

TEXTE

127/2023

TRAFIS.NB Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung für innovative Infrastrukturlösungen

Anwendungshandbuch: Methode und
Bewertungswerkzeug

von

Alfred Olfert
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

Jörg Walther
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Cottbus

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 127/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3719 15 103 0

FB001201

Abschlussbericht

TRAFIS.NB Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung für innovative Infrastrukturlösungen

Anwendungshandbuch: Methode und
Bewertungswerkzeug

von

Alfred Olfert

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung,
Dresden

Jörg Walther

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-
Senftenberg, Cottbus

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1
01217 Dresden

Abschlussdatum:

September 2022

Redaktion:

Fachgebiet I1.6 KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung
Inke Schauser

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, September 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: TRAFIS.NB – TRAFIS.NB Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung für innovative Infrastrukturlösungen

Das Anwendungshandbuch zu TRAFIS.NB liefert eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Anwendung der Bewertungsmethode und die Handhabung des Excel-basierten Bewertungswerkzeugs. TRAFIS.NB ist ein informelles Werkzeug für die Nachhaltigkeitsbewertung von innovativen Infrastrukturlösungen. Das Werkzeug aktiviert lokal verfügbares Wissen und zeigt mögliche Stärken und Schwächen von Lösungsvarianten in den Dimensionen „Versorgungssicherheit“, „Ressourcenschonung“, „Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung“ auf. TRAFIS.NB kann für die Auswahl der bestgeeigneten Lösungsoption und die zielgerichtete Weiterentwicklung von Varianten genutzt werden. Es macht Konflikte und Unsicherheiten sichtbar und zeigt Bedarfe für tiefergehende Untersuchungen auf. Die Anwendung von TRAFIS.NB strukturiert den Bewertungs- und Diskussionsprozess, arbeitet Diskussionsbedarfe heraus, liefert Begründungen für Entscheidungen und stärkt Transparenz und Legitimität von Entscheidungen. Nutzer*innen von TRAFIS.NB sind in erster Linie Betreiber*innen und Planer*innen von Infrastrukturen oder öffentliche Verwaltungen, beispielsweise im Rahmen einer Machbarkeitsstudie. Der auf der Delphi-methode basierte Bewertungsprozess wird von einer kompetenten und vor Ort akzeptierten „Prozessmoderation“ organisiert. Eine mit lokalen Expert*innen besetzte „Bewertungsgruppe“, die verschiedene fachliche Perspektiven vereint, bewertet mögliche Wirkungen einer Lösung mithilfe speziell auf innovative Infrastrukturlösungen zugeschnittener Nachhaltigkeitskriterien.

Abstract: Title: TRAFIS.NB – Method and Tool for the in-process sustainability assessment for innovative infrastructure solutions

The TRAFIS.NB Application Manual provides step-by-step instructions on how to apply the assessment method and how to use the Excel-based assessment tool. TRAFIS.NB is an informal tool for the sustainability assessment of innovative infrastructure solutions. The tool activates locally available knowledge and shows possible strengths and weaknesses of variants in the dimensions 'security of supply', 'resource conservation', 'economic efficiency and user orientation'. TRAFIS.NB can be used for the selection of the most suitable option and the targeted further development of variants. It reveals conflicts and uncertainties and identifies needs for more in-depth investigations. The use of TRAFIS.NB structures the evaluation and discussion process, elaborates discussion needs, provides justifications for decisions and strengthens transparency and legitimacy of decisions. Users of TRAFIS.NB are primarily infrastructure operators and planners or public administrations, for example in the context of a feasibility study. The delphi based evaluation process is organised by a competent and locally accepted "process moderation". An "assessment group" composed of (local) experts and combining different professional perspectives evaluates the potential impacts of a solution with the help of sustainability criteria specifically tailored to innovative infrastructure solutions.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
In aller Kürze: Nachhaltigkeitsbewertung mit TRAFIS.NB Informelles Werkzeug für die Lösungssuche in frühen Planungsphasen.....	9
In a nutshell: Sustainability assessment with TRAFIS.NB Informal tool for finding solutions in early planning phases.....	11
1 Warum Nachhaltigkeitsbewertung?	13
2 TRAFIS.NB – Ein Bewertungswerkzeug für frühe Planungsphasen innovativer Infrastrukturvorhaben.....	14
2.1 Prozessbegleitende Bewertung für ein Nachhaltigkeitsmanagement in Infrastrukturprojekten	14
2.2 An welche Projekte und Akteure richtet sich TRAFIS.NB?.....	14
2.3 Was leistet TRAFIS.NB?.....	14
2.4 Wie funktioniert TRAFIS.NB?	15
2.5 Dimensionen und Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung.....	17
3 Durchführung der Nachhaltigkeitsbewertung	18
3.1 Voraussetzungen für die Anwendung von TRAFIS.NB	18
3.1.1 Das Vorhaben strebt nach Innovation und mehr Nachhaltigkeit	18
3.1.2 Der Lösungspfad kann offen diskutiert werden	18
3.1.3 Die Lösungsoptionen sind hinreichend beschrieben	18
3.1.4 Die Prozessmoderation hat operative Kompetenzen und ist akzeptiert.....	18
3.2 Vorbereiten der Bewertung.....	18
3.2.1 Zusammenstellen einer kompetenten und konstruktiven Bewertungsgruppe.....	19
3.2.2 Vorgehen festlegen und mit den Beteiligten abstimmen.....	19
3.2.3 Aufgabenstellung und Lösungsoptionen klären	20
3.3 Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Durchführung der Nachhaltigkeitsbewertung mithilfe des TRAFIS.NB-Tools	22
3.3.1 Schritt 0: Allgemeine Eingaben im TRAFIS.NB-Tool	23
3.3.2 Schritt 1: Kriteriensatz und Beschreibung prüfen, Verständnis absichern	23
3.3.3 Schritt 2: Kriterien bei Bedarf ergänzen (optional).....	26
3.3.4 Schritt 3: Kriterien für Sonderauswertung wählen (optional)	27
3.3.5 Schritt 4: Bewertungstabelle und Durchführung der Einzelbewertungen	27
3.3.6 Schritt 5: Zusammenführen der Bewertungen zur Gruppenbewertung	29
3.3.7 Datenverarbeitung und Visualisierung der Bewertungsergebnisse	29
3.3.8 Ergebnisbericht.....	31
3.3.9 Vergleich mehrerer Lösungsvarianten (optional).....	32

