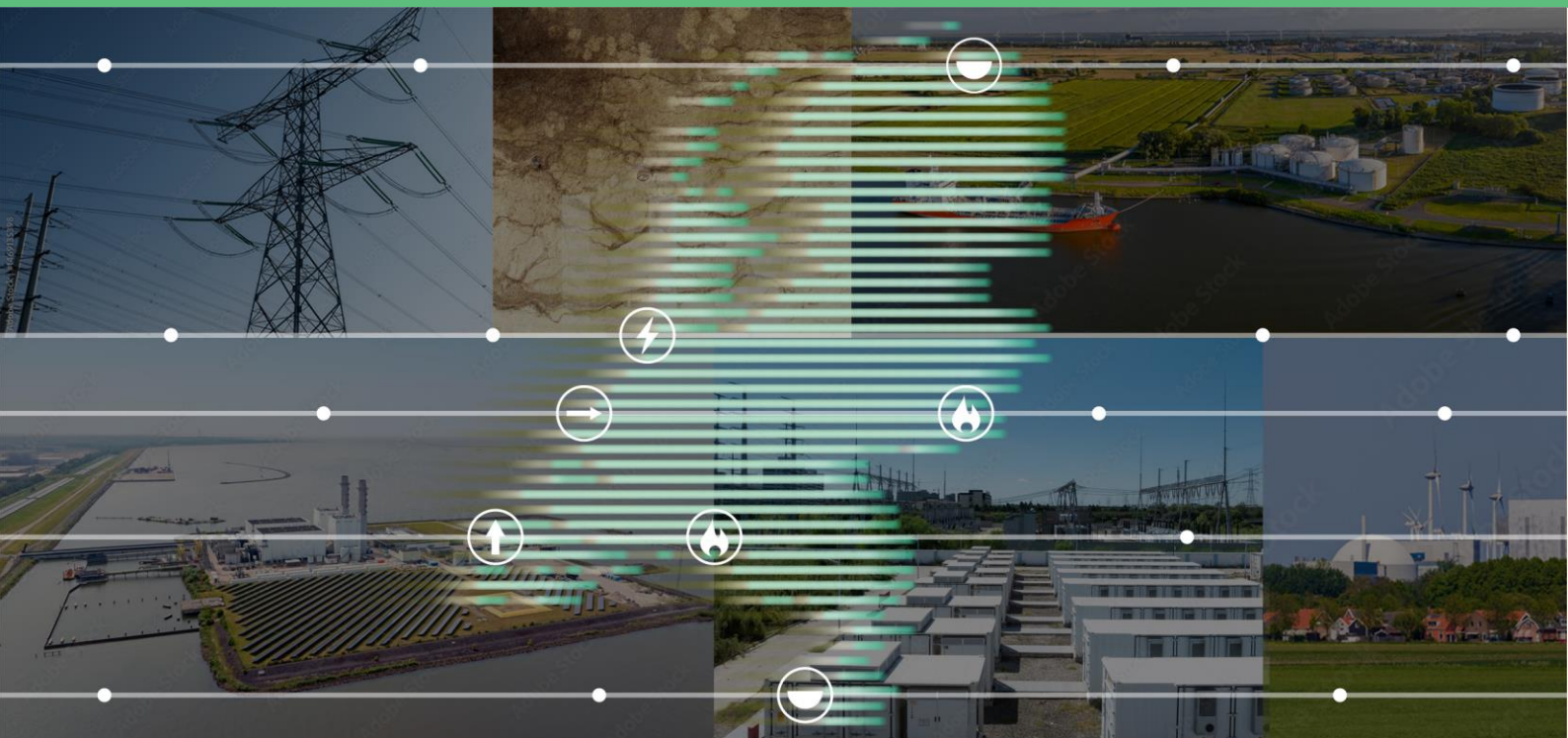




BERICHT

Entwurf der Projektumfangserklärung

IEA/plan-MER Programm Hauptenergiestruktur II

Im Auftrag von: Ndl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum

Referenz: BK4888-HAS-XX-XX-RP-X-0001

Datum: 07 november 2025



Ministerie van Klimaat en
Groene Groei



HASKONING NEDERLAND B.V.

Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
Netherlands
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

Telefon: +31 (0)88-7663372
E-Mail: info@ponderaconsult.com
Website: haskoning.com

Inhalt

Leitfaden	3
1 Einleitung	4
1.1 Anlass und Umfang des Programms Hauptenergiestruktur II	4
1.2 Grund für diesen Entwurf der Projektumfangserklärung	7
1.3 Beziehung zu anderen Programmen und Projekten	8
2 Programm, MER-Verfahren und Teilnahme	10
2.1 Art des Programms Energiehauptstruktur II	10
2.2 Was ist eine Umfassende Folgenabschätzung (IEA) und was ist eine Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (plan-MER)?	10
2.2.1 Untersuchung zur Umfassenden Folgenabschätzung/Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (IEA/plan-MER)	10
2.2.2 Wann besteht eine UVP-Pflicht?	11
2.3 In vier Phasen zur IEA/plan-MER PEH II	11
2.4 Beteiligung, Einspruch und Stellungnahme	12
2.4.1 Beteiligungsplan	12
2.4.2 Beteiligung in Bezug auf den NRD-Entwurf	14
2.4.3 Beteiligungsverfahren NRD-Entwurf	14
2.4.4 Gesetzliche Berater und Feststellung des Programms	14
3 Entwicklung von Alternativen	15
3.1 Einleitung	15
3.2 Szenarien	15
3.3 Energie- und räumliche Szenariovarianten	19
3.3.1 Bestimmung des Inhalts der Szenariovarianten	19
3.3.2 Methode zur Erstellung von Szenariovarianten	21
3.4 Energiesystemanalyse und Bestimmung der benötigten Energieinfrastruktur	26
3.5 Entwicklung nach robusten Entwicklungen und Wahlmöglichkeiten innerhalb der Szenariovarianten	27
4 Bewertungsmethodik Umfassende Folgenabschätzung/Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans (IEA/plan-MER)	29
4.1 Beurteilungsrahmen der Umfassenden Folgenabschätzung	29
4.2 Erläuterung der Bewertungsmethodik Energiesystemeffizienz	29
4.3 Erläuterung der Bewertungsmethodik Umwelt und Raum	30
4.3.1 Zu bewertende Aspekte	30
4.3.2 Differenzierung im anzuwendenden Bewertungsrahmen	32
4.3.3 Referenzsituation	35
4.3.4 Folgenabschätzung auf nationaler Systemebene	35

4.3.4	Kumulierung	36
4.3.5	Abmildernde Maßnahmen	36
4.3.6	Wissenslücken	36
4.3.7	Verträglichkeitsprüfung	36
4.4	Bewertungsmethodik Wohlstand im Allgemeinen	37
4.4.1	Direkte Kosten	37
4.4.2	Nationaler Wohlstand	37
4.4.3	Regionale Spin-off-Auswirkungen	37
4.5	Bewertung Machbarkeit	38
4.6	Hauptbericht Folgenabschätzung	39

Leitfaden

Bei diesem Dokument handelt es sich um den Entwurf der Projektumfangserklärung (Notitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD)) des Programms Hauptenergiestruktur (PEH) II. Abschnitt 1 enthält eine allgemeine Erläuterung des Programms, die Stellung dieses Entwurfs der Projektumfangserklärung im UVP-Verfahren (MER) und den politischen Kontext, in dem dieses Programm erstellt wird. In Abschnitt 0 werden die Art eines Programms, das Verfahren und die Schritte einer Umfassenden Folgenabschätzung/Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (IEA/plan-MER) sowie das Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren erläutert. Abschnitt **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** befasst sich mit der Entwicklung von Alternativen, Abschnitt 4 mit der Methode der Folgenabschätzung in der IEA/plan-MER. Der Beteiligungsplan ist als Anhang beigefügt. Die wichtigsten verwendeten Begriffe sind im Folgenden aufgeführt.

Tabelle 0-1 Die wichtigsten verwendeten Begriffe

Begriffe	Erläuterung
AC- oder Wechselstrom	Alternating Current (AC), bzw. Wechselstrom. Das reguläre (oberirdische) Hochspannungsnetz nutzt Wechselstrom.
Entwicklung von Alternativen	Übergeordneter Prozess der Entwicklung von Varianten zu den Basisszenarien, Lösungsrichtungen und Übersetzung in robuste Entwicklungen und strategische Entscheidungen
Basisszenario	Von Netbeheer Nederland im Jahr 2025 entwickelte Szenarien als Grundlage für die Entwicklung von Alternativen für die Umfassende Folgenabschätzung
DC- oder Gleichstrom	Direct Current (DC), bzw. Gleichstrom. Die unterirdischen 2GW-Anlandungen nutzen Gleichstrom.
Flexibilität/Flexible Quellen	Quellen zum Ausgleich von Stromangebot und -nachfrage, wie z. B. Energiespeicherung, Nachfragesteuerung oder Umwandlung in einen anderen Energieträger.
Engpass	Überschreitung der verfügbaren Kapazität einer Energieinfrastruktur, für die eine Lösung benötigt wird. Diese ergibt sich aus den Netzberechnungen der Netzbetreiber.
Robuster Engpass oder Entwicklung	Engpässe oder Entwicklungen in Bezug auf die Energie-Infrastruktur, die in (fast) allen Basisszenarien und Varianten auftreten.
Lösungsrichtung Engpass Energieinfrastruktur	Mögliche Lösung für einen Engpass bzgl. der Energieinfrastruktur, zum Beispiel Erweiterung der Netzkapazität.
(Szenario-)Variante	Energetische oder räumliche Variation der Basisszenarien.
Strategische Entscheidung	Entscheidung in Bezug auf die langfristige Einrichtung des Energiesystems. Im PEH I wurde dafür der Begriff Strukturentscheidung verwendet.
Stichjahr	Referenzjahr, das in einer spezifischen Analyse betrachtet wird, um den Entwicklungspfad für ein Szenario oder eine Variante weiter zu konkretisieren.
Beschleunigungsgebiet	Wie in der Richtlinie Renewable Energy Directive (RED) III mit Renewable Acceleration Area (RAA) gemeint und beschrieben. Mit der RED III wird die

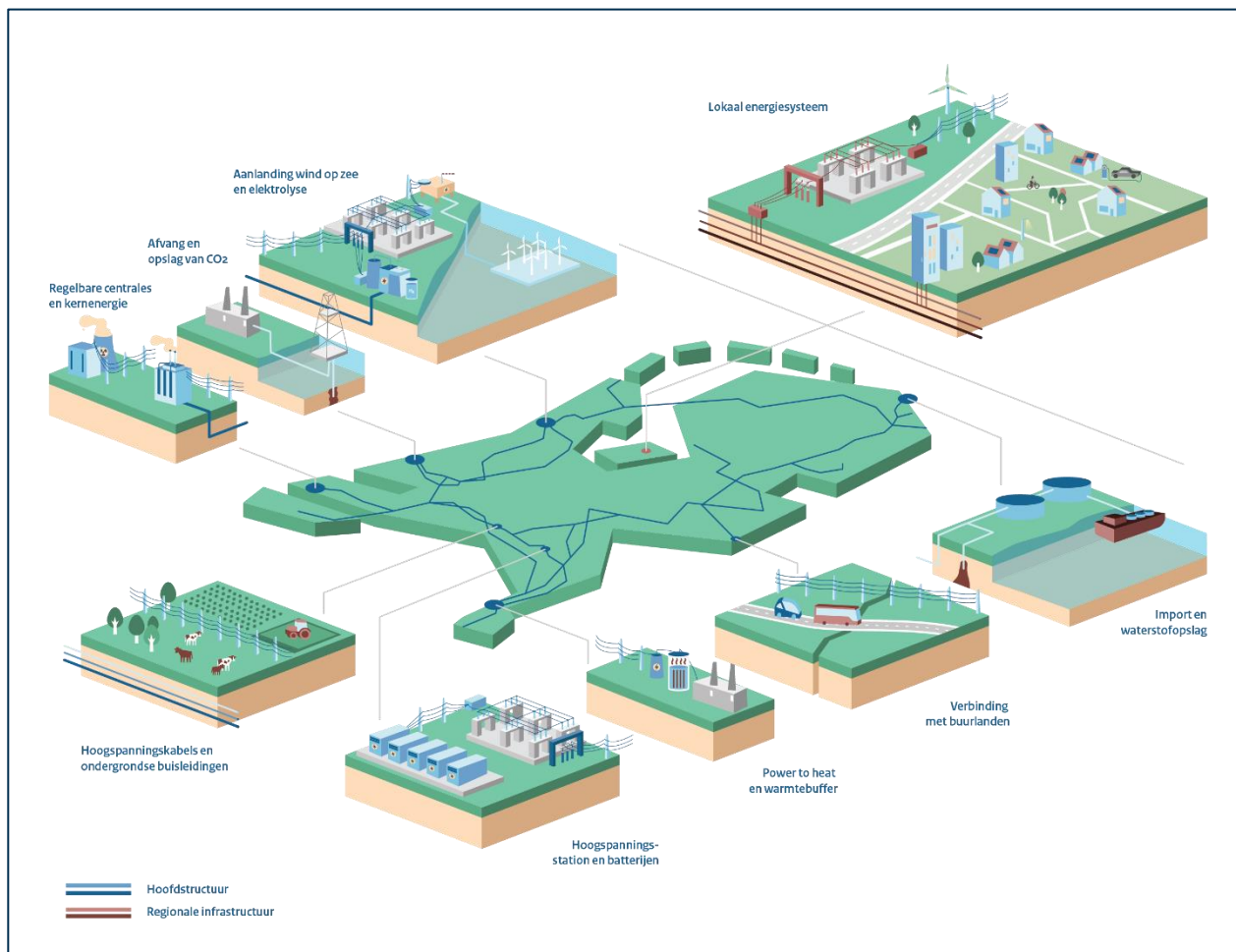
Begriffe	Erläuterung
	Möglichkeit eingeführt, Beschleunigungsgebiete für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien und angrenzende Infrastrukturen auszuweisen.

1 Einleitung

1.1 Anlass und Umfang des Programms Hauptenergiestruktur II

Die Energiewende ist notwendig, um die Niederlande in Zukunft resilient, klimaneutral und energieunabhängig zu machen. Die Wende erfordert tiefgreifende Anpassungen der Infrastruktur unseres Energiesystems, sowohl über als auch unter der Erde. Ziel des Programms Hauptenergiestruktur (PEH) ist es, im Übergang bis 2050 rechtzeitig ausreichend Platz für die nationale Hauptenergiestruktur zu schaffen. Das PEH wird alle vier Jahre überprüft, um das Programm gegebenenfalls auf der Grundlage fortschreitender Erkenntnisse anzupassen und um auf neue räumliche Fragestellungen reagieren zu können. Was unter der nationalen Energiehauptinfrastruktur im Zusammenhang mit PEH zu verstehen ist, ist in der folgenden Abbildung dargestellt und wird in der folgenden Tabelle erläutert.

Anpassungen der nationalen Hauptenergiestruktur erfordern eine Abwägung von Interessen oder politischen Zielen. Um solche Überlegungen anzustellen, werden die Auswirkungen unterschiedlicher Entscheidungen im Energiemix und unterschiedlicher Entscheidungen in der Raumordnung von Energiefunktionen dargestellt. Dies betrifft die Auswirkungen auf Umwelt und Raum, Energiesystem, Kosten und Machbarkeit. Dazu werden eine Umfassende Folgenabschätzung (IEA) und eine Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (plan-MER) erstellt.



