



# **NEUE SMR-KERNKRAFTANLAGE AM STANDORT TEMELÍN**

## **BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN AUF DIE ÖFFENTLICHE GESUNDHEIT**

**Juni 2026**

## **Neue SMR-Kernkraftanlage am Standort Temelín**

### **Bewertung der Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit**

**AUFTRAGGEBER:** **Amentum Clean Energy, s. r. o.**  
Křenová 58  
602 00 Brno

**ERSTELLT VON:** **ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.**  
Roztylská 1860/1  
148 00 Praha 4  
E-Mail: [atem@atem.cz](mailto:atem@atem.cz)  
Tel.: 241 494 425

**ERSTELLT VON:** **Mgr. Jan Karel**  
Inhaber eines Zertifikats über die fachliche Eignung im  
Bereich der Bewertung von Auswirkungen auf die öffentliche  
Gesundheit des Gesundheitsministeriums, Zertifikatsnummer  
9/2024

**IN ZUSAMMENARBEIT MIT:** Mgr. Radek Jareš  
Mgr. Robert Polák  
Mgr. Josef Škodák  
Bc. Veronika Mouchová

Juni 2026

## I N H A L T

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. EINLEITUNG.....</b>                                                                       | <b>5</b>  |
| <b>2. BEWERTUNGSMETHODIK.....</b>                                                               | <b>7</b>  |
| <b>3. CHARAKTERISIERUNG DER WOHNBEBAUUNG IN DER UMGEBUNG<br/>DES VORHABENS .....</b>            | <b>9</b>  |
| <b>4. AUSWIRKUNGEN IONISIERENDER STRAHLUNG (RADIOLOGISCHE<br/>AUSWIRKUNGEN).....</b>            | <b>13</b> |
| 4.1. Identifizierung der Gefahr .....                                                           | 13        |
| 4.2. Bestimmung des Dosis-Wirkungs-Zusammenhangs.....                                           | 16        |
| 4.3. Bewertung der Strahlenexposition.....                                                      | 18        |
| 4.3.1. Strahlungsbelastung durch den Betrieb des SMR ETE .....                                  | 19        |
| 4.3.2. Strahlenbelastung durch alle bestehenden und geplanten Anlagen auf dem ETE-Gelände ..... | 22        |
| 4.3.3. Strahlenbelastung durch natürliche Quellen.....                                          | 24        |
| 4.4. Risikocharakterisierung .....                                                              | 24        |
| <b>5. AUSWIRKUNGEN ELEKTRISCHER UND MAGNETISCHER FELDER .....</b>                               | <b>28</b> |
| 5.1. Identifizierung von Gefährdung und Dosis-Wirkungs-Beziehungen .....                        | 28        |
| 5.2. Bewertung der Exposition und Charakterisierung des Risikos .....                           | 30        |
| <b>6. AUSWIRKUNGEN DER LUFTVERSCHMUTZUNG.....</b>                                               | <b>34</b> |
| 6.1. Identifizierung von Gefährdung und der Dosis-Wirkungs-Beziehungen .....                    | 35        |
| 6.1.1. Schwebstaub .....                                                                        | 35        |
| 6.1.2. Stickstoffdioxid.....                                                                    | 35        |
| 6.1.3. Wechselwirkung von Schwebstaub PM <sub>2,5</sub> und NO <sub>2</sub> .....               | 36        |
| 6.1.4. Benzol .....                                                                             | 37        |
| 6.1.5. Benzo[a]pyren .....                                                                      | 37        |
| 6.2. Bewertung der Exposition und Charakterisierung des Risikos .....                           | 37        |
| 6.2.1. Schwebstaub .....                                                                        | 37        |
| 6.2.2. Stickstoffdioxid.....                                                                    | 41        |
| 6.2.3. Wechselwirkung zwischen Schwebstaub PM <sub>2,5</sub> und Stickstoffdioxid .....         | 42        |
| 6.2.4. Benzol und Benzo[a]pyren.....                                                            | 42        |
| 6.2.5. Auswirkungen kurzfristiger Expositionen während der Bauarbeiten.....                     | 43        |
| <b>7. LÄRMBELASTUNGEN.....</b>                                                                  | <b>46</b> |
| 7.1. Identifizierung von Gefährdung und der Dosis-Wirkungs-Beziehungen .....                    | 46        |
| 7.2. Bewertung der Exposition und Charakterisierung des Risikos .....                           | 49        |
| <b>8. PSYCHOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN .....</b>                                                     | <b>51</b> |
| <b>9. SOZIALE UND WIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN.....</b>                                         | <b>54</b> |
| <b>10. ANGABEN ZU GRENZÜBERSCHREITENDEN GESUNDHEITLICHEN<br/>AUSWIRKUNGEN .....</b>             | <b>62</b> |
| <b>11. CHARAKTERISTIK DER WISSENSLÜCKEN UND UNSICHERHEITEN .....</b>                            | <b>63</b> |
| <b>12. FAZIT .....</b>                                                                          | <b>64</b> |
| <b>13. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>                                                           | <b>69</b> |

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>14. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b> | <b>72</b> |
|----------------------------------------|-----------|

## 1. EINLEITUNG

Die vorliegende Studie befasst sich mit der Bewertung der Auswirkungen der Umsetzung des Vorhabens „Neue SMR-Kernkraftanlage am Standort Temelín“ auf die Gesundheit der in der Umgebung des Vorhabens lebenden Bevölkerung.

Ziel des Vorhabens ist der Bau und Betrieb eines kleinen modularen Reaktors (SMR) am Standort Temelín. Das Vorhaben sieht die Realisierung eines Kernkraftwerksblocks mit einer elektrischen Nettoleistung von bis zu 500 MW<sub>e</sub> vor. Die geplante technische Lösung umfasst einen Leichtwasser-Druckwasserreaktor der Generation III+ in einer Dreikreis-Anordnung mit erzwungener Kühlmittelzirkulation, der eine Kombination aus aktiven und passiven Sicherheitselementen nutzt. Ein wesentlicher Teil des Baus wird modular ausgeführt. Der Reaktor nutzt Standardbrennstoff (UO<sub>2</sub>, Anreicherung <5 %). Die Leistungsabführung erfolgt über eine 400-kV-Freileitung zum Umspannwerk Kočín; die Notstromversorgung wird ebenfalls vom Umspannwerk Kočín aus erfolgen, und zwar entweder über eine 110-kV-Freileitung oder teilweise über eine 110-kV-Erdleitung. Die Umsetzung des Vorhabens ist für die Jahre 2029–2034 vorgesehen, wobei die intensiven Arbeiten, d. h. der eigentliche Bau des Kraftwerksblocks, im Zeitraum von 01/2033 bis 09/2034 stattfinden werden.

Bei der Bewertung möglicher Auswirkungen auf die Gesundheit der betroffenen Bevölkerung müssen generell alle Faktoren berücksichtigt werden, die sich auf die menschliche Gesundheit auswirken können. Im Falle des vorliegenden Vorhabens handelt es sich um folgende potenzielle Auswirkungen:

- Auswirkungen ionisierender Strahlung (Strahlenbelastung) im Zusammenhang mit der Freisetzung von Spuren Mengen an Radionukliden in die Luft und in Gewässer
- Auswirkungen des elektromagnetischen Feldes im Zusammenhang mit ober- und unterirdischen Stromleitungen
- Auswirkungen der Luftverschmutzung im Zusammenhang mit dem Bau und dem Betrieb des Vorhabens (in der Betriebsphase handelt es sich vor allem um den Verkehr)
- Lärmbelastungen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Vorhabens (Lärmbelastungen für die menschliche Gesundheit stehen im Allgemeinen im Zusammenhang mit langfristigen Expositionen; angesichts der begrenzten Dauer akustisch relevanter Bauarbeiten sind während der Bauphase keine Auswirkungen zu erwarten)
- psychologische Auswirkungen (bewertet auf der Ebene des gesamten Kernkraftwerks Temelín)
- soziale und wirtschaftliche Auswirkungen

In den relevanten Fällen (Strahlenbelastung, Lärm und Luftqualität, sozioökonomische Auswirkungen) werden sowohl die Auswirkungen des Vorhabens SMR ETE als auch die kumulativen Auswirkungen unter Berücksichtigung der

Wechselwirkungen mit dem Betrieb des bestehenden Kernkraftwerks Temelín und weiterer Vorhaben am betreffenden Standort (neue Kernkraftquelle, Erweiterung des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente) bewertet.

Die Bewertung stützt sich auf Fachstudien und Unterlagen, die zu den einzelnen Bereichen der potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf die menschliche Gesundheit erstellt wurden. Konkret handelt es sich um:

- Bewertung der radiologischen Auswirkungen des Betriebs des SMR ETE [1]
- Prüfprotokoll eines akkreditierten Labors – Überprüfung der geltenden hygienischen Grenzwerte für elektrische und magnetische Felder [2]
- Bewertung der Auswirkungen von Luftverschmutzung und Lärmbelastung auf die öffentliche Gesundheit [3]
- Studie zum psychischen Zustand der Bevölkerung am Standort Temelín [4]
- Studie zu den sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen des Vorhabens [5]

Die genannten Studien behandeln die einzelnen Bereiche potenzieller Auswirkungen auf die Bevölkerung und die menschliche Gesundheit ausführlicher. Die vorliegende Bewertung ist in diesem Zusammenhang zu betrachten.

In der vorliegenden Bewertung werden die Auswirkungen im Normalbetrieb berücksichtigt; ihre Ergebnisse lassen sich nicht auf Ausnahmesituationen, einschließlich radiologischer Notfälle, übertragen.

## 2. BEWERTUNGSMETHODIK

Die angewandte Bewertungsmethodik basiert auf den grundlegenden methodischen Verfahren zur Bewertung von Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit und zur Bewertung von Gesundheitsrisiken, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der US-Umweltschutzbehörde (US EPA) erarbeitet wurden, und stützt sich auf die Zulassungsrichtlinien des Staatlichen Gesundheitsinstituts (im Folgenden „SZÚ“) zur Bewertung von Gesundheitsrisiken sowie auf die Fachliteratur [6, 7, 8, 9, 10].

Die Bewertung berücksichtigt insgesamt die folgenden Auswirkungen, die potenziell mit der Umsetzung des Vorhabens verbunden sein können:

- radiologische Auswirkungen (Auswirkungen ionisierender Strahlung)
- Auswirkungen elektromagnetischer Felder
- Auswirkungen der Luftverschmutzung
- Lärmbelastungen
- psychologische Auswirkungen
- soziale und wirtschaftliche Auswirkungen

Im Falle von radiologischen Auswirkungen, Auswirkungen elektromagnetischer Felder, Luftverschmutzung und Lärm wird eine quantitative und qualitative Bewertung unter Anwendung eines Verfahrens zur Gesundheitsrisikobewertung durchgeführt, das aus vier aufeinander aufbauenden Schritten besteht:

- **Gefahrenidentifizierung** – hierbei werden die zu bewertenden Faktoren ermittelt, ihre Eigenschaften mit Schwerpunkt auf der Gefährdung für den Menschen beschrieben und die Bedingung festgelegt, unter der diese Gefährdung zum Tragen kommen kann.
- **Bestimmung des Dosis-Wirkungs-Zusammenhangs** – in diesem Schritt werden die quantitativen Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß der Exposition und der Höhe des Risikos ermittelt. Einem Faktor können mehrere Wirkungen mit unterschiedlichen Dosis-Wirkungs-Beziehungen zugeordnet sein. Das Grundkonzept unterteilt die einwirkenden Faktoren in zwei Gruppen. Bei Faktoren mit Schwellenwirkung wird davon ausgegangen, dass eine Exposition bis zu einem bestimmten Niveau (Schwellenwert) keine nachteiligen Auswirkungen hat. Oberhalb des Schwellenwerts nimmt die Schwere der Wirkung mit zunehmender Exposition zu. Zu dieser Gruppe gehören die meisten toxischen Stoffe sowie die sog. deterministischen Effekte ionisierender Strahlung. Bei Faktoren mit schwellenwertunabhängiger Wirkung wird bereits ab den niedrigsten Dosen eine gewisse schädliche Wirkung vorausgesetzt. Die Dosis-Wirkungs-Beziehung drückt dann nicht die Schwere der Auswirkung aus, sondern die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gesundheitlichen Auswirkung (stochastische Wirkung), wobei diese Wahrscheinlichkeit mit zunehmender Exposition bereits ab dem Nullniveau ansteigt. Die entsprechenden Zusammenhänge werden in der Regel aus Studien mit weitaus höheren Dosen abgeleitet, als sie bei der normal exponierten Bevölkerung zu erwarten sind. Zur Beurteilung der

Dosisabhängigkeit der Reaktion (d. h. der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Wirkung) im Bereich niedriger Dosen wird dann üblicherweise eine lineare Extrapolation verwendet.

- **Expositionsbewertung** – umfasst eine qualitative Beschreibung des Kontakts des zu bewertenden Faktors mit den Körpergrenzen sowie eine quantitative Beschreibung der Intensität dieses Kontakts. Ziel ist es, Informationen darüber zu gewinnen: auf welchen Wegen, in welchem Ausmaß und in welcher Menge eine bestimmte Bevölkerungsgruppe der Einwirkung der zu bewertenden chemischen Substanz usw. ausgesetzt ist.
- **Risikocharakterisierung** – Inhalt dieser Phase ist die Darstellung des Ausmaßes des Gesundheitsrisikos für die exponierte Bevölkerung auf der Grundlage von Erkenntnissen über die Gefährlichkeit des einwirkenden Faktors und der Abschätzung des konkreten Expositionslevels. Es handelt sich um eine qualitative und quantitative Beschreibung des geschätzten Gesundheitsrisikos für die untersuchte Bevölkerung, d. h. um eine Auflistung aller möglichen Gesundheitsschäden bei der untersuchten Bevölkerung und die Angabe der Wahrscheinlichkeit ihrer Entstehung. Es ist notwendig, alle Ausgangsbedingungen und Fakten, die in das Risikobewertungsverfahren einfließen, sowie alle Vereinfachungen und Unsicherheiten, die sich darin widerspiegeln, zu beschreiben. Die auf diese Weise bewerteten Risiken sind stets als potenziell, jedoch für die Bevölkerung im Untersuchungsgebiet als hinreichend wahrscheinlich anzusehen.

Angesichts der Art des Vorhabens und seines Standorts werden neben den potenziellen Auswirkungen des Vorhabens selbst auf die menschliche Gesundheit auch weitere kumulative Auswirkungen anderer bestehender oder geplanter kerntechnischer Anlagen am Standort ETE bewertet.

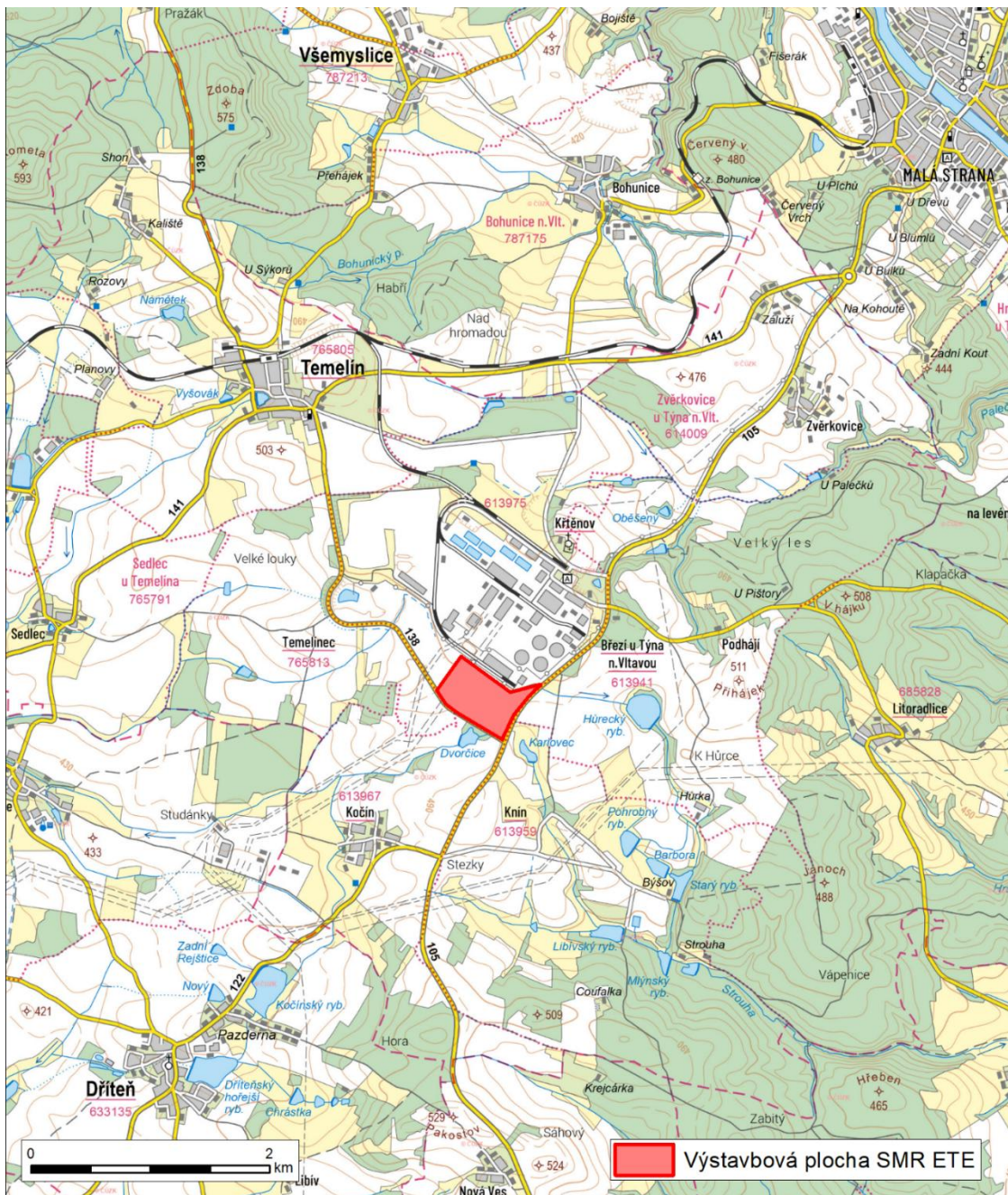
Im Falle der Auswirkungen elektromagnetischer Felder erfolgt die Bewertung unter Berücksichtigung des Schwellenwerteffekts und in Übereinstimmung mit der entsprechenden Methodik [11] sowie den gesetzlichen Vorschriften [12] in Form eines Screenings, konkret durch die Überprüfung der Einhaltung der geltenden Grenzwerte.

Im Falle psychologischer und sozioökonomischer Faktoren wird angesichts der Art ihrer Auswirkungen eine qualitative Bewertung auf der Grundlage Fachstudien [4, 5] vorgenommen.

### 3. CHARAKTERISIERUNG DER WOHNBEBAUUNG IN DER UMGEBUNG DES VORHABENS

Das bewertete Vorhaben befindet sich in der Region Südböhmen in der Gemeinde Temelín am linken Ufer des Flusses Moldau. In der Umgebung des Vorhabens befindet sich vor allem Wohnbebauung in den einzelnen Ortsteilen der Gemeinde Temelín. Die Lage des Vorhabens ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

**Abb. 1. Lage des Vorhabens im Verhältnis zur umliegenden Bebauung**



Výstavbová plocha SMR ETE

Baufläche des SMR ETE

Die Einwohnerzahl der Gemeinde Temelín betrug laut der Volkszählung 2021 insgesamt 757 Einwohner. Zu dieser Gemeinde gehören die Grundsiedlungseinheiten (im Folgenden „ZSJ“) Lhota pod Horami, Kaliště, Sedlec, Temelín, Temelínec, Křtěnov, Kočín, Záluží, Zvěrkovice, Březí u Týna nad Vltavou, Podhájí, Knín und Litoradlice.

Die dem zu prüfenden Vorhaben am nächsten gelegenen Siedlungsgebiete befinden sich in Temelín, Kočín, Litoradlice und Knín. Die folgende Tabelle enthält Angaben zur Einwohnerzahl in den nächstgelegenen Wohngebieten gemäß der Volkszählung 2021 (SLBD 2021) sowie deren Lage im Verhältnis zum Vorhaben:

**Tab. 1. Die der zu bewertenden Vorhaben am nächsten gelegenen ZSJ und die Einwohnerzahlen gemäß SLDB 2021**

| ZSJ         | Gemeinde | Entfernung    | Einwohnerzahl der ZSJ |
|-------------|----------|---------------|-----------------------|
| Kočín       | Temelín  | 1,3 km SW     | 76                    |
| Knín *)     | Temelín  | 2,3–2,7 km SÖ | 4                     |
| Temelín     | Temelín  | 2,6 km NW     | 312                   |
| Litoradlice | Temelín  | 3 km Ö        | 49                    |
| Pazderna    | Dříteň   | 3,2 km SW     | 170                   |
| Sedlec      | Temelín  | 3,4 km W      | 51                    |
| Zvěrkovice  | Temelín  | 3,5 km NÖ     | 58                    |
| Malešice    | Dříteň   | 3,5 km SW     | 124                   |
| Dříteň      | Dříteň   | 3,8 km SW     | 706                   |

\*) In ZSJ Knín handelt es sich um mehrere Einzelobjekte in den Gebieten mit den Ortsnamen Býšov und Strouha.

Da sich die einzelnen Wirkungsbereiche des Baus und des Betriebs des SMR ETE-Vorhabens auf die öffentliche Gesundheit und die Bevölkerung hinsichtlich ihrer räumlichen Ausdehnung erheblich unterscheiden, erfolgte die Bewertung der exponierten bzw. betroffenen Bevölkerung individuell in Abhängigkeit von der jeweils zu untersuchenden Problematik.

Im Hinblick auf Strahlungsrisiken werden die Gebiete bewertet, die am stärksten von atmosphärischen und flüssigen Ableitungen betroffen sind (sog. repräsentative Personen – siehe Kap. 4.3). Die Bewertung hängt unter anderem von den meteorologischen Bedingungen des Modelljahres ab (trocken, nass, durchschnittlich):

- Was die atmosphärischen Emissionen betrifft, so handelt es sich im Modelljahr mit unterdurchschnittlicher Niederschlagsmenge um die südwestlich gelegene Gemeinde Dříteň und den Ort Kočín (Teil von Temelín) sowie um die westlich gelegene Gemeinde Temelín. In den Modelljahren mit durchschnittlicher und überdurchschnittlicher Niederschlagsmenge handelt es sich um Orte nordöstlich von Temelín, insbesondere um das Gebiet zwischen Temelín und Týn nad Vltavou, einschließlich des Ortes Zvěrkovice und der Siedlung Zadní Kohout (Teil der Stadt Týn nad Vltavou), die sich etwa 4,5 km

nordöstlich des Vorhabens befindet. Die Unterschiede sind vor allem auf die unterschiedliche Verteilung der Luftströmungsrichtungen in den Modelljahren zurückzuführen.

- Hinsichtlich der Einleitungen von Flüssigkeiten wurden die Orte Neznašov (Teil der Gemeinde Všemyslice), Újezd (Teil der Gemeinde Albrechtice nad Vltavou) und das Ferienhausgebiet Pašovice (Teil der Gemeinde Chrást'any) als am stärksten betroffen identifiziert. Diese Orte liegen am südlichen Teil des Orlík-Stausees, etwa 200 m flussabwärts der Moldau von der Schleuse des Kořensko-Stausees entfernt, und sind vom Standort des Vorhabens etwa 8 km in nördlicher Richtung entfernt.
- Für die kombinierte Wirkung von atmosphärischen und flüssigen Ableitungen wurden die größten Auswirkungen in den Gemeinden Chrást'any und im Standort Neznašov (Teil der Gemeinde Všemyslice) festgestellt.

Wie ersichtlich ist, werden potenzielle radiologische Auswirkungen auf dem Gebiet der Gemeinden und Städte Albrechtice nad Vltavou, Dříteň, Chrást'any, Temelín, Týn nad Vltavou und Všemyslice berücksichtigt. Die Gesamtbevölkerungszahl dieser Gemeinden und Städte belief sich laut [5] zum 01.01.2024 auf 13 363 Einwohner, davon entfallen 7 850 auf die Stadt Týn nad Vltavou; die Einwohnerzahl der übrigen Gemeinden liegt zwischen 734 und 1 699 Einwohnern.

Auswirkungen elektromagnetischer Felder können sich potenziell nur in unmittelbarer Nähe der betreffenden ober- und unterirdischen Stromleitungen bemerkbar machen; konkret handelt es sich dabei um die Randbebauung von Kočín.

