

**Die neuen KKA des Kraftwerkes Temelín
Bewertung des Einflusses auf die öffentliche Gesundheit**

Brno, Februar 2010

Auftraggeber: ARTECH spol. s r.o.
Žižkova 152
436 01 Litvínov

**Ausgearbeitet von: Prof. MUDr. Jaroslav Kotulán,
CSc.**

Expertisen des Umwelteinflusses auf die Gesundheit

613 00 Brno, Zemědělská 24

Inhaber der Bescheinigung einer fachlichen Qualifikation für den Bereich Bewertung von Einflüssen auf die öffentliche Gesundheit, erteilt auf Entscheidung des Ministeriums für Gesundheitswesen lt. § 19 Abs. 1 des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl. über die Bewertung von Einflüssen auf die Umwelt im Wortlaut des Gesetzes Nr. 93/2004 GBl. und der daran anknüpfenden Verlautbarung Nr. 353/2004. Die Entscheidung wurde erteilt am 19.11.2004, AZ HEM-300-26.8.04/25788, Ordnungsnummer der Bescheinigung 1/Z/2004.

Tel.: 545 578 438, Mobilfunk 606 506 983

E-Mail: jkotulan@volny.cz

INHALT

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Termini	5
EINLEITUNG	7
1. METHODISCHES VORGEHEN.....	7
2. EINFLÜSSE DURCH STRAHLEN	10
2.1 Ionisierende Strahlung und ihre biologischen Wirkungen	10
2.2 Charakteristik der Dosis-Wirkungs-Beziehung, Grenzwerte	13
2.3 Exposition der Bevölkerung	15
2.4 Charakteristik des Risikos	18
2.4.1 Risiko aus Emissionen in die Atmosphäre	18
2.4.2 Risiko aus Emissionen in Wasserläufe.....	26
2.5 Schlussfolgerungen zu den Einflüssen durch Strahlen.....	28
3. EINFLÜSSE, DIE NICHT DURCH STRAHLEN ENTSTEHEN	29
3.1 Identifikation von gesundheitlich relevanten Einflüssen	29
3.2 Verunreinigung der Atmosphäre	30
3.2.1 Bauphase	30
3.2.2 Betriebsphase.....	32
3.4 Lärm	36
3.4.1 Bestimmung der Dosis-Wirkung-Beziehung	37
3.4.2 Einfluss der Bautätigkeit	38
3.4.3 Einfluss des Betriebs der Technologie	43
3.4.4 Einfluss der Verkehrsbelastung.....	44
3.5 Elektrisches Feld und Magnetfeld	45
3.6 Schlussfolgerungen zu den Einflüssen, die nicht durch Strahlen entstehen.....	45
4. PSYCHOSOZIALE EINFLÜSSE	46
5. UMFANG DER EINFLÜSSE BEZÜGLICH GEBIET UND BEVÖLKERUNG.....	48
6. ANGABEN ZU MÖGLICHEN RELEVANTEN GRENZÜBERSCHRHEITENDEN EINFLÜSSEN.....	48
7. PRÄVENTIONSMASSNAHMEN, MASSNAHMEN ZUM AUSSCHLUSS, ZUR VERMINDERUNG, GGF. KOMPENSATION UNGÜNSTIGER EINFLÜSSE	49

8. CHARAKTERISTIK DER MÄNGEL IN DEN KENNTNISSEN UND DER UNBESTIMMTHEIT	49
9. SCHLUSSFOLGERUNGEN INSGESAMT	50
Unterlagen und Literatur	51
ANLAGE.....	54

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Termini

BaP ... Benzo/a/pyren

BAPP ... Gebäude aktiver Hilfswerkteile (ETE)

elm ... elektromagnetisch

ETE ... E-Werk Temelín

Exposition ... Kontakt zwischen einem chemischen, physikalischen oder biologischen Faktor und der äußeren Grenze eines Organismus

ICRP ... The International Commission on Radiological Protection (Internationale Strahlenschutzkommission)

Ingestion ... Aufnahme über den Verdauungstrakt

Inhalation ... Aufnahme über den Atemtrakt

KKA ... Kernkraftanlagen

Karzinogenese ... Prozess von der primären Schädigung einer Zelle (Initiation) über die schrittweisen Veränderungen und Vermehrungen bis hin zur Tumorzelle und Entstehung eines klinisch feststellbaren Tumors; dauert mehrere Jahre, oft 10 – 15, in Ausnahmefällen bis zu 40 Jahre

Kritischer Effekt ... erste ungünstige Wirkung oder ihre bekannte Vorstufe, die bei den sensibelsten Arten von Versuchstieren bei Anstieg der Dosis eines schädlichen Stoffes entsteht

low-LET radiation (low Linear Energy Transfer.) ... Röntgen- und Gammastrahlung, die entlang ihrer Bahnen sehr wenig ionisiert

LNT-Modell (linear-non-threshold model) ... Konzeption, nach der bei niedrigen Dosen ionisierender Strahlung ihre Wirkung schwellenlos ist und linear zur Dosis steigt

LOAEL ... Lowest Observable Adverse Effect Level (niedrigstes festzustellendes Niveau, bei dem ungünstige Wirkungen festzustellen waren)

MAD ... geringste festzustellende Aktivität

Neue KKA ... neue Kernkraftanlage

NOAEL ... No Observable Adverse Effect Level (Niveau, bei dem keine ungünstigen Wirkungen zu beobachten sind)

PM₁₀ ... Staubteilchen von einer Größe bis zu 10 µm

DSA ... Diffusionsstation in die Atmosphäre (ETE)

RfC ... Reference Concentration (Referenzkonzentration), d. h. Schätzung einer Konzentration in der Atmosphäre, die auch bei lebenslangem Einatmen in der Bevölkerung (einschließlich sensibler Untergruppen) wahrscheinlich kein Risiko ungünstiger Wirkungen hervorruft

SÚJB ... Staatliche Behörde für Kernkraftsicherheit (Prag)

SÚRO ... Staatliche Strahlenschutzbehörde (Prag)

ÚJV-EGP ... Institut für Kernforschung Řež a.s. – Division Energoprojekt, Praha

UNSCEAR ... United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Wissenschaftlicher Ausschuss der Vereinten Nationen zu den Auswirkungen atomarer Strahlung)

US EPA ... United States Environmental Protection Agency (Behörde der USA zum Schutz der

Umwelt)

Emission ... „flüssiger oder gasförmiger Stoffe, der in die Umwelt emittiert wird, der Radionuklide in einer Menge enthält, die das Freigabenniveau übersteigt oder der an die Umwelt abgegeben wird, und zwar unter den in der Genehmigung zur Abgabe von Radionukliden an die Umwelt angeführten Bedingungen“ (Verlautbarung Nr. 307/2002 GBl., § 2, lit. gg)

WHO... World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

UW ... Umwelt

EINLEITUNG

Gegenstand dieser Studie ist die Bewertung des potenziellen Einflusses auf die Bevölkerung durch die geplanten neuen Kernkraftanlagen (KKW) des Kernkraftwerkes Temelín (ETE) im normalen Betrieb, einmal eigenständig, einmal in Summe mit den Einflüssen des Betriebs der bestehenden zwei Blöcke.

Die Studie wurde im Sinne des Gesetzes Nr. 100/2001 GBl. über die Beurteilung der Einflüsse auf die Umwelt (in gültiger Fassung) und seiner Anlage Nr. 4 ausgearbeitet.

1 METODISCHES VORGEHEN

Die Methode zur Beurteilung von Einflüssen auf die Gesundheit ist hier die Risikoanalyse (Risk Assessment) basierend und ständig weiterentwickelt auf der Basis von Vorgehensweisen, die von der amerikanischen Behörde für den Schutz der Umwelt (US EPA) und im Rahmen der Europäischen Union festgelegt werden. Von diesen gehen dann die Richtlinien des Ministeriums für Umweltschutz der Tschechischen Republik aus.

Die Risikobewertung (Risk Assessment) ist eine fachliche Tätigkeit, die auf die Feststellung des Charakters und der Wahrscheinlichkeit möglicher ungünstiger Einflüsse ausgerichtet ist, die den Menschen und die Umwelt infolge einer Exposition durch chemische oder andere Schadstoffe betreffen können.

Das methodische Vorgehen der konventionellen Risikobewertung besteht aus vier aneinander anknüpfenden Schritten:

a) Identifizierung der Gefährlichkeit (Hazard Identification)

Es handelt sich um ein anfängliches qualitatives Kennenlernen des zu bewertenden Standortes, der dort vorhandenen Schadstoffe und der Umstände ihres potenziellen ungünstigen Einflusses auf die Bevölkerung. Grundlegendes Ergebnis dieses Schritts sind eine Aufstellung der für die Gesundheit relevanten Schadstoffe und eine Begründung des Vorgehens, wodurch sie ausgewählt wurden. Die Aufstellung wird durch eine Beschreibung der grundlegenden physikalischen, chemischen und toxikologischen Eigenschaften ausgewählter Schadstoffe und ihrer Bewegung und eventueller Veränderungen in der Umwelt, der Expositionswege, des Wirkens im menschlichen Organismus und möglicher gesundheitlicher Effekte ergänzt.

b) Bestimmung der Dosis-Wirkung-Beziehung (Dose - response Assessment)

In diesem Schritt wird die Beziehung zwischen dem Grad der Exposition und der Höhe des Risikos bestimmt¹. Die Gefährlichkeit eines Stoffes wird oft als lebenslanges Risiko bei einmaliger Exposition ausgedrückt.

Aus der Sicht des Typs von gesundheitlichen Effekten werden die chemischen und physikalischen Schadstoffe in zwei wesentliche Kategorien unterteilt:

- Schadstoffe mit Schwellenwirkung, bei denen man davon ausgeht, dass eine minimale Dosis bis zu einem bestimmten Niveau (einer Schwelle) keinen ungünstigen Effekt hat. Über dem Schwellenwert steigt dann die Relevanz einer Wirkung mit der Größe der

¹ Unter Risiko versteht man hier die mathematische Wahrscheinlichkeit, mit der es unter den festgelegten Bedingungen zu einer Schädigung der Gesundheit zu Krankheit oder Tod kommt. Theoretisch bewegt es sich zwischen Null (keine Schädigung) und Eins (Schädigung in allen Fällen).

Exposition an. In diese Gruppe gehören die meisten toxischen Stoffe.

- Schadstoffe ohne Schwellenwirkung, bei denen von einem bestimmten ungünstigen Effekt ab niedrigsten Dosen ausgegangen werden muss. Das Risiko steigt so von Null, die Abhängigkeit von Dosis und Wirkung wird im Bereich niedriger Dosen allgemein als linear betrachtet. In diese Gruppe gehören die meisten karzinogenen Stoffe und auch radioaktive Strahlung

Einige Stoffe können doppelte Wirkungen aufweisen, mit und ohne Schwellenwert (toxische und karzinogene Stoffe). In einem solchen Fall gehen wir normalerweise von einer schwellenlosen Wirkung aus, die bei niedrigeren Schadstoffniveaus, die in der Umwelt üblich sind, gravierender ausfallen.

Die Risikobewertung bei Schwellenstoffen und schwellenlosen Schadstoffen ist prinzipiell verschieden.

Bei Stoffen mit Schwellenwirkung wird auf der Basis von Tierversuchen und epidemiologischen Studien bei Menschen eine entsprechende Schwelle festgelegt, die mit der Abkürzung NOAEL bezeichnet wird. Diese Schwelle ist der Gradmesser für die Toxizität eines bestimmten Stoffes. Je niedriger er liegt, desto toxischer wirkt ein Stoff. Von diesem NOAEL-Wert wird dann durch Anwendung eines Sicherheitsfaktors die Referenzdosis RfD abgeleitet, die normalerweise um drei oder vier Stufen niedriger liegt (d. h. strenger sind) als der NOAEL-Wert. Die Referenzdosis ist dann als Schätzwert der Tagesexposition für den Menschen (einschließlich sensibler Gruppen) definiert, der bei lebenslangem Einwirken wahrscheinlich keine gesundheitlichen Schädigungen hervorruft. Bei einer Inhalationsexposition wird ebenfalls in ähnlicher Form eine Referenzkonzentration (RfC) festgelegt.

Bei Stoffen ohne Schwellenwirkung wird auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse ein Expositions-niveau festgelegt, das als annehmbar gilt. Es wird mit der Abkürzung RsD (Risk-specific Dose) beschrieben. Bei der Inhalationsexposition wird in ähnlicher Form die Referenzkonzentration RsC festgelegt. Die Entscheidung darüber, was annehmbar ist, ist allerdings eine kontroverse Angelegenheit, die in verschiedenen Ländern und Institutionen unterschiedlich bewertet wird. Als strengstes Kriterium für ein annehmbares Risiko findet ein Fall einer gesundheitlichen Beeinträchtigung pro eine Million Einwohner (1×10^{-6} bzw. $1 \text{E-}06$) Anwendung, manchmal sind auch weniger strenge Werte zulässig, bis zu 1×10^{-4} . Der RsD- bzw. der RsC-Wert wurden auf der Basis der Stärke der karzinogenen Wirkung eines Stoffes, d. h. der Steile der Dosis-Wirkung-Kurve, abgeleitet. Diese Stärke wird durch die Richtlinie der Dosis-Wirkung-Beziehung im Bereich niedriger Dosen (Slope Factor bzw. Cancer Risk Unit) charakterisiert. Da diese vom Expositionsweg (Eintritt in den Organismus) abhängig ist, wird sie für die orale Aufnahme (durch den Verdauungstrakt) als OSF (Oral Slope Factor) bzw. für die Aufnahme durch Inhalation (durch den Atemtrakt) als IUR (Inhalation Unit Risk) festgelegt.

Die Werte RfD, RfC, RsD und RsC werden als Expositionsgrenzwerte bezeichnet. Ihre Festlegung ist ein anspruchsvoller multidisziplinärer wissenschaftlicher Prozess, mit dem sich Institutionen wie die US EPA, die WHO u. a. befassen. In unserer Bewertung gehen wir überall von den Expositionsgrenzwerten der US EPA aus. Im Falle des Einflusses niedriger Dosen ionisierender Strahlung ist das Vorgehen im Prinzip gleich, als Kriterien werden Koeffizienten verwendet, die von der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) erarbeitet wurden.

c) Bewertung der Exposition

Es handelt sich um eine Schätzung des Niveaus (der Dosen), denen verschiedene Gruppen von Menschen (Untergruppen) chemischen Stoffen oder anderen schädlichen Umweltfaktoren ausgesetzt sind. Der Grad der Exposition hängt nicht nur von den Konzentrationen der Stoffe in den Elementen der Umwelt sondern auch vom Aufenthaltsort und der Aktivität der Menschen ab. Bei Inhalationsexpositionen (Einatmen) hängt dies beispielsweise davon ab, wie viel Zeit Angehörige einzelner Bevölkerungsuntergruppen (einschließlich Risikogruppen) im Freien und in Gebäuden verbringen, wie intensiv sie draußen atmen (bei der Arbeit bzw. beim Sport), bei oralen Expositionen (Genuss) z. B. davon, wie viel Wasser die täglich aus einer lokalen Quelle zu sich nehmen, in welchen Mengen die kontaminierte Lebensmittel zu konsumieren u. ä. Die Verarbeitung der Expositionsunterlagen ist außerordentlich schwierig, wohl die komplizierteste Angelegenheit des gesamten Prozesses der Risikobewertung. In der Praxis der EIA wird diese normalerweise nicht speziell für jeden Einzelfall ausgewertet, man geht von den Expositionsmodellen aus, die von den oben erwähnten kompetenten Institutionen erstellt wurden.

d) Charakteristik des Risikos

In diesem vierten Schritt geht man von einer gesundheitlichen Auswirkung auf die Bevölkerung bzw. deren Teilgruppen aus, und zwar auf der Basis einer Integration der Erkenntnisse zur Gefährlichkeit einzelner Stoffe und der Angaben zur Exposition. Für Stoffe mit einer Schwellenwirkung wird der Expositionsindex ER (Exposure Ratio) errechnet, d.h. das Verhältnis der Exposition zu einem entsprechenden Expositionslimit oder einem empfohlenen Referenzniveau. Ist der ER niedriger als 1, ist das Risiko zu vernachlässigen, liegt er höher, muss sein Einfluss detaillierter analysiert werden. Bei den karzinogenen Stoffen wird das Risiko pro Anzahl der Einwohner berechnet. Die strengste angeführte Forderungen ist hier ein Risiko in einer Größenordnung von 10^{-6} , d. h. für eine lebenslange Exposition ein Erkrankungsfall (bzw. ein Todesfall) pro 1 Million exponierter Einwohner.

Am Ausgang dieses methodischen Artikels muss ergänzt werden, dass die Feststellung des Risikos in der beschriebenen Form dort von Bedeutung ist, wo für einen entsprechenden Stoff in einem entsprechenden Element der Umwelt (Atmosphäre, Wasser u. ä.) kein Limit festgelegt wurde bzw. dort, wo dieses Limit überschritten wurde. Die Grenzwerte wurden so ausgearbeitet, dass sie mit einer entsprechenden Reserve gesundheitliche Unschädlichkeit garantieren, und wenn diese eingehalten werden, dann bestätigt eine Berechnung auf die oben angeführte Weise diese Tatsache in der Regel nur noch. Wenn es also keine speziellen Gründe dafür gibt, wird also bei eingehaltenen Grenzwerten eine Risikoberechnung durch die beschriebene Methode des Risk Assessment in der Regel nicht durchgeführt.

* * *

Die neue KKA des KKW Temelín (im Weiteren nur neue KKA) könnte die öffentliche Gesundheit einmal durch Freisetzung von Radionukliden in die Atmosphäre und ins Wasser (Einflüsse durch Strahlung) und einmal durch Verunreinigung der Atmosphäre, Lärm und einige weitere Faktoren (einschließlich anknüpfender Verkehr) in der Zeit des Baus und in der Betriebsphase (Einflüsse, die nicht durch Strahlung verursacht werden) beeinflusst werden. Die Einflüsse durch Strahlung werden angesichts ihres spezifischen Charakters getrennt behandelt.

2. EINFLÜSSE DURCH STRAHLUNG

2.1 Ionisierende Strahlung und ihre biologischen Wirkungen

Die physikalische Grundlage für die Entstehung ionisierender Strahlung ist Radioaktivität, d. h. die natürliche oder künstlich herbeigeführte Fähigkeit einiger instabiler Atomkerne, sich spontan zu verändern, dabei Strahlung auszusenden (elektromagnetische Strahlung oder Korpuskelstrahlung) und dadurch in einen energetisch niedrigeren und stabileren Zustand überzugehen. Ändert sich dabei die Anzahl der Protonen im Kern, kommt es zu einer Veränderung des Elements.

Radioaktive Atome (Radionuklide) verändern sich auf gesetzmäßige Weise, für jedes von ihnen sind ein bestimmtes Vorgehen und eine Zerfallshalbwertszeit typisch.

Die beim radioaktiven Zerfall entstehende Strahlung kann in vier Arten unterteilt werden:

- a) α -Strahlung (Alpha) ist der Strom der Heliumkerne (α -Teilchen, bestehend aus zwei Protonen und zwei Neutronen) mit einer positiven elektrischen Ladung hat die geringste Durchdringungsfähigkeit, man kann sie beispielsweise durch ein Blatt Papier aufhalten.
- b) β -Strahlung (Beta) emittiert ein Elektron e^- und gleichzeitig ein Neutrino oder ein Positron e^+ und ein Antineutrino. Danach werden β^- -Strahlung (Elektronen) und β^+ -Strahlung (positiv geladene Positronen) unterschieden. Ihre Durchdringungsfähigkeit ist höher, doch aufgefangen werden sie beispielsweise durch 1 cm Plexiglas oder 1 mm Blei.
- c) γ -Strahlung (Gamma) sind elektromagnetische Wellen mit hoher Frequenz mit einer hohen Durchdringungsfähigkeit, zur Abschirmung verwendet werden dicke Schilde aus Metall mit einer hohen Dichte (z. B. aus Blei) oder aus Legierungen solcher Metalle verwendet.
- d) Neutronenstrahlung ist elektrisch neutrale Teilchenstrahlung und indirekt ionisierende Strahlung, die ebenfalls stark durchdringungsfähig ist. Um Unterschied zur Gammastrahlung interagiert sie mit den Atomkernen. Die Produkte dieser Interaktionen sind sowohl sekundäre Gammastrahlung als auch geladene Teilchen, die die Atome des Umfeldes, das sie durchdringen, stark ionisieren.

Die Folge aller Interaktionen sowohl direkt als auch indirekt ionisierender Strahlung mit einem Stoff sind eine Störung der Stabilität der Atome und Moleküle und die Bildung von instabilen Ionen. In lebenden Zellen ionisierende Strahlung stört durch die Produktion von Ionen und freien Radikalen chemische Bindungen und schädigt so die Zellen. Die Wirkung der Strahlung hängt von der Energie, der Masse und der Ladung der Teilchen bzw. Photonen ab. Gammastrahlung ionisiert in ihrer Folge „spärlicher“, zusammen mit der Röntgenstrahlung wird sie in der Literatur als low-LET radiation bezeichnet. Die geladenen Teilchen der korpuskularen Strahlung wiederum ionisieren dicht.

Strahlungsquellen, denen ein Mensch ausgesetzt ist, können künstlich und natürlich sein. Strahlung aus natürlichen Quellen gibt es in der Umwelt in unterschiedlichem Maße. Sie stammt aus drei Hauptquellen. Dies in a) kosmische Strahlung, b) Radium, Thorium, Uran und andere radioaktive Elemente in der Erdkruste (sog. Erdstrahlung) und c) innere Strahlung aus Radionukliden, die in eigenständigen lebenden Zellen enthalten sind (Isotope von Kalium ^{40}K , Kohlenstoff ^{14}C und andere). Eine weitere Komponente ist der Einfluss von Radon in Gebäuden, das auch terrestrischen Ursprungs ist.

In Summe werden die durchschnittlichen jährlichen effektiven Dosen der einzelnen Typen natürlicher Strahlung **in der Tschechischen Republik** nach SÚRO (Malátová u. Koll. 2009) wie folgt geschätzt:

0,30 mSv (äußere Bestrahlung durch kosmische Strahlung außerhalb und innerhalb von Gebäuden gesamt),

0,08 mSv (äußere Gammastrahlung von terrestrischen Radionukliden bei einer Verweildauer von 2000 Stunden pro Jahr im Freien),

0,5 mSv (äußere Gammastrahlung von terrestrischen Radionukliden bei einem Aufenthalt innerhalb von Gebäuden von 7000 Stunden pro Jahr),

0,3 mSv (innere Bestrahlung von terrestrischen Radionukliden ohne Inhalation von Radon und seiner Umwandlungsprodukte),

0,06 mSv (innere Bestrahlung infolge Inhalation von Produkten einer Radonumwandlung draußen bei einer Verweildauer von 2000 Stunden pro Jahr),

2 mSv (innere Bestrahlung infolge Inhalation von Produkten einer Radonumwandlung in Gebäuden bei einem Aufenthalt von 7000 Stunden pro Jahr).

Insgesamt handelt es sich also um eine durchschnittliche effektive Jahresdosis von **3,24 mSv**.

Zur angeführten unausweichlichen Dosis aus einem natürlichen Hintergrund kommt desweiteren eine Exposition von Menschen infolge einer Bestrahlung aus verschiedenen künstlichen anthropogenen Quellen, von denen der Einsatz von Röntgenstrahlung und Radioisotopen in der Medizin am bedeutsamsten ist.

Die geringen Mengen von Menschen produzierter Strahlung stammen auch aus verschiedenen weiteren Quellen, zu denen radioaktive, nicht nachwachsende Stoffe in Baumaterialien, künstliche Phosphatdünger, gebrochener und zermahlener Stein, Strahlung emittierende Komponenten von Fernseh- und Computerbildschirmen, verschiedene Geräte, Rauchdetektoren und andere Konsumerzeugnisse, radioaktiver Niederschlag von Nuklearwaffentests und auch die friedliche Nutzung von Kernenergie gehören.

Der Anteil der einzelnen Quellen an der Gesamtdosis für die Bevölkerung (nach SÚRO) ist in Tabelle 1 angeführt. Daraus ergibt sich einerseits deutlich der hohe Anteil natürlicher Quellen, aus denen indirekt auch das Radon in Gebäuden stammt, andererseits auch der absolut zu vernachlässigende Anteil an Kernkraftwerken.

Tabelle 1: Verteilung der Dosen ionisierender Strahlung auf die Bevölkerung

Quelle	Anteil in %
Radon in Gebäuden (durchschnittlich)	49
Gammastrahlung aus der Erde	17
Kosmische Strahlung	14
Medizinische Versorgung	11
Natürliche Radionuklide im Körper	9
Niederschlag nach der Havarie in Tschernobyl	0,3
Sonstiges	0,13
- davon Kernenergiequellen	0,04

Einheiten und Begriffe

Von Einheiten und Begriffen aus dem Bereich Radiologie sollen an dieser Stelle nur einige wesentliche genannt werden, die wir in dieser Studie anführen.

Becquerel (Bq) charakterisiert die Strahlungsquelle. Gibt die Menge der Radioaktivität

(Frequenz der radioaktiven Umwandlungen) in einem entsprechenden Materialmuster an. 1 Bq entspricht einer solchen Menge an Radioaktivität, bei der es zu 1 radioaktiven Umwandlung pro Sekunde kommt.

Gray (Gy) charakterisiert die absorbierte Strahlungsdosis. Es handelt sich um die pro Masse an einen bestrahlten Stoff (bei Lebewesen das Gewebe) abgegebene und dort absorbierte Energiedichte. Physikalisch betrachtet gilt $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ Stoff (Gewebe).