Grafik 1-1 Darstellung des Programmfumfangs der Hauptenergiestruktur

Tabelle 1-1 Umfang (Scope) des Programms Hauptenergiestruktur II – an Land (sofern nicht anders angegeben)

Segment Energiehauptstruktur	Beschreibung
Hochspannungsleitungen für Strom ab 110 kV	Oberirdische 220/380-kV-Leitungen und 220/380-kV-Umspannwerke, darunter Koppeltransformatoren zwischen 380 kV und 110/150 kV. ¹ Dazu gehört auch der Verbund: Verbindungen zwischen dem niederländischen Stromnetz und anderen Ländern.
Großkraftwerke (ohne Kernenergie)	Kraftwerke, die z. B. mit Wasserstoff(-Derivaten) und/oder Methan (grünes Gas oder Erdgas) betrieben werden, mit einer Leistung von mehr als 500 MW.
Große Systembatterien	Batterien mit einem eigenen Netzanschluss und einer Leistung von mehr als 100 MW.
Groß-Elektrolyse	Elektrolyseure mit einer Leistung von mehr als 100 MW.
Rohrleitungen von nationaler Bedeutung	Rohrleitungen für den Ferntransport von gasförmigen oder flüssigen Energieträgern und anderen (Roh-)Stoffen, wie Wasserstoff, Methan (grünes Gas und/oder Erdgas) und Ammoniak, einschließlich Leitungen ins Ausland. ²
Unterirdische Speicherung von Wasserstoff	Unterirdische Großspeicher von Wasserstoff in Salzkavernen und ggf. leeren Gasfeldern und/oder Speichereinrichtungen an Land. Wird auf der Grundlage des Programms „Nachhaltige Nutzung des Tiefenuntergrunds“ ermittelt.
Ergänzende Abschnitte in PEH II im Vergleich zu PEH I	
Standorte für unterirdische Anlandungen	Unterirdische 2GW Gleichstromanschlüsse für weitere Binnenverbindungen (über die Küstenprovinzen hinaus) von Offshore-Windkraftanlagen. Wird auf der Grundlage der Sondierung Unterirdische Anlandungen für Offshore-Windenergie (Voorverkenning Diepe Aanlandingen windenergie op zee) ermittelt. ^{3,4} Diese Verbindungen können auch als hybride Verbindungen mit den umliegenden Ländern verwendet werden. ⁵
DC ⁶ -Hubs	Umschaltstation zwischen zwei (oder mehr) Gleichstromanschlüssen, an denen Gleichstromanschlüsse aufeinandertreffen und/oder der Anschluss an das Wechselstromnetz erfolgt. ⁷ Betrachtet in Kombination mit unterirdischen elektrischen Anlandungen. Wird auf der Grundlage der Sondierung Unterirdische Anlandungen für Offshore-Windenergie bestimmt.

¹ Für Hochspannungsleitungen ab 110 kV werden die Gestaltungsgrundsätze erforderlichenfalls aktualisiert.

² Auf der Grundlage kommunal eingetragter Gebiete. Definition von Rohrleitungen von nationaler Bedeutung laut Definition des niederländischen Beschlusses über die Qualität der Lebensumgebung (Besluit kwaliteit leefomgeving): Rohrleitungen, die Teil eines provinziübergreifenden Netzes von Rohrleitungen sind, die für den Ferntransport gefährlicher Stoffe wie Wasserstoff, Methan, Ammoniak und Kohlendioxid vorgesehen sind oder genutzt werden.

³ Im Rahmen der Sondierung Unterirdische Anlandungen für Offshore-Windenergie wird an sinnvollen Alternativen für Routen und Standorte geforscht. Diese werden nach einer Abwägung in das PEH II aufgenommen. Eine Leitung besteht aus einem Erdkabel im Meer und an Land, das zu einer Konverterstation führt und besteht von dort aus einem unterirdischen Wechselstromkabel, das zu einer 380-KV-Station führt.

⁴ Das Thema Wohlstand im Allgemeinen befasst sich in den Grundzügen auch mit einem oberirdischen Gleichstromnetz.

⁵ Ein Hybrid-Interkonnektor hat eine doppelte Funktion: Er verbindet die Stromnetze beider Länder und ermöglicht den direkten Anschluss der Offshore-Windparks an das Festland.

⁶ Direct Current, bzw. Gleichstrom. Das reguläre (oberirdische) Hochspannungsnetz verwendet Wechselstrom, der als Alternating Current (AC) bezeichnet wird.

⁷ TenneT hat angegeben, dass diese Hubs in Kombination mit den unterirdischen Anlandungen potenziell einen Mehrwert für das Stromsystem generieren können.

Segment Energiehauptstruktur	Beschreibung
Standorte von Offshore-Anlandungen an der Küste	Unterirdische 2GW Gleichstromanschlüsse von Offshore-Windkraftanlagen in den Küstenprovinzen. Wird mit dem VAWOZ-Programm (Verbindungen für die Anlandung von Offshore-Windenergie) abgestimmt. Siehe Fußnote 2 zur Beschreibung der Komponenten. Diese Verbindungen können auch als hybride Verbindungen mit den umliegenden Ländern verwendet werden. (Siehe Fußnote 5).
Ergänzende bevorzugte Gebiete für Kernenergie	Gebiete für die mögliche Entwicklung von großen Kernkraftwerken und kleinen modularen Reaktoren (Small Modular Reactors (SMR)).
Importterminals für Brennstoffe	Terminals für den Import nachhaltiger Brennstoffe wie Wasserstoff und Ammoniak.
CO ₂ -Abscheidung, -transport und Speicherung	Raum für die Offshore-Speicherung, Rohrleitungen und andere Onshore-Infrastruktur (zum Beispiel für den Transport per Schiff) für den Transport von CO ₂ von der Abscheidung beim Betrieb bis zur Speicherung auf See. ⁸
Wärme-Infrastruktur	Standorte für die Entwicklung überregionaler Wärmenetze und räumliche Auswirkungen von Power-to-heat (Umwandlung von Strom in Wärme und Wärmespeicherung).

Mit der Renewable Energy Directive III (RED III) wird die Möglichkeit eingeführt, Beschleunigungsgebiete für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien und angrenzende Infrastrukturen auszuweisen. Eines der Ziele der IEA/plan-MER des PEH II betrifft die Untersuchung, ob auf Basis der (Pilot-)Studie mögliche Beschleunigungsbereiche für die Energieinfrastruktur ausgewiesen werden können.

1.2 Grund für diesen Entwurf der Projektumfangserklärung

Der Zweck dieses Entwurfs der Projektumfangserklärung (Notitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD)) besteht darin, alle Beteiligten über den Geltungsbereich des Programms Hauptenergiestruktur (PEH II) zu informieren und anzugeben, welche Aspekte in der IEA/plan-MER untersucht werden. Eine Projektumfangserklärung beschreibt die Abgrenzung und den Untersuchungsansatz, der in der IEA/plan-MER ausgeführt wird. Im NRD wird darum angegeben, wie die Alternativen entwickelt werden („Reichweite“) und welche Aspekte dabei beurteilt werden („Detaillierungsgrad“). Die Untersuchung im Rahmen der IEA/plan-MER wird unter Berücksichtigung der folgenden Themen durchgeführt: 1) Energiesystemeffizienz, 2) Umwelt und Raum (plan MER), 3) Wohlstand im Allgemeinen und 4) Machbarkeit. Diese Themen werden im Bewertungsrahmen in Abschnitt 4 erläutert.

Die Ministerien für Klima und Grüne Entwicklung (KGG), für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltfragen (VRO) und für Infrastruktur und Wasserwirtschaft (IenW) wollen Bürger, Unternehmen, gesellschaftliche Organisationen und andere Verwaltungsorgane aktiv in die Erstellung des PEH II einbeziehen. Darum wurde ein Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren initiiert, das es den Beteiligten ermöglicht, auf unterschiedliche Weise zu partizipieren. Das Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren wird in Abschnitt 2.4 näher erläutert und der Beteiligungsplan wird diesem Dokument als Anlage beigefügt.

Der Entwurf der Projektumfangserklärung wird erst zur Einsichtnahme bereitgestellt, sodass jeder sich dazu äußern kann. Abschnitt 0 dieses Entwurfs der Projektumfangserklärung gibt an, wie die Beteiligung stattgefunden hat und stattfinden kann. Außerdem wird darin auch auf die Auslegung zur Einsichtnahme und die Beteiligungsmöglichkeiten eingegangen. In der endgültigen Projektumfangserklärung wird abschließend die Untersuchungsagenda der IEA/plan-MER festgelegt.

⁸ Die Trassen für Offshore-Rohrleitungen fallen nicht in den Anwendungsbereich des PEH II.

1.3 Beziehung zu anderen Programmen und Projekten

Das PEH II hängt mit verschiedenen anderen Programmen und Projekten zusammen. Die wichtigsten Programme und Projekte, die im engen Zusammenhang mit der Aufgabenstellung des PEH II stehen, werden nachfolgend beschrieben.

Niederländisches Raumordnungsmemorandum

Das Raumordnungsmemorandum (Nota Ruimte) ist die übergeordnete nationale Vision des Lebensumfelds. Im Entwurf des Raumordnungsmemorandums werden die Aufgaben für die Niederlande bis 2050 auf die Raumordnung übertragen und ein Ausblick auf das Jahr 2100 gegeben. Es geht um große nationale Herausforderungen wie Wasser und Boden, Wohnen, Wirtschaft, Verteidigung, Kulturerbe, Landwirtschaft und Natur. Das Raumordnungsmemorandum stellt die Grundlage der weiteren Ausarbeitung der Politik mithilfe anderer Instrumente (wie dem PEH) dar.

Im Entwurf des Raumordnungsmemorandums ist das nationale Energiesystem ein wesentlicher Bestandteil der Raumordnung der Niederlande. Ziel ist es, die Abhängigkeit von Energie aus anderen Ländern zu verringern. Aus diesem Grund wird in den Niederlanden immer häufiger Energie erzeugt. Zu den geplanten Entwicklungen gehören Offshore-Windenergie, Onshore-Wind und Solar, Wasserstoff, grünes Gas, Kernkraftwerke und Wärmequellen. Ein nachhaltiges Energiesystem benötigt mehr Fläche als das System mit fossilen Brennstoffen. Der Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem wird auch vorübergehend zusätzliche Flächen für die Umstellung des Systems benötigen, wobei ein CO₂-armes System gleichzeitig mit einem fossilen System existiert. Ein Ausblick in ein zukünftiges klimaneutrales Energiesystem und die damit verbundene Fläche erfolgt über das PEH II.

Nationaler Plan für das Energiesystem (NPE)

Der Nationale Plan für das Energiesystem ist eine langfristige Vision für das Energiesystem im Jahr 2050. Der Plan umreißt die Entwicklungsrichtungen und trifft wegweisende Entscheidungen für die Entwicklung des Energiesystems. Der NPE wird alle fünf Jahre aktualisiert. 2026 erfolgt ein zusätzliches zwischenzeitiges Update. Die Ausgangspunkte des NPE dienen auch als Basis für das PEH II. Daher kommen beispielsweise die Ausgangspunkte in den Szenarien, die für das PEH II gehandhabt werden, zur Anwendung.

VAWOZ-Programm, PAWOZ-Eemshaven-Programm und Sondierung Unterirdische Anlandungen

Die Programme Aanlandingen Wind op Zee (VAWOZ) und Aansluiting Wind op Zee (PAWOZ) Eemshaven untersuchen die Möglichkeiten für zukünftige Kabel- und Leitungstrassen von Offshore-Windparks in der Nordsee zum Festland. PAWOZ-Eemshaven hat die Anschlüsse für Windparks bis einschließlich 2032 und für die Windparks, die danach in Eemshaven angebunden werden können, untersucht. VAWOZ untersucht die Anbindung von Windparks nach der Routekaart 21GW für die gesamten Niederlande. Darüber hinaus findet auch eine Sondierung zur Anlandung von Offshore-Windenergie im Landesinneren bzw. unterirdischer elektrischer Anlandungen statt. Die Ergebnisse dieser Sondierung werden im PEH II berücksichtigt.

Programm Nachhaltige Nutzung des Tiefenuntergrunds und Nationale Agenda für die unterirdische Wasserstoffspeicherung

Die unterirdische Wasserstoffspeicherung ist für die Wasserstoffkette von großer Bedeutung und spielt eine systemische Rolle im zukünftigen Energiesystem. Das Programm Nachhaltige Nutzung des Tiefenuntergrunds (Duurzaam Gebruik Diepe Ondergrond) arbeitet auf eine Vision und klare Rahmenbedingungen für künftige unterirdische Aktivitäten hin. Die Nationale Agenda konzentriert sich auf die Rolle und Bedeutung der unterirdischen Speicherung von Wasserstoff. Außerdem beschreibt die Agenda, welche Schritte erforderlich sind, um rechtzeitig ausreichende unterirdische Wasserstoffspeicherkapazitäten zu schaffen.

Schnittstellen zu anderen räumlichen Aufgaben aus nationalen sektoralen Raumordnungsprogrammen

Um die Auswirkungen von Entscheidungen in der Raumplanung des nationalen Energiesystems zu erfassen, werden Daten und Angaben aus anderen sektoralen nationalen Programmen und Projekten eingeführt, wie z. B. Raum für Verteidigung, Raum für Landwirtschaft und Natur sowie Raum für die Industrie.

Regionale Programme und Verfahren

Das PEH II richtet sich auf die Infrastruktur von nationaler Bedeutung. Um die optimalen Standorte dafür zu ermitteln, ist es wichtig, lokale Ambitionen zu berücksichtigen, zum Beispiel in Bezug auf die Wirtschaft oder die Natur an den Orten, an denen auch die Hauptenergiestruktur geplant ist. Man denke an die regionalen Energiestrategien (RES) und Wohnungsbaupläne, die in Kommunen und Provinzen erstellt werden. An den Standorten, die die Kommunen und Provinzen für ihre Windturbinen oder den Wohnungsbau wählen, ändert das PEH II übrigens nichts.

2 Programm, MER-Verfahren und Teilnahme

2.1 Art des Programms Energiehauptstruktur II

Ein Programm ist ein zentrales Instrument des Umwelt- und Planungsgesetzes und löst das frühere Strukturleitbild ab. Mit einem zentralen Instrument wie einem Programm kann die Regierung Politik schreiben und umsetzen. Das Programm setzt den Rahmen für Entscheidungen der Zentralregierung, wie z. B. Projektbeschlüsse. Das bedeutet, dass der Projektbeschluss im Einklang mit den Bestimmungen des Programms stehen muss.

Das PEH II verdeutlicht den Raumbedarf für das nationale Energiesystem und die damit verbundenen zu erwartenden Entwicklungen in der Energieinfrastruktur. Das PEH II formuliert auch eine Raumordnungspolitik, um bestimmte Entwicklungen an die geeignetsten Standorte zu lenken (Standortsteuerung). Beispielsweise durch Ausweisung bevorzugter Gebiete für bestimmte Entwicklungen. Der Minister der KGG ist die zuständige Behörde für dieses Programm und trifft Entscheidungen in Abstimmung mit anderen Ministerien und Behörden. Die Minister für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltfragen (VRO) und Infrastruktur und Wasserwirtschaft (IenW) sind Mitunterzeichner.

Das PEH II ist somit der räumliche Rahmen für Projektbeschlüsse, die von der Regierung umgesetzt werden. Die weitere Ausarbeitung von Entwicklungen erfolgt in Projektverfahren. In einem Projektverfahren wird die räumliche Integration weiter konkretisiert, es finden weitere Untersuchungen statt und die zur Realisierung der Entwicklung erforderlichen Genehmigungen werden vorbereitet. Ist der Projektbeschluss gefallen, kann die Realisierung beginnen.

2.2 Was ist eine Umfassende Folgenabschätzung (IEA) und was ist eine Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (plan-MER)?

2.2.1 Untersuchung zur Umfassenden Folgenabschätzung/Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (IEA/plan-MER)

Die möglichen Auswirkungen von Teilen der Hauptenergiestruktur im Rahmen des PEH II werden dargelegt, um in die Beschlussfassung einbezogen zu werden. Da das PEH II den Rahmen für künftige Projektentscheidungen bildet, besteht eine UVP-Pflicht (siehe auch die Erläuterung in Absatz 2.2.2). Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP (MER)) ist das Verfahren, in dem Umweltauswirkungen eines Plans erfasst werden. Die zu erwartenden Folgen werden in einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP (MER)) beschrieben.

Im Rahmen dieses Programms wurde beschlossen, neben den Umwelt- und räumlichen Auswirkungen möglicher Entscheidungen auch die Auswirkungen auf die Energiesystemeffizienz, den Wohlstand im Allgemeinen und die Machbarkeit umfassender zu betrachten. Das heißt, dass eine Umfassende Folgenabschätzung (IEA) erstellt wird, in der diese Themen behandelt werden. Diese Themen werden in Abschnitt 4 Bewertungsmethodik IEA/plan-MER näher erläutert. Das Thema Umwelt und Raum hat die Form einer Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (plan-MER). Daher ist die Untersuchung für das PEH II eine Kombination aus einer Umfassenden Folgenabschätzung und einer Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung.

2.2.2 Wann besteht eine UVP-Pflicht?

Die Durchführung eines UVP-Verfahrens ist obligatorisch für ein Programm, das den Rahmen für UVP-pflichtige Entscheidungen bildet, wie z. B. das Anlegen einer Rohrleitung, einer Hochspannungsleitung oder eines Elektrolyseurs (Paragraf 16.4.1 des ndl. Umwelt- und Planungsgesetzes). PEH II unterliegt daher einer UVP-Pflicht.