In Bezug auf die Auswirkungen der Luftverschmutzung wird das untersuchte Gebiet durch den Umfang der Berechnungspunkte aus der zugrunde liegenden Ausbreitungsstudie [3] abgegrenzt. Es handelt sich um einen Ausschnitt des Gebiets mit einer Größe von etwa  $12 \times 12$  km. Die größere Ausdehnung des Gebiets ergibt sich vor allem aus der Tatsache, dass der Kraftverkehr auf den umliegenden Straßen eine bedeutende Quelle potenzieller Auswirkungen darstellt, wobei die Verteilung der Immissionsbelastung über die gesamte Fläche des abgegrenzten Gebiets modelliert wird. Das untersuchte Gebiet erstreckt sich in nördlicher Richtung bis zur Gemeinde Všemyslice und umfasst auch die Stadt Týn nad Vltavou sowie die Gemeinden Bohunice und Záluží. Die östliche Grenze des Gebiets wird etwa durch den Lauf des Flusses Moldau gebildet. Am östlichen Rand liegen beispielsweise die Gemeinden Předčice, Třitím und Hněvkovice am rechten Ufer der Moldau. Im südlichen Teil des untersuchten Gebiets liegen unter anderem die Gemeinden Dříteň und Jeznice. An der westlichen Grenze des Gebiets befinden sich die Ortschaften Chvalešovice und Lhota pod horami. Zum repräsentativen Gebiet gehören auch weitere Ortschaften in der unmittelbaren Umgebung des Vorhabens, die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Die psychologischen Auswirkungen werden auf der Grundlage der Studie [4] für die Einwohner der folgenden Gemeinden und ihrer Ortsteile in der Umgebung der ETE bewertet:

- Dříteň
- Nákří – Chvalešovice, Libív, Malešice, Nákří, Radomilice, Strachovice, Velice, Záblatí, Záblatíčko
- Temelín – Kočín, Lhota pod Horami, Litoradlice, Sedlec, Temelín, Zvěrkovice
- Týn nad Vltavou – Hněvkovice am linken Ufer der Moldau, Jarošovice, Koloděje nad Lužnicí, Malá Strana, Netěchovice, Nuzice, Předčice, Týn nad Vltavou, Vesce
- Všemyslice – Bohunice, Neznašov, Slavětice, Všemyslice, Všetec

Innerhalb dieser Ortschaften wurde eine Gruppe von 550 repräsentativen Personen befragt.

Die Studie zu den sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen des Baus und des Betriebs des SMR ETE im Zusammenspiel mit der NJZ ETE [5] bewertet vorrangig die Auswirkungen in einem Umkreis von bis zu 10 km um das bestehende Kraftwerk; um innerregionale Unterschiede zu erfassen, wurde in der Bewertung ein Umkreis von einigen wenigen Gemeinden in einer Entfernung von bis zu 7,5 km um das Kraftwerk gesondert betrachtet. In den relevanten Themenbereichen werden daher auch größere Städte in einer Entfernung von bis zu 25 km in die Untersuchung einbezogen. Insgesamt handelt es sich somit um folgende Städte und Gemeinden:

- Gemeinden bis 7,5 km – Dříteň, Temelín, Týn nad Vltavou, Všemyslice
- Gemeinden in einer Entfernung von 7,5–10 km – Albrechtice n. V., Bečice, Číčenice, Dívčice, Dobšice, Hluboká n. V., Horní Kněžeklady, Hosty, Chrást'any, Modrá Hůrka, Mydlovary, Nákří, Olešník, Protivín, Zahájí, Žďár, Žimutice
- Städte im Umkreis von bis zu 25 km – Bechyně, České Budějovice, Písek, Veselí nad Lužnicí, Vodňany

## 4. AUSWIRKUNGEN IONISIERENDER STRAHLUNG (RADIOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN)

### 4.1. Identifizierung der Gefahr

Die physikalische Grundlage für die Entstehung ionisierender Strahlung ist die Radioaktivität, d. h. die natürliche oder künstlich hervorgerufene Fähigkeit bestimmter instabiler Atomkerne, sich spontan umzuwandeln, dabei Energie in Form von Strahlung (elektromagnetisch oder korpuskulär) abzugeben und dadurch in einen energetisch niedrigeren und stabileren Zustand zu wechseln. Das primäre Ereignis bei der Einwirkung von Strahlung ist die Absorption eines Teils der emittierten Energie durch ein Atom oder Molekül und deren Nutzung zur Ionisierung desselben oder eines anderen Atoms oder Moleküls (daher der Begriff „ionisierende Strahlung“). Das Ergebnis ist die Entstehung freier Elektronen und geladener Ionen. Geladene Ionen zeichnen sich durch Instabilität und eine höhere Reaktivität aus und können bei der Wechselwirkung mit anderen Stoffen chemische oder elektrostatische Veränderungen in diesen auslösen. Dies kann schwerwiegende Folgen in den Zellen lebender Gewebe haben, in denen die Bildung von Ionen und freien Radikalen chemische Bindungen stört und dadurch die Zellen schädigt.

Die grundlegende Größe der Strahlenbelastung ist die *absorbierte Dosis*. Sie ist als das Verhältnis der absorbierten Strahlungsenergie zur Masse des Materials, in dem diese Energie absorbiert wird, definiert. Die Einheit der absorbierten Dosis ist Gray (Gy), mit der Dimension J/kg. Die Reaktion lebender Gewebe, die verschiedenen Strahlungsarten ausgesetzt sind, ist nicht direkt proportional zur physikalischen Dosis – die Wirkung hängt von der Strahlungsart ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , Neutronenstrahlung)<sup>1</sup> ab, also von der Energie, der Masse und der Ladung der Teilchen bzw. Photonen. Stark ionisierende korpuskuläre Strahlung hat bei gleicher absorbierten Dosis wesentlich stärkere Auswirkungen als schwach ionisierende Strahlung.

Die Unterschiede in der relativen biologischen Wirksamkeit werden für die einzelnen Strahlungsarten durch den sog. *Qualitätsfaktor* ausgedrückt. Mit dessen Hilfe wird dann das *Dosisäquivalent* (für einen Gewebepunkt) bestimmt, das die biologische Wirksamkeit der Strahlung verschiedener Radionuklide auf einen gemeinsamen Nenner bringt und unter diesem Gesichtspunkt deren Vergleich ermöglicht, bzw. die *Äquivalentdosis* (für ein gesamtes Organ oder Gewebe). Die Einheit des Dosisäquivalents und der Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv), dessen Dimension wiederum J/kg ist. Wie oben erwähnt, weisen verschiedene Organe oder Gewebe des menschlichen Körpers eine unterschiedliche Anfälligkeit für gesundheitliche

---

<sup>1</sup>  $\alpha$ -Strahlung (Alpha-Strahlung) besteht aus einem Strom von Alpha-Teilchen, die aus zwei Protonen und zwei Neutronen bestehen (Heliumkern,  $\text{He}^{2+}$ ).  $\beta$ -Strahlung (Beta) besteht aus einem Strom von Elektronen ( $\beta^-$ ) oder Positronen ( $\beta^+$ ). Gamma-Strahlung ( $\gamma$ ) besteht aus elektromagnetischen Wellen (Photonen). Neutronenstrahlung besteht aus einem Strom von Neutronen ( $n$  bzw.  $n^0$ ).

Auswirkungen durch Strahlenexposition auf. Die Äquivalentdosis sagt daher nichts darüber aus, welches Gesamtrisiko durch die Strahlenbelastung entstehen kann. Aus diesem Grund wird in die Bewertung der sog. *Gewebewichtungsfaktor* einbezogen, der die Empfindlichkeit der einzelnen Organe gegenüber Strahlung ausdrückt, wobei die Summe aller Gewichtungsfaktoren für alle Organe des gesamten Körpers gleich eins ist. Zur Berechnung des Risikos wird dann die Größe *effektive Dosis* verwendet. Diese ist definiert als die gewichtete Summe der Äquivalentdosen für alle bestrahlten Gewebe und Organe. Die Einheit der effektiven Dosis ist wiederum das Sievert (Sv). Bei einer gleichmäßigen Bestrahlung des gesamten Körpers mit einer bestimmten Strahlungsart entspricht die effektive Dosis der Äquivalentdosis.

Die insgesamt aufgenommene effektive Dosis stellt das Zeitintegral ihrer Leistungsaufnahme über einen festgelegten Zeitraum dar (z. B. jährliche effektive Dosis in Sv/Jahr usw.); für die lebenslange Exposition wird üblicherweise ein Zeitraum von 50 Jahren für Erwachsene und von 70 Jahren für Kinder zugrunde gelegt [15].

Die schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung auf den Menschen lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

**1) Deterministische Effekte** sind durch eine direkte Schädigung des Gewebes gekennzeichnet und treten nach hohen Strahlendosen auf. Nach Angaben der Staatlichen Behörde für nukleare Sicherheit (im Folgenden „SÚJB“) [14] handelt es sich dabei um Wirkungen, die infolge des Absterbens eines Teils der bestrahlten Zellpopulation auftreten; ihre Schwere nimmt ab einer bestimmten Dosischwelle (unterhalb derer die Wirkung nicht auftritt) mit der Dosis zu und sie weisen ein charakteristisches klinisches Bild auf. Zu dieser Gruppe gehören insbesondere die akute Strahlenkrankheit, akute Hautschäden (Strahlendermatitis), Beeinträchtigungen der Fertilität (Fruchtbarkeit) nach Bestrahlung der Geschlechtsdrüsen sowie als Spätfolgen chronische Hautentzündungen und die Trübung der Augenlinse.

**2) Stochastische Effekte** sind durch das Auftreten von bösartigen Tumoren und erblichen Schädigungen gekennzeichnet. Laut SÚJB [14] ist das klinische Bild dieser Effekte nicht typisch und unterscheidet sich nicht von „spontan“ auftretenden Fällen. Sie können sich nicht nur bei hohen, sondern auch bei niedrigen Strahlendosen zeigen. Es handelt sich um Effekte, die durch Veränderungen im genetischen Material der Zelle (Mutationen) hervorgerufen werden, und für sie wird ein schwellenwertfreier und linear ansteigender Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung vorausgesetzt. Mit der Dosis steigt in diesem Fall nicht die Schwere der Schädigung, sondern die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von bösartigen Neubildungen und erblichen Schädigungen. Tritt die Wirkung jedoch erst einmal auf, hat sie unabhängig von der Höhe der Dosis, die sie verursacht hat, denselben klinischen Schweregrad.

Der Entstehungsprozess einer Krebserkrankung ist laut SÚJB [14] vielschichtig. Eine Komponente ist das Vorhandensein von Zellen, die veränderte (mutierte)

Informationen tragen und diese Atypie an ihre Nachkommen weitergeben (genomische Instabilität, Entstehung eines genetisch instabilen Phänotyps); eine zweite Komponente ist eine Reihe von Bedingungen, die der Tendenz entgegenwirken, atypische Zellen zu eliminieren oder ihr Wachstum zu unterdrücken. Bei beiden Komponenten spielen eine Reihe von Faktoren eine Rolle, darunter ionisierende Strahlung, die nach heutigem Kenntnisstand auf verschiedenen Stufen des Krebsentstehungsprozesses wirken kann. Die Annahme, dass bösartige Tumore auch durch geringe Dosen ionisierender Strahlung ausgelöst werden, leitet sich aus einer Reihe von Beobachtungen ab, unter denen die Studie über die überlebenden Opfer der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki von besonderer Bedeutung ist, die Beobachtung von Patienten, die mit Röntgenstrahlung behandelt wurden, sowie die Analyse der Todesursachen amerikanischer Radiologen, die in den Jahren 1900–1950 Strahlung ausgesetzt waren. Verschiedene Organe bzw. Gewebe des menschlichen Körpers weisen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gesundheitlicher Auswirkungen unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit auf. Zu den empfindlichsten Organen zählen das Knochenmark, der Magen, der Dickdarm und die Lunge sowie die Brustdrüse bei Frauen [13, 14].

Angesichts der Art des Vorhabens und der sehr geringen Dosen potenzieller Strahlenexposition, die mit dessen Umsetzung (einschließlich kumulativer Auswirkungen) potenziell verbunden sind, wird im Rahmen der vorliegenden Bewertung eine quantitative Analyse der stochastischen Wirkungen ionisierender Strahlung durchgeführt. Deterministische Effekte werden mit Sicherheit nicht auftreten.

Stochastische Effekte treten zeitlich verzögert auf und manifestieren sich erst nach einer gewissen Zeit, oft erst nach vielen Jahren. Laut SÚJB [14] beträgt die Latenzzeit für Leukämie 5–20 Jahre, bei Lungentumoren 10–40 Jahre.

Eine bedeutende Gruppe von Spätwirkungen sind genetische Veränderungen bei den Nachkommen bestrahlter Personen. Verantwortlich für diese genetischen Veränderungen ist die sog. gametische Mutation im Zellkern der Keimzellen (Eizellen, Spermien) der Geschlechtsdrüsen. Das mutierte Gen kann sich bei der Zellteilung reproduzieren, sodass die Mutation an nachfolgende Generationen weitergegeben wird. Infolge einer ungünstigen genetischen Konstellation kann es zu einem frühen Absterben des Fötus oder einer Frühgeburt (Fehlgeburt) kommen, gegebenenfalls zum Tod des Neugeborenen mit einem schweren Geburtsfehler kurz nach der Geburt.

Nach Angaben der Internationalen Kommission zum Strahlenschutz (im Folgenden „ICRP“) [15] liefern epidemiologische und experimentelle Studien Nachweise für das Strahlenrisiko im Zusammenhang mit der Entstehung von Krebs, wobei bei Dosen um 100 mSv oder darunter Unsicherheiten bestehen. Im Falle erblicher Erkrankungen gibt es beim Menschen keinen direkten Nachweis für dieses Strahlenrisiko; dennoch sprechen experimentelle Studien überzeugend dafür, solche Risiken für künftige Generationen in das Schutzsystem einzubeziehen.

Aus den Erkenntnissen über die stochastischen Wirkungen ionisierender Strahlung auf den Menschen leiten sich auch die geltenden Grenzwerte ab, die in der Verordnung der SÚJB Nr. 422/2016 Sb., über Strahlenschutz und die Sicherung von Radionuklidquellen [18] festgelegt sind, welche die Empfehlungen der ICRP [15] sowie weitere internationale Vorschriften (insbesondere die Richtlinie 2013/59/Euratom) widerspiegelt. Gemäß § 3 der genannten Verordnung beträgt der allgemeine Jahresgrenzwert für die Bevölkerung aus allen genehmigten oder registrierten Tätigkeiten für die Summe der effektiven Dosen aus äußerer und innerer Strahlenexposition 1 mSv. Für die Äquivalentdosis in der Augenlinse beträgt dieser Grenzwert 15 mSv und für die durchschnittliche Äquivalentdosis pro 1 cm<sup>2</sup> Haut 50 mSv (unabhängig von der Größe der bestrahlten Fläche).

Aus der Natur der Festlegung (jedes) Grenzwerts lässt sich ableiten, dass die genannten Grenzwerte die Werte darstellen, bei deren Einhaltung die exponierte Bevölkerung in gesellschaftlich akzeptabler Weise geschützt ist. Wie jedoch bereits erwähnt, lassen sich unter der Annahme einer schwellenwertfreien Wirkung keine Werte festlegen, die eine vollständige Unbedenklichkeit der Strahlung (Nullrisiko) gewährleisten würden. Daher wird auch im Rahmen der Grenzwerte eine Bewertung durchgeführt, um die Dosen auf das niedrigstmögliche, vernünftigerweise erreichbare Niveau zu begrenzen. Das Ergebnis sollte dann darin bestehen, eine so geringe Wahrscheinlichkeit von Auswirkungen zu gewährleisten, wie sie praktisch erreichbar und gleichzeitig aus gesundheitlicher und gesellschaftlicher Sicht akzeptabel ist. Im Falle von Faktoren mit schwellenwertfreier Wirkung wird standardmäßig als das strengste Kriterium für ein akzeptables Risiko der Wert von  $1 \times 10^{-6}$  für die individuelle Auswirkung des zu bewertenden Vorhabens (d. h. 1 Fall einer Gesundheitsbeeinträchtigung pro 1 Million exponierte Einwohner) bzw. die Größenordnung  $1 \times 10^{-6}$  bei dem Zusammenwirken mehrerer Quellen. In vielen Fällen werden jedoch weniger strenge Kriterien (bis zu  $1 \times 10^{-4}$ ) herangezogen.

## 4.2. Bestimmung des Dosis-Wirkungs-Zusammenhangs

Das Strahlenschutzsystem basiert auf der allgemein anerkannten Annahme, dass bei geringen Strahlendosen ein Anstieg der Dosis zu einem direkt proportionalen Anstieg der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Krebserkrankungen oder strahlenbedingten erblichen Auswirkungen führt. Dieser Ansatz, allgemein bekannt als „*lineares no-Threshold-Modell Dosis-Reaktion*“, ist konservativ (d. h., er überschätzt das Risiko eher).

Zur Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen niedriger Strahlendosen hat die ICRP-Kommission<sup>2</sup> Koeffizienten zur Abschätzung des sog. Gesundheitsschadens

---

<sup>2</sup> Die ICRP (International Commission on Radiological Protection) ist eine unabhängige Nichtregierungsorganisation, die 1928 gegründet wurde. Sie verarbeitet kontinuierlich neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus dem Bereich der Radiologie und nutzt diese zur Aktualisierung von Präventionsempfehlungen zum Schutz vor den Risiken ionisierender Strahlung (sowohl künstlich erzeugter als auch

erarbeitet und in ihrem Bericht Nr. 103 [15] veröffentlicht. Als gesundheitlicher Schaden gilt „die Gesamtschädigung der Gesundheit, die in der exponierten Gruppe und bei deren Nachkommen infolge der Gruppenexposition gegenüber einer Strahlungsquelle eingetreten ist“. Es handelt sich um einen mehrdimensionalen Begriff, dessen grundlegende Komponenten folgende stochastische Größen sind: die Wahrscheinlichkeit eines induzierten tödlichen Tumors, die gewichtete Wahrscheinlichkeit eines induzierten heilbaren Tumors, die gewichtete Wahrscheinlichkeit schwerwiegender erblicher Folgen und die Verkürzung der Lebenserwartung infolge der Schädigung. Die ICRP umfasst hier auch erbliche Schäden, die auf die Nachkommen übertragen werden und die zwar beim Menschen nicht nachgewiesen wurden, für die es jedoch bei Versuchstieren überzeugende Nachweise gibt.

Zur Bewertung der stochastischen Auswirkungen ionisierender Strahlung werden in dieser Bewertung daher die von der ICRP entwickelten, am besten ausgearbeiteten, wissenschaftlich fundierten und konservativen Verfahren zur Risikoschätzung verwendet. Die zur Abschätzung des Gesundheitsschadens verwendeten Koeffizienten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tab. 2. Nominale Risikokoeffizienten zur Abschätzung des Gesundheitsschadens durch stochastische Effekte niedriger Strahlendosen [15]**

| Exponierte Bevölkerung | Risikokoeffizient [ $10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ ] |                       |           |
|------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------|
|                        | Neubildungen                                    | Erbliche Auswirkungen | Insgesamt |
| Gesamtbevölkerung      | 5,5                                             | 0,2                   | 5,7       |
| Erwachsene             | 4,1                                             | 0,1                   | 4,2       |

Bem.: Der Risikokoeffizient ist probabilistischer Natur, wobei der Wert des Risikokoeffizienten in den Einheiten  $10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  die wahrscheinliche Anzahl von Gesundheitsschäden pro 100 Personen angibt, die einer individuellen effektiven Dosis von 1 Sv ausgesetzt sind.

Der gesamte nominale Risikokoeffizient, bezogen auf den Gesamtschaden durch stochastische Effekte bei Strahlenexposition mit geringer Dosisleistung, beträgt somit  $5,7 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ . Da es in epidemiologischen Studien schwierig ist, geringe Risiken nachzuweisen, basieren die dosisspezifischen Risikoschätzungen im ICRP-Bericht überwiegend auf akuten Dosen von 200 mSv und höher. Viele der problematischeren Fragen im Strahlenschutz betreffen jedoch dauerhafte oder fraktionierte Expositionen mit einzelnen Fraktionen von einigen mSv oder weniger. Experimentelle Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass fraktionierte oder lang andauernde Dosen mit einem geringeren Risiko verbunden sind, was darauf hindeutet, dass dosisspezifische Schätzungen, die auf hohen Dosen bei akuter Exposition basieren, bei

---

natürlicher Strahlung). Sie vereint die weltweit bedeutendsten Experten auf diesem Gebiet und genießt in diesem Zusammenhang hohes internationales Ansehen. Alle internationalen Standards und nationalen Regulierungsmaßnahmen im Bereich des Strahlenschutzes basieren auf den Empfehlungen der ICRP.

Anwendungen mit niedrigen kontinuierlichen oder fraktionierten Dosen durch den Dosis- und Dosisleistungs-Wirkungsfaktor (DDREF – Dosis- und Dosisraten-Effektivitätsfaktor) geteilt werden sollten. Er spiegelt die geringere biologische Wirksamkeit bei Bestrahlung mit niedrigen Dosen und niedrigen Dosisleistungen im Vergleich zur Bestrahlung mit hohen Dosen und hohen Dosisleistungen wider. Die ICRP-Kommission ist der Ansicht, dass die Anwendung eines linearen schwellenwertfreien Modells in Kombination mit einem gut beurteilten DDREF-Wert eine vernünftige Grundlage für praktische Zwecke des Strahlenschutzes darstellt, d. h. für die Risikosteuerung bei Strahlenexpositionen im Niedrigdosisbereich.

Für die Induktion von Gen- und Chromosomenmutationen liegen die DDREF-Werte in der Regel im Bereich von 2 bis 4. Unter Berücksichtigung aller zugrunde liegenden Daten empfiehlt die ICRP-Kommission für das Krebsrisiko bei geringen Dosisleistungen für allgemeine Zwecke im Strahlenschutz den DDREF-Wert = 2 (gilt für die Gesamtheit aller Tumoren). Die zugrunde liegende Studie [1] geht jedoch von einem DDREF-Wert von 1 aus, und zwar aufgrund der Anknüpfung an frühere Bewertungen der Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit für Vorhaben am Standort des Kernkraftwerks Temelín [20, 21] sowie der Notwendigkeit der Vergleichbarkeit der Bewertungsergebnisse. Im Hinblick auf die erforderliche Kompatibilität mit der zugrunde liegenden Studie [1] rechnet daher auch die vorliegende Bewertung mit dem DDREF-Wert von 1. Damit wird ein sehr deutlicher Sicherheitszuschlag gewährt, da die Strahlenwirkungen im Vergleich zur aktuellen ICRP-Empfehlung doppelt so hoch angenommen werden.

Zusammenfassend wird also für die Abschätzung der gesundheitlichen Auswirkungen niedriger Strahlungsdosen der Risikokoeffizient  $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  verwendet. Wie ersichtlich ist, entspricht bei Berücksichtigung dieses Risikokoeffizienten dem Wert von 1 mSv (allgemeiner Jahresgrenzwert für die Bevölkerung aus allen genehmigten oder registrierten Tätigkeiten für die Summe der effektiven Dosen aus externer und interner Strahlenexposition) das Risiko in Höhe von  $5,7 \times 10^{-5}$ , d. h. 1 Fall pro ca. 17 500 Einwohner.

### 4.3. Bewertung der Strahlenexposition

Die Bewertung der Auswirkungen der Strahlung auf die Bevölkerung und die öffentliche Gesundheit, die durch die Realisierung des SMR ETE verursacht werden, basiert auf dem Dokument „Bewertung der Strahlungsauswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks SMR ETE“ [1], das von Doz. Ing. František Podzimek, CSc., erstellt wurde. Tschechische Technische Universität Prag, Fakultät für Biomedizintechnik, Lehrstuhl für Gesundheitswissenschaften und Bevölkerungsschutz. Bewertet werden sowohl die einzelnen Auswirkungen des SMR ETE-Vorhabens als auch die kumulative Belastung, die durch den Betrieb der bestehenden Kraftwerke (ETE1, 2) und weiterer

Vorhaben in der Region verursacht wird (siehe unten). Als Grundlage für die Expositionsbewertung dient im Fall des SMR ETE eine Studie der Firma ABmerit [19], im Fall der kumulativen Quellen handelt es sich um Studien für die neue Kernkraftanlage am Standort Temelín aus dem Jahr 2010 [20] sowie für die Fertigstellung des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente (im Folgenden „SVJP“) aus dem Jahr 2024 [21].

