allfällige Oberflächenverschiebung sollte ein erweiterter «footprint» berücksichtigt werden, der eine Zone von mindestens 300 m um die Anlage einschliesst. Diese erweiterte Zone berücksichtigt insbesondere, dass Brüche nicht nur vertikal, sondern schräg und verästelt durchschlagen könnten.

Es gibt aus dem aktuellen geologischen Befund an der Oberfläche (vgl. Kapitel 4.1.6.1) sowie aus dem seismischen Befund keine Hinweise auf tektonisch aktive Störungszone in der näheren und weiteren Umgebung des Standorts, weder aus der Korrelation der Erdbebenaktivität mit bekannten Störungen noch aus Feldbeobachtungen anhand junger quartärer Schichten. 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 EKKB liegt gemäss den Ergebnissen des PEGASOS-Projekts in einem Gebiet 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 Aufslagenvorschlag sowie einen Hinweis:

Auflage 2:

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

Hinweis 6:

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

4.1.7 Netzanbindung

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller beabsichtigt, das EKKB in die schweizerischen Hochspannungsnetze einzubinden sowie im Falle von Beeinträchtigungen des Netzes die Versorgung des EKKB durch interne Notstromversorgungssysteme sicherzustellen.

Ergänzend zu den Hauptangaben in Kapitel 3.8 des Sicherheitsberichts [2] wird in Kapitel 2.2.3 die vom Projekt EKKB unabhängige Planung von anderen Projekten auf dem Gebiet der Stromversorgung beschrieben, die im Zusammenhang mit den bestehenden Kraftwerksblöcken KKB 1 und KKB 2 stehen. Diese Projekte sind in Kapitel 2.2 des vorliegenden Gutachtens erwähnt.

Die EKKB AG legt in Kapitel 3.8.1 die generellen Eigenschaften und Anschlusskapazitäten des Netzknotens Beznau dar. Das Unterwerk Beznau nimmt für das schweizerische Höchstspannungsnetz (380 kV und 220 kV) zusammen mit den Unterwerken Laufenburg und Breite eine zentrale Rolle im Norden der Schweiz ein. Die Netzebenen 380 kV und 220 kV sind am Standort Beznau entkoppelt.

Die 380-kV-Schaltanlage besteht aktuell aus Leitungsfeldern mit vier Gegenstationen. Die vier angeschlossenen 380-kV-Leitungen verfügen zusammen über eine installierte Transportleistung von rund 5 800 MW. Das EKKB soll seine Leistung über das 380-kV-Netz abführen. Die elektrische Nettoleistung des EKKB wird in der Leistungsklasse 1 450 MW mit einer Toleranz von rund $\pm 20\%$ liegen. Die redundante Abführung einer Leistung an der oberen Grenze dieses Toleranzbereichs (maximal rund 1 740 MW) ist damit über die bestehende Netzkonfiguration selbst bei Ausfall einer Leitung gewährleistet. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit des 380-kV-Netzknotens Beznau bei Bedarf mittels zusätzlicher Verbindungen zu steigern.

Die Einspeisung des in der Nähe liegenden Kernkraftwerks Leibstadt (KKL) in dasselbe Netz stellt kein Problem dar. Die Ausgestaltung des elektrischen Netzsystems erlaubt diese Ballung von Stromerzeugungsanlagen der betrachteten Leistungsklassen. Der Ausfall beider Blöcke (KKL und EKKB) würde durch das europäische UCPT-Netz (Union for the Coordination of the Production and Transport of Electric Power) mit einer installierten Kraftwerksleistung von über 350 000 MW aufgefangen.

Gemäss Planung im Rahmen des Sachplans Übertragungsleitungen (SÜL) ist vorgesehen, das schweizerische 380-kV-Netz auszubauen und zu verstärken. Das 220-kV-Netz soll in der Zukunft praktisch ausschliesslich für die grossflächige Anspeisung der überregionalen Verteilnetze zum Einsatz kommen.

Die 220-kV-Schaltanlage Beznau dient der Leistungsabfuhr von KKB1 und KKB2 (rund 730 MW), dem Anschluss verschiedener wegführender Leitungen sowie der Transformation auf die Spannung des überregionalen Verteilnetzes von 50 kV. Das überregionale Verteilnetz hat einen hohen Vermaschungsgrad, mit Anschluss insbesondere von regionalen Wasserkraftwerken und Haushalten für rund zwei Millionen Einwohner. Das 50-kV-Netz wird seit Anfang der 1980er-Jahre schrittweise auf 110 kV umgestellt, was in der Region von Beznau gemäss gegenwärtiger Planung im Zeitrahmen von 2011 bis 2020 stattfinden wird. Die regionale Versorgung wird von der AEW Energie AG mit einer 16-kV-Schaltanlage sichergestellt.

In Kapitel 3.8.2 des Sicherheitsberichts wird die Netzverfügbarkeit der Netzebenen 380 kV, 220 kV und 50 kV am Standort Beznau beschrieben. Aus der Statistik von Anfang 1998 bis

Anfang 2008 ist ersichtlich, dass die Netzebenen 380 kV, 220 kV und 50 kV am Standort Beznau eine sehr hohe Verfügbarkeit aufweisen, wobei das 380-kV-Netz die höchste Verfügbarkeit hat.

In Kapitel 3.8.3 werden die grundsätzlichen Vorkehrungen in der geplanten Anlage gegen externe Ereignisse behandelt, die die EKKB-interne Stromversorgung über die Netzanschlüsse beeinträchtigen können. Zusätzlich zum Hauptanschluss des 380-kV-Netzes (mit zweifacher Einspeisung auf die Eigenbedarfsebene) soll eine weitere zweifache Eigenbedarfseinspeisung von mindestens einer anderen Netzspannungsebene erfolgen. Weiter wird die Anlage über eine interne Notstromversorgung verfügen, die die wichtigsten elektrischen Verbraucher bei Ereignissen, die zum Ausfall aller Redundanzen der externen Stromversorgung führen können (z.B. schwere Erdbeben), versorgt. Eine mögliche Einbindung des hydraulischen Kraftwerks Beznau (HKB) zur diversitären (Langzeit-) Stromversorgung, auf welche im Rahmen von Accident-Management-Massnahmen zurückgegriffen werden kann, wird grundsätzlich bei der Auslegung der Anlage in Betracht gezogen. Die möglichen Vorteile einer solchen Einbindung und deren Machbarkeit werden beim Erstellen des Konzepts für die Netzanbindung der Anlage im Rahmen der Bau- bzw. Betriebsbewilligung geprüft.

Der Gesuchsteller bewertet in Kapitel 3.8.4 zusammenfassend den Standort im Hinblick auf die Netzanbindung als gut geeignet. Aufgrund der vorhandenen Ausgestaltung des Netzes und der zugehörigen Schaltanlagen mit den getrennten, am Standort Beznau entkoppelten Einspeiseebenen 380 kV (für EKKB) und 220 kV (für KKB 1 und KKB 2) wird der Parallelbetrieb der neuen Anlage mit den bisherigen Kraftwerksblöcken möglich sein. Kapazitätsengpässe der inländischen oder grenzüberschreitenden Leitungen können ausgeschlossen werden. Die Netzkapazitäten im überregionalen Verteilnetz genügen zur Sicherstellung der Eigenbedarfsversorgung. Aufgrund der Netztopologie sind mehrfache Redundanzen vorhanden. Falls notwendig, können zusätzliche Anforderungen an die Stromversorgung (z.B. im Rahmen des Accident Management) mit der Realisierung von entsprechenden Massnahmen erfüllt werden.

In Kapitel 3.8.5 des Sicherheitsberichts spricht die EKKB AG die Umsetzung der Anforderungen an die Netzanbindung bei der Auslegung an. Die unabhängig vom geplanten EKKB zu erstellende gasolierte Schaltanlage im Stüdliau wird auf der 380-kV-Ebene auch die Anschlüsse für das EKKB mit seinen Anschlusskapazitäten berücksichtigen. Der Eigenbedarf der Anlage wird im Normalbetrieb über den in der Anlage erzeugten Strom gedeckt. Beim An- und Abfahren, im Stillstand oder im Fall einer Nichtverfügbarkeit der Turbogruppe wird der Eigenbedarf aus dem Hauptnetz, voraussichtlich über die 380-kV-Ebene, gedeckt. Neben der normalen Anspeisung des Eigenbedarfs ab der Turbogruppe oder aus dem Hauptnetz (380 kV) sollen zwei weitere externe Eigenbedarfseinspeisungen ab der 220-kV-Ebene und/oder der 110-kV-Ebene vorhanden sein. Detaillierte Angaben zur Auslegung der externen Stromversorgung und zur Anbindung im Höchstspannungsnetz werden im Sicherheitsbericht zur Bau- bzw. zur Betriebsbewilligung entsprechend den Anforderungen von Anhang 4 KEV dargelegt.

Das Konzept der EKKB-internen Notstromversorgungssysteme wird im Sicherheitsbericht nicht näher beschrieben. Der Gesuchsteller weist aber in Kapitel 3.8.5 darauf hin, dass die Anforderungen an die interne Stromversorgung in Art. 10 KEV und in der Richtlinie HSK-R-101 [31]

(bzw. in der zu erstellenden Richtlinie ENSI-G02) festgelegt werden. Auch internationale Richtlinien will die EKKB AG berücksichtigen. Die entsprechenden Systemkonzepte und vorläufigen Systemspezifikationen werden mit dem Baubewilligungsgesuch eingereicht. Die definitiven Systemspezifikationen für Sicherheitssysteme werden im Rahmen der Freigabeverfahren eingereicht.

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 ([31], 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 EKKB als vollständig und zweckmässig.

Die zuverlässige und sichere Anbindung des EKKB an die bestehenden Höchstspannungsnetze kann nach Einschätzung des ENSI aufgrund der ermittelten Kapazitäten grundsätzlich gewährleistet werden. Dies gilt sowohl für die vorgesehene Einspeisung der EKKB-Leistung ins 380-kV-Netz als auch für die Sicherstellung der Eigenbedarfsversorgung des EKKB ab den Netzanschlüssen, wenn keine Generatorleistung zur Verfügung steht.

Die geplante externe Eigenbedarfsversorgung (Netzanschlüsse) wird die gesetzlichen Anforderungen und den Stand der Technik bezüglich Redundanzgrad erfüllen. Einerseits kann diese Stromversorgung ab der Höchstspannungsebene 380 kV durch zweifache Einkopplung auf die Eigenbedarfsschienen erfolgen, andererseits wird eine zusätzliche doppelte Eigenbedarfseinkopplung aus mindestens einer zweiten, noch nicht konkret bestimmten Spannungsebene (z.B. 220 kV und/oder 110 kV) zur Verfügung stehen.

Die Unabhängigkeit der zwei beschriebenen Netzanbindungen des EKKB, wie auch die Unabhängigkeit von KKB1/2 und EKKB, wird vom ENSI als ausreichend betrachtet (KKB1/2 speisen ins 220-kV-Netz, EKKB speist ins 380-kV-Netz, Netzebenen 380 kV und 220 kV sind am Standort Beznau entkoppelt, zweite Eigenbedarfseinspeisung). Eine Störung in einem der Netze, eine Störung in den Blöcken KKB1/2 oder eine Störung im EKKB führt gemäss den beschriebenen Netzanschlussvarianten und Netzkonfiguration nicht zu einer unzulässigen Beeinträchtigung der jeweils anderen Einrichtungen.

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

Der Totalausfall der externen Stromversorgungen wird beim EKKB durch eine entsprechend ausgelegte interne Notstromversorgung beherrscht. Die längerfristige Notstromversorgung kann gegebenenfalls zusätzlich durch Einspeisungen aus dem neuen hydraulischen Kraftwerk Beznau erfolgen oder durch andere Notversorgungsverbindungen erreicht werden. Solche Notversorgungen werden im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs betrachtet. Insgesamt stellt das ENSI fest, dass die beschriebenen Massnahmen für die Notstromversorgung des EKKB 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 EKKB und die dafür vorhandene Infrastruktur. Im Kapitel 2.4 wird auf Brand als Störfall mit Ursprung innerhalb oder ausserhalb der Anlage eingegangen. Der Gesuchsteller erwähnt, dass gemäss Richtlinie HSK-R-30 [28] ein Brandschutzkonzept als Teil der Gesuchsunterlagen zum Baubewilligungsgesuch eingereicht wird. Im selben Kapitel werden die Möglichkeiten dargelegt, bei einem grösseren Brandfall zusätzliche, externe Unterstützung für die Werksfeuerwehr zuziehen zu können, beispielsweise die Stützpunkt-Feuerwehren in Brugg oder Zurzach.

Die EKKB AG weist in Kapitel 3.2 auf die vorhandenen Hochreservoiranlagen in der Umgebung des Standorts Beznau hin. Die Hochreservoiranlagen dienen derzeit als Wasserbezugsquellen für die Feuerlöschwasserversorgung des KKB 1 und 2. Der Gesuchsteller gibt an, dass es voraussichtlich notwendig wird, die Kapazitäten dieser Anlagen für den Betrieb des EKKB auszubauen. Eine solche Erweiterung ist Bestandteil des Rahmenbewilligungsgesuchs. Die Planung des Kapazitätsausbaus erfolgt im Verlauf des Baubewilligungsverfahrens.

In den Kapiteln 3.5 und 3.6 wird auf zusätzliche Möglichkeiten zur Bereitstellung von Feuerlöschwasser eingegangen, beispielsweise die Entnahme aus der Aare oder die Nachspeisung von Löschwasserreservoirs durch Grundwasser. Die Dimensionen der Löschwasserreservoirs und der Bedarf an Nachspeisemengen im Brandfall werden im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs festgelegt.

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 [30] enthalten.

Beurteilung des ENSI

Die aktuellen Gegebenheiten am Standort und die geplanten Veränderungen im Bereich der Löschwasserversorgung werden von der EKKB AG vollständig und zweckmässig beschrieben. Der Gesuchsteller hat aufgezeigt, dass die Löschwasserversorgung am Standort EKKB gewährleistet werden kann. Die Planung des Kapazitätsausbaus der Hochreservoiranlagen wird abhängig vom

zu wählenden Reaktortyp erfolgen, und zwar den Anforderungen der KEV entsprechend im Verlauf des Baubewilligungsverfahrens.

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 beurteilt die am Standort vorhandene bzw. geplante Infrastruktur für den Brandschutz als ausreichend. Das konkrete Brandschutzkonzept des EKKB wird Gegenstand des Baubewilligungsverfahrens sein.

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 [14] oder Richtlinie ENSI-A05 [23] eine probabilistische Gefährdungsanalyse im Rahmen einer Baubewilligung² 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 EKKB gegen die 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 Bestimmungen im schweizerischen Regelwerk für Kernanlagen und unter Einbezug internationaler Standards zur Überprüfung der Vollständigkeit der betrachteten Gefähr-

² 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.

dungen (IAEA Safety Requirements NS-R-3: Site Evaluation for Nuclear Installations, 2003, [36]) präsentiert der Gesuchsteller im Sicherheitsbericht Kapitel 2.4.4.3 eine Liste von externen Ereignissen, welche zu einem Störfall mit Ursprung ausserhalb der Anlage führen können. Die Liste enthält hauptsächlich industriell/verkehrstechnisch, meteorologisch/klimatisch, seismisch oder durch Oberflächenwasser bedingte Gefährdungen und deren Auswirkungen. Diese Angaben sind in der Tabelle 2.4-1 des EKKB-Sicherheitsberichts dargestellt, und in Tabelle 2.4-2 sind die potenziellen Folgeereignisse der externen Ereignisse aufgeführt.

Neben Einzelereignissen werden in Tabelle 2.4-2 auch die Gefährdungen durch «ausserordentlich raue Winterbedingungen mit Schnee(-verwehungen), niedrigen Temperaturen und Vereisung» sowie durch «ausgeprägt harte Sommerbedingungen mit hohen Temperaturen, Trockenheit, Waldbrand und niedrigem Flusswasserspiegel» genannt. Diese beiden Gefährdungen können Ereignisse zur Folge haben, die schliesslich zur Beeinträchtigung oder zum Verlust der externen Kühlwasserzufuhr führen, beispielsweise durch Niedrigwasser oder Vereisung von Einlaufbauwerken. Der Gesuchsteller sichert in Kapitel 3.5.10 des Sicherheitsberichts zu, dass die Anlage gegen solche Ereignisse ausgelegt wird.

Aus der in Kapitel 2.4.4.3 dargelegten Auswahl der Ereignisse werden die für die Auslegung der Anlage relevanten Gefährdungen ermittelt und in Kapitel 3 des EKKB-Sicherheitsberichts analysiert. Für die folgenden Gefährdungen wird eine Analyse der Häufigkeiten durchgeführt:

- Erdbeben
- Überflutung
- Flugzeugabsturz
- extreme Winde und Tornados
- Niederschläge
- Blitzschlag
- Schneelasten
- minimale Flusswasserführung
- minimale und maximale Lufttemperaturen
- Pipelineversagen
- Meteoriteneinschlag

Im Sicherheitsbericht werden unter anderem alle oben aufgeführten Gefährdungen mit Ausnahme von Meteoriteneinschlag als relevant für die Auslegung der Anlage betrachtet.

In Kapitel 3.10 des EKKB-Sicherheitsberichts werden vom Gesuchsteller schliesslich die übrigen externen Ereignisse bewertet, die zwar in Tabelle 2.4-1 aufgeführt sind, die aber aus Sicht der EKKB AG aufgrund der geografischen Lage des Standorts nicht relevant sind (z.B. Tsunami, Hurrikan, Vulkanausbruch, Sandsturm, Lawinen, Gletscheraktivität) oder die aufgrund der Auslegung des EKKB zu keinen Störfällen in der Anlage führen (z.B. Nebel, Frost, elektromagnetische Interferenzen).

Beurteilungsgrundlagen

Grundlage für die Prüfung der Auswahl der hier betrachteten Gefährdungen ist die Kernenergieverordnung [9]. 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 [14] 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 den Tabellen 2.4-1 und 2.4-2 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.