Die Reaktion lebender Gewebe ist proportional der absorbierten Strahlungsdosis (D). Dicht ionisierende korpuskulare Strahlung ruft jedoch im Gewebe bei gleicher absorbierter Dosis wesentlich stärkere Wirkungen hervor. Diese unterschiedlichen biologischen Wirkungen werden für die einzelnen Strahlungsarten durch den Gütefaktor Q ausgedrückt. Mit dessen Hilfe wird dann die **Äquivalentdosis H** festgelegt, die die biologische Wirkung der Strahlung verschiedener Radionuklide auf einen gemeinsamen Nenner bringt und aus dieser Sicht einen Vergleich ermöglicht. Die Äquivalentdosis ergibt sich aus der Beziehung $H = Q \cdot D$.

Die Einheit der Äquivalentdosis ist **Sievert (Sv)**. Im Falle der Gammastrahlung wird der Wert bei gleicher Verteilung der Strahlungsenergie in Raum und Zeit in einem bestimmten Objekt in Sv-Einheiten ausgedrückt, die zahlenmäßig der in Gy-Einheiten ausgedrückten Dosis entspricht. Bei korpuskularer Strahlung ist bei der gleichen absorbierten Dosis die Äquivalentdosis höher. Die Einheit Sv charakterisiert so einheitlich die biologischen Wirkungen der Strahlung für beliebige Strahlungsarten und Radionuklide. Beim Schutz vor ionisierender Strahlung ist dies die am häufigsten verwendete Größe (in der Praxis oft mSv oder μSv).

Die **effektive Dosis E** ist die gesamtkörperliche gewichtete Dosis der Bestrahlung eines Menschen, die in vergleichbarer Weise die Wirkungen verschiedener Strahlungsarten in Abhängigkeit von der Verteilung der Energie ionisierender Strahlung in Zeit und Raum, die in einem entsprechenden Subjekt absorbiert wird, und von der Sensibilität einzelner Stoffe und Organe (Strahlungsbelastung) reflektiert. Die Einheit ist 1 Sv bzw. mSv oder μSv .

Das **Commitment der effektiven Dosis $E(\tau)$** ist das zeitliche Integral der Zufuhr einer effektiven Dosis über die Zeit τ ab der Aufnahme der Radionuklide.

Gesundheitliche Auswirkungen

Die ungünstigen Einflüsse ionisierender Strahlung auf den Menschen werden in zwei Gruppen unterteilt:

- a) **Deterministische** Wirkungen mit einer Schädigung des Gewebes (z. B. Hautentzündungen, Trübungen der Linse des Auges, akute Strahlenkrankheiten). Diese stellen sich nach hohen Dosen ein. Sie verfügen über eine Schwelle, über der die Schwere der Schädigung und die Abschwächung der Regenerationsfähigkeiten mit der Dosis wachsen. Unterhalb des Schwellenwertes treten sie nicht in Erscheinung. Oft, jedoch nicht immer, sind sie akut geprägt und stellen sich kurz nach der Bestrahlung ein.
- b) **Stochastische** Wirkungen, die für die Entstehung von bösartigen Tumoren und erblichen Schädigungen charakteristisch sind. Sie können sich nicht nur bei hohen, sondern auch bei geringen Dosen zeigen. Die allgemein akzeptierte konservative Meinung, die zu Zwecken des Strahlenschutzes Anwendung findet, betrachtet sie als schwellenlos und die Wirkung als mit der Dosis ansteigend (LNT-Modell). Mit der Dosis steigt nicht, die Schwere der Schädigung, sondern die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer solchen. Im Unterschied zu den karzinogenen Wirkungen ist der schädliche Einfluss auf die Erbanlagen des

Menschen nicht belegt. Die stochastischen Wirkungen treten meist zeitlich verzögert ein, sie zeigen sich erst nach einer gewissen Zeit, oft erst nach vielen Jahren.

2.2 Charakteristik der Dosis-Wirkung-Beziehung, Grenzwerte

Bei der Bewertung der potenziellen Auswirkungen des ETE auf die Bevölkerung richten wir uns angesichts der niedrigen Dosen, die durch das Kernkraftwerk entstehen, natürlich nur auf die stochastischen Wirkungen. Wissenschaftliche Unterlagen, von denen die die Risiken einer Bestrahlung des Menschen mit ionisierender Strahlung abgeleitet sind, bilden einmal Humanstudien (vor allem von Personen, die die Atombombenabwürfe in Hiroshima und Nagasaki überlebt haben, und ihrer Nachkommen und auch spezielle epidemiologische Studien), einmal experimentelle Studien an Tieren, vor allem an Mäusen. Aus Studien in Hiroshima und Nagasaki ergab sich beispielsweise der noch bis vor Kurzem verwendete Koeffizient des Sterberisikos an einem bösartigen Tumor für die Bevölkerung von $5 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Sv}^{-1}$, d. h. beispielsweise bei einer Dosis von 1 Sv von 100 Einwohnern 5 Todesfälle, bei einer Dosis von 1 mSv dann 5 Fälle pro 100 000 Einwohner u. ä.

Wenngleich das oben angeführte LNT-Modell der stochastischen Wirkungen niedriger Dosen eine wissenschaftlich annehmbare Konzeption für den Strahlenschutz bleibt, lässt sich dies nicht eindeutig nachweisen. Angesichts dieser Unsicherheit betrachtet es die ICRP² in ihrem neuen Bericht (2007) als günstig, zu Planungszwecken im Bereich öffentliche Gesundheit hypothetische Zahlen von Tumoren zu berechnen, die sich aus sehr niedrigen Strahlendosen für viele Einwohner über einen sehr langen Zeitraum ergeben könnten.

Die ICRP hat deshalb auf der Basis modernster wissenschaftlicher Erkenntnisse Koeffizienten für Schätzungen hinsichtlich sog. gesundheitlicher Schäden ausgearbeitet³. Diese sind in Tabelle 2 angeführt. Berücksichtigung finden in Summe das potenzielle Risiko tödlicher und behandelbarer bösartiger Neubildungen, Schädigungen der Nachkommenschaft und der Effekt einer Lebensverkürzung. Die ICRP zählt hierzu auch erbliche Schädigungen, die auf Kinder übertragen wurden, wenngleich sie bei einem Menschen nicht nachgewiesen wurden. Dies geschah aus vorläufiger Vorsicht angesichts dessen, dass es bei Versuchstieren in dieser Richtung überzeugende Beweise dafür gibt. Die erste Zeile der Tabelle bezieht sich auf die Bevölkerung im Ganzen, die zweite auf Strahlungsmitarbeiter. Für unsere folgenden

² Die ICRP (The International Commission on Radiological Protection) ist eine unabhängige Nichtregierungsorganisation, die 1928 gegründet wurde. Sie verarbeitet systematisch neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus dem Bereich Radiologie und nutzt sie zu Aktualisierungen präventiver Empfehlungen zum Schutz vor den Risiken in Verbindung mit ionisierender Strahlung, künstlich produzierter oder natürlicher Art. Die vereint die bedeutendsten internationalen Fachleute in diesem Gebiet. In dieser Richtung genießt sie hohe internationale Autorität. Alle internationalen Standards und nationalen Regulierungsaktivitäten im Strahlenschutz basieren auf den Empfehlungen der ICRP.

³ Ein gesundheitlicher Schaden (engl. detriment) ist laut ICRP eine „gesamtheitliche Schädigung der Gesundheit, zu der es in einer exponierten Gruppe und ihren Nachkommen infolge einer Gruppenexposition einer Strahlungsquelle“ kam. „Es handelt sich um einen vieldimensionalen Begriff. Die grundlegenden Komponenten sind folgende stochastische Quantitäten: die Wahrscheinlichkeit einer hervorgerufenen tödlichen Neubildung, die gewichtete Wahrscheinlichkeit einer hervorgerufenen heilbaren Neubildung, die gewichtete Wahrscheinlichkeit schwerer Erbschäden und eine Lebensverkürzung infolge einer Schädigung.“

Berechnungen berechnen wir das Risiko eines gesundheitlichen Schadens für die Gesamtbevölkerung, also unter Anwendung des Koeffizienten $0,057 \cdot \text{Sv}^{-1}$.

Tabelle 2: Nominale Risikokoeffizienten für eine gesundheitliche Schädigung für stochastische Zwecke nach einer niedrigen Strahlenbelastung (10^{-2}Sv^{-1})

Exponierte Bevölkerung	Neubildungen	Erbeffekte	Gesamt
Gesamt	5,5	0,2	5,7
Erwachsene	4,1	0,1	4,2

Aus den Erkenntnissen zu den stochastischen Wirkungen ionisierender Strahlung auf den Menschen sind auch die verwendeten Grenzwerte abgeleitet. Angesichts des oben genannten schwellenlosen Modells der Wirkungen lassen sich keine Niveaus festlegen, die eine völlig unschädliche Strahlung sicherstellen, denn auch minimale Dosen rufen biologische Wirkungen hervor (allerdings auch minimal). Eine Lösung ist hier eine Konzeption eines sog. annehmbaren Risikos, d. h. der Garantie einer so niedrigen Wahrscheinlichkeit der Wirkungen, das man aus gesundheitlicher und gesellschaftlicher Sicht noch akzeptieren kann. Die Gesichtspunkte sind hier natürlich sehr streng.

Einer der Hauptgrundsätze des Strahlenschutzes ist, dass alle Expositionen so niedrig gehalten werden müssen, wie es unter Abwägung aller wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte zu erreichen ist (Prinzip einer Strahlungsoptimierung). Man ist also bestrebt, die Bestrahlung von Menschen auf einem tiefst niedrigen, jedoch vernünftig erreichbaren Niveau zu halten.

Die **Grenzwerte** für Strahlenbelastungen sind getrennt für Mitarbeiter unter professionellen Bedingungen und in strengerem Maße für die Bevölkerung festgelegt. Im weiteren Text konzentrieren wir uns nur auf die Strahlenbelastung der Bevölkerung.

Bei der Bewertung der Auswirkungen einer Strahlenbelastung für die Bevölkerung und bei Kontrollen zur Einhaltung der Grenzwerte wird besondere Aufmerksamkeit auf die sog. **kritische Bevölkerungsgruppe** gelenkt. Diese wird im tschechischen Atomgesetz (im Wortlaut des Gesetzes Nr. 13/2002 GBl., § 2, lit. z, aa,) als „Modellgruppe natürlicher Personen“ bezeichnet, „die diejenigen Einzelpersonen der Bevölkerung einschließt, die aus der entsprechenden Quelle und auf dem entsprechenden Weg der Strahlung am meisten bestrahlt wurden“.

Die Verlautbarung der SÚJB Nr. 307/2002 GBl. über den Strahlenschutz legt (im Einklang mit der Empfehlung der ICRP) in § 19 einen allgemeinen **Grenzwert** für die Summe der effektiven Dosen äußerer Strahlung und das Commitment effektiver Dosen innerer Strahlung aus künstlichen Quellen mit **1 mSv** pro Kalenderjahr fest. Dieser Grenzwert bezieht sich auf die durchschnittliche berechnete Strahlung in der kritischen Bevölkerungsgruppe, und zwar unter Abwägung aller Wege einer Bestrahlung aus allen Quellen ionisierender Strahlung.

Daneben werden als verbindliche quantitative Faktoren **autorisierte Grenzwerte** festgelegt (ebenda, § 18), in der Regel als Ergebnis einer Optimierung des Strahlenschutzes, für eine einzelne Strahlenaktivität oder eine einzelne Quelle ionisierender Strahlung, und zwar durch die Staatliche Behörde für Kernkraftsicherheit in der entsprechenden Genehmigung.

Nach der zitierten Verlautbarung (§ 56, Abs. 3) ist die Optimierungsgrenze für die Gesamtemissionen radioaktiver Stoffe die durchschnittliche effektive Dosis von **250 μSv** pro Kalenderjahr bei der entsprechenden kritischen Einwohnergruppe, bei Kernenergieanlagen

davon **200 μSv** für Emissionen in die Atmosphäre und **50 μSv** für Emissionen in Wasserläufe. Für die Freisetzung von Radionukliden aus dem bestehenden ETE in Form von flüssigen Stoffen in die Moldau am Flussprofil Kořensko hat die SÚJB mit ihrer Entscheidung Nr. 8096/2005 einen autorisierten Grenzwert von **3 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$** für Emissionen aus beiden Blöcken festgelegt.

Was Emissionen aus dem bestehenden ETE in die Atmosphäre betrifft, so erlaubt die SÚJB in ihrer Entscheidung Nr. 28718/2007 die Freisetzung von Radionukliden in die UW aus den Ventilationsschornsteinen der Produktionsblocks, aus dem Ventilationsschornstein des BAPP und aus dem DSA in einem Maße, das pro Kalenderjahr für Einzelpersonen aus der kritischen Gruppe den autorisierten Grenzwert von **40 μSv** nicht übersteigt.

Beide autorisierten Grenzwerte beziehen sich auf die Summe der effektiven Dosen aus der äußeren Strahlenbelastung und den Commitments der effektiven Dosen aus der inneren Bestrahlung, wobei als kritische Einwohnergruppe die am meisten der Strahlenbelastung ausgesetzten Einwohner ausgewählt wurden, die ihren ständigen Wohnsitz innerhalb eines Umkreises von 5 km vom Zentrum des KKW haben.

Für die neue KKA wurden autorisierte Grenzwerte in den neuen Einrichtungen festgelegt.

2.3 Exposition der Bevölkerung

Wenngleich vor der Emission gasförmige und flüssige technologische Medien ein sophistisches Reinigungssystem durchlaufen, kommt es durch das KKW während des normalen Betriebs zu einer geringfügigen Erhöhung der Dosisbelastung in der Umgebung durch Restspuren von Radionukliden, die in Emissionen des ETE in die Atmosphäre und die Wasserläufe freigesetzt werden. Zu den bedeutendsten Radionukliden, die beim Betrieb eines KKW entstehen, gehören einmal Spaltprodukte (die Edelgase ^{85}Kr und ^{133}Xe , des Weiteren ^{131}I , ^{133}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs), einmal aktivierende Korrosionsprodukte (^{51}Cr , ^{55}Fe , ^{57}Mn , ^{60}Co , ^{59}Ni , ^{65}Zn , $^{110\text{m}}\text{Ag}$) und auch aktivierende Produkte von Kühlstoffen (^3H , ^{14}C) und Transurane (vor allem ^{241}Am).

Unterlagen

Es wurden zweierlei Bewertungen vorgenommen: a) der Bevölkerung als Ganzes, b) der kindlichen Bevölkerung unterteilt nach Altersschichten. Die Informationsquellen für beide angeführte Bewertungen waren dieselben.

Eine Exposition der Einwohner jeden Alters ist auf sechs grundlegende Arten möglich: a) durch Einatmen von Luft mit Immissionen von Radionukliden, b) durch Verzehr von Lebensmitteln, die in diesem Gebiet angebaut wurden und in denen Radionuklide enthalten sein können, c) durch Bestrahlung von außen „aus einer Wolke“, d. h. aus kontaminierter Luft, d) durch Bestrahlung von außen aus einem Depot auf der Terrainoberfläche, e) durch Einatmen resuspendierter Nuklide aus Depots, f) durch Nutzung kontaminierten Wassers.

Ausgangspunkt für die Berechnung der effektiven Dosen bzw. Commitments effektiver Dosen für die Bevölkerung waren für die Wege unter a) bis e) Angaben zu Aktivitäten von Konzentrationen von Radionukliden in der Atmosphäre ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$), in Depots ($\text{Bq}\cdot\text{m}^2$) und in Depotaufnahmen ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) in Bodennähe.

Die angeführten Daten wurden vom ÚJV Řež a.s. – Division Energoprojekt, Prag („Unterlagen zur Verarbeitung von Kap. D.I.1, Neue KKA am Standort des ETE).

Bevölkerung und öffentliche Gesundheit“, September 2009. Zusatz Nr. 1, Oktober 2009. Zusatz Nr. 2“, Januar 2010 – im Weiteren nur Unterlagen) aufgearbeitet. Es erfolgte eine Berechnung der radiologischen Folgen a) im Normalbetrieb der 2 neuen Blöcke der neuen KKA, b) beim Betrieb der bestehenden Blöcke (2 x 1000 MW_e) anhand der Projektwerte der Emissionen und c) im Betrieb der bestehenden Blöcke nach den maximalen Werten der einzelnen emittierten Radionuklide in den Jahren 2004 bis 2008. Was die neuen Blöcke anbetrifft, so wurden die maximal möglichen Emissionswerte von potenzielle, in Frage kommenden Leistungsalternativen von Reaktoren ausgewertet, und zwar bis 1200 MW_e und bis 1700 MW_e.

Die Aktivitäten der Konzentrationen von Radionukliden in Bodennähe wurden für das entsprechende Jahr der Inbetriebnahme der neuen Blöcke (2020) berechnet, die jährlichen Aufnahmen einer Ingestionsaktivität und aus der Wolke und des Depots außerdem auch für das Jahr 2050 und bei den neuen Blöcken auch für das Jahr 2080. Die zeitlichen Horizonte von 30 und 60 Jahren nach Inbetriebnahme wurden deshalb bewertet, um den Einfluss einer schrittweisen Kumulation der Belastung der Umwelt durch die Ablagerung von Radionukliden mit einer langen Halbwertszeit nicht zu vernachlässigen. Die Ablagerung auf der Erdoberfläche wurde als Summe der Ablagerung von einer konstanten Depotzufuhr in einem entsprechenden Jahr und der Ablagerung aus den vergangenen Jahren (einschließlich der Tochterprodukte ⁹⁰Y, ^{125m}Te, ¹⁴⁰La) berechnet, verringert um den radioaktiven Zerfall und die Prozesse der Beseitigung dieser Aktivität von der Erdoberfläche.

Die Berechnungen erfolgten im Programm NORMAL in 16 Richtungen einer Windrose und in 20 Entfernungstreifen, und zwar unter der theoretischen Annahme eines Betrieb von 100 % Reaktorleistung. Das Programm berücksichtigt die Höhe über dem Meeresspiegel, die Windrose, die Griffigkeit des Terrains, den sog. land-use (den Typ der Erdoberfläche – Gras, Felder, Wald, Wasser, städtische Bebauung) und den Emissionstyp (Gas, Aerosol u. a.). Die gelieferten Ergebnisse liegen für die nordöstliche Richtung, wo die berechneten Werte der jährlichen effektiven Dosen am höchsten lagen, und für 20 Entfernungstreifen (von 667 m bis 86 667 m) vor.

Bei der Berechnung der Volumenaktivitäten in Bodennähe, der Ablagerung auf der Erdoberfläche, der Depotzufuhren (infolge langfristiger gewichteter Faktoren trockenen und feuchten Niederschlags), der jährlichen Dosen aus äußerer Strahlung und Commitments effektiver Dosen aus der jährlichen Zufuhr von Radionukliden wurden immer die konservativeren der möglichen Annahmen verwendet, insbesondere: a) zur Beschreibung der Dispersion wurde das Modell nach Hosker verwendet, das eine schmalere und somit auch aktivere Schleppe bis in bestimmte Entfernungen bei einer Berührung mit der Erde annimmt, b) es wurde nicht mit einem Wärmehauftrieb der Schleppe gerechnet (die Schleppe befindet sich näher an der Erdoberfläche), c) bei konservativen Faktoren für die Ingestion nach Verlautbarung der SÚJB Nr. 307/2002 GBl. im Wortlaut der Verlautbarung Nr. 499/2005 GBl. in Abhängigkeit vom Typ der Absorption im Verdauungstrakt wurden konservative Werte verwendet, d) bei Berechnungen des trockenen Niederschlags und der Ablagerungen wurden konservative (höhere) Werte für die atomare Form von Jod und Aerosolformen von Radionukliden verwendet, e) bei den Berechnungen der jährlichen Ablagerung wurden sowohl der radioaktive Zerfall als auch eventuelle Tochterprodukte einbezogen, f) der Konsumkorb wurde konservativ angesetzt: lokale Produktion – lokaler Verbrauch.

Bei einer Bewertung der Kontaminierung der Lebensmittel wurde vom Blattweg in einem konkreten Jahr zuzüglich des Transports über den Wurzelweg ausgegangen. Der Wurzelweg geht von der Aktivität aus, die schrittweise innerhalb eines konkreten Jahres (bei einer

konstanten Depotzufuhr) und einer Volumenaktivität in der Wurzelzone infolge einer Ablagerung aus vergangenen Jahren abgelagert wird.

Die abschließenden Werte müssen als sehr konservativ angesehen werden. Neben den bereits erwähnten konservativen Voraussetzungen hinsichtlich der Eingangswerte für das Modell muss hier betont werden, dass sich die Ergebnisse auf eine Situation beziehen, wo eine zu beobachtende Person an einer bestimmten Stelle auf einem offenen Raum (ohne Korrektur durch eine Verdeckung durch Gebäude) verweilt und nur lokal erzeugte Produkte konsumiert.

Potenzielle Expositionen aus Emissionen in Wasserläufe wurden auf der Grundlage von Berechnungen in der Abteilung Strahlenschutz des ETE ausgewertet. Deren nähere Charakterisierung erfolgt später, im Abschnitt zum Risiko aus Emissionen in Wasserläufe.

Berechnungen der Strahlenbelastung

Im oben angeführten Umfang wurden im ÚJV-EGP die jährlichen effektiven Dosen und Committeds der effektiven Dosen für die Bevölkerung aus Emissionen in die Atmosphäre berechnet, und zwar für alle oben genannten Wege (Inhalation, Ingestion, „aus einer Wolke“, aus einem Depot, durch Einatmen resuspendierter Nuklide) nach Verlautbarung der SÚJB Nr. 307/2002 GBl. über den Strahlenschutz im Wortlaut der Verlautbarung Nr. 499/2005 GBl. (im Weiteren nur Verlautbarung) unter Verwendung der darin angeführten Konversionsfaktoren und weiterer Unterlagen. Zur Berechnung der Committeds der effektiven Dosen aus Inhalation sind dies die Konversionsfaktoren h_{inh} (Sv/Bq) nach Anlage 3, Tabelle Nr. 6. Hier wurde auch die Angabe zur Geschwindigkeit des Übergangs eines Stoffes aus der Lunge in Körperflüssigkeiten (F, M, S) nach Anlage 3, Tabelle 3, berücksichtigt. Zur Berechnung der Committeds der effektiven Dosen aus Ingestion wurden die Konversionsfaktoren für eine Aufnahme durch Verzehr gemäß Verlautbarung angewendet (Anlage 3, Tabelle Nr. 5). Die Berechnungen erfolgten für jedes Nuklid (36 Nuklide für Inhalation und 24 Nuklide für Ingestion) und jede Entfernung vom ETE gesondert, danach wurden die Anteile aller Nuklide an den effektiven Dosen und den Committeds der effektiven Dosen für jede Entfernung addiert.

Eine Übersicht der Unterlagen für den Einfluss von Emissionen in die Atmosphäre auf die Bevölkerung führen wir in der Anlage, in den Tabellen P1 bis P10, an.

Analoge Tabellen wurden auch für das Kindesalter geliefert, gegliedert nach den in der Verlautbarung Nr. 307/2002 GBl. angeführten Altersschichten. Davon später.

Aus einem Vergleich der Tabellen P1 bis P10 geht u. a. hervor, dass

- a) Die Strahlenbelastung der Einwohner mit wachsender Entfernung vom ETE langsam sinkt, zuerst stärker und später schrittweise langsamer,
- b) Den höchsten Anteil an der Strahlenbelastung insgesamt für die Einwohner aus den zu beurteilenden Quellen effektive Dosen aus einer „Wolke“, die Committeds der effektiven Dosen aus Ingestion und die Committeds der effektiven Dose aus Inhalation haben, die Committeds der effektiven Inhalationsdosen aus Resuspension haben wiederum nur eine geringe, zu vernachlässigende Bedeutung,
- c) Die jährliche Aufnahme einer Aktivität der Einwohner in einer realen Situation tatsächlich gemessener Emissionen der bestehenden Reaktorblöcke des ETE in die Atmosphäre ist in etwa um eine Größenordnung niedriger als die Aufnahme, die aus den Projektmaßgaben berechnet wurde,

- d) Die Dosen aus dem Depot steigen nach 30 Jahren Betriebsdauer leicht an, im Folgezeitraum aber ändern sie sich nur noch wenig.

2.4 Charakteristik des Risikos

2.4.1 Risiko aus Emissionen in die Atmosphäre

Risiko für eine „repräsentative Person“ ppp

Das Ziel der Berechnungen besteht in einer Schätzung der kumulierten lebenslangen Belastung eines Erwachsenen, der auf dem entsprechenden Territorium unter der theoretischen Maßgabe lebt, dass sich die Strahlungsbedingungen, die in einem bestimmten Jahr und in den weiteren Jahren beschriebenen Bedingungen nicht ändern (außer der, wengleich nur wenig, steigenden Masseaktivität der deponierten Nuklide im Boden und der mit ihr zusammenhängenden Aktivität der Elemente der Umwelt und Kommoditäten von Lebensmittelketten, was in die Berechnungen eingeschlossen ist).

Die vom ÚJV-EGP berechneten und in der Anlage in den Tabellen P1 bis P10 präsentierten effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen stellen die jährliche Strahlenbelastung dar. Geht man von der konservativen Annahme einer 70 Jahre andauernden Exposition aller Einwohner im Laufe ihres Lebens aus, sind die kumulierten lebenslangen Belastungen gleich dem Siebzigfachen der Summen, die in der letzten Spalte der Tabellen P1 bis P10 angeführt sind. Diese Produkte für die einzelnen bewerteten Zeithorizonte führen wir in den Tabellen 3, 4 und 5 an.