Die Berechnung der radiologischen Auswirkungen des Betriebs des SMR ETE ermittelt die individuellen effektiven Dosen sowie die 50-jährigen (Erwachsene) bzw. 70-jährigen (Kinder) kumulativen effektiven Dosen. Bewertet werden eine große Anzahl von Radionukliden in der potenziellen Freisetzung sowie alle potenziellen Expositionspfade. Bei Freisetzungen in die Atmosphäre handelt es sich um Inhalation, Ingestion (z. B. von mit Radionukliden belasteten Nutzpflanzen), externe Strahlenexposition durch Ablagerungen und externe Strahlenexposition durch die Wolke. Bei Freisetzungen in die Hydrosphäre handelt es sich um die Aufnahme von Trinkwasser, Bewässerung, Tränken und Fischfleisch sowie um externe Strahlenexposition beim Schwimmen, Bootfahren und Aufenthalt am Ufer. Anschließend werden die summierten effektiven Dosen und die effektiven Dosisbelastungen für Freisetzungen in die Atmosphäre, in die Hydrosphäre sowie die Summe für alle Expositionswege für die jeweilige Altersgruppe ermittelt.

Die Bewertung erfolgt gemäß dem Gesetz Nr. 263/2016 Sb., Atomgesetz, in der jeweils gültigen Fassung [17], für eine repräsentative Person, definiert als „eine Person aus der Bevölkerung, die eine Modellgruppe von natürlichen Personen repräsentiert, die von der jeweiligen Quelle und über den jeweiligen Expositionsweg am stärksten bestrahlt werden“. Die Merkmale der festgelegten repräsentativen Personen sind weiter unten im Rahmen der Beschreibung der Exposition aufgeführt.

Die Berechnungen wurden für drei Szenarien mit unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen durchgeführt. Auf der Grundlage meteorologischer und hydrologischer Daten wurden als repräsentativ ausgewählt:

- das Jahr 2018 als trockenes Jahr mit geringerem Wasserdurchfluss in der Moldau am Profil Kořensko
- das Jahr 2023 als durchschnittliches Jahr mit Werten, die dem langjährigen Jahresdurchschnitt am Profil Kořensko entsprechen
- das Jahr 2024 als nasses Jahr

#### **4.3.1. Strahlungsbelastung durch den Betrieb des SMR ETE**

In der Grundlagenstudie der Firma ABmerit [19] wurden auf der Grundlage der durchgeführten Berechnungen in der Umgebung des SMR ETE Wohngebiete mit den höchsten effektiven Dosen pro repräsentative Person definiert:

- im Falle atmosphärischer Emissionen sind dies die Standorte Kočín, Litoradlice und Zvěrkovice
- im Falle von flüssigen Einleitungen sind dies die Standorte Neznašov, Újezd und die Ferienhäuser in Pašovice

Es wurden ebenfalls die Altersgruppen der Bevölkerung ermittelt, bei denen die höchsten Werte der jährlichen effektiven Dosen verzeichnet wurden. Bei atmosphärischen Freisetzungen sind dies die Altersgruppen von 6 bis 15 Jahren bzw. ab 16 Jahren, bei hydrosphärischen Freisetzungen sind Föten und Kinder im Alter von 0 bis 5 Jahren am stärksten betroffen.

Aus den durchgeführten Berechnungen geht hervor, dass der höchste Wert der jährlichen effektiven Gesamtdosis einschließlich der effektiven Dosis pro repräsentative Person im Falle von Strahlungsemissionen in die Atmosphäre am Standort Zvěrkovice in der Altersgruppe von 6 bis 15 Jahren unter Berücksichtigung eines meteorologisch durchschnittlichen Jahres 2023 auftritt, wo er **0,18 µSv/Jahr** beträgt.

Die Strahlenbelastung durch Freisetzungen in die Hydrosphäre macht sich am stärksten in den Standorten Újezd und Chaty Pašovice beim menschlichen Fötus unter Berücksichtigung des trockenen Jahres 2018 bemerkbar, wo sie **0,28 µSv/Jahr** beträgt. Bei Freisetzungen in die Hydrosphäre spielt die meteorologische Situation eine bedeutende Rolle, da die Werte der effektiven Dosis in einem durchschnittlichen oder feuchten Jahr, in dem der Wasserstand der Moldau höher ist, im Vergleich zum trockenen Jahr 2018 nur knapp die Hälfte betragen.

Bei einer gemeinsamen Bewertung der Auswirkungen von Freisetzungen in die Luft und in Gewässer werden die höchsten Werte der effektiven Dosis bei einer repräsentativen Person mit folgenden Merkmalen beobachtet: Fötus oder Kind im Alter von 0–5 Jahren, das im Katastergebiet der Gemeinden Chrášťany oder Všemyslice oder am Standort Neznašov lebt, unter der Annahme des trockenen Jahres 2018. In diesem Fall wurde ein Wert der effektiven Dosis von **0,3 µSv/Jahr** berechnet.

Die Daten zur Strahlenbelastung durch die einzelnen Freisetzungen des SMR ETE sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tab. 3 Identifizierung einer repräsentativen Person und Gesamtdosis pro repräsentative Person aufgrund des Betriebs des SMR ETE [1]**

| Jahr                                                                                                                            | Jahr 2018                                                                                      | Jahr 2023                                                                               | Jahr 2024                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                 | Trockenes Jahr                                                                                 | Durchschnittliches Jahr                                                                 | Nasses Jahr                                                                             |
| <b>Auswirkungen der Emissionen in die Luft</b>                                                                                  |                                                                                                |                                                                                         |                                                                                         |
| <b>Standort (besiedelt) mit der höchsten effektiven Dosis [Sv] pro repräsentativer Person</b>                                   |                                                                                                |                                                                                         |                                                                                         |
| Beschreibung des Standorts                                                                                                      | Katastergebiet der Gemeinde Dříteň, Temelín, Standort Kočín                                    | Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort Zvěrkovice, Zadní kohout | Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort Zvěrkovice, Zadní kohout |
| Effektive Dosis                                                                                                                 | $1.4 \times 10^{-7}$                                                                           | $1.8 \times 10^{-7}$                                                                    | $1.6 \times 10^{-7}$                                                                    |
| Altersgruppe                                                                                                                    | 16 Jahre und älter                                                                             | 16 Jahre und älter                                                                      | 6–15 Jahre, 16 Jahre und älter                                                          |
| <b>Auswirkungen der Einleitungen in die Moldau</b>                                                                              |                                                                                                |                                                                                         |                                                                                         |
| <b>Standort (besiedelt) mit der höchsten effektiven Dosis [Sv] pro repräsentativer Person</b>                                   |                                                                                                |                                                                                         |                                                                                         |
| Beschreibung des Standorts                                                                                                      | Katastergebiet der Gemeinde Albrechtice, Chrášťany, Standort Újezd und Standort Chaty Pašovice | Katastergebiet der Gemeinde Albrechtice und Chrášťany, Standort Újezd                   | Katastergebiet der Gemeinde Albrechtice und Chrášťany, Standort Újezd                   |
| Effektive Dosis                                                                                                                 | $2.8 \times 10^{-7}$                                                                           | $1.5 \times 10^{-7}$                                                                    | $1.3 \times 10^{-7}$                                                                    |
| Altersgruppe                                                                                                                    | Kinder 0-5 Jahre<br>6–15 Jahre                                                                 | Kinder 0-5 Jahre<br>6–15 Jahre                                                          | Kinder 0-5 Jahre                                                                        |
| <b>Kombinierte Auswirkungen von Emissionen in die Luft und Einleitungen in die Moldau (resultierende repräsentative Person)</b> |                                                                                                |                                                                                         |                                                                                         |
| <b>Standort (besiedelt) mit der höchsten effektiven Dosis [Sv] pro repräsentativer Person</b>                                   |                                                                                                |                                                                                         |                                                                                         |
| Beschreibung des Standorts                                                                                                      | Katastergebiet der Gemeinde Chrášťany, Všemyslice, Standort Neznašov                           | Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort Zvěrkovice, Zadní kohout | Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort Zvěrkovice, Zadní kohout |
| Effektive Dosis                                                                                                                 | $3.0 \times 10^{-7}$                                                                           | $1.8 \times 10^{-7}$                                                                    | $1.6 \times 10^{-7}$                                                                    |
| Altersgruppe                                                                                                                    | Fötus, Kind 0–5 Jahre                                                                          | 16 Jahre und älter                                                                      | 6–15 Jahre, 16 Jahre und älter                                                          |

Auf der Grundlage der berechneten Werte der maximalen jährlichen effektiven Dosen lässt sich unter Verwendung eines konservativen Modells die Gesamtstrahlenbelastung für verschiedene Aufenthaltsdauern im Untersuchungsgebiet berechnen und anschließend der Gesamtwert des Gesundheitsschadens ermitteln. Die Berechnung der Strahlenbelastung erfolgte unter Anwendung eines konservativen Ansatzes (auf der Seite der Sicherheit), und zwar als Produkt aus der maximalen Dosis aller Alterskategorien und der Dauer der lebenslangen Exposition, d. h. ohne Berücksichtigung der Altersverteilung der exponierten Personen. Bei einer lebenslangen Exposition einer repräsentativen Person durch Freisetzen aus dem SMR ETE, definiert für eine Dauer von 50 Jahren bei Erwachsenen und 70 Jahren bei Kindern, wird die Strahlenbelastung für den gesamten Aufenthaltszeitraum folgende Werte annehmen:

- Bei Freisetzungen in die Atmosphäre beträgt sie bei Erwachsenen  $9 \mu\text{Sv}$  und bei Kindern  $12,6 \mu\text{Sv}$

- im Falle von Freisetzungen in die Hydrosphäre beträgt sie maximal 14  $\mu\text{Sv}$  bei Erwachsenen und 19,6  $\mu\text{Sv}$  bei Kindern
- bei einer kombinierten Einwirkung von Freisetzungen in die Atmosphäre und die Hydrosphäre beläuft sich die Strahlenbelastung auf höchstens 15  $\mu\text{Sv}$  bei Erwachsenen und 21  $\mu\text{Sv}$  bei Kindern

#### **4.3.2. Strahlenbelastung durch alle bestehenden und geplanten Anlagen auf dem ETE-Gelände**

Zur Ermittlung der kumulativen Auswirkungen des Betriebs des Kernkraftwerks Temelín wurden neben dem SMR ETE auch die folgenden Quellen berücksichtigt:

- der bestehende Betrieb des Kernkraftwerks Temelín (ETE 1, 2)
- Neue Kernkraftanlage ETE (NJZ ETE) – 2 weitere neue Blöcke mit einer elektrischen Leistung von bis zu  $2 \times 1700 \text{ MW}_e$
- Erweiterung der Kapazität des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente (SVJP) am Standort ETE von 96 auf 152 Behälter

Für die Analyse der kombinierten Auswirkungen des Betriebs von ETE1,2, SVJP, SMR ETE und NJZ ETE wurde das Untersuchungsgebiet für Emissionen in die Atmosphäre ebenso wie im Fall von SMR ETE festgelegt, d. h. in den Standorten Kočín, Zvěrkovice und Litoradlice. Im Falle der Analyse von ETE1,2 und NJZ ETE wurden für die Emissionen in die Atmosphäre die Werte der effektiven Dosen für Entfernungen von 2333 und 3333 m berechnet (entsprechend der Lage der nahegelegenen Gemeinden). Für das SVJP wurden die Werte der effektiven Dosen aus atmosphärischen Emissionen für eine Entfernung von 1600 m festgelegt, was der Entfernung zur Gemeinde Kočín entspricht. Ebenso wurden für die Bewertung der Auswirkungen von Einleitungen in die Hydrosphäre die Standorte Neznašov, Újezd und die Ferienhäuser in Pašovice ausgewählt.

Die Bewertung der Auswirkungen atmosphärischer Emissionen einzelner Anlagen oder Vorhaben erfolgte unter Verwendung unterschiedlicher Einteilung der Bevölkerung nach Altersgruppen, was auf den Unterschied zwischen der früher und der derzeit geltenden Gesetzgebung zurückzuführen ist. Daher wurde beim Vergleich der Werte die Überschneidung der jeweiligen Altersgruppen überwacht, und im Fall von ETE1,2 und NJZ ETE wurde konservativ der höchste Wert der jährlichen effektiven Dosis gewählt, um eine mögliche Unterbewertung der Berechnung zu vermeiden. Bei der Berechnung der effektiven Dosen aus hydrosphärischen Emissionen wurden im Fall von SMR ETE drei meteorologische Szenarien erwogen, während bei den Berechnungen von ETE1,2 und NJZ ETE lediglich ein durchschnittliches Jahr zugrunde gelegt wurde. Aus diesem Grund wurde die kumulative jährliche effektive Dosis nur für das durchschnittliche Jahr 2023 ermittelt.

Zur Ermittlung der kumulativen maximalen jährlichen effektiven Dosen pro repräsentative Person wurden die Werte der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch die einzelnen Anlagen anschließend addiert. In der Realität werden die Maximalwerte jedoch aufgrund der unterschiedlichen Richtungsorientierungen der radiologischen Auswirkungen der einzelnen Anlagen niedriger ausfallen, sodass die Berechnungen auf der Seite der Sicherheit liegen.

Aus den durchgeführten Berechnungen ergibt sich, dass:

- im Fall atmosphärischer Emissionen die maximale kumulative jährliche effektive Dosis einschließlich der effektiven Folgedosis einer repräsentativen Person den Wert **2,05  $\mu\text{Sv/Jahr}$**  erreichen wird, und zwar am Standort Kočín bei Kindern im Alter von 0–5 Jahren unter der Annahme des trockenen Jahres 2018
- im Falle von Emissionen in die Hydrosphäre wird die maximale kumulative jährliche effektive Dosis bei einer repräsentativen Person aus der Gruppe Föten oder Kinder im Alter von 0–5 Jahren verzeichnet, die in den Standorten Újezd und Chaty Pašovice leben, und zwar in dem durchschnittlichen Jahr 2023. Ihr Wert kann bis zu **3,89  $\mu\text{Sv/Jahr}$**  erreichen. Aufgrund der Lage dieser Standorte macht sich der Beitrag des SVJP bei den repräsentativen Personen in keiner Weise bemerkbar.
- Bei einer gemeinsamen Bewertung der radiologischen Auswirkungen der atmosphärischen und hydrosphärischen Ableitungen von ETE1,2, NJZ ETE und SMR ETE beträgt der Maximalwert der jährlichen effektiven Dosis einschließlich der Folgedosis pro repräsentative Person am Standort Chaty Pašovice **4,33  $\mu\text{Sv/Jahr}$**

Auf der Grundlage der berechneten Werte der maximalen jährlichen effektiven Dosen lässt sich unter Verwendung eines konservativen Modells die Gesamtstrahlenbelastung für verschiedene Aufenthaltsdauern im Untersuchungsgebiet berechnen und anschließend der Gesamtwert des Gesundheitsschadens ermitteln. Bei einer lebenslangen Exposition einer repräsentativen Person durch Freisetzungen aus dem SMR ETE, ETE1,2, SVJP und NJZ ETE, definiert für eine Dauer von 2 Jahren bei Erwachsenen und 50 Jahren bei Kindern, wird die Strahlenbelastung für den gesamten Aufenthaltszeitraum folgende Werte annehmen:

- im Fall der Freisetzungen in die Atmosphäre beträgt sie am Standort Kočín bei Erwachsenen 103  $\mu\text{Sv}$  und bei Kindern 144  $\mu\text{Sv}$
- im Falle von Freisetzungen in die Hydrosphäre beläuft sich die Strahlenbelastung an den Standorten Újezd und bei Chaty Pašovice auf maximal 195  $\mu\text{Sv}$  bei Erwachsenen und 272  $\mu\text{Sv}$  bei Kindern
- im Falle einer kombinierten Einwirkung von Freisetzungen in die Atmosphäre und in die Hydrosphäre beläuft sich die Strahlenbelastung am Standort Chaty Pašovice auf höchstens 217  $\mu\text{Sv}$  bei Erwachsenen und 303  $\mu\text{Sv}$  bei Kindern

#### 4.3.3. Strahlenbelastung durch natürliche Quellen

Zum Vergleich kann man hier noch die Strahlenbelastung durch natürliche Quellen anführen, die ebenfalls in der zugrunde liegenden Studie [1] dokumentiert ist. Separat aufgeführt sind Daten zur externen Strahlenbelastung durch natürliche Quellen und zur inneren Kontamination, die insbesondere mit der Inhalation von Radon und dessen Zerfallsprodukten verbunden ist.

Als grundlegende Quelle für die äußere Bestrahlung dienen die Daten aus der Überwachung der Strahlungslage auf dem Gebiet der Tschechischen Republik (MonRaS), die vor allem über das landesweite Strahlungsüberwachungsnetz – das Frühwarnnetz und das integrierte Messnetz – gewährleistet wird. Die durchschnittliche räumliche Dosisäquivalentleistung am Standort Temelín betrug im Jahr 2025 132 nSv/h, was einer durchschnittlichen jährlichen effektiven Dosis aus der natürlichen Hintergrundstrahlung von 1,16 mSv pro Einwohner entspricht.

Die Angaben zur Belastung durch interne Kontamination werden anhand des Radonindexes abgeleitet. Der Standort Temelín liegt in einem Gebiet mit einem mittleren Radonindex, für das die durchschnittliche Belastung durch Radon und seine Zerfallsprodukte etwa 4,47 mSv pro Jahr beträgt. Aus der Inhalation und Ingestion anderer terrestrischer Radionuklide außer Rn lässt sich eine durchschnittliche jährliche effektive Dosis pro Einwohner von 0,3 mSv abschätzen. Die geschätzte jährliche Gesamtstrahlenbelastung durch natürliche Quellen am Standort Temelín liegt somit bei 5,93 mSv pro Jahr. Wie ersichtlich ist, ist das Ausmaß der Exposition gegenüber natürlichen Quellen mehr als tausendmal höher als die summierte Exposition durch die bestehenden und geplanten Quellen am Standort Temelín.

#### 4.4. Risikocharakterisierung

Das Ausmaß des Gesundheitsrisikos wird gemäß ICRP [15] anhand des sog. Gesundheitsschadens ausgedrückt, der die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung bei einer bestimmten Exposition angibt. Sie wird als Produkt aus der Gesamtstrahlenexposition, den nominalen Risikokoeffizienten und dem Dosis-Effektivitätsfaktor sowie der Dosisleistung DDREF bestimmt.

Im Rahmen der vorliegenden Bewertung werden zur Abschätzung des Gesundheitsschadens für stochastische Effekte niedriger Strahlendosen die Risikokoeffizienten gemäß Tabelle 2 sowie der Dosis- und Dosisleistungs-Effizienzfaktor DDREF = 1 verwendet (es handelt sich hierbei um einen sehr konservativen Ansatz, siehe Kommentar in Kapitel 4.2). Da in allen Fällen eine höhere Strahlenbelastung bei Kindern berechnet wurde (und somit für eine Expositionsdauer von 70 Jahren), wird ein Risikokoeffizient in Höhe von  $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  zugrunde gelegt.

Beide Berechnungen wurden ausgesprochen konservativ (auf Seite der Sicherheit) durchgeführt. Insbesondere wurde der Wert DDREF = 1 anstelle des von der

ICRP empfohlenen Wertes  $DDREF = 2$  verwendet, was einem doppelt so hohen Risikoeffizienten im Vergleich zur aktuellen ICRP-Empfehlung entspricht. Auch weitere Vorgehensweisen erfolgten auf der Seite der Sicherheit – dabei handelt es sich um die Berücksichtigung der ungünstigsten Kombination meteorologischer Bedingungen, der höchsten Anzahl potenziell betroffener Personen, der Kombination aller potenziellen Strahlenexpositionspfade und des Zusammenwirkens aller Quellen über einen Zeitraum von 70 Jahren.

Die resultierenden Werte für den gesundheitlichen Schaden durch die Auswirkungen des SMR ETE sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

**Tab. 4 Berechnung des gesamten Gesundheitsschadens – Auswirkungen des SMR ETE-Vorhabens**

| Quelle                                                                       | Standorte                                                                               | Jährliche effektive Dosis [Sv] | Lebenslange Strahlenbelastung [Sv] | Gesamtschaden für die Gesundheit |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Emissionen in die Luft                                                       | Katastergebiet der Gemeinde Temelín, Týn nad Vltavou, Standort Zvěrkovice, Zadní kohout | $1,8 \times 10^{-7}$           | $12,6 \times 10^{-6}$              | $7,18 \times 10^{-7}$            |
| Emissionen in die Moldau                                                     | Katastergebiet der Gemeinden Albrechtice, Chrášťany, Standorte Újezd und Chaty Pašovice | $2,8 \times 10^{-7}$           | $19,6 \times 10^{-6}$              | $1,12 \times 10^{-6}$            |
| Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen in die Atmosphäre und die Hydrosphäre | Katastergebiet der Gemeinde Chrášťany, Všemyslice, Standort Neznašov                    | $3,0 \times 10^{-7}$           | $21,0 \times 10^{-6}$              | $1,20 \times 10^{-6}$            |

Wie ersichtlich ist, erreicht das Risiko durch den Betrieb des SMR ETE den Höchstwert von  $1,2 \times 10^{-6}$ ; der berechnete Wert entspricht einem Fall pro ca. 835 000 Einwohner. Die Zahl der Einwohner, die in dem Gebiet leben, das potenziell von radiologische Auswirkungen betroffen ist, liegt in der Größenordnung von einigen Tausend Einwohnern bzw. (unter Einbeziehung der gesamten Bevölkerung von Týn nad Vltavou) bei etwas über 10 000 Einwohnern. Es ist daher offensichtlich, dass der Anstieg des Gesundheitsrisikos in der betroffenen Bebauung im Hinblick auf eine Gesundheitsgefährdung völlig unerheblich sein wird.

Für die Gesamtwirkung aller bestehenden und geplanten Betriebe am Standort Temelín ergeben sich folgende Berechnungsergebnisse.

**Tab. 5 Berechnung des gesamten Gesundheitsschadens – Gesamtwirkung aller**

### bestehenden und geplanten Betriebe im Rahmen des ETE

| Quelle                                                                       | Standorte                          | Jährliche effektive Dosis [Sv] | Lebenslange Strahlenbelastung [Sv] | Gesamtschaden für die Gesundheit |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Emissionen in die Luft                                                       | Kočín                              | $2,05 \times 10^{-6}$          | $144 \times 10^{-6}$               | $8,18 \times 10^{-6}$            |
| Emissionen in die Moldau                                                     | Standorte Újezd und Chaty Pašovice | $3,89 \times 10^{-6}$          | $272 \times 10^{-6}$               | $1,55 \times 10^{-5}$            |
| Gemeinsame Auswirkungen der Emissionen in die Atmosphäre und die Hydrosphäre | Standort Chaty Pašovice            | $4,33 \times 10^{-6}$          | $303 \times 10^{-6}$               | $1,73 \times 10^{-5}$            |

Für kumulative Auswirkungen, bei denen die Gesamtexposition durch den Betrieb der SMR ETE, den Betrieb des bestehenden Kernkraftwerks Temelín (ETE1,2), die geplante neue Kernkraftquelle (NJZ) und das erweiterte Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente (SVJP) berücksichtigt wird, beträgt die gesamte Gesundheitsbeeinträchtigung höchstens  $1,73 \times 10^{-5}$  betragen. Dieser Wert lässt sich auch als Anstieg um einen Fall pro 58 000 Einwohner ausdrücken. Die Gesamtbevölkerungszahl im untersuchten Gebiet beträgt ca. 10 000. Die Berechnung wurde jedoch für die höchsten Werte der jährlichen effektiven Dosis durchgeführt, die in Gebieten mit einigen hundert Einwohnern auftreten; in den übrigen Teilen des Gebiets wird die Exposition geringer sein (außerdem handelt es sich selbst in den genannten Standorten um die Obergrenze der Schätzung des potenziellen Risikos, wie in Kapitel 11 dargelegt).

Wie ersichtlich liegt das Gesamtrisiko für den Gesundheitsschaden bei einer repräsentativen Person für alle Quellen im Gebiet von Temelín an der Untergrenze in der Größenordnung von  $10^{-5}$ . Dies ist jedoch darauf zurückzuführen, dass aufgrund der Anlehnung an die zugrunde liegende Studie und frühere Bewertungen ein doppelt so hoher Risikoeffizient wie in der ICRP-Empfehlung verwendet wurde. Bei einer Vorgehensweise gemäß den ICRP-Empfehlungen (d. h. DDREF = 2) läge der gesamte Gesundheitsschaden sicher in der Größenordnung von  $10^{-6}$ . Angesichts des Umfangs der exponierten Bevölkerung kann auch die Gesamtwirkung aller Quellen am Standort Temelín im Hinblick auf eine Gefährdung der Gesundheit der betroffenen Bevölkerung als unerheblich angesehen werden.

Zur Information kann erneut ein Vergleich mit den Auswirkungen der natürlichen Hintergrundstrahlung in dem betroffenen Gebiet angeführt werden. Für diese lässt sich das Risiko wie folgt beziffern:

$$5,93 \times 10^{-3} \text{ Sv/Jahr} \times 70 \text{ Jahre} \times 5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1} = 2,37 \times 10^{-2}.$$

Wie ersichtlich ist, ist das Risiko durch die Exposition gegenüber natürlichen Quellen etwa 20 000-mal höher im Vergleich zur Auswirkung des SMR ETE und etwa

1 300-mal höher im Vergleich zur Gesamtexposition gegenüber allen bestehenden und geplanten Quellen am Standort Temelín.