Das ENSI schliesst sich der Einschätzung des Gesuchstellers an, wonach die externen Ereignisse «ausserordentlich raue Winterbedingungen» und «ausgeprägt harte Sommerbedingungen» zu Folgeereignissen führen, die schliesslich den Verlust der externen Kühlwasserzufuhr zur Folge haben können. Der Gesuchsteller hat in Kapitel 3.5.10 des Sicherheitsberichts dargelegt, dass er die Anlage gegen diese Gefährdung auslegen wird. Mit den Begründungen der EKKB AG für die Nichtrelevanz der Ereignisse gemäss Kapitel 3.10 des Sicherheitsberichts wie beispielsweise Tsunami oder Vulkanausbruch ist das ENSI einverstanden. Das ENSI stellt insgesamt fest, dass der Gesuchsteller die potenziellen Gefährdungen des EKKB 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 3.7 «Geologie, Baugrundeigenschaften und Erdbebengefährdung» dargelegt. Bei der Beurteilung der Gefährdung durch Bodenerschütterungen am Standort EKKB stützt sich der Gesuchsteller auf die Resultate des Projekts PEGASOS («Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz») [74]. Diese probabilistische Analyse wurde in den Jahren 2001–2004 nach einer Methodik [75] durchgeführt, die im Auftrag der amerikanischen Aufsichtsbehörde (U.S.NRC) und weiterer US-Institutionen vom «Senior Seismic Hazard Analysis Committee» (SSHAC) entwickelt worden war. PEGASOS wurde gemäss der anspruchsvollsten, als «SSHAC Level 4» bezeichneten und für sicherheitstechnisch besonders bedeutsame Anlagen empfohlenen Variante durchgeführt. Ziel der SSHAC-Level-4-Methodik ist es, zu jeder für die Gefährdungsberechnung relevanten Frage das Spektrum der in der Fachwelt vorherrschenden Hypothesen und Meinungen inklusive der zugehörigen Unsicherheiten möglichst realistisch abzu-

bilden. Die SSHAC-Empfehlungen zeigen auf, wie dieses Ziel durch formelle Expertenbefragung zu erreichen ist. 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 seismischen Aktivität in einem Umkreis von bis zu 300 km um die Kraftwerksstandorte. Diese Charakterisierung der seismischen Quellen gründete auf einer umfangreichen, nach den Vorstellungen der vier Expertengruppen zusammengestellten Datenbasis. Abgesehen von einer gering gewichteten Variante mit diskreter Modellierung der Freiburger Horizontalverschiebung und der Störung von Reinach modellierten die vier Expertengruppen die gesamte seismische Aktivität in Form von seismischen Quellenzonen. Jede Quellzone stellt eine Zone der Erdkruste dar, die sich durch eine spezifische magnitudenabhängige Erdbebenwiederholungsrate, Maximalmagnitude (M_{\max}) und Herdtiefenverteilung auszeichnet.
- **Abminderungsmodelle:** Für Referenzfelsbedingungen, die durch eine gewählte Scherwellengeschwindigkeit von 2 000 m/s definiert wurden, entwickelten fünf Experten eigene Abminderungsmodelle. Diese beschreiben, wie die Bodenerschütterung als Funktion der Magnitude und der Frequenz mit zunehmender Entfernung vom Erdbebenherd abnimmt. Unter der Bodenerschütterung wird dabei die Bodenbeschleunigung verstanden. Die Arbeiten umfassten Evaluation, Auswahl, Neukomposition und Gewichtung von publizierten empirischen Abminderungsbeziehungen in unterschiedlichen Magnituden- und Entfernungsbereichen.
- **Standorteinflüsse:** Vier weitere Experten entwickelten individuelle Modelle zur Beschreibung der frequenzabhängigen Verstärkung der Erdbebenwellen in den standortspezifischen oberflächennahen Schichten zwischen der Referenzfelstiefe und der Terrainoberfläche bzw. der Fundationskote der Bauwerke. Neben dem Scherwellengeschwindigkeitsprofil betrachteten sie dabei Einflussgrößen wie den Einfallswinkel der Bodenschichten oder das nicht-lineare Bodenverhalten bei hohen Beschleunigungen.
- **Gefährdungsberechnung:** Für die numerische Gefährdungsberechnung wurden alle von den Experten der erwähnten Teilprojekte entwickelten Modellvarianten und Parameterverteilungen einschliesslich der zugehörigen Gewichtung in einem Gesamtmodell kombiniert. Das Gesamtmodell wurde numerisch ausgewertet, und die sich daraus ergebenden Gefährdungsergebnisse wurden inklusive der zugehörigen Unsicherheit für die praktische Nutzung grafisch aufbereitet. Ferner wurden in diesem vierten Teilprojekt Sensitivitätsanalysen zu einzelnen Gefährdungsbeiträgen durchgeführt.

Die EKKB AG geht davon aus, dass die aus der PEGASOS-Studie für die bestehende Anlage KKB vorliegenden Resultate mit kleinen, die Auswirkungen der unterschiedlichen Mächtigkeiten und Eigenschaften der Lockergesteinsschichten betreffenden Einschränkungen auch für den ca. 300 m entfernten Standort EKKB gültig sind. Die vorliegenden Resultate umfassen Gefährdungskurven und Gefährdungsspektren, Aufschlüsselungen der Gefährdungsbeiträge nach Entfernung und Magnitude sowie die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen. Resultate liegen für die Horizontal- und Vertikalbeschleunigung und – zusätzlich zu der Terrainoberfläche und der Referenzfelstiefe – für zwei Gebäudefundationskoten vor.

Die Gefährdungskurven stellen die Überschreitungshäufigkeit als Funktion der Beschleunigungsamplitude frequenzabhängig dar, wobei die Unsicherheitsverteilung der Überschreitungshäufigkeit durch die Mittelwert- und die Perzentilkurven sichtbar gemacht wird. Den für den Standort Beznau vorliegenden Gefährdungskurven entnimmt der Gesuchsteller beispielsweise, dass auf Referenzfelstiefe eine Horizontalbeschleunigung («peak ground acceleration», PGA) von 0,23 g im Mittel mit einer Häufigkeit von 10^{-4} pro Jahr überschritten wird.

In einem Folgeprojekt zu PEGASOS, dem «PEGASOS Refinement Project» (PRP), soll versucht werden, die Unsicherheiten in den für die bestehenden KKW-Standorte vorliegenden Erdbebengefährdungsergebnissen zu reduzieren. Ferner soll im PRP auch die Erdbebengefährdung für den Standort EKKB berechnet werden. Arbeitsschwerpunkte des PRP sind die Entwicklung eines neuen schweizerischen Abminderungsmodells und die Überprüfung der Standorteinflüsse mittels der Erkenntnisse aus den neuen Baugrunduntersuchungen, die für den Standort EKKB in den Jahren 2008 und 2009 im Projekt OPAL [72] durchgeführt wurden. Weitere geplante Arbeiten umfassen die Überarbeitung und Aufdatierung des Erdbebenkatalogs des Schweizerischen Erdbebendienstes SED, die Berechnung der Gefährdung für eine tiefere Grenzmagnitude von 4,5 statt wie bisher 5,0 sowie die alternative, numerische Modellierung ausgewählter Erdbebenszenarien mittels «extended source simulations» (ESS). Mit den ESS wird die Bodenerschütterung speziell im Nahbereich einer Erdbeben auslösenden Bruchfläche berechnet. Die Berechnungen beruhen auf einem klar definierten räumlichen und dynamischen Modell der Störungszone, einem geologischen Schichtmodell und den Gesetzen der Wellenausbreitung.

Der Gesuchsteller geht davon aus, dass die PRP-Ergebnisse bis zur Vorbereitung des Gesuchs für die Baubewilligung vorliegen werden und beabsichtigt, die Anlage EKKB auf die aufdatierten Gefährdungsergebnisse auszulegen. Den Anforderungen von Anhang 4 KEV entsprechend werden hinsichtlich des Baubewilligungsgesuchs eine seismische Gefährdungsspezifikation für das EKKB erstellt und die Bemessungsgrundlagen für die seismische Auslegung festgelegt. Aufgrund der vorliegenden und der aus dem Projekt PRP noch ausstehenden seismischen Gefährdungsergebnisse erwartet der Gesuchsteller keine Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Sicherheitskriterien.

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 [14] verankert.

Für die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch seismische Bodenerschütterung hat das ENSI gefordert, dass die Methode des «Senior Seismic Hazard Analysis Committee» (SSHAC) [75], 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» [48], 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 EKKB infolge Erdbeben ausgelöste Bodenerschütterung darzustellen, als korrekt. Erdbeben können auch Auswirkungen wie Bodensetzung, Erdbeben 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 [74] auf die aktuell massgebende Grundlage, um die Eignung des Standorts EKKB in Bezug auf die Gefährdung durch die seismische Bodenerschütterung zu beurteilen. Das ENSI schliesst sich dem Standpunkt des Gesuchstellers an, wonach die für KKB vorliegenden Gefährdungsergebnisse aufgrund der Nähe und der Ähnlichkeit der Standorte KKB und EKKB näherungsweise auf EKKB 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 zu Grunde 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], [48] 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 [76].

Im Baubewilligungsverfahren wird der Gesuchsteller als Grundlage für die Auslegung der Gebäude und Anlagenteile Erdbebengefährdungsergebnisse zu verwenden haben, die standortspezifisch für EKKB 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. Das ENSI erklärt sich mit der Absicht des Gesuchstellers einverstanden, die Anlage EKKB auf die Resultate aus dem «PEGASOS Refinement Project» (PRP) auszulegen.

Das im Sicherheitsbericht für das EKKB dargestellte Gefährdungsniveau liegt in einem Bereich, für den das ENSI die seismische Bemessung und Konstruktion der sicherheitsrelevanten Gebäude und Ausrüstungen als machbar erachtet. Zum Beispiel liegt die Horizontalkomponente der PGA auf der Fundationskote –15 m, wie sie die Reaktorgebäude des KKB aufweisen, bei einer Überschreitungshäufigkeit von 10^{-4} pro Jahr im Bereich von 0,15 g bis 0,47 g. Für diese PGA-Werte ist die Überschreitungshäufigkeit mit 16 % bzw. 84 % Vertrauen kleiner als 10^{-4} pro Jahr. Für die

PGA-Werte 0,26g und 0,38g liegen der Medianwert (50%-Fraktile) bzw. der Mittelwert der Überschreitungshäufigkeit bei 10^{-4} pro Jahr. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die für EKKB 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 EKKB 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 EKKB AG noch durchzuführenden Analysen bezüglich der Erdbebengefährdung des EKKB formuliert das ENSI den folgenden Auflagenvorschlag:

Auflage 3:

Als Grundlage für die Auslegung der Gebäude und Anlagenteile im Bauprojekt hat die EKKB AG Erdbebengefährdungsergebnisse zu verwenden, die standortspezifisch für das EKKB 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 «Oberflächengewässer» des Sicherheitsberichts die standortspezifische Gefährdung durch externe Überflutung aufgrund natürlich bedingter Hochwasser sowie aufgrund des Versagens von wasserbaulichen Einrichtungen dar.

Die Abschätzung der bei einem naturbedingten Hochwasser mit einer Häufigkeit $\geq 10^{-4}$ pro Jahr am Standort auftretenden Hochwasserabflüsse (im Folgenden als 10 000-jährliches Hochwasser bezeichnet) beruht einerseits auf einer statistischen Auswertung von Pegelmessdaten und von rekonstruierten historischen Hochwassern. Andererseits stützt sie sich auf vom Gesuchsteller als Extremhochwasserszenarien bezeichnete Kombinationen von Hochwassern verschiedener Jährlichkeiten von Aare, Reuss und Limmat. Auf Basis dieser Betrachtungen ermittelt die EKKB AG einen Durchfluss von 4 200 m³/s für das 10 000-jährliche Hochwasser.

Für zivilisatorisch bedingte Hochwasserszenarien identifiziert der Gesuchsteller die Wehre der Kraftwerke Wettingen, Rapperswil-Auenstein und Wildegg-Brugg aufgrund ihrer Entfernung zur Insel Beznau und aufgrund der Grösse ihres Stauvolumens als relevante wasserbauliche Einrichtungen. Das Versagen des Wehrs des Kraftwerks Wettingen bewirkt mit einer Überflutung von bis zu 0,9 m die grösste zivilisatorisch bedingte Flutwelle auf dem EKKB-Areal. Ein Versagen des Wehres des Kraftwerks Wildegg-Brugg aufgrund der durch den Bruch des Wehrs des Kraftwerks Rapperswil-Auenstein ausgelösten Flutwelle sowie ein gleichzeitiger Bruch aller drei genannten Wehre für den Fall eines grossflächigen Erdbebens werden ebenfalls betrachtet. Diese führen jedoch im ersten Fall wegen des geringeren Wasservolumens und im zweiten Fall wegen der verschiedenen Fließzeiten bis zur Insel Beznau zu keiner grösseren Flutwelle als der alleinige Wehrbruch des Kraftwerks Wettingen.

Für die Aare von Aarau bis zum Rhein ist ein zweidimensionales Überflutungsmodell entwickelt worden, das auf einem Terrainmodell des Bundesamts für Landestopografie sowie auf terrestrisch vermessenen Querprofilen für den Flussbereich beruht. Die Limmat ist wegen ihres engen Flussschlauchs mit einem eindimensionalen Modell abgebildet. Mit Hilfe dieser Modelle werden die bei dem angenommenen 10 000-jährlichen Hochwasser und bei dem Wehrbruch des Kraftwerks Wettingen zu erwartenden Überflutungshöhen entlang der Aare berechnet. Massgebend für die Auslegung gegen externe Überflutungen ist demnach das 10 000-jährliche Hochwasser, das wegen der gewählten Annahmen (das Hydraulische Kraftwerk Beznau ist nicht in Betrieb, und nur vier der zugehörigen fünf Wehröffnungen können geöffnet werden) zu einer Überflutung am geplanten Standort von bis zu 1,59 m führt. Dieser Wert wurde für die maximale Wassertiefe am vorgesehenen Kühlturmstandort ermittelt; die Wassertiefen im Bereich der nuklearen Bauten und im südwestlichen Teil der Insel liegen deutlich unter diesem Wert.

Als «Überlastfall», der in Abbildung 3.5-22 des Sicherheitsberichts als geschätzte Probable Maximum Flood (PMF) bezeichnet wird, berechnet der Gesuchsteller die zu erwartenden Überflutungshöhen am geplanten Standort bei einer um 20 % gegenüber dem 10 000-jährlichen Hochwasser erhöhten Wassermenge von 5 040 m³/s. Die Überflutungshöhe steigt dann am ungünstigsten Punkt des EKKB-Areals im Bereich des neuen Kühlturms um 0,51 m auf ca. 2,1 m an. Um die Sensitivität der Berechnungen bezüglich der angesetzten Rauigkeitswerte zu überprüfen, ist die Simulation mit um 10 % verringerten Rauigkeitswerten wiederholt worden; hierbei zeigte der resultierende Wasserspiegel praktisch keine Veränderungen.

Die EKKB AG gibt an, dass Verklausungen des Wehrs des Hydraulischen Kraftwerks Beznau durch Sedimente oder Holz nicht zu erwarten sind. Der Gesuchsteller sichert zu, die notwendigen Schritte zu unternehmen, um auch unter Hochwasserbedingungen gewährleisten zu können, dass mindestens vier der fünf Wehröffnungen dieses Kraftwerks offen sein werden.

Als mögliche Schutzmassnahmen gegen Hochwasser werden vom Gesuchsteller eine Terrainerhöhung, ein Entlastungskanal für den Oberwasserkanal, ein Seitendamm und ein Abdichten der Gebäude erwähnt. Detaillierte Gegenmassnahmen und deren Auswirkungen auf die Modellrechnungen werden für die nachfolgenden Bewilligungsverfahren angekündigt. Die EKKB AG kommt zum Schluss, dass mit einer geeigneten Auslegung gegen Überflutung die gesetzlichen Anforderungen zum Schutz gegen Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage eingehalten werden können und daher eine mögliche Überflutung bei einem 10 000-jährlichen Hochwasser die Standorteignung nicht in Frage stellt.

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 der KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [14] 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» [42].

Beurteilung des ENSI

Die Auswahl der vom Gesuchsteller betrachteten Überflutungsursachen – 10 000-jährliches Hochwasser, einzelner Wehrbruch, aufeinander folgende Wehrbrüche und gleichzeitige Wehrbrüche – decken mit den ihnen zu Grunde gelegten Annahmen das Spektrum der massgeblichen Gefährdungsursachen und ihrer relevanten Kombinationen ab. Die erhobenen Daten stellen grundsätzlich eine geeignete Basis für die Untersuchung der natürlichen und der zivilisatorisch bedingten Hochwassergefährdung dar.

Die Kombination der Auswertung von Pegelmessdaten und von historischen Hochwassern mit den vom Gesuchsteller als Extremhochwasserszenarien bezeichneten Kombinationen von Hochwassern verschiedener Jährlichkeiten von Aare, Reuss und Limmat ist grundsätzlich geeignet für die Extrapolation auf die Wassermassen eines 10 000-jährlichen Hochwassers auf Höhe der Insel Beznau. Die Annahmen, unter denen die so genannten Extremhochwasserszenarien abgeleitet wurden, sind sinnvoll gewählt. Der aus Pegelmessdaten, historischen Hochwassern und Extremhochwasserszenarien extrapolierte Wert von 4 200 m³/s für das 10 000-jährliche Hochwasser ist plausibel. Aus den Angaben des Gesuchstellers geht jedoch nicht hervor, ob dieser Wert dem Mittelwert der Unsicherheitsverteilung des Durchflusses entspricht. Ausserdem fehlen Angaben zum 5-%- und zum 95-%-Perzentil der Unsicherheitsverteilung. Eine nachvollziehbare Herleitung des Mittelwerts sowie des 5-%- und des 95-%-Perzentils kann gemäss Safety Guide No. NS-G-3.5 [42] im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens erfolgen, um neben dem zu erwartenden Durchfluss eines 10 000-jährlichen Hochwassers auch die Unsicherheit zu quantifizieren, mit der die Berechnung behaftet ist.

Die IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [36] fordern für die Beschreibung der Gefährdung durch Überflutung die Erhebung sowohl meteorologischer als auch hydrologischer Daten und die Entwicklung eines geeigneten meteorologischen und hydrologischen Modells. Daher ist eine zusätzliche Betrachtung von Niederschlagsdaten für die deterministische Abschätzung einer Probable Maximum Precipitation (PMP) und daraus abgeleitet einer Probable Maximum Flood (PMF) für eine Absicherung des Mittelwerts des Durchflusses des 10 000-jährlichen Hochwassers erforderlich (Hinweis, siehe weiter hinten).

Das von der EKKB AG entwickelte Überflutungsmodell erlaubt die Bestimmung des zu erwartenden Wasserstands, der Vorwarnzeit, der Dauer der Überflutung und der Strömungsbedingungen für die verschiedenen betrachteten Überflutungsursachen. Die geringe Sensitivität des Modells bezüglich der gewählten Rauigkeit ist ein Indikator dafür, dass dieser Parameter keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis hat.