Tabelle 3: Gesamtsummen der effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen für die Bevölkerung (Sv) in 70 Jahren bei den einzelnen Quellen bezogen auf das Jahr 2020

Entfernung m	Neue Quelle		Bestehender Betrieb	
	2x 1200 MW _e	2x 1700 MW _e	Projekt	Messung
667	1,33E-04	3,02E-04	5,47E-04	2,70E-05
1333	5,29E-05	9,59E-05	1,67E-04	1,57E-05
2333	3,49E-05	6,00E-05	1,04E-04	1,17E-05
3333	2,30E-05	3,70E-05	6,34E-05	8,26E-06
4333	1,76E-05	2,60E-05	4,40E-05	6,38E-06
5333	1,30E-05	1,96E-05	3,30E-05	5,19E-06
6333	1,09E-05	1,57E-05	2,61E-05	4,45E-06
7333	9,24E-06	1,30E-05	2,15E-05	3,91E-06
8667	7,77E-06	1,06E-05	1,72E-05	3,40E-06
10667	6,83E-06	8,26E-06	1,32E-05	2,86E-06
12667	5,20E-06	6,66E-06	1,06E-05	2,46E-06
14667	4,88E-06	5,61E-06	8,75E-06	2,17E-06
17333	4,23E-06	4,60E-06	7,07E-06	1,87E-06
21667	3,88E-06	4,19E-06	6,27E-06	1,95E-06
26667	2,42E-06	2,73E-06	4,06E-06	1,23E-06
33333	1,94E-06	2,15E-06	3,12E-06	1,03E-06
43333	3,61E-06	3,84E-06	5,21E-06	2,04E-06

53333	2,73E-06	2,88E-06	3,86E-06	1,57E-06
66667	2,04E-06	2,12E-06	2,81E-06	1,18E-06
86667	1,46E-06	1,50E-06	1,97E-06	8,61E-07

Tabelle 4: Gesamtsummen der effektiven Dosen und der Committments der effektiven Dosen für die Bevölkerung (Sv) in 70 Jahren bei den einzelnen Quellen bezogen auf das Jahr 2050

Entfernung m	Neue Quelle		Bestehender Betrieb	
	2x 1200 MW _e	2x 1700 MW _e	Projekt	Messung
667	1,48E-04	3,02E-04	5,47E-04	2,70E-05
1333	6,04E-05	9,66E-05	1,67E-04	1,57E-05
2333	4,00E-05	6,01E-05	1,04E-04	1,17E-05
3333	2,67E-05	3,70E-05	6,34E-05	8,26E-06
4333	2,12E-05	2,60E-05	4,40E-05	6,38E-06
5333	1,48E-05	1,97E-05	3,30E-05	5,19E-06
6333	1,25E-05	1,58E-05	2,61E-05	4,45E-06
7333	1,06E-05	1,31E-05	2,15E-05	3,91E-06
8667	8,96E-06	1,06E-05	1,72E-05	3,40E-06
10667	8,40E-06	8,26E-06	1,32E-05	2,86E-06
12667	5,92E-06	6,68E-06	1,06E-05	2,46E-06
14667	5,99E-06	5,63E-06	8,75E-06	2,17E-06
17333	5,40E-06	4,62E-06	7,07E-06	1,87E-06
21667	4,71E-06	4,20E-06	6,27E-06	1,95E-06
26667	2,87E-06	2,74E-06	4,06E-06	1,23E-06
33333	2,32E-06	2,16E-06	3,13E-06	1,03E-06
43333	4,21E-06	3,85E-06	5,21E-06	2,04E-06
53333	3,14E-06	2,88E-06	3,86E-06	1,57E-06
66667	2,30E-06	2,13E-06	2,81E-06	1,18E-06
86667	1,65E-06	1,50E-06	1,97E-06	8,61E-07

Tabelle 5: Gesamtsummen der effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen für die Bevölkerung (Sv) in 70 Jahre bei den neuen Quelle bezogen auf das Jahr 2080

Entfernung m	Neue Quelle	
	2x 1200 MW _e	2x 1700 MW _e
667	1,48E-04	3,02E-04
1333	6,08E-05	9,66E-05
2333	4,03E-05	6,01E-05
3333	2,68E-05	3,70E-05
4333	2,14E-05	2,60E-05
5333	1,49E-05	1,97E-05
6333	1,26E-05	1,58E-05
7333	1,06E-05	1,31E-05
8667	9,03E-06	1,06E-05

10667	8,47E-06	8,26E-06
12667	5,94E-06	6,68E-06
14667	6,03E-06	5,64E-06
17333	5,45E-06	4,62E-06
21667	4,75E-06	4,21E-06
26667	2,89E-06	2,74E-06
33333	2,33E-06	2,16E-06
43333	4,23E-06	3,85E-06
53333	3,16E-06	2,88E-06
66667	2,32E-06	2,13E-06
86667	1,66E-06	1,50E-06

Die methodische Basis zur Risikobewertung ist der oben zitierte Bericht der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) aus dem Jahre 2007. Er richtet sich insbesondere auf niedrige Strahlendosen, d. h. die effektiven Dosen bis ca. 100 mSv (oder absorbierte Dosen bis ca. 100 Gy low-LET Strahlung), die als einzelne Dosis oder als Dosis pro Jahr akkumuliert wirken. Der Bericht empfiehlt, das Risiko eines sog. Gesundheitlichen Schadens mit Hilfe neu festgelegter Koeffizienten (siehe oben, Abt. 2.2, Tabelle 2). Im Einklang mit dieser Empfehlung haben wir die Gesamtsummen der Commitments der effektiven Dosen aus Inhalation und Ingestion und der effektiven Dosen aus äußerer Bestrahlung in 70 Jahren, so wie sie in den Tabellen 3 bis 5 angeführt sind, mit dem Faktor $0,057 \text{ Sv}^{-1}$ multipliziert. Das Ergebnis ist ein Risiko (also die Wahrscheinlichkeit) eines gesundheitlichen Schadens, das für das Jahr 2020 in Tabelle 6 angeführt werden soll.

Tabelle 6: Lebenslanges Risiko eines gesundheitlichen Schadens aus Emissionen des ETE in die Atmosphäre bezogen auf das Jahr 2020

Entfernung m	Neue Quelle		Bestehender Betrieb	
	2x 1200 MW _e	2x 1700 MW _e	Projekt	Messung
667	7,58E-06	1,72E-05	3,12E-05	1,54E-06
1333	3,02E-06	5,47E-06	9,54E-06	8,94E-07
2333	1,99E-06	3,42E-06	5,95E-06	6,66E-07
3333	1,31E-06	2,11E-06	3,61E-06	4,71E-07
4333	1,01E-06	1,48E-06	2,51E-06	3,63E-07
5333	7,38E-07	1,12E-06	1,88E-06	2,96E-07
6333	6,18E-07	8,94E-07	1,49E-06	2,53E-07
7333	5,27E-07	7,42E-07	1,22E-06	2,23E-07
8667	4,43E-07	6,02E-07	9,82E-07	1,94E-07
10667	3,89E-07	4,71E-07	7,54E-07	1,63E-07
12667	2,96E-07	3,80E-07	6,02E-07	1,40E-07
14667	2,78E-07	3,20E-07	4,99E-07	1,24E-07
17333	2,41E-07	2,62E-07	4,03E-07	1,07E-07
21667	2,21E-07	2,39E-07	3,58E-07	1,11E-07
26667	1,38E-07	1,56E-07	2,31E-07	7,02E-08
33333	1,11E-07	1,22E-07	1,78E-07	5,87E-08
43333	2,06E-07	2,19E-07	2,97E-07	1,16E-07

53333	1,56E-07	1,64E-07	2,20E-07	8,94E-08
66667	1,16E-07	1,21E-07	1,60E-07	6,74E-08
86667	8,34E-08	8,54E-08	1,13E-07	4,91E-08

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass das Risiko minimal ist. Die erste Entfernung (667 m) muss aus dieser Sicht nicht in Betracht gezogen werden, sie soll nur der Vollständigkeit halber angeführt werden, in ihrem Einzugsgebiet liegt kein bewohntes Gebiet, sie liegt im sog. Schutzstreifen um das KKW herum. Geht man sehr konservativ vor, nach dem höchstmöglichen lebenslangen Risiko auf dem nächstgelegenen bewohnten Gebiet, d. h. für die Entfernung von 1333 m, stellt man bei allen drei Quellen, die nach den Projektangaben ausgewertet wurden, ein Risiko in einer Größenordnung von 10^{-6} fest, was den strengsten international anerkannten Kriterien entspricht. Mit wachsender Entfernung vom ETE sinkt das Risiko bei der neuen KKA relativ schnell bis auf eine Größenordnung von 10^{-7} und in größeren Entfernungen, insbesondere im Falle der Ergebnisse nach einer realen Messung der bestehenden Emissionen, sogar bis auf eine Größenordnung von 10^{-8} .

Als kritische Bevölkerungsgruppe betrachten wir im Einklang mit der Entscheidung der SÚJB die Einwohner mit einem ständigen Wohnsitz in einer Entfernung von bis zu 5 km vom Zentrum des KKW. Dazu rechnen wir auch ganz Týn nad Vltavou, wenngleich die Grenze von 5 km das Stadtgebiet nur zu einem Teil berührt. Insgesamt gehören also zu dieser so definierten kritischen Gruppe ca. 12.000 Einwohner. Die bewohnten Gebiete sind hier im Gebiet von Streifen von ca. 1333 m bis 5333 m vom ETE definiert. Das Risiko einer gesundheitlichen Schädigung bewegt sich also in der kritischen Bevölkerungsgruppe bei der Quelle 2x1200 MW_e zwischen 3,02E-06 und 7,38E-07, bei der Quelle 2x1700 MW_e zwischen 5,47E-06 und 1,13E-06, bei den bestehenden zwei Blöcken nach den Projektangaben zwischen 9,58E-06 und 1,88E-06 und bei denselben Blöcken nach den tatsächlich gemessenen Emissionen in die Atmosphäre sogar zwischen 8,94E-07 und 2,96E-07. Abschließend kann also gesagt werden, dass die Risiken für die kritische Bevölkerungsgruppe minimal sind und voll den strengen international anerkannten Anforderungen entsprechen.

Aus den Differenzen in den Größenordnungen zwischen den Risiken, die für die neue KKA geschätzt werden und den Risiken, die aus den Messungen realer derzeitiger Emissionen abgeleitet werden und die in Tabelle 6 veranschaulicht sind, geht hervor, dass die Hinzurechnung des Risikos aus den bestehenden Blöcken (rechte Spalte der Tabelle) zu einem Risiko aus jeglicher Leistungsalternative der neuen KKA das Gesamtniveau des Risikos in dem bewohnten Gebiet nicht sonderlich stark beeinflusst. So steigt beispielsweise das Risiko in einer Entfernung von 1333 m an einer Quelle 2x1200 MW_e von 3,02E-06 auf 3,91E-6, bei einer Quelle 2x1700 MW_e von 5,47E-06 auf 6,36E-06.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der o. g. Vergleich der Risiken aus dem bestehenden Betrieb. Laut Projekt war bei ihm in einer Entfernung von 1333 m im Jahre 2020 ein Risiko $9,58 \times 10^{-6}$ anzunehmen, auf der Basis einer Messung von Emissionen in die Atmosphäre (letzte Spalte rechts) sind jedoch $8,94 \times 10^{-7}$ festzustellen, also ein Risiko, das 1 Größenordnung niedriger liegt. Dies zeigt, dass die konservativ angesetzten und ausgewerteten Projektangaben bei Emissionen in die Atmosphäre von stark überhöhten Werten ausgehen und dass die Realität weitaus günstiger aussieht als alle berechneten Maßgaben.

Die in ähnlicher Weise für weitere Zeithorizonte berechneten Risiken führen wir in den Tabellen 7 und 8 an.

Tabelle 7: Lebenslanges Risiko eines gesundheitlichen Schadens aus Emissionen des ETE in die Atmosphäre bezogen auf das Jahr 2050

Entfernung m	Neue Quelle		Bestehender Betrieb	
	2x 1200 MW _e	2x 1700 MW _e	Projekt	Messung
667	8,42E-06	1,72E-05	3,12E-05	1,54E-06
1333	3,44E-06	5,51E-06	9,54E-06	8,94E-07
2333	2,28E-06	3,42E-06	5,95E-06	6,66E-07
3333	1,52E-06	2,11E-06	3,61E-06	4,71E-07
4333	1,21E-06	1,48E-06	2,51E-06	3,63E-07
5333	8,46E-07	1,12E-06	1,88E-06	2,96E-07
6333	7,14E-07	8,98E-07	1,49E-06	2,53E-07
7333	6,02E-07	7,46E-07	1,22E-06	2,23E-07
8667	5,11E-07	6,06E-07	9,82E-07	1,94E-07
10667	4,79E-07	4,71E-07	7,54E-07	1,63E-07
12667	3,37E-07	3,81E-07	6,02E-07	1,40E-07
14667	3,41E-07	3,21E-07	4,99E-07	1,24E-07
17333	3,08E-07	2,63E-07	4,03E-07	1,07E-07
21667	2,69E-07	2,39E-07	3,58E-07	1,11E-07
26667	1,64E-07	1,56E-07	2,31E-07	7,02E-08
33333	1,32E-07	1,23E-07	1,78E-07	5,87E-08
43333	2,40E-07	2,19E-07	2,97E-07	1,16E-07
53333	1,79E-07	1,64E-07	2,20E-07	8,94E-08
66667	1,31E-07	1,21E-07	1,60E-07	6,74E-08
86667	9,42E-08	8,54E-08	1,13E-07	4,91E-08

Tabelle 8: Lebenslanges Risiko eines gesundheitlichen Schadens aus Emissionen der neuen KKA des ETE in die Atmosphäre bezogen auf das Jahr 2080

Entfernung m	Neue Quelle	
	2x 1200 MW _e	2x 1700 MW _e
667	8,46E-06	1,72E-05
1333	3,46E-06	5,51E-06
2333	2,29E-06	3,43E-06
3333	1,53E-06	2,11E-06
4333	1,22E-06	1,48E-06
5333	8,50E-07	1,12E-06
6333	7,18E-07	8,98E-07
7333	6,06E-07	7,46E-07
8667	5,15E-07	6,06E-07
10667	4,83E-07	4,71E-07
12667	3,39E-07	3,81E-07
14667	3,44E-07	3,21E-07
17333	3,11E-07	2,63E-07

21667	2,71E-07	2,40E-07
26667	1,65E-07	1,56E-07
33333	1,33E-07	1,23E-07
43333	2,41E-07	2,19E-07
53333	1,80E-07	1,64E-07
66667	1,32E-07	1,21E-07
86667	9,46E-08	8,54E-08

In Tabelle 7 ist zu sehen, dass sich im Jahre 2050 die Verhältnisse infolge einer voranschreitenden Ablagerung von Radionukliden gegenüber dem Jahr 2020 nicht sonderlich ändern. Wenngleich es zu einem leichten numerischen Anstieg der berechneten Risiken kommt, bleiben die Ergebnisse im bewohnten Gebiet (ab dem Streifen 1333 m eingeschlossen) in der Größenordnung von 10^{-6} und 10^{-7} , was die Gesundheit betrifft, so sind diese also voll konvenient. Für die Differenz zwischen den aus den Projektunterlagen berechneten Werten und den Werten aus der realen Messung von Emissionen in die Atmosphäre aus den bestehenden zwei Blöcken des ETE gilt dasselbe, was bezogen auf das Jahr 2020 angeführt wurde. Auch hier erhöht die Summe des Risikos aus jeglicher Leistungsalternative der neuen KKA und des Risikos aus dem Betrieb der bestehenden Blöcke die Gesamtauswirkungen nicht sonderlich. In einer Entfernung von 1333 m steigt es an der Quelle 2x1200 MWe von 3,45E-06 auf 4,34E-06, an der Quelle 2x1700 MWe von 5,51E-06 auf 6,40E-06.

Für das Jahr 2080 wurden die Strahlenbelastungen und die davon abgeleiteten Risiken nur für neue Quellen berechnet (Tabelle 8), denn die bestehenden zwei Blöcke werden nach 2050 nicht mehr in Betrieb sein, und der wahrscheinliche Ausgliederungsprozess wird die Depots nicht sonderlich beeinflussen. Dadurch sind die Risiken fast mit den Risiken aus dem Jahre 2050 identisch und ebenfalls gesundheitlich vollkommen unschädlich.

Zur angeführten Bewertung muss in Betracht gezogen werden, dass die Projektunterlagen und auch die Ergebnisse ihrer Auswertung konservativ deutlich überhöht angesetzt wurden, wie bei den bestehenden beiden Blöcken des ETE ein Vergleich der Berechnungen aus den Projektangaben und der tatsächlich gemessenen, an die Atmosphäre abgegebenen Emissionen ergeben hat. Mit einem hohen Grad an Wahrscheinlichkeit ist deshalb anzunehmen, dass auch die Belastungen aus den Emissionen in die Luft aus der neuen KKA niedriger liegen werden als oben beschrieben. Neben der konservative Herangehensweise, wie sie sich aus dem Projekt selbst ergibt, muss auch ein hoch konservatives Szenario einschließlich der verwendeten Auffassung von Ingestion betont werden, d. h. dass in dem entsprechenden Gebiet das verzehrt wird, was man dort anbaut.

Risiko für Einwohner im Kindesalter

Angesichts dessen, dass die Strahlenbelastungen im Kindesalter anders aussehen können als bei Erwachsenen und dass dadurch die Gesamtschätzungen eines gesundheitlichen Schadens beeinflusst werden können, wurden auch die bereits oben erwähnten Berechnungen der effektiven Dosen und Commitments der effektiven Dosen für die einzelnen Altersschichten bei Kindern nach Verlautbarung 307/2002 GBl. (Alter 0-1 Jahre, 1-2 Jahre, 2-7 Jahre, 7-12 Jahre, 12-17 Jahre) verarbeitet, und zwar für die oben beschriebenen Quellen und zeitlichen Horizonte (ÚJV-EGP, Unterlagen, Zusatz 2, Prag, Januar 2010).

Die gelieferten Ergebnisse werden nach den Expositionswegen detailliert beschrieben (Inhalation, Ingestion usw.) und immer mit einer Summe der effektiven Dosen und

Committments der effektiven Dosen aus allen Expositionen abgeschlossen. Als Beispiel sollen in der Anlage in Tabelle P11 die Ergebnisse für die neue KKA 2x1200 MW_e, das Jahr 2020 und die Altersgruppe 0-1 Jahr angeführt werden. Von den weiteren Ergebnissen haben wir aus Platzgründen nur die Angaben zu den am nächsten 6 Entfernungen vom KKW ausgewählt (bis 5333 m), also im Einzugsbereich der Wohnorte der definierten kritischen Bevölkerungsgruppe. Für die einzelnen Quellen und die gewählten zeitlichen Horizonte werden diese in der Anlage in den Tabellen P12 bis P15 angeführt. In den ersten 5 Spalten sind die Ergebnisse für die einzelnen Altersgruppen des Kindesalters und in der letzten Spalte (17+) zum Vergleich die Ergebnisse für die Erwachsenen angeführt, die nach den Konversionskoeffizienten berechnet wurden, die auch im vorherigen Absatz Verwendung fanden, um die Risiken für die Bevölkerung als Ganzes auszuwerten. Aus den Tabellen ist ersichtlich, dass die jährlichen effektiven Dosen und die Committments der effektiven Dosen bei Kindern etwas höher liegen als bei Erwachsenen, die Differenzen sind jedoch gering und können offensichtlich das oben genannte Gesamtergebnis von lebenslangen gesundheitlichen Risiken nicht wesentlich verändern. Dies soll hier in einer Berechnung deutlich werden.

Bei der Bevölkerung als Ganzes wurden im vorherigen Absatz die jährlichen effektiven Dosen und die Committments der effektiven Dosen in 70 Lebensjahren addiert. Wird dieses Vorgehen durch Einbeziehungen der Angaben für Kinder konkretisiert, tragen zur lebenslangen Strahlenbelastung die Altersgruppen 0-1 Jahr und 1-2 Jahre mit einem Jahr, die Altersgruppen 2-7 Jahre, 7-12 Jahre und 12-17 Jahre mit jeweils 5 Jahren bei. Für das Erwachsenenalter bleiben dann 53 Jahre übrig. Mit der angeführten Anzahl der Jahre haben wir dann die Angaben zu den Dosen und Committments der entsprechenden Altersgruppen multipliziert und diese zur Feststellung der lebenslangen Belastung addiert und mit dem oben beschriebenen Koeffizienten 0,057 Sv⁻¹ multipliziert, um die gesundheitliche Belastung abschätzen zu können. Die Ergebnisse sollen aus Platzgründen nur für die äußeren Entfernungstreifen vom ETE angeführt werden, in denen Einwohner der kritischen Gruppe leben, also 1333 und 5333 m. Diese werden in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Lebenslange Summe der effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen für die Bevölkerung (Sv) und das Risiko eines gesundheitlichen Schadens bei der Berücksichtigung der Angaben für das Kindesalter und ihr Vergleich mit den Ergebnissen der Berechnung für Erwachsene

Quelle	Jahr	Entfernung	Sv	Gesundheitlicher Schaden	Erwachsene	
					Sv	Gesundheitl. Schaden
2x1200 MW _e	2020	1333	5,56E-05	3,17E-06	5,29E-05	3,02E-06
		5333	1,36E-05	7,76E-07	1,30E-05	7,38E-07
	2050	1333	6,32E-05	3,60E-06	6,04E-05	3,44E-06
		5333	1,55E-05	8,85E-07	1,48E-05	8,46E-07
	2080	1333	6,35E-05	3,62E-06	6,08E-05	3,46E-06
		5333	1,56E-05	8,89E-07	1,49E-05	8,50E-07
2x1700 MW _e	2020	1333	9,65E-05	5,50E-06	9,59E-05	5,47E-06
		5333	1,99E-05	1,13E-06	1,96E-05	1,12E-06
	2050	1333	9,72E-05	5,54E-06	9,66E-05	5,51E-06
		5333	1,99E-05	1,13E-06	1,97E-05	1,12E-06

	2080	1333	9,72E-05	5,54E-06	9,66E-05	5,51E-06
		5333	1,99E-05	1,13E-06	1,97E-05	1,12E-06
ETE-Projekt	2020	1333	1,68E-04	9,57E-06	1,67E-04	9,54E-06
		5333	3,32E-05	1,89E-06	3,30E-05	1,88E-06
	2050	1333	1,68E-04	9,57E-06	1,67E-04	9,54E-06
		5333	3,32E-05	1,89E-06	3,30E-05	1,88E-06
ETE-Messung	2020	1333	1,63E-05	9,29E-07	1,57E-05	8,94E-07
		5333	5,42E-06	3,09E-07	5,19E-06	2,96E-07
	2050	1333	1,63E-05	9,29E-07	1,57E-05	8,94E-07
		5333	5,42E-06	3,09E-07	5,19E-06	2,96E-07

Aus der Tabelle ergibt sich, dass bei der Berechnung, die insbesondere die ausgewerteten effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen bei den einzelnen Gruppen von Kindern einschließt, unterscheidet sich die Schätzung der aufgenommenen Dosen und des lebenslangen Risikos eines gesundheitlichen Schadens nur unwesentlich von den oben vorgestellten Ergebnissen für die Bevölkerung, die als Ganzes ausgewertet wird (siehe letzte beiden Tabellen mit den aus den Tabellen 3 bis 8 übernommenen Angaben). Das Risiko überdauert in Größenordnungen 10^{-6} und 10^{-7} und entspricht also den strengen internationalen Kriterien.

Strahlungshintergrund

Eine bemerkenswerte Sicht auf die Rolle der Emissionen der neuen KKA in die Atmosphäre bei den Strahlenbelastungen der Bevölkerung kann auch ein Vergleich mit den Einflüssen des Strahlungshintergrundes bieten. Wir gehen von den Schätzungen aus, die in einem Bericht der ČVUT (Bericht der FJFI ČVUT 2008) veröffentlicht wurden. Laut diesem Bericht beträgt in der Umgebung von Temelín die Zufuhrdosis von Gammastrahlung aus Gesteinsschichten 50 – 60 nGy/h, während diese bei Týn nad Vltavou, Pašovice und Všemyslice 60 – 90 nGy/h erreicht. Unter Anwendung der Beziehung 0,7 Sv/Gy (UNSCEAR1998) entspricht dies 0,31 – 0,37 bzw. 0,37 – 0,55 mSv/Jahr.

Was die kosmische Strahlung betrifft, so steigt ihr Einfluss mit der Höhe über dem Meeresspiegel. Die durchschnittliche Höhe über dem Meeresspiegel im untersuchten Gebiet bewegt sich um 300 – 500 m ü. d. M., was den Werten einer effektiven Dosis von etwa 0,4 mSv pro Jahr entspricht.

Infolge medizinischer Bestrahlung geht man in der Tschechischen Republik pro Einwohner von etwa 0,6 bis 1 mSv/Jahr aus.

Die effektive Radondosis in Häusern bewegt sich im entsprechenden Gebiet in den gemessenen Häusern um 2,6 mSv/Jahr, was der durchschnittlichen Radonstrahlung in der Tschechischen Republik entspricht.

Addiert man also die lokalen effektiven Dosen im Hintergrund, gelangt man zu einem mittleren Gesamtwert von 4,2 mSv pro Jahr und einem davon abgeleiteten Risiko von $2,39E-4$. Ein Vergleich mit dem Jahresrisiko (d. h. mit 1/70 der o. g. lebenslangen Committments) aus den bewerteten Quellen für die Entfernung der nächstgelegenen Siedlungen (1333 m), Týn nad Vltavou (5333 m) und weitere Entfernungen (21677 m) werden in Tabelle 10 angeführt.

Tabelle 10: Vergleich des jährlichen Risikos aus dem Strahlungshintergrund und aus Emissionen der zu bewertenden Quellen in die Luft (Jahr 2020)

Quelle	Risiko		
	1333 m	5333 m	21677 m
Hintergrund	2,39E-04	2,39E-04	2,39E-04
2x1200 MW_e	4,31E-08	1,05E-08	3,16E-09
2x1700 MW_e	7,81E-08	1,61E-08	3,42E-09
Bestehendes ETE - Projekt	1,37E-07	2,69E-08	5,11E-09
Bestehendes ETE - Messung	1,28E-08	4,23E-09	1,60E-09

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass

- a) Die Projektangaben der neuen Quellen im Vergleich mit dem lokalen Strahlungshintergrund bereits im nächstgelegenen bewohnten Gebiet ein um 4 Größenordnungen niedrigeres Risiko und in einer Entfernung von 21 km ein um 5 Größenordnungen niedrigeres Risiko aufweisen,
- b) Das von den realen Messungen von Emissionen des ETE in die Atmosphäre abgeleitete Risiko in Týn nad Vltavou (in einer Entfernung von 5333 m) noch um eine weitere Größenordnung niedriger liegt.