## **5. AUSWIRKUNGEN ELEKTRISCHER UND MAGNETISCHER FELDER**

### **5.1. Identifizierung von Gefährdung und Dosis-Wirkungs-Beziehungen**

Elektromagnetische Strahlung ist ein natürliches Phänomen, das eine der grundlegenden Formen der Energieübertragung darstellt. Sie wird von verschiedenen Quellen, sowohl natürlichen als auch vom Menschen geschaffenen, ausgestrahlt. Der Raum, in den diese Strahlung eindringt, wird als elektromagnetisches Feld bezeichnet. Elektromagnetische Strahlung tritt unter anderem in der Nähe aller Stromleitungen, Kabel oder Geräte auf. Im Falle des vorliegenden SMR ETE-Vorhabens ist die Bewertung seiner Auswirkungen daher im Zusammenhang mit den ober- und unterirdischen Stromleitungen relevant, über die die SMR ETE-Anlage mit dem Umspannwerk Kočín verbunden sein wird.

Die Energie elektromagnetischer Strahlung steigt direkt proportional zu ihrer Frequenz. Die Frequenz von Stromleitungen wird durch die Wechselstromfrequenz von 50 Hz bestimmt; es handelt sich also um Strahlung und Felder mit sehr niedriger Frequenz und großer Wellenlänge. In der folgenden Übersicht werden daher die voraussichtlichen gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition von Personen gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen (bzw. elektrischen und magnetischen) Feldern erläutert.

Die gesundheitlichen Auswirkungen einer langfristigen Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung waren lange Zeit nicht bekannt, und erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde ihrer Erforschung größere Aufmerksamkeit gewidmet. Seitdem wurde jedoch eine große Anzahl von Forschungsarbeiten durchgeführt und veröffentlicht, in denen mögliche Zusammenhänge zwischen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern und einem breiten Spektrum gesundheitlicher Auswirkungen aufgezeigt und anschließend untersucht wurden. Seit 1996 läuft ein fortlaufendes Projekt der WHO (The International EMF Project) [22], das auf die wachsenden Bedenken reagiert, die damit verbunden sind, dass fast die gesamte Weltbevölkerung derzeit einer Form anthropogener elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt ist, sowie angesichts der Hinweise auf bestimmte schwerwiegende gesundheitliche Auswirkungen (insbesondere Leukämie bei Kindern). Es wurde festgestellt, dass sich aus mehreren Jahrzehnten der Forschung zu elektromagnetischen Feldern keine schwerwiegenden Risiken für die öffentliche Gesundheit ergeben haben, doch bestehen weiterhin Unsicherheiten. Einen umfassenden Bericht zu diesem Thema veröffentlichte im Jahr 2015 auch der Europäische Wissenschaftliche Ausschuss für neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks – SCENIHR) [23]. Zu den Auswirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die menschliche Gesundheit stellt der Ausschuss fest, dass die bisherigen Studien keine überzeugenden Beweise für einen

kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern und subjektiv berichteten Symptomen liefern.

Epidemiologische Studien weisen auf ein erhöhtes Risiko für Leukämie im Kindesalter bei Personen mit einer geschätzten durchschnittlichen täglichen Exposition von über 0,3–0,4  $\mu\text{T}$  hin; es wurden jedoch keine Mechanismen identifiziert, und es gibt auch keine Beweise aus experimentellen Studien, die diese Befunde erklären könnten. Angesichts der allgemein bekannten Mängel epidemiologischer Studien lässt sich daher keine Schlussfolgerung in Richtung einer kausalen Interpretation ziehen.

Studien, die mögliche Auswirkungen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern auf neurologische Funktionen (Leistungsspektrum des Wach-EEGs, Verhaltensergebnisse, kortikale Erregbarkeit) untersuchen, sind zu heterogen, um eine verlässliche Schlussfolgerung ziehen zu können. Epidemiologische Studien liefern keine überzeugenden Beweise für ein erhöhtes Risiko neurodegenerativer Erkrankungen.

Negative Auswirkungen auf die Entwicklung des Fötus wurden nicht nachgewiesen. Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen im Kindesalter im Zusammenhang mit der Exposition der Mütter gegenüber elektromagnetischen Feldern während der Schwangerschaft weisen Unsicherheiten auf, die noch untersucht werden müssen. Auch Auswirkungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit wurden nicht nachgewiesen.

Eine bedeutende zusammenfassende Arbeit zu dieser Problematik veröffentlichte im Jahr 2010 auch die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP). Es handelt sich dabei um die Leitlinien zur Begrenzung der Exposition gegenüber zeitlich variierenden elektrischen und magnetischen Feldern (1 Hz – 100 kHz) [24]. Die Leitlinien fassen die verfügbaren wissenschaftlichen Daten zu den direkten und indirekten Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder zusammen. Als nachgewiesen gelten akute Wirkungen – die direkte Stimulation von Nerven- und Muskelgewebe sowie die Induktion von Netzhautphosphenen (Wahrnehmung von Blitzen oder Licht auf der Netzhaut, verbunden mit einer Beeinflussung des Nervensystems). Es gibt zudem indirekte Hinweise auf eine vorübergehende Beeinflussung der Gehirnfunktionen (visuelle Verarbeitung und motorische Koordination) durch induzierte elektrische Felder. Alle diese Effekte haben Schwellenwerte, unterhalb derer sie nicht auftreten. Das Ausmaß der Wirkung wird durch die Intensität des sog. inneren elektrischen Feldes bestimmt, das in den Geweben durch die äußere Einwirkung zeitlich variierender elektrischer oder magnetischer Felder induziert wird.

Der Bericht geht ausführlich auf weitere untersuchte potenzielle Auswirkungen der Exposition des Menschen gegenüber niederfrequenten elektrischen und

magnetischen Feldern ein – das neuroendokrine System, neurodegenerative Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Fortpflanzungs- und Entwicklungsstörungen, Krebs – und findet in keinem dieser Fälle eine Grundlage für die Feststellung eines kausalen Zusammenhangs zwischen der Exposition und einer gesundheitlichen Auswirkung.

Auf der Grundlage der durchgeführten Bewertung legt die ICNIRP Richtwerte fest, die sich auf die Frequenz des Feldes beziehen. Es lässt sich feststellen, dass bei Einhaltung der Richtwerte für die allgemeine Bevölkerung das Auftreten der beschriebenen gesundheitlichen Auswirkungen ausgeschlossen werden kann; bei beruflicher Exposition wird deren begrenztes Auftreten (über einen definierten Zeitraum und unter kontrollierten Bedingungen) als akzeptabel angesehen. Auf den Empfehlungen der ICNIRP basieren dann die europäische und in der Folge auch die tschechische Gesetzgebung, konkret die Regierungsverordnung Nr. 291/2015 Sb., über den Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung [12]. Die grundlegende Größe im Zusammenhang mit dem Schutz der Bevölkerung ist die modifizierte elektrische Feldstärke  $E_{\text{mod}}$ , die im menschlichen Gewebe induziert wird und als entscheidender Faktor bei der Bewertung der Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern dient. Ihr Wert darf in der städtischen Umgebung zu keinem Zeitpunkt 0,2 V/m überschreiten.

Die Bestimmung der modifizierten elektrischen Feldstärke ist jedoch eine relativ komplizierte Aufgabe. Zur einfacheren Beurteilung der Exposition werden daher zusätzlich Referenzwerte für die äußere elektrische Feldstärke  $E$  und die magnetische Induktion  $B$  festgelegt. Werden diese nicht überschritten, ist gewährleistet, dass auch der höchstzulässige Wert  $E_{\text{mod}}$  eingehalten wird [11]. Die Referenzwerte für die Frequenz 50 Hz betragen  $E_{\text{ef}}^{\text{ext}} \lim = 2 \text{ kV/m}$  und  $B_{\text{ef}}^{\text{ext}} \lim = 200 \text{ }\mu\text{T}$ .

Überschreiten die in der Nähe der Quelle gemessenen Werte die Referenzwerte, muss durch Berechnung oder Messung nachgewiesen werden, dass die höchstzulässigen Werte nicht überschritten werden. Alle berechneten Werte und Grenzwerte beziehen sich bei Freileitungen auf eine Höhe von 1,8 m über dem Boden, d. h. auf den Kopfbereich, und bei Erdkabeln auf eine Höhe von 0,1 m, was einer liegenden Person entspricht.

Die Einhaltung der höchstzulässigen Werte gewährleistet einen ausreichenden Schutz von Personen vor allen bisher bekannten direkten und indirekten Auswirkungen elektromagnetischer Felder [12].

## 5.2. Bewertung der Exposition und Charakterisierung des Risikos

Das Vorhaben SMR ETE umfasst unter anderem auch die Errichtung neuer Stromleitungen. Die Leistungsabführung erfolgt über eine 400-kV-Freileitung zum

Umspannwerk Kočín; die Notstromversorgung wird ebenfalls vom Umspannwerk Kočín aus erfolgen, und zwar entweder über eine 110-kV-Freileitung oder teilweise über eine 110-kV-Erdleitung. Die Abgrenzung des Korridors für die Verlegung dieser Leitungen ist größtenteils so vorgeschlagen, dass kein Kontakt zu Wohngebieten besteht; eine Ausnahme bildet der östliche Teil, wo die Korridorgrenze an den Rand des Wohngebiets der Ortschaft Kočín grenzt. Es gilt jedoch, dass der Korridor einschließlich der Schutzzone der Leitung abgegrenzt ist, deren Breite durch das Energiegesetz Nr. 458/2000 Sb. festgelegt ist. Bei einer Freileitung mit einer Spannung von 400 kV beträgt die Breite der Schutzzone 20 m. Da in dieser Zone keine Bauwerke errichtet werden dürfen, beträgt der Abstand der äußeren Leiter zu den Dachrändern der nächstgelegenen Häuser mindestens 20 m.

Die Ermittlung der Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern im Zusammenhang mit der Verlegung der genannten Stromleitungen, einschließlich der dazugehörigen Berechnungen, wurde im Jahr 2026 von der Firma EGU HV Laboratory durchgeführt [2]. Die Berechnungen wurden für die Stellen durchgeführt, an denen die neu geplanten Leitungen parallel verlaufen oder das bestehende Übertragungs- und Verteilungsnetz kreuzen, wo die potenziellen Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder am größten sein werden. Die Bewertungsmethode besteht in der Berechnung der Parameter des elektromagnetischen Felds mit 50 Hz (elektrische Feldstärke  $E$  (kV/m) und magnetische Induktion  $B$  ( $\mu$ T)). Auf der Grundlage dieser Größen wird die modifizierte elektrische Feldstärke  $E_{mod}$  berechnet, die im menschlichen Gewebe in einer Höhe von 1,8 m über dem Boden bei Freileitungen und in einer Höhe von 0,1 m über dem Boden bei Erdkabeln induziert wird (dabei wird von auf dem Boden liegenden Personen ausgegangen). Es wurden die folgenden drei Varianten der möglichen Verlegung der geplanten Leitungen bewertet:

- Variante 1: Parallelführung von unterirdischen 110-kV-Kabelleitungen (Eigenversorgungsverzweigung des SMR ETE) und einer oberirdischen Einfachleitung mit 400 kV (Leistungsabzweig des SMR ETE)
- Variante 2: Parallelverlegung einer oberirdischen 400-kV-Einfachleitung (Leistungsabführung des SMR ETE) mit zwei oberirdischen 400-kV-Einfachleitungen (ETE1, 2)
- Variante 3: Kreuzung von 110-kV-Erdkabeln (Versorgung des Eigenverbrauchs von SMR ETE) mit den 400-kV- und 110-kV-Freileitungen der bestehenden Blöcke

Die Berechnungen berücksichtigen somit bereits die Auswirkungen des SMR ETE-Vorhabens in Kombination (d. h. kumulativ) mit den Leitungen vom bestehenden Kraftwerk (ETE1,2).

Bei der Berechnung wurde die Mindesthöhe der unteren Phasenleiter über oder unter dem Gelände berücksichtigt, die bei Freileitungen 12,5 m über dem Geländeniveau und bei Erdkabeln 1,3 m unter dem Geländeniveau beträgt. Eine Ausnahme bildet die

110-kV-Freileitung in Variante 3, bei der die Mindesthöhe von 7,1 m angenommen wird.

Bei der Bewertung wurde der aus gesundheitlicher Sicht ungünstigste Expositionsfall berücksichtigt, bei dem der menschliche Körper leitend mit dem Boden verbunden ist und einem homogenen magnetischen Feld senkrecht zur Brust sowie einem homogenen elektrischen Feld in Richtung vom Kopf zu den Füßen ausgesetzt ist. Die Einwirkung elektrischer und magnetischer Felder im Raum ist relativ komplex; daher lässt sich die Situation vereinfachen, indem der aus hygienischer Sicht ungünstigste Fall berücksichtigt wird, bei dem die Expositionen bei gleichzeitiger Einwirkung von elektrischen und magnetischen Feldern addiert werden.

Die Ergebnisse der von EGU HV Laboratory durchgeführten Bewertung sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tab. 6. Exposition von Personen gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern an Stellen, an denen Stromleitungen parallel verlaufen oder sich kreuzen [2]**

| Variante   | Höhe über dem Boden | Min. Höhe der unteren Phasenleiter über dem Gelände $h_{min}$ | Max. Wert der elektrischen Feldstärke $E_{max}$ [kV/m] | Maximaler Wert der magnetischen Induktion $B_{max}$ [μT] | Maximalwert der modifizierten elektrischen Feldstärke $E_{mod}$ [V/m] |
|------------|---------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Variante 1 | [m]                 | 12,5 m (400 kV)<br>-1,3 m (110-kV-Kabel)                      | 5,31                                                   | 26,9                                                     | 0,047                                                                 |
|            | 0,1 m               | 12,5 m (400 kV)<br>-1,3 m (110-kV-Kabel)                      | 5,13                                                   | 51,6                                                     | 0,045                                                                 |
| Variante 2 | [m]                 | 12,5 m (400 kV)                                               | 5,36                                                   | 25,4                                                     | 0,048                                                                 |
| Variante 3 | [m]                 | 12,5 m (400 kV)<br>7,1 m (110 kV)<br>-1,3 m (110-kV-Kabel)    | 5,36                                                   | 35,1                                                     | 0,049                                                                 |
|            | 0,1 m               | 12,5 m (400 kV)<br>7,1 m (110 kV)<br>-1,3 m (110-kV-Kabel)    | 5,18                                                   | 63,3                                                     | 0,052                                                                 |

Wie ersichtlich ist, werden bei allen untersuchten Varianten die festgelegten Referenzwerte für die magnetische Induktion  $B_{max}$  (200 μT) eingehalten, jedoch werden die Referenzwerte für die elektrische Feldstärke  $E_{max}$  in Höhe von 2 kV/m überschritten. Aus diesem Grund wurde die modifizierte elektrische Feldstärke  $E_{mod}$  berechnet, wie es die Regierungsverordnung Nr. 291/2015 Sb. vorschreibt. Aus den berechneten Werten von  $E_{mod}$  geht hervor, dass der höchstzulässige Wert der modifizierten elektrischen

Feldstärke (Grenzwert 0,2 V/m) nicht überschritten wird. Der Maximalwert der modifizierten elektrischen Feldstärke  $E_{\text{mod}}$  liegt in den einzelnen Varianten bei 22,5–26,0 % des höchstzulässigen Wertes.

Wie im vorigen Kapitel erwähnt, gibt es für niederfrequente elektrische und magnetische Felder eine Schwelle, unterhalb derer keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen mehr auftreten. Die von der ICNIRP empfohlenen Werte und damit auch die höchstzulässigen Werte gemäß der tschechischen Gesetzgebung liegen deutlich unterhalb der identifizierten Schwelle der festgestellten Auswirkungen. Da der höchstzulässige Wert gemäß der Regierungsverordnung Nr. 291/2015 Sb. eingehalten wird, kann daher ein Gesundheitsrisiko im Zusammenhang mit der Exposition von Personen gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern in der Umgebung der bewerteten Leitung ausgeschlossen werden.

Im Falle einer Freileitung wurde die Bewertung für die Exposition von Personen durchgeführt, die sich auf Bodenhöhe befinden, bei einer Leiterhöhe von 12 m (bzw. 7,1 m) über dem Boden. Angesichts der Festlegung des Korridors parallel zu Wohngebieten ist auch die potenzielle Exposition einer Person zu erwähnen, die auf dem Dach eines Hauses steht, d. h. in vertikaler Richtung näher am Leiter. In diesem Fall gilt, dass der Korridor auch die Schutzzone umfasst, sodass der Abstand der Leitungen zum Dachrand nicht weniger als 20 Meter beträgt. Auch für diese Situation gilt somit, dass der höchstzulässige Wert mit einer Sicherheitsreserve eingehalten wird und ein Gesundheitsrisiko ausgeschlossen werden kann.

## 6. AUSWIRKUNGEN DER LUFTVERSCHMUTZUNG

Die Realisierung und der Betrieb des Vorhabens SMR ETE werden mit einer gewissen Zunahme der Luftverschmutzung verbunden sein, insbesondere in der Bauphase. Die Umsetzung des Vorhabens wird voraussichtlich teilweise parallel zum Bau der NJZ ETE erfolgen, weshalb auch die kumulativen Auswirkungen des Baus beider Vorhaben zu bewerten sind. In der Betriebsphase werden die Auswirkungen auf die Luftqualität vor allem mit dem dadurch verursachten Verkehr zusammenhängen.

Die Bewertung der Auswirkungen der Luftverschmutzung im Zusammenhang mit dem Vorhaben SMR ETE auf die menschliche Gesundheit erfolgt gemeinsam mit der Bewertung der Lärmbelastung in einer separaten Studie [3]. Die Bewertung basiert auf der zugrunde liegenden Ausbreitungsstudie [25] und berücksichtigt in Übereinstimmung mit dieser die folgenden Phasen der Realisierung und des Betriebs des Vorhabens:

- Phase 1 – Jahr 2034, Auswirkungen des Baus des SMR ETE, höchstmögliche Kumulierung der Auswirkungen bei einem möglichen gleichzeitigen Bau der NJZ ETE und des SMR ETE (voraussichtliche Dauer bis zu 1 Jahr)
  - Nullzustand 1 = Jahr 2034 + Anfangsphase der Vorbereitung von NJZ ETE.
  - Aktiver Zustand 1 = Jahr 2034 + Anfangsphase der Vorbereitung von NJZ ETE + Bauphase von SMR ETE.
- Stand 2: Jahr 2040 – Auswirkungen des Betriebs des SMR ETE, Übergangsphase eines möglichen gleichzeitigen Betriebs des SMR ETE mit der verkehrstechnisch anspruchsvollsten Bauphase der NJZ ETE (voraussichtliche Dauer bis zu 1 Jahr)
  - Nullzustand 2 = Jahr 2040 + Hauptbauphase der NJZ ETE.
  - Aktiver Zustand 2 = Jahr 2040 + Hauptbauphase der NJZ ETE + Betrieb des SMR ETE.
- Stand 3: Jahr 2042 – Auswirkungen des Betriebs des SMR ETE, Kumulierung der Betriebe der NJZ ETE und des SMR ETE (dauerhafter Zustand)
  - Nullzustand 3 = Jahr 2042 + Betrieb der NJZ ETE.
  - Aktiver Zustand 3 = Jahr 2042 + Betrieb der NJZ ETE + Betrieb des SMR ETE.

Die Berechnungen berücksichtigen somit bereits die Auswirkungen des SMR ETE-Vorhabens in Kumulierung mit anderen bestehenden oder geplanten Vorhaben auf dem ETE-Gelände. In den folgenden Kapiteln wird ein Überblick über die Gefährdungen der bewerteten Schadstoffe gegeben und anschließend eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Risikobewertung präsentiert.

## 6.1. Identifizierung von Gefährdung und der Dosis-Wirkungs-Beziehungen

### 6.1.1. Schwebstaub

Schwebstaub in der Luft stellt ein komplexes Gemisch aus organischen und anorganischen Stoffen dar, deren Bestandteile vielfältige chemische und physikalische Eigenschaften aufweisen. Sie entstehen sowohl im Außen- als auch im Innenbereich. Sie sind daher ein wichtiger Faktor, der zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustands führt.

Die unterschiedlichen Eigenschaften des Schwebstaubs können sich auf unterschiedliche gesundheitliche Auswirkungen beziehen – dies hängt von ihrer Größe, ihren physikalischen Eigenschaften und ihrer chemischen Zusammensetzung ab. Für eine allgemeine (indikative) Bewertung werden daher epidemiologische Indikatoren wie Mortalität (Sterblichkeit) und Morbidität (Erkrankungsrate) herangezogen.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat im Jahr 2021 neue Leitlinien zur Luftqualität [27] veröffentlicht, die die früheren, im Jahr 2005 [26] herausgegebenen Leitlinien weitgehend ersetzen. Die Exposition gegenüber dem Schwebstaub erhöht laut WHO [27] das Sterberisiko bei folgenden Diagnosen:

- langfristige PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen – mit hoher Sicherheit bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems (insbesondere ischämische Herzkrankheit) und Lungenkrebs, mit mittlerer Sicherheit bei gutartigen Erkrankungen der Atemwege,
- langfristige PM<sub>10</sub>-Konzentrationen – mit hoher Sicherheit bei gutartigen Erkrankungen der Atemwege und Lungenkrebs sowie mit mittlerer Sicherheit bei ischämischer Herzkrankheit,
- kurzfristige PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen – mit hoher Sicherheit bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen und mit mittlerer Sicherheit bei zerebrovaskulären Erkrankungen sowie bei gutartigen Erkrankungen der Atemwege.

In der vorliegenden Bewertung werden zur Quantifizierung des Risikos durch die Exposition gegenüber Schwebstaub (und analog dazu auch gegenüber Stickstoffdioxid, siehe weiter unten) die Funktionen der Konzentration - Wirkung verwendet, die von der Weltgesundheitsorganisation im Rahmen des Projekts *Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2-Projekt* (HRAPIE-2) [28] im Jahr 2025. Dieses Dokument aktualisiert somit die bisherigen Richtlinien aus dem Jahr 2013 [29].

### 6.1.2. Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) gehört zu den am häufigsten überwachten Schadstoffen bei der Bewertung der Auswirkungen von Verbrennungsquellen (d. h. insbesondere des Kraftfahrzeugverkehrs und der Gebäudeheizung) auf die Luftqualität und die Gesundheit der Bevölkerung. Von den Quellen wird überwiegend Stickstoffmonoxid

(NO) emittiert, das in der Luft nach und nach zu NO<sub>2</sub> oxidiert; in geringem Umfang wird NO<sub>2</sub> direkt emittiert.

Beim Eindringen von Stickstoffdioxid in die Atemwege sind die Luftröhre mit den Bronchien sowie die Lungenbläschen (Alveolen) am empfindlichsten; dort kommt es zu einer Ersetzung des Typ-I-Alveolarepithels durch Zellen, die widerstandsfähiger gegen Oxidation sind und sich zudem mit steigender NO<sub>2</sub>-Konzentration allmählich hypertrophieren. Dies führt zu einer Verringerung der Infektionsresistenz des Lungengewebes.

Die Exposition gegenüber Stickstoffdioxid erhöht laut WHO [27] das Sterberisiko bei folgenden Diagnosen:

- langfristige NO<sub>2</sub>-Konzentrationen – mit hoher Sicherheit bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung, mit mittlerer Sicherheit bei gutartigen Erkrankungen der Atemwege und akuten Infektionen der unteren Atemwege; einschließlich der Kindersterblichkeit,
- kurzfristige (24-Stunden-)Konzentrationen von NO<sub>2</sub> – mit hoher Sicherheit bei der Gesamtsterblichkeit ohne Unterscheidung nach Ursachen (mit Ausnahme von Unfällen) sowie bei Krankenhausaufenthalten aufgrund von Asthma.

Das Projekt HRAPIE-2 [28] gibt darüber hinaus Werte für das relative Risiko einzelner Auswirkungen einer langfristigen NO<sub>2</sub>-Exposition an.

### 6.1.3. Wechselwirkung von Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und NO<sub>2</sub>

Zur Bewertung der Auswirkungen des Baus und des Betriebs des Vorhabens auf die Gesundheit der Bevölkerung ist die Beurteilung der Wechselwirkung der PM<sub>2,5</sub>-Partikeln und NO<sub>2</sub> unerlässlich. In der realen Umgebung, insbesondere an Standorten, die vom Kraftfahrzeugverkehr und Emissionen aus Verbrennungsprozessen betroffen sind, sind die Bewohner nämlich nicht isoliert einzelnen Schadstoffen ausgesetzt.