Das Versagen des Wehrs des Kraftwerks Wettingen bewirkt die grösste zivilisatorisch bedingte Flutwelle auf Höhe der Insel Beznau. Das 10 000-jährliche Hochwasser mit dem angenommenen Durchfluss von 4 200 m³/s verursacht am geplanten Standort jedoch eine noch höhere Überflutung. Es ist damit für den Hochwasserschutz des geplanten Kernkraftwerks auslegungsbestimmend. Die Berechnung des Überlastfalls mit der Annahme eines maximalen Durchflusses von 5 040 m³/s demonstriert, dass auch massiv grössere Wassermengen den Pegelstand nicht sprunghaft ansteigen lassen.

Die Angaben des Gesuchstellers zur Verklausungsgefahr durch Holz sind nachvollziehbar. Die Aussagen zum Feststofftransport bei natürlichem Hochwasser erscheinen einleuchtend; der Beleg durch die grafische Darstellung der berechneten Schubspannungen fehlt jedoch. Für Wehrbruchszenarien wurde der Einfluss der Sedimentation durch den Gesuchsteller nicht beurteilt. Die Berechnung bzw. grafische Darstellung der Simulationsergebnisse der Schubspannungen zur nachvollziehbaren Bewertung des Einflusses des Feststofftransports bei einem 10 000-jährlichen Hochwasser und bei dem Wehrbruch des Kraftwerks Wettingen kann gemäss Safety Guide No. NS-G-3.5 [42] im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens erfolgen.

Die in Kapitel 3.5.7 des Sicherheitsberichts angegebenen möglichen Hochwasserschutzvorkehrungen (Geländeerhöhung, Seitendamm, Entlastungskanal, Abdichten von Gebäuden) sind nicht alle gleichwertig, denn gemäss Safety Guide No. NS-G-3.5 [42] kommt ein Abdichten von Gebäuden nur als zusätzliche Massnahme zu einer geeigneten Geländestrukturierung (Konzept des «trockenen Standorts» durch Anhebung der Geländeoberfläche oder Bau permanenter externer Barrieren wie Dämme oder Spundwände) in Betracht, um den Schutz der Anlage gegen extreme hydrologische Phänomene zu erhöhen. Im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch fehlen Angaben zur Realisierbarkeit und zu den Auswirkungen der entsprechend dem Safety Guide No. NS-G-3.5 [42] geeigneten Schutzmassnahmen wie Geländeerhöhung, Seitendamm und Entlastungskanal. Da wegen des Insel-Standorts ein begrenzter Platz zur Verfügung steht und ein potenzieller Rückstau aufgrund von Veränderungen am Gelände die Überflutungshöhen am Standort der Kernkraftwerksblöcke KKB 1 und KKB 2 unzulässig steigern könnte, ist aus Sicht des ENSI eine abschliessende Bewertung der Überflutungsgefährdung auf der Grundlage der vorgelegten Informationen nicht möglich. Das ENSI beantragt deshalb den am Schluss des Kapitels formulierten Auflagenvorschlag. Gemäss Safety Guide No. NS-G-3.5 ist es ausreichend, Realisierbarkeit und Auswirkungen von Überflutungsschutzmassnahmen im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu klären.

Die Zusicherung des Gesuchstellers, auch unter Hochwasserbedingungen sicherzustellen, dass mindestens vier der fünf Wehröffnungen des Hydraulischen Kraftwerks Beznau offen sein werden, ist zu begrüssen, da dies den Randbedingungen entspricht, unter denen die Auswirkungen eines 10 000-jährlichen Hochwassers berechnet wurden. Bei Nichteinhalten dieser Bedingung wären höhere Überflutungskoten am vorgesehenen Standort zu erwarten. Eine probabilistische Bewertung, inwieweit mit einer oder mehreren nicht zu öffnenden Wehröffnungen zu rechnen ist, und gegebenenfalls eine Berechnung der entsprechenden Auswirkungen sind Teil einer probabilistischen Gefährdungsanalyse entsprechend der Richtlinie ENSI-A05 [23], wie sie im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs vorzulegen ist.

Zusammenfassend ergibt sich aus der ENSI-Beurteilung, dass eine Anforderung der IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 [36] nicht erfüllt wurde und dass eine weitere Untersuchung für die abschliessende Bewertung des Standorts hinsichtlich externer Überflutung erforderlich ist. Bezüglich dieser beiden Punkte werden die nachfolgend formulierte Auflage vorgeschlagen sowie ein Hinweis des ENSI abgeleitet. Die weiteren Bemerkungen des ENSI, die sich aus der Prüfung ergeben haben, decken nur einzelne Aspekte der im Rahmen eines Baubewilligungsgesuchs vorzulegenden Gefährdungsanalyse ab. Aus ihnen wird kein Hinweis abgeleitet, da sie durch die Anforderungen aus den Bewertungsgrundlagen (KEV [9], UVEK-Verordnung V01 [14], ENSI-A05 [23] und IAEA Safety Guide No. NS-G-3.5 [42]) an eine probabilistische Gefährdungsanalyse abgedeckt sind.

Auflage 4:

Die EKKB AG hat die externe Überflutungsanalyse insbesondere in folgenden Punkten zu überarbeiten:

Zur abschliessenden Bewertung des Standorts bezüglich Überflutungen sind die Überflutungshöhen auf der Insel Beznau unter Berücksichtigung der geplanten Hochwasserschutzvorkehrungen für den Fall des 10 000-jährlichen Hochwassers und des Wehrbruchs des Kraftwerks Wettingen neu zu berechnen, um die Realisierbarkeit und die Zulässigkeit der Auswirkungen der Schutzvorkehrungen darzulegen. Die Ergebnisse der Analysen sind dem ENSI spätestens bis zum Baubewilligungsgesuch nachzureichen.

Hinweis 7:

Spätestens bis zum Baubewilligungsgesuch hat die EKKB AG die externe Überflutungsanalyse insbesondere in folgenden Punkten zu überarbeiten:

Die Ergebnisse der Berechnungen für das 10 000-jährliche Hochwasser sind durch die Abschätzung einer Probable Maximum Flood (PMF), basierend auf einer Probable Maximum Precipitation (PMP), abzusichern.

4.2.4 Flugzeugabsturz

Angaben des Gesuchstellers

In Kapitel 3.3.7 des Sicherheitsberichts legt der Gesuchsteller die Gefährdung des Standorts EKKB durch unfallbedingte Abstürze von zivilen Flugzeugen, Militärflugzeugen, Kleinflugzeugen und Helikoptern dar. Detaillierte Angaben zur verwendeten Berechnungsmethodik finden sich in Kapitel 3.3.11.

Massgebend für die Gefährdung durch zivile Flugzeuge sind der An- und Abflugverkehr der Flughäfen Zürich (Distanz 24 km) und Basel-Mülhausen (Distanz 56 km) sowie elf Flug-Korridore für Transitflüge. Für Flugbewegungen im Flughafennahbereich werden zwei Steigflugphasen («Initial Climb», «Climb»), der Sinkflug («Descent») und der Landeanflug («Initial Approach») betrachtet. Die aus der Boeing-Studie [77] ermittelte Absturzrate von 9×10^{-7} pro Flugbewegung wird mit dem Anteil der jeweils betrachteten Flugphase am Unfallaufkommen multipliziert (z.B. mit 0,07 für «Initial Approach», weil gemäss [77] 7 % aller Unfälle in dieser Flugphase auftraten), um eine Absturzrate pro Flugphase zu erhalten. Für Transitflüge wird basierend auf der

Statistik des NTSB (US National Transportation Safety Board, [78]) und der Annahme, dass sich 20 % der Unfälle in der Transitflugphase ereignen, eine Absturzrate von $7,2 \times 10^{-10}$ pro km verwendet. Diese Absturzraten werden schliesslich mit den standortspezifischen Daten, wie z.B. den jährlichen Häufigkeiten der Flugbewegungen in den einzelnen Phasen und Korridoren, kombiniert, um die flugphasenspezifischen Absturzhäufigkeiten pro Jahr und Quadratkilometer zu erhalten.

Die für den Standort EKKB auf Basis der Flugaktivitäten im Jahr 2007 ausgewiesenen Häufigkeiten des Absturzes ziviler Flugzeuge betragen $2,73 \times 10^{-6}$ (Gewichtsklasse 5,7 t bis 20 t) und $7,37 \times 10^{-6}$ (über 20 t) pro Jahr und km^2 . Wenn der «gekröpfte Nordanflug» [79] als zusätzliche Anflugroute in die Rechnungen mit einbezogen wird, ergeben sich geringfügig höhere Häufigkeiten: $2,75 \times 10^{-6}$ (5,7 t bis 20 t) und $7,45 \times 10^{-6}$ (über 20 t) pro Jahr und km^2 . Wenn den Rechnungen das für das Jahr 2030 prognostizierte Flugaufkommen zu Grunde gelegt wird, erhöhen sich die Häufigkeiten (ohne «gekröpften Nordanflug») auf $4,62 \times 10^{-6}$ (5,7 t bis 20 t) und $1,25 \times 10^{-5}$ (über 20 t) pro Jahr und km^2 .

Zur quantitativen Ermittlung der Gefährdung durch Militärflugzeuge, Kleinflugzeuge (leichter als 5,7 t) und Helikopter werden Unfallstatistiken über Abstürze in der gesamten Schweiz verwendet. Die Absturzhäufigkeit (Gefährdung) wird gemäss [23] als gleich verteilt über die Fläche der Schweiz angenommen.

Die für Militärflugzeuge herangezogene Statistik umfasst 74 Unfälle in 31 Jahren (1975–2005). Der verwendete Ansatz einer über die Fläche der Schweiz gleich verteilten Absturzhäufigkeit wird für die Beurteilung des Standorts EKKB als konservativ bezeichnet, weil die Flugräume der CH-Luftwaffe hauptsächlich im Gebiet der Alpen und des Jura im Nordwesten der Schweiz liegen und weil der ehemalige Tieffluggkorridor entlang des Rheins heute gesperrt ist. Zudem wird auf Gefährdungen reduzierende Regelungen hingewiesen, z.B. dass es Militärflugzeugen behördlich untersagt ist, Kernanlagen ohne ausreichenden vertikalen und horizontalen Sicherheitsabstand zu überfliegen³.

Hinsichtlich der Gefährdung durch Kleinflugzeuge und Helikopter werden die Flugplätze Birrfeld (ungefähr 20 km südlich von Beznau) und Frick-Schupfart (23 km südwestlich) sowie ein etwas mehr als 2 km südöstlich vom Standort EKKB entfernt gelegener Heliport genannt. Da die benutzten An- und Abflugrouten mit genügendem Abstand am Standort EKKB vorbei führen, erfolgte die quantitative Ermittlung der Gefährdung ohne die Berücksichtigung von Unfällen während der Start- und Landephase. Die derart hergeleitete Statistik umfasst für Kleinflugzeuge 23 Unfälle in vier Jahren (2004–2007) und für Helikopter 21 Unfälle in neun Jahren (1998–2006).

Die ermittelten Häufigkeiten pro Jahr für einen Absturz auf das Areal des Standorts EKKB von ca. $0,15 \text{ km}^2$ betragen $8,67 \times 10^{-6}$ (Militärflugzeuge), $2,09 \times 10^{-5}$ (Kleinflugzeuge) und $8,48 \times 10^{-6}$ (Helikopter).

³ Diese Regelung findet sich in Abschnitt 2.4.5 des Reglements «Operations Manual Swiss Air Force (OM A)», Regl. 56.002/2 e, der Schweizer Luftwaffe.

Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass das EKKB entsprechend den Anforderungen von Art. 8 KEV gegen Flugzeugabsturz geschützt wird. Dies schliesst die Folgeeinwirkungen Treibstoffbrand, Trümmerflug und Explosion mit ein. Für sicherheitsrelevante Bauwerke soll bei der Auslegung ein abdeckender Flugzeugtyp der Kategorie Grossflugzeuge (Gewichtsklasse über 20 t) herangezogen werden. Zudem sollen bei der Bemessung der Bauwerke auch die grösseren Geschwindigkeiten und Massendichten von Militärflugzeugen berücksichtigt werden.

Der Gesuchsteller betrachtet die genaue Definition der Auslegungsanforderungen zum Schutz des EKKB gegen einen Flugzeugabsturz, unter Berücksichtigung der geltenden Regelwerke, als einen Teil der Bau- und Betriebsbewilligung. Er geht davon aus, dass die Anlage EKKB durch die in der Auslegung getroffenen Massnahmen gegen den Absturz eines Flugzeugs und dessen Folgen ausreichend geschützt werden kann.

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 [14] 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.

Beurteilung des ENSI

Die Gefährdung des EKKB 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, und die ermittelten Absturzhäufigkeiten sind plausibel. Insgesamt liegt eine aussagekräftige Darlegung der Gefährdung durch unfallbedingte Flugzeugabstürze vor.

Das von der EKKB AG dargelegte Vorgehen zur Auslegung der Anlage gegen Flugzeugabsturz und dessen Folgeeinwirkungen erfüllt vom Grundsatz her die Anforderungen der KEV und der zutreffenden UVEK-Verordnung [14]. 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 EKKB wird durch die Gefahr unfallbedingter Flugzeugabstürze prinzipiell nicht in Frage gestellt, da der Gefährdung unabhängig von den ermittelten Absturz-

häufigkeiten 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

In Kapitel 3.4.5.4 «Windböen, -Geschwindigkeit und Windrosen» des Sicherheitsberichts analysiert der Gesuchsteller die Gefährdung des Standorts EKKB durch extreme Winde. Dazu werden die rund 20 Jahre umfassenden Windgeschwindigkeitsmessreihen der Windböen, der 10-Minuten-Mittelwerte und der Stundenmittelwerte für die Messstandorte Basel, Buchs, Leibstadt, Paul Scherrer Institut (PSI) und – soweit vorhanden – für den Messstandort Beznau verwendet. Da am Messstandort Beznau keine Windböen-Messungen vorgenommen werden, vergleicht der Gesuchsteller die 10-Minuten-Mittelwerte und Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeiten des Messstandorts Beznau mit denen des PSI. Der Vergleich deutet auf ein ähnliches Windregime hin und zeigt, dass die Windgeschwindigkeit am Standort PSI im Mittel und in den Extremwerten leicht höher ist. Der Gesuchsteller zieht daraus den Schluss, dass auch die Windböen am Standort Beznau leicht tiefer sein dürften als am Standort PSI.

Zur Illustration werden für die gewählten Messstandorte die monatlichen maximalen Windböen sowie die monatlichen höchsten Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit tabellarisch dargestellt (Tabellen 3.4-29 und 3.4-30 des EKKB-Sicherheitsberichts).

Der Gesuchsteller vermerkt, dass für die Auslegung vermehrt die Windgeschwindigkeit der Böenspitze als Auslegungsparameter verwendet wird. Seine Bestimmung der maximalen Böenspitzen beruht auf einer statistischen Auswertung der Messdaten der Windböen mittels der generalisierten Extremwertverteilung GEV (Generalized Extreme Value Distribution). Mit Hilfe einer kumulativen GEV-Verteilung wurden die erwarteten maximalen Böenspitzen für die Wiederkehrperioden von 50, 100, 200, 1000 und 10 000 Jahren bestimmt. Die methodischen Aspekte dieser Auswertung sind in Kapitel 3.4.10 zusammengefasst. Die EKKB AG legt dar, dass auch 1000- und 10 000-jährliche Ereignisse aufgrund der Anforderungen an den Sicherheitsbericht berechnet wurden. Allerdings seien für solche Wiederkehrperioden die Datenreihen zu kurz, um eine statistisch gut belegte Aussage machen zu können.

Gemäss den Berechnungen des Gesuchstellers werden für die Wiederkehrperiode 200 Jahre am Messstandort PSI auf einer Referenzhöhe von 70 m über Terrain maximale Böenspitzen von 31,7 m/s (95-%-Konfidenzintervall zwischen 28,1 und 36,1 m/s) erwartet. Für die Wiederkehrperiode 10 000 Jahre (d.h. mit einer Häufigkeit grösser gleich 10^{-4} /Jahr) resultieren am selben Messstandort maximale Böenspitzen von 33,1 m/s (95-%-Konfidenzintervall zwischen 29,0 und 38,6 m/s).

Die EKKB AG hält fest, dass die Anlage gegen extreme Winde zu schützen ist. Dies erfolgt durch die entsprechende Auslegung der Bauten und Komponenten. In Kapitel 3.4.5.12 des Sicherheitsberichts weist der Gesuchsteller darauf hin, dass die Winddrücke bei Windböen von

Stürmen die Werte der SIA-Norm 261 [69] für den charakteristischen Staudruck überschreiten. Er beabsichtigt, aus den vorliegenden Daten und den abgeleiteten Extremwerten die genauen Windlasten für die Auslegung des EKKB zu bestimmen.

Im Kapitel 3.4.5.7 «Tornados, schwere Stürme» gibt der Gesuchsteller eine Einleitung zum Phänomen der Tornados. In der Schweiz kommen zwei Wetterlagen vor, die zur Entstehung von Tornados führen können: Einerseits im Sommer durch starke Konvektion, wenn sich mehrere Gewitterzellen zu einer Superzelle vereinigen; andererseits infolge von starken Weststürmen, die vor allem im Winter auftreten. Voraussetzung für die Wirbelbildung sind sehr schnelle Aufwärtsbewegungen in der Gewitterwolke. Der Gesuchsteller hält fest, dass die Entstehung von Tornados noch nicht restlos erforscht ist. Zur Tornadostärke erläutert er die zwei gebräuchlichen Skalen zur Klassifizierung von Tornados: die Fujita-Skala (Stärke F-0 bis F-5), auch F-Skala genannt, und die TORRO-Skala (Stärke T-0 bis T-11). Erstere berücksichtigt bei der Klassifizierung neben der Windgeschwindigkeit auch das Ausmass der Zerstörung. Die TORRO-Skala basiert nur auf den Windgeschwindigkeiten und ist eher in Europa gebräuchlich. Der Gesuchsteller wertet die Tornadobeobachtungen in der Schweiz für einen Beobachtungszeitraum von rund 115 Jahren (ab 1890) aus. Er schliesst daraus, dass Tornados fast ausschliesslich in der Nordschweiz (Mittelland von Genf bis zum Bodensee und Jura) auftreten und definiert deshalb ein entsprechendes Gebiet mit einer Fläche von 13 000 km². Die Region Beznau, in der in der Vergangenheit Tornados bis zu einer Stärke T-4 beobachtet wurden, befindet sich innerhalb dieses definierten Gebiets. In diesem Gebiet wurden im oben erwähnten Beobachtungszeitraum 27 Tornados registriert. Unter der Voraussetzung einer Gleichverteilung leitet der Gesuchsteller daraus eine Tornadohäufigkeit von $1,8 \cdot 10^{-5}$ Tornados pro Jahr und km² ab. Aus der Beobachtung, dass es in dem definierten Gebiet und im besagten Betrachtungszeitraum fünf starke Tornados gab (d.h. Stärke F-1 bis F-3, gemäss den Angaben der EKKB AG in Kapitel 3.4.5.7.2), wird eine Auftretenshäufigkeit von $3,3 \cdot 10^{-6}$ pro Jahr und km² für starke Tornados ermittelt.