Es ist offensichtlich, dass die gesundheitlichen Effekte des bestehenden ETE und der bewerteten Leistungsalternativen der neuen KKA nur einen nichtigen Bruchteil von Effekten eines natürlichen und anderen künstlichen Quellen bedingten Hintergrundes darstellen.

Andere potenzielle Quellen ionisierender Strahlung im entsprechenden Gebiet

Der o. g. Bericht der ČVUT (2008) belegt u. a., dass der **Transport von Kernbrennstoffen** praktisch keinen Einfluss auf die Erhöhung der kollektiven Dosis für die Einwohner des Gebiets hat. Der Bericht untersucht unter anderem auch weiter den potenziellen Einfluss ökologischer Strahlungsbelastungen aus Kläranlagen der ehemaligen chemischen Aufbereitungsanlage für Uranerz **MAPE Mydlovary** zwischen den Gemeinden Mydlovary, Zahájí, Olešník, Nákří und Dívčice. Auf der Grundlage der Daten aus den Messungen der Volumenaktivität von Radon und angesichts der Entfernung des ETE vom Werk MAPE konstatiert der Bericht eindeutig, dass die auf dem sanierten Gebiet befindlichen Radionuklide keinesfalls das Commitment der effektiven Dosis des untersuchten Gebietes in der Umgebung des ETE erhöhen können.

2.4.2 Risiko aus Emissionen in Wasserläufe

Die Unterlagen zur Strahlenbelastung der Einwohner, unterteilt nach Altersgruppen, wurden in der Abteilung Strahlenschutz des ETE auf der Basis es RDETE-Modells berechnet (VÚJE 1999, 2006, 2008). Es handelt sich um ein von der Staatlichen Behörde für Kernkraftsicherheit (SÚJB) autorisiertes Programm zur Berechnung von Dosen in der Atmosphäre, im Wasser und in der Lebensmittelkette, das im Rahmen der Kontrolltätigkeit der SÚJB zur alljährlichen Untersuchung von Emissionen und der Strahlensituation in der Umgebung des Kernkraftwerkes Temelín Anwendung findet. Es wurde sehr komplex und

gleichzeitig konservativ aufgefasst. Was die Bewertung von Emissionen in Wasserläufe betrifft, so schließt es die Berechnungen einer Verbreitung radioaktiver Stoffe und ihrer Tochterprodukte im Wasser und weiterhin Schätzungen für den Einfluss des Badens in kontaminiertem Wasser, des Bootfahrens, des Aufenthaltes auf Anspülungen, des Aufenthalts auf feuchtem Boden, Ingestion von Trinkwasser, Ingestion von in kontaminiertem Wasser lebenden Fischen, Ingestion von Fleisch und Milch von Tieren, die mit kontaminiertem Wasser getränkt wurden, und Ingestion von durch kontaminiertes Wasser bewässerten landwirtschaftlichen Produkten ein. Die angeführten Expositionswege wurden für alle Altersgruppen veranschaulicht. Im Rahmen der Berechnungen wurden die durch die Verlautbarung 307/2002 GBl. (in gültiger Fassung) gegebenen Konversionskoeffizienten verwendet.

Mit Hilfe des angeführten Programms wurde die Strahlenbelastung der Einwohner durch Emissionen in Wasserläufe ausgewertet, und zwar für die gleichen Quellen (zwei Blöcke) wie bei den Emissionen in die Atmosphäre, d. h. zwei neue KKA (2x1200 MW_e und 2x1700 MW_e), die bestehenden zwei Blöcke des ETE (2x1000 MW_e) laut Projekt und dieselben Blöcke laut den Messergebnissen. Bei der Einmündung des Abwasserkanals im Profil Moldau - Kořensko wurde mit einem Durchfluss von 50 m³·s⁻¹ gerechnet.

Die durch Berechnung festgelegten Strahlungswerte sind in Tabelle 11 angeführt. Diese sollen die jährlichen effektiven Dosen und Committeds der effektiven Dosen für die Einwohner des Gebietes unterhalb der Einleitung der Emissionen in die Moldau im Bereich der Gemeinden Pašovice und Neznašov beschreiben. Dabei wird im Rahmen der oben angeführten Expositionswege die höchst überbewertete und völlig irrealen Annahme angesetzt, dass die exponierten Einwohner ihren gesamten Trinkwasserverbrauch direkt aus der Moldau decken. Diese im angeführten mathematischen Modell enthaltene Maßgabe ist historisch entstanden. Heute allerdings entspricht sie nicht mehr dem Geist der Empfehlung ICRP 103 bzw. ICRP 101, denn in der Menge der exponierten Einwohner handelt es sich nicht um eine „repräsentative Person“, die „auf vernünftige Art und Weise Lebensgewohnheiten einer Gruppe von Menschen darstellt“. Es gibt nämlich auch keine Gruppe von Menschen bzw. auch keine Einzelperson, die „im täglichen Leben“ sämtliches Trinkwasser direkt aus dem Fluss bezieht.

Tabelle 11: Effektive Dosen und Committeds der effektiven Dosen (Sv) pro jährliche Zufuhr aus Emissionen in Wasserläufe pro Referenzeinwohner

Lebensalter	2x1200 MW _e	2x1700 MW _e	ETE - Projekt	ETE – Messung *)
0 bis 1	1,05E-06	1,82E-06	2,12E-07	6,93E-07
1 bis 2	8,61E-07	1,50E-06	1,67E-07	5,48E-07
2 bis 7	9,63E-07	1,67E-06	1,90E-07	6,24E-07
7 bis 12	7,56E-07	1,36E-06	1,48E-07	4,88E-07
12 bis 17	6,35E-07	1,18E-06	1,20E-07	3,98E-07
Erwachsene	1,02E-06	1,76E-06	1,68E-07	5,75E-07

*) Maximum der Werte von Radionukliden, die in Emissionen in den Jahren 2006 – 2008 gemessen wurden.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die jährlichen effektiven Dosen und Committeds der effektiven Dosen nach Altersgruppe nicht sonderlich variieren. Nur etwas höher liegen sie im

ersten Lebensjahr, doch allgemein betrachtet sind sie in der Regel gleich. Die Nuklidzusammensetzung der flüssigen Emissionen sei hier aus Platzgründen nicht angeführt, wir verweisen jedoch auf die zitierten Unterlagen. Allgemein ist zu konstatieren, dass in den flüssigen Emissionen deutlich Tritium überwiegt, auf dessen Konto ca. 85 % der effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen gehen.

Das Risiko eines gesundheitlichen Schadens wird in ähnlicher Form berechnet wie bei den Emissionen in die Luft, d. h. für 70 Lebensjahre, und zwar durch Multiplikation der berechneten effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen für einzelne Altersgruppen immer mit der Anzahl der Jahre, die sie in einem 70-jährigen Leben einnehmen und dann durch Multiplikation der Summe dieser Produkte mit dem Koeffizienten gemäß Empfehlung des ICRP von $0,057 \text{ Sv}^{-1}$.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen führen wir in Tabelle 12 an.

Tabelle 12: Lebenslange Summe der effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen und das von ihnen abgeleitete Risiko eines gesundheitlichen Schadens

	2x1200 MW _e	2x1700 MW _e	ETE Projekt	ETE Messung
In 70 Jahren Sv *)	6,77E-05	1,18E-04	1,16E-05	3,93E-05
Schadensrisiko	3,86E-06	6,71E-06	6,6E-07	2,24E-06

*) Summe der effektiven Dosen und Committments der effektiven Dosen in 70 Jahren Leben

Aus den Ergebnissen wird klar, dass bei einem komplexen Szenario mit den unterschiedlichsten möglichen Expositionen einschließlich einer völlig unrealen Annahme der Verwendung von Flusswasser als Trinkwasser das berechnete Gesamtrisiko eines gesundheitlichen Schadens durch flüssige Emissionen direkt unterhalb ihrer Einleitung in die Moldau bei beiden Leistungsalternativen der neuen KKA auf dem Niveau einer Größenordnung von 10^{-6} bleibt und so den strengen internationalen Kriterien entspricht. Angesichts dessen, dass die tatsächlichen Expositionen im Vergleich mit dem verwendeten Szenario unverhältnismäßig niedriger liegen, ist somit das reale Risiko für Einwohner auch im Bereich des am meisten kontaminierten Flussabschnitts noch deutlich niedriger liegt und somit völlig zu vernachlässigen ist. Dies gilt auch für den Parallelbetrieb jedweder neuen Quelle mit dem derzeitigen Betrieb des ETE.

2.5 Schlussfolgerungen zu den Einflüssen durch Strahlen

1. Auch bei einer sehr konservativ beurteilten Situation bewegt sich das lebenslange Risiko eines gesundheitlichen Schadens aus Emissionen in die Atmosphäre in der kritischen Bevölkerungsgruppe im Falle beider leistungsalternativen neuer Quellen für das Jahr 2020 und die Zeithorizonte 2050 und 2080 in Größenordnungen von 10^{-6} und 10^{-7} . Dieser Risikograd entspricht strengen internationalen Kriterien.

2. Die unter 1. angeführte Schlussfolgerung ist in vollem Umfang auch bei einer Berechnung gültig, die die effektiven Dosen und die Committments der effektiven Dosen für das Kindesalter berücksichtigt.

3. Bei den bestehenden zwei Blöcken ist das tatsächliche Risiko, das sich aus den durchzuführenden Messungen von Emissionen in die Atmosphäre ableitet, im nächstgelegenen bewohnten Gebiet um eine Größenordnung niedriger als das Risiko, das sich aus den Projektangaben für die bestehenden Reaktoren ableitet. Dies zeigt, dass die konservativ angeführten und ausgewerteten Angaben in den Unterlagen deutlich überhöht angesetzt wurden und dass die Realität deutlich günstiger aussieht als die berechneten Projektmaßgaben.
4. Durch Hinzurechnung der Committments der effektiven Dosen aus dem bestehenden Betrieb des ETE zu jedweder bewerteten Alternative der neuen KKA verändern sich auch die gesamten Committments der effektiven Dosen und die Risiken nicht merklich, numerisch verschieben sie sich nur unwesentlich. Auch die Summe des Einflusses der neuen Quellen und der Belastungen aus den bestehenden zwei Blöcken des ETE ist somit aus der Sicht der Gesundheit gut annehmbar, insbesondere wenn man den erwähnten Konservatismus des verwendeten Szenarios und insbesondere den Expositionsweg Ingestion betrachtet.
5. Eine Schätzung der effektiven Dosen des „Strahlungs“hintergrundes in der Umgebung des ETE beträgt in etwa 4,2 mSv pro Jahr, was einem Risiko von $2,39E-04$ entspricht. Die Jahresrisiken aus den zu beurteilenden neuen KKA und die Risiken aus dem Betrieb der bestehenden zwei Blöcke des ETE sind um 4 Größenordnungen geringer.
6. Der Transport von Kernbrennmaterial und auch die Kläranlage MAPE bei Mydlovary spiegelt sich praktisch nicht in den Strahlenbelastungen der Einwohner in der Umgebung der ETE nieder.
7. Auch das Risiko einer gesundheitlichen Schädigung durch Emissionen in Wasserläufe ist sehr niedrig, die Kontamination der Moldau durch Strahlung ist aus gesundheitlicher Sicht bedeutungslos. Derzeit würde auch im Falle neuer Quellen das Moldauwasser unter dem Profil Kořensko bei Einrechnung aller möglichen direkten und indirekten Wege einer Exposition den strengen internationalen Kriterien entsprechen und wäre aus radiologischer Sicht ohne weiteres Verdünnen auch als Trinkwasser geeignet (insbesondere betrachtet man hier den nicht realen Konservatismus bei Ingestion – die systematische Nutzung des Flusswassers als Trinkwasser).

3. EINFLÜSSE, DIE NICHT DURCH STRAHLUNG ENTSTEHEN

In diesem Teil der Studie beurteilen wir die potenziellen Einflüsse der neuen KKA des ETE auf die Bevölkerung durch Verunreinigungen der Atmosphäre, Lärm und weitere Faktoren, die nicht auf Strahlung zurückzuführen sind, und zwar einmal in der Zeit des Betriebs nach der Umsetzung des Vorhabens, einmal in der Bauphase.

3.1 Identifikation von gesundheitlich relevanten Einflüssen

Der Betrieb der neuen KKA des ETE kann auf die Bevölkerung einmal direkt aus dem Raum ihrer Verortung und einmal durch den damit verbundenen Verkehr wirken, und zwar vor allem durch Verunreinigung der Atmosphäre und Lärm, eventuell auch durch weitere störende Faktoren des Automobilverkehrs. Einen ungünstigen Einfluss könnten auch die elektromagnetischen (elm) Felder in der Nähe von Hochspannungsleitungen ausüben.

Andere wichtige Einflüsse auf die öffentliche Gesundheit, die nicht durch Strahlung

entstehen, kommen hier nicht in Frage.

Aus den angeführten Gründen werden wir an dieser Stelle für die Bauphase und die Betriebsphase a) die Atmosphäre, b) den Lärm und c) die elm Felder betrachten.

3.2 Verunreinigungen der Atmosphäre

Bei der Beurteilung des Einflusses einer verunreinigten Atmosphäre gehen wir von fünf Streuungsstudien aus (ČHMÚ, Prag, Juli - August 2009), die auf verschiedene Aspekte einer Verschmutzung der Atmosphäre im Laufe der Errichtung der neuen KKA und nach ihrem Bau ausgerichtet sind. Diese fassen die Immissionsanteile der angenommenen Aktivitäten an den Konzentrationen der wesentlichen Luftschadstoffe zusammen. Die Berechnungen erfolgten in einem Referenzpunktgitter, die das entsprechende Gebiet bedecken. Bei Punkt- und Flächenquellen wurde eine größere Dichte der Referenzpunkte (Schrittmaß 100 x 100 m) in der nahen Umgebung der Quellen gewählt, wo höhere Gradienten des Konzentrationsfeldes zu erwarten sind. Das äußere Gebiet weist ein Schrittmaß von 500 x 500 m auf. Bei den Linienquellen wurde in der nahen Umgebung, bis 500 m hinter dem Rand der Kommunikation, wo an höhere Gradienten eines Konzentrationsfeldes erwarten kann, ein Gitter mit einem Schrittmaß von 100 m verwendet, hinter dieser Grenze ein Gitter mit einem Schrittmaß von 300 m. Im zentralen Teil wurde dieses Gitter noch um ein Gitter mit einem Schrittmaß von 1000 m ergänzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen der Immissionscharakteristik werden nur kartographisch mit Hilfe von Isolinien präsentiert. Man vergleiche sie u. a. mit den Anforderungen der Regierungsverordnung Nr. 597/2006 GBl. über die Nachverfolgung und Auswertung der Luftqualität (im Weiteren nur Regierungsanordnung).

3.2.1 Bauphase

Auf die Bauphase orientieren sich drei der o. g. Studien des ČHMÚ. Eine von ihnen (siehe Verzeichnis der Unterlagen II/2B2) beurteilt den **Einfluss der Bautätigkeit** – Abraum von Ackerboden, Grabungsarbeiten, Transport von Stoffen und Manipulation auf Deponien von Erdreich und Boden – auf die Staubentwicklung (PM_{10}) einschließlich Resuspension von Staubpartikeln von der Bodenoberfläche durch den Wind.

Als Hauptquellen wurden in die Berechnung die Tätigkeit von Bulldozern, Abraum und Terrainausgleichsarbeiten, Aufladen von Material auf Fahrzeuge, Abladen von Material aus den Fahrzeugen auf Boden- und Erddeponien, der Transport von Material mit Baggern und die Staubaufwirbelung durch die Bewegung von Schwerlastern einbezogen.

Nach den präsentierten Kartogrammen werden bei Abraum von Boden auf den Flächen der neuen KKA und der Baustelleneinrichtung jährliche Durchschnittskonzentrationen an PM_{10} , unter Einbeziehung des Hintergrundes und der Resuspension in den nächstgelegenen Siedlungen (Temelín, Kočín) niedriger als $16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ liegen, bei Grabungsarbeiten für die Modellalternative über 1000 MW niedriger als $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Der geltende Grenzwert ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) wird so mit viel Spielraum eingehalten. Die Modellalternative für die Blöcke mit 1000 MW erfordert ein geringeres Volumen der Grabungsarbeiten und weist deshalb noch günstigere Ergebnisse auf.

Die maximale kurzfristige Immissionskonzentration (24 Stunden) erreicht bei Bodenabraum unter Einrechnung der Resuspension und des Immissionshintergrundes in Temelín Werte von etwa $200 - 250 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, die über dem Grenzwert liegen. Die Regierungsanordnung lässt allerdings eine Überschreitung des kurzfristigen Grenzwertes bis zu 35 x pro Kalenderjahr zu.

Eine solche Überschreitung kann jedoch in Temelín infolge Abraamtätigkeit nur 1 – 2 x eintreten, somit entspricht das berechnete Ergebnis den Vorschriften. Trotz allem wird es hier angebracht sein, auf den Arbeitsflächen und den Kommunikationen gegen die Staubentwicklung gerichtete Maßnahmen zu ergreifen.

Bei Schachtarbeiten werden die maximalen kurzfristigen Immissionen noch höher liegen, bei Einrechnung einer Resuspension und des Immissionshintergrundes in Temelín bei 500 – 600 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. In Bezug auf den Grenzwert (50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) sind das schon außerordentlich hohe Werte. Die Anzahl der Überschreitungen wird dort wahrscheinlich erheblich sein, die Schachtarbeiten werden ihn in Temelín und in Kočín um 2-4 Tage übersteigen. Glücklicherweise handelt es sich nur um einen kurzen Zeitraum dieses Typs von Erdarbeiten, die Maxima können sich nur unter besonders ungünstigen meteorologischen Bedingungen zeigen. Eine Verstärkung der auf eine Staubverminderung abzielenden Maßnahmen wird hier unbedingt notwendig sein.

Die gesundheitlichen Auswirkungen lassen sich nicht durch die Risk-Assessment-Methode quantifizieren, denn die Risikokoeffizienten (und zwar nur die zur Orientierung) stehen nur für die Jahresmittel zur Verfügung.

Eine weitere Streuungsstudie (siehe Verzeichnis der Unterlagen II/2B1) behandelt den Einfluss des Abteils aus dem zu erwartenden Anstieg einer **Tätigkeit von Baumechanismen** auf der Hauptbaustelle und auf den Flächen der Baustelleneinrichtung.

Als Quellen wirken hier insbesondere Emissionen aus dem Verkehr, der auf einer recht breiten Fläche der Baustelle verteilt ist. Zu den Emissionen tragen desweiteren auch Motoren von Mechanismen (Autokrane, Lader u. a.) und eine Hilfskesselanlage bei. Die Tätigkeit von Baumechanismen wird auf 6 Jahre gestreckt, wobei die höchsten Konzentrationen und Intensitäten etwa in der Mitte des Bauzyklus erreicht werden.

Die Modellberechnungen erfolgten für das innere Gebiet für Stickoxid, PM_{10} , Benzen, CO und Benzo/a/pyren (BaP).

Die Studie schließt mit der Konstatierung, dass sich der Einfluss des Betriebs der Hilfskesselanlage und der Baumechanismen vor allem auf dem Areal zeigt und die Umgebung nicht belastet.

Die dritte Streuungsstudie (II/2A) ist auf den Einfluss des Anteils am zu erwartenden Anstieg des Automobil- und Eisenbahnverkehrs **in Verbindung mit dem Bau der neuen KKA** ausgerichtet.

Die Quellen sind in diesem Falle Straßenlinienquellen in einzelnen Verkehrstrassen und bei den Fahrten von Diesellokomotiven. Die Modellberechnungen erfolgten für CO, NO_2 , PM_{10} , Benzen und Benzo(a)pyren. Die Ergebnisse werden kartographisch dargestellt.

Stickoxid wies nach der angeführten Studie im Jahresdurchschnitt der Immissionskonzentrationen aus dem Gesamtverkehr (neue KKA + Hinterland) in nahen Siedlungen das höchste Niveau an einigen Stellen bei der Durchfahrt durch Týn nad Vltavou und Zvěrkovice (10 - 12 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) auf, also Werte, die entgegen dem Grenzwert (40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) wesentlich niedriger liegen. Die Anzahl der Überschreitungen der kurzfristigen Grenzwerte lag bei den angeführten Siedlungen ebenfalls niedrig, 0 bis 3 pro Kalenderjahr. Die NO_2 -Konzentrationen beim Automobilverkehr sind somit aus Sicht der Gesundheit gut akzeptabel.

Die **Staubentwicklung** (PM_{10}) durch den gesamten Verkehr (einschließlich Hintergrund) erreicht die höchste jährliche Immissionskonzentration, und zwar 26 - 28 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Im Vergleich mit dem festgelegten Limit (40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) sind dies vollkommen zufriedenstellende Niveaus.

Die maximalen kurzfristigen Immissionskonzentrationen (24 Stunden) werden in der Streuungsstudie nicht in Zahlen angeführt, sondern nur mit der erwarteten Anzahl der Überschreitungen des festgelegten Grenzwertes im entsprechenden Kalenderjahr. Diese Zahlen für ausgewählte Gemeinden mit relativ höheren Staubbelastungen werden, wie in den Kartogrammen angeführt, in Tabelle 13 präsentiert. In der linken Spalte werden diese Anzahl der Überschreitungen für den Verkehr insgesamt, in der rechten Spalte der Anstieg des Verkehrsaufkommens infolge des Baus der neuen KKA angeführt. In der Regierungsanordnung ist eine solche Überschreitung höchstens 35 x pro Jahr erlaubt. Aus der Tabelle ergibt sich, dass die Belastungen in Nordostrichtung am höchsten sind, insbesondere bei der Durchfahrt durch Týn nad Vltavou. Dort wäre es wünschenswert, in der Zeit des höchsten Verkehrsaufkommens (nach Bauphase) und auch nach den meteorologischen Bedingungen Maßnahmen gegen eine vermehrte Staubentwicklung zu treffen. In den übrigen Verkehrsrichtungen sind in dieser Hinsicht die Verhältnisse gesundheitlich akzeptabel.

Tabelle 13: Anzahl der Überschreitungen der kurzfristigen Immissionskonzentrationen von PM₁₀ pro Kalenderjahr in den Transitgemeinden

Gemeinde	Gesamt	Anstieg
Týn nad Vltavou	18 – 24	8 – 12
Zvěrkovice	6 - 12	4 – 6
Temelín	0 - 6	
Sudoměřice u Bechyně	3 - 6	1 – 2
Žimutice		2 – 3
Bzí		2 – 3
Dolní Bukovsko		2 – 3

Kohlenmonoxid wird wohl in auf dem betroffenen Gebiet aus gesundheitlicher Sicht kein Problem darstellen. Die berechneten 8-Stunden-Mittel erreichen in der am meisten exponierten Richtung (Zvěrkovice, Temelín) Werte von bis zu 2000 – 2500 µg.m⁻³, was 20 % - 25 % des festgelegten Grenzwertes sind (10 000 µg.m⁻³).

Benzen wird nur im Jahresdurchschnitt bewertet, denn es handelt sich um einen Schadstoffe, der chronisch wirkt. In Bezug auf den festgelegten Grenzwert (5 µg.m⁻³) sind hier die Verhältnisse ebenfalls zufriedenstellend, in der am meisten belasteten Richtung, in Týn nad Vltavou, wurden unter Einrechnung des Hintergrundes Konzentrationen maximal zwischen 0,8 – 1,0 µg.m⁻³ festgestellt, also bis zu 25 % des Grenzwertes.

Benzo(a)pyren, das aus denselben Gründen wie Benzen nur nach den Jahreskonzentrationen ausgewertet wird, ist in der am meisten belasteten Richtung nach den Kartogrammen zu urteilen in Zvěrkovice in Konzentrationen von 0,22 – 0,23 ng.m⁻³, in Týn nad Vltavou von <0,21 ng.m⁻³ vertreten, was etwas mehr als 20 % des Grenzwertes sind (1 ng.m⁻³).

3.2.2 Betriebsphase

Die Einflüsse auf die Atmosphäre werden in zwei Streuungsstudien betrachtet.

Die erste Studie (II/2C2) behandelt den Einfluss von **nicht strahlenden Punktquellen der neuen KKA**, die die Atmosphäre verunreinigen (Dieselgeneratorenstation, Kühltürme, Gasturbinen). Diese Quellen sind von der Leistungsalternative der neuen KKA abhängig. Es

wurden die Immissionen von Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffdioxid (NO₂) und die suspendierten Fraktionspartikel von PM₁₀ für zwei Alternativen von Quellen ausgewertet, desweiteren die Ammoniakimmissionen aus den Kühltürmen für 3 Varianten.

Die aus den kartographischen Unterlagen herauszulesenden annähernden Immissionskonzentrationen in den nahen Siedlungen der ersten beiden angeführten Quellen werden in den analogen Tabellen 14 und 15 angeführt. Die meisten Schadstoffe werden in den Tabellen einschließlich des lokalen Hintergrundes angeführt, bei den mit Sternchen gekennzeichneten Werten handelt es sich lediglich um einen Anteil der bewerteten Punktquellen. In der letzten Zeile der Tabellen wird zu Vergleichszwecken der gültige Grenzwert angeführt. Bei den durchschnittlichen Jahreskonzentrationen von NO₂ wird in der Streuungsstudie eine Konzentration des Hintergrundes von 4 µg.m⁻³, bei den durchschnittlichen PM₁₀-Jahreskonzentrationen 15 µg.m⁻³ angegeben. Diese Werte müssen bei einem Vergleich mit dem Grenzwert zu den Immissionskonzentrationen aus dem Anteil der ausgewerteten Quellen hinzugerechnet werden.