Die Quantifizierung dieses kombinierten Effekts stellt einen wesentlichen Schritt im Prozess der Gesundheitsrisikobewertung dar. Da PM<sub>2,5</sub>-Partikel und NO<sub>2</sub> weitgehend dieselben Emissionsquellen haben (z. B. Abgase), korrelieren ihre Konzentrationen in der Luft sehr stark miteinander.

Das Projekt HRAPIE-2 [28] gibt angepasste RR-Werte für die Berechnung des kombinierten Effekts von PM<sub>2,5</sub> und NO<sub>2</sub> an. Bei einem Anstieg der Konzentration von PM<sub>2,5</sub> um 5 µg·m<sup>-3</sup> und von NO<sub>2</sub> um 20 µg·m<sup>-3</sup> verringern sich beispielsweise die geschätzten gesundheitlichen Auswirkungen der kombinierten Exposition um etwa 30,3 % im Vergleich zur Verwendung von Einstoffmodellen.

#### 6.1.4. Benzol

Benzol gelangt über Emissionen aus dem Kraftfahrzeugverkehr in die Luft, einerseits als Verbrennungsprodukt und andererseits als Bestandteil der unverbrannten Kraftstoffanteile (in Ottokraftstoff kommt es in einer Menge von ca. 0,5–2 % vor, bei Dieseldieselkraftstoff ist der Anteil unerheblich). Die Luft ist die Hauptquelle für die Exposition des Menschen gegenüber Benzol. Es ist jedoch mit erheblichen individuellen Unterschieden aufgrund des Rauchens zu rechnen, was zu einer um ein Vielfaches erhöhten Exposition führen kann.

In hohen Konzentrationen (die jedoch in der Außenluft nicht vorkommen) hat Benzol akute reizende und neurotoxische Wirkungen. In geringen Dosen (die in der Luft vorkommen können) hemmt es bei langfristiger Einwirkung die Bildung von Blutzellen, und es wird auch ein Einfluss auf die Entstehung von Leukämie vermutet. Aus diesem Grund stufen sowohl die US-Umweltschutzbehörde (EPA) als auch die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) Benzol als nachweislich krebserregend für den Menschen ein. Die Weltgesundheitsorganisation gibt für Benzol einen Wert für das einheitliche Krebsrisiko (UCR) von  $UCR = 6 \times 10^{-6} (\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1} \text{ an.}$

#### 6.1.5. Benzo[a]pyren

Die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) umfasst mehrere hundert Verbindungen, die vor allem bei der unvollständigen Verbrennung organischer Stoffe entstehen. Die wichtigsten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sind Mutagenität und Karzinogenität, während systemische toxische Wirkungen wahrscheinlich gering sind (an Tieren getestet). Bei einer Reihe von PAK mit höherem Siedepunkt gelten die Auswirkungen Mutagenität und Karzinogenität als nachgewiesen, wobei Benzo[a]pyren zu den Verbindungen gehört, bei denen die stärkste Karzinogenität festgestellt wurde.

Benzo[a]pyren wird laut IARC in Gruppe 1 als nachweislich krebserregend für den Menschen eingestuft. Aufgrund seiner Karzinogenität kann kein sicherer Grenzwert festgelegt werden. Die WHO [26] legt einen Richtwert für das karzinogene Einheitsrisiko von B[a]P in Höhe von  $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$  fest.

### 6.2. Bewertung der Exposition und Charakterisierung des Risikos

#### 6.2.1. Schwebstaub

Wie oben erwähnt, wird das Auftreten erhöhter Konzentrationen von Schwebstaub in der Luft allgemein mit dem Auftreten von Atemwegserkrankungen, Lungenkrebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und – bei der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion – auch mit Schlaganfällen in Verbindung gebracht. In der Studie [3] wird eine Quantifizierung des

Auftretens von gesundheitlichen Auswirkungen vorgenommen, die im Rahmen des Projekts HRAPIE-2 [28] definiert wurden. Die folgenden Tabellen enthalten eine zusammenfassende Übersicht über die Differenzwerte der gesundheitlichen Auswirkungen, d. h. der durch die Umsetzung des Vorhabens SMR ETE in den einzelnen Zuständen hervorgerufenen Veränderungen.

**Tab. 7. Bewertung der Veränderungen des Gesundheitsrisikos in Wohngebieten aufgrund von Veränderungen der Immissionsbelastung durch Schwebstaub PM<sub>2,5</sub>, Differenzwerte (Zustand mit dem Vorhaben) – (Ausgangszustand)**

| Gesundheitliche Auswirkung                                                         | Bevölkerungsgruppe | Zustand 1<br>Jahr 2034: | Zustand 2<br>Jahr 2040: | Zustand 3<br>Jahr 2042: |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| natürliche Sterblichkeit bei Erwachsenen                                           | ≥ 25 Jahre         | 0,0457                  | 0,00008                 | 0,00059                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Erkrankungen des Kreislaufsystems                  | ≥ 25 Jahre         | 0,0210                  | 0,00004                 | 0,00027                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – zerebrovaskuläre Erkrankungen                      | ≥ 25 Jahre         | 0,0031                  | 0,00001                 | 0,00004                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – ischämische Herzkrankheit                          | ≥ 25 Jahre         | 0,0080                  | 0,00001                 | 0,00010                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Erkrankungen des Atmungssystems (ohne Neoplasien)  | ≥ 25 Jahre         | 0,0055                  | 0,00001                 | 0,00007                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)      | ≥ 25 Jahre         | 0,0020                  | 0,00000                 | 0,00003                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Infektionen der unteren Atemwege                   | ≥ 25 Jahre         | 0,0037                  | 0,00001                 | 0,00005                 |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – bösartige Neubildungen der Bronchien und der Lunge | ≥ 25 Jahre         | 0,0020                  | 0,00000                 | 0,00003                 |
| Erkrankungsrate – Asthma bei Kindern                                               | 0–18 Jahre         | 0,0141                  | 0,00002                 | 0,00018                 |
| Erkrankungsrate – chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)                    | ≥ 30 Jahre         | 0,0175                  | 0,00003                 | 0,00023                 |
| Erkrankungsrate – ischämische Herzkrankheit (Myokardinfarkt)                       | ≥ 30 Jahre         | 0,0082                  | 0,00001                 | 0,00011                 |
| Erkrankungshäufigkeit – Schlaganfall                                               | ≥ 30 Jahre         | 0,0132                  | 0,00002                 | 0,00017                 |
| Erkrankung – Bluthochdruck                                                         | ≥ 30 Jahre         | 0,0953                  | 0,00017                 | 0,00124                 |
| Erkrankung – bösartige Neubildung der Bronchien und der Lunge                      | ≥ 30 Jahre         | 0,0041                  | 0,00001                 | 0,00005                 |
| Erkrankungsrate – Typ-2-Diabetes                                                   | 0–18 Jahre         | 0,0001                  | 0,00000                 | 0,00000                 |
| Erkrankungsrate – Demenz                                                           | ≥ 19 Jahre         | 0,0244                  | 0,00004                 | 0,00032                 |

**Tab. 8. Bewertung der Veränderungen des Gesundheitsrisikos in Wohngebieten aufgrund von Veränderungen der Immissionsbelastung durch Schwebstaub PM<sub>10</sub>, Differenzwerte (Zustand mit dem Vorhaben) – (Ausgangszustand)**

| Gesundheitliche Auswirkung                                                         | Bevölkerungsgruppe | Zustand 1<br>Jahr 2034: | Zustand 2<br>Jahr 2040: | Zustand 3<br>Jahr 2042: |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| natürliche Sterblichkeit bei Erwachsenen                                           | ≥ 25 Jahre         | 0,2368                  | 0,00014                 | 0,0045                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Erkrankungen des Kreislaufsystems                  | ≥ 25 Jahre         | 0,0878                  | 0,00005                 | 0,0017                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Erkrankungen des Atmungssystems (ohne Neoplasien)  | ≥ 25 Jahre         | 0,0301                  | 0,00002                 | 0,0006                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Tumoren der Luftröhre, der Bronchien und der Lunge | ≥ 25 Jahre         | 0,0136                  | 0,00001                 | 0,0003                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – ischämische Herzkrankheit                          | ≥ 25 Jahre         | 0,0247                  | 0,00001                 | 0,0005                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)      | ≥ 25 Jahre         | 0,0167                  | 0,00001                 | 0,0003                  |

Wie aus den oben genannten Tabellen hervorgeht, ist aufgrund des bewerteten Vorhabens bei einer Exposition gegenüber Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> mit einem leichten Anstieg des Gesundheitsrisikos zu rechnen:

- im Zustand 1 (Jahr 2034, erwartete Dauer bis zu 1 Jahr) wurde aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>2,5</sub> ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit bei Erwachsenen im Bereich von Hundertsteln eines neuen Falls sowie ein Anstieg der einzelnen Morbiditätskategorien von höchstens einem Zehntel eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>10</sub> wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit in der Größenordnung von Zehnteln eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>2,5</sub> in Wohngebieten wurde auf 0,7 µg·m<sup>-3</sup> (betrifft einzelne Einwohner) berechnet; der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>10</sub> wurde auf 2 µg·m<sup>-3</sup> (betrifft höchstens einige Dutzend Einwohner) berechnet; nur ganz lokal (betrifft ein einzelnes Wohngebäude) bei etwa 4 µg·m<sup>-3</sup>. Selbst in dem vom Vorhaben am stärksten betroffenen Wohngebiet wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeitsrate und der einzelnen Morbiditätskategorien verzeichnet, der um mehrere Größenordnungen unter einem Fall in der betroffenen Bevölkerung lag.
- im Zustand 2 (Jahr 2040, erwartete Dauer bis zu 1 Jahr) wurde aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>2,5</sub> ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit bei Erwachsenen in der Größenordnung von Hunderttausendstel eines neuen Falls sowie ein Anstieg einzelner Morbiditätskategorien ebenfalls in der Größenordnung von Hunderttausendstel, höchstens etwa ein Zehntausendstel eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>10</sub> wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit in der Größenordnung von

Zehntausendstel eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen  $PM_{2,5}$  in Wohngebieten wurde auf etwa  $0,003 \mu g \cdot m^{-3}$  (betrifft einzelne bis Dutzende Einwohner) berechnet; der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen  $PM_{10}$  wurde bis  $0,005 \mu g \cdot m^{-3}$  berechnet. Selbst in dem vom Vorhaben am stärksten betroffenen Wohngebiet wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeitsrate und der einzelnen Morbiditätskategorien verzeichnet, der um mehrere Größenordnungen unter einem Fall in der betroffenen Bevölkerung lag.

- im Zustand 3 (Jahr 2042, dauerhafter Zustand) wurde aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen  $PM_{2,5}$  ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit bei Erwachsenen in der Größenordnung von Zehntausendstel eines neuen Falls sowie ein Anstieg einzelner Morbiditätskategorien ebenfalls in der Größenordnung von Zehntausendstel eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen  $PM_{10}$  wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit in der Größenordnung von Tausendstel eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen  $PM_{2,5}$  in Wohngebieten wurde bis  $0,005 \mu g \cdot m^{-3}$  (betrifft Dutzende Einwohner) berechnet; der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch den Schwebstaub der Fraktionen  $PM_{10}$  wurde bis  $0,020 \mu g \cdot m^{-3}$  (betrifft Dutzende Einwohner) berechnet. Selbst in dem vom Vorhaben am stärksten betroffenen Wohngebiet wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeitsrate und der einzelnen Morbiditätskategorien verzeichnet, der um mehrere Größenordnungen unter einem Fall in der betroffenen Bevölkerung lag.

## 6.2.2. Stickstoffdioxid

Die folgenden Tabellen enthalten eine Zusammenfassung der Differenzwerte der gesundheitlichen Auswirkungen der NO<sub>2</sub>-Exposition in den einzelnen Szenarien.

**Tab. 9. Bewertung der Veränderungen des Gesundheitsrisikos in Wohngebieten aufgrund von Veränderungen der Immissionsbelastung durch NO<sub>2</sub>, Differenzwerte (Zustand mit dem Vorhaben) – (Ausgangszustand)**

| Gesundheitliche Auswirkung                                                         | Bevölkerungsgruppe | Zustand 1<br>Jahr 2034: | Zustand 2<br>Jahr 2040: | Zustand 3<br>Jahr 2042: |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| natürliche Sterblichkeit bei Erwachsenen                                           | ≥ 25 Jahre         | 0,0134                  | 0,0006                  | 0,0005                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Erkrankungen des Atmungssystems (ohne Neoplasien)  | ≥ 25 Jahre         | 0,0012                  | 0,0001                  | 0,0000                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)      | ≥ 25 Jahre         | 0,0004                  | 0,0000                  | 0,0000                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Infektionen der unteren Atemwege                   | ≥ 25 Jahre         | 0,0010                  | 0,0000                  | 0,0000                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – Erkrankungen des Kreislaufsystems                  | ≥ 25 Jahre         | 0,0050                  | 0,0002                  | 0,0002                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – ischämische Herzkrankheit                          | ≥ 25 Jahre         | 0,0018                  | 0,0001                  | 0,0001                  |
| Sterblichkeit bei Erwachsenen – bösartige Neubildungen der Bronchien und der Lunge | ≥ 25 Jahre         | 0,0009                  | 0,0000                  | 0,0000                  |
| Erkrankungsrate – Asthma bei Kindern                                               | 0–18 Jahre         | 0,0031                  | 0,0001                  | 0,0001                  |
| Erkrankungshäufigkeit – Asthma bei Erwachsenen                                     | ≥ 19 Jahre         | 0,0089                  | 0,0004                  | 0,0003                  |
| Erkrankungshäufigkeit – Infektionen der unteren Atemwege bei Kindern               | 0–12 Jahre         | 0,0096                  | 0,0004                  | 0,0004                  |

Wie aus den oben genannten Tabellen hervorgeht, ist auch bei einer Exposition gegenüber Stickstoffdioxid aufgrund des bewerteten Vorhabens nur ein geringer Anstieg des Gesundheitsrisikos zu erwarten.

- im Zustand 1 (Jahr 2034, erwartete Dauer bis zu 1 Jahr) wurde aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit bei Erwachsenen im Bereich von Hundertsteln eines neuen Falls und ein Anstieg einzelner Morbiditätskategorien im Bereich von Tausendsteln eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid in Wohngebieten wurde unterhalb der Grenze von 0,1 µg·m<sup>-3</sup> (bezogen auf Einwohner) berechnet. Selbst in dem vom Vorhaben am stärksten betroffenen Wohngebiet wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeitsrate und der einzelnen Morbiditätskategorien verzeichnet, der um mehrere Größenordnungen unter einem Fall in der betroffenen Bevölkerung lag.
- im Zustand 2 (Jahr 2040, erwartete Dauer bis zu 1 Jahr) wurde aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit bei Erwachsenen im Bereich von Zehntausendsteln eines neuen Falls und ein Anstieg einzelner Morbiditätskategorien auch im Bereich von Zehntausendsteln eines Falls

in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid in Wohngebieten wurde unterhalb der Grenze um  $0,005 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (betrifft einige Dutzende Einwohner) berechnet. Selbst in dem vom Vorhaben am stärksten betroffenen Wohngebiet wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeitsrate und der einzelnen Morbiditätskategorien verzeichnet, der um mehrere Größenordnungen unter einem Fall in der betroffenen Bevölkerung lag.

- im Zustand 3 (Jahr 2042, dauerhafter Zustand) wurde aufgrund der Exposition gegenüber der Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeit bei Erwachsenen im Bereich von Zehntausendsteln eines neuen Falls und ein Anstieg einzelner Morbiditätskategorien auch im Bereich von Zehntausendsteln eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung berechnet. Der höchste Anstieg der Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid in Wohngebieten wurde unterhalb der Grenze um  $0,005 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (betrifft einige Dutzende Einwohner) berechnet. Selbst in dem vom Vorhaben am stärksten betroffenen Wohngebiet wurde ein Anstieg der natürlichen Sterblichkeitsrate und der einzelnen Morbiditätskategorien verzeichnet, der um mehrere Größenordnungen unter einem Fall in der betroffenen Bevölkerung lag.

In keinem Teil des Untersuchungsgebiets ist ebenfalls mit gesundheitlichen Auswirkungen durch eine akute Exposition gegenüber Stickstoffdioxid zu rechnen.

### 6.2.3. Wechselwirkung zwischen Schwebstaub $\text{PM}_{2,5}$ und Stickstoffdioxid

Schwebstaub  $\text{PM}_{2,5}$  und  $\text{NO}_2$  haben weitgehend gemeinsame Emissionsquellen. Um die methodische Korrektheit der Berechnung zu gewährleisten, wird ein Verfahren angewendet, das das Risiko einer doppelten Berücksichtigung ihrer Auswirkungen begrenzt. Die Bewertung erfolgt hinsichtlich der Auswirkung auf die natürliche Sterblichkeit von Erwachsenen. Aus den Ergebnissen der Bewertung geht hervor, dass unter Berücksichtigung der gemeinsamen Auswirkungen der Anstieg der natürlichen Sterblichkeit aufgrund des SMR ETE-Vorhabens im Zustand 1 (Jahr 2034) bei etwa einem Hundertstel eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung liegt, in den Zuständen 2 und 3 (Jahre 2040 und 2042, erwartete Dauer 1 Jahr bzw. dauerhafter Zustand) dann in der Größenordnung von Hunderttausendsteln eines Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung.

### 6.2.4. Benzol und Benzo[a]pyren

Benzol und Benzo[a]pyren sind nachgewiesene Humankarzinogene. Im Falle von Benzol liegt der Anstieg der Leukämiefälle infolge der Realisation des Vorhabens in der Größenordnung von Zehnmillionsteln eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung. Der höchste Anstieg im Wohngebiet wurde im Zustand 1 (Jahr 2034, erwartete Dauer bis zu 1 Jahr) auf  $0,004 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  berechnet und betrifft einige Dutzend Einwohner. Dieser Wert entspricht einem Anstieg des Risikos für

gesundheitliche Auswirkungen durch chronische Benzolbelastung von höchstens  $2,40 \times 10^{-8}$  (1 Fall pro mehr als 41,6 Millionen Einwohner).

Im Fall von Benzo[a]pyren liegt der Anstieg der Krebsfälle in der Größenordnung von Zehnmillionsteln bis Hunderttausendsteln eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung. Der höchste Anstieg in Wohngebieten wurde auf  $0,0005 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$  berechnet (betrifft einige Dutzend Einwohner). Dieser Wert entspricht einem Anstieg des Risikos für gesundheitliche Auswirkungen durch chronische Exposition gegenüber Benzo[a]pyren von höchstens  $4,35 \times 10^{-7}$  (1 Fall pro fast 2,3 Millionen Einwohner).

Angesichts der Anzahl der am stärksten betroffenen Einwohner lässt sich für beide Schadstoffe feststellen, dass die berechneten Veränderungen der Gesundheitsrisiken im Sinne einer Gesundheitsgefährdung völlig unbedeutend sind.

#### **6.2.5. Auswirkungen kurzfristiger Expositionen während der Bauarbeiten**

Darüber hinaus wurde eine Bewertung der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit im Zusammenhang mit Veränderungen der kurzfristigen Konzentrationen (Tagesmittelwerte) von Schwebstaub  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$  und Stickstoffdioxid während der Bauarbeiten durchgeführt. Quelle der Luftverschmutzung werden sowohl das Baugelände selbst als auch der dadurch verursachte Kraftfahrzeugverkehr sein. Die Bewertung erfolgt für den am stärksten betroffenen Teil des Bebauungsgebiets, und zwar hinsichtlich der Auswirkungen des Baus des SMR ETE sowie hinsichtlich der gemeinsamen Auswirkungen der Bautätigkeiten im Rahmen der Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE. Für den Bau des SMR ETE wird ein maximaler kurzfristiger Anstieg der Tageskonzentrationen von  $\text{PM}_{2,5}$ -Partikeln um bis zu  $50,6 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  erwartet, von  $\text{PM}_{10}$ -Partikeln um  $168,5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  und bei  $\text{NO}_2$  um  $3,4 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . In Kombination mit dem Bau des Vorhabens der NJZ ETE bedeutet dies einen Anstieg der täglichen Konzentrationen von  $\text{PM}_{2,5}$ -Partikeln um bis zu  $180 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , von  $\text{PM}_{10}$ -Partikeln um  $600 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  und von  $\text{NO}_2$  um  $3,5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Es handelt sich hierbei um Höchstwerte, die potenziell bei einem Zusammentreffen der ungünstigsten meteorologischen und emissionsbezogenen Bedingungen auftreten können. Die Berechnungen der Veränderungen der Immissionskonzentrationen wurden ohne Berücksichtigung von Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Luftqualität durchgeführt.

Die Quantifizierung der Auswirkungen erfolgte für die tägliche Exposition. Die Ergebnisse der Bewertung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tab. 10. Bewertung der Veränderungen des Gesundheitsrisikos in Wohngebieten  
aufgrund von Veränderungen in der Immissionsbelastung PM<sub>2,5</sub> und NO<sub>2</sub>**

| Immissionsgröße                     | Gesundheitliche Auswirkung                                      | Bevölkerungsgruppe | Ausgangszustand | Bau der NJZ ETE        |           | Bau des SMR ETE        |           |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
|                                     |                                                                 |                    |                 | Stand mit dem Vorhaben | Differenz | Stand mit dem Vorhaben | Differenz |
| PM <sub>2,5</sub> Tagesdurchschnitt | natürliche Sterblichkeit bei Erwachsenen *                      | Insgesamt          | 0,000015        | 0,000349               | 0,000334  | 0,000109               | 0,000094  |
| PM <sub>2,5</sub> Tagesdurchschnitt | Erkrankungsrate – Erkrankungen des Kreislaufsystems             | Insgesamt          | 0,000041        | 0,000983               | 0,000942  | 0,000306               | 0,000265  |
| PM <sub>10</sub> Tagesdurchschnitt  | Tage der beschränkten Aktivität (RADS) – versäumter Schulbesuch | 5–14 Jahre         | 0,014660        | 0,729814               | 0,715153  | 0,215499               | 0,200839  |
| NO <sub>2</sub> Tagesmittelwert     | natürliche Sterblichkeit bei Erwachsenen *                      | Insgesamt          | 0,000015        | 0,000024               | 0,000009  | 0,000019               | 0,000004  |
| NO <sub>2</sub> Tagesmittelwert     | Erkrankungsrate – Erkrankungen der Atemwege                     | Insgesamt          | 0,000023        | 0,000030               | 0,000007  | 0,000030               | 0,000007  |

Aus der Tabelle geht hervor, dass an jedem Tag, an dem die höchsten berechneten Tageswerte auftreten, die natürliche Sterblichkeit um höchstens Zehntausendstel eines neuen Falls und die Inzidenz von Erkrankungen des Kreislaufsystems um etwa ein Tausendstel eines neuen Falls ansteigt. Im Falle von Tagen der geschränkten Aktivität, ausgedrückt als versäumter Schulbesuch, wurde bei gleichzeitiger Errichtung der NJZ ETE und des SMR ETE ein Anstieg von knapp unter einem Fall berechnet. Das Ergebnis lässt sich so interpretieren, dass bei maximalen Expositionswerten keine nennenswerten Auswirkungen auf die Sterblichkeit oder Morbidität im Sinne der definierten Diagnosen zu erwarten sind; es kann jedoch zu gesundheitlichen Auswirkungen in Form leichter Atemwegsbeschwerden kommen (die sich in eingeschränkter Aktivität äußern).

In diesem Fall gilt jedoch, dass die Berechnungen für ein theoretisches Zusammentreffen ungünstiger Umstände sowohl hinsichtlich des Bauvorhabens (höchste Emissionen) als auch hinsichtlich der meteorologischen Bedingungen durchgeführt wurden; und da es sich um eine Exposition gegenüber PM<sub>10</sub> (also Staub) handelt, lässt sich dieses Zusammentreffen ungünstiger Umstände grundsätzlich durch technische Maßnahmen beseitigen. Als Mittel dienen die in der Ausbreitungsstudie aufgeführten Maßnahmen zur Minimierung der Staubpartikelemissionen. Unter der Voraussetzung, dass diese Maßnahmen eingehalten werden, wird es nicht zu den beschriebenen maximalen Anstiegen der Exposition und somit auch nicht zu den damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen kommen (bzw. werden diese

Auswirkungen auf das Niveau der in den Kapiteln 6.2.1–6.2.3 beschriebenen Durchschnittswerte reduziert).

## 7. LÄRMBELASTUNGEN

Die Bewertung der Auswirkungen der Lärmbelastung im Zusammenhang mit dem SMR-ETE-Vorhaben auf die menschliche Gesundheit erfolgt zusammen mit der Bewertung der Auswirkungen der Luftverschmutzung in einer separaten Studie [3]. Die im Rahmen der vorgesehenen Bewertung zu berücksichtigenden, identifizierten Auswirkungen von Lärm auf die menschliche Gesundheit stehen ausschließlich im Zusammenhang mit langfristigen (mehrjährigen) Expositionen. Aus diesem Grund wird nur die Betriebsphase des Vorhabens bewertet. Auswirkungen des Lärms in der Bauphase auf die Gesundheit der in der Umgebung des Vorhabens lebenden Bevölkerung werden nicht erwartet. In Übereinstimmung mit den zugrunde liegenden Lärmstudien [30, 31] wird dann eine Bewertung für die folgenden Zustände durchgeführt.