Die Rechtsgrundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP (MER)) liegt in Europa. Die europäische Richtlinie über die strategische Umweltprüfung (SUP-Richtlinie, EU-Richtlinie 2001/42/EG⁹) regelt die UVP für Pläne und Programme, und die EU-Richtlinie 2011/92/EU ist die UVP-Richtlinie für Projekte. Die niederländische Gesetzgebung zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist in Abschnitt 16.4 des Umwelt- und Planungsgesetzes (Omgevingswet) sowie in Abschnitt 11 und Anhang V des Umgebungserlasses (Omgevingsbesluit) festgelegt. Artikel 11.3 des Umgebungserlasses legt die Anforderungen an den Inhalt der Plan-Umweltverträglichkeitsprüfung (plan-MER) fest. Die inhaltlichen Anforderungen an einen Umweltverträglichkeitsbericht haben sich mit dem Inkrafttreten des Umwelt- und Planungsgesetzes (Omgevingswet) nicht geändert im Vergleich zu den Anforderungen des Umweltwirtschaftsgesetzes (Wet milieubeheer).

Bestandteile einer Plan-UVP (plan-MER)

Die folgenden Punkte sind fester Bestandteil der Plan-UVP (plan-MER):

- Eine Beschreibung des Inhalts und der angemessenen Alternativen, einschließlich Begründung der Entscheidung für diese Alternativen.
- Die wichtigsten Ziele des Programms.
- Eine Beschreibung des derzeitigen Zustands der Umwelt und ihrer eigenständigen Entwicklung im Falle einer Nichtdurchführung des Programms.
- Alle bestehenden Umweltprobleme, die für das Programm relevant sind, insbesondere in Gebieten, in denen der Umweltschutz eine wichtige Rolle spielt.
- Eine Beschreibung der Art und Weise, in der die ermittelten relevanten Umweltziele im Programm berücksichtigt wurden.
- Eine Beschreibung der potenziell erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Programms auf die Umwelt.
- Maßnahmen zur Vermeidung, Begrenzung oder Kompensation von Auswirkungen und Überwachung.
- Die Wissenslücken.

2.3 In vier Phasen zur IEA/plan-MER PEH II

Die Erstellung einer IEA/plan-MER für das PEH II verläuft in vier Phasen:

- **Phase 1: Erstellen der Projektumfangserklärung (Untersuchungsansatz)**
In der ersten Phase wird eine Projektumfangserklärung (Untersuchungsansatz) erstellt. Die Projektumfangserklärung (Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)) beschreibt die Methodik, die Tiefe und den Umfang der für das PEH II ausgeführten Untersuchung. Im Untersuchungsansatz werden die anzuwendenden Szenarien und Varianten vorgeschlagen und es wird die Methodik beschrieben, um zu strategischen Entscheidungen und robusten Engpässen zu gelangen. Darüber hinaus wird der Bewertungsrahmen skizziert, mit dem diese strategischen Entscheidungen und robusten Engpässe in der IEA/plan-MER untersucht werden.
- **Phase 2: Engpassanalyse mittels Entwicklung alternativer Szenarien**

⁹ In der SUP-Richtlinie wird die Umwelt definiert als: „biologische Vielfalt, Bevölkerung, menschliche Gesundheit, Fauna, Flora, Boden, Wasser, Luft, klimatische Faktoren, materielle Vermögenswerte, kulturelles Erbe, einschließlich architektonisches und archäologisches Erbe, Kulturlandschaft und die Wechselwirkung zwischen den oben genannten Elementen.“

Die Entwicklung von Alternativen, die in der IEA/plan-MER beurteilt werden, erfolgt in verschiedenen Schritten. Zunächst werden Szenarien und Varianten erstellt, die als Grundlage für die Ermittlung der benötigten Energieinfrastruktur sowie der Engpässe in der Energieinfrastruktur dienen. Anschließend wird eine Energiesystemanalyse durchgeführt, die einen Überblick über die benötigten Komponenten des Energiesystems für jedes Szenario gibt. Abschließend wird auf Basis der vorstehenden Ausführungen abgeschätzt, welche Komponenten in (fast) allen Szenarien und Varianten notwendig sind und welche Energie-Infrastruktur-Engpässe in all diesen Szenarien und Varianten auftreten. Dabei handelt es sich um robuste Engpässe oder Entwicklungen. Es werden Lösungen für die robusten Engpässe oder Entwicklungen aufgezeigt. Darüber hinaus wird eine Auswirkungsprognose der strategischen Entscheidungen auf das Energiesystem vorgenommen.

- **Phase 3: Beurteilung der Auswirkungen**

Diese Phase fokussiert sich auf die Ausarbeitung und Untersuchung der Auswirkungen von Alternativen innerhalb der Szenarien. Dabei werden nicht nur die Auswirkungen im Bereich Umwelt und Raum berücksichtigt, sondern auch die Energiesystemeffizienz, der Wohlstand im Allgemeinen und die Machbarkeit. Dies geschieht in zwei Untersuchungsrounds: eine Voruntersuchung und im Anschluss eine detailliertere Untersuchung.

- **Phase 4: Schlussfolgerungen**

In dieser Phase geht es darum, die politischen Schlussfolgerungen zu formulieren. Die Untersuchungsergebnisse zu den verschiedenen Alternativen stellen die möglichen Folgen unterschiedlicher Entwicklungen dar. Diese Ergebnisse führen schließlich zur Wahl der Entwicklungsrichtungen und zur Festlegung von Rahmenbedingungen, die im Programm fixiert werden. Die Schlussfolgerungen zielen auch darauf ab, Rahmenbedingungen für eine schnellere Umsetzung von Projekten zu schaffen.

2.4 Beteiligung, Einspruch und Stellungnahme

2.4.1 Beteiligungsplan

Eine wichtige Säule der Beteiligung ist das niederländische Umwelt- und Planungsgesetz (omgevingswet). Das Ziel des Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahrens im Rahmen des PEH II ist es, gemeinsam mit den beteiligten Parteien zu breit getragenen Lösungen für verschiedene Aspekte der Hauptenergiestruktur zu gelangen.

Die Art und Weise, wie gesellschaftliche Organisationen, Anwohner, Unternehmen und Verwaltungsorgane frühzeitig in das PEH II einbezogen werden, wird im Beteiligungsplan (siehe Anhang) beschrieben. Dieser Plan bildet die Grundlage für alle Beteiligungsaktivitäten während der Laufzeit des Programms Hauptenergiestruktur II und wird in jeder Phase aktualisiert. In der nachstehenden Abbildung ist dargestellt, dass es vier wichtige Beteiligungs-Zeitpunkte gibt.

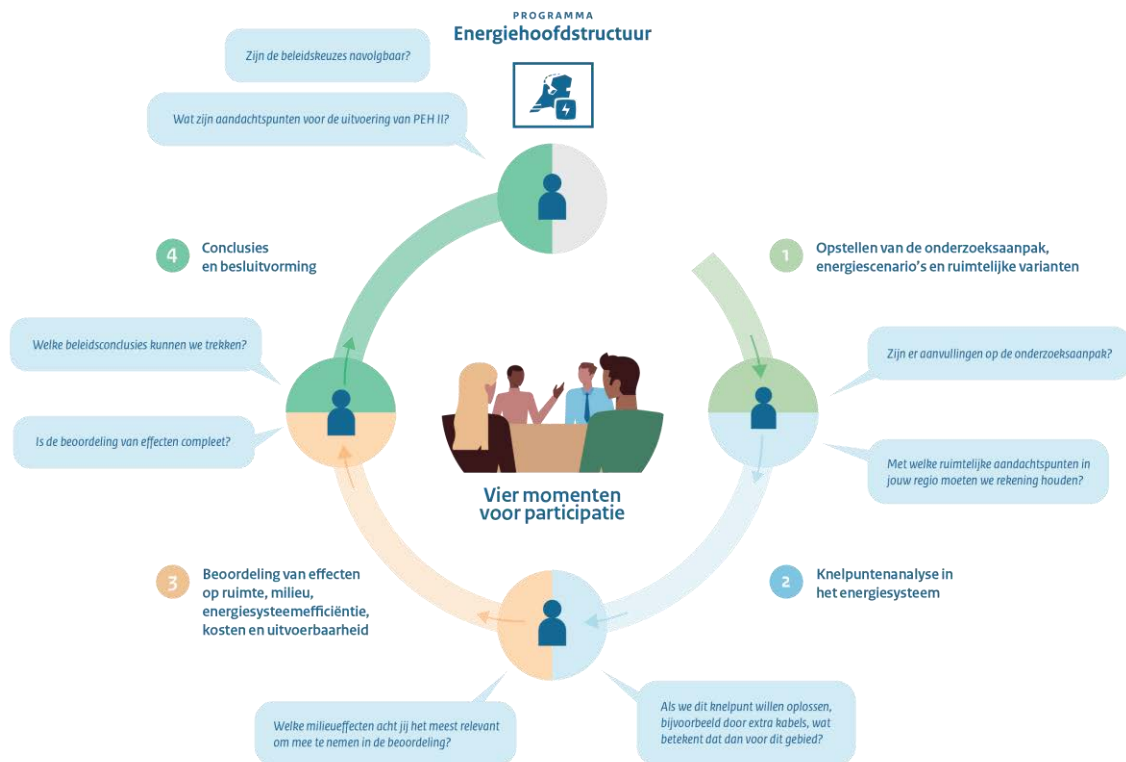


Abbildung 2-1 Vier zeitliche Beteiligungsmöglichkeiten

2.4.2 Beteiligung in Bezug auf den NRD-Entwurf

In diesem NRD-Entwurf wird ein Vorschlag für die zu untersuchenden vielversprechenden Lösungen und den Bewertungsrahmen für die Untersuchung dieser Lösungen in der IEA/plan-MER gemacht. Bei der Erarbeitung dieses Vorschlags wurden verschiedene Arbeitsformen und Beteiligungsaktivitäten eingesetzt.

Sobald dieser NRD-Entwurf zur Einsichtnahme ausliegt, kann jeder während eines Zeitraums von sechs Wochen eine Stellungnahme im Rahmen des formellen Beteiligungsverfahrens einreichen (siehe Abschnitt 2.4.3 für eine nähere Erläuterung hierzu). In diesem Zeitraum werden Webinare organisiert, in denen das Programmteam des PEH II mit dem weiteren Umfeld in den Dialog tritt. Bei den Informationsveranstaltungen soll unter anderem erläutert werden, welche Rolle eine Projektumfangserklärung (NRD) im IEA/plan-MER-Verfahren spielt, was untersucht wird und welche Schritte unternommen wurden und werden. Während der Informationsveranstaltungen können die Teilnehmenden Fragen stellen.

2.4.3 Beteiligungsverfahren NRD-Entwurf

Dieser NRD-Entwurf wird zur Einsichtnahme ausgelegt und jeder kann eine Reaktion einreichen. Reaktionen können zwischen dem 7. November und dem 18. Dezember 2025 beim Bureau Energieprojecten des Ministeriums für Klima und grünes Wachstum (ministerie van KGG) eingereicht werden. Bureau Energieprojecten nimmt Ihre Stellungnahmen vorzugsweise digital über die Projektseite des [Hauptenergiestruktur-Programms](#) entgegen.

2.4.4 Gesetzliche Berater und Feststellung des Programms

Die Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung (nachfolgend die MER-Kommission) wird um eine Stellungnahme zum Detaillierungsgrad und zur Reichweite des zu erstellenden IEA/plan-MER gebeten. Diese Stellungnahme wird veröffentlicht und kann zu Ergänzungen und Anpassungen des Ansatzes der IEA/plan-MER führen. Nachdem die IEA/plan-MER erstellt wurde, wird die MER-Kommission erneut um eine Stellungnahme gebeten. Die Ministerien für Infrastruktur und Wasserwirtschaft (IenW), Landwirtschaft, Fischerei, Ernährungssicherheit und Natur (LVVN) und das ndl. Amt für Kulturerbe (OCW) sind gesetzliche Berater.

Die formale PEH II-Feststellung obliegt den verantwortlichen Ministerien für Klima und Grüne Entwicklung (KGG), für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltfragen (VRO) und für Infrastruktur und Wasserwirtschaft (IenW). Das Ministerium für Klima und Grüne Entwicklung (KGG) ist die zuständige Behörde für die Raumordnung des nationalen Energiesystems. Das Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltfragen (VRO) ist Mitunterzeichner aufgrund der Systemverantwortung für das Umwelt- und Planungsgesetz (Omgevingswet). Das Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft (IenW) ist Mitunterzeichner für den Teilbereich Rohrleitungen aufgrund der politischen Zuständigkeit für Rohrleitungssysteme. Die Ministerien sind auch an der Erstellung der Projektumfangserklärung (NRD) und der Umfassenden Folgenabschätzung/Plan-UVP (IEA/plan-MER) beteiligt.

3 Entwicklung von Alternativen

3.1 Einleitung

Die Entwicklung von Alternativen, die in der IEA/plan-MER beurteilt werden, erfolgt in verschiedenen Schritten. Zunächst werden **Szenarien** (Abschnitt 3.2) und **Varianten** (Abschnitt 3.3) für das Energiesystem erstellt, die als Grundlage für die Bestimmung der erforderlichen Energieinfrastruktur und der Engpässe in dieser Infrastruktur dienen. Für die Szenarien und Varianten führen die Netzbetreiber Berechnungen durch und auf dieser Basis führen wir eine **Energiesystemanalyse** durch (Absatz 3.4), die einen Überblick darüber gibt, welche Energieinfrastruktur für jedes Szenario benötigt wird. Diese Energieinfrastruktur ist in verschiedene Bestandteile unterteilt (wie Hochspannungs- und Wasserstoffleitungen, Batterien, unterirdische Speicher usw.). Abschließend wird auf der Grundlage der vorhergehenden Analysen eine Einschätzung vorgenommen, welche Bestandteile in (fast) allen Szenarien und Varianten notwendig sind und welche Erweiterungen der Energieinfrastruktur in (fast) allen Szenarien und Varianten erforderlich sind. Dies sind **robuste Entwicklungen** (Abschnitt 3.5). Es werden Lösungen für die robusten Engpässe oder Entwicklungen aufgezeigt. Darüber hinaus wird eine Auswirkungsprognose der **Entscheidungen innerhalb der Szenariovarianten** (Abschnitt 3.5) auf das Energiesystem vorgenommen. Diese robusten Entwicklungen und Entscheidungen werden zum Zweck der Wirkungsbewertung räumlich übertragen.

Abbildung 3-1 Alternativen-Entwicklung IEA



3.2 Szenarien

Für die Umfassende Folgenabschätzung wird eine Prognose der (möglichen) Entwicklungen des Energiesystems bis 2050 sowie der Auswirkungen dieser Entwicklungen vorgenommen. Derzeit ist jedoch noch unklar, wie die Welt im Jahr 2050 aussehen wird und wie sich das Energiesystem entwickeln wird. Daher werden für die Umfassende Folgenabschätzung verschiedene Szenarien zur Entwicklung des Energiesystems verwendet. Diese Szenarien haben verschiedene Ausgangspunkte für zukünftige Entwicklungen, beispielsweise in Bezug auf die Rolle der Wasserstoffträger oder das Maß der Selbstversorgung des niederländischen Energiesystems. Es werden integrale Szenarien ausgearbeitet. Diese umfassenden Szenarien beschreiben die Gesamtheit von Nachfrage, Angebot, Flexibilität und Energieinfrastruktur für alle Sektoren und alle Energieträger in Volumen. Die Szenarien beinhalten eine

ationale Auswirkung (wie viel Bedarf, Erzeugung, Flexibilität und Energieinfrastruktur in den Niederlanden), aber auch eine räumliche Verteilung (wo wird diese Nachfrage, Erzeugung, Flexibilität und Energieinfrastruktur realisiert). Durch die Verwendung umfassender Szenarien, einschließlich der räumlichen Verteilung, wird der gesamte Raumbedarf für die nationale Energieinfrastruktur abgeschätzt und es wird ebenfalls ermittelt, wo dieser Raumbedarf besteht.

Die Nutzung verschiedener Szenarien dient unterschiedlichen Zwecken:

- Aufzeigen der Bandbreite möglicher Entwicklungen des Energiesystems sowie des Raumbedarfs und der damit verbundenen Auswirkungen;
- Einblick in die Auswirkungen strategischer Entscheidungen auf die Gestaltung des Energiesystems;
- Einblick in Entwicklungen, die sich in allen Szenarien wiederholen und daher voraussichtlich auf jeden Fall erforderlich sind. Diese werden als robuste Entwicklungen bezeichnet.