Tabelle 14: Die Immissionskonzentrationen von Schadstoffen (µg.m⁻³) in nahen Siedlungen, Leistungsalternative 2x1200 MW_e

Gemeinde	CO 8 h	NO ₂ Jahr*)	NO ₂ h	PM ₁₀ Jahr*)	PM ₁₀ Tag
Temelín	1010	<0,005	20	<0,005	35
Všemslyce	<1010	<0,005	14	<0,005	28
Bohunice	<1010	<0,005	13	<0,005	24
Týn n. Vlt.	<1010	<0,005	12	<0,005	<20
Zvěrkovice	<1010	<0,005	15	<0,005	24
Litoradlice	<1010	<0,005	15	<0,005	28
Kočín	1010	<0,005	17	<0,005	29
Dříteň	<101	<0,005	<15	<0,005	26
Malešice	<1010	<0,005	<15	<0,005	24
Sedlec	<1010	<0,005	<15	<0,005	25
Lhota pod Horami	<1010	<0,005	<15	<0,005	28
Grenzwert	10 000	40	200	40	50

*) nur Anteil der ausgewerteten Quellen

Tabelle 15: Immissionskonzentration von Schadstoffen (µg.m⁻³) in nahen Siedlungen, Leistungsalternative 2x 1700 MW_e

Gemeinde	CO 8 h	NO ₂ Jahr*)	NO ₂ h	PM ₁₀ Jahr*)	PM ₁₀ Tag
Temelín	1060	0,001	16	0,003	35
Všemslyce	1025	<0,001	11	<0,001	26
Bohunice	1025	0,002	10	0,002	25

Týn n. Vlt.	<1020	0,001	<10	0,001	20
Zvěrkovice	1030	0,002	11	0,004	25
Litoradlice	1035	0,002	13	0,003	28
Kočín	1040	0,002	13	0,004	28
Dříteň	1025	0,001	11	0,002	<30
Malešice	1025	<0,001	11	<0,002	<30
Sedlec	1032	<0,001	12	<0,002	<30
Lhota pod Horami	1032	<0,001	12	<0,002	<30
Grenzwert	10 000	40	200	40	50

*) nur Anteil der ausgewerteten Quellen

Aus beiden Tabellen wird auf den ersten Blick ersichtlich, dass die hervorgerufenen Immissionskonzentrationen in den meisten Fällen nur einen winzigen Bruchteil des festgelegten Grenzwertes darstellen und deshalb für die Gesundheit nicht relevant sind. Eine Ausnahme bilden kurzfristige Tagesemissionen (24 h) an PM₁₀, die in Summe mit dem Hintergrund bis zu 70 % des Grenzwertes darstellen. Doch auch so sind sie gesundheitlich unbedenklich.

Der nächste ausgewertete Stoff ist Ammoniak aus den Kühltürmen. Für diesen Stoff gibt es in der Tschechischen Republik keinen gültigen Grenzwert, deshalb sollen an dieser Stelle eher die damit verbundenen Risiken betrachtet werden.

Ammoniak (NH₃) ist ein farbloses alkalisches Gas mit einem scharf stechenden Geruch. Er findet in Kühleinrichtungen und bei der Herstellung fester Stoffe, von Sprengstoffen, Düngemitteln und Medizin breite Anwendung. Er ist ein normales Zersetzungselement aus tierischen Abfällen, vor allem Fäkalien. In der Natur bildet sich Ammoniak bei Zersetzungsprozesse von Stickstoffen ständig neu und wird anschließend abgebaut. In der Umgebung verbleibt er nicht lange, aus Wasser und Boden verbrauchen ihn schnell Pflanzen und Mikroorganismen. In der Luft hält er sich etwa eine Woche. Da er jedoch deutlich leichter ist als Luft, steigt er schnell in höhere Schichten der Atmosphäre auf. In der bodennahen Schicht hält er sich teilweise gelöst in Wassertropfen.

Seine sehr gute Löslichkeit in Wasser trägt zu seiner schädlichen Wirkung auf die Schleimhaut von Augen, Nase, Mund, Rachen, Luftröhre und Lunge bei. Im Kontakt mit diesen Schleimhäuten und mit der Haut hat er eine irritierende Wirkung, denn er ruft eine starke Alkalisierung hervor, bildet mit Wasser eine starke Base, Ammoniumhydroxid, mit ätzender Wirkung. Vom Geruch her ist dieser in der Luft etwa ab 30 mg.m⁻³ wahrnehmbar, die ersten Wirkungen auf die Schleimhäute (leichte Reizung der Augen und der Kehle und Hustenreiz) können ab einer Konzentration von über 35 mg.m⁻³ eintreten.

Nach Angaben der US EPA beträgt die NOAEL bei einer Ammoniak-Inhalationsexposition 6,4 mg.m⁻³. Als kritischer Effekt bei der Festlegung dieses Grenzwertes diente ein Rückgang der Lungenfunktionen oder Veränderungen in den Reaktionen des Atemtraktes bei Versuchstieren. Bei Menschen allerdings wurde ein solcher Effekt bei der angeführten NH₃-Konzentration in der Luft nicht belegt. Auf der Basis der angeführten NOAEL wurde in derselben Institution durch Anwendung eines Sicherheitsfaktors und eines Unsicherheitsfaktors die Referenzkonzentration (RfC) 0,1 mg.m⁻³ (d. h. 100 µg.m⁻³) abgeleitet. Der Wert LOAEL, d. h. die niedrigste Konzentration, bei der bei langen

Expositionen die ersten ungünstigen Anzeichen zu beobachten waren (sich verschlimmernder Schnupfen und Pneumonie mit Auswirkungen auf die Atemwege), beträgt 17.4 mg.m^{-3} . Daraus ist ersichtlich, dass oberhalb der angeführten RfC noch ein umfangreicher unschädlicher Sicherheitsstreifen liegt.

Die Ammoniakexposition im zu beurteilenden Gebiet proportional zu seinen Konzentrationen in der Atmosphäre. Angesichts der Höhe der Kühltürme wurden die höchsten Immissionen nicht in der nächsten Umgebung des ETE festgestellt, sondern sie steigen mit der Entfernung von dieser Quelle bis zu einer Entfernung von mehreren Dutzend Kilometern an und sinken danach wieder ab. Einfluss darauf hat auch die Terrainkonfiguration. Die höchsten Konzentrationen wurden so an den Nordhängen des östlichen Teils des Böhmerwaldes festgestellt, und zwar bei einzelnen Typen von Quellen mit einer durchschnittlichen jährlichen Immissionskonzentration von 1 – 1,5 ng und einer maximalen kurzfristigen Konzentration (pro Stunde) von 200 bis 350 ng. In der zitierten Streuungsstudie wurden auch die Immissionskonzentrationen von Ammoniak für die Zentren größerer Siedlungen im bereiteren Umfeld um das ETE untersucht. Diese sind in Tabelle 16 angeführt.

Ein Vergleich der Tabellenwerte in ng mit der o. g. Referenzkonzentration ($100 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$, d. h. $100\,000 \text{ ng.m}^{-3}$) zeigt, dass die Immissionen in den umliegenden südböhmischen Städten um 4 bis 6 Größenordnungen niedriger liegen. Es handelt sich also nur um winzige und aus gesundheitlicher Sicht völlig zu vernachlässigende Spuren. Dies betrifft auch die oben genannten Maximalwerte, die im Vorgebirge des Böhmerwaldes festgestellt wurden, wo sich die Differenz zur RfC auf einem Niveau von 3 bis 5 Größenordnungen bewegt.

Tabelle 16: Immissionskonzentrationen von Ammoniak (ng.m^{-3}) in den Siedlungen in der Umgebung des ETE

Siedlung	2x1200 MW _e		2x1700 MW _e	
	NH ₃ Jahr	NH ₃ max	NH ₃ Jahr	NH ₃ max
Bechyně	0.1	21.0	0.1	25.0
Č. Budějovice	0.3	22.0	0.3	24.0
Hluboká n.V.	0.2	19.0	0.2	23.0
Lomnice n.L.	0.5	31.0	0.5	33.0
Netolice	0.3	19.0	0.4	21.0
Písek	0.2	16.0	0.2	19.0
Protivín	0.2	26.0	0.2	32.0
Soběslav	0.3	26.0	0.4	28.0
Třeboň	0.5	38.0	0.5	44.0
Veselí n.L.	0.4	26.0	0.4	28.0
Vodňany	0.2	21.0	0.2	26.0

Die letzte der zitierten Streuungsstudien (II/2C1) behandelt den Einfluss des zu erwartenden Anstiegs beim **Verkehrsaufkommen in Verbindung mit dem Betrieb der neuen KKA** (Fahrzeug- und Eisenbahnverkehr). Es handelt sich hier um Linienquellen, die durch die einzelnen Verkehrsadern gegeben sind.

Die Modellberechnungen erfolgten für Stickstoffoxid, PM₁₀, Benzen, CO und BaP.

Aus den in Kapitel 3.2.2. angeführten Ergebnissen ist ersichtlich, dass in der Betriebsphase der neuen KKA das damit verbundene Verkehrsaufkommen keine relevante Belastung für die

Umgebung darstellen wird, in einigen Transitgemeinden wird sich höchstens die Anzahl der Tage erhöhen, an denen der kurzfristige Grenzwert für PM₁₀ um 1 bis 2 pro Jahr überschritten wird. Die Belastungen aufgrund dieses Verkehrsaufkommens sind aus Sicht der Gesundheit akzeptabel.

3.4 Lärm

Lärm gehört zu den typischen und ernst zu nehmenden schädlichen Faktoren der Umwelt hoch entwickelter Länder. Bereits ein Lärmpegel, der sich in der Nähe der grundlegenden Grenzwerte bewegt, wirkt auf die gesamte exponierte Bevölkerung. Heute ist so ein großer Teil der Bevölkerung unserer Städte davon betroffen. Unter der Bevölkerung aber gibt es auch große Unterschiede bei der Lärmsensibilität in Abhängigkeit von den individuellen Eigenschaften des Nervensystems, vom Gesundheitszustand, dem Lebensalter u. a. Der Anteil der Personen, die besonders sensibel auf Lärm reagieren, wird in der Bevölkerung auf 5 bis 8 % geschätzt. Andererseits existiert eine ähnlich große Gruppe von Menschen, die gegenüber Lärm relativ immun ist. Beim Rest der Bevölkerung steigt die Wirkung mit steigender Lärmintensität (allerdings in Abhängigkeit von einer ganzen Reihe anderer Faktoren). Die störende Wirkung von Lärm hat etwas abweichende Wirkungen zur Tages- oder Nachtzeit.

Ein erhöhter **Lärmpegel im Laufe des Tages** wirkt vor allem auf das Nervensystem und die Psyche des Menschen. Auf diesem Wege kann er bei intensivem Einwirken auch Anteil an psychosomatischen Störungen haben. Es kommt zu

- a) Störungen, wenn der Lärm mit irgendeiner Tätigkeit oder eine Ruhephase interferiert (geistige Arbeit, Redekommunikation, Schlaf u. a.),
- b) Verstimmungen, d. h. unangenehmen Gefühlen, Widerstand und Missbehagen, wenn gezwungenermaßen Lärm hingenommen werden muss, zu dem ein Individuum eine ablehnende Position bezieht,
- c) Gefühl einer Belästigung durch unzulässige Beeinträchtigung der Umwelt und der Rechte von Einzelpersonen und Gruppen,
- d) Veränderungen im Sozialverhalten (in einem lauten Umfeld sinken die Rücksicht, die Bereitschaft zu helfen und die Fähigkeit zusammenzuarbeiten, es wachsen Gereiztheit und Aggressivität).

Das subjektive Gefühl einer Verstimmung durch Lärm und eine Belästigung durch Lärm ergibt sich aus der emotionalen Wahrnehmung heraus. Die Gereiztheit, die in diesem Zusammenhang entsteht, führt zu einem Gefühl des Diskomforts bis hin zu Widerstand, die Folge ist eine Verschlechterung des psychischen Wohlfühlens. Das emotionale Erleben ist nicht prinzipiell an die Intensität des Lärms gebunden. Belästigungsgefühle stellen sich jedoch häufiger in einem Umfeld mit höheren Lärmpegeln ein.

Die direkten gesundheitlichen Wirkungen (auf den Kreislauf, auf das Gehör usw.) treten erst bei höheren Intensitäten ein. Der Äquivalenzpegel von 65 dB während des Tages stellt die Obergrenze für das bewohnte Umfeld einer Siedlung aus der Sicht direkter Gesundheitsrisiken dar. Ein günstiges akustisches Klima aus der Sicht eines akustischen Wohlfühlens zur Regeneration der Arbeitsfähigkeit ergibt sich im Freien für den Aufenthalt von Menschen bei einer Äquivalenzgrenze, die niedriger liegt als 50 bis 55 dB. Bei höheren Werten kommt es zur oben beschriebenen Störung des psychischen Wohlfühlens.

Doch auch die Einhaltung des Basisgrenzwertes von 50 dB ist keine Garantie für den vollkommenen Schutz sensibler Personen, etwa 10 % der Bevölkerung erlebt auch so ein

Verstimmungsgefühl aufgrund von Lärm.

Erhöhte **Lärmpegel im Laufe der Nacht** betreffen die exponierte Bevölkerung dadurch, dass sie das Einschlafen sowie die Qualität und die Länge des Schlafs stören. Die Wirkung hängt von der individuellen Sensibilität der jeweiligen Personen zusammen, die sich deutlich unterscheidet, die Differenzierung bei der Beeinflussung durch Geräuschimpulse beträgt bis zu 25 und 30 dB. Neben den konstitutionellen Besonderheiten spielt hier auch das Lebensalter eine Rolle, je älter die jeweiligen Personen sind, desto sensibler reagieren sie auf schlafstörende Faktoren; ein gewisser Schutz im Alter ist auf der anderen Seite die abnehmende Hörfähigkeit. Von Bedeutung ist auch die Frequenzbreite des Lärms, breiter Lärm wirkt intensiver. Mit steigender Intensität des Lärms steigt der Prozentsatz der Betroffenen. Andererseits kann sich bei einigen Menschen die Sensibilität durch schrittweise Gewöhnung verringern.

Ruhiger und ungestörter Schlaf gilt dabei als unabdingbare Voraussetzung zur Aufrechterhaltung der Gesundheit und der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. Die Qualität wird durch Lärm beeinflusst, auch wenn der Betreffende nicht wach wird (bzw. wenn er sich des kurzfristigen Wachwerdens nicht bewusst ist), der Schlaf ist dann jedoch weniger tief, und die Schlafphasen, die zur Regeneration der Kräfte dienen (SWS und REM), sind begrenzt. Ist sich eine Person des Wachwerdens bewusst, stellen sich oft Probleme beim wiederholten Einschlafen ein, damit einher gehen Verstimmtheit und das Gefühl einer gesundheitlichen Beeinträchtigung. In Experimenten wurden nach einer solchen Nacht am nächsten Tag auch eine verminderte Aufmerksamkeit, Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit beobachtet. Der Lärmpegel im Schlafzimmer, der nachweislich die Schlafeigenschaften nicht verändert, beträgt 35 - 37 dB(A), oberhalb dieses Niveaus tritt keine Störung mehr ein.

Aus Gründen der angeführten Erkenntnisse aus der Literatur gehen wir in der weiteren Auswertung eindeutig von den Basisgrenzwerten der Äquivalenzlärmpegel aus, d. h. 50 dB am Tage und 40 dB in der Nacht. Erhöhende Korrekturen, die durch die bestehenden Vorschriften möglich sind (Regierungsverordnung Nr. 148/2006 GBl.), haben rechtliche, keineswegs physiologische Bedeutung. Die Menschen nehmen Lärm einer gewissen Stärke wahr, und zwar unabhängig davon, ob an einem bestimmten Ort eine Korrektur erlaubt war oder nicht.

3.4.1 Bestimmung der Dosis-Wirkung-Beziehung

Wie bereits angeführt wurden in der Literatur Einflüsse auf die Gefühlswelt wie Belästigung, Verstimmungen und Störungsgrad beschrieben. Eine moderne Methode ihrer Quantifizierung hat vor kurzem das holländische Institut TNO in Leiden ausgearbeitet, und zwar auf der Basis einer ganzen Reihe epidemiologischer Studien aus Europa, Nordamerika und Australien. Es wurden daraus polynomische Gleichungen dritter Ordnung für die Beziehung des Straßelärms und des Auftretens von Verstimmungen durch Lärm bei verschiedenen Personen im Laufe des Tages und des Grades einer Beeinträchtigung des Schlafs in der Nacht abgeleitet. Diese Methode wurde im Rahmen der WHO anerkannt. Dieses Dokument verwenden wir, um die Risiken für Personen, die in der Nähe der zu beurteilenden Quellen leben, zu charakterisieren.

Man geht hier von der Erkenntnis aus, dass die tägliche störende Wirkung teilweise auch vom nächtlichen Lärmpegel bedingt wird. Deshalb wird die Kennziffer L_{dn} (day-night) verwendet, die den Tages- und Nachtlärm integriert und ihn auf den gemeinsamen Nenner Straßelärm bringt. Aus den angeführten Unterlagen wird dann anhand der empfohlenen Gleichungen bei den exponierten Einwohnern in Prozent der Grad der Störung bzw. der Belästigung in drei

Stufen berechnet (leicht, mittel, schwer).

Für die Berechnungen wurden folgende Gleichungen festgelegt:

Gleichung (1)

Berechnung L_{dn}

$$L_{dn} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{24} \cdot \left(16 \cdot 10^{L_d/10} + 8 \cdot 10^{(L_n+10)/10} \right) \right]$$

wobei L_{dn} ... Lärmkennziffer Tag - Nacht

L_d ... Äquivalenzpegel des akustischen Drucks A pro Tag

L_n ... Äquivalenzpegel des akustischen Drucks A pro Nacht.

Gleichung (2)

Beziehungen zur Berechnung des Prozentsatzes von Personen, die von Straßenverkehrslärm belästigt werden (LA – leichte Belästigung, A – mittelschwere Belästigung und HA – hohe Belästigung).

$$\%LA = -6,188 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 32)^3 + 5,379 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 32)^2 + 0,723 \cdot (L_{dn} - 32)$$

$$\%A = 1,732 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 37)^3 + 2,079 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 37)^2 + 0,566 \cdot (L_{dn} - 37)$$

$$\%HA = 9,994 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 42)^3 - 1,523 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 42)^2 + 0,538 \cdot (L_{dn} - 42)$$

Gleichung (3)

Beziehungen zur Berechnung des Prozentsatzes von Personen, die von Schlafstörungen durch Straßenverkehrslärm betroffen sind (LSD – leicht, SD – mittel, HSD – hoch).

$$\%LSD = -8,4 - 0,16 \cdot L_{night} + 0,0108 \cdot (L_{night})^2$$

$$\%SD = 13,8 - 0,85 \cdot L_{night} + 0,0167 \cdot (L_{night})^2$$

$$\%HSD = 20,8 - 1,05 \cdot L_{night} + 0,01486 \cdot (L_{night})^2$$

Das angeführte holländische Institut hat auf der Basis epidemiologischer Studien auch die niedrigsten Äquivalenzpegel von Straßenlärm in dB(A) festgelegt, unterhalb der keine direkten gesundheitlichen Effekte beobachtet wurden. Bei Tageslärm liegt dieser für erhöhten Blutdruck bei 70 dB und für ischämische Herzkrankheiten bei 65 – 70 dB. Bei Nachtlärm liegt diese Grenze für die Schlafqualität bei 40 dB, für die Laune am nächsten Tag bei knapp 60 dB und für die Leistungsfähigkeit am folgenden Tag ebenfalls bei knapp 60 dB.

3.4.2 Einfluss der Bautätigkeit

In diesem Artikel gehen wir von der akustischen Studie “Lärm infolge von Bautätigkeit“ (Greif-Akustik 2009) aus. Diese beurteilt einmal den Einfluss der eigentlichen Bautätigkeit im zu beurteilenden Areal und einmal den Einfluss des sich daran anschließenden Verkehrsaufkommens (Fahrzeug- und Eisenbahnverkehr). Die Ergebnisse sind einmal numerisch in gewählten Referenzpunkten und einmal in sehr detaillierten Lärmkarten angeführt. Hier nutzen wir die Angaben zu den Referenzpunkten, denn diese charakterisieren ausreichend deutlich die Lärmbelastungen in exponierten geschützten Gebieten.

Bewertung der Exposition

Die zur Bewertung der Einflüsse von Bautätigkeit verwendeten Referenzpunkt wurden alle an den zugekehrten Rändern der bewohnten Gebiete der nächstliegenden Siedlungen ausgewählt.

Ein Verzeichnis führen wir hier in Tabelle 17 an. Die Berechnungen erfolgten für eine Höhe von 6 m über dem Boden.

Tabelle 17: Referenzpunkte zur Bewertung des Lärms infolge von Bautätigkeit

Punkt	Verortung	Entfernung ca. m
MB01	Litoradlice	4200
MB02	Knín	2500
MB03	Kočín, nördl. Rand	2400
MB04	Kočín, nördl. Rand	2400
MB05	Kočín, südl. Rand	2600
MB06	Malešice	3400
MB07	Sedlec	2500
MB08	Temelín	1000

Zur Bewertung des daran anknüpfenden Verkehrsaufkommens wurden die Straßentrassen in Richtung Písek, Sezimovo Ústí, Lomnice n. Luž., Hluboká n. Vlt., Netolice und Vodňany und die Eisenbahntrasse Nr. 192 Číčenice – Týn nad Vltavou einschließlich des zum ETE führenden Bahngleises detailliert betrachtet. Zur numerischen Dokumentation wurden 50 Referenzpunkt in 29 Gemeinden (Siedlungen) ausgewählt. Eine Übersicht ist in der Streuungsstudie angeführt. Die Berechnungen (für 3 m über dem Boden) sind auf die unmittelbare Umgebung der Zufahrtsstraßen beschränkt.

Im Rahmen der Einschätzung der Lärmbelastung infolge von Bautätigkeit wurden folgende Aktivitäten getrennt betrachtet: Abtragen von Boden BE (Baustelleneinrichtung), Abtragen von Boden HB (Hauptbaustelle), Schachtarbeiten auf der HB (bis 1000 MW), Schachtarbeiten auf der HB (über 1000 MW), Errichtung der Hauptproduktionsblöcke und Montage der Technologie. Die Berechnungen erfolgten einmal nur für die Tageszeit, auf die die Bautätigkeiten beschränkt sind. Alle Ergebnisse lagen unter dem Niveau des Basisgrenzwertes (50 dB). Wir führen von ihnen nur die Ergebnisse bei zwei Typen von Tätigkeiten an, bei denen die Lärmeffekte in den nahen Gemeinden am höchsten lagen (Tabelle 18).

Tabelle 18: Äquivalenzlärmpegel (dB) infolge von Bautätigkeit an ausgewählten Referenzpunkten

Punkt	Abtragen von Boden, BE	Schachtarbeiten, HB
MB01	35,8	32,1
MB02	40,8	36,0
MB03	49,8	42,8
MB04	49,6	42,6
MB05	44,5	39,2
MB06	39,4	34,1
MB07	37,1	35,9
MB08	45,9	49,4

Die Einflüsse des anschließenden Verkehrsaufkommens wurden durch Berechnung der Äquivalenzlärmpegel tags und nachts für das Jahr 2015 und der Höhe auf der Ebene des 1. und 2. Stockwerks berechnet, und zwar einmal ohne den mit dem Bau zusammenhängenden

Verkehr, einmal einschließlich dieses Verkehrs. Zur Bewertung der Einflüsse der neuen KKA des ETE auf die öffentliche Gesundheit ist hier die Differenz zwischen den angeführten Angaben entscheidend, also der durch das Verkehrsaufkommen durch den Bau hervorgerufene Anstieg. An den meisten der 50 untersuchten Referenzpunkt liegt dieser sehr niedrig, bis zu 1 dB. Eine solche Differenz ist aus gesundheitlicher Sicht nicht relevant, er ist auch mit den Sinnen nicht wahrnehmbar, außerdem ist kein störender oder gesundheitlicher Einfluss wahrzunehmen. Aus der kompletten Übersicht über die Ergebnisse wählen wir also nur die Referenzpunkt aus, bei denen der Zuwachs über 1 dB liegt (Tabelle 19), und zwar immer das Stockwerk, bei dem die Differenz höher liegt bzw. bei derselben Differenz das Stockwerk mit höheren Lärmpegeln. Es handelt sich insgesamt um 10 Punkte, an den übrigen liegen die Zuwachswerte niedriger.

Tabelle 19: Äquivalenzpegel für Verkehrslärm (dB) an ausgewählten Referenzpunkten

Siedlung, Nummer des Punktes	2015 ohne		2015 inkl.		Anstieg	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Albrechtice n.Vlt. 1	59,4	52,1	61,6	53,5	2,2	1,4
Temelín 3	62,9	56,9	64,8	57,9	1,9	1,0
Temelín 4	63,3	57,3	65,3	58,4	2,0	1,1
Temelín 5	64,3	57,8	65,6	58,5	1,3	0,7
Temelín 6	57,0	50,0	58,9	50,6	1,9	0,6
Temelín 7	59,8	52,7	61,8	53,5	2,0	0,7
Všemslyce 1	59,6	51,7	60,7	51,7	1,1	0,0
Všeteč 1	58,2	51,2	60,1	51,7	1,8	0,5
Všeteč 2	59,5	52,4	61,5	53,1	2,0	0,7
Všeteč 3	56,4	49,1	58,5	50,4	2,1	1,2

Charakteristik des Risikos

Die Erhöhung des Lärmpegels infolge von Bautätigkeit (Tabelle 18) liegt unter dem Grenzwert. Aus diesem Grund erachten wir es als gesundheitlich annehmbar und werden diese nicht weiter analysieren.