- Zukünftiger Zustand (Jahr 2034) – Verkehrsaufkommen für das Jahr 2034
  - Betrieb des ETE1,2, ohne Betrieb des SMR ETE
  - Betrieb des ETE 1,2, mit Betrieb des SMR ETE
- Zukünftiger Zustand (Jahr 2034) – stationäre Lärmquellen
  - Betrieb des ETE 1,2, mit Betrieb des SMR ETE
- Zielzustand (Jahr 2042) – Verkehrsaufkommen für das Jahr 2042
  - Betrieb des ETE 1,2 + Betrieb der NJZ ETE, ohne Betrieb des SMR ETE
  - Betrieb des ETE 1,2 + Betrieb der NJZ ETE, mit Betrieb des SMR ETE
- Zielzustand (Jahr 2042) – stationäre Lärmquellen
  - Betrieb des ETE 1,2 + Betrieb der NJZ ETE, mit Betrieb des SMR ETE

In den folgenden Kapiteln wird ein Überblick über die Auswirkungen von Lärm auf die menschliche Gesundheit angegeben und anschließend wird eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Quantifizierung des Gesundheitsrisikos bzw. der damit verbundenen Indikatoren (Belästigung, Schlafstörungen) präsentiert.

### 7.1. Identifizierung von Gefährdung und der Dosis-Wirkungs-Beziehungen

Die negativen Auswirkungen von Lärm auf die menschliche Gesundheit werden allgemein als morphologische oder funktionelle Veränderungen des Organismus definiert, die zu einer Verschlechterung seiner Funktionen, zu einer Verringerung der Kompensationsfähigkeit gegenüber Stress oder zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber anderen negativen Umwelteinflüssen führen. Die Auswirkungen von Lärm auf die menschliche Gesundheit lassen sich mit einer gewissen Vereinfachung in spezifische Auswirkungen, die sich in

Funktionsstörungen des Gehörs äußern, und in unspezifische (nicht auf das Gehör bezogene) Auswirkungen unterteilen, bei denen die Funktionen verschiedener Körpersysteme beeinträchtigt werden.

Bei einer üblichen Belastung durch Verkehrslärm treten vor allem systemische (unspezifische) Auswirkungen auf, bei denen die Funktionen verschiedener Körpersysteme beeinträchtigt werden; häufig spielen dabei Stressreaktionen, Schlafstörungen und Beeinträchtigungen der höheren Nervenfunktionen eine Rolle. Chronischer, durch Lärm verursachter Stress kann dazu beitragen, den Verlauf von Erkrankungen mit multifaktoriellen Ursachen auszulösen oder zu beschleunigen.

Als hinreichend nachgewiesene schwerwiegende Auswirkungen von Lärm gelten gemäß der aktuellen WHO-Richtlinie [33] Belästigung, Schlafstörungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, eine Verschlechterung der kognitiven Funktionen und Schädigungen des Gehörs. Die folgende Übersicht enthält eine kurze Charakterisierung dieser Auswirkungen gemäß dem SZÚ [34]:

- **Lärmbelästigung** ist die häufigste Reaktion des Menschen auf Lärmbelastung. Als Belästigung wird ein psychischer Zustand bezeichnet, der bei der unfreiwilligen Wahrnehmung von Einflüssen entsteht, denen der Einzelne ablehnend gegenübersteht und auf die er mit Gefühlen der Abneigung, Gereiztheit und in manchen Fällen sogar mit psychosomatischen Störungen reagiert; der Einfachheit halber werden auch andere negative Emotionen im Zusammenhang mit Lärm (Ärger, Unzufriedenheit, Angst, Aufregung) als Belästigung bezeichnet. Die Belästigung wird maßgeblich von den individuellen Eigenschaften des Empfängers beeinflusst; aus Sicht des Einzelnen gilt sie daher als Faktor mit schwellenwertloser Wirkung, was bedeutet, dass selbst leiseste Geräusche eine empfindliche Person belästigen können.
- **Beeinträchtigung des Schlafs** durch Lärm äußert sich nachweislich in Veränderungen der physiologischen Reaktionen (Veränderungen der Herzfrequenz, Anzeichen des Erwachens im EEG, Veränderungen in der Dauer der Schlafphasen, erhöhte Bewegungsaktivität im Schlaf, Einschlaf- und Aufwachschwierigkeiten, Verkürzung der Schlafdauer); es liegen zudem ausreichende Belege für subjektiv wahrgenommene Schlafstörungen, umweltbedingte Schlaflosigkeit und einen erhöhten Konsum von Schlafmitteln vor. Zu den gesundheitlichen Folgen von Schlafstörungen durch nächtlichen Lärm zählen Veränderungen des Stresshormonspiegels, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, psychische Störungen, Adipositas, eine verkürzte Lebenserwartung, ein erhöhtes Auftreten von Arbeitsunfällen sowie psychosoziale Folgen (Schläfrigkeit und Müdigkeit, Gereiztheit, verminderte Leistungsfähigkeit, Verschlechterung der kognitiven Fähigkeiten, Beeinträchtigung sozialer Kontakte).
- **Die Auswirkungen von Lärm auf das Herz-Kreislauf-System** wurden in einer Reihe epidemiologischer Studien nachgewiesen. Als anerkannter Wirkmechanismus gilt hier die Stressreaktion des Organismus, bei der ein Schallreiz unbewusst als alarmierend gewertet wird und es zu einer Stressreaktion kommt, die mit der Aktivierung des autonomen Nervensystems und der Ausschüttung von Stresshormonen einhergeht, was zu einem

vorübergehenden Anstieg des Blutdrucks, der Herzfrequenz und zu einer Gefäßverengung führt. Nach langfristiger Belastung können sich bei empfindlichen Personen dann dauerhafte Auswirkungen wie Bluthochdruck und ischämische Herzkrankheit entwickeln. Weitere mögliche Wirkmechanismen von Lärm auf das Herz-Kreislauf-System sind ein Magnesiumverlust (das infolge wiederholter Nervenimpulse aus dem Körper ausgeschwemmt wird) oder langfristiger Schlafmangel und dessen Folgen. Nach aktuellen Daten der WHO gilt ein erhöhtes Risiko für eine ischämische Herzerkrankung durch Straßenverkehrslärm als nachgewiesen; im Gegensatz dazu wird die Qualität der Belege für das zuvor beschriebene Risiko einer Hypertonie derzeit als gering eingestuft, während die Ergebnisse im Falle eines Schlaganfalls widersprüchlich sind.

- **Die Verschlechterung der kognitiven Fähigkeiten** durch Lärm umfasst Störungen des Sprachverständnisses, die Aufmerksamkeitsstörung und eine Verringerung der Arbeitsgedächtniskapazität. Die Folge sind Leistungseinbußen, schlechtere Ergebnisse bei der Erledigung von Aufgaben, Fehler bei der Arbeit sowie gegebenenfalls Unfälle und Verletzungen. Lärm kann zudem die sprachliche Kommunikation erheblich beeinträchtigen oder andere informationsrelevante Signale überlagern. Eine Beeinträchtigung der sprachlichen Kommunikation hat eine Reihe nachweisbarer negativer Folgen für das Verhalten und die zwischenmenschlichen Beziehungen; sie führt zu Reizbarkeit, Unsicherheit, einem Rückgang der Arbeitsleistung und Unzufriedenheit. In Feldstudien wurde ein Zusammenhang zwischen Fluglärm und einer Verschlechterung der Lesefähigkeit, des Sprachverständnisses und der Testleistungen bei Schulkindern bestätigt; im Falle von Straßen- und Schienenverkehrslärm sind die Ergebnisse inkonsistent und die Qualität der Belege unzureichend.
- **Schädigungen des Gehörs** beruhen im Wesentlichen auf zwei Mechanismen. Extrem hohe Schalldruckpegel können ein akustisches Trauma auslösen, dessen Ursache eine Verletzung des Trommelfells, der Gehörknöchelchen oder des membranösen Labyrinths ist und das zu einer dauerhaften Hörschädigung führt. Bei langfristiger bis lebenslanger Lärmbelastung des Gehörs kommt es zu einer Hörschädigung, deren Ursache zunächst vorübergehende, später dann dauerhafte funktionelle und morphologische Veränderungen der Sinnes- und Nervenzellen des Corti-Organs im Innenohr sind. Diese Störungen äußern sich zunächst in einer vorübergehenden Erhöhung der Hörschwelle; bei anhaltender Lärmbelastung kommt es nach einer gewissen Latenzzeit zu einer dauerhaften Hörschädigung. Hörschäden sind bei beruflicher Lärmbelastung in Abhängigkeit von der Höhe des äquivalenten Schalldruckpegels und der Dauer der Exposition hinreichend nachgewiesen; sie treten jedoch auch bei Lärm außerhalb des Arbeitsumfelds auf, z. B. im Zusammenhang mit Lärm aus Freizeitaktivitäten. Ein Hörverlust ist in der Regel das Ergebnis einer kombinierten Lärmbelastung aus verschiedenen Quellen, d. h. aus dem Arbeits- und Lebensumfeld sowie aus Freizeitaktivitäten.

Die Wirkung von Lärm gilt als schwellenwertfrei (d. h., es lässt sich kein sicherer Grenzwert festlegen, unterhalb dessen keine Wirkung mehr auftritt); in der Praxis wird jedoch mit bestimmten Grenzwerten gearbeitet, oberhalb derer der Zusammenhang zwischen der Lärmbelastung und der Wirkung als signifikant angesehen wird. Die WHO [33] gibt folgende empfohlene Expositionswerte für Straßenverkehrslärm an:

- Durchschnittswert, ausgedrückt durch den Lärmindex Tag-Abend-Nacht ( $L_{\text{dn}}$ ) – 53 dB
- Nachtlärm ( $L_n$ ) – 45 dB

Für die quantitative Bewertung der Auswirkungen des Straßenverkehrslärms im Untersuchungsgebiet wurden die in der Zulassungsanleitung des SZÚ [32] festgelegten Verfahren angewendet, die auf Anhang III der Richtlinie (EU) 2020/367 der Kommission basieren. Die Bewertung erfolgt für die folgenden Lärmauswirkungen:

- starke Belästigung
- starke Schlafstörung
- ischämische Herzkrankheit (IHK)

## 7.2. Bewertung der Exposition und Charakterisierung des Risikos

Auf der Grundlage der Ergebnisse der akustischen Studie wurden der Anteil der Bevölkerung in Lärmbelastungszonen oberhalb der empfohlenen Expositionsgrenzwerte, das Ausmaß der Lärmbelästigung, der Schlafstörung sowie die Inzidenz von IHK aufgrund der Lärmbelastung durch den Straßenverkehr quantifiziert. Wie aus der durchgeführten Bewertung hervorgeht, wird der Anteil der Einwohner in den umliegenden Bebauungsgebieten bereits im Zustand ohne das Vorhaben in den Bereichen, die über dem WHO-Richtwert für den durchschnittlichen Lärmpegel Tag-Abend-Nacht sowie für den nächtlichen Lärmpegel liegen, 100 % betragen. Durch das Vorhaben wird sich daran nichts ändern. Die Ergebnisse der Quantifizierung der Lärmauswirkungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tab. 11. Gesamtwerte für den Grad der starken Belästigung, der starken Schlafstörung und das Auftreten von ICHS, Straßenverkehr (für eine Gesamtzahl von 350 betroffenen Einwohnern)**

|                        | Ohne Vorhaben | Mit Vorhaben | Veränderung |
|------------------------|---------------|--------------|-------------|
| <b>Jahr 2034</b>       |               |              |             |
| Starke Belästigung     | 64            | 65           | 1           |
| Starke Schlafstörungen | 19            | 19           | 0           |
| Auftreten von ICHS     | 0.2358        | 0.2381       | 0.0023      |
| <b>Jahr 2042</b>       |               |              |             |
| Starke Belästigung     | 65            | 66           | 1           |
| Starke Schlafstörungen | 19            | 19           | 0           |
| Auftreten von ICHS     | 0.2421        | 0.2443       | 0.0022      |

Aus den Ergebnissen der Bewertung geht hervor, dass:

- die Anzahl der durch den Straßenverkehr stark belästigten Einwohner in der umliegenden bestehenden Bebauung im Ausgangszustand 64 bzw. 65 Personen beträgt; aufgrund des Vorhabens wurde ein Anstieg um einen Fall berechnet

- die Anzahl der Einwohner, die im Schlaf stark gestört werden, in beiden Zuständen 19 Personen beträgt; durch das Vorhaben wurde keine Veränderung festgestellt
- der Anstieg des kardiovaskulären Risikos (Anzahl der Fälle von koronarer Herzkrankheit) auf ca. 0,0022–0,0023 Fälle berechnet wurde; es handelt sich also um eine völlig vernachlässigbare Veränderung.

Insgesamt lässt sich somit feststellen, dass es durch das Vorhaben zu einem sehr geringen Anstieg des Belästigungsgrades kommen wird (um 1 Fall von 350 betroffenen Einwohnern). Im Falle des Auftretens von IHK liegt die Veränderung um mehrere Größenordnungen unterhalb der Erkennbarkeitsgrenze.

Aus der vorläufigen Bewertung der Auswirkungen stationärer Quellen geht hervor, dass deren Betrieb lediglich im Standort Kočín zu Belästigungen oder Schlafstörungen führen kann, und zwar bei 2–3 % der betroffenen Einwohner; angesichts der Anzahl der betroffenen Einwohner handelt es sich also höchstens um vereinzelte Fälle.

## 8. PSYCHOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN

Ein wesentlicher Aspekt der Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf die öffentliche Gesundheit ist die Beurteilung seiner psychologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung der umliegenden Gemeinden. Der psychische Zustand der Bevölkerung wird langfristig im Rahmen des Programms zur Überwachung und Bewertung der Auswirkungen des Kernkraftwerks Temelín auf die Umwelt beobachtet, das eine Reihe von Maßnahmen zur Überwachung und Auswertung von Komponenten und Indikatoren des Umweltzustands über die gesetzlichen Verpflichtungen des Kraftwerksbetreibers hinaus definiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei der Bevölkerung in der unmittelbaren Umgebung möglicherweise Befürchtungen hinsichtlich der Nähe zum Kernkraftwerk und der damit verbundenen potenziellen Risiken durch Strahlenbelastung und mögliche Unfälle störend wirken könnten. Im Rahmen des Programms wurde der Gesundheitszustand der Bevölkerung in der Vorbetriebsphase des Kraftwerks dokumentiert; anschließend werden in regelmäßigen jährlichen Abständen aktuelle Daten für den vergangenen Zeitraum erhoben und ausgewertet, und zwar sowohl für die in der Nähe des Kernkraftwerks Temelín lebenden Einwohner (sog. exponiertes Gebiet) sowie für die Bevölkerung in anderen, weiter entfernten Regionen mit ähnlichen natürlichen und sozioökonomischen Bedingungen (sogenannte Kontrollgebiete). Die bislang letzte Untersuchung fand im Jahr 2025 statt und knüpfte an frühere Erhebungen aus den Jahren 2000, 2002, 2004, 2011 und 2018 an. Die Ergebnisse der Erhebung wurden anschließend mit einer Kontrollstichprobe der ostböhmischen Bevölkerung verglichen, die nicht durch das Vorhandensein eines Kernkraftwerks in ihrer Umgebung belastet ist. Die Forschungsergebnisse sind im Dokument DP14 Studie zum psychischen Zustand der Bevölkerung am Standort Temelín [4] dargestellt. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse der Untersuchung ist im folgenden Text enthalten.

Ziel der durchgeführten Untersuchung war es, zu klären, ob bei den Bewohnern der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín psychische Probleme wie Labilität, Angstgefühle, Stress oder Befürchtungen in größerem Maße auftreten als bei Bevölkerungsgruppen, die nicht durch die Präsenz eines Kernkraftwerks beeinflusst sind. Die Untersuchung wurde nach einer speziell für die Zwecke dieser Erhebung entwickelten Methodik durchgeführt. Das Verfahren wurde so konzipiert, dass mögliche negative Veränderungen im Zusammenhang mit dem Vorhandensein des Kernkraftwerks identifiziert werden konnten (Neurotizismus, Lügen-Skala, depressive Symptomatik, Kontrollüberzeugung, Lebenszufriedenheit, empfundene Ängste und Befürchtungen, Selbstwirksamkeit). Die Datenerhebung erfolgte mittels eines strukturierten Interviews zwischen dem Interviewer und dem Befragten unter Verwendung des genannten Interviewbogens; die Teilnahme der Befragten an der Untersuchung war freiwillig und anonym. Die Forschungsfragen und Thesen wurden in einen umfassenden Fragebogen integriert, in dem die Befragten ihre Meinung zu den

einzelnen Thesen anhand einer siebenstufigen Skala äußerten. Um bewusst negative Einstellungen gegenüber dem ETE (bzw. SMR ETE) auszuschließen und eine Verzerrung der Daten zu vermeiden, wurde der Fragebogen so gestaltet, dass nicht erkennbar ist, dass es sich um eine Untersuchung im Zusammenhang mit dem Kernkraftwerk Temelín handelt. Die gewonnenen Daten wurden mithilfe statistischer Analysen und spezieller Programme ausgewertet.

Die Stichprobe umfasste 550 Personen, die in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín leben, sowie 551 Personen, die in Ostböhmen leben. Die Zusammensetzung der Stichprobe wurde auf der Grundlage sozialer und demografischer Indikatoren aus der Grundgesamtheit festgelegt, z. B. Geschlecht, Alter (ab 15 Jahren) oder höchster Bildungsabschluss (vier ausgewählte Stufen).

Das untersuchte Gebiet in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín umfasste folgende Gemeinden und deren Ortsteile: Dříteň; Nákří (Chvalešovice, Libív, Malešice, Radomilice, Strachovice, Velice, Záblatí und Záblatíčko); Temelín (Kočín, Lhota pod Horami, Litoradice, Sedlec und Zvěrkovice); Týn nad Vltavou (Hněvkovice am linken Ufer der Vltava, Koloděje nad Lužnicí, Malá Strana, Netěchovice, Nuzice, Předčice, Vesce und Jarošovice) sowie Všemyslice (Bohunice, Neznašov, Slavětice und Všeteč). Die Kontrollgruppe der Befragten in Ostböhmen wurde aus der Bevölkerung der Bezirke Hradec Králové, Chrudim, Náchod, Rychnov nad Kněžnou, Pardubice, Svitavy und Ústí nad Orlicí ausgewählt.

Aufgrund der Ergebnisse der psychologischen Untersuchung wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Temelín- und der Kontrollgruppe in Bezug auf Neurotizismus, Lügen-Skala, depressive Symptomatik und Kontrollüberzeugung identifiziert. In all diesen Fällen wurde stets bei der Gruppe der Befragten aus der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín ein günstigeres Ergebnis festgestellt. Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung lässt sich somit feststellen, dass die Nähe zum Kernkraftwerk Temelín den psychischen Zustand der in dessen Umgebung lebenden Bevölkerung nicht negativ beeinflusst. Das Kraftwerk selbst wurde zudem von keinem der Befragten als Ursache für Lebensunzufriedenheit erwähnt oder direkt benannt.

Die genannten Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen überein und bestätigen den seit Langem beobachteten Trend zu einer höheren psychischen Lebensqualität bei den Anwohnern des Kernkraftwerks Temelín. Es lässt sich die Annahme aufstellen, dass die Anwohner die Existenz des Kernkraftwerks mehrheitlich akzeptiert haben und es nicht als einen bedrohlichen Faktor wahrnehmen. Die festgestellte stabile und positive Entwicklung der psychologischen Merkmale der Bevölkerung in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín hängt jedoch von dessen störungsfreiem Betrieb und von der Sicherheit der Kernenergie im Allgemeinen ab. Die Anwohner nehmen zweifellos die potenziellen Sicherheitsrisiken des Kraftwerksbetriebs wahr, betrachten das Kraftwerk jedoch

offenbar mehrheitlich als sicher bzw. als nach hohen Sicherheitsstandards betrieben. Wichtige Persönlichkeitsmerkmale sowie das psychische Gleichgewicht und das Wohlbefinden der Bewohner in der unmittelbaren Umgebung werden durch die Existenz und die Nähe des Kernkraftwerks Temelín nicht beeinträchtigt.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Studie [4] lässt sich daher feststellen, dass der Betrieb des ETE insgesamt nicht mit negativen Auswirkungen auf den psychischen Zustand und das seelische Wohlbefinden der in seiner Umgebung lebenden Bevölkerung verbunden ist. Gleichzeitig kann die Annahme als vollständig begründet angesehen werden, dass sich die Auswirkungen der ETE auf den psychischen Zustand der Anwohner durch die Umsetzung des Vorhabens SMR ETE (das eine moderne Technologie mit einem hohen Maß an aktiven und passiven Sicherheitselementen darstellt) nicht ändern werden. Die gleiche Schlussfolgerung gilt auch für das Zusammenwirken von SMR ETE und anderen bestehenden sowie geplanten Betrieben in der Region.

## 9. SOZIALE UND WIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN

Die voraussichtlichen sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen des Baus und des Betriebs der neuen SMR ETE-Kernkraftanlage am Standort Temelín wurden im Rahmen des Dokuments DP28 – Sozioökonomische Studie zur regionalen Entwicklung [5] bewertet. Die Studie bewertet in erster Linie die Auswirkungen des Vorhabens SMR ETE, berücksichtigt jedoch auch die Auswirkungen des Baus der neuen Kernkraftanlage am Standort Temelín (im Folgenden NJZ ETE), da sich die Auswirkungen beider Bauvorhaben gegenseitig verstärken werden. Bewertet werden vor allem die Auswirkungen auf die Bevölkerung, den Arbeitsmarkt, die Wirtschaft, die Lebensbedingungen, die Verkehrsinfrastruktur, die Versorgungseinrichtungen, den Wohnungsbau und die öffentliche Verwaltung des Gebiets.

Bei der Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens wurde das betroffene Gebiet wie folgt definiert:

- Als betroffene Gebiete gelten Gemeinden und Gebietskörperschaften, die sich in einem Umkreis von 5 km um den Standort des Vorhabens befinden
- Die sozioökonomischen Auswirkungen wurden in einem weiteren Umkreis von bis zu 10 km um den Standort des Vorhabens bewertet
- Bei den relevanten Themen wurden auch größere Städte, die sich in einem Umkreis von bis zu 25 km um den Standort des Vorhabens befinden und durch die Umsetzung des Vorhabens ebenfalls beeinflusst werden könnten, in die Bewertung einbezogen.

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der genannten Studie zusammengefasst.

### Humanressourcen

Die Umsetzung des Vorhabens wird sich auf den Zuzug neuer Einwohner auswirken, verbunden mit einem Anstieg der Zahl der Arbeitsplätze. Den Annahmen zufolge werden nach Fertigstellung des Baus etwa 400 Mitarbeiter für den Betrieb des SMR ETE benötigt, der Betrieb der NJZ ETE wird dann etwa 600 Mitarbeiter erfordern. Insgesamt werden also in den neu errichteten Anlagen etwa 1 000 Personen beschäftigt sein, was zu einer bis zu doppelten Zunahme der Einwohnerzahl in der Region führen kann, wenn man die Familienangehörigen der neuen Mitarbeiter mit einbezieht. Ein Teil dieser Arbeitskräfte kann aus dem weiteren Umkreis des Kraftwerks stammen, doch angesichts der spezifischen Ausrichtung der Arbeitsplätze und der hohen Anforderungen an die Qualifikation der Mitarbeiter ist davon auszugehen, dass der Großteil aus anderen, weiter entfernten Regionen kommen wird. Der Zuzug neuer Einwohner wird für die Region in vielerlei Hinsicht von Vorteil sein. Hochqualifizierte Arbeitskräfte werden zu einem Anstieg des Bildungsniveaus in der Region beitragen, und die Erhöhung des Anteils der Personen im erwerbsfähigen Alter wird den Trend der demografischen Überalterung der Bevölkerung in der Region abmildern, wobei dieser

Effekt durch den Zuzug ihrer Familienangehörigen oder die künftige Familiengründung noch verstärkt wird.