Der Gesuchsteller führt weiter aus, dass auch der Staudruck, der bei Tornados auftritt, die Werte der SIA-Norm 261 [69] für den charakteristischen Staudruck überschreitet. Ferner weist er darauf hin, dass im Rahmen der Auslegung gegen Störfälle mit Ursachen ausserhalb der Anlage voraussichtlich mit Tornados bis zur Stärke T-6 zu rechnen ist. Der Gesuchsteller beabsichtigt, im Rahmen der Festlegung der Gefährdungsspezifikationen zum Baubewilligungsgesuch die zu berücksichtigenden Tornadohäufigkeiten und -stärken festzulegen.

Im Rahmen der Untersuchung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Extremereignisse kommt die EKKB AG in Kapitel 3.4.5.11 des Sicherheitsberichts zum Schluss, dass starke Tiefdruckgebiete und damit Stürme seit 1930 häufiger geworden sind, dass deren Zugbahnen sich aber nordwärts verschoben haben. Die Anzahl Starkwindtage (Böenspitzen > 25 m/s) hat in der Nordostschweiz in den letzten 150 Jahren abgenommen. Über die zukünftige Entwicklung lässt sich jedoch noch nichts Eindeutiges aussagen.

Auch betreffend Tornados hält die EKKB AG fest, dass sich über die zukünftige Entwicklung der Tornadoaktivität in der Schweiz keine genaue Aussage machen lässt, da die Gewitterlagencharakteristik von Jahr zu Jahr verschieden ist.

Der Gesuchsteller legt in Kapitel 3.4.6 «Externe Ereignisse» dar, dass das EKKB gegen Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage entsprechend den Anforderungen von Art. 8 KEV geschützt wird. Dies schliesst die Ereignisse «Extreme Winde (Sturmböe)» und «Tornado» mit ein. Die sicherheitstechnisch relevanten Bauten und Ausrüstungen der Anlage werden dabei so ausgelegt, dass beim postulierten Eintreten dieser Ereignisse und deren Folgeereignisse die Anlage in einen sicheren Zustand gebracht wird, unter Einhaltung aller Schutzziele und Limiten. Dabei werden die Ergebnisse der Extremwertanalysen auch für die Auslegung exponierter Komponenten berücksichtigt. Die entsprechenden Nachweise werden beim Gesuch zur Baubewilligung erbracht, wie dies gemäss Anhang 4 KEV gefordert wird. In Kapitel 3.4.7 «Bewertung der Standorteignung im Hinblick auf das Klima» kommt der Gesuchsteller zusammenfassend zum Schluss, dass die meteorologischen Bedingungen am Standort EKKB den typischen mitteleuropäischen Verhältnissen für eine niedrige Höhenlage entsprechen und dass dies keine Verhältnisse sind, welche die Standorteignung in Frage stellen würden.

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 [14] 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 [41] 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 wurden die MeteoSchweiz-Berichte Nr. 224 [55] und Nr. 227 [80] verwendet.

Beurteilung des ENSI

Für die Ermittlung der Standortgefährdung durch extreme Winde wurden umfassende Messdaten aus den Wetterstationen in der Umgebung des geplanten EKKB-Standorts verwendet.

Bei der Überprüfung der im Sicherheitsbericht dargelegten monatlichen maximalen Windböen-Werte hat das ENSI Unstimmigkeiten festgestellt. Als Basis für den Vergleich wurde der MeteoSchweiz-Bericht Nr. 227 [80] verwendet. Die in Tabelle 3.4-29 im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch aufgelisteten Werte für die monatlichen maximalen Windböen für

die Messstationen Leibstadt 10 m und Leibstadt 110 m sind alle kleiner als die Werte aus dem MeteoSchweiz-Bericht Nr. 227 [80]. Ferner stimmen auch die Werte der monatlichen maximalen Windböen für die Messstation PSI 70 m nicht mit den beim ENSI verfügbaren Daten für diese Messstation überein.

Zur Bestimmung der jährlichen Überschreitungshäufigkeit maximaler Windgeschwindigkeiten verwendet der Gesuchsteller abweichend von der Richtlinie ENSI-A05 [23] die generalisierte Extremwertverteilung (GEV) anstelle der Gumbel-Verteilung. Dieses Vorgehen wird vom ENSI als ebenfalls geeignet beurteilt, da es den Empfehlungen des IAEA Safety Guide No. NS-G-3.4 [41] bezüglich des Verfahrens zur Bestimmung der Gefährdung von extremen meteorologischen Variablen entspricht.

Den vom Gesuchsteller angesprochenen Unsicherheiten bei der Bestimmung der maximalen erwarteten Böenspitzen aufgrund des beschränkten Umfangs der Datenreihen ist aus Sicht des ENSI mit einer robusten Auslegung der Anlage zu begegnen.

Die in Kapitel 3.4.5.7 des Sicherheitsberichts ermittelte Tornadoauftretenshäufigkeit basiert auf einer umfassenden Auswertung der dokumentierten, in der Schweiz aufgetretenen Tornados. In diesem Zusammenhang sei hier vermerkt, dass die Definition von starken Tornados (Stärke F-1 bis F-3) in Kapitel 3.4.5.7 und die Informationen aus Kapitel 3.4.15 über die fünf starken Tornados, die in der Schweiz registriert wurden, im Widerspruch zu den in Tabelle 3.4-57 im Sicherheitsbericht angegebenen Tornadostärken und zur Anzahl Tornados stärker als F-0 stehen.

Da bei der Ermittlung der Tornadoauftretenshäufigkeit nicht berücksichtigt wurde, dass in früheren Jahren (ca. 1890–1980) viel weniger Tornados dokumentiert wurden, erachtet das ENSI die ermittelte Tornadoauftretenshäufigkeit als möglicherweise unterschätzt. Der Gesuchsteller ist sich dieses Umstands bewusst; er führt deshalb verschiedene Abschätzungen durch, die aus Sicht des ENSI in die richtige Richtung gehen. Zum Verfahren der Bestimmung der Tornadohäufigkeit ist hier zu erwähnen, dass der Gesuchsteller die Abmessung des Tornadoschadenzugs bei der Bestimmung der Häufigkeiten von Tornados nicht berücksichtigt. Wie von der KEV vorgesehen, will der Gesuchsteller die Tornadohäufigkeit jedoch erst im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs definitiv festlegen.

Die Aussage der EKKB AG im Sicherheitsbericht Kapitel 3.4.8 «Umsetzung bei der Auslegung», wonach die standortspezifischen Werte der meteorologisch bedingten Belastungen (darunter auch extreme Winde und Tornados) innerhalb der üblichen für die Auslegung von Bauten und Strukturen festgelegten Grenzwerte liegen, ist nach der Beurteilung des ENSI nicht für alle Phänomene zutreffend. Tabelle 3.4-58 mit den historischen Beobachtungen von Tornados in der Region Beznau zeigt, dass mit Winddrücken von der Grössenordnung 2 000–3 000 N/m² zu rechnen ist. Dabei werden die Werte der SIA-Norm 261 [69] für den charakteristischen Staudruck überschritten, wie dies der Gesuchsteller in seinen Untersuchungen festgestellt hat. Die meteorologisch bedingten standortspezifischen Belastungen sind jedoch durch bauliche Massnahmen beherrschbar. Erfahrungsgemäss sind die meteorologisch bedingten Belastungen für Kernkraft-

werke nicht auslegungsbestimmend, da andere Gefährdungsannahmen wie beispielsweise Flugzeugabsturz den abdeckenden Belastungsfall darstellen.

Die Standorteignung wird durch die externen Ereignisse «extreme Winde und Tornados» auch unter Berücksichtigung der künftigen Änderungen der meteorologischen Bedingungen vom ENSI nicht in Frage gestellt. Bei der Festlegung der massgebenden Auslegungsparameter im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ist den Unsicherheiten jedoch ausreichend Rechnung zu tragen. Aus der ENSI-Beurteilung wird deshalb der folgende Hinweis abgeleitet:

Hinweis 8:

Bei der Festlegung der massgebenden Auslegungsparameter des EKKB hinsichtlich extremer Winde und Tornados hat die EKKB AG folgende Punkte zu berücksichtigen:

- a) Die monatlichen maximalen Windböengeschwindigkeiten aus Tabelle 3.4-29 für die Messstationen Leibstadt 10 m, Leibstadt 110 m und PSI 70 m sind zu überprüfen. Gegebenenfalls sind die erwarteten maximalen Böenspitzen für die verschiedenen Wiederkehrperioden (Tabelle 3.4-34) neu zu ermitteln.*
- b) Im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs ist für die in der Richtlinie ENSI-A05 aufgeführten Tornadostärken die Tornadoauftretenshäufigkeit für den Standort EKKB zu ermitteln. Dabei sind die Abmessungen des Tornadoschadenszugs zu berücksichtigen.*
- c) Im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs sind die Unsicherheiten bei der Bestimmung der maximalen Windböengeschwindigkeiten mit einer robusten Auslegung zu berücksichtigen.*

4.2.6 Andere standortspezifische Gefährdungen

4.2.6.1 Blitzschlag

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat im Sicherheitsbericht die potenzielle Gefährdung der Anlage EKKB durch Blitzschlag betrachtet. In Kapitel 3.4.5.8 «Blitze» wird die Blitzdichte für den vorgesehenen Standort analysiert. Die EKKB AG kommt aufgrund der vorhandenen statistischen Daten zum Schluss, dass die Insel Beznau im Mittel alle 5,9 Jahre von einem Blitz getroffen wird. Durch das vorhandene Blitzerfassungssystem werden auch Angaben zur Stromstärke der Blitze erhalten. Diese Daten werden bei der Erarbeitung des Blitzschutzkonzepts im Rahmen des Gesuchs zur Baubewilligung berücksichtigt.

Die EKKB AG gibt in Kapitel 3.4.8.1 «Vorgehen bei Bau- und Betriebsbewilligung» an, dass die Auslegung der Anlage gegen Blitzschlag (Blitzschutz) im Rahmen dieser Bewilligungsschritte behandelt wird. Mit dem Baubewilligungsgesuch soll ein Blitzschutzkonzept nach den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-30 [28] eingereicht werden.

In der Zusammenfassung der Standorteigenschaften (Kapitel 3.11) wird vom Antragsteller nochmals darauf hingewiesen, dass die Anlage gegen die Konsequenzen von klimainduzierten Ereignissen wie beispielsweise Blitzschlag ausgelegt wird.

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 [14].

Beurteilung des ENSI

Der Gesuchsteller hat die Blitzaktivität am geplanten Standort untersucht. Die Untersuchungen zeigen, dass der Standort weniger Blitzeinschläge aufweist als die umliegenden Gebiete und dass bezüglich der Blitzdichte keine besonderen Verhältnisse vorliegen.

Der Gesuchsteller wird mit dem Baubewilligungsgesuch ein Blitzschutzkonzept für das EKKB 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 EKKB durch Explosion, Feuerball und Fackelbrand wurde im Zusammenhang mit den von Verkehrswegen und Industrieanlagen in der Umgebung des EKKB 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 Gefährdungen, die von der nahe gelegenen Erdgashochdruckleitung, der Druckreduzier- und Messstation und der Schieberstation ausgehen können. Die Untersuchungen des Gesuchstellers haben gezeigt, dass solche Ereignisse aufgrund der Distanzen von Bahnlinie, Strassen und Erdgashochdruckleitung zum EKKB 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 weist darauf hin, dass die Gefährdung des EKKB durch externe Brände und Waldbrand mit der Auslegung der Anlage gegen Flugzeugabsturz und insbesondere gegen dessen Folgeeinwirkung «Treibstoffbrand» abgedeckt ist. In Kapitel 3.3.4.3.3 des Sicherheitsberichts untersucht die EKKB AG die Möglichkeit eines lokalen Waldbrands als Folge eines Fackelbrands im Waldgebiet. Für eine Spontanzündung von Holz ist eine Wärmestrahlung von 36 kW/m² notwendig. Bei einem Fackelbrand der in der Nähe des EKKB gelegenen Erdgashochdruckleitung (28 Zoll/70 bar) ist eine Spontanzündung von Holz bis zu einer Distanz von 82 m möglich. Durch die vorhandenen redundanten Zugangsmöglichkeiten ist der Zugang zum Werk auch im Falle eines Waldbrands sichergestellt. Der Gesuchsteller führt zudem an, dass eine unkontrollierte Ausbreitung eines Waldbrands im Unterwald aufgrund der einfachen Zugänglichkeit für Löscheinätze praktisch ausgeschlossen werden kann.

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 [14] verankert.

Die Bestimmung der UVEK-Verordnung [14] 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.

Als weitere Beurteilungsgrundlage wurde der IAEA Safety Guide NS-G-3.1 «External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plant Design» herangezogen [37].

Beurteilung des ENSI

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

Zwischen Kernkraftwerksareal und angrenzendem Wald befindet sich der Oberwasserkanal, und der Mindestabstand des Waldes vom Kraftwerksareal beträgt ca. 75 m. Das ENSI beurteilt deshalb mit der geforderten Auslegung gegen Treibstoffbrand als Folge eines Flugzeugabsturzes in das Kraftwerksareal die Sicherheit des EKKB auch im Falle eines nahen Waldbrands als grundsätzlich gewährleistet. Bei der Auslegung der Lüftungsanlagen des EKKB muss jedoch sichergestellt werden, dass die Zuluftfilter nicht durch Rauchgase und -partikel beeinträchtigt werden. Zuluftfilteranlagen sollen so konzipiert sein, dass die Luftversorgung in sicherheitsrelevanten Anlageteilen genügend lange aufrecht erhalten werden kann. Das ENSI wird die geeignete Auslegung solcher Anlagen im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens überprüfen.

Die Zugangsmöglichkeiten zum Werksgelände von zwei Seiten her werden grundsätzlich als ausreichend erachtet, um die Erreichbarkeit für Einsatzkräfte und Personal auch bei einem Waldbrand sicherzustellen. Ein Ausfall der externen Stromversorgung infolge eines Waldbrands wird durch eine entsprechende Auslegung der Anlage beherrscht (vgl. auch die diesbezüglichen Angaben in Kapitel 4.1.7 des vorliegenden Gutachtens).

Für die Gefährdung durch externe Brände hat der Gesuchsteller noch keine Häufigkeit bestimmt. Gemäss Art. 24 KEV sind die Häufigkeiten erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu untersuchen.

Das ENSI kommt insgesamt zum Schluss, dass die Auswirkungen externer Brände durch Auslegungsmassnahmen beherrscht werden können und dass die Standorteignung durch diese Gefährdung nicht in Frage gestellt ist.

4.2.6.4 Verstopfung von Flusswasserfassungen

Angaben des Gesuchstellers

Im Zusammenhang mit den hydrologischen Gegebenheiten am Standort EKKB hat der Gesuchsteller in Kapitel 3.5.10 des Sicherheitsberichts unter anderem auch die Gefährdung des EKKB durch Verstopfung der Flusswasserfassungen untersucht.

Als potenziellen Grund für eine Verstopfung nennt er biologische Ursachen, beispielsweise einen Bewuchs durch Muscheln in Rohrleitungen und Kanälen oder die Ansammlung grosser Mengen von Wasserpflanzen oder Schwemmholz nach einem starken Sturm. Daneben werden noch weitere Ursachen erwähnt, welche zu einer Beeinträchtigung der Flusswasserfassung führen können, beispielsweise Niedrigwasser, Überflutung und Vereisung. Eine Vereisung der Wasserabläufe auf dem Anlagengelände könnte zu einer Überflutung von Teilen der Insel führen. Durch die Verstopfung einer Wasserfassung könnten folgende Ereignisse ausgelöst werden:

- Ausfall oder Beeinträchtigung der externen Kühlwasserzufuhr;
- Überflutung von Anlagenräumen;
- Verlust der externen Stromversorgung, resultierend aus einer Überflutung des Areals und insbesondere der Blocktransformatoren.

Bezüglich der Überflutung als Folge einer Vereisung von Wasserabläufen führt der Gesuchsteller aus, dass dieser Fall bereits durch das Ereignis «Externe Überflutung» abgedeckt ist. Der Verlust der externen Stromversorgung wurde in Kapitel 3.8 des EKKB-Sicherheitsberichts behandelt.

Als Folge der oben erwähnten Gefährdungen werden gemäss der EKKB AG die sicherheitstechnisch relevanten Bauten und Ausrüstungen der Anlage so ausgelegt, dass die Anlage beim postulierten Eintreten dieser Ereignisse in einen sicheren Zustand gebracht wird, unter Einhaltung aller Schutzziele und Limiten. Die entsprechenden Nachweise sowie detaillierte Angaben zur Auslegung werden im Gesuch zur Baubewilligung erbracht, wie in Anhang 4 KEV gefordert.

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 Gesuchsteller betrachtet die wesentlichen Ursachen, welche zum Verstopfen der Flusswasserfassungen führen können. Die beschriebenen Auswirkungen sind geeignet, die Gefährdung «Verstopfung der Wasserfassungen» zu charakterisieren. Die EKKB AG hat für diese Gefährdung auf Stufe Rahmenbewilligungsverfahren noch keine Häufigkeit bestimmt. Gemäss den

Anforderungen der KEV sind solche Untersuchungen erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu erbringen.

Das ENSI ist der Auffassung, dass die Gefährdung «Verstopfen der Wasserfassungen» im Wesentlichen von der konkreten Auslegung der zu bauenden Anlage abhängig ist. Deshalb wird im Zusammenhang mit dem Rahmenbewilligungsgesuch die Aussage des Gesuchstellers, wonach die Anlage gegen einen Ausfall der externen Kühlwasserzufuhr ausgelegt wird, als ausreichend betrachtet. Das ENSI hält in diesem Zusammenhang fest, dass Vorkehrungen gegen den Ausfall der externen Kühlwasserzufuhr bereits bei den bestehenden Kernkraftwerken getroffen wurden und dass die Beherrschung dieser Gefährdung dem Stand der Technik entspricht.