Die Lärmbelastungen tags und nachts infolge des Verkehrsaufkommens liegen beim Transit durch die exponierten Gemeinden oberhalb der Basisgrenzwerte (50 dB tags, 40 dB nachts), in einigen Gemeinden auch deutlich. Das Verkehrsaufkommen infolge von Bautätigkeit lässt diese stetig ansteigen. Zur Bewertung des Grades einer Störung der dortigen Einwohner wählen wir dort die Punkte mit dem höchsten Zuwachs infolge von Bautätigkeit aus (Albrechtice n. Vlt. Pkt. 1, Temelín Punkte 4 und 7, Všeteč Punkte 2 und 3).

Epidemiologische Studien, von denen die o. g. Methoden einer Bewertung der Lärmwirkungen abgeleitet wurden, gingen von den Ergebnissen bei Einwohnern der einzelnen Streifen des Äquivalenzpegels des Straßenlärms aus. Es handelt sich also um eine durchschnittliche Exposition derjenigen, die an Straßen mit Fahrzeugverkehr wohnen, so wie dies auch in dem zu bewertenden Gebiet der Fall war. Deshalb verwenden wir hier die

angeführten Unterlagen zur Bewertung der Auswirkungen von Lärm auf die Bevölkerung ebenfalls.

Die überschrittenen Tagesgrenzwerte führen zu einem Anstieg bei Fällen von Verstimmungen infolge Lärm, die zu den typischsten und sensibelsten Kennziffern für den Grad einer Störung durch Lärm gehören. Auch steigt der Prozentsatz derjenigen, die sich durch den Lärm belästigt fühlen. Unter Nutzung der o. g. Unterlagen beurteilen wir also den Grad der Veränderungen, die infolge eines Anstiegs des Lärms durch das durch den Bau der neuen KKA des ETE verursachte gesteigerte Verkehrsaufkommen eintreten.

Für den Tageswert haben wir vor allem den akustischen Deskriptor L_{dn} berechnet (nach der o. g. Gleichung (1) – Tabelle 20. In den ersten beiden Spalten der einzelnen Teile der Tabelle wurden immer die Äquivalenzlärmpegel für Tag und Nacht in dB angeführt, in der dritten Spalte wurde der Deskriptor berechnet.

Tabelle 20: Berechnung des akustischen Deskriptors L_{dn} an ausgewählten Referenzpunkten in den Varianten mit und ohne Bauverkehr

Siedlung, Nummer des Punktes	2015 ohne			2015 inkl.		
	Tag	Nacht	L_{dn}	Tag	Nacht	L_{dn}
Albrechtice n.Vlt. 1	59,4	52,1	60,5	61,6	53,5	62,3
Temelín 4	63,3	57,3	65,1	65,3	58,4	66,6
Temelín 7	59,8	52,7	61,0	61,8	53,5	62,4
Všeteč 2	59,5	52,4	60,7	61,5	53,1	62,1
Všeteč 3	56,4	49,1	57,5	58,5	50,4	59,2

Von den Werten L_{dn} haben wir dann eine Schätzung des Prozentsatzes der Belästigten durch Tageslärm in der exponierten Bevölkerung errechnet: LA (light annoyance) – leichte Belästigung, A (annoyance) – mittelschwere Belästigung und HA (high annoyance) – hohe Belästigung, und zwar nach der oben angeführten Gleichung (2). Die Berechnungen für die Ausgangssituation und die Situation nach der Umsetzung der aktiven Variante wird in Tabelle 21 angeführt. In der letzten Zeile kommt auch noch die Anzahl der Gestörten bei Einhaltung der Basisgrenzwerte (50 dB tags und 40 dB nachts) hinzu, wo der L_{dn} 50 beträgt.

Tabelle 21: Prozentsatz der Einwohner, die tagsüber durch Lärm belästigt werden, an ausgewählten Referenzpunkten bei der Variante mit und ohne Bauverkehr

Punkt	Variante	L_{dn}	% LA	% A	% HA
Albrecht. 1	ohne	60,5	50,0	27,0	11,1
	mit	62,3	54,1	30,4	13,0
Temelín 4	ohne	65,1	60,4	36,2	16,6
	mit	66,6	63,8	39,5	18,9
Temelín 7	ohne	61,0	51,1	28,0	11,6
	mit	62,4	54,3	30,6	13,1
Všeteč 2	Ohne	60,7	50,4	27,4	11,3

	mit	62,1	53,6	30,0	12,8
Všeteč 3	ohne	57,5	43,2	21,8	8,4
	mit	59,2	47,0	24,7	9,8
Grenzwert		50	26,8	11,3	3,8

Aus der letzten Zeile der Tabelle ist ersichtlich, dass ein bestimmter Anteil an exponierten Personen auch auf dem Niveau der eingehaltenen Basisgrenzwerte gestört wird. Dieser Anteil erhöht sich jedoch recht deutlich an den bewerteten Referenzpunkten, und zwar ohne Einfluss des mit dem Bau der neuen KKA verbundenen Verkehrsaufkommens. Der Prozentsatz der leicht Gestörten liegt hier um 16% – 34 %, der mittelstark Gestörten um 11% – 25 %, der stark Gestörten um 5% - 13% höher. Der Anteil des Verkehrsaufkommens in Verbindung mit dem Bau der neuen KKA beeinflusst diesen Zustand nur leicht. Der Prozentsatz der leicht Gestörten steigt um weitere 3,2 bis 4,1, der Prozentsatz der mittelstark Gestörten um 2,6 bis 3,4 und der Prozentsatz der stark Gestörten um 1,4 bis 2,3.

Nachts wird der Grad der Schlafstörung nach der o. g. Methodik direkt von den nächtlichen Lärmpegeln abgeleitet, ebenfalls in drei Stufen: LSD (light sleep disturbance) – leichte Schlafstörung, SD (sleep disturbance) – mittelstarke Schlafstörung und HSD (high sleep disturbance) – schwere Schlafstörung. Der Prozentsatz der von den einzelnen Stufen einer Schlafstörung betroffenen Einwohner wird nach der oben genannten Gleichung berechnet (3). Die für die einzelnen Referenzpunkt berechneten Werte ohne Anteil des Verkehrs durch den Bau der neuen KKA und die Veränderungen unter Beteiligung dieses Verkehrsaufkommens führen wir in Tabelle 22 an.

Tabelle 22: Anzahl der Einwohner mit gestörtem Schlaf an ausgewählten Referenzpunkten bei der Variante mit und ohne Bauverkehr

Punkt	Variante	L_{NOC}	% LSD	% SD	% HSD
Albrecht. 1	ohne	52,1	29,3	14,8	6,4
	mit	53,5	31,1	16,1	7,2
Temelín 4	ohne	57,3	36,3	19,9	9,4
	mit	58,4	37,8	21,1	10,2
Temelín 7	ohne	52,7	30,1	15,4	6,7
	mit	53,5	31,1	16,1	7,2
Všeteč 2	ohne	52,4	29,7	15,1	6,6
	mit	53,1	30,6	15,8	6,9
Všeteč 3	ohne	49,1	25,5	12,3	5,1
	mit	50,4	27,1	13,4	5,6
Grenzwert		40	15,3	6,5	2,6

Auch hier ist zu sehen, dass ein gewisser Anteil der Bevölkerung auch bei Einhaltung des Basisgrenzwertes gestört wird und dass dieser an den zu beurteilenden Referenzpunkten deutlich höher liegt, auch ohne den mit der Bautätigkeit verbundenen Verkehr. Der Anteil der leicht Gestörten liegt zwischen 10,2 % bis 21,0 %, der der mittelstark Gestörten zwischen 5,8 % bis 13,4 % und der stark Gestörten zwischen 2,5 % bis 6,8 % höher. Der mit dem Bau des ETE in Verbindung stehende Verkehr beeinflusst diese Situation nur wenig, der P>Prozentsatz der leicht Gestörten erhöht sich um weitere 0,9 bis 1,8, der Prozentsatz der

mittelstark Gestörten um 0,7 bis 1,3 und der Prozentsatz der schwer Gestörten um 0,3 bis 0,8 %.

Abschließend lassen sich zum Abschnitt über den Einfluss der Bautätigkeit einige grundlegende Erkenntnisse konstatieren.

1. Die Erhöhung der Lärmpegel infolge der Bautätigkeit an sich liegt in den am nächsten gelegenen Siedlungen unter dem Grenzwert und ist somit aus Sicht der Gesundheit annehmbar.

2. Die Lärmbelastung der Bevölkerung ist in den Gemeinden an den Verkehrsstrassen auch ohne das Verkehrsaufkommen infolge des Baus der neuen KKA des ETE beträchtlich. Primäre Aufgabe der Dokumentation der EIA ist es allerdings nicht, das bestehende Niveau der wirkenden Einflüsse, sondern ihre Veränderungen infolge des zu beurteilenden Baus zu bewerten.

3. Der Anteil des Verkehrs in Verbindung mit der Errichtung der neuen KKA ist in den allermeisten Fällen der 50 Referenzpunkte in 29 Gemeinden zu vernachlässigen (tagsüber stellen diese eine Erhöhung von 1 dB oder weniger dar).

4. Nur in einigen wenigen Punkten ist der Anteil des erhöhten Verkehrsaufkommens etwas höher (tagsüber maximal bis zu 2,2 dB). Nur an einigen von ihnen erhöht sich der Anteil der gestörten Einwohner etwas deutlicher (Temelín, Albrechtice nad Vltavou, Všeteč). An diesen Orten könnte man individuelle Lärmschutzanlagen in Erwägung ziehen (Lärmschutzwände kommen nirgendwo in Betracht).

5. Die Belastungen infolge des erhöhten Verkehrsaufkommens sind vorübergehend und bleiben auf einige wenige Jahre beschränkt, wobei die Verkehrsintensität für den gesamten Zeitraum der Bauphase nicht auf dem berechneten maximalen Niveau liegen wird.

3.4.3 Einfluss des Technologiebetriebs

Die Grundlage bildet hier die akustische Studie "Einfluss des bestehenden und des künftigen Technologiebetriebs des ETE" (Greif-Akustik 2009). Diese bewertet für die derzeitige Situation und für den künftigen Stand nach der Umsetzung des Bauvorhabens neue KKA die Lärmeinflüsse der Produktionsteile (Reaktorteil mit Maschinenraum, Verteiler und Umspannwerk) und die Werkteile mit Kühltechnologien, der Pumpstation für Kühlwasser, die Spritzbecken, die Demineralisierung, Dekarbonisierung und den Wasserbehälter und auch die Bedien- und Hilfsanlagen (Gebäude für Hilfsanlagen, Lager für abgebrannte Brennstoffe, Dieselgeneratoren, Kompressoren- und Pumpstationen, Maschinenraum zur Hinausleitung von Wärme u. a.). Zu den Quellen zählt auch das Umspannwerk Kočín. Alle Berechnungen wurden für die maximale Betriebsleistung vorgenommen. Die Ergebnisse wurden einmal numerisch in den gewählten Referenzpunkten (die mit den im vorherigen Absatz angeführten Punkten übereinstimmen, siehe Tabelle 17) und einmal in detaillierten Lärmkarten angeführt. Hier greifen wir auf die Angaben zu Referenzpunkten zurück, denn diese charakterisieren ausreichend deutlich die Lärmbelastungen in exponierten geschützten Gebieten.

Bewertung der Exposition

Bei den Berechnungen für die künftige Situation (nach der Umsetzung des Bauvorhabens neue KKA) wurde festgestellt, dass in einigen Siedlungen und Höhen über den Erdboden in der Nacht leicht der festgelegte Basisgrenzwert überschritten wird (alle 3 Punkte in der Gemeinde Kočín in einer Höhe von 12 m und der Rand der Gemeinde Temelín in alle

bewerteten Höhen). Für die so betroffenen Standorte wurden Lärmschutzmaßnahmen vorgeschlagen und der erreichte Effekt berechnet. An dieser Stelle werden wir nur den abschließenden Zustand bewerten, denn die Umsetzung von Lärmschutzmaßnahmen betrachten wir in diesem Fall als wünschenswert. Die berechneten Lärmpegel fasst Tabelle 23 zusammen.

Tabelle 23: Äquivalenzlärmpegel (dB) infolge des Betriebs der technologischen Einrichtungen des ETE an den Referenzpunkten

Punkt	Stand	Höhe 3 m	Höhe 6 m	Höhe 12 m
MB01	derzeit	28,2	29,2	29,5
	künftig *)	28,9	29,8	30,1
	Differenz	0,7	0,6	0,6
MB02	derzeit	29,8	32,5	34,2
	künftig *)	30,4	33,5	35,2
	Differenz	0,6	1,0	1,0
MB03	derzeit	36,7	38,2	38,7
	künftig *)	37,9	39,1	39,7
	Differenz	1,2	0,9	1,0
MB04	derzeit	37,8	38,4	39,1
	künftig *)	38,6	39,2	39,9
	Differenz	0,8	0,8	0,8
MB05	derzeit	37,5	38,8	39,5
	künftig *)	36,9	37,9	38,7
	Differenz	-0,6	-0,9	-0,8
MB06	derzeit	30,1	31,3	32,6
	künftig *)	31,9	33,1	34,3
	Differenz	1,8	1,8	1,7
MB07	derzeit	26,6	28,2	29,0
	künftig *)	31,3	32,4	33,0
	Differenz	4,7	4,2	4,0
MB08	derzeit	32,0	32,9	33,3
	künftig *)	37,6	37,8	38,1
	Differenz	5,6	4,9	4,8

*) bei der Umsetzung der Lärmschutzmaßnahmen

Charakteristik des Risikos

Aus Tabelle 23 geht hervor, dass alle Äquivalenzlärmpegel, und zwar auch unter Einbeziehung der neuen KKA, auch dem grundlegenden nächtlichen Grenzwert (40 dB) entsprechen und somit gesundheitlich akzeptabel sind. Bedingung ist die Umsetzung der vorgeschlagenen Lärmschutzmaßnahmen.

3.4.4 Einfluss der Verkehrsbelastung

In diesem Artikel gehen wir von der akustischen Studie "Einfluss der bestehenden und der künftigen Verkehrsbelastung" (Greif-Akustik 2009) aus. Diese bewertet den Einfluss des Verkehrs auf wichtigen Verkehrsadern, wo die Intensität des Verkehrs vom Fahrzeug- und Eisenbahnverkehr in Verbindung mit dem Betrieb der neuen KKA beeinflusst wird. Die

Ergebnisse werden einmal numerisch an den gewählten Referenzpunkten und einmal in detaillierten Lärmkarten angeführt. Hier greifen wir auf die Angaben über die Referenzpunkte zurück, denn diese charakterisieren ausreichend deutlich die Lärmbelastungen in den exponierten geschützten Gebieten.

Für die Berechnungen wurden hier insgesamt 29 Referenzpunkte an bedeutenden Kommunikationen ausgewählt, und zwar in 8 Gemeinden (Albrechtice nad Vltavou, Březnice, Hluboká nad Vltavou, Nová Ves, Temelín, Týn nad Vltavou, Všetec a Zvěrkovice). In den meisten dieser Gemeinden wurden zwei Ebenen oberhalb des Erdbodens beurteilt (1. und 2. Stockwerk), in Týn nad Vltavou 1. bis 6. Stockwerk.

Aus den vorgestellten Ergebnissen der Studie geht hervor, dass infolge einer Erweiterung des ETE die Äquivalenzlärmpiegel in den betroffenen Gemeinden nur wenig steigen, tagsüber zwischen 0,0 dB bis 0,3 dB, nachts zwischen 0,0 dB bis 0,6 dB). Diese extrem niedrigen Zuwächse lassen sich weder mit den Sinnen noch durch Messung oder gesundheitliche Auswirkungen wahrnehmen, sie sind in den Mess- und Berechnungsunsicherheiten enthalten. Aus den angeführten Gründen kann der Einfluss des Verkehrs auf den künftigen Betrieb des ETE mit dem Bauvorhaben neue KKA als gesundheitlich annehmbar betrachtet werden.

3.5 Elektrisches Feld und Magnetfeld

Im Rahmen der Umsetzung des Bauvorhabens neue KKA kommt es auch zu einer Erweiterung des Korridors der Leitung 400 kV und 110 kV des ETE – des Umspannwerks Kočín. Eine Beurteilung des damit verbundenen elektrischen Feldes und des Magnetfeldes und der induzierten Stromdichte aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 GBl. erfolgte in einer speziellen Studie (EGU-HV Laboratory a.s., Juli 2009). In die Bewertung wurden a) die zwei bestehenden einfachen Leitungen 400 kV für ETE12, b) zwei neue einfache Leitungen 400 kV für ETE34 und c) zwei neue doppelte Leitungen 110 kV einbezogen.

Auf der Basis konservativ aufgefasster Berechnungen wurde für die Leitung 400 kV eine maximale Höhe der Leiter über dem Erdboden für die schlimmste Variante einer Abfolge von Phasenleitern für 12,8 m, für die günstigste Variante für 12,1 m angenommen. Für die Leitung 110 kV ging man dann von einer Mindesthöhe von 6 m aus, die ohne Berücksichtigung der Phasenabfolge den geforderten Werten entsprach.

Bei Erfüllung der angeführten Bedingungen wird die Forderung der angeführten Regierungsverordnung hinsichtlich des höchsten zulässigen Wertes der induzierten Stromdichte im Körper des Menschen ($J = 2 \text{ mA/m}^2$) und hinsichtlich des festgelegten Referenzwertes des elektrischen Feldes und des Magnetfeldes ($E = 5 \text{ kV/m}$, $B = 100 \text{ } \mu\text{T}$) eingehalten.

In den Details verweisen wir auf die zitierte Studie.

3.6 Schlussfolgerungen zu den Einflüssen, die nicht durch Strahlen entstehen

Atmosphäre

Die Angaben aus den Streuungsstudien zeigen, dass die Einflüsse auf die Verunreinigung der Atmosphäre durch die Baustelle und das damit verbundene Verkehrsaufkommen in den meisten Fällen aus gesundheitlicher Sicht akzeptabel sind. Eine gewisse Ausnahme kann in

einer kurzzeitigen Erhöhung der Staubentwicklung in den nahen Gemeinden sein (Temelín, Kočín), und zwar unter ungünstigen Witterungsbedingungen in der Zeit der Erdarbeiten, d. h. des Abtragens des Bodens und insbesondere bei den Schachtarbeiten. Auch der Fahrzeugverkehr in nördlicher Richtung, insbesondere in Týn nad Vltavou, kann im Laufe des Baus an einigen Tagen deutlich die kurzfristige Staubentwicklung deutlich erhöhen.

Aus dem angeführten Grund wird es im Laufe der Bautätigkeit notwendig sein, auf der Baustelle und bei der Durchfahrt durch Týn nad Vltavou Maßnahmen zu treffen, die die Staubentwicklung eindämmen (Besprühen von Flächen, Besprühen der Fahrbahnen, Reinigen der Fahrzeuge vor dem Verlassen der Baustelle, Vermeidung des Herunterfallens von Material während der Fahrt, Erhöhung der Flüssigkeit des Verkehrs durch eine geeignete Regulierung u. a.). Diese Maßnahmen sind besonders an Tagen mit ungünstigen meteorologischen Bedingungen notwendig (trockenes und windiges Wetter).

Lärm

Die Aktivitäten auf dem eigentlichen Areal des ETE (Bau, Betrieb nach der Fertigstellung der neuen KKA) werden keine ungünstigen störenden oder gesundheitlichen Auswirkungen haben. Bedingung ist die Umsetzung von Lärmschutzmaßnahmen für die Betriebsphase.

Der damit verbundene Verkehr wird in der Betriebsphase der neuen KKA keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen haben.

Im Laufe der Bauphase erhöht der anschließende Verkehr für eine Übergangszeit von einigen Jahren an einigen wenigen Orten etwas deutlicher die Äquivalenzlärmpegel und den Prozentsatz der sich gestört fühlenden Einwohner. An diesen Stellen sind individuelle Lärmschutzmaßnahmen denkbar.

Elektrisches Feld und Magnetfeld

Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Höhen der Leiter der Hochspannungsleitungen des Umspannwerks Kočín werden die Interessen der öffentlichen Gesundheit nicht beeinträchtigt.

4. PSYCHOSOZIALE EINFLÜSSE

Störende psychische Einflüsse könnte einmal das steigende Verkehrsaufkommen, einmal aber auch eventuelle Ängste vor dem wachsenden Risiko bei der Erhöhung der Leistung des ETE verursachen.

Die erhöhte **Verkehrsfrequenz** insgesamt, die mit dem ETE in Verbindung zu bringen ist, wird nur gering sein, sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase, somit wird diese beim Transitverkehr fast gar nicht wahrgenommen. Nur an einigen wenigen Standorten (Temelín, Albrechtice nad Vltavou, Všetec) könnte vielleicht die gefühlte Belästigung leicht ansteigen, und zwar nur in der Bauphase, also auf einige Jahre beschränkt.

Der Anstieg der **Angst vor der Nähe des ETE** und den potenzielle Risiken kann sich zeigen, insbesondere im Zusammenhang mit anzunehmenden Aktionen von Kernkraftgegnern und nicht seriösen Präsentationen eventueller Gefahren. Die Wirkungen jedoch werden wahrscheinlich nicht allzu groß sein, denn die in der Nähe des ETE lebende Bevölkerung hat sich bereits mehr oder weniger an diesen Zustand gewöhnt. Dies geht aus drei Studien hervor, die den Zustand der psychischen Stabilität, das Niveau der Zufriedenheit mit dem Leben und andererseits den Anstieg der Ängste und Befürchtungen bei den Einwohnern in der nahen Umgebung des ETE im Vergleich mit einem weiter entfernten Kontrollgebiet vergleicht. Die Summe der Ergebnisse dieser angeführten Studien präsentiert die letzte von ihnen (Kebza E.

u. Koll., 2004).

Die erste Studie wurde im Jahre 2000 in Auftrag gegeben, in der Zeit dicht vor der Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Temelín und der gipfelnden Proteste seiner Gegner in Österreich und in der Tschechischen Republik. Die Ergebnisse haben jedoch keine wesentlichen Veränderungen in den Charakteristika der zu vergleichenden Gruppen (exponierte Gruppe, Kontrollgruppe) erbracht, die geringen Unterschiede zeugen eher für ein etwas höheres Niveau der psychischen Stabilität, der Zufriedenheit mit dem Leben, des Glaubens an die eigenen Fähigkeiten, des Verantwortungsbewusstseins und des Grades der Selbstverwirklichung im Falle der Einwohner von Temelín. Die zweite Studie wurde im Jahre 2002 umgesetzt, also in der Zeit, in der der Betrieb des ETE stieg und von recht zahlreichen kleinen technischen Problemen begleitet war, die in den Medien auf breiter Basis kommentiert wurden. Diese wurde auch vom Hochwasser im August beeinflusst, das die Tschechische Republik von Süden nach Norden betraf und angesichts der kurzen Zeit nach den Geländeuntersuchungen die Ergebnisse vor allem durch eine gesamtgesellschaftlich erlebte (und in den Medien sehr intensiv verfolgte) Atmosphäre einer außerordentlichen Bedrohung beeinträchtigt haben mag. Doch auch die angeführten außerordentlichen Umstände konnten die ursprünglich günstigen Tendenzen nicht umkehren. Sofern es in den Ergebnissen der Untersuchungen zwischen der südböhmischen Gruppe und der Kontrollgruppe Unterschiede gab, war dies immer zugunsten der südböhmischen Gruppe (Temelín). Man konnte also konstatieren, dass sich die insgesamt positive Bewertung der Qualität des psychischen Lebens der Bevölkerung von Temelín, bei der sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe der suspekt negative Einfluss der Fertigstellung und der Anfänge beim Betrieb des ETE zeigten, auch zwei Jahre später anhielt, dass diese Bewertung relativ stabil und auch recht resistent gegenüber außerordentlichen und unerwarteten Ereignissen ist.

Die dritte Studie aus dem Jahre 2004 schloss den Zeitraum des Testbetriebs des ETE und die Überführung auf die volle Leistung ein, und zwar ohne außerordentliche Ereignisse. Im Vergleich der Gruppe der Bevölkerung von Temelín und der Kontrollgruppe aus Ostböhmen zeigte sich, dass der Prozentsatz derjenigen, die keine Gründe für eine Unzufriedenheit mit ihrem Leben anführen, deutlich höher liegt (73,1% der Bevölkerung von Temelín im Vergleich mit 60,9% der Bevölkerung der Kontrollgruppe), außerdem wurden von der Bevölkerung von Temelín deutlich weniger Gründe für eine Unzufriedenheit mit dem Leben angeführt. In der Gruppe Temelín wurden ein statistisch relevantes niedrigeres Niveau von Neurosen, ein niedrigeres Niveau depressiver Zustände, ein höherer Grad der Zufriedenheit mit dem eigenen Leben und des Erlebensniveaus festgestellt. Somit bestätigten sich die bereits vorher festgestellten Tendenzen, die von ähnlichen, s. g. eher günstigeren Ergebnissen sprachen, die sich auf die Qualität des geistigen Lebens der Bevölkerung von Temelín infolge der Akzeptanz des Bestehens und des Betriebs des ETE von dieser Bevölkerung als Realität gründeten, adäquat begründet und erklärt im Sinne eines gut kalkulierten Risikos, dessen Grad die meisten Einwohner der Region als akzeptabel und erträglich einstufen.