Die von Netbeheer Nederland im Jahr 2025 entwickelten Szenarien bilden die Grundlage für die Entwicklung von Alternativen für die Umfassende Folgenabschätzung. Da wir in der IEA von PEH II zusätzliche Szenariovarianten entwerfen, bezeichnen wir die von Netbeheer Nederland erstellten Szenarien als „Basisszenarien“. Vier Szenarien wurden von Netbeheer Nederland entwickelt. Dies sind umfassende Szenarien, einschließlich der räumlichen Verteilung. Drei Szenarien fungieren als Eckpunkte möglicher Entwicklungen, jeweils mit einem Fokus auf unterschiedliche Energieträger (Strom, Wasserstoffträger oder (grünes) Gas und Biomasse). Darüber hinaus gibt es ein zentrales Szenario, den „Kursstabilen Mittelweg“. Jedes dieser Szenarien geht davon aus, dass das Ziel eines klimaneutralen Energiesystems im Jahr 2050 erreicht wird, jedoch unterscheiden sie sich in der Art und Weise, wie dieses Ziel erreicht wird.

Die vier Szenarien von Netbeheer Nederland heißen:

- **Kursstabiler Mittelweg**, das zentrale Szenario. Dieses Szenario liegt der Richtung des NPE am nächsten.
- **Eigene Kapazität**, dies ist das Eckpunktszenario mit Fokus auf Strom.
- **Gemeinsame Bilanz**, dies ist das Eckpunktszenario mit Fokus auf (grünes) Gas und Biomasse.
- **Horizontale Versorgung**, dies ist das Eckpunktszenario mit Fokus auf Wasserstoff.

Die nachstehende Abbildung zeigt die vier Szenarien von Netbeheer Nederland: Die Tabelle gibt eine (nicht vollständige) Übersicht der Kennzahlen dieser Szenarien für 2050. Der Szenariobericht von Netbeheer Nederland¹⁰ enthält eine umfangreiche Beschreibung der Szenarien.

¹⁰ [Netbeheer Nederland Szenarien Ausgabe 2025.](#)

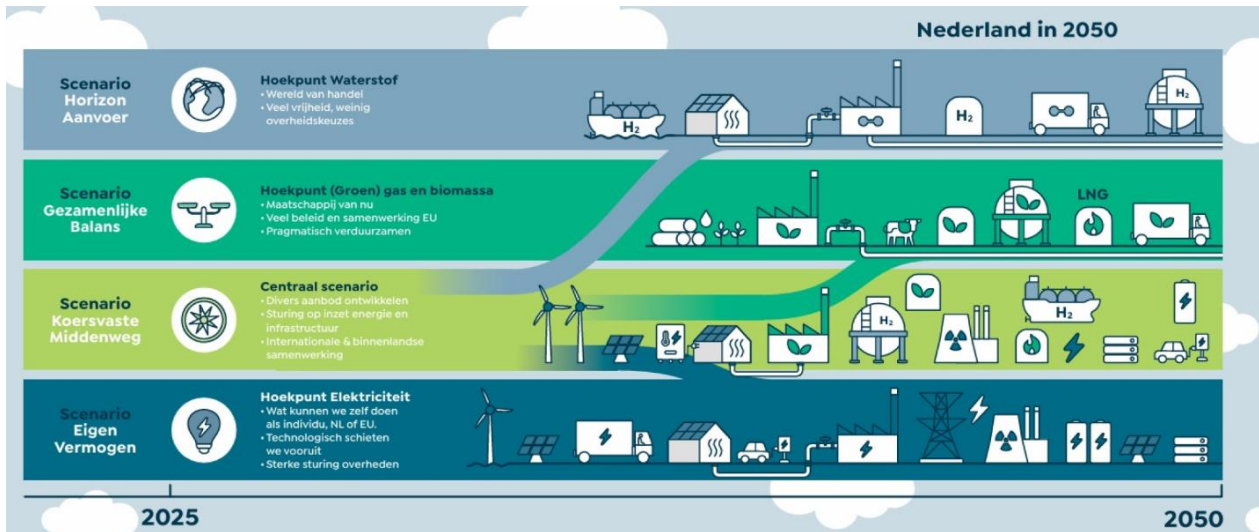


Abbildung 3-2 Vier Szenarien von Netbeheer Nederland

Die nachstehende Tabelle zeigt, dass sich die Szenarien in wichtigen Ausgangspunkten unterscheiden, z. B. in der Ausgestaltung des Energiebedarfs, der Entwicklung der Stromerzeugung aus verschiedenen Quellen und der Importabhängigkeit der Niederlande. Es gibt jedoch auch Entwicklungen, die in allen Szenarien gleich sind. So geht jedes Szenario von einem deutlichen Anstieg sowohl des Stromverbrauchs als auch der Stromerzeugung durch Windkraftanlagen und Solarmodule aus. Außerdem ist in jedem Szenario eine erheblicher Zunahme an Batterien und Elektrolyseuren vorgesehen.

Tabelle 3-1 Die relevantesten Szenario-Kennzahlen für PEH II

	Kursstabiler Mittelweg	Eigene Kapazität	Gemeinsame Bilanz	Horizontale Versorgung	
Energiebedarf					
Strombedarf	505	560	419	338	TWh
Wasserstoffbedarf	68	77	36	133	TWh
Methanbedarf ¹¹	63	34	136	37	TWh
Wärmebedarf	40	55	40	20	TWh
Biomasse und biobasierte Brenn- und Rohstoffe	75	55	100	65	TWh
CCS-Anwendung	40	25	85	20	Mt CO ₂
Erzeugung					
Offshore-Windkraft ¹²	67	73	51	39	GW
Onshore-Windkraft	13	17	10	10	GW
PV	116	174	101	77	GW
Kernenergie (einschließlich SMR)	6,9	5,5	3,2	2,0	GW
Flexibilität					
Elektrolyse	28	34	20	14	GW
Batterien	49	56	43	27	GW
Elektrizitätswerke	17	18	18	22	GW
Wasserstoffspeicherung	15	16	7	19	TWh
Netto-Import (Import minus Export)					
Strom	29	36	35	48	TWh
Wasserstoff	6	13	13	126	TWh
Methan	46	18	121	15	TWh

In der obigen Tabelle geht es um die Szenarien für 2050, und der Fokus der Umfassenden Folgenabschätzung liegt ebenfalls auf dem Jahr 2050. Wichtig ist aber auch der Zeitplan bis 2050, insbesondere für die Machbarkeit der gesamten (räumlichen) Aufgabe der Energiewende. Deshalb wird auch das Tempo der Entwicklungen bis 2050 abgeschätzt. Dafür werden die Investitionspläne der Netzbetreiber und die Szenarien früherer Jahre verwendet. Netbeheer Nederland hat die oben genannten Szenarien auch für andere Referenzjahre erarbeitet und für die Alternativen-Entwicklung genutzt.

Zusätzlich zu den Szenarien von Netbeheer Nederland werden weitere Szenarien für die Umfassende Folgenabschätzung erstellt, bei denen es sich um Varianten der Netbeheer Nederland-Szenarien handelt. Die Gründe für die Untersuchung zusätzlicher Szenarien sind:

- Größere Bandbreite möglicher Entwicklungen: Ziel der Verwendung verschiedener Szenarien ist es, die gesamte Bandbreite der (realistisch) möglichen Entwicklungen zu untersuchen. Für einige

¹¹ Hierunter fallen auch grünes Gas und fossiles Erdgas.

¹² In den Szenarien wird davon ausgegangen, dass der von diesen Offshore-Windparks produzierte Strom auf See teilweise in Wasserstoff umgewandelt und in dieser Form über Rohrleitungen an Land transportiert wird.

Entwicklungen beinhalten die Szenarien von Netbeheer Nederland keine ausreichende Bandbreite an Möglichkeiten, was zusätzliche Szenarien wünschenswert macht.

- In der Lage sein, spezifische Forschungsfragen zu untersuchen: Der Zweck der Verwendung von Szenarien besteht auch darin, Einblicke in bestimmte Forschungsfragen zu gewinnen. Es gibt Forschungsfragen zur nationalen Gestaltung des Energiesystems, zum Beispiel zur Auswirkung einer dauerhaft geringen Rolle von Wasserstoffträgern im Energiemix. Aber auch Forschungsfragen zur räumlichen Interpretation des Energiesystems, zum Beispiel welche Wirkung die räumliche Steuerung an Standorten von Batteriesystemen hat. Die Szenarien von Netbeheer Nederland reichen nicht aus, um einen Einblick in alle Forschungsfragen zu geben, daher werden neue Szenarien hierfür erstellt.

Im nächsten Abschnitt wird erörtert, welche Varianten – die alle Variationen der Netbeheer Nederland-Szenarien sind – zusätzlich ausgearbeitet und untersucht werden und was der Zweck der Untersuchung dieser zusätzlichen Szenarien ist. Für 2050 werden ausschließlich neue Varianten entwickelt und untersucht.¹³

3.3 Energie- und räumliche Szenariovarianten

Wie oben beschrieben, werden für die Umfassende Folgenabschätzung zusätzliche Szenarien entwickelt und untersucht, bei denen es sich um Varianten der von Netbeheer Nederland entwickelten Szenarien handelt.

3.3.1 Bestimmung des Inhalts der Szenariovarianten

In der Umfassenden Folgenabschätzung werden zwei Arten von Szenariovarianten erstellt: Energie-Szenariovarianten und räumliche Szenariovarianten. Bei den Energievarianten ändert sich die nationale Interpretation des Energiemixes (z. B. unterscheidet sich die Menge der Erzeugung aus bestimmten Quellen oder die Menge der Speicherung in den Niederlanden im Vergleich zu den Basisszenarien). Bei den räumlichen Varianten bleibt die nationale Interpretation des Energiemixes im Vergleich zu den Basisszenarien von Netbeheer Nederland gleich, aber die räumliche Interpretation (wo werden Bedarf, Erzeugung, Speicherung realisiert) ändert sich.

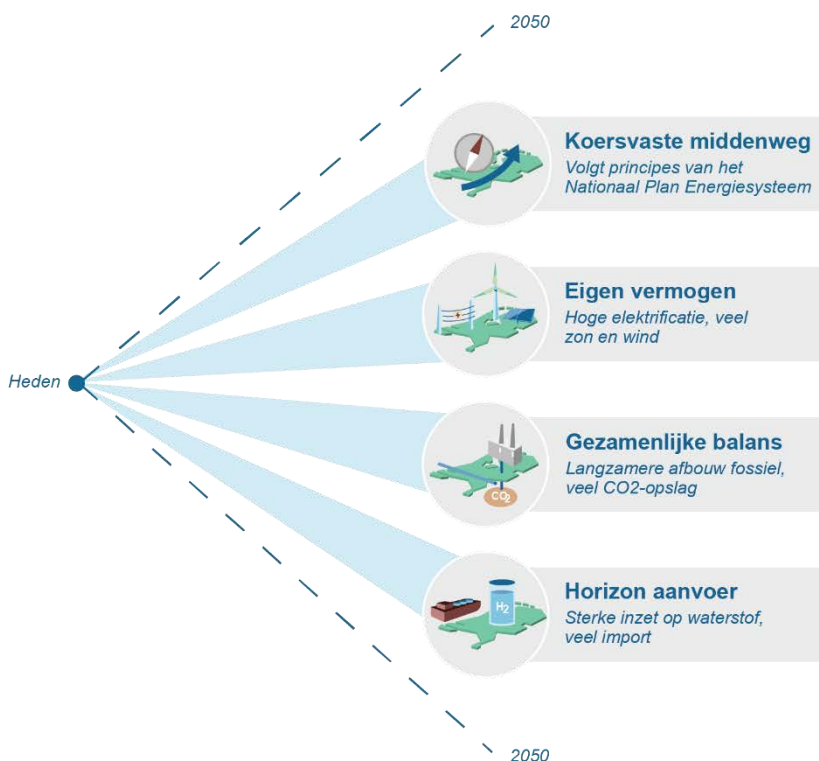
Energie-Szenariovarianten

Die Energie-Szenariovarianten werden auf der Grundlage räumlicher Dilemmata konzipiert, die sich aus dem Nationalen Energiesystemplan (Nationaal Plan Energiesysteem (NPE)) ergeben. Darüber hinaus ist das jährliche Klima- und Energiememorandum, in dem die Ziele aus dem NPE angepasst werden können, eine wichtige Quelle. Es wurden nämlich noch nicht alle Entwicklungen in die Basisszenarien von Netbeheer Nederland aufgenommen, da sie nicht mit dem primären Ziel erstellt wurden, Raumpolitik zu gestalten und/oder die räumlichen Auswirkungen zu untersuchen, wenn bestimmte Entwicklungen nicht zustande kommen. Unter anderem wird eine Energie-Szenariovariante erarbeitet, in der Austauschmöglichkeiten zwischen verschiedenen Flex-Funktionen untersucht werden. So wird beispielsweise eine Szenariovariante betrachtet, in der die Wasserstoffspeicherung zurückbleibt und weniger Elektrolyse realisiert wird, während der Anteil der Offshore-Windenergie gleich bleibt. Darüber hinaus wird eine Energie-Szenariovariante erarbeitet, in der ein alternativer Energiebedarf aus der Industrie auf räumliche Auswirkungen untersucht wird. Das jüngste Klima- und Energiememorandum setzt höhere Ambitionen für CCS und niedrigere Ambitionen für die Offshore-Windenergie auf die Agenda für 2040. Da diese Volumen bereits aus den Basis-Szenarien untersucht werden können, müssen hierfür keine separaten Szenariovarianten erstellt werden, um sie in der IEA aus dem PEH untersuchen zu können.

¹³ Die Entwicklungen im Bereich (gefährlicher) Stoffe, soweit sie nicht in den Anwendungsbereich der Szenarien und Szenariovarianten fallen, werden in einer gesonderten Analyse für die IEA PEH II untersucht.

Auf der Grundlage des Entwurfs des Raumordnungsmemorandums werden die folgenden Gestaltungsprinzipien als Grundlage für die räumlichen Szenariovarianten herangezogen. Der Ausgangspunkt der räumlichen Optimierung von Angebot und Nachfrage ist ein Kernthema für die Umfassende Folgenabschätzung und spiegelt sich in mehreren räumlichen Szenariovarianten wider, wie z. B. der Untersuchung der räumlichen Verteilung von Offshore-Wind-Anlandung¹⁴ oder der Untersuchung alternativer bevorzugter Gebiete für die Kernenergie. Darüber hinaus heißt es im Entwurf des Raumordnungsmemorandums, dass es wichtig sei, mit dem Raum in den Industrieclustern sorgsam umzugehen. In der IEA des PEH II führt dies zu räumlichen Szenariovarianten, zum Beispiel einer Szenariovariante, in der die Verteilung von Batterien auf Standorte außerhalb der Industriecluster untersucht wird und wo Standorte für die unterirdische Anlandung gesucht werden. Schließlich ist der achtsame Umgang mit dem Wassersystem im Entwurf des Raumordnungsmemorandums ein wichtiger Punkt. Dies führt unter anderem zu einer Variante, bei der Kraftwerke nur an der Küste errichtet werden, so dass kein Druck auf das Süßwassersystem entsteht. Im Entwurf des Raumordnungsmemorandums werden noch viele weitere räumliche Aufgaben angesprochen. Diese Herausforderungen werden in der Folgenabschätzung im Bereich Raum und Umwelt berücksichtigt (siehe Abschnitt 4.3) in die Überlegungen einbezogen.