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 Vereisungsgefahr von luftbeaufschlagten Komponenten und Freileitungen im EKKB-Sicherheitsbericht untersucht. In Kapitel 2.4.4.3 (Tabelle 2.4-2) weist er unter anderem auf die Ereignisse «Vereisung von luftführenden Komponenten und Systemen» und «Vereisung von Stromkabeln (Freileitungen)» hin, die als Folge von rauen Winterbedingungen auftreten können.

Das Phänomen der Vereisung wird anhand der Umgebungsbedingungen untersucht, und es wird statistisch fundiert in Kapitel 3.4.5.2 belegt, wonach vorab in den Monaten Oktober bis April mit einer erhöhten Vereisungsgefahr mit einer zeitlichen Häufigkeit von bis zu 13 % zu rechnen ist. Der Gesuchsteller kommt zum Schluss, dass die Tal-Lage in Beznau eine relativ hohe Häufigkeit von Zeitperioden mit potenzieller Vereisungsgefahr zur Folge hat. Bei Komponenten oder Bauten, die nicht mechanisch belüftet werden (z.B. Freileitungen), ist für das Entstehen von Vereisungen ein gleichzeitiges Auftreten von Wind notwendig, was eine niedrigere Häufigkeit bedeutet.

Die EKKB AG beabsichtigt, das Vereisungspotenzial bei der Auslegung von luftbeaufschlagten Komponenten zu berücksichtigen. In Kapitel 3.4.5.12 wird die diesbezügliche Auslegung von Lüftungssystemen, Kühlzellen bzw. Kühltürmen sowie von Dach- und anderen Wasserabläufen explizit angesprochen. Kapitel 3.4.6 führt ergänzend die Vereisung von Stromkabeln (Freileitungen) auf. In Kapitel 3.4.7 und 3.11 bekräftigt der Gesuchsteller die Absicht einer entsprechenden Auslegung, wobei die diesbezüglichen Nachweise beim Gesuch zur Baubewilligung erbracht 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.

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 [14] enthalten.

Beurteilung des ENSI

Der Gesuchsteller hat die Vereisungsgefahr von luftbeaufschlagten Komponenten und Freileitungen eingehend betrachtet. Er hat eine auf statistischen Grundlagen basierende Abschätzung der regionalen Umgebungsbedingungen vorgenommen und Rückschlüsse auf die lokalen Verhältnisse auf der Insel Beznau gezogen. Der aus diesen Daten für die Anlage EKKB abgeleitete Bedarf zur Realisierung von Massnahmen im Hinblick auf die erhöhte Vereisungsgefahr im Zeitraum Spätherbst bis Frühlingsbeginn ist aus Sicht des ENSI nachvollziehbar.

Die EKKB AG plant als Konsequenz der Untersuchungen, das Potenzial der Vereisungsgefahr bei der Auslegung von Luft führenden Komponenten im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu berücksichtigen. 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 aufgrund der konservativen Auslegung beim Leitungsbau wie auch aufgrund der starken Vernetzung in der regionalen Stromverteilung sehr unwahrscheinlich. Ein solcher Ausfall kann zudem durch eine geeignete Anlagenauslegung (Möglichkeit des 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 EKKB 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 EKKB 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 EKKB im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch bewertet. Der Gesuchsteller kommt insgesamt zum Schluss, dass sich der Standort für den Bau und Betrieb des EKKB durch günstige Eigenschaften auszeichnet.

Das ENSI hat die Angaben des Gesuchstellers zur Standorteignung detailliert überprüft und stellt fest, dass die EKKB 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 vorhanden sind, die den Standort EKKB grundsätzlich in Frage stellen. Zu einigen Aspekten der Analysen des Gesuchstellers bezüglich Seismik, Baugrund und Hydrogeologie hat das ENSI festgestellt, dass zum Teil weiterer Klärungsbedarf besteht. Zu diesen Aspekten wurden der Auflagenvorschlag Nr. 2 sowie Hinweise formuliert. Insgesamt beurteilt das ENSI die Standorteignung jedoch als gegeben.

In Kapitel 4.2 wurde die potenzielle Gefährdung des EKKB 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 EKKB 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 EKKB AG zum standortspezifischen Gefährdungspotenzial durch das ENSI hat ergeben, dass das im Sicherheitsbericht beschriebene Gefährdungspotenzial vollständig und 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 in den Bereichen «Erdbebengefährdung» und «externe Überflutung» zusätzliche Abklärungen erforderlich, damit die diesbezüglichen Auslegungsgrundlagen bzw. Schutzmassnahmen für das EKKB festgelegt werden können. In dieser Hinsicht hat das ENSI die Auflagenvorschläge Nr. 3 und 4 sowie Hinweise formuliert.

Insgesamt ist das ENSI der Ansicht, dass die Eignung des Standorts EKKB 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

Im Kapitel 4 des Sicherheitsberichts [2] sind die Darlegungen der EKKB AG zum Strahlenschutz und zur Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage enthalten. Das Kapitel geht ausschliesslich auf ionisierende Strahlung ein. Im Kapitel 4.1 formuliert der Gesuchsteller die Erwartung, dass die Abgaben des EKKB im Normalbetrieb und damit auch die voraussichtliche Strahlendosis in der Umgebung der Anlage vergleichbar sein werden mit den Abgaben bzw. Dosen der bestehenden Kernkraftwerke KKG und KKL. Das Kapitel 4.2 fasst die gesetzlichen Anforderungen zum Thema Strahlenschutz und Strahlenexposition zusammen.

Die Rechtfertigung der Strahlenexposition wird im Kapitel 4.3 erläutert. Die Erzeugung elektrischer Energie mittels eines Kernkraftwerks ist mit Strahlenexposition verbunden. Mit der Einhaltung der Vorgaben des Strahlenschutzgesetzes ist der Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen sichergestellt (Art. 1 StSG [11]). Laut Strahlenschutzgesetz darf eine Tätigkeit, bei der Menschen oder die Umwelt ionisierenden Strahlen ausgesetzt werden (Strahlenexposition), nur ausgeübt werden, wenn sie sich mit den damit verbundenen Vorteilen und Gefahren rechtfertigen lässt (Art. 8 StSG).

Im Sinne der internationalen Strahlenschutzkommission ICRP bedeutet Rechtfertigung ein Abwägen von Vor- und Nachteilen, von Nutzen und Risiken der mit Strahlenexposition verbundenen Tätigkeiten. Ein solches Abwägen erfolgt weitgehend qualitativ. Es kann höchstens teilweise quantifiziert werden und bleibt daher eine Ermessensfrage. So ist die Antwort auf die Frage, wie weit eine mit Strahlenexposition verbundene Tätigkeit überhaupt zulässig sei, letztlich ein politischer Entscheid. Nach Auffassung der ICRP ist die Rechtfertigung in einem allgemeinen Sinne dann gegeben, wenn der Gesetzgeber eine Tätigkeit gesetzlich geregelt hat. Die grundsätzliche Rechtfertigungsfrage ist dann nicht mehr für jede einzelne Bewilligung erneut zu stellen.

Die Rechtfertigung der durch das EKKB verursachten Strahlenexposition ist im Allgemeinen durch das Kernenergiegesetz gegeben, welches die friedliche Nutzung der Kernenergie regelt und insbesondere den Schutz von Mensch und Umwelt vor ihren Gefahren verlangt (Art. 1 KEG).

Gemäss Strahlenschutzgesetz 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 (Art. 9 StSG), wobei der Aufwand für eine Begrenzung der Strahlenexposition in einem vertretbaren Verhältnis zur erreichbaren Reduktion der Strahlenbelastung stehen soll. Nach Anwendung der in der Strahlenschutzverordnung konkretisierten Optimierung wird die Strahlenexposition nach dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit so tief sein, wie vernünftigerweise erreichbar (Art. 6 StSV [12]). Dieser Forderung wird einerseits bei der Auslegung der Anlage (vgl. EKKB Sicherheitsbericht Kapitel 4.2.3) und andererseits auch bei den

für die spätere Inbetriebsetzung und den Betrieb zu treffenden Massnahmen zum Schutz des Personals innerhalb der Anlage (vgl. EKKB Sicherheitsbericht Kapitel 4.4) nachgekommen.

Die individuellen und kollektiven Strahlenexpositionen des beruflich strahlenexponierten Personals des EKKB werden bei Planung und Bau des EKKB (baulicher, konstruktiver und systemtechnischer Strahlenschutz) sowie bei Planung und Durchführung von Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen und in erhöhten Strahlenfeldern (operationeller Strahlenschutz) auch unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte im Sinne des Optimierungsprinzips weiter reduziert, soweit dies mit angemessenem Aufwand möglich ist.

Die EKKB AG gibt als Auslegungsgrundsätze für die Anlage hinsichtlich Strahlenschutz in Kapitel 4.2.3 an, dass bereits bei der Auslegung Schutzmassnahmen nach international anerkannten Grundsätzen getroffen werden, welche insbesondere den Einsatz qualitativ hochwertiger Bauteile, gestaffelte Sicherheitsbarrieren, die mehrfache Ausführung und die Automation von Sicherheitssystemen umfassen (Art. 5 Abs. 1 KEG). Diese Massnahmen dienen der Vorsorge gegen eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe sowie gegen eine unzulässige Bestrahlung von Personen.

Bei der Auslegung des EKKB ist vorgesehen, dass den Strahlenschutzaspekten bereits in einem frühen Stadium des Anlagendesigns Rechnung getragen wird. Das gilt insbesondere für die gemäss KEV als Bestandteil der technischen Beschreibung des Baugesuchs einzureichenden Konzepte für radiologische Zonen, Abschirmungen, Umgebungsüberwachung, Raum-, System- und Emissionsüberwachung, Notfallschutz, Abwasserbehandlung, Abfallkonditionierverfahren und Zwischenlagerung von Abfällen. Bei der Evaluation dieser Konzepte wird dem Aspekt einer klaren Trennung der kontrollierten Zonen von den nicht kontrollierten Zonen sowohl in baulicher Hinsicht als auch in Bezug auf Anlagensysteme besondere Beachtung zukommen.

Der Schutz der strahlenexponierten Personen ist in Kapitel 2 des Strahlenschutzgesetzes geregelt. Für eine Kernanlage sind die Bestimmungen zur Einhaltung der Dosisgrenzwerte (Art. 11 StSG), zur Ermittlung der Strahlendosis (Art. 12 StSG), zu medizinischen Massnahmen bei beruflich strahlenexponierten Personen (Art. 13 StSG), zur Bekanntgabe von medizinischen Daten (Art. 14 StSG) sowie zur Verantwortlichkeit in Betrieben (Art. 16 StSG) relevant. Die Massnahmen zur Einhaltung dieser Bestimmungen werden entsprechend den Vorgaben in der Kernenergieverordnung in den Gesuchsunterlagen zur Betriebsbewilligung – im Strahlenschutzreglement – dargelegt.

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 ist der Auffassung, 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

Für Kernanlagen dient der quellenbezogene Dosisrichtwert (QBDR) im Sinne der Strahlenschutzverordnung der Festlegung der maximal zulässigen Strahlenexposition für Personen in der Umgebung der Anlage. Der QBDR wird von der Bewilligungsbehörde nach dem Prinzip der Optimierung unter Berücksichtigung der Abgaben radioaktiver Stoffe und der Direktstrahlung aus anderen Betrieben so festgelegt, dass er nicht höher ist als der Dosisgrenzwert für nichtberuflich strahlenexponierte Personen (Art. 7 Abs. 3 StSV). Dabei werden auch die Langzeitfolgen auf das Erbgut berücksichtigt (Art. 4 Abs. 2 KEG). Der QBDR gilt für die während eines Jahres vom Kraftwerksstandort ausgehende Exposition, die sich aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition infolge radioaktiver Abgaben, welche über die luftgetragenen Pfade (Immersion, Inhalation), die Ingestionspfade (Aufnahme von Trinkwasser, pflanzlichen und tierischen Produkten) sowie durch Bodenstrahlung auf den menschlichen Organismus einwirken, ergibt. Bei der Festlegung des QBDR berücksichtigt die Bewilligungsbehörde als Quelle alle an einem Standort befindlichen kontrollierbaren Abgabestellen.

Zurzeit befinden sich die drei Anlagen KKB 1, KKB 2 und ZWIBEZ auf dem Standort Beznau. Für diesen Standort wurde in Übereinstimmung mit der Richtlinie HSK-R-11 [27] ein QBDR von 0,3 mSv pro Jahr festgelegt. Auf Basis dieses Wertes wurden die Abgabemengen radioaktiver Stoffe an die Umgebung und die Direktstrahlung aus diesen drei Anlagen begrenzt.

Da das Ersatzkernkraftwerk in unmittelbarer Nähe dieser bestehenden Kernanlagen errichtet wird, schlägt der Gesuchsteller vor, den für KKB 1, KKB 2 und ZWIBEZ gültigen quellenbezogenen Dosisrichtwert auf den Gesamtstandort KKB 1, KKB 2, ZWIBEZ und EKKB zu übertragen. Falls es am Standort unterschiedliche Betreiberorganisationen geben würde, werden diese eine vertragliche Regelung treffen, um den für den Standort geltenden quellenbezogenen Dosisrichtwert unter Einhaltung aller Grenzwerte und Abgabelimiten gemeinsam zu nutzen.

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 [22] (Kapitel 8.4.1.3) 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 Abgaberraten 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 [27].

Das ENSI begrüsst die vom Gesuchsteller geäusserte Absicht, eine einvernehmliche vertragliche Regelung für die gemeinsame Nutzung des QBDR des Standorts anzustreben, falls es am Standort unterschiedliche Betreiberorganisationen geben würde. Dabei ist zu beachten, dass für KKB formell in der Bewilligung kein QBDR festgelegt ist.

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

Auflage 5:

Für die am Standort Beznau 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

Die durch das EKKB verursachte Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage setzt sich zusammen aus der Strahlenexposition infolge von luftgetragenen und flüssigen Abgaben radioaktiver Stoffe und der Direktstrahlung aus der Anlage. Da Auslegung, Bau und Betrieb des EKKB unter konsequenter Beachtung der Grundsätze erfolgen werden, wie sie im Zusammenhang mit Strahlenexposition im Kernenergiegesetz (Art. 4 KEG) und in der Strahlenschutzgesetzgebung (Art. 9 StSG und Art. 79 StSV) formuliert sind, ist davon auszugehen, dass die Abgaben des EKKB im Normalbetrieb und damit auch die voraussichtliche Strahlendosis in der Umgebung der Anlage vergleichbar sein werden mit den Abgaben bzw. Dosen der Kernkraftwerke KKG und KKL.

Die Auslegung des EKKB wird derart erfolgen, dass die in der Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Immissionsgrenzwerte (Art. 102 StSV) beim späteren Betrieb eingehalten werden können und die dort geforderte Immissionsüberwachung (Art. 103 StSV) durch den Betrieb ordnungsgemäss erfolgen kann.

Die Strahlenexposition der Bevölkerung wird durch den Einbau geeigneter Filter, Verzögerungsstrecken, Abschirmungen, Abwasseraufbereitungssysteme usw. sowie durch eine geeignete betriebliche Fahrweise im Sinne des Optimierungsprinzips auch unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte und der behördlich festgelegten Abgabelimiten weiter reduziert. Bei der Festlegung von Massnahmen zur Reduktion der Abgaben werden die Erfahrungen in modernen europäischen Kernkraftwerken sowie entsprechende Randbedingungen aus internationalen Abkommen, wie beispielsweise OSPAR, berücksichtigt.

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 eingereichten 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 EKKB 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

Der Gesuchsteller führt in Kapitel 5.4 des Sicherheitsberichts aus, dass gemäss Art. 5 Abs. 2 KEG für den Fall einer Freisetzung gefährlicher Mengen radioaktiver Stoffe Notfallschutzmassnahmen zur Begrenzung des Schadensausmasses vorzubereiten sind. Konkrete Konzepte für den Notfallschutz werden, wie in Anhang 4 KEV gefordert, im Sicherheitsbericht zur Baubewilligung beschrieben. Die Betriebsorganisation ist gemäss Art. 30 KEV so zu gestalten, dass die Verantwortung für die Notfallplanung durch die Organisation selber wahrgenommen werden kann. Die Notfallschutzorganisation wird im Laufe des Projekts aus den vorhandenen Fachabteilungen aufgebaut. Dies soll so erfolgen, dass sie jederzeit auf die für die aktuelle Projektphase erforderlichen Kompetenzen zurückgreifen kann. Ein Notfallreglement wird als Teil der Gesuchsunterlagen zur Betriebsbewilligung eingereicht. Eine Beschreibung und Bewertung der Standorteigenschaften im Hinblick auf die Machbarkeit von externen Notfallschutzmassnahmen erfolgt separat in Kapitel 3.2 des EKKB-Sicherheitsberichts [2].

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. Die vom Gesuchsteller im EKKB-Sicherheitsbericht dargelegten Betrachtungen zum vorgesehenen anlageinternen Notfallschutz 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 «Personelle und organisatorische Angaben» des EKKB-Sicherheitsberichts [2].

6.1 Entwicklung der Organisation für den Betrieb des Kernkraftwerks

Angaben des Gesuchstellers

Die EKKB AG legt dar, wie die Organisation für den späteren Betrieb des neuen Kernkraftwerks entwickelt werden soll. Wie in Kapitel 3.1 des vorliegenden Gutachtens dargelegt, werden die einzelnen Abteilungen der Organisation für die Betriebsphase der Anlage mit zunehmendem Projektverlauf, namentlich in der Bauphase, aus der Projektorganisation zu eigenständigen Organisationseinheiten ausgegliedert. Dies gilt insbesondere für die Abteilungen, welche später für die Betriebsführung, die Instandhaltung, die Überwachung und die technische Betreuung zuständig sein werden. Dazu kommt zusätzliches Personal für Betrieb, Instandhaltung, Strahlenschutz, Sicherung und alle Aufgaben, welche in Art. 30 KEV für die Betriebsorganisation festgelegt sind.

Die Notfallschutzorganisation wird im Laufe des Projekts aus den jeweils bereits vorhandenen Fachabteilungen aufgebaut. Dies soll so erfolgen, dass sie jederzeit auf die für die aktuelle Projektphase erforderlichen Kompetenzen zurückgreifen kann.