Das beschriebene, relativ hohe Niveau der Qualität des geistigen Lebens der Bevölkerung von Temelín darf jedoch nicht als ein für allemal gegeben und unveränderlich betrachtet werden. Im Vergleich mit der Kontrollgruppe wurden in der letzten Studie von insgesamt 13 zu beurteilenden Positionen 12 positiv zugunsten der Bevölkerung von Temelín eingestuft, doch in einer war das Ergebnis umgekehrt, man stellte ein geringeres Niveau des Glaubens an die eigenen Fähigkeiten, des Selbstvertrauens und der Überzeugung von Eigenverantwortung fest. Die Autoren dieser Studie werten dies jedoch so, dass die Einwohner in der Umgebung von Temelín einen geringen Grad der Überzeugung aufweisen, dass sie die volle Kontrolle

über ihr Leben haben. Dies kann durch die Existenz des ETE und der daraus resultierenden fatalen Überzeugung hervorgerufen sein, dass ein außerordentliches Ereignis im Kraftwerk außerhalb des Gebietes liegt, dass sie mit ihrer Tätigkeit beeinflussen und eventuell korrigieren können. Die angeführte Feststellung signalisiert, dass die konstatierte Stabilität eben doch subtil ist und dass jegliches außerordentliche Ereignis mit dem Betrieb des ETE bzw. mit der Kernenergie im breiteren Sinne des Wortes diese Stabilität ins Wanken bringen kann. Diese Haltungen können durch einen langfristigen störungsfreien Betrieb des Kraftwerks abgeschwächt und schrittweise eliminiert werden.

Auch weiterhin gilt, dass in Bezug auf die Öffentlichkeit sehr umsichtig und offen vorgegangen werden muss und dass man sie vollständig über die Umstände des Betriebs des ETE informieren muss und nicht zulassen darf, dass diese zum Gegenstand von Spekulationen werden und dass der Eindruck hervorgerufen wird, dass in Fragen der Betriebssicherheit der Bevölkerung etwas verschwiegen wird. Besonders von Bedeutung wird dies dann in der Zeit der Vorbereitungen und des Baus der neuen KKA sein, wo das Risiko eines Anzweifeln der Sicherheit der Kernenergie wahrscheinlich wiederum deutlich steigen wird. Das bestehende Vertrauen der Öffentlichkeit hinsichtlich der Sicherheit des Betriebs des KKW, das sich in den Lebenshaltungen niederschlägt, könnte leicht gestört werden.

Hinsichtlich des **sozialen** Aspekts wird die neue KKA einen bedeutenden positiven Faktor bilden, indem es viele neue Arbeitsplätze beim Bau, beim Betrieb und in den sich anschließenden Dienstleistungen bieten.

5. UMFANG DER EINFLÜSSE BEZÜGLICH GEBIET UND BEVÖLKERUNG

Von einem Strahlungsrisiko wird die Bevölkerung in der Umgebung von Temelín nicht betroffen.

Im Laufe des Baus kann es zu einer etwas erhöhten störenden Wirkung aufgrund des anschließenden Verkehrs in einigen Transitgemeinden kommen (insbesondere Temelín, Albrechtice nad Vltavou und Všetec). Dies kann ca. 500 Einwohner betreffen.

6. ANGABEN ZU MÖGLICHEN RELEVANTEN GRENZÜBERSCHRITENDEN EINFLÜSSEN

Grenzüberschreitende Einflüsse kommen bei dem zu beurteilenden Vorhaben nicht in Betracht. Rechnet man mit einem vollen Betrieb des bestehenden ETE unter Hinzurechnung des vollen Betriebs jedes Werkteils der zu betrachtenden neuen KKA, so bewegen sich die lebenslangen Risiken eines gesundheitlichen Schadens aufgrund von gasförmigen Emissionen aus Sicht der Gesundheit voll den Werten in der nächsten bewohnten Umgebung, sie weisen dort ungefähr einen Wert von 10^{-6} auf. Mit wachsender Entfernung vom KKW sinken diese systematisch, in einer Entfernung von 21,7 km beispielsweise entsprechen sie bereits der Größenordnung 10^{-7} . Im Vergleich mit dem Risiko aufgrund des lokalen Hintergrundes sind die jährlichen Risiken in dieser Entfernung (bei beiden Alternativen der gewählten neuen KKA plus die bestehenden Blöcke des ETE) um 5 Größenordnungen niedriger. Mit höherer Entfernung vom ETE sinken diese Werte weiter. Auf dem Niveau der österreichischen Grenze, die noch 3 x weiter entfernt liegen, sind die Risiken desweiteren noch um die Hälfte vermindert (siehe Tabelle 6 bis 8). Es handelt sich um nichtige und völlig zu vernachlässigende Werte, die sich nicht in der öffentlichen Gesundheit niederschlagen

können.

Die Risiken hinsichtlich Emissionen in Wasserläufe sind aus Sicht der Gesundheit bereits unweit des ETE annehmbar. Österreich selbst betreffen sie nicht, die entweichenden Radionuklide werden mit dem Moldauwasser nach Böhmen abtransportiert.

Die nicht auf Strahlen beruhenden Verunreinigungen der Atmosphäre aus Quellen auf dem Areal der neuen KKA und aus dem damit verbundenen Verkehrsaufkommen haben in der Bauphase und in der Betriebsphase bei den meisten Schadstoffen nur eine beschränkte lokale Wirkung. Eine Ausnahme bildet hier Ammoniak, dessen Immissionen auch entferntere Gebiete erreichen, allerdings nur in einem sehr geringen Maß. In Richtung österreichische Grenze, zum Beispiel am nördlichen Fuße des Böhmerwaldes, erreichen sie im Vergleich mit der Referenzkonzentration (also der Konzentration, die aus gesundheitlicher Sicht akzeptabel ist), Werte, die um 3 bis 5 Größenordnungen niedriger liegen und hier aus gesundheitlicher Sicht völlig zu vernachlässigen sind.

7. PRÄVENTIONSMASSNAHMEN, MASSNAHMEN ZUM AUSSCHLUSS, ZUR VERMINDERUNG, GGF. KOMPENSATION UNGÜNSTIGER EINFLÜSSE

- a) Im Laufe des Baus ist der anschließende Verkehr konsequent nur auf die Zeit im Laufe des Tages zu beschränken.
- b) In den Transitgemeinden, wo der anknüpfende Verkehr im Laufe des Baus leicht störende Einflüsse aufweisen wird, sollte nach einer näheren Analyse des lokalen Lärmumfeldes in den exponierten Häusern individuellen Lärmschutzmaßnahmen getroffen werden.
- c) In der nächsten Umgebung der neuen KKA sollten zum Schutz vor dem Betriebslärm Lärmschutzmaßnahmen getroffen werden, wie sie in der akustischen Studie vorgeschlagen wurden.
- d) Die minimale Höhe der Leiter der Hochspannungsleitung vom Umspannwerk Kočín ist einzuhalten, für eine Leitung von 400 kV 12,8 m über dem Erdboden.
- e) Zum Schutz des psychischen Wohlbefindens der in der Umgebung wohnenden Bevölkerung sollte der Kontakt mit der Öffentlichkeit verstärkt werden. Über den gesamten Zeitraum der Vorbereitung und des eigentlichen Baus und in der Zeit der Inbetriebnahme muss systematisch und vollständig über das Vorhaben und seine potenziellen Einflüsse auf die Umgebung informiert werden. Auch muss unbegründeten und übertriebenen Angaben über die Gefährlichkeit des Betriebs und seiner schädlichen Wirkungen entgegen getreten werden.

8. CHARAKTERISTIK DER MÄNGEL IN DEN KENNTNISSEN UND DER UNBESTIMMTHEIT

In der derzeitigen Vorbereitungsphase des Baus sind die bereitgestellten Unterlagen und Informationen ausreichend. Die Unbestimmtheiten ergeben sich notwendigerweise aus der Unvollendetheit der wissenschaftlichen Erkenntnis und dem zur Verfügung stehenden Grad der Genauigkeit der Unterlagen und der verwendeten Methoden.

9. SCHLUSSFOLGERUNGEN INSGESAMT

Der Betrieb der neuen KKA betrifft unter normalen Bedingungen nicht merklich die Gesundheit der Bevölkerung. Auch bei einer sehr konservativ zu beurteilenden Situation bewegt sich das lebenslange Risiko eines gesundheitlichen Schadens aufgrund der gasförmigen Emissionen in der kritischen Bevölkerungsgruppe in der Summe des Betriebs des bestehenden ETE in vollem Betrieb jeder der bewerteten KKA in den Berechnungen für das Jahr 2020 und die Zeithorizonte der Jahre 2050 und 2080 in Größenordnungen von 10^{-6} und 10^{-7} und ist aus gesundheitlicher Sicht somit vollkommen akzeptabel. Gegenüber dem lokalen Hintergrund liegt im näheren bewohnten Gebiet um 4 Größenordnungen niedriger. Die flüssigen, im Moldauwasser gelösten Emissionen können weder direkt, noch indirekt die menschliche Gesundheit gefährden.

Grenzüberschreitende Einflüsse kommen nicht in Frage, an der Grenze zu Österreich ist das Niveau des lebenslangen Risikos eines gesundheitlichen Schadens nichtig und aus gesundheitlicher Sicht zu vernachlässigen

Leichte und zeitlich vorübergehende Einflüsse im Laufe des Baus sind aus Sicht der Gesundheit akzeptabel und teilweise durch Schutzmaßnahmen zu unterdrücken.

Im Laufe des Baus wird es von außerordentlicher Bedeutung sein, positive Beziehungen zwischen KKW und Öffentlichkeit zu entwickeln.

Aus sozialer Sicht wird der Bau von Bedeutung sein, denn er bietet viele Arbeitsplätze beim Bau, beim Betrieb und in den damit verbundenen Dienstleistungsbereichen.

UNTERLAGEN UND LITERATUR

Unterlagen

1. Gesetz Nr. 258/2000 GBl. über den Schutz der öffentlichen Gesundheit (in gültiger Fassung).
2. Gesetz Nr. 100/2001 GBl. über die Beurteilung der Einflüsse auf die Umwelt im Wortlaut des Gesetzes Nr. 163/2006 GBl.
3. Gesetz Nr.18/1997 GBl., über die friedliche Nutzung von Kernenergie und ionisierender Strahlung (Atomgesetz) in gültiger Fassung.
4. Verlautbarung der Staatlichen Behörde für Kernkraftsicherheit Nr. 307/2002 GBl. über den Strahlenschutz im Wortlaut der Verlautbarung Nr. 499/2005 GBl.
5. Vorgehensweisen bei der Berechnung der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch natürliche, in die Umwelt freigesetzte Radionuklide und bei der Beurteilung der Eingriffe in vom Bergbau betroffenen Gebieten. SÚJB, Prag 2008.
6. Regierungsverordnung Nr. 148/2006 über den Schutz der Gesundheit vor ungünstigen Wirkungen von Lärm und Vibrationen.
7. Verordnung der Regierung der Tschechischen Republik Nr. 597/2006 GBl. über die Nachverfolgung und Auswertung der Luftqualität.
8. Entscheidung der SÚJB AZ 16920/2005 für das Kernkraftwerk Temelín über die Erteilung einer Genehmigung zur Einleitung von Radionukliden in die Umwelt.
9. Entscheidung der SÚJB AZ 8096/2002 für das Kernkraftwerk Temelín über die Erteilung einer Genehmigung zur Einleitung von Radionukliden in die Umwelt
10. Entscheidung der SÚJB AZ 28718/2007 für das Kernkraftwerk Temelín, mit der die Einleitung von Radionukliden in die Umwelt in Form von Emissionen in die Atmosphäre genehmigt wird
11. Neue KKA im ETE. Unterlagen zur Ausarbeitung von Kap. D.I.1: Bevölkerung und öffentliche Gesundheit. ÚJV Řež a.s. – Division Energoprojekt Prag, September 2009, 235 S.
12. Neue KKA im ETE. Unterlagen zur Ausarbeitung von Kap. B.III.4 – Sonstige ionisierende Strahlung, ÚJV Řež a.s. - Division Energoprojekt Prag, September 2009.
13. Neue KKA im ETE. Unterlagen zur Ausarbeitung von Kap. D.I.1 Bevölkerung und öffentliche Gesundheit. Zusatz Nr. 1. ÚJV Řež a.s. – Division Energoprojekt Prag, Oktober 2009.
14. Neue KKA im ETE. Unterlagen zur Ausarbeitung von Kap. D.I.1 Bevölkerung und öffentliche Gesundheit. Zusatz Nr. 2. ÚJV Řež a.s. - Division Energoprojekt Prag, Januar 2010.
15. Neue Kernkraftanlage im ETE. Unterstützende EIA-Studie. VÚV, Ing. E. Hanslík, CSc. u. Koll. Prag, August 2009.
16. Streuungsstudie zum Verkehr beim Bau der neuen KKA. II/2A. ČHMÚ, Juli 2009.
17. Streuungsstudie zum Betrieb von Baumechanismen auf der Hauptbaustelle und den

Flächen der Baustelleneinrichtung (BE) beim Betrieb der neuen KKA. II/B1. ČHMÚ, Juli 2009.

18. Streuungsstudie zur Staubentwicklung durch Bautätigkeit auf der Hauptbaustelle und auf den Flächen der BE. II/2B2. ČHMÚ, Juli 2009.
19. Streuungsstudie zum Verkehr beim Betrieb der neuen KKA. II/2C1. ČHMÚ, Juli 2009.
20. Streuungsstudie zum Betrieb von die Atmosphäre verunreinigenden Punktquellen der neuen KKA (ausgenommen Radioaktivität und Einflüsse der Kühltürme auf das Mikroklima). II/C2. ČHMÚ, Juli 2009.
21. Neue KKA im ETE. Akustische Studie – Lärm infolge von Bautätigkeit. Greif-Akustik, Prag, 29.6.2009.
22. Neue KKA im ETE. Akustische Studie – Einfluss des bestehenden und des künftigen Technologiebetriebs des ETE. Greif-Akustik, Prag, 29.6.2009.
23. Neue KKA im ETE. Akustische Studie – Einfluss der bestehenden und der künftigen Verkehrsbelastung. Greif-Akustik, Prag, 29.6.2009.
24. DP 2 – Beurteilung des elektrischen Feldes und des Magnetfeldes und der induzierten Stromdichte unter Berücksichtigung der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 GBl. Ausfertigung von Unterlagenstudien zur EIA-Dokumentation der neuen KKA in Temelín. E G U - HV Laboratory a.s., Prag

Literatur

25. Babisch, W.: Noise and Health. Environmental Health Perspectives. Research Triangle Park: 2005, Vol. 113, Iss. 1, S. A14 – 15.
26. Berglund B, Lindval, T. (Hg.): Community noise. J. Snabbtryck, Stockholm 1995, 232 S.
27. Board on Radiation Effects Research: Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. BEIR VII Phase 2. The National Academic Press, Washington, D.C 2006.
28. Fakultät für Kernphysik und physikalisches Ingenieurwesen der ČVUT, Prag: Posouzení ozáření obyvatel v zájmové oblasti v okolí JE Temelín z přírodních a umělých zdrojů ionizujícího záření [Beurteilung der Strahlungsbelastung der Bevölkerung im Interessengebiet der Umgebung des KKW Temelín aus natürlichen und künstlichen Quellen ionisierender Strahlung]. Abschlussbericht. FJFI ČVUT, Prag, November 2008.
29. ICRP (The Internal Commission on Radiological Protection): The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103. Elsevier Ltd. 2007, 332 S.
30. INVESTprojekt s.r.o.: JE Temelín – Podklady pro posouzení vlivů na životní prostředí [KKW Temelín – Unterlagen zur Beurteilung der Einflüsse auf die Umwelt]. Brno, 2001.
31. Malátová, I., Prouza, Z., Hůlka, J., Rulík, P. (SÚRO): Vyhotovení podkladových studií pro dokumentaci EIA nového jaderného zdroje v Temelíně. Charakteristika současného stavu životního prostředí v dotčeném území z hlediska radiační situace

[Ausfertigung von Unterlagenstudien für die EIA-Dokumentation der neuen KKA in Temelín. Charakteristik des derzeitigen Zustands der Umwelt im betroffenen Gebiet aus der Sicht der Strahlenbelastung], Prag, 2009.

32. Kebza, E., Šolcová, I., Sadílek, P.: 2. Psychologické šetření. In: Zdravotní stav obyvatelstva v oblasti jaderné elektrárny Temelín [Psychologische Untersuchung. In: Gesundheitszustand der Bevölkerung im Gebiet des Kernkraftwerks Temelín]. Masaryk-Universität Brno, J. Kotulán u. Koll., Brno 2004.
33. Miedema H.M., Passchier-Vermeer W., Vos H.: Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance. TBO Inro report 2002-59, Delft, January 2003.
34. Staatliche Strahlenschutzbehörde (SÚRO), Prag: Přírodní radioaktivita a problematika radonu [Natürliche Radioaktivität und Radon]. Nachzulesen unter www.suro.cz/cz/prirodnioz
35. Salome C.M. et al.: Effect of nitrogen dioxide and other combustion products on asthmatic subjects in a home-like environment. Eur Respir J. 1996, 9, 910 - 918.
36. TNO Prevention and Health. Annoyance from Transportation Noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL, and their confidence intervals. Nachzulesen unter <http://www.health.tno.nl/>
37. United States Environmental Protection Agency: Integrated Risk Information System. Nachzulesen unter: <http://www.epa.gov/>
38. UNSCEAR: Report of United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. 2000. Nachzulesen unter <http://www.unscear.org/>.
39. VÚJE (KKW-Forschungsinstitut) a.s.: Metodika na výpočet šíření radioaktivních látek v okolí JEZ při normálním provozu [Methodik zur Berechnung einer Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Umgebung des KKW bei Normalbetrieb]. Forschungsbericht. 1999, Revision 2006, Aktualisierung 2008.
40. World Health Organization: Air quality guidelines for Europe. Copenhagen 2000, 426 S.

Brno, 20. Februar 2010

Prof. MUDr. Jaroslav Kotulán, CSc.

ANLAGE

Tabelle P1: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 1. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA mit einer Leistung von ca. 1200 MW_e (Jahr 2020)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	1,43E-06	3,29E-08	1,53E-07	2,86E-07	2,66E-11	1,90E-06
1333	4,09E-07	1,82E-08	1,29E-07	2,00E-07	1,58E-11	7,56E-07
2333	2,45E-07	1,20E-08	9,37E-08	1,49E-07	9,91E-12	4,99E-07
3333	1,44E-07	8,78E-09	6,84E-08	1,08E-07	7,57E-12	3,29E-07
4333	9,75E-08	8,89E-09	5,34E-08	9,24E-08	7,97E-12	2,52E-07
5333	7,17E-08	4,32E-09	4,43E-08	6,49E-08	3,57E-12	1,85E-07
6333	5,56E-08	3,99E-09	3,83E-08	5,72E-08	3,38E-12	1,55E-07
7333	4,48E-08	3,27E-09	3,40E-08	4,98E-08	2,78E-12	1,32E-07
8667	3,50E-08	2,86E-09	2,98E-08	4,37E-08	2,46E-12	1,11E-07
10667	2,58E-08	3,90E-09	2,52E-08	4,27E-08	3,49E-12	9,76E-08
12667	2,01E-08	1,66E-09	2,19E-08	3,06E-08	1,39E-12	7,43E-08
14667	1,62E-08	2,66E-09	1,94E-08	3,15E-08	2,29E-12	6,97E-08
17333	1,27E-08	2,67E-09	1,67E-08	2,83E-08	2,18E-12	6,04E-08
21667	1,02E-08	1,73E-09	1,77E-08	2,58E-08	1,24E-12	5,54E-08
26667	6,87E-09	8,93E-10	1,11E-08	1,56E-08	5,84E-13	3,45E-08
33333	5,09E-09	6,73E-10	9,30E-09	1,27E-08	3,87E-13	2,77E-08
43333	8,12E-09	9,38E-10	1,86E-08	2,40E-08	3,88E-13	5,16E-08
53333	5,92E-09	6,29E-10	1,43E-08	1,81E-08	2,25E-13	3,90E-08
66667	4,22E-09	4,03E-10	1,09E-08	1,36E-08	1,31E-13	2,91E-08
86667	2,86E-09	2,77E-10	7,91E-09	9,82E-09	8,42E-14	2,09E-08

Tabelle P2: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 1. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA mit einer Leistung von ca. 1700 MW_e (Jahr 2020)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	4,04E-06	1,39E-09	9,95E-08	1,72E-07	1,83E-12	4,31E-06
1333	1,16E-06	8,06E-10	8,25E-08	1,33E-07	1,09E-12	1,37E-06
2333	6,92E-07	5,16E-10	6,09E-08	1,04E-07	6,85E-13	8,57E-07
3333	4,07E-07	3,87E-10	4,45E-08	7,57E-08	5,25E-13	5,28E-07

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
4333	2,76E-07	4,03E-10	3,48E-08	5,97E-08	5,56E-13	3,71E-07
5333	2,03E-07	1,85E-10	2,89E-08	4,88E-08	2,46E-13	2,80E-07
6333	1,57E-07	1,74E-10	2,49E-08	4,22E-08	2,34E-13	2,24E-07
7333	1,27E-07	1,43E-10	2,21E-08	3,75E-08	1,92E-13	1,86E-07
8667	9,89E-08	1,26E-10	1,94E-08	3,28E-08	1,70E-13	1,51E-07
10667	7,29E-08	1,76E-10	1,65E-08	2,82E-08	2,43E-13	1,18E-07
12667	5,66E-08	7,13E-11	1,44E-08	2,42E-08	9,56E-14	9,52E-08
14667	4,57E-08	1,17E-10	1,27E-08	2,17E-08	1,59E-13	8,02E-08
17333	3,58E-08	1,13E-10	1,10E-08	1,88E-08	1,50E-13	6,57E-08
21667	2,84E-08	6,68E-11	1,16E-08	1,97E-08	8,39E-14	5,98E-08
26667	1,92E-08	3,24E-11	7,36E-09	1,24E-08	3,87E-14	3,90E-08
33333	1,41E-08	2,25E-11	6,16E-09	1,04E-08	2,50E-14	3,07E-08
43333	2,17E-08	2,58E-11	1,24E-08	2,07E-08	2,30E-14	5,48E-08
53333	1,56E-08	1,60E-11	9,54E-09	1,60E-08	1,26E-14	4,11E-08
66667	1,10E-08	9,78E-12	7,25E-09	1,21E-08	7,08E-15	3,03E-08
86667	7,28E-09	6,49E-12	5,27E-09	8,81E-09	4,40E-15	2,14E-08

Tabelle P3: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 20. Betriebsjahr (Jahr 2020), berechnet auf der Basis der Projektwerte für Emissionen aus 2 Blöcken des KKW Temelín

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	7,44E-06	2,28E-09	1,56E-07	2,14E-07	1,92E-12	7,81E-06
1333	2,09E-06	1,27E-09	1,31E-07	1,66E-07	1,15E-12	2,39E-06
2333	1,27E-06	8,12E-10	9,56E-08	1,29E-07	7,21E-13	1,49E-06
3333	7,40E-07	6,11E-10	6,98E-08	9,45E-08	5,54E-13	9,05E-07
4333	4,99E-07	6,21E-10	5,46E-08	7,44E-08	5,87E-13	6,28E-07
5333	3,64E-07	3,00E-10	4,53E-08	6,09E-08	2,59E-13	4,71E-07
6333	2,81E-07	2,77E-10	3,92E-08	5,27E-08	2,47E-13	3,73E-07
7333	2,25E-07	2,27E-10	3,48E-08	4,68E-08	2,03E-13	3,07E-07
8667	1,75E-07	1,99E-10	3,05E-08	4,10E-08	1,80E-13	2,46E-07
10667	1,27E-07	2,72E-10	2,59E-08	3,52E-08	2,57E-13	1,89E-07
12667	9,78E-08	1,15E-10	2,25E-08	3,02E-08	1,01E-13	1,51E-07
14667	7,81E-08	1,85E-10	1,99E-08	2,70E-08	1,68E-13	1,25E-07
17333	6,03E-08	1,84E-10	1,73E-08	2,34E-08	1,58E-13	1,01E-07
21667	4,66E-08	1,18E-10	1,83E-08	2,46E-08	8,79E-14	8,96E-08
26667	3,08E-08	6,07E-11	1,16E-08	1,55E-08	4,04E-14	5,80E-08
33333	2,20E-08	4,53E-11	9,68E-09	1,29E-08	2,59E-14	4,46E-08
43333	2,90E-08	6,21E-11	1,94E-08	2,59E-08	2,31E-14	7,44E-08

53333	2,01E-08	4,15E-11	1,50E-08	1,99E-08	1,24E-14	5,51E-08
66667	1,37E-08	2,65E-11	1,14E-08	1,51E-08	6,87E-15	4,02E-08
86667	8,83E-09	1,81E-11	8,29E-09	1,10E-08	4,21E-15	2,82E-08

Tabelle P4: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Committments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 20. Betriebsjahr (Jahr 2020), berechnet auf der Basis der Betriebswerte für Emissionen aus 2 Blöcken des KKW Temelín

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	1,53E-07	5,31E-10	6,35E-08	1,68E-07	1,10E-12	3,85E-07
1333	4,25E-08	3,24E-10	5,08E-08	1,31E-07	6,17E-13	2,24E-07
2333	2,56E-08	1,89E-10	3,89E-08	1,03E-07	3,94E-13	1,67E-07
3333	1,48E-08	1,43E-10	2,84E-08	7,50E-08	2,98E-13	1,18E-07
4333	9,92E-09	1,45E-10	2,22E-08	5,88E-08	3,04E-13	9,11E-08
5333	7,19E-09	7,00E-11	1,84E-08	4,85E-08	1,45E-13	7,42E-08
6333	5,50E-09	6,48E-11	1,59E-08	4,20E-08	1,35E-13	6,35E-08
7333	4,38E-09	5,32E-11	1,41E-08	3,72E-08	1,11E-13	5,58E-08
8667	3,36E-09	4,66E-11	1,24E-08	3,27E-08	9,70E-14	4,85E-08
10667	2,42E-09	6,39E-11	1,05E-08	2,79E-08	1,34E-13	4,09E-08
12667	1,83E-09	2,70E-11	9,17E-09	2,41E-08	5,60E-14	3,51E-08
14667	1,44E-09	4,34E-11	8,11E-09	2,14E-08	9,05E-14	3,10E-08
17333	1,10E-09	4,33E-11	7,02E-09	1,86E-08	8,96E-14	2,67E-08
21667	8,18E-10	2,77E-11	7,44E-09	1,96E-08	5,64E-14	2,79E-08
26667	5,29E-10	1,42E-11	4,70E-09	1,24E-08	2,86E-14	1,76E-08
33333	3,62E-10	1,06E-11	3,94E-09	1,03E-08	2,10E-14	1,47E-08
43333	3,74E-10	1,45E-11	7,91E-09	2,08E-08	2,79E-14	2,91E-08
53333	2,39E-10	9,62E-12	6,10E-09	1,60E-08	1,84E-14	2,24E-08
66667	1,47E-10	6,14E-12	4,63E-09	1,22E-08	1,16E-14	1,69E-08
86667	8,38E-11	4,21E-12	3,37E-09	8,85E-09	7,95E-15	1,23E-08