Scenario's



14. Oktober 2025

3.3.2 Methode zur Erstellung von Szenariovarianten

Ausgehend von Dilemmata und Untersuchungsfragen wird in der IEA eine Reihe von **Energie-Szenariovarianten** erarbeitet und untersucht. Damit erhalten wir Aufschluss über die Auswirkungen, wenn bestimmte Entwicklungen von Angebot und Nachfrage in der Zukunft nicht eintreten. Es werden drei Energievarianten ausgearbeitet:

- **Weniger Stromspeicherung mit Batterien.** Jedes der vier Szenarien von Netbeheer Nederland geht von einer signifikanten Entwicklung der Batteriespeicher aus (insgesamt 27 bis 56 GW). Es ist anzunehmen, dass es im zukünftigen Energiesystem mehr Batterien geben wird als heute, aber es gibt auch Studien, die davon ausgehen, dass die Rolle von Batterien in einem klimaneutralen Stromsystem geringer sein wird als in den Szenarien von Netbeheer Nederland¹⁵. Daher wird eine Variante mit weniger Batteriespeicherung untersucht, um die Bandbreite möglicher Entwicklungen besser abzubilden und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Energieinfrastruktur und den Flächenbedarf für das Energiesystem zu untersuchen. Der Wegfall von Batterien wird in diesem Szenario durch den Einsatz von mehr regelbaren Wasserstoffkraftwerken und eine stärkere Nutzung anderer Flexibilitätsquellen (wie Langzeitspeicherung, Interkonnektoren und Elektrolyse) aufgefangen. In den Szenarien von Netbeheer Nederland haben Systembatterien ein Speichervolumen von 8 Stunden (bezogen auf die Kapazität)¹⁶. Daran halten wir auch bei dieser Variante fest. Wir berücksichtigen auch die Auswirkungen bei einem anderen Speichervolumen, zum Beispiel 4 Stunden.
- **Weniger Elektrolyse und Wasserstoffspeicherung.** Das Ausmaß der Rolle von Wasserstoffträgern unterscheidet sich zwischen den vier Szenarien von Netbeheer Nederland, aber in jedem der Szenarien ist ein erheblicher Wasserstoffbedarf (34 – 136 TWh) und die inländische Produktion von grünem Wasserstoff durch Elektrolyse (14 – 34 GW) vorgesehen. Infolgedessen ist in jedem der Szenarien eine erhebliche Menge an Wasserstoffspeichern (7 – 19 TWh) erforderlich. Die Entwicklung der Elektrolyse verläuft jedoch nicht so schnell wie erwartet, was zum Teil auf hohe Kosten zurückzuführen ist. Es ist somit denkbar, dass die Rolle der Elektrolyse kleiner sein wird als die Bandbreite der Szenarien von Netbeheer Nederland. Zudem ist ungewiss, wie viel Wasserstoffspeicherung unterirdisch realisiert werden kann. Deshalb wurde eine Variante mit weniger Elektrolyse und weniger Wasserstoffspeicherung entwickelt. Der Wasserstoffbedarf bleibt bei dieser Variante gleich. Die geringere inländische Wasserstoffproduktion wird durch mehr Wasserstoffimporte kompensiert und aufgrund des geringeren Strombedarfs von Elektrolyseuren wird die Menge an Offshore-Wind in diesem Szenario heruntergefahren. Mit einer geringeren verfügbaren Kapazität für die Wasserstoffspeicherung werden Kraftwerke, die in Zeiten von wenig Wind und Sonne benötigt werden, bei dieser Variante mit grünem Gas betrieben (und nicht mit Wasserstoff wie in den meisten Szenarien von Netbeheer Nederland).
- **Alternative Deckung der Industrienachfrage.** Die zukünftige Entwicklung der Industrie in den Niederlanden hat einen großen Einfluss auf die Gestaltung des Energiesystems, da dieser Sektor für einen Großteil des Energiebedarfs in den Niederlanden verantwortlich ist. Eine der Möglichkeiten für die zukünftige Ausgestaltung der Industrie ist, dass mehr Halbfabrikate importiert werden, und damit die (energieintensiven) Prozessschritte in den Niederlanden teilweise verschwinden und nur noch die späteren Schritte im Produktionsprozess zum Endproduzenten in den Niederlanden stattfinden. In dieser Variante werden die Auswirkungen einer stärkeren Einfuhr von Halbfabrikaten auf das Energiesystem untersucht. Zudem geht diese Variante von einer geringeren Bedarfsentwicklung von Rechenzentren im Vergleich zum Basisszenario aus. Es ist wichtig zu erwähnen, dass es sich hierbei nicht um ein Wunschdenken

¹⁵ Beispielsweise in dieser *Studie zu einem CO₂-freien Stromsystem in 2035*.

¹⁶ Auch andere Formen der Stromspeicherung sind in den Szenarien enthalten, wie z. B. Heimbatterien, die Speicherung von Strom in Elektrofahrzeugen, Batterien in Solarparks und verschiedene Formen der Langzeitspeicherung. Diese haben ein anderes Speichervolumen.

handelt, sondern um eine mögliche Entwicklung, für die es wünschenswert ist, die Auswirkungen auf den für das Energiesystem benötigten Raum zu skizzieren. Auch die Menge der erneuerbaren Erzeugung, insbesondere aus Offshore-Windkraft, und der Importe wird in dieser Variante auf Basis von Veränderungen der Energienachfrage aktualisiert.

Target Grid-Szenario von TenneT

Parallel zum IEA-Prozess für das PEH II durchläuft TenneT zum zweiten Mal den Target Grid-Prozess und entwickelt eine langfristige Vision für sein zukünftiges Netz. TenneT hat dafür ein neues Szenario entworfen. Dieses Szenario und die Erkenntnisse aus den Berechnungen von TenneT im Kontext von Target Grid werden auch für die IEA verwendet, um die Konsistenz zwischen den beiden Verfahren zu gewährleisten.

Darüber hinaus werden verschiedene **räumliche Varianten** erarbeitet. Dies gibt Aufschluss über die Auswirkungen räumlicher Entscheidungen auf die Gestaltung des Energiesystems und die Frage, ob es wünschenswert ist, die Entwicklung von Teilen des Energiesystems (z. B. Batterien) räumlich zu steuern. Zudem können die räumlichen Varianten auch Erkenntnisse für andere politische Verfahren liefern. Für die folgenden Entwicklungen werden räumliche Varianten der Szenarien von Netbeheer Nederland entwickelt¹⁷:

Unterirdische Offshore-Anlandung¹⁸

Im Zusammenhang mit der Vorerkundung Unterirdische Anlandungen werden verschiedene Varianten ausgearbeitet. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der Standorte der unterirdischen Offshore-Stromanlandung. Bei der Auswahl der Standorte für die unterirdische Anlandung wurden folgende Grundsätze angewandt: Die Standorte sind nicht Teil von PAWOZ und dem VAWOZ-Programm, befinden sich nicht in Küstenprovinzen, sind über die gesamten Niederlande verteilt, es besteht die Möglichkeit, an eine 380-kV-Station anzuschließen (sowohl in Bezug auf die Kapazität und Räumlichkeit als auch jetzt oder in Zukunft nach einer möglichen Erweiterung) und die Systemeffizienz wurde untersucht (unter Berücksichtigung der lokalen Nachfrage (Entwicklung), der Interkonnectoren und der Auswirkungen der Anlandungen auf Engpässe im Hochspannungsnetz). Dies führte zu Untersuchungen der folgenden potenziellen Regionen für Anlandungsstandorte:

- Limburg
- Gelderland-Süd/Ost-Brabant
- Twente
- Flevoland

Ziel der Berechnung dieser Varianten mit unterirdischer Anlandung an diesen Standorten ist es, die Auswirkungen auf die Strominfrastruktur und die Systemintegration von Offshore-Wind zu ermitteln.

Ergänzende Ambitionen in Bezug auf Kernenergie

Im Grundlinienabkommen des Kabinetts Schoof ist das Ziel festgelegt, zwei zusätzliche konventionelle Kernkraftwerke zu errichten, zusätzlich zu den zuvor unter dem Kabinett Rutte IV angekündigten zwei konventionellen Kernkraftwerken. Außerdem gehört auch die Untersuchung der Möglichkeiten für mehrere kleine Kernkraftwerke (Small Modular Reactors, SMR) zum derzeitigen Regierungsprogramm.

¹⁷ Weitere räumliche Varianten können hinzugefügt werden, wenn sich dies zu einem späteren Zeitpunkt als wünschenswert erweist.

¹⁸ Die Erkenntnisse in Bezug auf die Auswirkungen der unterirdischen Anlandung von Offshore-Windenergie auf die Energieinfrastruktur werden ebenfalls in der Sondierung zur Anlandung von Offshore-Windenergie berücksichtigt.

Das nld. Ministerium für Klima und grünes Wachstum (als Initiator) durchläuft derzeit ein Projektverfahren zur Standortwahl für die ersten beiden konventionellen Kernkraftwerke, wobei Standorte in den Gebieten Sloegebiet, Terneuzen, Tweede Maasvlakte und Eemshaven untersucht werden. Für den Bau der ersten beiden neuen Kernkraftwerke schließt sich die Regierung den Grundsätzen und Abwägungen an, die bisher bei der Aktualisierung der Sicherungspolitik, unter anderem im Dritten Strukturplan für die Elektrizitätsversorgung (SEV III) – angewandt und in späterer Raumordnungspolitik bestätigt wurden.

Aus Gründen der Zeit- und Kostenvorteile gilt für die Errichtung der ersten beiden Kernkraftwerke der Grundsatz, dass an einem Standort mindestens zwei Reaktoren mit jeweils mindestens 1.000 MW der Generation III+ gebaut werden. Im Schreiben an die Zweite Kammer von Mai 2025¹⁹ wurde darauf hingewiesen, dass im Rahmen von PEH II geprüft werden soll, ob es wünschenswert ist, andere Ansatzpunkte für die Integration neuer kerntechnischer Kapazitäten aus der Gesamtaufgabe unseres zukünftigen Energiesystems und in Verbindung mit anderen räumlichen Ambitionen zu nutzen.

Dies bedeutet für PEH II zwei Änderungen gegenüber PEH I und dem laufenden Projektverfahren zur Integration der Kernkraftwerke 1 und 2. Erstens geht es bei PEH II nicht nur um die Integration konventioneller Kernkraftwerke, sondern auch um den Raum für SMRs. PEH II betrachtet also die nukleare Kapazität innerhalb eines Gebiets und nicht die Integration einer bestimmten Anzahl von Kraftwerken. Zweitens wird geprüft, ob und wenn ja, welche räumlichen Ausgangspunkte für die weitere Integration der Kernkraftwerkskapazität in den Niederlanden nach den Kernkraftwerken 1 und 2 gelten sollten.

Entwurf des Raumordnungsmemorandums in Bezug auf neue bevorzugte Gebiete für Kernkraftwerke

Im Entwurf des Raumordnungsmemorandums steht, dass für die bevorzugten Gebiete der Kernkraftwerke 3 und 4 eine Richtungsbestimmung über Hauptenergiestruktur-Programm (Programm Energiehoofdstructuur (PEH)) erfolgen wird. In diesem Rahmen wird geprüft, ob es, ausgehend von der Gesamtaufgabe unseres zukünftigen Energiesystems und im Zusammenhang mit anderen räumlichen Zielsetzungen, wünschenswert ist, andere (räumliche) Ausgangspunkte zu verwenden als jene, die für die Kernkraftwerke 1 und 2 gelten. Wichtige Überlegungen bei der Festlegung von bevorzugten Gebieten sind unter anderem die Auswirkungen auf das Energiesystem, die Verfügbarkeit von Kühlwasser sowie die (strukturell) verfügbare physische und umweltbezogene Raumkapazität.

Nachstehend sind zu jeder dieser Überlegungen die entsprechenden Aussagen aus dem Entwurf des Raumordnungsmemorandums aufgeführt.

- **Auswirkungen auf das Energiesystem**
 - o Aufgrund der Knappheit an neuer Energieinfrastruktur und nachhaltigen Energieträgern setzen wir auf eine sogenannte „Energieplanologie“. Damit wollen wir einerseits den Raumbedarf des neuen Energiesystems antizipieren und andererseits räumliche Entwicklungen so steuern, dass sie zu einem effektiven und effizienten Energiesystem beitragen.
 - o Angebot und Nachfrage in ihrem Zusammenhang räumlich zu optimieren, ist eines der Kernprinzipien des Entwurfs des Raumordnungsmemorandums im Bereich Energie. Ziel ist es, die räumlichen und infrastrukturellen Auswirkungen im ganzen Land zu verringern. Durch eine gezielte Auswahl und Verteilung der Standorte für die Energieproduktion wird die Beziehung zwischen Angebot und Nachfrage optimiert.
- **Verfügbarkeit von Kühlwasser**
 - o Ganzjährig kann die Verfügbarkeit von (brackigem/salzigem) (Kühl-)Wasser nur entlang der Küste garantiert werden. Im Binnenland können während warmer, trockener Sommer Süßwasserdefizite auftreten, und es können aufgrund von Anforderungen an Wasserqualität und -temperatur Einschränkungen für die Einleitung von Kühlwasser gelten. Dies wird bei der Standortwahl berücksichtigt.

¹⁹ *Parlamentsdruksachen 2024/2025 32645-156*

- o Wasserverbraucher können darauf reagieren, indem sie beispielsweise bei der Standortwahl Gebiete meiden, in denen die langfristige Verfügbarkeit von Süßwasser nicht gewährleistet werden kann.
- **Verfügbarkeit von physischem Raum**
 - o Der bestehende Raum in Industriegebieten sowie der verfügbare Umweltraum werden so weit wie möglich geschützt.
 - o Wir suchen nach geeigneten Standorten für Erweiterungen, wobei wir die Zusammenhänge zwischen dem Energiesystem, der wirtschaftlichen Entwicklung, der Netzkapazität, dem Bedarf der Verteidigung sowie weitere räumliche und gesellschaftliche Aspekte (wie die Lebensumweltqualität) berücksichtigen. Das Ergebnis kann dann eine strategische Erweiterung von Industrieclustern sein.
- **Verfügbarkeit von Umweltraum**
 - o Wir wollen den bestehenden Umweltraum besser nutzen, indem wir in Gebieten mit einer Umweltbelastung nur Aktivitäten zulassen, die diesen Umweltraum tatsächlich benötigen.
 - o Dabei setzen wir auf einen sorgsamen Umgang mit hochwertigen Standorten (Standorten, an denen Aktivitäten mit hoher Umweltbelastung stattfinden).

Mit dem PEH II wird auf regionaler Ebene untersucht, ob sich (neue) Gebiete für den Bau weiterer Kernkraftwerke eignen. Eine Reihe technischer Rahmenbedingungen schließt große Teile der Niederlande von der Errichtung eines Kernkraftwerks aus. Diese Rahmenbedingungen umfassen:

- Verfügbarkeit von Kühlwasser, eventuell mit Kühltürmen.
- Keine Kernkraftwerke in der Nähe von dicht besiedelten Gebieten: nicht mehr als 5.000 Einwohner im Umkreis von 1 km um die Suchgebiete, wie im Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes (Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)) festgelegt.
- Keine Kernkraftwerke in Natura 2000-Gebieten, wie im Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes (Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)) festgelegt.
- Keine Kernkraftwerke im UNESCO-Welterbe, wie im Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes (Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)) festgelegt.
- Nicht innerhalb von 5 km um eine geologisch aktive Verwerfungslinie gelegen, wie in der SSG 9-Richtlinie festgelegt²⁰.

Die tatsächliche Eignung von Regionen in den Niederlanden für die Errichtung weiterer Kernkraftwerke wird in der IEA untersucht. Dabei geht es um viele weitere Faktoren, wie z. B. die Integration in das Energiesystem, Umwelt- und Raumeffekte, Sicherheitsaspekte und Kosten.

Verteilung statt Konzentration von Systembatterien

Die Umfassende Folgenabschätzung von PEH I zeigte, dass in den Industrieclustern viel Fläche benötigt wird, weil mehrere Entwicklungen des Energiesystems zusammenkommen (und auch Platz für Aktivitäten benötigt wird). Die Analysen zeigten, dass Batterien weitgehend in Industrieclustern als systemeffizienteste Standorte angesiedelt werden könnten. Es entsteht jedoch kein klares Bild, wie sich diese Batterien auf das Stromnetz auswirken, wenn diese Batterien in einer größeren Region breiter platziert werden. Bei dieser Variante werden keine Batterien in Industrieclustern platziert. Diese Batterien werden dann an anderen Standorten in den Niederlanden realisiert. Die Untersuchung dieser Variante soll Aufschluss darüber geben, ob es an anderen Standorten in den Niederlanden zu räumlichen Engpässen kommt, wenn Batterien nicht in den Industrieclustern platziert werden und welche Auswirkungen dies auf die benötigte Energieinfrastruktur haben wird.

Elektrolyse und Stromkraftwerke an der Küste

²⁰ IAEA-Sicherheitsstandard SSG-9 „Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations“ (2010).

Der Klimawandel kann die Wasserverfügbarkeit im Landesinneren verringern und für große Wasserverbraucher wie Elektrolyseure und Kraftwerke möglicherweise unzureichend sein. Daher wird eine räumliche Variante untersucht, bei der diese großen Wasserabnehmer hauptsächlich an der Küste liegen.