Die EKKB AG gibt eine Übersicht über die Anforderungen aus der KEV, welche die Betriebsorganisation dereinst erfüllen müssen. Sie verpflichtet sich darüber hinaus, die relevanten Anforderungen aus dem übrigen Regelwerk (rechtliche Grundlagen, Richtlinien des ENSI) sowie weitere einschlägige Grundlagen (wie z. B. spezielle Präzisierungen des ENSI und internationale Normen und Standards) zu berücksichtigen.

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, [15]) sowie der Richtlinie G07 [24] 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.

In den weiteren Projektschritten muss der Entwicklung der zukünftigen Organisation im Rahmen eines systematischen Verfahrens frühzeitig die nötige Aufmerksamkeit gewidmet werden. Der Gesuchsteller verpflichtet sich, in der nächsten Projektphase ein so genanntes «Organisational Factors Engineering»-Programm zu entwickeln, ohne jedoch nähere Angaben zu diesem Programm zu machen. Neben der Festlegung von Aufbau- und Ablauforganisation und des Aufbaus des Managementsystems wird aus Sicht des ENSI namentlich auch die frühzeitige Erstellung und Umsetzung eines Personalkonzepts von zentraler Bedeutung sein, um sicherzustellen, dass rechtzeitig mit der Rekrutierung und Ausbildung des notwendigen Personals der späteren Betriebsorganisation begonnen wird. Das ENSI formuliert deshalb den folgenden Hinweis:

Hinweis 9:

Das ENSI verlangt von der EKKB 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 Faktoren bei der Entwicklung der Anlage

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hält fest, dass alle Sicherheitsfragestellungen in ihrer sozio-technischen Gesamtheit betrachtet werden müssen. Dies soll sichergestellt werden, indem die menschlichen und organisatorischen Faktoren («Human Factors Engineering» und «Organisational Factors Engineering») das «Sicherheitsengineering» unterstützen (siehe dazu Kapitel 3.1 und 6.1 des vorliegenden Gutachtens). Die Umsetzung dieser Absicht soll jeweils phasengerecht, das heisst in allen Lebensphasen der Anlage, von deren Projektierung bis zu ihrer Stilllegung, detailliert ausgearbeitet werden. Das anvisierte Ziel ist die Optimierung der Durchführung der Arbeiten durch die Beachtung der menschlichen und organisatorischen Besonderheiten der Vorhaben und der spezifischen Eigenschaften der Anlage. Betont wird darüber hinaus die Wichtigkeit einer interdisziplinären Vorgehensweise unter Einbezug von Fachexperten bezüglich Auslegung, Betrieb, Strahlenschutz, Instandhaltung sowie Human Factors Engineering.

Die Entwicklung von Programmen zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren (Human Factors Engineering- und Organisational Factors Engineering-Programmen) sowie die organisatorische Einbettung in das «Bewilligungsmanagement» (siehe Kapitel 3.1) sind für die folgende Projektphase (Baubewilligung) vorgesehen.

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, [47]) sowie den Safety Standards der IAEA (insbesondere Safety Fundamentals SF-1, Fundamental Safety Principles Nr. 3 «Leadership and Management for Safety» § 3.14 [34] und Safety Requirements NS-R-1, § 5.50 [35]) zu entnehmen.

Beurteilung des ENSI

Das ENSI begrüsst die Absichtserklärungen der EKKB AG hinsichtlich der Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren in allen Phasen des Lebenszyklus der Anlage. Insbesondere begrüsst das ENSI das Bekenntnis der EKKB AG zu einer integralen und multidisziplinären Herangehensweise an die Projektierung des neuen Kernkraftwerks sowie die Absichtsbebindung, in der nächsten Phase des Projekts, analog zum in Kapitel 6.1 erwähnten «Organisational Factors Engineering»-Programm, ein «Human Factors Engineering»-Programm zu entwickeln und umzusetzen.

Der Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch enthält noch keine näheren Angaben zum «Human Factors Engineering»-Programm. Die Entwicklung und Implementierung eines solchen Programms 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, Auslegung und den Bau des Kernkraftwerks integriert werden. Dies bedeutet u. a., dass die Arbeiten im Zusammenhang mit der Erarbeitung dieses Programms im Anlagenausschreibungsverfahren berücksichtigt werden müssen. Das ENSI fordert deshalb 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 (Auflagenvorschlag, siehe weiter hinten).

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 Kernkraft-

werks 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 6:

Die EKKB 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 EKKB 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 sind dann in geeigneter Weise zu klassifizieren, wobei die Informationsschutzverordnung [18] sinngemäss angewendet werden kann.

7.1 Standorteigenschaften für die Sicherung

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller beurteilt die Standorteigenschaften in Bezug auf die Sicherung des EKKB im Kapitel 3.1 des Sicherheitsberichtes unter «Beschreibung des Standorts». Im Rahmenbewilligungsgesuch wird nicht direkt auf die bestehenden Kernanlagen KKB 1 und KKB 2 eingegangen, da sich erst in späteren Bewilligungsschritten Fragen von möglichen Synergien stellen.

Der Standort zeichnet sich durch die besondere Insellage aus und verfügt nur über eingeschränkte Zugänge. Es befinden sich keine industriellen Anlagen in der unmittelbaren Umgebung, deren Sabotage eine direkte Gefährdung der Sicherung des EKKB darstellt. Diese Feststellung gilt auch für die Erdgas-hochdruckleitung, die südöstlich des Standorts in einem minimalen Abstand von ca. 1400 m verläuft.

Gemäss der EKKB AG ist die Insellage aus der Perspektive der Sicherung vorteilhaft.

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 Verlauf der Aare und des Oberwasserkanals sowie die Insellage aus. Aufgrund des Abstandes zu industriellen Anlagen und zur Erdgashochdruckleitung ergeben sich für die Sicherung keine direkten Gefahren (siehe auch Kapitel 4.2.6 des vorliegenden Gutachtens).

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 [14] einen genügenden Schutz aufweisen wird.

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

7.2 Gefährdungsannahmen

Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller verweist in Kapitel 2.2 des Sicherheitsberichts auf die Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 «Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien» [13]. Darin sind die Grundsätze für die Gefährdungsannahmen und die baulichen, technischen, organisatorischen und administrativen Anforderungen an Sicherungsmassnahmen zur Erreichung der Schutzziele für die Sicherung enthalten.

In der Verordnung [13] werden die einzelnen Schutzziele wie folgt festgelegt:

- 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.

Im Laufe der späteren Bewilligungsverfahren ist durch den Gesuchsteller nachzuweisen, dass mit den getroffenen Sicherungsmassnahmen die Schutzziele für die Sicherung von Kernanlagen und Kernmaterialien eingehalten werden. Als Grundlage und Massstab für die Beurteilung der Sicherungsmassnahmen dienen die Gefährdungsannahmen. Die Gefährdungsannahmen sind klassifiziert und beruhen auf der Beurteilung:

- des weltweiten Terrorismus und gewalttätigen Extremismus;
- der spezifischen Bedrohungslage in der Schweiz;
- dem Gefährdungspotenzial der zu schützenden Objekte;
- dem Stand der Angriffstechnik;
- dem möglichen Täterverhalten.

Anhand dieser Schutzziele und der Gefährdungsannahmen gemäss Verordnung [13] sollen die konkreten Sicherungsmassnahmen für das EKKB 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 [13].
- Änderung des Übereinkommens über den physischen Schutz von Kernmaterial (Art. 2A Abs. 3, BBl 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 [18].

Beurteilung des ENSI

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.

Der Gesuchsteller verweist auf die UVEK-Verordnung betreffend Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen [13] und legt seine Absicht dar, die Anforderungen, welche sich aus den Gefährdungsannahmen ergeben, in Bezug auf die Sicherung umzusetzen.

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 EKKB AG bei der Erarbeitung der Sicherungsmassnahmen zu berücksichtigen gedenkt.

7.3 Bauliche, technische, organisatorische und administrative Massnahmen

Angaben des Gesuchstellers

Die Grundzüge der Sicherungsmassnahmen für das EKKB werden vom Gesuchsteller in Kapitel 3.3 des Sicherheitsberichts dargelegt. Die Umsetzung der Sicherungsmassnahmen soll auf dem Konzept der in die Tiefe gestaffelten Sicherungsschranken und Sicherungszonen gemäss Anhang 2 KEV (siehe auch Art. 9 Abs. 2 KEV) basieren.

Die sicherungstechnischen Massnahmen sollen für einen Täter möglichst ungünstige Voraussetzungen schaffen und das Eindringen durch wirksame Schranken erschweren (grosse Zeitverzögerung sowie hohe Wahrscheinlichkeit eines Entdeckens).

Der Betreiber einer Kernanlage respektive der Verantwortliche für den Transport von Kernmaterialien muss der Aufsichtsbehörde die Qualität der Sicherungsmassnahmen nachweisen.

Bei den **baulichen Sicherungsmassnahmen** wird dieses Konzept von der EKKB AG näher umschrieben. Zu diesem Zweck werden die vitalen Anlagenteile den Sicherungszonen D, C und B gemäss Richtlinie HSK-R-49 [29] zugeteilt, wobei die Benennungen den definierten und klassifizierten Widerstandswerten entsprechen. Die Umsetzung der baulichen Massnahmen bezieht sich auf:

- Hülle (abschliessende Wände, Decken, Böden)
- Schleusen und Vereinzelungsanlagen
- Türen

Die Stärke bzw. die Grösse des Widerstandswertes nimmt mit der sicherheitstechnischen Bedeutung der jeweiligen Sicherungsschranke zu. Die entsprechenden Massnahmen basieren auf zertifizierten Konstruktionen bzw. Materialien. Die Ausführungsgrundlagen sind in klassifizierten Richtlinien der Aufsichtsbehörde enthalten.

Die **technischen Sicherungsmassnahmen** umfassen Zutrittskontrollsysteme, Detektions- und Videosysteme, Kommunikationsmittel sowie Bedien-, Überwachungs- und Steuersysteme. Die Zutrittskontrollsysteme gewährleisten den berechtigten Zutritt von Personen in die Kernanlage. Mit Hilfe von zusätzlichen Kontrollsystemen und Kontrollmitteln soll auch der Material- und Fahrzeugverkehr in die Anlage kontrolliert werden. Mittels Detektions- und Videosystemen sollen die Durchgangspunkte und die Umschliessung kontrolliert und gegen unbefugtes oder gewaltsames Eindringen überwacht werden. Verschiedene Kommunikationsmittel stellen die Verbindung innerhalb der Betriebswache, zu den Durchgangspunkten, zu den Steuer- und Bediensystemen sowie zur Polizei sicher. Bedien-, Überwachungs- und Steuersysteme in gesicherten Räumen steuern die oben erwähnten Systeme und geben Durchgangspunkte je nach Berechtigung frei.

Die **personellen Sicherungsmassnahmen** basieren gemäss der EKKB AG vor allem auf der bewaffneten Betriebswache und dem Sicherungsbeauftragten der Kernanlage. Eine Kernanlage wird durch die Betriebswache rund um die Uhr be- und überwacht. Die Betriebswache ist Bestandteil der Betriebsorganisation. Die Aufgaben und Befugnisse richten sich nach der Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK, [16]).

Die **organisatorischen und administrativen Sicherungsmassnahmen** werden in einer Reihe von Dokumenten beschrieben. Diese umfassen insbesondere:

- Kraftwerksreglement
- Notfallreglement
- Vorschriften und Weisungen im Sicherungsbereich
- Sicherheitsbericht
- Wachjournal

In der Schlussfolgerung hält der Gesuchsteller fest, dass die Sicherung des EKKB dem Stand der Sicherungstechnik entsprechen wird und dass der Gesuchsteller alle gültigen Anforderungen bezüglich Sicherung erfüllen wird.

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, [16]) 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 EKKB 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 EKKB 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 EKKB

Das ENSI beurteilt die Angaben des Gesuchstellers zur Sicherung im Rahmenbewilligungsgesuch als ausreichend. Die von der EKKB AG geplanten Massnahmen entsprechen dem Konzept der Sicherung gemäss Art. 9 und Anhang 2 KEV.

Weitergehende Angaben zu konkreten Massnahmen baulicher, technischer, organisatorischer und administrativer Natur sind 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 7:

Die EKKB 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

Der Gesuchsteller hat die Angaben hinsichtlich der Stilllegung des EKKB im Bericht «Konzept für die Stilllegung – Ersatz Kernkraftwerk Beznau» [6] dargelegt. Nach ausführlicher Zitierung der gesetzlichen Grundlagen in Kapitel 2 erfolgen im 3. Kapitel eine Abgrenzung zum Stilllegungsplan und zum Stilllegungsprojekt sowie in Kapitel 4 eine Abgrenzung des Stilllegungskonzepts zum Entsorgungsnachweis für die anfallenden radioaktiven Abfälle [7]. Anfallende Volumina, Konditionierung und Zwischenlagerung der Stilllegungsabfälle sowie Verbringung in das geologische Tiefenlager sind dort beschrieben.

In Kapitel 5 beschreibt der Gesuchsteller die grundsätzlich möglichen Varianten der Stilllegung, nämlich:

- Den sofortigen Rückbau, bestehend aus einer Nachbetriebsphase und der eigentlichen Stilllegung. In der Nachbetriebsphase werden die Brennelemente entsorgt, die noch vorhandenen Betriebsabfälle konditioniert und ebenfalls entsorgt sowie die Systeme entleert und getrocknet. Das Stilllegungsprojekt wird erarbeitet und zur Erlangung der Stilllegungsverfügung den zuständigen Behörden eingereicht. Mit der Stilllegungsverfügung endet die Nachbetriebsphase, direkt anschliessend erfolgt die Entfernung des gesamten radioaktiven Materials vom Standort. Es wird nach der Konditionierung entweder unmittelbar der geologischen Tiefenlagerung zugeführt oder vorgängig zwischengelagert. Verbleibende inaktive Gebäudestrukturen werden in Abhängigkeit von den Vorgaben der Stilllegungsverfügung entweder vollständig abgerissen oder einer anderweitigen Nutzung zugeführt.
- Den gesicherten Einschluss mit verzögertem Rückbau, bei dem zunächst die Nachbetriebsphase analog der oben beschriebenen Verfahrensweise des sofortigen Rückbaus stattfindet. Das Stilllegungsprojekt und die entsprechende Stilllegungsverfügung sehen beim verzögerten Rückbau allerdings zunächst eine mehrere Jahrzehnte umfassende Phase des sicheren Einschlusses vor. Während dieser Zeit verbleibt die Anlage in einem gesicherten und überwachten Zustand. Zur Gewährleistung der erforderlichen Sicherheit wird ein Wartungs- und Überwachungsprogramm durchgeführt. Der sich an diese Phase anschliessende Rückbau läuft dann wieder analog der Darstellung bei der Variante des sofortigen Rückbaus ab.
- Die Möglichkeit allfälliger Mischvarianten der oben genannten Konzepte.

Kapitel 6 des Konzepts für die Stilllegung beinhaltet nach einer erneuten Beschreibung der Nachbetriebsphase insbesondere die vorgesehene Gliederung der eigentlichen Stilllegungsarbeiten. Hier nennt der Gesuchsteller die folgenden Phasen/Teilprojekte:

- Demontage und Ausbau der Einrichtungen
- Dekontamination und Freigabe der Gebäude

- Abbruch der Gebäude bzw. deren allfällige Umnutzung gemäss Stilllegungsverfügung
- Wiederverwendung verwertbarer Reststoffe
- Entsorgung der anfallenden Abfälle
- Freimessung des Standorts
- Feststellung des Abschlusses der Stilllegung durch das Departement

Für die Dauer des sofortigen Rückbaus rechnet der Gesuchsteller mit maximal 17 Jahren, bestehend aus 5 Jahren für die Nachbetriebsphase und 10–12 Jahren für die anschliessende Stilllegungsphase. Bei der Nachbetriebsphase wird allerdings ausdrücklich auf mögliche Optimierungen des Ablaufs hingewiesen. Zu diesem Zeitbedarf wird im Falle des verzögerten Rückbaus noch die in der Stilllegungsverfügung spezifizierte Dauer des sicheren Einschusses hinzu kommen.

In Kapitel 6.3 wird auf die Möglichkeiten eingegangen, durch eine Etappierung den Stilllegungsverlauf an die nationale Entsorgungssituation anzupassen, z.B. hinsichtlich der Verfügbarkeit geologischer Tiefenlager. Durch die Möglichkeit eines Weiterbetriebs der Entsorgungsanlagen am Standort ergibt sich eine entsprechende Flexibilität.

Kapitel 7 beschreibt den Inhalt der technischen, organisatorischen und kommerziellen Festlegungen und Nachweise, deren Erstellung in Zusammenhang mit dem Stilllegungsprojekt vorgesehen ist. Schliesslich werden in Kapitel 8 die Kriterien genannt, nach denen die Auswahl der Stilllegungsvariante im Stilllegungsplan erfolgen soll. Als übergeordnetes Ziel ist hier genannt, dass die Anlage nach ordnungsgemäsem Abschluss der Stilllegung nicht mehr der Kernenergiegesetzgebung untersteht. Ausserdem wird festgestellt, dass gemäss international üblichen Standards die bevorzugte Stilllegungsvariante im sofortigen Rückbau besteht. In Kapitel 9 kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass mit den Darlegungen aus den vorangegangenen Kapiteln alle gesetzlichen Anforderungen an ein Stilllegungskonzept für ein Rahmenbewilligungsverfahren nach KEG erfüllt sind.

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 Kernenergiegesetz 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 des Gesuchstellers zum Stilllegungskonzept für das EKKB 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 Bewertungsgrundlage abgeleiteten zentralen Fragen an jedes Stilllegungsprojekt beantwortet der Gesuchsteller für das EKKB teilweise direkt, teilweise indirekt wie folgt:

1. Das übergeordnete Ziel ist als Endzustand die Entlassung der Anlage aus dem Kernenergiegesetz.
2. Die international bevorzugte Stilllegungsvariante ist der sofortige Rückbau.

Allerdings wird hinsichtlich der Variantenauswahl zu Punkt 2 ein Vorbehalt angebracht, indem auf zusätzlich zu berücksichtigende Parameter verwiesen wird, die eine Anpassung der Stilllegungsvariante bis zum Stilllegungsplan, ja sogar bis zum eigentlichen Stilllegungsprojekt hin erfordern könnten.