Aus Sicht der Humanressourcen wird auch die Bauphase des SMR ETE und der NJZ ETE von großer Bedeutung sein, die insgesamt mehrere Tausend Arbeitskräfte erfordern wird. Die Anzahl der Beschäftigten auf den Baustellen wird nicht konstant sein, sondern sie wird sich je nach den einzelnen Bauphasen und dem Arbeitsaufwand ändern. Der Bau des SMR ETE wird in den Jahren 2028–2036 stattfinden, wobei die durchschnittliche tägliche Anzahl der Beschäftigten auf 750 geschätzt wird; in der Phase der höchsten Bautätigkeit um das Jahr 2032 herum kann sie jedoch 2 000 Personen übersteigen. Der Bau der NJZ ETE ist für die Jahre 2032–2042 vorgesehen und wird somit teilweise parallel zum Bau des SMR ETE erfolgen. Aufgrund der zeitlichen Verschiebung ist es möglich, einen Teil der Arbeitskräfte von dem Bau des SMR ETE zu übernehmen; dennoch wird es notwendig sein, weitere Arbeitskräfte einzustellen, da der Bau um das Jahr 2037 herum bis zu 3 000 Arbeitskräfte erfordern wird. In den Jahren 2030–2040 werden daher jährlich 2 000–3 000 Arbeitskräfte an den Bauvorhaben beteiligt sein.

Es ist davon auszugehen, dass die Arbeitskräfte für den Bau der Vorhaben des SMR ETE und der NJZ ETE größtenteils aus anderen und weiter entfernten Regionen der Tschechischen Republik oder gegebenenfalls aus dem Ausland stammen werden. Angesichts der mehrjährigen Dauer der Arbeiten werden sie größtenteils in der näheren und weiteren Umgebung von ETE untergebracht sein; es wird sich jedoch eher um eine vorübergehende Form der Migration handeln. Es ist nicht zu erwarten, dass diese Arbeitskräfte lokale Immobilien erwerben, um langfristig in der Region zu bleiben, oder dass ihre Familienangehörigen mit ihnen umziehen würden. Im Gegenteil, gerade aufgrund der Trennung von der Familie ist mit einer erhöhten Mobilität dieser Personen (sei es regelmäßig oder unregelmäßig) zu rechnen. Nach Abschluss der Bauarbeiten wird dann mit einer Abwanderung der überwiegenden Mehrheit dieser Personen gerechnet.

Da sich der Zeitraum der Inbetriebnahme des SMR ETE (um das Jahr 2034) mit dem Zeitraum des Baus der NJZ ETE (voraussichtlich 2032–2041) überschneidet, ist in diesen Jahren mit dem höchsten Zustrom von Neuankömmlingen zu rechnen. Aufgrund geografischer Gegebenheiten und der Erfahrungen beim Bau der ersten beiden Blöcke des Kernkraftwerks Temelín ist mit dem größten Bevölkerungsdruck und einer erhöhten Nachfrage nach kurzfristigen Unterkünften sowie langfristigem Wohnraum in der Stadt Týn nad Vltavou zu rechnen. Die gestiegene Einwohnerzahl wird sich dann auch in einem höheren Verkehrsaufkommen, größeren Anforderungen an die Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr sowie höheren Kosten für die Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur niederschlagen.

## Arbeitsmarkt

Das Kernkraftwerk Temelín hat durch seine Existenz einen erheblichen Einfluss auf den Arbeitsmarkt, da es bereits heute rund 1 500 Personen beschäftigt und somit ein wichtiger Arbeitgeber im gesamten Untersuchungsgebiet ist. Eine der Folgen ist die relativ niedrige Arbeitslosenquote, die zum 31. Dezember 2024 in Týn nad Vltavou bei 3,1 % und in den 20 Gemeinden im Umkreis von 10 km um das Kernkraftwerk Temelín bei 2,8 % lag, während der landesweite Durchschnitt bei 4,1 % lag.

Durch die Umsetzung des SMR ETE und der NJZ ETE wird es zu einem Zuwachs von 1 000 neuen Arbeitsplätzen kommen. Aufgrund der Art des Kraftwerksbetriebs und der hohen Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten sind die dortigen Arbeitsplätze stabil und langfristig gesichert. Spezifische Zugangsvoraussetzungen schränken jedoch die Beschäftigungsmöglichkeiten von Personen mit geringerem Bildungsniveau oder einer Behinderung ein. Durch den Bau des SMR ETE und der NJZ ETE wird sich die Arbeitslosenquote auf einem niedrigen Niveau stabilisieren, doch auch hier sind die Beschäftigungsmöglichkeiten für Personen mit geringerem Bildungsniveau begrenzt. Es ist zu erwarten, dass die überwiegende Mehrheit der neuen Arbeitsplätze aufgrund des begrenzten Angebots an geeigneten Bewerbern mit Bewerbern aus anderen Regionen besetzt wird. Weitere Beschäftigungsmöglichkeiten werden beispielsweise von Zulieferunternehmen geschaffen, die mit dem Betrieb des Kraftwerks verbunden sind. Eine besondere Art von Arbeitsplätzen wird der Bau des SMR ETE und der NJZ ETE selbst bieten, der teilweise die Beschäftigung von Personen mit geringerem Bildungsniveau ermöglicht, allerdings nur vorübergehend für die Dauer der Bauarbeiten.

Der Betrieb des Kernkraftwerks Temelín beeinflusst auch die Zusammensetzung der Pendlerströme in der Region. Ohne das ETE würde der Großteil der erwerbstätigen Bevölkerung der Region wahrscheinlich nach České Budějovice oder in andere größere Städte pendeln. Derzeit gehört Temelín jedoch zu den wichtigsten Pendler Routen zwischen den Gemeinden in der näheren und weiteren Umgebung. Die größten Pendlerströme nach Temelín kommen aus Týn nad Vltavou (564 Personen laut Volkszählung 2021) und České Budějovice (553 Personen laut Volkszählung 2021). Das Pendleraufkommen nach Temelín wird nach der Fertigstellung des SMR ETE und der NJZ ETE noch weiter zunehmen.

Ein bedeutender Vorteil ist die Zusammenarbeit des Kernkraftwerks Temelín mit den Schulen in der Region. Es handelt sich um eine für beide Seiten vorteilhafte Verbindung, da die Unterstützung von Schulen und der fachlichen technischen Ausbildung in Zukunft die Suche nach neuen qualifizierten Mitarbeitern erleichtern kann, während die Schulen ihren Schülern eine praxisnahe Ausbildung und gegebenenfalls auch zukünftige Beschäftigungsmöglichkeiten bieten können. Die

Zusammenarbeit des ETE mit den Schulen kann auch zur Entstehung neuer, für den Betrieb des Kraftwerks erforderlicher Fachrichtungen führen.

## **Wirtschaft**

Das Kernkraftwerk Temelín ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor, der als wichtiger Stabilisierungsfaktor für die regionale Wirtschaft angesehen werden kann und dessen Betrieb den Einfluss auf die Wirtschaftsstruktur der gesamten Region hat. Angesichts der hohen Zahl der ETE-Mitarbeiter steigt der Anteil der Beschäftigung in der Industrie, was durch die Umsetzung des SMR ETE und der NJZ ETE noch weiter verstärkt wird.

Wie bereits erwähnt, werden durch die Umsetzung der Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE etwa 1 000 Arbeitsplätze entstehen, was zu einem Zuzug von bis zu doppelt so vielen Menschen führen kann. Durch den Zuzug von Familienangehörigen der neuen Kraftwerksmitarbeiter wird die Zahl der erwerbstätigen Einwohner steigen, was sich positiv auf die Struktur der unternehmerischen Aktivitäten in der Region auswirken kann. Die Zuzügler werden zudem die Entwicklung des unternehmerischen Umfelds durch die Nachfrage nach Dienstleistungen im Untersuchungsgebiet fördern. Angesichts der Nähe der Gemeinden des betreffenden Gebiets zu bedeutenden Städten (vor allem zu České Budějovice) ist der Einfluss der Erweiterung des ETE in dieser Hinsicht jedoch nicht besonders groß.

Der Betrieb des Kraftwerks wird unter anderem durch ein Netzwerk von etwa 200 qualifizierten Dienstleistungsanbietern und Materiallieferanten gewährleistet. Ein erheblicher Teil der Lieferanten hat seinen Sitz in der Nähe des Kernkraftwerks Dukovany, nur einer ist in der Region Südböhmen ansässig. Die Realisierung des Baus des SMR ETE und der NJZ ETE kann eine Chance für eine stärkere Einbindung lokaler Zulieferunternehmen bieten. Der Aufbau von Lieferketten mit lokalen Unternehmen dürfte neben einer gesteigerten Effizienz auch zur wirtschaftlichen Entwicklung der Region beitragen.

Weder das Kernkraftwerk Temelín noch die Umsetzung der Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE werden einen nennenswerten Einfluss auf die Entwicklung des Tourismus haben. Touristen, die die Sehenswürdigkeiten, die Kultur oder die Natur Südböhmens besuchen möchten, würden dies auch ohne das Kraftwerk tun. Das Kraftwerk selbst kann jedoch zu den touristischen Attraktionen der Region gezählt werden. Das Informationszentrum des Kernkraftwerks Temelín wurde im Jahr 2023 von fast 42 000 Personen besucht. Nach Fertigstellung des SMR ETE ist mit einem Anstieg der Besucherzahlen im Informationszentrum zu rechnen, da es sich um den ersten Reaktor dieses Typs auf dem Gebiet der Tschechischen Republik handeln wird. Dennoch wird der voraussichtliche Einfluss des Vorhabens auf die Entwicklung des Tourismus als sehr gering eingeschätzt. Daher wird auch kein nennenswerter Einfluss des Vorhabens auf

die Beherbergungsbetriebe in der Region erwartet.

## Lebensbedingungen

Während der Bauphase ist aufgrund des erhöhten Personenverkehrs mit einer Erhöhung der Taktfrequenz im öffentlichen Nahverkehr und bei einigen damit verbundenen Dienstleistungen zu rechnen. Die Umsetzung des Vorhabens erfordert keinen Bau neuer öffentlicher Verkehrsinfrastruktur; die bestehende Infrastruktur wird vollständig genutzt. Einige Straßen der Klasse II, die sich in der Nähe des ETE befinden, sind in dem unzureichenden Zustand und werden vor Beginn der Bauarbeiten am SMR ETE instand gesetzt, damit es durch die Bauarbeiten zu ihrer vollständigen Verschlechterung nicht kommt. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass einige Straßen, die sich derzeit in gutem Zustand befinden, nach dem Jahr 2030 durch die Bauarbeiten beschädigt werden könnten und eine Instandsetzung oder Sanierung erforderlich sein wird. Der Baustellenverkehr für den SMR ETE wird so konzipiert, dass es zu Überschneidungen zwischen den logistisch anspruchsvollsten Arbeiten und dem Bau der NJZ ETE nicht kommt. Am stärksten belastet durch den Baustellenverkehr wird die Straße II/105 sein, die die Verkehrsanbindung des Vorhabens sicherstellt, sowie ein Teil der Straße II/138 in der Nähe des Vorhabens SMR ETE. Der Anstieg des Verkehrsaufkommens auf der Straße II/138 während der Bauphase wird angesichts ihrer derzeit geringen Auslastung bis zu 70 % betragen, auf der Straße II/105 werden es dann einige zehn Prozent sein.

Nach der Inbetriebnahme der Vorhaben des SMR ETE und der NJZ ETE wird es aufgrund ihrer Verkehrsanbindung zu einem Anstieg des Gesamtverkehrsaufkommens um bis zu 54 % im Fall des Abschnitts der Straße II/138 und um bis zu 11 % im Fall der Hauptzufahrtsstraße II/105 kommen. Die durch die Vorhaben verursachte Verkehrsbelastung ist somit nicht unerheblich, jedoch ist das bestehende Verkehrsnetz kapazitätsmäßig auf diesen Anstieg vorbereitet, sodass keine besonderen oder zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind. Der Anstieg des Verkehrsaufkommens ist somit akzeptabel.

Das Vorhandensein des Kernkraftwerks Temelín hat einen erheblichen Einfluss auf die Versorgung mit Dienstleistungen im Untersuchungsgebiet (gewerbliche Einrichtungen, Schulen, Gesundheitseinrichtungen, soziale Dienste usw.). Die Konzentration und Verfügbarkeit von Dienstleistungen liegen hier auf einem überdurchschnittlichen Niveau im Vergleich zu anderen ähnlichen ländlichen Regionen, in denen eher ein Trend zum allmählichen Rückgang der Dienstleistungen zu beobachten ist. Die Umsetzung der Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE wird vorübergehend Tausende von Bauarbeitern und dauerhaft etwa 1 000 überwiegend hochqualifizierte Betriebsmitarbeiter in das Untersuchungsgebiet bringen. Dieser Bevölkerungszuwachs wird die Nachfrage nach Dienstleistungen ankurbeln, was sich positiv auf den Betrieb sowie den Erhalt bestehender und die Entwicklung neuer Dienstleistungen auswirken wird.

Der Betrieb des Kernkraftwerks Temelín wirkt sich zudem positiv auf die Entwicklung der Infrastruktur der Gemeinden im Untersuchungsgebiet aus, die das Unternehmen ČEZ als Betreiber des Kraftwerks im Rahmen verschiedener Förderprogramme langfristig unterstützt. Diese Unterstützung der umliegenden Gemeinden trägt wesentlich zur Verbesserung der Lebensqualität der lokalen Bevölkerung bei. Im Falle der Umsetzung der Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE ist mit einer weiteren kontinuierlichen Unterstützung in diesem Bereich zu rechnen.

### **Wohnungsbau und Immobilienpreise**

Die Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE befinden sich in unmittelbarer Nähe des bestehenden Industriegeländes des Kernkraftwerks Temelín in ausreichender Entfernung zu den nächstgelegenen Wohngebieten oder den im Flächennutzungsplan für Wohnzwecke ausgewiesenen Flächen. Die nächstgelegene Wohnbebauung zum Standort des Vorhabens SMR ETE ist der Ortsteil Temelín-Kočín, der sich ca. 1,1 km südlich befindet, sowie die Gemeinde Temelín, die ca. 2,5 km nordwestlich liegt. Im Falle der NJZ ETE sind die nächstgelegenen Ortschaften die Gemeinde Temelín, etwa 0,9 km nordwestlich, sowie Teile der Gemeinde Temelín-Kočín, ca. 2 km südlich, und Sedlec, ca. 2,3 km westlich. Durch die Umsetzung der Vorhaben kommt es zu keinen Veränderungen in der Siedlungsstruktur des Gebiets, es erfolgt lediglich eine Erweiterung des bestehenden Kraftwerksgeländes. Negative soziale Auswirkungen des Baus, die beispielsweise mit einer Umsiedlung der Bevölkerung verbunden wären, sind somit ausgeschlossen.

Im Zusammenhang mit der Umsetzung der Vorhaben ist kein umfangreicherer Wohnungsbau vorgesehen. Die Unterbringung der Bauarbeiter wird vor allem in Gemeinschaftsunterkünften, Mietwohnungen und in von ETE für die Unterbringung der Bauarbeiter errichteten Einrichtungen vorgesehen. Die neu hinzukommenden Betriebsmitarbeiter werden eher eine eigene Wohnform oder gegebenenfalls Mietwohnungen suchen, und es ist zu erwarten, dass sie sich vor allem im nahegelegenen Týn nad Vltavou oder in České Budějovice konzentrieren werden.

Die Nähe zum Kernkraftwerk Temelín ist ein Faktor, der die Immobilienpreise im Untersuchungsgebiet beeinflusst. Dieser Faktor kann von manchen Menschen negativ wahrgenommen werden und somit zu niedrigeren Preisen führen. Die stetig steigende Zahl der Mitarbeiter des Kraftwerks sowie die Erwartung eines weiteren Anstiegs aufgrund der Umsetzung der Vorhaben SMR ETE und NJZ ETE führen jedoch zu einer höheren Nachfrage nach Immobilien im Untersuchungsgebiet, was deren Preise in die Höhe treibt. Bei der Umsetzung der Vorhaben ist mit einem leichten Anstieg der Immobilienpreise und einem deutlichen Anstieg der Grundstückspreise zu rechnen, sofern diese als Baugrundstücke genutzt werden sollen. Auf die Preise für landwirtschaftliche Flächen wird die Umsetzung der Vorhaben nur minimale Auswirkungen haben. Es ist zu erwähnen, dass die steigenden Preise bis zu einem

gewissen Grad auch durch die Nähe zu größeren Städten und den Suburbanisierungseffekt beeinflusst werden. Die Preise einiger Immobilien in der Nähe der Hauptverkehrsachsen können dann während der Bauphase der Vorhaben kurzfristig negativ beeinflusst werden, beispielsweise aufgrund erhöhter Verkehrsbelastung, Lärm oder Staubentwicklung durch die Bauarbeiten. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die negativen Auswirkungen der Umsetzung der Vorhaben nicht allzu bedeutend sein werden, vor allem dank der Attraktivität des Kernkraftwerks Temelín als eines stabilen Arbeitgebers, der Nähe zu größeren Städten in erreichbarer Entfernung, der landschaftlichen Vorzüge sowie der überdurchschnittlichen Infrastruktur des Gebiets.

### **Verwaltung des Gebiets**

Die Präsenz und der Betrieb des Kernkraftwerks Temelín beeinflussen auch die Verwaltungsleistung der Gemeinden im Untersuchungsgebiet. Dieser Effekt zeigt sich am deutlichsten im Fall der Gemeinde Temelín, auf deren Gebiet sich das Kraftwerk befindet. Dadurch verfügt die Gemeinde über vergleichsweise hohe Haushaltseinnahmen, die vor allem aus der Grundsteuer und den Steuerzuweisungen stammen, bei denen die hohe Zahl der Beschäftigten des Kraftwerks berücksichtigt wird. Der Haushalt der Gemeinde Temelín ist im Vergleich zu anderen, ähnlich großen Gemeinden deutlich höher, was es der Gemeinde ermöglicht, mehr Mittel in die Gemeindeentwicklung und die Verbesserung der Lebensqualität der Einwohner zu investieren.

Die Gesellschaft ČEZ, die das Kernkraftwerk Temelín betreibt, unterstützt aktiv die Entwicklung der Regionen, in denen es tätig ist, vor allem durch Spenden oder Werbesponsoring zugunsten von Gemeinden oder juristischen Personen. Im Jahr 2023 gewährte die ČEZ-Stiftung juristischen Personen, die in einem Umkreis von bis zu 10 km um das Kernkraftwerk Temelín tätig sind, finanzielle Unterstützung in Höhe von 2 135 490 CZK und den Gemeinden in demselben Gebiet Spenden in Höhe von 2 456 389 CZK.

Im Falle der Umsetzung der Vorhaben von SMR ETE und NJZ ETE ist davon auszugehen, dass die finanzielle Unterstützung des Kraftwerksbetreibers für die betroffenen Gemeinden und juristischen Personen fortgesetzt wird. Die Ausweitung des Betriebs und die Erhöhung der Mitarbeiterzahl werden sich auf die Steuereinnahmen der Gemeinde Temelín ebenfalls positiv auswirken. Die Entwicklung des Standorts des ETE ermöglicht es somit, die Region weiter zu stabilisieren und zu entwickeln sowie die Lebensbedingungen auf einem Niveau zu halten, das im Vergleich zu anderen Regionen überdurchschnittlich gut ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Vorhaben SMR ETE einen wirtschaftlichen Nutzen für die Bewohner des umliegenden Gebiets darstellen wird, wobei dieser Effekt durch die Kombination mit dem Vorhaben NJZ ETE noch verstärkt

wird. Mit der wirtschaftlichen Entwicklung wird auch eine Verbesserung des sozialen Lebensstandards im betreffenden Gebiet einhergehen. Negative Aspekte der Entwicklung können insbesondere mit den potenziellen Umweltauswirkungen eines erhöhten Verkehrsaufkommens verbunden sein; diese Auswirkungen sind Gegenstand einer separaten Bewertung [3] und werden im vorliegenden Dokument in den Kapiteln 6 und 7 erläutert.

## 10. ANGABEN ZU GRENZÜBERSCHREITENDEN GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN

Die zugrunde liegende Studie [1] bewertet ferner das Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb hinsichtlich der Gesamtwirkung von ETE<sub>1,2</sub>, NJZ ETE und SMR ETE (die Auswirkung von SVJP ist gleich Null) in den Grenzgebieten Österreichs und Deutschlands, wobei der Anteil des SMR ETE an den ermittelten Werten beziffert wird:

- für die kumulative Auswirkung auf Grenzgebiete Österreichs wurde eine repräsentative Person am Standort Rottal in der Altersgruppe 6–15 Jahre festgelegt. Die maximale jährliche effektive Dosis aus den Ableitungen SMR ETE, ETE<sub>1,2</sub> und NJZ ETE wird für diese repräsentative Person 50 nSv nicht überschreiten. Dies entspricht bei einer Expositionsdauer von 70 Jahren einem Gesamtschadenswert in Höhe von  $2 \times 10^{-7}$ . Der Anteil des SMR ETE an diesem Wert beträgt weniger als 10 %.
- Für die kumulative Auswirkung auf die Grenzgebiete Deutschlands wurde eine repräsentative Person am Standort Schnellenzipf ermittelt, ebenfalls in der Altersgruppe von 6 bis 15 Jahren. Die maximale jährliche effektive Dosis aus den Ableitungen SMR ETE, ETE<sub>1,2</sub> und NJZ ETE wird für diese repräsentative Person 65 nSv nicht überschreiten. Dies entspricht bei einer Expositionsdauer von 70 Jahren einem Gesamtschadenswert von  $2,6 \times 10^{-7}$ . Der Anteil des SMR ETE an diesem Wert beträgt weniger als 5 %.

In beiden Fällen gilt, dass das Gesundheitsrisiko als völlig vernachlässigbar angesehen wird; es liegt im unteren Viertel der Größenordnung  $10^{-7}$ , was auch als Anstieg um einen Fall pro mehrere Millionen Einwohner ausgedrückt werden kann.

## 11. CHARAKTERISTIK DER WISSENSLÜCKEN UND UNSICHERHEITEN

Die Grundlagen und Informationen für die Bewertung der Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit bzw. der Gesundheitsrisiken sind ausreichend. Die Bewertung stützt sich auf einen umfassenden Bestand an Fachstudien, die radiologische Auswirkungen, Auswirkungen der elektromagnetischen Felder, der Luftverschmutzung und des Lärms sowie die psychologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen des Vorhabens abdecken. Generell gilt jedoch, dass die Bewertung der Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit mit Unsicherheiten verbunden ist, die insbesondere die Bestimmung der Exposition und den Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung betreffen. Bei der Bestimmung der Exposition geht es insbesondere um die Ermittlung der Emissionen von Radionukliden, Schadstoffen und Lärm mittels Berechnungsmodellen sowie deren Ausbreitung in der Umwelt und ferner um Expositionsszenarien für die in der Umgebung lebende Bevölkerung. Für die Durchführung der Berechnungen wurden bewährte Modellierungswerkzeuge verwendet, und trotz der genannten Unsicherheiten können deren Ergebnisse im Hinblick auf die Schlussfolgerungen zu den Auswirkungen auf das Gesamtrisiko für die Gesundheit als ausreichend zuverlässig angesehen werden. Die Expositionsszenarien wurden stets auf der Seite der Sicherheit gewählt und die Unsicherheiten wirken sich somit zu Ungunsten des Vorhabens aus (Erhöhung des Risikos gegenüber der tatsächlichen Situation).

Im Bereich der Dosis-Wirkungs-Beziehung betreffen die Unsicherheiten insbesondere die Beeinflussung des individuellen Risikos durch andere Faktoren (Lebensstil, Gesundheitszustand, berufliche Exposition usw.) sowie den unterschiedlichen Grad der Empfindlichkeit der exponierten Personen. Die Angaben zur Dosis-Wirkungs-Beziehung basieren in allen Fällen auf aktuellen zusammenfassenden Unterlagen renommierter wissenschaftlicher Institutionen (ICRP, ICNIRP, WHO), wobei die verwendeten Zusammenhänge in allen Fällen wiederum den sicherheitsorientierten Bewertungsansatz konsequent anwenden. Im Falle von Strahlenrisiken wurde über die Empfehlungen der ICRP hinaus der doppelte Wert des Risikokoeffizienten (Verzicht auf den Reduktionskoeffizienten) angewendet, um die Kontinuität zur vorherigen Bewertung zu gewährleisten.

Potenzielle Unsicherheiten beeinträchtigen daher die Zuverlässigkeit der Schlussfolgerungen nicht in negativer Weise. Bei Summierung aller Unsicherheiten, die sich nachteilig auf das Vorhaben auswirken, können die Ergebnisse der Risikobewertung als eher überbewertet bzw. als Obergrenze der Schätzung des Ausmaßes der Gesundheitsrisiken angesehen werden.