Verteilung von Offshore-Windstrom-Anlandungen an der Küste

Die Anlandung von Offshore-Windstromkabeln hat große Auswirkungen auf die nationale Energieinfrastruktur. Im Programm Verbindungen Offshore-Anlandung (Verbindingen Aanlanding Wind op Zee (pVAWOZ)) wird die Anlandung von Offshore-Windenergie bis 2040 festgelegt. Die Erkenntnisse aus dem pVAWOZ, die 2026 veröffentlicht werden, fließen bereits in die räumliche Verteilung der Anlandung an der Küste ein. Nach 2040 und bis 2050 wird in jedem Szenario zusätzliche Offshore-Strom-Anlandung von Windkraft realisiert. Basierend auf den Erkenntnissen von pVAWOZ wird auch eine Schätzung der effizientesten Verteilung für die Stromanlandung von Offshore-Wind an der Küste nach 2040 vorgenommen.

Standort von Rechenzentren

In den Szenarien von Netbeheer Nederland wird ein erheblicher Anstieg des Strombedarfs von Rechenzentren erwartet, der zum Teil auf die Entwicklung künstlicher Intelligenz zurückzuführen ist. In den Szenarien wird der Großteil dieser Rechenzentren in Nordholland, in der Nähe von Amsterdam und in Groningen in der Nähe von Eemshaven realisiert. Es wird eine räumliche Variante untersucht, bei der ein Teil der Entwicklung von Rechenzentren durch einen neuen Hyperkonnektivitätscluster in Flevoland realisiert wird.

Import Wasserstoffträger

In jedem der Szenarien von Netbeheer Nederland werden Wasserstoffträger importiert, und zwar für den Inlandsverbrauch und den Transit ins Hinterland. Diese Wasserstoffträger werden in verschiedenen Formen (Ammoniak, Flüssigkeit, LOHC²¹) importiert. Der Import erfolgt in Rotterdam, Zeeland, im Bereich des Nordseekanals und in Eemshaven. Die meisten Importe finden in Rotterdam statt. In einer räumlichen Variante werden die Auswirkungen dieses Imports, der stärker geclustert stattfindet, in nur 2 Regionen untersucht: Rotterdam und Eemshaven. Das sind die beiden Standorte, an denen LNG bereits importiert wird und an denen es in Zukunft ein starkes Wasserstoffnetz geben wird. Darüber hinaus gibt es in Rotterdam die meisten Initiativen für den Import von Wasserstoffträgern.

PEH I als Ausgangspunkt

Mit den oben genannten Szenariovarianten für PEH II bauen wir auf den Erkenntnissen aus PEH I (2024) auf. Aus PEH I ging beispielsweise hervor, dass die Installation von Großelektrolyseuren an Standorten, an denen Offshore-Wind auf Land trifft, effizient für das Energiesystem ist und somit erhebliche Platz- und Kostenvorteile mit sich bringt. Darüber hinaus untersuchen wir die Auswirkungen der Platzierung großer Wasserabnehmer (wie z. B. Elektrolyseure) an der Küste aufgrund der möglichen zukünftigen Wasserknappheit im Landesinneren. Es stellte sich auch heraus, dass die räumliche Konzentration der Stromerzeugung aus Wind und Sonne (im Verhältnis zur Verteilung) keine signifikanten Auswirkungen auf die Hochspannungsinfrastruktur hatte. Diese Frage ist daher nicht Teil von PEH II. Ein anderes Beispiel ist der große Raumbedarf von Batterien in Industrieclustern, wie aus PEH I hervorgegangen ist. Im PEH II prüfen wir, inwiefern der Raumbedarf auch an anderen Standorten erfüllt werden kann.

²¹ Liquid Organic Hydrogen Carrier. Zum einfacheren Transport wird bei diesem Verfahren Wasserstoff chemisch an eine organische Substanz gebunden.

3.4 Energiesystemanalyse und Bestimmung der benötigten Energieinfrastruktur

Für die Szenarien und die energetischen und räumlichen Szenariovarianten wird die Entwicklung von Nachfrage, Angebot, Flexibilität und der benötigten Energieinfrastruktur ermittelt. In jedem der Szenarien wurden Annahmen für die Entwicklung von Nachfrage, Angebot und Flexibilität getroffen. Wie diese zustande gekommen sind, wurde in den beiden vorangegangenen Absätzen erörtert.

Die erforderliche Energieinfrastruktur ist das Ergebnis der Entwicklung von Nachfrage, Angebot und Flexibilität. Zur Ermittlung der benötigten Strom- und Gasinfrastruktur (Methan, Wasserstoff und CO₂) werden Netzberechnungen durch die nationalen Netzbetreiber (TenneT und Gasunie) durchgeführt. Für jedes der zuvor diskutierten Szenarien, einschließlich der Energie- und Raumszenario-Varianten, wird eine Netzberechnung durchgeführt. Der Fokus der Netzberechnung sowohl von TenneT als auch von Gasunie liegt auf dem nationalen Transportnetz, dem 380-kV- und 220-kV-Netz bei TenneT und dem Haupttransportleitungsnetz bei Gasunie. Von TenneT wird zusätzlich eine Durchrechnung der Kuppelstationen zwischen 220/380 kV und den zukünftigen „Pockets“²² im regionalen Hochspannungsnetz (110/150 kV) durchgeführt. Für die regionalen Hochspannungsnetze werden sowohl die Kuppelstationen als auch die Anschlüsse durchgerechnet. Die Belastung der Kuppelstationen bestimmt, ob neue „Pockets“ errichtet werden müssen, wofür dann auch eine neue Kuppelstation erforderlich ist. Gasunie wird zusätzlich zu den Berechnungen in Bezug auf das Haupttransportleitungsnetz auch eine qualitative Analyse möglicher Zweige dieses Netzes durchführen.

Auswirkungen auf die regionale Energieinfrastruktur

Der Fokus von PEH II liegt auf der nationalen Energieinfrastruktur, also auf dem 380-kV- und 220-kV-Netz von TenneT sowie dem Haupttransportleitungsnetz von Gasunie. Wie bereits erwähnt, führen TenneT und Gasunie zusätzliche Analysen für das regionale Hochspannungsnetz (150/110 kV) und die Kuppelstationen von TenneT sowie mögliche Abzweigungen des Haupttransportleitungsnetzes durch Gasunie durch. Dies sind die Entwicklungen mit der größten räumlichen Wirkung haben und daher der größten Bedeutung für PEH II. Andere Entwicklungen in der regionalen Energieinfrastruktur werden nicht untersucht, auch wegen der größeren Unsicherheit für die Entwicklungen auf dieser Ebene. Diese werden in regionalen Programmen und Prozessen, wie z. B. in Energievisionen der Provinzen, weiter untersucht.

Die Netzberechnungen zeigen, zu welchen Engpässen es in der Energieinfrastruktur aufgrund der zu erwartenden Entwicklungen kommen kann. Anschließend wird ermittelt, welche Lösungsrichtungen es gibt, um diese Engpässe zu lösen. Dabei kann es sich um Erweiterungen der Energieinfrastruktur oder betriebliche Lösungen (wie z. B. Redispatch²³) handeln, aber auch um Alternativen wie Systemlösungen, zum Beispiel andere Standorte oder Einsatz von Erzeugungs- oder Flexibilitätsquellen, sowie Markteingriffe.

²² Um Platz im Netz zu schaffen, wird TenneT das 110-kV- und das 150-kV-Hochspannungsnetz in mehr als 40 kleinere Teilbereiche unterteilen. Diese sogenannten „Pockets“ erhalten jeweils einen eigenen Anschluss an das 220-kV- und 380-kV-Hochspannungsnetz.

²³ Im Falle eines Redispatch bezahlt TenneT Abnehmer oder Erzeuger von Strom dafür, dass sie ihre Produktion oder ihren Verbrauch reduzieren oder erhöhen, so dass an einer Verbindung, an der wahrscheinlich ein Engpass auftritt, weniger Übertragung erforderlich ist. Kommt es an einer bestimmten Verbindung nur zu wenigen Zeiten im Jahr zu Engpässen, ist das günstiger als der Bau neuer Infrastruktur.

Zusammenhang mit aktuellen Problemen von Netzengpässen

Derzeit kommt es in weiten Teilen der Niederlande zu Netzengpässen, weil nicht genügend Kapazität im Stromnetz zur Verfügung steht. In der IEA des PEH II wird untersucht, welche Lösungsansätze für das Stromnetz und welcher dafür benötigte Raum erforderlich sind, um im Jahr 2050 über ausreichende Netzkapazitäten zu verfügen. Infolgedessen geben diese Analysen keinen Einblick in Lösungen für die aktuellen Netzengpassprobleme, aber sie geben Einblick in den Raum, der benötigt wird, um zukünftige Netzengpässe so weit wie möglich zu vermeiden.

Für Engpässe im Hochspannungsnetz von TenneT werden speziell DC-Hubs als mögliche Lösung in Betracht gezogen. Ein DC-Hub ist eine Umschaltstation zwischen zwei (oder mehr) Gleichstromanschlüssen, an denen Gleichstromanschlüsse aufeinandertreffen und/oder der Anschluss an das Wechselstromnetz erfolgt. (Mehr dazu in Tabelle 1-1 in Abschnitt 1.1). Aus der IEA von PEH I und anderen Studien von TenneT (wie dem Investitionsplan und Target Grid) ergibt sich, dass ein massiver Stromtransport von der Küste ins Landesinnere erforderlich ist. Dies kann über oberirdische Hochspannungsleitungen erfolgen, es wird jedoch auch über die Möglichkeit nachgedacht, im Landesinneren Gleichstrom-Hubs (DC-Hubs) mit unterirdischen DC-Kabeln in Richtung Binnenland zu errichten, da die (zeitweise) Realisierung neuer oberirdischer Hochspannungsverbindungen räumlich, technisch und organisatorisch äußerst anspruchsvoll ist. Es hängt von der Entwicklung der DC-Hub-Modellierung durch TenneT ab, ob es möglich ist, DC-Hubs in die Netzberechnungen einzubeziehen und zu bestimmen, inwieweit diese Hubs Engpässe im regulären oberirdischen Hochspannungsnetz lösen.

Es gibt auch andere Teile der Energieinfrastruktur, für die keine Netzberechnungen von den Netzbetreibern durchgeführt werden, die aber in der IEA von PEH II untersucht werden. Dies gilt für überregionale Wärmeinfrastrukturen und Rohrleitungen für Brennstoffe und Rohstoffe (mit Ausnahme von Wasserstoff, wofür Analysen von Gasunie durchgeführt werden). Zu diesem Zweck werden separate Analysen durchgeführt, die auf der erwarteten Entwicklung von Angebot und Nachfrage nach diesen Trägern basieren.

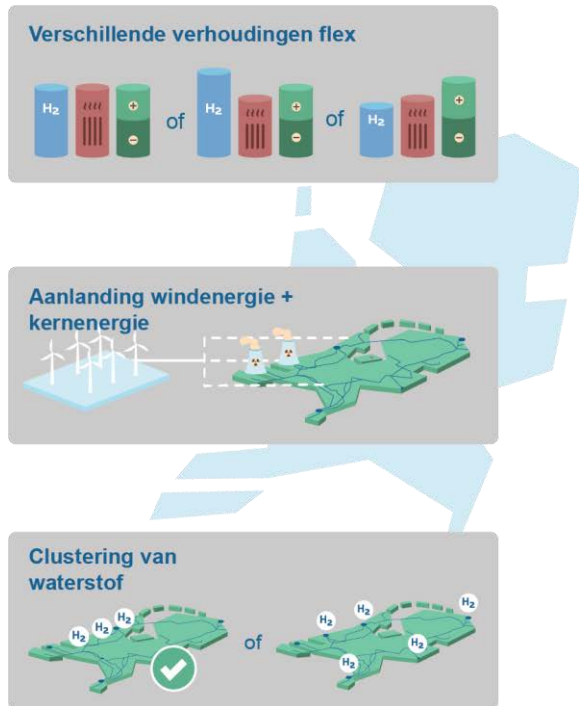
3.5 Entwicklung nach robusten Entwicklungen und Wahlmöglichkeiten innerhalb der Szenariovarianten

Aus der Ausarbeitung der Szenarien und der energetischen und räumlichen Szenariovarianten sowie aus den Analysen zur erforderlichen Energieinfrastruktur ergibt sich eine Übersicht über die benötigten Komponenten des Energiesystems für **jedes Szenario**. Anschließend wird abgeschätzt, welche Komponenten in (fast) allen Szenarien und Szenariovarianten notwendig sind und welche Erweiterungen der Energieinfrastruktur in (fast) allen Szenarien und Szenariovarianten erforderlich sind. Dies sind **robuste Entwicklungen**. Darüber hinaus wird eine Auswirkungsprognose der **Entscheidungen innerhalb der Szenariovarianten** auf das Energiesystem vorgenommen. Diese Auswahlmöglichkeiten sind in die Szenarien und Szenariovarianten eingeflossen, so dass die Auswirkungen durch den Vergleich der Ergebnisse der Szenarien und Varianten transparent gemacht werden können. Wenn bestimmte Teile oder Erweiterungen der Energieinfrastruktur einen großen gesellschaftlichen Mehrwert haben (laut Bewertung), kann dies ein Grund sein, räumlich in diese Richtung zu steuern.

Abbildung 3-4 Beispiele für Auswahlmöglichkeiten in Bezug auf Szenariovarianten und robuste Entwicklungen

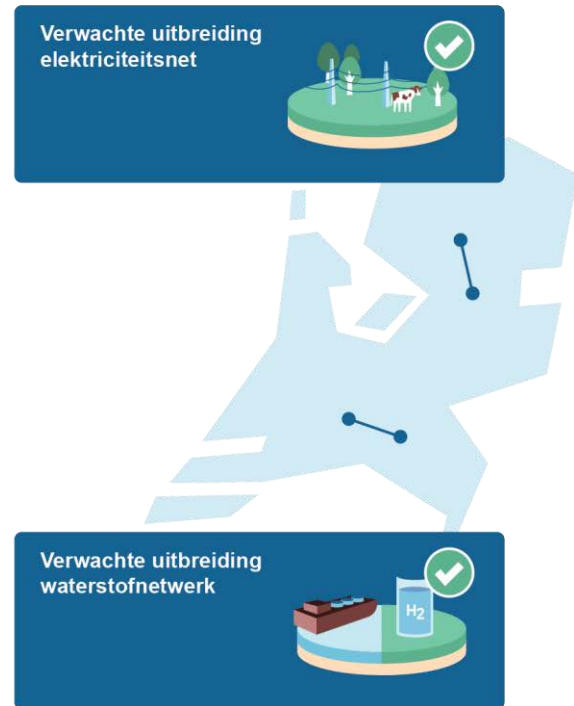
Keuzes binnen de scenariovarianten

Onderzoeken van de (ruimtelijke) impact van verschillende systeemkeuzes



Robuuste ontwikkelingen

Onderzoeken van de beste plek voor noodzakelijke uitbreidingen

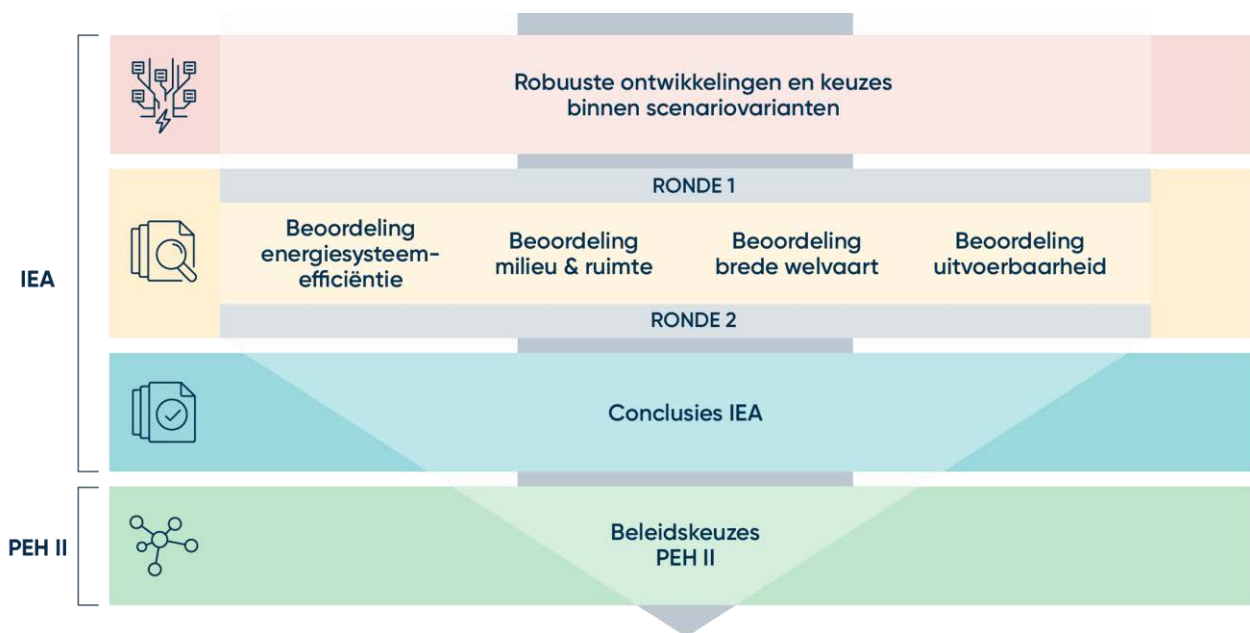


4 Bewertungsmethodik Umfassende Folgenabschätzung/Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans (IEA/plan-MER)

4.1 Beurteilungsrahmen der Umfassenden Folgenabschätzung

Der Bewertungsrahmen umfasst vier zu beurteilende Themen: Energiesystemeffizienz, Umwelt und Raum, Wohlstand im Allgemeinen und Machbarkeit. Die Bewertung erfolgt in zwei Untersuchungsrunden: In Runde 1 ist die Untersuchung explorativ und breit angelegt, während sie in Runde 2 vertiefend und gezielt ausgerichtet ist. In den folgenden Abschnitten werden der Bewertungsrahmen und die Bewertungsmethodik pro Thema kurz beschrieben. Das Thema Umwelt & Raum definiert den Inhalt der Plan-UVP (plan-MER), einschließlich der Rahmenbedingungen, die für eine Plan-UVP (plan-MER) festgelegt werden. Der Detaillierungsgrad der Bewertung entspricht der Art des PEH II.