Im Stilllegungskonzept ist der Hinweis enthalten, dass im nachgeführten Stilllegungsplan auch auf im Betrieb vorzunehmende Verbesserungen eingegangen wird, welche die zukünftige Stilllegung erleichtern. Konkrete Darlegungen, ob und wie Kriterien einer möglichst einfachen Durchführung der Rückbauarbeiten bereits bei der Auslegung und beim Bau Berücksichtigung finden, sind allerdings nicht enthalten. Derartige Anforderungen sind Gegenstand internationaler Regelwerke bzw. Publikationen und damit als Stand der Technik anzusehen. Das ENSI erwartet entsprechende Ausführungen daher bereits in den Gesuchsunterlagen zur Baubewilligung und formuliert den folgenden Hinweis:

Hinweis 10:

In den Unterlagen zum Baubewilligungsgesuch hat die EKKB AG aufzuzeigen, welche Massnahmen bei der Auslegung und beim Bau des EKKB ergriffen werden, um die spätere Durchführung der Rückbauarbeiten zu erleichtern.

Das ENSI beurteilt die Entlassung der Anlage aus der Kernenergiegesetzgebung als sinnvollen und angemessenen Endzustand aller Stilllegungsaktivitäten. Ebenso ist die Feststellung, dass der direkte Rückbau unter den momentanen Randbedingungen auch in der Schweiz eine sinnvolle und gesetzeskonforme Stilllegungsvariante darstellt, aus Sicht des ENSI korrekt. Es ist zu begrüssen, dass sich die EKKB AG vorbehält, die Variantenauswahl anzupassen. Eine solche allfällige Anpassung kann z.B. aus der periodischen Aktualisierung des erstmals mit dem Baugesuch vorzulegenden Stilllegungsplans resultieren, der anschliessend zur periodischen Neufestsetzung der Beiträge für die Entsorgungs- und Stilllegungsfonds ebenfalls regelmässig aktualisiert werden muss. Eine derartige Anpassungsmöglichkeit bewertet das ENSI ausdrücklich als positiv, zumal in den kommenden Jahren durch die Aktivitäten im Ausland mit einer erheblichen Zunahme an Erfahrungen auf dem Gebiet der Stilllegung von Kernanlagen zu rechnen ist.

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

9 Entsorgung

Als Teil der Unterlagen zum Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das EKKB hat der Gesuchsteller den Bericht «Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle» [7] eingereicht. Weitere Angaben, insbesondere zu den geplanten Einrichtungen zur Zwischenlagerung und zu den antizipierten Abfallmengen, finden sich in den Kapiteln 2.3.5 und 2.3.6 des Sicherheitsberichts.

Angaben des Gesuchstellers

Abfälle

Der Gesuchsteller hält in Kapitel 4 des Nachweises für die Entsorgung [7] fest, dass sich die vom EKKB erzeugten Rohabfälle hinsichtlich ihrer entsorgungsrelevanten Eigenschaften nicht grundsätzlich von den Abfällen unterscheiden, die in den bestehenden Kernkraftwerken in der Schweiz anfallen. Folgende Abfallkategorien werden betrachtet:

- feste radioaktive Abfälle
- flüssige radioaktive Abfälle
- Grosskomponenten
- Wiederaufarbeitungsabfälle
- abgebrannte Brennelemente

Weitergehende spezifische Angaben zu Zusammensetzung und Eigenschaften dieser Abfallströme sind in den Gesuchsunterlagen noch nicht enthalten. Hierfür wird auf die in Zusammenhang mit dem Baugesuch einzureichenden Unterlagen sowie auf das Gebot zur Minimierung von Abfällen nach Art. 30 KEG verwiesen. Allerdings wird im Kapitel 2.3.6 des Sicherheitsberichts eine Richtgrösse für das Lagervolumen der schwach- und mittelaktiven Betriebsabfälle aus der gesamten Laufzeit und für die Stilllegungsabfälle von 20 000 m³ angegeben. Davon wird der Stilllegungsanteil mit ca. 70 % beziffert. Die Abschätzungen für die abgebrannten Brennelemente belaufen sich gemäss Kapitel 2.3.5 des Sicherheitsberichts auf 180 der heute üblichen Transport- und Lagerbehälter (T/L-Behälter) bzw. ein Volumen von ca. 1 500 m³ an zu lagernden Brennelementen. Darin eingeschlossen sind die Brennelemente aus den letzten zehn Betriebsjahren der beiden bestehenden KKB-Blöcke. Alle Volumenangaben zu Abfallgebinden sind als archimedische Abfallvolumina (ohne Verpackung/Container) gekennzeichnet. Der Gesuchsteller hält fest, dass die oben stehenden Mengenangaben als Richtgrössen zu betrachten sind, da genaue Leistung und Auslegung des Kernkraftwerks im Rahmenbewilligungsverfahren noch nicht festgelegt sind.

Konditionierung und Verpackung

Anlagen zur Konditionierung sind grundsätzlich am Standort EKKB vorgesehen mit Ausnahme der Verarbeitungspfade «Verbrennen» und «Einschmelzen». Hierfür sollen Anlagen an anderen Standorten benutzt werden. Für Brennelemente werden sowohl die Tiefenlagerung als auch die Wiederaufarbeitung als mögliche Strategien genannt. Daher sind bei den Mengenangaben zur

Entsorgung der Brennelemente auch 600 m³ an konditionierten Spaltproduktlösungen sowie 1 000 m³ an alphanotoxischen Abfällen berücksichtigt.

Zwischenlagerung

Die Zwischenlagerung aller konditionierten Abfälle und der abgebrannten Brennelemente respektive der aus ihrer allfälligen Wiederaufarbeitung entstehenden Abfälle soll grundsätzlich am Standort des EKKB erfolgen. Die entsprechenden Bauten sollen etappiert errichtet werden, in Abhängigkeit vom Realisierungszeitpunkt der entsprechenden geologischen Tiefenlager. Die Lagerkapazitäten sollen die letzten zehn Betriebsjahre der beiden Blöcke KKB1 und KKB2 sowie nötigenfalls die gesamte Betriebsdauer des EKKB abdecken und ebenfalls die Stilllegungsabfälle einschliessen. Darüber hinaus wird die grundsätzliche Möglichkeit angesprochen, in diesen Zwischenlagern auch Abfälle und/oder Brennelemente aus anderen schweizerischen Kernanlagen zwischenzulagern. Alternativ wird in Kapitel 2.3.6 des Sicherheitsberichts auch die Möglichkeit angesprochen, für die Zwischenlagerung von Abfällen des EKKB Lagereinrichtungen an anderen Standorten zu nutzen.

Tiefenlagerung

Bezüglich der abschliessenden Tiefenlagerung aller Abfälle aus dem EKKB einschliesslich der abgebrannten Brennelemente bezieht sich die EKKB AG auf die beiden Bundesratsbeschlüsse zu den Entsorgungsnachweisen SMA (Beschluss vom 3. Juni 1988) und HAA (Beschluss vom 28. Juni 2006). Aufgrund dieser beiden Beschlüsse beurteilt der Gesuchsteller den Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit der geologischen Tiefenlagerung auch für die Abfälle des EKKB 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 konkrete Standortsuche für geologische Tiefenlager wird zurzeit über den Sachplan geologische Tiefenlager abgewickelt. Die Lagerkapazitäten umfassen dabei alle im Entsorgungsprogramm [50] berücksichtigten Abfallmengen und damit auch die zukünftig vom EKKB verursachten Abfallvolumina.

Sonstige Angaben

Im Bericht zum Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle des EKKB führt der Gesuchsteller unter anderem aus, dass

- durch die periodische Aktualisierung des schweizerischen Entsorgungsprogramms die konkret erwarteten Abfallvolumina in die Planungsarbeiten für die Tiefenlagerprojekte einfließen und

- die Beiträge und Ansprüche des EKKB an den Stilllegungs- und den Entsorgungsfonds in der entsprechenden Verordnung (SEFV [21]) geregelt seien.

Zusammenfassend kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass die im Betrieb und bei der Stilllegung des EKKB anfallenden radioaktiven Abfälle die Grundlagen der bestehenden Entscheide zum Entsorgungsnachweis nicht in Frage stellen und dass insbesondere auch keine neuartigen Abfälle entstehen, die durch den Entsorgungsnachweis nicht abgedeckt sind.

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 EKKB 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

Die Angaben des Gesuchstellers zur Entsorgung der im EKKB anfallenden radioaktiven Abfälle entsprechen hinsichtlich Umfang und Detaillierungsgrad dem Stand, wie er in der Phase Rahmenbewilligungsverfahren gefordert und möglich ist. Die angegebenen Richtwerte betreffen die abgeschätzten Volumina und die benötigten Stellplätze für T/L-Behälter, soweit eine Quantifizierung zum gegenwärtigen Zeitpunkt sinnvoll ist. Für eine weitere Detaillierung wird vom Gesuchsteller auf die Gesuchsunterlagen zum Baubewilligungsgesuch verwiesen. Dies gilt für alle Arten von Abfällen. Wesentliche Aussage ist, dass auf Basis dieser Abschätzungen eigenständige Zwischenlagereinrichtungen am Standort des EKKB vorgesehen sind, die nötigenfalls bis zu einer ausreichenden Kapazität für die gesamte Betriebszeit einschliesslich der Stilllegungsphase ausgebaut werden sollen. Ebenso ist die Konditionierung der Abfälle grundsätzlich am Standort vorgesehen. Nur für diejenigen Konditionierungsverfahren, in denen zentrale Anlagen zur Verfügung stehen, soll der unkonditionierte Abfall zu diesen Anlagen transportiert werden.

Das ENSI beurteilt die Angaben des Gesuchstellers zu den Abfällen als schlüssig und für die Beurteilung im Rahmenbewilligungsverfahren als ausreichend. Bei der Bewertung der bereits gemachten Volumen- und Zahlenangaben ist zu berücksichtigen, dass diese laut Angabe des Gesuchstellers Richtwerte darstellen. Die genannten Volumina für Betriebs- und Stilllegungsabfälle liegen in der Bandbreite der aktuellen Erfahrungen aus laufenden Anlagen. Die Anzahl der benötigten Stellplätze in einem T/L-Behälterlager erscheint tendenziell hoch, ist aber durch die hinsichtlich des Platzbedarfs konservative Planungsannahme von relativ niedrigen Zielabbränden in Kapitel 2.3.5 des Sicherheitsberichts ausreichend begründet.

Das ENSI bewertet positiv, dass bereits in diesem frühen Stadium alle Eventualitäten bei der Auslegung der Zwischenlager berücksichtigt werden und dass die Konditionierung und Zwischenlagerung vorzugsweise am Standort des EKKB erfolgen sollen. So können einerseits die Transporte radioaktiver Abfälle minimiert und andererseits Synergien mit den beiden stillzulegenden Blöcken KKB 1 und KKB 2 genutzt werden. Wie entsprechende Erfahrungen aus dem Ausland belegen, wird sich dies insbesondere auf die Abwicklung der Rückbauarbeiten für die beiden Blöcke KKB 1 und 2 positiv auswirken.

Der Sachplan geologische Tiefenlager (BFE 2008, [108]) schliesst die beim Betrieb und bei der Stilllegung von neuen Kernkraftwerken anfallenden Volumina an Abfällen ein. Die aktuellen Vorschläge der Nagra für Standortgebiete berücksichtigen die dazu notwendigen Platzreserven im geologischen Untergrund (Nagra NTB 08-05, S. A1-28, [73]). Die durch das EKKB 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 EKKB hinsichtlich Umfang und Detaillierungsgrad mit den eingereichten Unterlagen erfüllt.

10 Gesamtbewertung

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

- Sicherheitsbericht [2]
- Sicherungsbericht [3]
- Umweltverträglichkeitsbericht [4]
- Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung [5]
- Konzept für die Stilllegung [6]
- Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle [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 EKKB dargelegt, die EKKB-spezifischen Standorteigenschaften mit dem damit verbundenen Gefährdungspotenzial detailliert untersucht und bewertet und die maximal zulässige Strahlendosis für Personen in der Umgebung des EKKB vorgeschlagen. Zudem hat er sich zu personellen und organisatorischen Aspekten im Hinblick auf den Bau und den Betrieb des EKKB geäußert.

Im Sicherungsbericht hat die EKKB AG aufgezeigt, dass der Schutz des EKKB 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 oder gesicherter Einschluss mit verzögertem Rückbau beschrieben und eine Abgrenzung des Stilllegungskonzepts zu dem später erforderlichen Stilllegungsplan und dem Stilllegungsprojekt vorgenommen.

Im Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle hat die EKKB AG Richtwerte für die Volumina der zu entsorgenden radioaktiven Abfälle unter Berücksichtigung der Stilllegungsabfälle des EKKB ermittelt und aufgezeigt, dass diese Volumina die Grundlagen der bestehenden Bundesratsbeschlüsse zum Entsorgungsnachweis nicht in Frage stellen und dass der Entsorgungsnachweis auch unter Berücksichtigung der radioaktiven Abfälle des EKKB 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 Bestim-

mungen 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 EKKB wurde durch den Gesuchsteller umfassend betrachtet. In diesem Zusammenhang wurde die potenzielle Gefährdung des EKKB 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 EKKB 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 EKKB 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 Analysen der EKKB AG 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).

Das Gefährdungspotenzial bezüglich Überflutung wurde aus Sicht des ENSI noch nicht abschliessend ermittelt. Insbesondere wurden die Realisierbarkeit von entsprechenden Schutzvorkehrungen sowie die Zulässigkeit der Auswirkungen von Schutzvorkehrungen noch nicht ausreichend abgeklärt (Begründung hierzu siehe Kapitel 4.2.3). Das ENSI beantragt deshalb, in der Rahmenbewilligung für das EKKB die im Kapitel 11 des vorliegenden Gutachtens formulierte Auflage 4 zu berücksichtigen.

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 5, die die Festlegung des quellenbezogenen Dosisrichtwerts für den Standort Beznau betrifft.

Im Zusammenhang mit der Überprüfung des Sicherheitsberichts für das EKKB beantragt das ENSI die Auflage 7. 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 EKKB 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 6 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. Die diesbezüglichen konzeptuellen Darlegungen der EKKB AG sind auf Stufe Rahmenbewilligungsverfahren ausreichend.

Das ENSI hat bei der Überprüfung der Gesuchsunterlagen der EKKB AG festgestellt, dass zum Teil noch weitere 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 EKKB AG in den Gesuchsunterlagen zur Rahmenbewilligung für das EKKB nachvollziehbar dargelegt hat, dass der Schutz von Mensch und Umwelt vor radioaktiver Strahlung während der Betriebs- und Nachbetriebsphase des EKKB sichergestellt werden kann, dass ein machbares Konzept für die Stilllegung des EKKB vorliegt und dass der Nachweis für die Entsorgung der im EKKB 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 EKKB 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 EKKB AG vorgeschlagene Verdichtung des Mikrobennetzes 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 Anlagenteile im Bauprojekt hat die EKKB AG Erdbebengefährdungsergebnisse zu verwenden, die standortspezifisch für das EKKB 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 (4.2.3):

Die EKKB AG hat die externe Überflutungsanalyse insbesondere in folgenden Punkten zu überarbeiten:

Zur abschliessenden Bewertung des Standorts bezüglich Überflutungen sind die Überflutungshöhen auf der Insel Beznau unter Berücksichtigung der geplanten Hochwasserschutzvorkehrungen für den Fall des 10 000-jährlichen Hochwassers und des Wehrbruchs des Kraftwerks Wetingen neu zu berechnen, um die Realisierbarkeit und die Zulässigkeit der Auswirkungen der Schutzvorkehrungen darzulegen. Die Ergebnisse der Analysen sind dem ENSI spätestens bis zum Baubewilligungsgesuch nachzureichen.

Auflage 5 (5.2):

Für die am Standort Beznau 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 Direktstrah-

lung des Standorts zum quellenbezogenen Dosisrichtwert für Einzelpersonen der Bevölkerung ist auf 0,1 mSv/Jahr zu beschränken.

Auflage 6 (6.2):

Die EKKB 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 7 (7.3):

Die EKKB 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 EKKB AG im Sicherheitsbericht [2], im Sicherungsbericht [3], im Konzept für die Stilllegung [6] und im Nachweis für die Entsorgung [7] 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 (4.1.5.2):

Im Baubewilligungsverfahren ist durch die EKKB AG zu überprüfen, ob die vorliegenden Ergebnisse der Grundwassermodellierung bei einer genaueren Modellierung der Hoch- bzw. Niederterrassenschotter an der Beznau bestätigt werden.

Hinweis 2 (4.1.5.2):

Die Grundwassermodellrechnungen der EKKB AG sind im Laufe des Baubewilligungsverfahrens zu ergänzen, und es ist zu zeigen, dass auch bei Dauerbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge aus den Pumpwerken Unterwald der NOK und der Gemeinde Döttingen die sicherheitstechnisch wichtige Kühlung von Systemen des EKKB sowie des KKB 1 und 2 aus Grundwasserbrunnen möglich ist, wobei auch hier ein gleichzeitiger Niederwasserstand der Aare zu unterstellen ist.

Hinweis 3 (4.1.5.2):

Im Baubewilligungsverfahren hat die EKKB AG neue hydraulische Zustände, die sich ggf. aus der Modernisierung des hydraulischen Kraftwerks Beznau ergeben, im Grundwassermodell zu berücksichtigen, und deren Auswirkungen sind zu bewerten.

Hinweis 4 (4.1.5.2):

Im Baubewilligungsverfahren sind die Kompensationsmassnahmen, die ggf. zur Erhöhung der Durchflusskapazität ergriffen werden, im Grundwassermodell abzubilden, und deren Auswirkungen auf die Ergiebigkeit sind von der EKKB AG nachzuweisen.

Hinweis 5 (4.1.6.2):

Die Aussage der EKKB AG hinsichtlich der Baugrundeigenschaften, wonach kein Potenzial für Bodenverflüssigung besteht, ist während der Baubewilligungsphase mit detaillierteren (engmaschigeren) Abklärungen zu erhärten.

Hinweis 6 (4.1.6.3):

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

Hinweis 7 (4.2.3):

Spätestens bis zum Baubewilligungsgesuch hat die EKKB AG die externe Überflutungsanalyse insbesondere in folgenden Punkten zu überarbeiten:

Die Ergebnisse der Berechnungen für das 10 000-jährliche Hochwasser sind durch die Abschätzung einer Probable Maximum Flood (PMF), basierend auf einer Probable Maximum Precipitation (PMP), abzusichern.