## 12. FAZIT

Die vorliegende Studie befasst sich mit der Bewertung der Auswirkungen der Umsetzung des Vorhabens „Neue SMR-Kernkraftanlage am Standort Temelín“ auf die Gesundheit der in der Umgebung des Vorhabens lebenden Bevölkerung. Ziel des Vorhabens ist der Bau und Betrieb eines kleinen modularen Reaktors (SMR) mit einer Netto-elektrischen Leistung von bis zu 500 MW<sub>e</sub> am Standort Temelín. Die Bewertung untersucht sowohl die Auswirkungen des SMR ETE-Vorhabens selbst als auch die kumulativen Auswirkungen unter Berücksichtigung des Betriebs des bestehenden Kraftwerks und weiterer Vorhaben am betreffenden Standort (Neue Kernkraftanlage, Erweiterung des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente). Folgende potenzielle Auswirkungen wurden bewertet:

- Auswirkungen ionisierender Strahlung (Strahlenbelastung) im Zusammenhang mit der Freisetzung von Spuren Mengen an Radionukliden in die Luft und in Gewässer
- Auswirkungen des elektromagnetischen Feldes im Zusammenhang mit ober- und unterirdischen Stromleitungen
- Auswirkungen der Luftverschmutzung im Zusammenhang mit dem Bau und dem Betrieb des Vorhabens (in der Betriebsphase handelt es sich vor allem um den Verkehr)
- Lärmbelastungen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Vorhabens (Lärmbelastungen für die menschliche Gesundheit stehen im Allgemeinen im Zusammenhang mit langfristigen Expositionen; angesichts der begrenzten Dauer akustisch relevanter Bauarbeiten sind während der Bauphase keine Auswirkungen zu erwarten)
- psychologische Auswirkungen (bewertet auf der Ebene des gesamten Kernkraftwerks Temelín)
- soziale und wirtschaftliche Auswirkungen

Die Bewertung stützt sich auf Fachstudien und Unterlagen, die zu den einzelnen Bereichen der potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf die menschliche Gesundheit erstellt wurden. Diese Studien behandeln die Frage der potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf die Bevölkerung und die menschliche Gesundheit ausführlicher, weshalb die vorliegende Bewertung in ihrem Kontext betrachtet werden muss.

Im Falle von radiologischen Auswirkungen, Auswirkungen elektromagnetischer Felder, Luftverschmutzung und Lärm wird eine quantitative und qualitative Bewertung unter Anwendung eines Verfahrens zur Gesundheitsrisikobewertung durchgeführt. Im Falle psychologischer und sozioökonomischer Faktoren erfolgt die Bewertung aufgrund ihrer Natur in qualitativer Form.

Die Ergebnisse der Bewertung sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst.

Die Bewertung der Auswirkungen von **ionisierender Strahlung (Strahlenbelastung)** erfolgt für die sog. repräsentative Person im Sinne des

Atomgesetzes, d. h. für den am stärksten betroffenen Teil der Bevölkerung. Bewertet werden die Auswirkungen der Freisetzung von Radionukliden in die Luft und in Gewässer, einschließlich ihrer Wechselwirkungen. Das Ausmaß des Gesundheitsrisikos wird als sog. Gesamtgesundheitsschaden ausgedrückt, der die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung angibt. Aus den Ergebnissen der Bewertung geht hervor, dass der mit dem Betrieb des SMR ETE verbundene Gesamtschaden für die Gesundheit höchstens einen Wert von  $1,2 \times 10^{-6}$  erreicht; der berechnete Wert entspricht somit einem Fall pro ca. 835 000 Einwohner. Für die Gesamtwirkung aller bestehenden und geplanten Betriebe auf dem ETE-Gelände beträgt der gesamte Gesundheitsschaden für eine repräsentative Person höchstens  $1,73 \times 10^{-5}$ . Wie ersichtlich ist, liegt das Gesundheitsrisiko für das Vorhaben SMR ETE höchstens in der Größenordnung von  $10^{-6}$ , für alle Quellen innerhalb des Kraftwerks dann höchstens an der Untergrenze der Größenordnung von  $10^{-5}$  und kann daher unter dem Gesichtspunkt des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung als akzeptabel angesehen werden. Alle Bewertungen wurden dabei unter Anwendung konservativer Ansätze (d. h. auf der sicheren Seite) durchgeführt; das tatsächliche Risiko im Zusammenhang mit der Umsetzung des Vorhabens (aber auch anderer kerntechnischer Anlagen am Standort) wird daher wahrscheinlich wesentlich geringer sein. Unter anderem wurde aufgrund der Anlehnung an die zugrunde liegende Studie und frühere Bewertungen der von der ICRP empfohlene Reduktionskoeffizient nicht angewendet, sodass die berechneten Werte im Vergleich zum aktuell empfohlenen Vorgehen doppelt so hoch sind. Bei dessen Anwendung läge die gesamte Gesundheitsbelastung sicher in der Größenordnung von  $10^{-6}$ , selbst unter Berücksichtigung der kumulativen Wirkung aller Quellen.

Die zugrunde liegende Studie bewertet ferner das Risiko einer Strahlenbelastung durch den Betrieb von ETE in den Grenzgebieten Österreichs und Deutschlands. Die Bewertung erfolgt für die Gesamtwirkung aller potenziellen Strahlenbelastungsquellen. Aus den Ergebnissen der Bewertung geht hervor, dass der gesamte gesundheitliche Schaden an den untersuchten Standorten höchstens in der Größenordnung von  $10^{-7}$  liegen wird (was auch als Anstieg um einen Fall pro mehrere hundert Millionen Einwohner ausgedrückt werden kann) und das Gesundheitsrisiko daher als völlig vernachlässigbar angesehen werden kann. Der Anteil des SMR ETE an den berechneten Werten beträgt 5–10 %.

Die Bewertung der Auswirkungen **elektromagnetischer Felder** ist relevant für den Korridor, durch den die Stromleitung zum und vom Umspannwerk Kočín verlaufen wird, sowie gegebenenfalls für die unmittelbare Umgebung dieses Korridors. Bewertet werden die akuten Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder. Es handelt sich um einen Faktor mit Schwellenwirkung, d. h., es lässt sich eine Sicherheitsgrenze festlegen, unterhalb derer keine Auswirkungen mehr auftreten. Es wurde festgestellt, dass der durch die geltende Gesetzgebung festgelegte höchstzulässige Wert für den kommunalen Bereich deutlich unterhalb der Sicherheitsgrenze liegt und

somit einen ausreichenden Schutz von Personen vor allen bisher bekannten direkten und indirekten Auswirkungen elektromagnetischer Felder gewährleistet. Die in der zugrunde liegenden Studie dokumentierten Berechnungen zeigen, dass sich der Wert der modifizierten elektrischen Feldstärke bei der angenommenen Höhe der Freileitung und der Tiefe der Erdleitung im Bereich von 22,5 bis 26,0 % des höchstzulässigen Wertes bewegen wird. In Anbetracht der Breite der Schutzzone der Stromleitung gilt dies auch für die Randbebauung in der Nähe des betreffenden Korridors.

Im Falle der Auswirkungen der **Luftverschmutzung** wurden gemäß der zugrunde liegenden Ausbreitungsstudie drei Zeithorizonte (die Jahre 2034, 2040 und 2042) bewertet, die den Bau und den anschließenden Betrieb des SMR ETE sowie den Bau und den Betrieb der Neuen Kernkraftanlage kombinieren. Sie erfassen somit die ungünstigsten Zustände hinsichtlich einer potenziellen Kumulierung von Emissionsquellen am Standort. Bewertet werden die Auswirkungen der Exposition gegenüber Schwebstaub der Fraktionen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>, Stickstoffdioxid, Benzol und Benzo[a]pyren. Im Falle von PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und NO<sub>2</sub> werden auf der Grundlage der WHO-Methodik potenzielle Veränderungen der Gesundheitsindikatoren (Sterblichkeit, Morbidität oder Krankenhausaufenthalte aufgrund bestimmter Diagnosen, Einschränkungen der Aktivität usw.) quantifiziert, bei Benzol und Benzo[a]pyren (als Karzinogene) wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Erkrankungen beziffert.

Für chronische Expositionen wurde im Fall von Schwebstaub ein Anstieg der Sterblichkeit bei Erwachsenen von höchstens 0,2 Fällen berechnet, und zwar ausschließlich für den Zeithorizont 2034, bei dem es sich um eine Exposition von höchstens einem Jahr handelt. Für die Zeiträume bis 2040 und 2042 liegen die Veränderungen im Bereich von Tausendsteln eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung. Für die Exposition gegenüber Stickstoffdioxid wurde ein Anstieg der durch natürliche Ursachen bedingten Sterblichkeit bei Erwachsenen von höchstens einigen Hundertsteln eines neuen Falls in der gesamten betroffenen Bevölkerung für das Jahr 2034 und im Bereich von Zehntausendsteln für die beiden anderen Zeitpunkte berechnet. Für die Exposition gegenüber Benzol und Benzo[a]pyren liegen die Veränderungen des Gesundheitsrisikos in der Größenordnung von  $10^{-8}$  bzw.  $10^{-7}$  und können im Hinblick auf eine Gesundheitsgefährdung als völlig unbedeutend angesehen werden.

Aus den Veränderungen der Gesundheitsindikatoren infolge einer kurzfristigen Exposition geht hervor, dass es unter den ungünstigsten meteorologischen und emissionsbedingten Bedingungen und ohne Berücksichtigung von Maßnahmen zur Staubreduzierung potenziell zu leichteren gesundheitlichen Beschwerden kommen könnte, die sich in einer beschränkten Aktivität (bzw. versäumten Schulbesuchen) äußern. Aus diesem Grund muss konsequent dafür gesorgt werden, dass die Staubbelastung sowohl auf der Baustelle als auch auf den Zu- und Abfahrtswegen des

Baustellenverkehrs auf das Minimum reduziert wird. Unter der Voraussetzung, dass diese Maßnahmen eingehalten werden, wird es nicht zu den beschriebenen maximalen Anstiegen der Exposition und somit auch nicht zu den damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen kommen (bzw. werden diese Auswirkungen auf das Niveau der oben beschriebenen Durchschnittswerte reduziert).

Die Auswirkungen des **Lärms** werden angesichts der Art der Einwirkung (akute Auswirkungen sind ausgeschlossen, es wird nur die Langzeitbelastung bewertet) für die Betriebsphase bewertet, und zwar in zwei Zeithorizonten: 2040 und 2042. In beiden Fällen sind die Auswirkungen praktisch identisch. Bewertet werden das Ausmaß starker Belästigung und starker Schlafstörung, ausgedrückt durch die Anzahl der belästigten und gestörten Personen, sowie das kardiovaskuläre Risiko, ausgedrückt durch die Anzahl der Fälle von ischämischer Herzkrankheit (IHK). Aus den Ergebnissen der Bewertung geht hervor, dass die Anzahl der stark belästigten Personen potenziell um 1 Fall steigen könnte.

Aus den Ergebnissen der Bewertung geht hervor, dass die Anzahl der durch den Straßenverkehr stark belästigten Einwohner in der umliegenden bestehenden Bebauung im Ausgangszustand 64 bzw. 65 Personen beträgt; durch das Vorhaben wurde ein Anstieg um einen Fall berechnet. Die Anzahl der Einwohner, die im Schlaf stark gestört werden, beträgt in beiden Zuständen 19 Personen; durch das Vorhaben wurde keine Veränderung festgestellt. Der Anstieg des kardiovaskulären Risikos (Fälle von koronarer Herzkrankheit) wurde auf ca. 0,0022–0,0023 Fälle berechnet; es handelt sich also um eine aus Sicht des Gesundheitsschutzes völlig vernachlässigbare Veränderung.

**Psychologische Auswirkungen** wurden in Übereinstimmung mit der zugrunde liegenden Studie auf der Ebene des Kraftwerks als Ganzes bewertet. Die Bewertung basiert auf der Voraussetzung, dass die Bevölkerung in der näheren Umgebung potenziell durch Ängste vor der Nähe des Kernkraftwerks und den damit verbundenen potenziellen Risiken durch Strahlenbelastung und mögliche Unfälle beeinträchtigt werden könnte. Der psychische Zustand der Bevölkerung wird daher langfristig im Rahmen des Programms zur Überwachung und Bewertung der Auswirkungen des Kernkraftwerks Temelín auf die Umwelt beobachtet; die aktuellen Ergebnisse stammen aus dem Jahr 2025. Aus den Ergebnissen des Programms geht hervor, dass die Entwicklung der psychologischen Merkmale der Bevölkerung in der Umgebung des Kernkraftwerks Temelín einen relativ stabilen und positiven Trend aufweist; dessen Fortbestand hängt jedoch zweifellos vom störungsfreien Betrieb des Kraftwerks und von der Sicherheit der Kernenergie insgesamt ab. Ebenso ist die öffentliche Meinung der Bevölkerung relativ positiv, und obwohl die Bevölkerung potenzielle Sicherheitsrisiken wahrnimmt, betrachten die meisten Einwohner das Kernkraftwerk Temelín als sicher und nach hohen Sicherheitsstandards betrieben. Die Existenz und die Nähe des Kernkraftwerks beeinträchtigen somit weder wesentliche Persönlichkeitsmerkmale

noch die psychische Ausgeglichenheit und das Wohlbefinden. Es ist zu erwarten, dass dieser positive Zustand auch im Falle der Umsetzung des Vorhabens SMR ETE erhalten bleibt.

Im Rahmen der Analyse der **sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen** des Baus und des Betriebs der neuen SMR-Kernkraftanlage des ETE wurden die Auswirkungen auf die Bevölkerung, den Arbeitsmarkt, die Wirtschaft, die Lebensbedingungen, die Verkehrsinfrastruktur, die Versorgungseinrichtungen, den Wohnungsbau und die öffentliche Verwaltung des Gebiets bewertet. Aus dem Ergebnis der Analyse ergibt es sich, dass das Vorhaben SMR ETE einen wirtschaftlichen Nutzen für die Bewohner des umliegenden Gebiets darstellen wird, wobei dieser Effekt durch die Kombination mit dem Vorhaben NJZ ETE weiter verstärkt wird. Mit der wirtschaftlichen Entwicklung wird auch eine Verbesserung des sozialen Lebensstandards im betreffenden Gebiet einhergehen. Negative Aspekte der Entwicklung können insbesondere mit den potenziellen Umweltauswirkungen eines erhöhten Verkehrsaufkommens verbunden sein; diese Auswirkungen waren jedoch Gegenstand einer separaten Bewertung und werden oben erläutert.

**Zusammenfassend** lässt sich somit feststellen, dass alle quantifizierbaren Auswirkungen mit der Wirkung ohne Schwellenwerte (ionisierende Strahlung, Luftverschmutzung, Lärm) im Hinblick auf eine Gefährdung der Gesundheit der betroffenen Bevölkerung als unbedeutend und somit akzeptabel bewertet wurden. Alle Bewertungen wurden dabei unter Anwendung konservativer Ansätze (d. h. auf der Seite der Sicherheit) durchgeführt; das tatsächliche Risikoniveau wird bei den einzelnen Faktoren mit hoher Wahrscheinlichkeit deutlich geringer sein. Die Ergebnisse der Quantifizierung können als Obergrenze der Schätzung des Ausmaßes der Gesundheitsrisiken angesehen werden. Zur Verringerung der Auswirkungen kurzfristiger Erhöhungen der Luftverschmutzung während der Bauarbeiten wird in Übereinstimmung mit der zugrunde liegenden Ausbreitungsstudie empfohlen, Maßnahmen zur Minimierung der Staubbelastung zu ergreifen und den Einsatz von elektrisch angetriebenen Maschinen zu bevorzugen. Auswirkungen elektromagnetischer Felder sind angesichts des Schwellenwerteffekts und der Einhaltung des höchstzulässigen Wertes auszuschließen. Durch die Umsetzung des Vorhabens sind keine psychologischen Auswirkungen zu erwarten, die über den derzeitigen Zustand hinausgehen, der zudem als überwiegend positiv bewertet wird. Das Vorhaben wird einen wirtschaftlichen Nutzen für die Bewohner der umliegenden Gebiete darstellen, wobei die wirtschaftliche Entwicklung voraussichtlich auch mit einer Verbesserung des sozialen Niveaus einhergehen wird.

### 13. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Podzimek, František: Bewertung der radiologischen Auswirkungen des Betriebs des SMR-Kernkraftwerks ETE, Herausgegeben von: Tschechische Technische Universität Prag, Fakultät für Biomedizintechnik, Lehrstuhl für Gesundheitswissenschaften und Bevölkerungsschutz. 2026.
- [2] Prüfprotokoll eines akkreditierten Labors, herausgegeben von: EGU HV LABORATORY, Prag, 2026.
- [3] POLÁK R.: Neue SMR-Kernkraftanlage am Standort Temelín. Bewertung der Auswirkungen von Luftverschmutzung und Lärmbelastung auf die öffentliche Gesundheit. Herausgegeben von: ATEM, Prag, 2026
- [4] Sadílek P.: DP14 – Studie zum psychischen Zustand der Bevölkerung am Standort Temelín – 2025, herausgegeben von: AGENTUR INRES, Brno – Prag, 2025.
- [5] Binek, J., Šerý, O., Faltýnek, A., Šilhan, Z., Synková, K.: DP28 – Sozioökonomische Studie zur regionalen Entwicklung (ETE), Soziale und wirtschaftliche Auswirkungen des Baus und des Betriebs des SMR ETE in Wechselwirkung mit der NJZ ETE. Herausgegeben von: GaREP, spol. s r. o., Brno, 2025.
- [6] Genehmigungsleitfäden für HRA. Online. Staatliches Gesundheitsinstitut. © 2023–2024. Verfügbar unter: <https://szu.cz/sluzby/autorizace/program-autorizace/stranka-autorizace-v-hra/autor-navody-hra/>. [zit. 2026-06-18].
- [7] Health impact assessment (HIA) tools and methods. Online. WHO. © 2024. Verfügbar unter: <https://www.who.int/tools/health-impact-assessments>. [Zit. 2026-06-18].
- [8] N8Risk Assessment. Online. U. S. Environmental Protection Agency (EPA). © 2024. Verfügbar unter: <https://www.epa.gov/risk>. [Zit. 2026-06-18].
- [9] Bláha, Karel und Cikrt, Miroslav. Grundlagen der Gesundheitsrisikobewertung. Herausgegeben von: Staatliches Gesundheitsinstitut im Fortuna-Verlag, Prag, 1996. ISBN 80-7071-040-3.
- [10] Provazník, Kamil; Cikrt, Miroslav und Komárek, Lumír (Hrsg.). Handbuch zur Prävention in der medizinischen Praxis. VIII., Grundlagen der Gesundheitsrisikobewertung. Prag: Fortuna, 2000. ISBN 80-7071-161-2.
- [11] Amtsblatt des Gesundheitsministeriums der Tschechischen Republik, Ausgabe 8/2017: Methodische Anleitung zur Vereinheitlichung der Vorgehensweisen der Strahlenschutzbehörden bei der Kontrolle der Einhaltung der Maßnahmen, die natürlichen und juristischen Personen zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung auferlegt wurden. Herausgegeben von: MZDR ČR, Prag, 2017
- [12] Regierungsverordnung Nr. 291/2015 Sb., über den Gesundheitsschutz vor nichtionisierender Strahlung. Gesetze für Menschen, online. Verfügbar unter: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-291>. [zit. 2026-06-18].
- [13] National stockpiles for radiological and nuclear emergencies: policy advice. World Health Organization, 2023. ISBN 978-92-4-006787-5.

- [14] Kurzer Überblick über die biologischen Auswirkungen von Strahlung. Online. Staatliche Behörde für nukleare Sicherheit. © 2024. Verfügbar unter: <https://sujb.gov.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>. [Zit. 2026-06-18].
- [15] Publikation 103 – Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission 2007. Online. ICRP Staatliche Behörde für nukleare Sicherheit, Prag. 2009. Verfügbar unter: [https://sujb.gov.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103\\_dokument.pdf](https://sujb.gov.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103_dokument.pdf). [zit. 2026-06-18].
- [16] Radiation Health Effects. Online. U. S. Environmental Protection Agency (EPA). 2024. Verfügbar unter: <https://www.epa.gov/radiation/radiation-health-effects>. [Zit. 2026-06-18].
- [17] Gesetz Nr. 263/2016 Sb., Atomgesetz, in der jeweils gültigen Fassung. Gesetze für Menschen, online. AION CS, 2010–2024. Verfügbar unter: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>. [Zit. 2026-06-18].
- [18] Verordnung Nr. 422/2016 Sb., über den Strahlenschutz und die Sicherheit der Radionuklidquelle. Gesetze für Menschen, online. AION CS, 2010–2024. Verfügbar unter: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>. [Zit. 2026-06-18].
- [19] ABMERIT – nuclear and space: Abmerit/2026/Amentum/02: DP29 – ÜBERARBEITUNG DER STUDIE DP17 UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER NOVELLE V422. Herausgegeben von: Abmerit s.r.o., Trnava, 2026
- [20] Kotulán, J.: Neue Kernkraftanlage des Kraftwerks Temelín – Bewertung der Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. ARTECH apol. s r.o., 2010.
- [21] Podzimek, F.: Bewertung der Auswirkungen der Strahlung durch den Ausbau von SVJP auf die Bevölkerung und die öffentliche Gesundheit. Herausgegeben von: Tschechische Technische Universität Prag, Fakultät für Biomedizintechnik, Lehrstuhl für Gesundheitswissenschaften und Bevölkerungsschutz, Prag, 2024.
- [22] The International EMF Project. © 2026, WHO Dostupné z: <https://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project>. [cit. 2026-06-18].
- [23] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks – SCENIHR): Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) Vydal: Health effects of EMF, 2015, – Dostupné z: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_041.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf). [cit. 2026-06-18].
- [24] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Phys. 2010 Dec;99(6):818-36. doi: 10.1097/HP.0b013e3181f06c86.
- [25] Bartoš T.: Neue SMR-Kernkraftanlage am Standort Temelín. Ausbreitungsstudie. Amentum Clean Energy. Brno, 2026.
- [26] WHO: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005, WHO, 2006.

- [27] WHO: WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Genf, WHO, 2021.
- [28] WHO: Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2 project: updated guidance on concentration-response functions for health risk assessment of air pollution in the WHO European Region. Kopenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2025.
- [29] WHO: Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO – Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2013.
- [30] Greif-akustika, s. r. o.: Errichtung und Betrieb des SMR ETE – Verkehrsaufkommen, akustische Studie für die UVP. Prag, 2025
- [31] Greif-akustika, s. r. o.: Bau und Betrieb der SMR ETE – stationäre Lärmquellen, akustische Studie für die UVP. Prag, 2025
- [32] SZÚ: Zulassungsleitfaden AN 15/04, Version 5: Leitfaden zur Bewertung des Gesundheitsrisikos durch Lärmexposition, SZÚ, Prag, 2020
- [33] WHO: Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe, Kodaň, 2018. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-forthe-european-region-2018>
- [34] SZÚ: Gesundheitliche Auswirkungen von Lärm. <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku>

## 14. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

|                   |                                                                                                                                                           |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČEZ               | Gesellschaft ČEZ, a. s.                                                                                                                                   |
| ČR                | Tschechische Republik                                                                                                                                     |
| DDREF             | Dosis- und Dosisleistungs-Effizienzfaktor                                                                                                                 |
| EEG               | Elektroenzephalografie                                                                                                                                    |
| ETE               | Kraftwerk Temelín                                                                                                                                         |
| IARC              | Internationale Agentur für Krebsforschung (International Agency for Research on Cancer)                                                                   |
| ICNIRP            | Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)                     |
| ICRP              | Internationale Kommission für Strahlenschutz                                                                                                              |
| IHK               | ischämische Herzkrankheit                                                                                                                                 |
| NJZ               | neue Kernkraftanlage                                                                                                                                      |
| NJZ ETE           | Neue Kernkraftanlage am Standort Temelín                                                                                                                  |
| NO <sub>2</sub>   | Stickstoffdioxid                                                                                                                                          |
| PAK               | polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe                                                                                                              |
| PM <sub>10</sub>  | Partikel mit einem Durchmesser von bis zu 10 µm                                                                                                           |
| PM <sub>2,5</sub> | Partikel mit einem Durchmesser von bis zu 2,5 µm                                                                                                          |
| SCENIHR           | Wissenschaftlicher Ausschuss für neu auftretende und neu erkannte Gesundheitsrisiken (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) |
| SLDB              | Volks-, Haus- und Wohnungszählung                                                                                                                         |
| SMR               | Kleiner modularer Reaktor (Small Modular Reactor)                                                                                                         |
| SMR ETE           | Kleiner modularer Reaktor am Standort Temelín                                                                                                             |
| SÚJB              | Staatliche Behörde für nukleare Sicherheit                                                                                                                |
| SVJP              | Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente                                                                                                               |
| SZÚ               | Staatliches Gesundheitsinstitut                                                                                                                           |
| UO <sub>2</sub>   | Uran(IV)-oxid                                                                                                                                             |
| US EPA            | Umweltschutzbehörde der USA (U.S. Environmental Protection Agency)                                                                                        |
| ÚZIS              | Institut für Gesundheitsinformationen und Statistik                                                                                                       |
| WHO               | Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)                                                                                                   |
| ZSJ               | Grundsiedlungseinheit                                                                                                                                     |