Abbildung 4-1 Erläuterung der Bewertungsmethodik



4.2 Erläuterung der Bewertungsmethodik Energiesystemeffizienz

Ein Aspekt der Bewertung betrifft das Thema Energiesystemeffizienz. Im zukünftigen Energiesystem spielt die Abstimmung von Energiebedarf, -angebot und -speicherung eine wichtige Rolle für die Effizienz dieses Systems. Zu diesem Punkt wird eine Bewertung sowohl für die Entscheidungen innerhalb der Szenariovarianten als auch für den Vergleich verschiedener Lösungsansätze zur Behebung von Engpässen in der Energieinfrastruktur vorgenommen (siehe Abschnitt 3.4). Dies bedeutet, dass nicht alle Bereiche des Energiesystems und der robusten Entwicklungen für das Thema Energiesystemeffizienz bewertet werden. Dieser Aspekt ist nämlich nur dann relevant, wenn tatsächlich Entscheidungen getroffen werden können.

Bei der Energiesystemeffizienz geht es darum, Energieangebot und -nachfrage zeitlich, kapazitäts- und flächenmäßig so gut wie möglich aufeinander abzustimmen, Energie möglichst effizient zu nutzen und die Robustheit des Energiesystems zu gewährleisten. Nach diesen Kriterien werden die Entscheidungen

innerhalb der Szenariovarianten sowie die unterschiedlichen Lösungsansätze für Engpässe in der Energieinfrastruktur bewertet. Dabei werden verschiedene Energieformen berücksichtigt: Strom, Wasserstoff, Methan und – soweit relevant – auch Wärme.

Die Bewertung der Energiesystemeffizienz besteht aus zwei Runden, wobei eine erste Runde eine globale Bewertung aller Optionen innerhalb der Szenariovarianten und Lösungsrichtungen für Engpässe in der Energieinfrastruktur umfasst. Daran schließt sich eine zweite Runde an, in der die Engpässe und Optionen, wo gewünscht, weiter vertieft diskutiert werden.

Die wichtigsten Aspekte, die bei der Bewertung der Energiesystemeffizienz berücksichtigt werden:

- **Benötigte Energieinfrastruktur** Energie muss von den Erzeugungsorten zu den Bedarfsorten transportiert werden. Dafür wird eine Energieinfrastruktur benötigt. Bei diesem Aspekt wird die erforderliche Energieinfrastruktur festgelegt. Diese dient als Maß für die Effizienz der Nutzung dieser Infrastruktur. Systemoptimierung, Standortsteuerung und Markteingriffe können die Aufgabe neuer Energieinfrastrukturen einschränken.
- **Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage.** Das Energiesystem muss flexibel sein, um Angebot und Nachfrage im Laufe der Zeit aufeinander abzustimmen. Die zukünftige Energieversorgung in Form von Strom ist weniger konstant als die heutige, was den Bedarf an Flexibilität erhöht. Diese Flexibilität kann durch Energiespeicherung, -umwandlung, Energieaustausch mit dem Ausland und Nachfragesteuerung gewährleistet werden. In diesem Punkt wird aufgezeigt, wie viele Flexibilitätsquellen erforderlich sind, um Angebot und Nachfrage auszugleichen. Eine höhere Effizienz des Systems kann sicherstellen, dass Angebot und Nachfrage ausgeglichener sind und weniger Flexibilitätsquellen benötigt werden.
- **Versorgungssicherheit.** Unter Versorgungssicherheit versteht man das Ausmaß, in dem die Energieversorgung der Abnehmer im ganzen Jahr gewährleistet ist. Es wird eine qualitative Betrachtung der Auswirkungen strategischer Entscheidungen auf die Robustheit des Energiesystems und die Versorgungssicherheit im Falle von Störungen oder Notfällen vorgenommen.
- **Energieverluste.** Bei der Umwandlung, Speicherung und dem Transport von Energie treten Energieverluste auf. Dadurch ist insgesamt eine höhere Energieproduktion erforderlich, um eine bestimmte Nachfrage zu erfüllen. Auch dies wird in die Bewertung einbezogen.

4.3 Erläuterung der Bewertungsmethodik Umwelt und Raum

In Bezug auf das Thema Umwelt und Raum werden sowohl die Lösungsansätze für strukturelle Engpässe als auch die Auswirkungen der Infrastruktur oder des Raumbedarfs bewertet, die nur in bestimmten Szenariovarianten erforderlich sind. Lösungsansätze können sich auf ein einzelnes Element der Energieinfrastruktur beziehen, sie können aber auch eine Kombination mehrerer Lösungen umfassen. Die Folgenabschätzung für Umwelt & Raum erfolgt in zwei Runden. In Runde 1 erfolgt eine breit angelegte Bewertung und in Runde 2 eine vertiefende Bewertung. In der ersten Runde erfolgt die Bewertung für alle Teile der Energieinfrastruktur, die in den Anwendungsbereich von PEH II fallen. In Runde 2 findet eine Auswahl spezifischer Komponenten (Standort/Gebiet) statt. Für diese spezifischen Komponenten wird eine eingehende Bewertung vorgenommen.

4.3.1 Zu bewertende Aspekte

Die Aspekte, die für das Thema Umwelt und Raum bewertet werden, sind in vier Hauptaspekte unterteilt. Jeder Hauptaspekt wurde in mehrere Teilaspekte unterteilt. Die folgende Tabelle zeigt die Haupt- und Teilaspekte.

Tabelle 4-1 Haupt- und Teilaspekte, die Bestandteil der IEA PEH II sind

Hauptaspekt	Teilaspekt	Beschreibung
Natur	Natura 2000-Gebiete NNN Sonstige geschützte Gebiete Geschützte Arten	Wir bewerten anhand verschiedener Prüfrahmen für geschützte Gebiete und Arten; dabei wird auch auf die Stickstoffdeposition eingegangen.
Räumliche Qualität und Kulturerbe	Wertvolle Landschaft Kulturerbe Erlebnis-, Zukunfts- und Nutzungswert	Wir untersuchen die Auswirkungen auf landschaftliche, kulturelle und archäologische Werte, einschließlich wertvoller (Kultur-)Landschaften wie das UNESCO-Welterbe. Dabei betrachten wir auch Beiträge zur räumlichen Qualität, unter anderem durch Möglichkeiten zur Kombination verschiedener Energieinfrastrukturen.
Lebensumfeld, Umwelt, Gesundheit und Sicherheit	Boden und Wasser Klimaanpassung Lärm Externe Sicherheit (Externe veiligheid (EV))	Dabei untersuchen wir Teilaspekte, die mit verschiedenen Industrie-, Wohn- und Arbeitsfunktionen zusammenhängen. Es geht sowohl um direkten (physischen) als auch um indirekten Raumbedarf, beispielsweise im Zusammenhang mit Lärmemissionen. Grundlage für eine Reihe von Bewertungsrahmen, z. B. für Lärm, ist die Gesundheit. Außerdem betrachten wir die Zukunftsfähigkeit im Hinblick auf Boden, Wasser und Klimaanpassung. Die Entwicklungen der Urbanisierungsstandorte sind in der Referenzsituation (Ist-Situation plus autonome Entwicklung) enthalten. Angesichts des Abstraktionsgrads des PEH werden Aspekte wie EMV ²⁴ , Luft und Geruch im Rahmen des PEH nicht berücksichtigt, abgesehen von der Kartierung der Einwohnerzahl.
Sonstige Raumnutzung	Landwirtschaft Freizeit Verteidigung Industrie Wirtschaft Infrastruktur Wohnungsbau Unterirdische Raumnutzung	<i>Wir bewerten die Auswirkungen der Energieinfrastruktur auf die Funktionen Landwirtschaft, Freizeit, Verteidigung, Industrie, Wirtschaft und Infrastruktur (Schiene, Straße, Wasser, Solar- und Windenergie). Wir beschäftigen uns auch mit den Möglichkeiten der Mehrfachnutzung des Raums.</i>

Die Bewertung der Umwelt- und Raumauswirkungen erfolgt auf der Grundlage der untenstehenden Bewertungsskala. Angesichts des Detaillierungsgrads von PEH II und der Bewertung werden Symbole anstelle von Plus- und Minuszeichen verwendet, die die oft qualitative Bewertung zum Ausdruck bringen. Die Bewertung erfolgt auf Basis einer 4-Punkte-Skala, da davon ausgegangen wird, dass die Auswirkungen oft neutral oder negativ sind und es nur begrenzt zu positiven Auswirkungen kommt. Es werden jedoch mögliche Möglichkeiten geprüft, durch Energieinfrastruktur einen positiven Beitrag für die Umwelt zu leisten.

Symbol	Bedeutung
▲	Positive Auswirkungen im Vergleich zur Ausgangssituation
●	Geringe bis keine Auswirkungen im Vergleich zur Ausgangssituation
▼	Negative Auswirkungen im Vergleich zur Ausgangssituation
▼▼	Sehr negative Auswirkungen im Vergleich zur Ausgangssituation

²⁴ In Bezug auf EMV wurde eine Vorsorgepolitik entwickelt, die angewendet werden kann, wenn mögliche Trassen für Hochspannungsverbindungen bekannt sind. Dies ist beim PEH aufgrund des hohen Abstraktionsgrads nicht der Fall. Aufgrund der Vorsorgepolitik wird EMV zu einem späteren Zeitpunkt auf Projektebene kartiert. Dabei können Trassenalternativen optimiert, verglichen und abgewogen sowie Quellenmaßnahmen ergriffen werden, wie sie in der Vorsorgepolitik beschrieben sind.

Wo negative Auswirkungen den Ausbau der Energieinfrastruktur unmöglich machen, werden diese als „Showstopper“ bezeichnet.

4.3.2 Differenzierung im anzuwendenden Bewertungsrahmen

Für die Bewertung des Themas Umwelt und Raum werden verschiedene Bewertungsrahmen verwendet. Der Bewertungsrahmen wird für jedes Segment der Energieinfrastruktur und pro Untersuchungsrunde weiter ausgearbeitet. Der gewünschte Detaillierungsgrad und der Fokus des Bewertungsrahmens hängen nämlich von drei Aspekten ab:

- vom Segment der Energieinfrastruktur;
- von der zu treffenden politischen Entscheidung;
- von der Bewertung in Untersuchungsrunde 1 oder 2.

Differenzierung nach Segment der Energieinfrastruktur

Jeder Teil der Energieinfrastruktur besitzt seine eigenen Merkmale in Bezug auf Umwelt und Raum. Das bedeutet, dass nicht alle Umweltaspekte für alle Arten von Energieinfrastruktur relevant sind. Daher wird für jedes Element der Energieinfrastruktur ein eigener Bewertungsrahmen erstellt, in dem nach den jeweils zu bewertenden Aspekten differenziert wird. In der nachstehenden Tabelle ist für jedes Element der Energieinfrastruktur dargestellt, welcher Art und welchen Merkmalen der jeweilige Infrastrukturtyp entspricht (ob es sich um eine Linie oder um einen Standort (Punkt) handelt) und welche wesentlichen potenziellen Auswirkungen zu erwarten sind. Im weiteren Prozess wird diese Tabelle zu einem endgültigen Bewertungsrahmen weiterentwickelt. Hinweis: Bei verschiedenen Elementen ist als Auswirkung der physische Raum angegeben. Damit ist der Flächenbedarf gemeint, der sich auf andere Nutzungen wie Natur, Landwirtschaft, Industrie usw. auswirken kann; diese Funktionen sind in der Tabelle nicht einzeln aufgeführt.

Tabelle 4.2 Merkmale, Art und wesentliche potenzielle Auswirkungen der Energieinfrastruktur

Element Energieinfrastruktur	Merkmal und Art des Elements	Die wichtigsten potenziellen Auswirkungen
Hochspannungsleitungen (inkl. Umspannwerke)	Oberirdische Linie = und Punktinfrastruktur	Naturgebiete, Vögel, Landschaft, Weltkulturerbe, physischer und Umweltraum
Elektrizitätswerke	Oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Lärm und Sicherheit), Kühlwasser (Entziehen und Einleiten), Landschaft
Batterien	Oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Lärm und Sicherheit), I Landschaft
Elektrolyse	Oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Lärm und Sicherheit), Wasserverfügbarkeit für u. a. Kühlwasser (Entziehen und Einleiten), Landschaft
Rohrleitungen	Unterirdische Linieninfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Sicherheit) in Untergrund, Boden und Wasser, Archäologie
Wasserstoffspeicherung	Unterirdische und oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer Raum in Untergrund, Boden und Wasser, Archäologie, Umweltraum (Sicherheit)
Unterirdische Anlandungen	Unterirdische Linien- und oberirdische Punktinfrastruktur	Linie: physischer Raum Und Umweltraum (Sicherheit, Boden und Wasser, Archäologie) im Untergrund Punkt: physischer und Umweltraum (Lärm), Landschaft
DC-Hubs	Oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Lärm), Landschaft
Bevorzugte Gebiete für Kernenergie	Oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Lärm und Sicherheit), Kühlwasser (Entziehen und Einleiten), Landschaft
Importterminals Brennstoffe	Oberirdische Punktinfrastruktur	Physischer und Umweltraum (Sicherheit)
CO ₂ -Abscheidung, -transport und Speicherung	Unterirdische Linien- und oberirdische Punktinfrastruktur	Linie: physischer Raum in Untergrund, Boden und Wasser Punkt: physischer und Umweltraum (Lärm, Sicherheit), Landschaft
Wärme-Infrastruktur	Unterirdische Linien- und oberirdische Punktinfrastruktur	Linie: physischer Raum in Untergrund, Boden und Wasser Punkt: physischer und Umweltraum, Landschaft

Differenzierung aufgrund der zu treffenden politischen Entscheidung

Außerdem beeinflussen politische Entscheidungen – etwa zu räumlichen Reservierungen, Entwicklungsrichtungen, Raumordnungspolitik oder strategischer Vision – maßgeblich, wie detailliert eine bestimmte Art von Energieinfrastruktur bewertet werden kann. Des Weiteren gelten für verschiedene Teile des Energiesystems bereits räumliche Vorbehalte, deren Zukunftsfähigkeit wir beurteilen. Zur Verdeutlichung wurden nachstehend drei Beispiele aufgenommen.

Neue räumliche Reservierung als politische Entscheidung: Wenn es wünschenswert ist, dass für einen bestimmten Teil der Infrastruktur eine räumliche Reservierung für ein Gebiet im PEH II erreicht wird, ist eine detailliertere Folgenabschätzung möglich und notwendig. Der Naturaspekt kann dann z. B.

anhand der spezifischen Naturwerte beurteilt werden, die in diesem Gebiet vorhanden sind, und nicht anhand des Raums, der in oder in der Nähe eines Naturschutzgebietes eingenommen wird.