Hinweis 8 (4.2.5):

Bei der Festlegung der massgebenden Auslegungsparameter des EKKB hinsichtlich extremer Winde und Tornados hat die EKKB AG folgende Punkte zu berücksichtigen:

- a) Die monatlichen maximalen Windböengeschwindigkeiten aus Tabelle 3.4-29 für die Messstationen Leibstadt 10 m, Leibstadt 110 m und PSI 70 m sind zu überprüfen. Gegebenenfalls sind die erwarteten maximalen Böenspitzen für die verschiedenen Wiederkehrperioden (Tabelle 3.4-34) neu zu ermitteln.
- b) Im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs ist für die in der Richtlinie ENSI-A05 aufgeführten Tornadostärken die Tornadoauftretenshäufigkeit für den Standort EKKB zu ermitteln. Dabei sind die Abmessungen des Tornadoschadenzugs zu berücksichtigen.
- c) Im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs sind die Unsicherheiten bei der Bestimmung der maximalen Windböengeschwindigkeiten mit einer robusten Auslegung zu berücksichtigen.

Hinweis 9 (6.1):

Das ENSI verlangt von der EKKB 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.

Hinweis 10 (8):

In den Unterlagen zum Baubewilligungsgesuch hat die EKKB AG aufzuzeigen, welche Massnahmen bei der Auslegung und beim Bau des EKKB ergriffen werden, um die spätere Durchführung der Rückbauarbeiten zu erleichtern.

Brugg, 30. September 2010

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Der Direktor



Dr. Hans Wanner

13 Referenzen

- [1] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für den Bau und Betrieb des Ersatz Kernkraftwerkes Beznau», EKKB-Brief vom 4. Dezember 2008
- [2] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Sicherheitsbericht Ersatz Kernkraftwerk Beznau», TB-042-RS080021 – v02.00, Dezember 2008
- [3] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Sicherungsbericht Ersatz Kernkraftwerk Beznau», TB-042-RS080022 – v02.00 – Dezember 2008
- [4] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Umweltverträglichkeitsbericht Ersatz Kernkraftwerk Beznau», TB-042-RS080023 – v02.00, Dezember 2008
- [5] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung Ersatz Kernkraftwerk Beznau», TB-042-RS080024 - v02.00, Dezember 2008
- [6] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Konzept für die Stilllegung Ersatz Kernkraftwerk Beznau», TB-042-RS080025 - v02.00, Dezember 2008
- [7] Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG (EKKB AG): «Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle Ersatz Kernkraftwerk Beznau», TB-042-RS080026 – v02.00, Dezember 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] 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)
- [14] 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)
- [15] 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)
- [16] VBWK 2006, Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK), Verordnung, vom 9. Juni 2006 (Stand am 1. Januar 2009)
- [17] VEOR 2007, Verordnung vom 17. Oktober 2007 über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR), Verordnung, vom 17. Oktober 2007 (Stand am 1. Januar 2009)
- [18] ISchV 2007, Verordnung vom 4. Juli 2007 über den Schutz von Informationen des Bundes, Verordnung, vom 4. Juli 2007

- [19] StFV 1991, Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) (Stand am 1. Juli 2008)
- [20] GSchV 1998, Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV) (Stand am 1. Juli 2008)
- [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] Botschaft des Bundesrates vom 28. Februar 2001 zum Kernenergiegesetz, BBl 2001 III 2665 ff.
- [23] ENSI-A05/d 2009, Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Januar 2009
- [24] HSK-G07/d 2008, Organisation von Kernanlagen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, April 2008
- [25] ENSI-G14/d 2008, Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Februar 2008, Rev. 1 vom 21.12.2009
- [26] 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
- [27] HSK-R-11/d 2003, Strahlenschutzziele im Normalbetrieb von Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, Mai 2003
- [28] HSK-R-30/d 1992, Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen,
- [29] HSK-R-49/d 2003, Sicherheitstechnische Anforderungen an die Sicherung von Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen
- [30] HSK-R-50/d 2003, Sicherheitstechnische Anforderungen an den Brandschutz in Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen
- [31] HSK-R-101/d 1987, Auslegungskriterien für Sicherheitssysteme von Kernkraftwerken mit Leichtwasser-Reaktoren, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, Mai 1987, Neudruck: Januar 1993
- [32] HSK-R-102/d 1996, Auslegungskriterien für den Schutz von sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in Kernkraftwerken gegen die Folgen von Flugzeugabsturz, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen
- [33] HSK-R-103/d 1989, Anlageninterne Massnahmen gegen die Folgen schwerer Unfälle, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, November 1989, Neudruck: Januar 1993
- [34] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Fundamental Safety Principles», IAEA Safety Standards Series, Safety Fundamentals No. SF-1, 2006
- [35] International Atomic Energy Agency (IAEA), «IAEA Safety Standards Series, Safety of Nuclear Power Plants: Design», Safety Requirements No. NS-R-1, 2000
- [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), «Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations», IAEA Safety Standards Series, Draft Safety Guide DS422 Draft 01a, 08/08/2008 (wird voraussichtlich im Jahr 2010 als NS-G-3.7 in Kraft gesetzt)
- [41] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants», Safety Guide NS-G-3.4, July 2003
- [42] International Atomic Energy Agency (IAEA); «Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites», Safety Guide NS-G-3.5, March 2004
- [43] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants», Safety Guide NS-G-3.6, April 2005
- [44] International Atomic Energy Agency (IAEA); «Application of the Management System for Facilities and Activities», Safety Guide GS-G-3.1, 2006
- [45] International Atomic Energy Agency (IAEA); «The Management System for Nuclear Installations», Safety Guide GS-G-3.5, 2009
- [46] International Atomic Energy Agency (IAEA); «The Management System for Facilities and Activities», Safety Requirements GS-R-3, July 2006
- [47] International Atomic Energy Agency (IAEA), Convention on Nuclear Safety, July 1994
- [48] 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 (wird voraussichtlich im Jahr 2010 als NS-G-3.7 in Kraft gesetzt)
- [49] KomABC, «Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen», Januar 2006
- [50] Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle: «Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen», Technischer Bericht 08-01 (Oktober 2008)
- [51] US Nuclear Regulatory Commission, «Regulatory Guide 4.7 – General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations», Revision 2, April 1998
- [52] BUWAL, Arbeitsgruppe Flüssiggas-Tankanlagen, «Rahmenbericht Flüssiggas-Tankanlagen zum Kurzbericht und zur Risikoermittlung im Hinblick auf die Störfallvorsorge», erstellt durch Basler & Hofmann AG, 1992
- [53] BUWAL/SBB, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, Mai 1998
- [54] BUWAL/ASTRA, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Autobahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, August 1999
- [55] MeteoSchweiz, 2009, Analysen der sicherheitsrelevanten klimatologischen Parameter am Standort KKW-Beznau, Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 224
- [56] OcCC, Organe consultatif sur les changements climatiques: «Klimaänderung und die Schweiz 2050»; Bern, März 2007 (<http://www.occc.ch/>)
- [57] OcCC, Organe consultatif sur les changements climatiques: «Extremereignisse und Klimaänderung»; Bern, September 2003 (<http://www.occc.ch/>)

- [58] Haldimann P. et al.: «Fluviatile Erosions- und Akkumulationsformen als Indizien jungpleistozäner und holozäner Bewegungen in der Nordschweiz und angrenzenden Gebieten», Nagra Technischer Bericht NTB 84-16, 1984
- [59] Bitterli-Dreher P., Graf H.R., Naef H., Diebold P., Matousek F., Burger H. & Pauli-Gaby T. (2007): Blatt 1070 Baden. – Geol. Atlas Schweiz 1: 25000, Erläuterungen 120. Swisstopo, Wabern
- [60] Bitterli Th. et al.: «1050 Zurzach», Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Atlasblatt 102, 2000
- [61] Fraefel M.: «Geomorphic response to neotectonic activity in the Jura mountains and the southern Upper Rhine Graben», Dissertation Universität Basel, Juni 2008
- [62] Health and Safety Executive (HSE), Licensee use of contractors and intelligent customer capability, T/AST/049, Issue 3/2009
- [63] Chemierisikokataster des Kantons Aargau. (Das Kataster erfasst die im Kanton sesshaften Betriebe, welche der Störfallverordnung unterstellt sind. Es beinhaltet ebenfalls Berechnungsmodelle und Informationen, in welchem Umkreis der jeweiligen Betriebe aufgrund der gelagerten Menge an chemischen Stoffen im Ereignisfall mit Schäden gerechnet werden muss.)
- [64] Schweizerische Erdgaswirtschaft, «Rahmenbericht Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen», erstellt durch SKS Ingenieure AG, revidierte Ausgabe 1997
- [65] CARBURA, BUWAL, Rahmenbericht über die Sicherheit von Stahltankanlagen für flüssige Treib- und Brennstoffe, erstellt durch SKS Ingenieure AG, 2005
- [66] Bundesamt für Verkehr (BAV), «Quantitative Risikoanalyse für Gefahrguttransporte auf der Bahn. Methodik und Bewertung in der Schweiz», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, 2004
- [67] Bundesamt für Umwelt BAFU, «Mengenschwellen gemäss Störfallverordnung (StFV), Liste mit Stoffen und Zubereitungen», 2006
- [68] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 267, «Geotechnik», 2003
- [69] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA): Norm SIA 261, «Einwirkungen auf Tragwerke», 2003
- [70] Kerntechnischer Ausschuss, KTA 1508 «Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre», Fassung 11/06
- [71] Bundesamt für Umwelt BAFU, «Klimaänderung in der Schweiz», Bericht Nr. UZ-0728-D, 2007
- [72] InterOil, Projekt OPAL-Phase 2, Standortuntersuchungen in Beznau, Bericht IO08-TA0016 für die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, 2009
- [73] Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle: «Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager», Technischer Bericht 08-05 (Oktober 2008)
- [74] Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra): «Probabilistic Seismic Hazard Analysis for Swiss Nuclear Power Plant Sites (PEGASOS Project)», Final Report, Volume 1–6, prepared for the Unterausschuss Kernenergie (UAK) der Ueberlandwerke (UeW), Wettingen, 31 July 2004
- [75] 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

- [76] Hauptabteilung für 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
- [77] Boeing: «Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959–2006», 2007
- [78] National Transportation Safety Board NTSB: «Aviation accident statistics», Table 5, 1987–2006, 14 CFR 121, Scheduled and Nonscheduled Service (Airlines), www.ntsb.gov/aviation
- [79] «Nordanflug im CH-Luftraum «gekröpfter Nordanflug», Statusbericht», Unique (Flughafen Zürich AG), 23. Januar 2007
- [80] MeteoSchweiz, 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKW-Leibstadt, Arbeitsbericht der MeteoSchweiz, 227
- [81] BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: «Wegleitung Grundwasserschutz», Bericht Nr. VU-2508-D, Bern 2004
- [82] Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle: «Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und HAA-Lager. Geologische Grundlagen»; Technischer Bericht NTB 08-04 (2008)
- [83] Laubscher, H. P.: «The eastern Jura; relations between thin-skinned and basement tectonics, local and regional», *Geologische Rundschau* 75/3, 535-553 (1984)
- [84] Graf, Hans Rudolf: «Die Deckenschotter der zentralen Nordschweiz», Unpublizierte Dissertation der ETH Zürich (1993)
- [85] *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)
- [86] Müller W. H., Naef H. & Graf H. R.: «Geologische Entwicklung der Nordschweiz, Neotektonik und Langzeitszenarien Zürcher Weinland», Nagra Technischer Bericht 99-08, Wettingen (2002)
- [87] Diebold P., Naef H., Ammann M.: «Zur Tektonik der zentralen Nordschweiz», Nagra Technischer Bericht 90-04 (2 Bände), Wettingen (1992); oder *Landeshydrologie und -geologie*, Geologische Berichte Nr. 14, Bern
- [88] Ziegler P. A.: «Geological Atlas of western and central Europe», Shell Int. Petrol. Maatschap., The Hague (1982)
- [89] Allia, V.: «Sedimentologie und Ablagerungsgeschichte des Opalinustons in der Nordschweiz», Unpublizierte Dissertation der Universität Basel (1996)
- [90] Allenbach R.: «Synsedimentary tectonics in a epicontinental sea: A new interpretation of the Oxfordian basins in Northern Switzerland», *Eclogae geologicae Helvetiae* 94/3, S. 265–287 (2000)
- [91] Laubscher, H. P.: «Die tektonische Entwicklung der Nordschweiz», *Eclogae geologicae Helvetiae* 80/2, S. 287–303 (1987)
- [92] Bitterli, P.: «Zum geologischen Aufbau im Gebiet der Beznau», Unterlagen zur Exkursion des ENSI am 18.8.2009
- [93] Bausch W. u. Schober T.: *Geol. Karte Baden Württemberg 1: 25 000*, Erläuterungen zum Blatt 8316/8419 Klettgau/Hohentengen am Hochrhein (1997)
- [94] Böhme M., Ilg A., Winkelhofer M.: «Late Miocene «washhouse» climate in Europe», *Earth and Planetary Science Letters* 275, S. 393–401 (2008)

- [95] Zippelt K. u. Dierks O.: «Auswertung von wiederholten Präzisionsnivellements im südlichen Schwarzwald, Bodenseeraum sowie in angrenzenden schweizerischen Landesteilen», Nagra Arbeitsbericht NAB 07-27 (2007)
- [96] Ustaszewski K., Schmid S. M.: «Neotectonic activity in the Upper Rhine Graben–Jura Mountains junction (North-Western Switzerland and adjacent France)». *Bulletin für Angewandte Geologie* 12, S. 3–19 (2007)
- [97] Schneider + Matousek AG: «Geologische Standortabklärung für eine Deponie in Villigen (Gebiet «Unterboden»)», Bericht zuhanden des Baudepartements des Kantons Aargau, Abt. Umweltschutz (1990)
- [98] Erb, L.: «Zur Frage der jungquartären Hebung des Schwarzwaldes», *Mitteilungsblatt der badischen geologischen Landesanstalt* für 1948, S. 49–51 (1948)
- [99] ENSI 33/044: «Untersuchungen zu neotektonischen Bewegungen zwischen Jura-Südfuss und Untersee anhand eines LIDAR-Geländemodells von swisstopo», Aktennotiz ENSI, Brugg (2010)
- [100] Nagra Technischer Bericht NTB 85-01: «Sondierbohrung Böttstein – Untersuchungsbericht», Baden (1985)
- [101] Bitterli T., Graf H.R., Matousek F. & Wanner M.: Blatt 1050 Zurzach – Geologischer Atlas Schweiz 1:25000, Erläuterungen 102, Swisstopo, Wabern (2000)
- [102] Düringer, P.: «Les conglomérates des bordures du rift cénozoïque rhénien», *Dynamique sédimentaires et contrôle climatique*, 278 p. (1988)
- [103] Kuhlemann, J.: «Post-collisional sediment budget of circum-Alpine basins (central Europe)». *Memorie Science Geologiche Univ. Padova* 52, 1–91 (2000)
- [104] Giamboni M., Ustaszewski K., Schmid S. M., Schumacher M. E., Wetzel A.: «Plio-Pleistocene transpressional reactivation of Paleozoic and Paleogene structures in the Rhine-Bresse transform zone (northern Switzerland and eastern France)», *International Journal of Earth Sciences (ehem. Geologische Rundschau)* 93, S. 207–223 (2004)
- [105] Bolliger T., Feijar O., Graf H., Kälin D.: «Vorläufige Mitteilung über Funde von pliozänen Kleinsäugern aus den höheren Deckenschottern des Irchels (Ktn. Zürich)», *Eclogae geologicae Helveticae* 89, S. 1043–1048 (1996)
- [106] 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
- [107] ITASCA Consultants GmbH: «Spannungen auf der Mandacherstörung», Report #10-09, August 24, 2009
- [108] Bundesamt für Energie BFE: «Sachplan geologische Tiefenlager – Konzeptteil» vom 2. April 2008
- [109] Carlé W.: «Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Grossscholle», *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch* 16 (1955)
- [110] Geyer O.F. u. Gwinner M.P.: *Geologie von Baden-Württemberg*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart (1991)
- [111] Sawatzki G. u. Hann H. P.: *Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:50 000, Badenweiler-Lenzkirch-Zone, Erläuterungen mit Hinweisen für Exkursionen* (2003)

Anhang: Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTRA	Bundesamt für Strassen
<hr/>	
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamt für Verkehr
BBI	Bundesblatt
BFE	Bundesamt für Energie
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
BKW	BKW FMB Energie AG
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
<hr/>	
CKW	Centralschweizerische Kraftwerke AG
CNS	Convention on Nuclear Safety
<hr/>	
DMK	Dosismassnahmenkonzept
<hr/>	
EKKB	Ersatz Kernkraftwerk Beznau
EKKB AG	Ersatz Kernkraftwerk Beznau AG, Gesuchsteller
EN	Europäische Norm
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
<hr/>	
GEV	Generalized Extreme Value Distribution
<hr/>	
HAA	Hochaktive Abfälle
HOF	Human and Organizational Factors
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
<hr/>	
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ISchV	Informationsschutzverordnung
<hr/>	
JGK	Juragewässerkorrektur
<hr/>	
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt

KKW	Kernkraftwerk
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
<hr/>	
MW	Megawatt
<hr/>	
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NFSVO	Notfallschutzverordnung
NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke AG
NTB	Nagra Technischer Bericht
<hr/>	
OcCC	Organe consultatif sur les changements climatiques
OSPAR	Oslo Paris Convention
<hr/>	
PGA	Peak Ground Acceleration
PMF	Probable Maximum Flood
PMP	Probable Maximum Precipitation
PRP	PEGASOS Refinement Project
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
PSI	Paul Scherrer Institut
<hr/>	
QBDR	Quellenbezogener Dosisrichtwert
<hr/>	
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
REFUNA	Regionale Fernwärmeversorgung Unteres Aaretal
<hr/>	
SED	Schweizerischer Erdbebendienst
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SIB	Sicherheitsbericht
SMA	Schwach und mittelaktive Abfälle
SSHAC	Senior Seismic Hazard Analysis Committee
StFV	Störfallverordnung
StSG	Strahlenschutzgesetz
StSV	Strahlenschutzverordnung
<hr/>	
U.S. NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
<hr/>	
VAPK	Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen
VEOR	Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität
<hr/>	
WKW	Wasserkraftwerk
<hr/>	
ZWIBEZ	Zwischenlager Beznau

ENSI 16/10

ENSI, CH-5200 Brugg, Industriestrasse 19, Telefon +41 (0)56 460 84 00, Fax +41 (0)56 460 84 99, www.ensi.ch