Tabelle P5: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Committments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 30. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA mit einer Leistung von ca. 1200 MW_e (Jahr 2050)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	1,43E-06	2,23E-07	1,53E-07	3,01E-07	2,66E-11	2,11E-06
1333	4,09E-07	1,17E-07	1,29E-07	2,08E-07	1,58E-11	8,63E-07

2333	2,45E-07	7,85E-08	9,37E-08	1,54E-07	9,91E-12	5,71E-07
3333	1,44E-07	5,66E-08	6,84E-08	1,12E-07	7,57E-12	3,81E-07
4333	9,75E-08	5,55E-08	5,34E-08	9,62E-08	7,97E-12	3,03E-07
5333	7,17E-08	2,89E-08	4,43E-08	6,69E-08	3,57E-12	2,12E-07
6333	5,56E-08	2,61E-08	3,83E-08	5,90E-08	3,38E-12	1,79E-07
7333	4,48E-08	2,14E-08	3,40E-08	5,13E-08	2,78E-12	1,51E-07
8667	3,50E-08	1,85E-08	2,98E-08	4,50E-08	2,46E-12	1,28E-07
10667	2,58E-08	2,45E-08	2,52E-08	4,44E-08	3,49E-12	1,20E-07
12667	2,01E-08	1,10E-08	2,19E-08	3,14E-08	1,39E-12	8,45E-08
14667	1,62E-08	1,73E-08	1,94E-08	3,26E-08	2,29E-12	8,55E-08
17333	1,27E-08	1,81E-08	1,67E-08	2,96E-08	2,18E-12	7,71E-08
21667	1,02E-08	1,28E-08	1,77E-08	2,67E-08	1,24E-12	6,73E-08
26667	6,87E-09	6,96E-09	1,11E-08	1,61E-08	5,84E-13	4,10E-08
33333	5,09E-09	5,57E-09	9,30E-09	1,31E-08	3,87E-13	3,31E-08
43333	8,12E-09	8,73E-09	1,86E-08	2,46E-08	3,88E-13	6,01E-08
53333	5,92E-09	6,08E-09	1,43E-08	1,86E-08	2,25E-13	4,49E-08
66667	4,22E-09	3,98E-09	1,09E-08	1,39E-08	1,31E-13	3,29E-08
86667	2,86E-09	2,77E-09	7,91E-09	1,00E-08	8,42E-14	2,36E-08

Tabelle P6: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 30. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA mit einer Leistung von ca. 1700 MW_e (Jahr 2050)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	4,04E-06	4,35E-09	9,95E-08	1,72E-07	1,83E-12	4,32E-06
1333	1,16E-06	2,34E-09	8,25E-08	1,33E-07	1,09E-12	1,38E-06
2333	6,92E-07	1,56E-09	6,09E-08	1,04E-07	6,85E-13	8,58E-07
3333	4,07E-07	1,13E-09	4,45E-08	7,58E-08	5,25E-13	5,29E-07
4333	2,76E-07	1,13E-09	3,48E-08	5,98E-08	5,56E-13	3,71E-07
5333	2,03E-07	5,68E-10	2,89E-08	4,89E-08	2,46E-13	2,81E-07
6333	1,57E-07	5,18E-10	2,49E-08	4,23E-08	2,34E-13	2,25E-07
7333	1,27E-07	4,25E-10	2,21E-08	3,75E-08	1,92E-13	1,87E-07
8667	9,89E-08	3,70E-10	1,94E-08	3,29E-08	1,70E-13	1,52E-07
10667	7,29E-08	4,97E-10	1,65E-08	2,83E-08	2,43E-13	1,18E-07
12667	5,66E-08	2,17E-10	1,44E-08	2,42E-08	9,56E-14	9,54E-08
14667	4,57E-08	3,44E-10	1,27E-08	2,17E-08	1,59E-13	8,04E-08
17333	3,58E-08	3,53E-10	1,10E-08	1,88E-08	1,50E-13	6,60E-08
21667	2,84E-08	2,38E-10	1,16E-08	1,97E-08	8,39E-14	6,00E-08
26667	1,92E-08	1,27E-10	7,36E-09	1,24E-08	3,87E-14	3,91E-08
33333	1,41E-08	9,85E-11	6,16E-09	1,04E-08	2,50E-14	3,08E-08
43333	2,17E-08	1,47E-10	1,24E-08	2,07E-08	2,30E-14	5,50E-08
53333	1,56E-08	1,00E-10	9,54E-09	1,60E-08	1,26E-14	4,12E-08
66667	1,10E-08	6,51E-11	7,25E-09	1,21E-08	7,08E-15	3,04E-08

86667	7,28E-09	4,51E-11	5,27E-09	8,82E-09	4,40E-15	2,14E-08
-------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Tabelle P7: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Committments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 50. Betriebsjahr (Jahr 2050), berechnet auf der Basis der Projektwerte für Emissionen aus 2 Blöcken des KKW Temelín

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	7,44E-06	1,13E-07	1,56E-07	2,14E-07	1,92E-12	7,81E-06
1333	2,09E-06	6,28E-08	1,31E-07	1,66E-07	1,15E-12	2,39E-06
2333	1,27E-06	4,02E-08	9,56E-08	1,29E-07	7,21E-13	1,49E-06
3333	7,40E-07	3,03E-08	6,98E-08	9,45E-08	5,54E-13	9,05E-07
4333	4,99E-07	3,08E-08	5,46E-08	7,44E-08	5,87E-13	6,28E-07
5333	3,64E-07	1,49E-08	4,53E-08	6,09E-08	2,59E-13	4,71E-07
6333	2,81E-07	1,37E-08	3,92E-08	5,27E-08	2,47E-13	3,73E-07
7333	2,25E-07	1,13E-08	3,48E-08	4,68E-08	2,03E-13	3,07E-07
8667	1,75E-07	9,85E-09	3,05E-08	4,10E-08	1,80E-13	2,46E-07
10667	1,27E-07	1,35E-08	2,59E-08	3,52E-08	2,57E-13	1,89E-07
12667	9,78E-08	5,70E-09	2,25E-08	3,02E-08	1,01E-13	1,51E-07
14667	7,81E-08	9,15E-09	1,99E-08	2,70E-08	1,68E-13	1,25E-07
17333	6,03E-08	9,13E-09	1,73E-08	2,34E-08	1,58E-13	1,01E-07
21667	4,66E-08	5,85E-09	1,83E-08	2,46E-08	8,79E-14	8,96E-08
26667	3,08E-08	3,00E-09	1,16E-08	1,55E-08	4,04E-14	5,80E-08
33333	2,20E-08	2,24E-09	9,68E-09	1,29E-08	2,59E-14	4,47E-08
43333	2,90E-08	3,06E-09	1,94E-08	2,59E-08	2,31E-14	7,44E-08
53333	2,01E-08	2,04E-09	1,50E-08	2,00E-08	1,24E-14	5,51E-08
66667	1,37E-08	1,30E-09	1,14E-08	1,51E-08	6,87E-15	4,02E-08
86667	8,83E-09	8,94E-10	8,29E-09	1,10E-08	4,21E-15	2,82E-08

Tabelle P8: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Committments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 50. Betriebsjahr (Jahr 2050), berechnet auf der Basis der Betriebswerte für Emissionen aus 2 Blöcken des KKW Temelín

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	1,53E-07	5,65E-10	6,35E-08	1,68E-07	1,10E-12	3,85E-07
1333	4,25E-08	3,51E-10	5,08E-08	1,31E-07	6,17E-13	2,24E-07
2333	2,56E-08	2,01E-10	3,89E-08	1,03E-07	3,94E-13	1,67E-07
3333	1,48E-08	1,51E-10	2,84E-08	7,50E-08	2,98E-13	1,18E-07

4333	9,92E-09	1,54E-10	2,22E-08	5,88E-08	3,04E-13	9,11E-08
5333	7,19E-09	7,44E-11	1,84E-08	4,85E-08	1,45E-13	7,42E-08
6333	5,50E-09	6,87E-11	1,59E-08	4,20E-08	1,35E-13	6,35E-08
7333	4,38E-09	5,64E-11	1,41E-08	3,72E-08	1,11E-13	5,58E-08
8667	3,36E-09	4,94E-11	1,24E-08	3,27E-08	9,70E-14	4,85E-08
10667	2,42E-09	6,75E-11	1,05E-08	2,79E-08	1,34E-13	4,09E-08
12667	1,83E-09	2,86E-11	9,17E-09	2,41E-08	5,60E-14	3,51E-08
14667	1,44E-09	4,60E-11	8,11E-09	2,14E-08	9,05E-14	3,10E-08
17333	1,10E-09	4,61E-11	7,02E-09	1,86E-08	8,96E-14	2,67E-08
21667	8,18E-10	2,97E-11	7,44E-09	1,96E-08	5,64E-14	2,79E-08
26667	5,29E-10	1,53E-11	4,70E-09	1,24E-08	2,86E-14	1,76E-08
33333	3,62E-10	1,15E-11	3,94E-09	1,03E-08	2,10E-14	1,47E-08
43333	3,74E-10	1,58E-11	7,91E-09	2,08E-08	2,79E-14	2,91E-08
53333	2,39E-10	1,06E-11	6,10E-09	1,60E-08	1,84E-14	2,24E-08
66667	1,47E-10	6,77E-12	4,63E-09	1,22E-08	1,16E-14	1,69E-08
86667	8,38E-11	4,65E-12	3,37E-09	8,85E-09	7,95E-15	1,23E-08

Tabelle P9: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 60. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA mit einer Leistung von ca. 1200 MW_e (Jahr 2080)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	1,43E-06	2,32E-07	1,53E-07	3,02E-07	2,66E-11	2,12E-06
1333	4,09E-07	1,21E-07	1,29E-07	2,08E-07	1,58E-11	8,68E-07
2333	2,45E-07	8,15E-08	9,37E-08	1,54E-07	9,91E-12	5,75E-07
3333	1,44E-07	5,88E-08	6,84E-08	1,12E-07	7,57E-12	3,83E-07
4333	9,75E-08	5,76E-08	5,34E-08	9,63E-08	7,97E-12	3,05E-07
5333	7,17E-08	3,01E-08	4,43E-08	6,70E-08	3,57E-12	2,13E-07
6333	5,56E-08	2,71E-08	3,83E-08	5,90E-08	3,38E-12	1,80E-07
7333	4,48E-08	2,23E-08	3,40E-08	5,14E-08	2,78E-12	1,52E-07
8667	3,50E-08	1,93E-08	2,98E-08	4,50E-08	2,46E-12	1,29E-07
10667	2,58E-08	2,54E-08	2,52E-08	4,44E-08	3,49E-12	1,21E-07
12667	2,01E-08	1,15E-08	2,19E-08	3,14E-08	1,39E-12	8,49E-08
14667	1,62E-08	1,79E-08	1,94E-08	3,27E-08	2,29E-12	8,62E-08
17333	1,27E-08	1,88E-08	1,67E-08	2,96E-08	2,18E-12	7,79E-08
21667	1,02E-08	1,33E-08	1,77E-08	2,68E-08	1,24E-12	6,79E-08
26667	6,87E-09	7,24E-09	1,11E-08	1,61E-08	5,84E-13	4,13E-08
33333	5,09E-09	5,79E-09	9,30E-09	1,31E-08	3,87E-13	3,33E-08
43333	8,12E-09	9,09E-09	1,86E-08	2,46E-08	3,88E-13	6,04E-08
53333	5,92E-09	6,33E-09	1,43E-08	1,86E-08	2,25E-13	4,52E-08
66667	4,22E-09	4,14E-09	1,09E-08	1,39E-08	1,31E-13	3,31E-08
86667	2,86E-09	2,88E-09	7,91E-09	1,00E-08	8,42E-14	2,37E-08

Tabelle P10: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Aufnahme im 60. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA mit einer Leistung von ca. 1700 MW_e (Jahr 2080)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	4,04E-06	4,54E-09	9,95E-08	1,72E-07	1,83E-12	4,32E-06
1333	1,16E-06	2,44E-09	8,25E-08	1,33E-07	1,09E-12	1,38E-06
2333	6,92E-07	1,62E-09	6,09E-08	1,04E-07	6,85E-13	8,59E-07
3333	4,07E-07	1,18E-09	4,45E-08	7,58E-08	5,25E-13	5,29E-07
4333	2,76E-07	1,17E-09	3,48E-08	5,98E-08	5,56E-13	3,71E-07
5333	2,03E-07	5,92E-10	2,89E-08	4,89E-08	2,46E-13	2,81E-07
6333	1,57E-07	5,39E-10	2,49E-08	4,23E-08	2,34E-13	2,25E-07
7333	1,27E-07	4,43E-10	2,21E-08	3,75E-08	1,92E-13	1,87E-07
8667	9,89E-08	3,85E-10	1,94E-08	3,29E-08	1,70E-13	1,52E-07
10667	7,29E-08	5,17E-10	1,65E-08	2,83E-08	2,43E-13	1,18E-07
12667	5,66E-08	2,26E-10	1,44E-08	2,42E-08	9,56E-14	9,54E-08
14667	4,57E-08	3,58E-10	1,27E-08	2,17E-08	1,59E-13	8,05E-08
17333	3,58E-08	3,68E-10	1,10E-08	1,88E-08	1,50E-13	6,60E-08
21667	2,84E-08	2,49E-10	1,16E-08	1,97E-08	8,39E-14	6,01E-08
26667	1,92E-08	1,33E-10	7,36E-09	1,24E-08	3,87E-14	3,91E-08
33333	1,41E-08	1,03E-10	6,16E-09	1,04E-08	2,50E-14	3,08E-08
43333	2,17E-08	1,54E-10	1,24E-08	2,07E-08	2,30E-14	5,50E-08
53333	1,56E-08	1,06E-10	9,54E-09	1,60E-08	1,26E-14	4,12E-08
66667	1,10E-08	6,86E-11	7,25E-09	1,21E-08	7,08E-15	3,04E-08
86667	7,28E-09	4,75E-11	5,27E-09	8,82E-09	4,40E-15	2,14E-08

Tabelle P11: Effektive Jahresdosen aus äußerer Strahlung und Commitments der effektiven Dosen aus der jährlichen Einnahme im 1. Betriebsjahr von 2 Blöcken der neuen KKA, jeder mit einer Leistung von ca. 1200 MW_e (Jahr 2020, Kinder 0-1 Jahr)

Entfernung	Dosis aus Wolke	Dosis aus Depot	Comm. der Dosis aus Inhalation	Comm. der Dosis aus Ingestion	Comm. der Dosis aus Inhalation aus Resuspension	Summe
m	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr	Sv/Jahr
667	1,43E-06	3,29E-08	7,05E-08	3,20E-07	2,32E-11	1,85E-06
1333	4,09E-07	1,82E-08	5,96E-08	2,28E-07	1,39E-11	7,15E-07
2333	2,45E-07	1,20E-08	4,30E-08	1,68E-07	8,69E-12	4,68E-07
3333	1,44E-07	8,78E-09	3,14E-08	1,24E-07	6,66E-12	3,08E-07
4333	9,75E-08	8,89E-09	2,45E-08	1,05E-07	7,04E-12	2,36E-07
5333	7,17E-08	4,32E-09	2,03E-08	7,52E-08	3,12E-12	1,71E-07
6333	5,56E-08	3,99E-09	1,75E-08	6,61E-08	2,97E-12	1,43E-07
7333	4,48E-08	3,27E-09	1,55E-08	5,77E-08	2,44E-12	1,21E-07
8667	3,50E-08	2,86E-09	1,36E-08	5,07E-08	2,16E-12	1,02E-07
10667	2,58E-08	3,90E-09	1,15E-08	4,86E-08	3,08E-12	8,98E-08

12667	2,01E-08	1,66E-09	9,99E-09	3,58E-08	1,21E-12	6,75E-08
14667	1,62E-08	2,66E-09	8,80E-09	3,60E-08	2,01E-12	6,37E-08
17333	1,27E-08	2,67E-09	7,57E-09	3,21E-08	1,90E-12	5,51E-08
21667	1,02E-08	1,73E-09	7,95E-09	2,99E-08	1,07E-12	4,97E-08
26667	6,87E-09	8,93E-10	5,00E-09	1,81E-08	4,95E-13	3,09E-08
33333	5,09E-09	6,73E-10	4,16E-09	1,48E-08	3,21E-13	2,47E-08
43333	8,12E-09	9,38E-10	8,29E-09	2,82E-08	2,99E-13	4,55E-08
53333	5,92E-09	6,29E-10	6,38E-09	2,14E-08	1,66E-13	3,43E-08
66667	4,22E-09	4,03E-10	4,84E-09	1,61E-08	9,39E-14	2,55E-08
86667	2,86E-09	2,77E-10	3,52E-09	1,16E-08	5,87E-14	1,83E-08

Tabelle P12: Gesamtsummen der effektiven Dosen und Commitments der effektiven Dosen (Sv/Jahr) für die Bevölkerung nach Alter beim Betrieb der neuen KKA 2x1200 MW_e

Entfernung m	Alter in Jahren					
	0 - 1	1 - 2	2 - 7	7 - 12	12 - 17	17 +
JAHR 2020						
667	1,85E-06	2,95E-06	2,34E-06	2,08E-06	1,97E-06	1,90E-06
1333	7,15E-07	1,44E-06	1,03E-06	8,58E-07	7,90E-07	7,56E-07
2333	4,68E-07	9,59E-07	6,74E-07	5,64E-07	5,19E-07	4,99E-07
3333	3,08E-07	6,77E-07	4,63E-07	3,80E-07	3,45E-07	3,29E-07
4333	2,36E-07	5,85E-07	3,88E-07	3,06E-07	2,71E-07	2,52E-07
5333	1,71E-07	3,70E-07	2,52E-07	2,09E-07	1,91E-07	1,85E-07
JAHR 2050						
667	2,08E-06	3,17E-06	2,55E-06	2,30E-06	2,19E-06	2,11E-06
1333	8,34E-07	1,56E-06	1,14E-06	9,70E-07	9,06E-07	8,63E-07
2333	5,48E-07	1,04E-06	7,47E-07	6,39E-07	5,98E-07	5,71E-07
3333	3,66E-07	7,32E-07	5,16E-07	4,34E-07	4,02E-07	3,81E-07
4333	2,92E-07	6,39E-07	4,39E-07	3,59E-07	3,26E-07	3,03E-07
5333	2,01E-07	3,99E-07	2,79E-07	2,37E-07	2,21E-07	2,12E-07
JAHR 2080						
667	2,09E-06	3,18E-06	2,56E-06	2,30E-06	2,20E-06	2,12E-06
1333	8,39E-07	1,56E-06	1,14E-06	9,75E-07	9,12E-07	8,68E-07
2333	5,51E-07	1,04E-06	7,50E-07	6,42E-07	6,01E-07	5,75E-07
3333	3,68E-07	7,34E-07	5,18E-07	4,37E-07	4,04E-07	3,83E-07
4333	2,94E-07	6,41E-07	4,41E-07	3,62E-07	3,28E-07	3,05E-07
5333	2,02E-07	4,00E-07	2,81E-07	2,38E-07	2,22E-07	2,13E-07

Tabelle P13: Gesamtsummen der effektiven Dosen und Commitments der effektiven Dosen (Sv/Jahr) für die Bevölkerung nach Alter beim Betrieb der neuen KKA 2x1700 MW_e

Entfernung m	Alter in Jahren					
	0 - 1	1 - 2	2 - 7	7 - 12	12 - 17	17 +
JAHR 2020						
667	4,29E-06	4,62E-06	4,40E-06	4,34E-06	4,31E-06	4,31E-06
1333	1,35E-06	1,60E-06	1,43E-06	1,39E-06	1,37E-06	1,37E-06
2333	8,42E-07	1,03E-06	9,02E-07	8,74E-07	8,56E-07	8,57E-07
3333	5,16E-07	6,55E-07	5,61E-07	5,40E-07	5,27E-07	5,28E-07
4333	3,62E-07	4,75E-07	3,99E-07	3,81E-07	3,70E-07	3,71E-07
5333	2,73E-07	3,60E-07	3,00E-07	2,88E-07	2,79E-07	2,81E-07
JAHR 2050						
667	4,29E-06	4,62E-06	4,40E-06	4,35E-06	4,32E-06	4,32E-06
1333	1,35E-06	1,61E-06	1,44E-06	1,40E-06	1,37E-06	1,38E-06

Das neue KKW des ETE: Einflüsse auf die öffentliche Gesundheit

2333	8,43E-07	1,03E-06	9,03E-07	8,75E-07	8,57E-07	8,58E-07
3333	5,17E-07	6,56E-07	5,62E-07	5,41E-07	5,28E-07	5,29E-07
4333	3,63E-07	4,76E-07	4,00E-07	3,82E-07	3,71E-07	3,71E-07
5333	2,74E-07	3,61E-07	3,01E-07	2,88E-07	2,80E-07	2,81E-07
JAHR 2080						
667	4,29E-06	4,62E-06	4,40E-06	4,35E-06	4,32E-06	4,32E-06
1333	1,35E-06	1,61E-06	1,44E-06	1,40E-06	1,37E-06	1,38E-06
2333	8,43E-07	1,03E-06	9,03E-07	8,75E-07	8,57E-07	8,59E-07
3333	5,17E-07	6,56E-07	5,62E-07	5,41E-07	5,28E-07	5,29E-07
4333	3,63E-07	4,76E-07	4,00E-07	3,82E-07	3,71E-07	3,71E-07
5333	2,74E-07	3,61E-07	3,01E-07	2,88E-07	2,80E-07	2,81E-07

Tabelle P14: Gesamtsummen der effektiven Dosen und Commitments der effektiven Dosen (Sv/Jahr) für die Bevölkerung nach Alter (bestehende Blöcke des ETE nach Projektunterlagen)

Entfernung m	Alter in Jahren					
	0 - 1	1 - 2	2 - 7	7 - 12	12 - 17	17 +
JAHR 2020 (20. Betriebsjahr)						
667	7,77E-06	8,20E-06	7,91E-06	7,84E-06	7,80E-06	7,81E-06
1333	2,35E-06	2,69E-06	2,46E-06	2,40E-06	2,38E-06	2,39E-06
2333	1,46E-06	1,71E-06	1,54E-06	1,50E-06	1,48E-06	1,49E-06
3333	8,85E-07	1,07E-06	9,44E-07	9,13E-07	9,01E-07	9,05E-07
4333	6,12E-07	7,61E-07	6,61E-07	6,36E-07	6,25E-07	6,28E-07
5333	4,58E-07	5,74E-07	4,95E-07	4,75E-07	4,68E-07	4,71E-07
JAHR 2050 (50. Betriebsjahr)						
667	7,77E-06	8,20E-06	7,91E-06	7,84E-06	7,80E-06	7,81E-06
1333	2,35E-06	2,69E-06	2,46E-06	2,40E-06	2,38E-06	2,39E-06
2333	1,46E-06	1,71E-06	1,54E-06	1,50E-06	1,48E-06	1,49E-06
3333	8,85E-07	1,07E-06	9,44E-07	9,13E-07	9,01E-07	9,05E-07
4333	6,12E-07	7,61E-07	6,61E-07	6,36E-07	6,25E-07	6,28E-07
5333	4,58E-07	5,74E-07	4,95E-07	4,76E-07	4,68E-07	4,71E-07

Tabelle P15: Gesamtsummen der effektiven Dosen und Commitments der effektiven Dosen (Sv/Jahr) für die Bevölkerung nach Alter (bestehende Blöcke des ETE nach den durchgeführten Messungen)

Entfernung m	Alter in Jahren					
	0 - 1	1 - 2	2 - 7	7 - 12	12 - 17	17 +
JAHR 2020 (20. Betriebsjahr)						
667	3,75E-07	6,41E-07	4,56E-07	4,27E-07	3,89E-07	3,85E-07
1333	2,16E-07	4,21E-07	2,77E-07	2,55E-07	2,27E-07	2,24E-07
2333	1,61E-07	3,19E-07	2,08E-07	1,91E-07	1,69E-07	1,67E-07
3333	1,14E-07	2,30E-07	1,48E-07	1,36E-07	1,20E-07	1,18E-07
4333	8,75E-08	1,80E-07	1,15E-07	1,05E-07	9,23E-08	9,11E-08
5333	7,13E-08	1,45E-07	9,30E-08	8,55E-08	7,50E-08	7,42E-08
JAHR 2050 (50. Betriebsjahr)						
667	3,75E-07	6,41E-07	4,56E-07	4,27E-07	3,89E-07	3,85E-07
1333	2,16E-07	4,21E-07	2,77E-07	2,55E-07	2,27E-07	2,24E-07
2333	1,61E-07	3,19E-07	2,08E-07	1,91E-07	1,69E-07	1,67E-07
3333	1,14E-07	2,30E-07	1,48E-07	1,36E-07	1,20E-07	1,18E-07
4333	8,76E-08	1,80E-07	1,15E-07	1,05E-07	9,23E-08	9,11E-08
5333	7,13E-08	1,45E-07	9,30E-08	8,55E-08	7,50E-08	7,42E-08