Neukalibrierung bestehender Reservierungen als politische Entscheidung: Bei dem derzeitigen reservierten Korridoren für Rohrleitungen kann es sein, dass in Zukunft nicht mehr genügend Platz für alle Rohrleitungen vorhanden ist. Im PEH II wird geprüft, ob die bestehenden Reservierungen dieser künftigen Nachfrage gerecht werden können.

Strategische Vision als politische Entscheidung: Es werden weniger detaillierte Informationen benötigt, um eine strategische Vision zu einem bestimmten Thema zu entwickeln. Zu einer strategischen Vision gehört zum Beispiel die Wahl zwischen dem Clustern von Batterien in bestimmten Bereichen oder der dezentralen Platzierung von Batterien. Bei einer solchen Bewertung stehen standortspezifische Informationen noch nicht zur Verfügung und sind weniger relevant. Die Folgenabschätzung kann daher bei einem geringeren Detaillierungsgrad bleiben. Zum Beispiel, in Bezug auf die Unterschiede in den räumlichen Auswirkungen zwischen den Auswahlmöglichkeiten.

Differenzierung nach Untersuchungsrunde

Schließlich kann der Bewertungsrahmen je nach Untersuchungsrunde variieren. Wie bereits erwähnt, findet in Untersuchungsrunde 1 eine explorative Untersuchung statt und in Untersuchungsrunde 2 eine vertiefende Untersuchung. Das bedeutet, dass die Aspekte in Runde 1 und Runde 2 auf unterschiedliche Weise bewertet werden, um jeweils den angemessenen Detaillierungsgrad der Informationen zu erhalten. Die folgende Tabelle enthält einige Beispiele und ist daher nicht vollständig. Im weiteren Prozess wird diese Tabelle zu einem endgültigen Bewertungsrahmen weiterentwickelt.

Tabelle 4-3 Auflistung einiger Beispiele für die Differenzierung der Bewertungskriterien nach Untersuchungsrunde (nicht vollständig)

Hauptaspekt	Teilaspekt	Methodik Runde 1	Methodik Runde 2
Natur	Natura-2000	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung von Natura-2000-Gebieten	Beeinträchtigung von Lebensräumen, Störung, Austrocknung, Eutrophierung/Versauerung auf Basis von Störungskonturen maßgeblicher Arten, Grundwasserabsenkungskonturen und der Erfassung stickstoffempfindlicher Gebiete.
Räumliche Qualität und Kulturerbe	Wertvolle Landschaften	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung von Natura-2000-Gebieten	Ermittlung der Auswirkungen auf die räumliche Qualität auf der Grundlage der spezifischen Landschaftsmerkmale des Gebietes
	Kulturerbe (Bereich Archäologie)	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung von Gebieten mit archäologisch bekannten und erwarteten Werten	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung von Gebieten mit bekannten und erwarteten Werten
Lebensumfeld, Umwelt, Gesundheit und Sicherheit	Boden	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung von Gebieten mit verschiedenen Bodenarten	Ermittlung der Auswirkungen auf der Grundlage der Bodenmerkmale
	Lärm	Anzahl lärmsensibler Nutzungen rund um die Suchgebiete	Bestimmung der Lärmauswirkungen anhand von Konturen um das Suchgebiet auf Basis einer Referenzanlage, z. B. für einen Elektrolyseur.

Hauptaspekt	Teilaspekt	Methodik Runde 1	Methodik Runde 2
Sonstige Flächennutzung	Landwirtschaft	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung landwirtschaftlicher Gebiete	Flächeninanspruchnahme und Durchquerung nach Typ landwirtschaftlichen Bodens
	Infrastruktur	Anzahl der Querungen nach Infrastrukturtyp	Auswirkungen auf Infrastrukturmerkmale, zum Beispiel auf die Art des Hochwasserschutzes

Follow-up-Verfahren und Detaillierungsgrad

Zur Realisierung der Energieinfrastruktur des PEH II ist für Projekte der verschiedenen Elemente (z. B. eine Rohrleitung oder ein Kraftwerk) in der Folge von PEH II ein Projektverfahren erforderlich. Für dieses Projektverfahren werden detailliertere Untersuchungen für den Raumordnungsplan und die erforderlichen Genehmigungen auf der Grundlage einer konkreten Lage einer Trassenführung für z. B. eine Rohrleitung oder einen konkreten Standort für ein Kraftwerk durchgeführt.

Beispiel Detaillierungsgrad Teilaspekt Lärm und Projektverfahren

In der IEA/plan-MER für das PEH II bewerten wir die Lärmbelastung anhand von Schallkonturen, die auf einer Referenzanlage für die Suchgebiete eines Elektrolyseurs oder eines Elektrizitätskraftwerks basieren. In einem Projektverfahren werden Lärmberechnungen für einen bestimmten Standort durchgeführt und ggf. gegen das Zonenverwaltungsmodell für Industrie- und Gewerbegebiete geprüft.

4.3.3 Referenzsituation

Die Referenzsituation ist die Situation, mit der bei der Ermittlung der Auswirkungen auf Umwelt und Raum verglichen wird. Für PEH II ist die Referenzsituation die aktuelle Situation, einschließlich autonomer Entwicklungen. Autonome Entwicklungen sind Entwicklungen, die unabhängig von der (PEH II) Planung stattfinden. Pläne und Projekte, die noch realisiert werden müssen, werden in die autonomen Entwicklungen einbezogen, wenn das Beschlussfassungsverfahren abgeschlossen ist oder wenn zu erwarten ist, dass dieses Verfahren vor oder parallel zur Beschlussfassung des PEH II abgeschlossen wurde. In der Folgenabschätzung betrachten wir sowohl Entwicklungen in Richtung des Jahres 2050 (Horizontjahr PEH II) als auch Entwicklungen, die sich in Richtung 2100 vollziehen.

4.3.4 Folgenabschätzung auf nationaler Systemebene

In der IEA von PEH II werden mehrere Alternativszenarien für das gesamte nationale Energiesystem festgelegt, wie in Abschnitt 3 beschrieben. Dadurch ist es möglich, die Auswirkungen des Energiewandels auf Systemebene mit anderen Transformationen zu vergleichen. Ziel ist es, einen Einblick in die größten Unterschiede zwischen den Auswirkungen verschiedener Systementwicklungen zu geben. Als Beispiel ist der Unterschied zwischen einem Energiesystem mit einem hohen Elektrifizierungsgrad und einem System mit einem hohen Grad an Wasserstoffimport und die Auswirkungen auf das Wassersystem zu nennen. Diese Auswirkungen können über den PEH II abgebildet und als strategische Entscheidungsinformation bei den Entscheidungen innerhalb des Energiemixes des NPE berücksichtigt werden. Die Auswirkungen auf das Lebensumfeld bei der Wahl des Energiesystems stärker zu berücksichtigen, gehört zu den öffentlichen Interessen des NPE (siehe auch den nachstehenden Kasten).

Raum als Säule für das nationale Energiesystem

Fünf öffentliche Interessen bilden die Grundlage für Entscheidungen innerhalb des Nationalen Plans für das Energiesystem (NPE). Bei den Entscheidungen zum Energieträgermix orientiert sich die Regierung an dem höchsten gesellschaftlichen Wert. Die öffentlichen Interessen neben Raum und Umwelt sind: Bezahlbarkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Das öffentliche Interesse Raum und Umwelt wird über das PEH erfasst und dargestellt. Der neue NPE wird 2028 festgelegt.

4.3.4 Kumulierung

Bei der Kumulierung wird untersucht, ob die Chance auf Auswirkungen besteht, die sich gegenseitig verstärken (sowohl positiv als auch negativ), so dass der Effekt auf das Ausmaß (negativer) Auswirkungen für verschiedene Entwicklungen zusammen deutlich wird. Die Untersuchung kumulativer Auswirkungen ist nur in Bereichen sinnvoll, in denen unterschiedliche Entwicklungen zusammentreffen und die Entwicklungen und ihre Auswirkungen einigermaßen konkret sind. Daher werden sie erst in der Untersuchungsrunde 2 berücksichtigt. Nach der Folgenabschätzung in Runde 2 liegen uns die konkretesten Informationen über Standorte, Gebiete und Korridore (für die Linieninfrastruktur) vor. Dabei konzentrieren wir uns auf Orte, an denen mehrere Entwicklungen im Bereich der Energieinfrastruktur stattfinden. Darüber hinaus ist es wünschenswert, ein Gesamtbild der Auswirkungen pro Thema zu vermitteln. Dadurch wird deutlich, wie sich die Auswirkungen einzelner Energieinfrastrukturelemente innerhalb eines Themas zu einem landesweiten Gesamtbild summieren.

4.3.5 Abmildernde Maßnahmen

Umweltauswirkungen können begrenzt oder vermieden werden, indem Maßnahmen zur Abmilderung getroffen werden. Bei der Bewertung in der IEA/plan-MER wird auf eventuelle abschwächende Maßnahmen und deren Auswirkung auf die Bewertung eingegangen. Dies können Maßnahmen in Form von räumlicher Optimierung (z. B. Anpassung der Lage), technischen Rahmenbedingungen oder technischen Maßnahmen oder eine bestimmte Arbeitsweise sein, wie der Zeitraum der Arbeiten. Angesichts des Detaillierungsgrads der Bewertung eines derart breit angelegten Programms auf nationaler Ebene wird eine Einschätzung der Möglichkeiten zur Abmilderung gegeben.

4.3.6 Wissenslücken

Während der Bewertung der Auswirkungen im Themenbereich Umwelt und Raum kann es vorkommen, dass nicht alle Informationen, die für die Beschlussfassung im Rahmen des PEH II erforderlich sind, verfügbar sind. Dies wird als Wissenslücke bezeichnet. Bei der Bewertung werden für die Beschlussfassung relevante Wissenslücken benannt. Darüber hinaus wird erläutert, wie die Wissenslücke geschlossen werden kann und ob dies in Folgeverfahren möglich ist oder ob eine breitere Forschung erforderlich ist.

4.3.7 Verträglichkeitsprüfung

Wenn die in einem Programm wie PEH II vorgesehenen Strategien und Maßnahmen voraussichtlich erhebliche negative Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete haben werden, muss für das Programm eine

Verträglichkeitsprüfung durchgeführt werden²⁵. Die Verträglichkeitsprüfung steht im Einklang mit dem Detaillierungsgrad und der Beschlussfassung des PEH II (Plan-Verträglichkeitsprüfung).

4.4 Bewertungsmethodik Wohlstand im Allgemeinen

Im Rahmen des Themas Wohlstand im Allgemeinen werden die (breiten) gesellschaftlichen Auswirkungen möglicher Entwicklungen im Energiesystem bewertet. Die Bewertung umfasst drei Komponenten: direkte Kosten, nationaler Wohlstand und regionaler Spin-off.

4.4.1 Direkte Kosten

Innerhalb der Komponente Direkte Kosten werden die direkten Infrastrukturkosten der räumlichen und Energieszenarien (siehe Abschnitt 3.3) bewertet. Die räumlichen Szenariovarianten betrachten unter anderem, wie sich unterschiedliche Standorte von Batterien und Anlandungen (in Kombination mit Kernkraftwerken) auf die direkten Kosten auswirken. Die Energie-Szenariovarianten betrachten unter anderem die Auswirkungen unterschiedlicher Mengen an Batterien und Elektrolyse/Wasserstoffspeicherung. Die Analyse umfasst die Investitions- und Betriebskosten für notwendige Erweiterungen, aber auch die möglichen Folgen einer nicht fristgerechten Realisierung dieser Erweiterungen (einschließlich Redispatch-Kosten).

Die Bewertung wird auf Basis von Kostenschätzungen der Netzbetreiber erstellt und gegebenenfalls mit Kostenkennzahlen ergänzt.

4.4.2 Nationaler Wohlstand

Der Teilbereich nationaler Wohlstand wird anhand der Methodik einer volkswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse (MKBA) bewertet. Die (umfassende) Wohlstandsanalyse wird in Form einer „Mini-MKBA“ oder eines Quickskans durchgeführt; das bedeutet, dass die wichtigsten Auswirkungen berücksichtigt werden, soweit sie bei den strategischen Entscheidungen von Bedeutung sind.

Die Auswirkungen innerhalb dieser Analyse werden – wie in einer MKBA üblich – auf nationaler Ebene ermittelt und umfassen sowohl monetarisierte Auswirkungen (einschließlich der in Abschnitt 4.4.1 beschriebenen direkten Kosten) als auch nicht monetarisierte Auswirkungen (wie Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Raum). Die Auswirkungen werden, soweit möglich, in Euro ausgedrückt; wo dies nicht möglich ist, werden sie qualitativ beschrieben. In der Übersicht der Kosten und Nutzen, die sich aus der Analyse ergibt, wird eine explizite Verbindung zu den Themen und Indikatoren des „Monitor Brede Welvaart“ des niederländischen Zentralamts für Statistik (CBS) hergestellt.

4.4.3 Regionale Spin-off-Auswirkungen

Neben den Kosten und Nutzen für die Gesellschaft als Ganzes werden auch die Vorteile für die regionale Wirtschaft (Spin-off-Auswirkungen) erfasst. Wo in den Niederlanden treten die wirtschaftlichen Auswirkungen der Investitionen in die Hauptenergiestruktur auf? Welcher Teil fließt ins Ausland ab, und welcher Teil kommt der regionalen Wirtschaft zugute? Dabei geht es sowohl um direkte und indirekte wirtschaftliche Auswirkungen (in Euro) als auch um Beschäftigungsauswirkungen.

²⁵ Artikel 16.53c Niederländisches Umwelt- und Planungsgesetz (Omgevingswet).

4.5 Bewertung Machbarkeit

Das Thema Machbarkeit bezieht sich auf die Machbarkeit des Programms, sowohl auf Seiten der beteiligten Behörden als auch auf Seiten der Netzbetreiber und Marktakteure, die für die tatsächliche Umsetzung verantwortlich sind. Das Thema Machbarkeit befasst sich mit drei Aspekten der Durchführung:

- Standort und Zeit
- Schnittstellen und Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Politikbereichen;
- rahmengebende Instrumente (diese Aspekte werden im Folgenden erläutert).

Die Untersuchung führt zu einer Übersicht der wichtigsten Realisierungsaspekte für jede Entwicklung der Energieinfrastruktur.

Standort und Zeit

Der Machbarkeitsaspekt von Ort und Zeit befasst sich mit räumlichen Grenzen und Begrenzungen für die rechtzeitige Realisierung von Energieinfrastruktur. Schließlich kann nicht alles überall und gleichzeitig realisiert werden: Wo kann es gemeinsam realisiert werden, wo nicht und wo sind Entscheidungen erforderlich. Im zeitlichen Aspekt spielt die Abstimmung zwischen dem Realisierungszeitraum der geplanten Energieinfrastruktur, den gegenseitigen Abhängigkeiten und der Abnahme eine große Rolle.

Schnittstellen und Verknüpfungsmöglichkeiten

Energie wird zunehmend ein integraler Bestandteil der Politikentwicklung in einem Gebiet. Politische Aufgaben – wie die Energiewende, der großflächige Wohnungsbau oder die Erweiterung von Verteidigungsanlagen –, die erhebliche Auswirkungen auf das Energiesystem haben, müssen rechtzeitig aufeinander abgestimmt werden. Durch die Darstellung von Schnittstellen können umfassende Entscheidungen getroffen und Synergien gezielt genutzt werden.

Rahmengebende Instrumente

Ein Teil des Flächenbedarfs im Energiesystem wird vor allem auf der Grundlage von rahmengebenden Instrumenten realisierbar sein. Im PEH I wurde beispielsweise festgehalten, dass die Leitungskorridore über ausreichende räumliche Kapazitäten für das neue Energiesystem und den Transport gefährlicher Stoffe verfügen. Aber während der Umfassenden Folgenabschätzung (IEA) wurde jedoch festgestellt, dass Überwachung und Durchsetzung verstärkt werden sollten, um widersprüchliche räumliche Entwicklungen zu vermeiden.

4.6 Hauptbericht Folgenabschätzung

Die Bewertung der verschiedenen Themen wird in Hintergrundberichten festgelegt. Die Zusammenfassung und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen werden in einen Hauptbericht aufgenommen. Durch die Zusammenführung und Gegenüberstellung der Ergebnisse der verschiedenen Themen im Hauptbericht findet eine umfassende Analyse statt.