3.4	Verwendung der Ergebnisse im weiteren Entwicklungsprozess und bei der Entscheidungsfindung.....	32
3.5	Wiederholung im Planungsprozess (optional).....	34
4	Quellenverzeichnis	35
A	Anhang: Kriterienset und Operationalisierung	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturen	9
Abbildung 2:	Ablaufschema der Nachhaltigkeitsbewertung mit TRAFIS.NB ..	10
Figure 3:	Criteria for the sustainability assessment of innovative infrastructure solutions	11
Figure 4:	TRAFIS.NB Flow Chart.....	12
Abbildung 5:	Ablaufschema der Nachhaltigkeitsbewertung mit TRAFIS.NB ..	16
Abbildung 6:	Dimensionen und Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung innovativer Infrastrukturvorhaben.....	17
Abbildung 7:	TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt1_Kriterienprüfung“	25
Abbildung 8:	TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt2_Kriterien hinzufügen“ ..	26
Abbildung 9:	TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt4_Einzelbewertung“	28
Abbildung 10:	TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt5_Gruppenbewertung“ ...	29
Abbildung 11:	TRAFIS-NB → Tabellenblatt „6b_Ergebnis-AlleZahlen“	30
Abbildung 12:	TRAFIS.NB → Tabellenblatt „6c_Ergebnis-AlleGrafik“	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fünfstufige Bewertungsskala für die Nachhaltigkeitsbewertung	25
------------	--	----

Abkürzungsverzeichnis

TRAFIS.NB	Informelles Werkzeug für die Nachhaltigkeitsbewertung von innovativen Infrastrukturlösungen
UBA	Umweltbundesamt, Dessau

In aller Kürze: Nachhaltigkeitsbewertung mit TRAFIS.NB Informelles Werkzeug für die Lösungssuche in frühen Planungsphasen

TRAFIS.NB ist ein informelles Werkzeug für die **Nachhaltigkeitsbewertung von innovativen Infrastrukturlösungen**. Das Werkzeug aktiviert lokal verfügbares Wissen und zeigt mögliche **Stärken und Schwächen von Lösungsvarianten** in den Dimensionen Versorgungssicherheit, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung auf. TRAFIS.NB kann für die Auswahl der bestgeeigneten Lösungsoption und die zielgerichtete Weiterentwicklung von Varianten genutzt werden. Es **macht Konflikte und Unsicherheiten sichtbar** und zeigt Bedarfe für tiefergehende Untersuchungen auf. Die Anwendung von TRAFIS.NB strukturiert den Bewertungs- und Diskussionsprozess, arbeitet Diskussionsbedarfe heraus, liefert Begründungen für Entscheidungen und stärkt Transparenz und Legitimität von Entscheidungen.

Nutzer*innen von TRAFIS.NB sind in erster Linie Betreiber*innen und Planer*innen von Infrastrukturen oder öffentliche Verwaltungen, beispielsweise im Rahmen einer Machbarkeitsstudie. Der Bewertungsprozess wird von einer kompetenten und vor Ort akzeptierten „**Prozessmoderation**“ organisiert. Eine mit lokalen Expert*innen besetzte „**Bewertungsgruppe**“, die verschiedene fachliche Perspektiven vereint, bewertet mögliche Wirkungen einer Lösung mithilfe speziell auf innovative Infrastrukturlösungen zugeschnittener **Nachhaltigkeitskriterien**.

Das Excel-basierte **TRAFIS.NB-Tool** unterstützt den Bewertungsprozess. Es stellt das empfohlene Kriterienset bereit und erlaubt fallbezogen dessen Anpassung oder Ergänzung. Daran entlang bewerten die Mitglieder der Bewertungsgruppe die erwarteten Nachhaltigkeitswirkungen. Nach Übernahme der Einzelbewertungen in das Tool erfolgt eine **automatisierte Ergebnisausgabe** in Form von Tabellen, Grafiken und als zusammenfassender Bericht – z.B. als Input für Abstimmungsprozesse oder für die Weitergabe an Entscheider.

Beispiel

Ein Stadtquartier soll künftig mit abwärmebasierter „kalter“ Fernwärme versorgt werden. Es fehlen (lokal) Erfahrungen mit dieser Lösung. Divergierende Ziele, unterschiedliche Meinungen, Teilwissen und Vorbehalte erschweren die Entwicklung der Lösung.

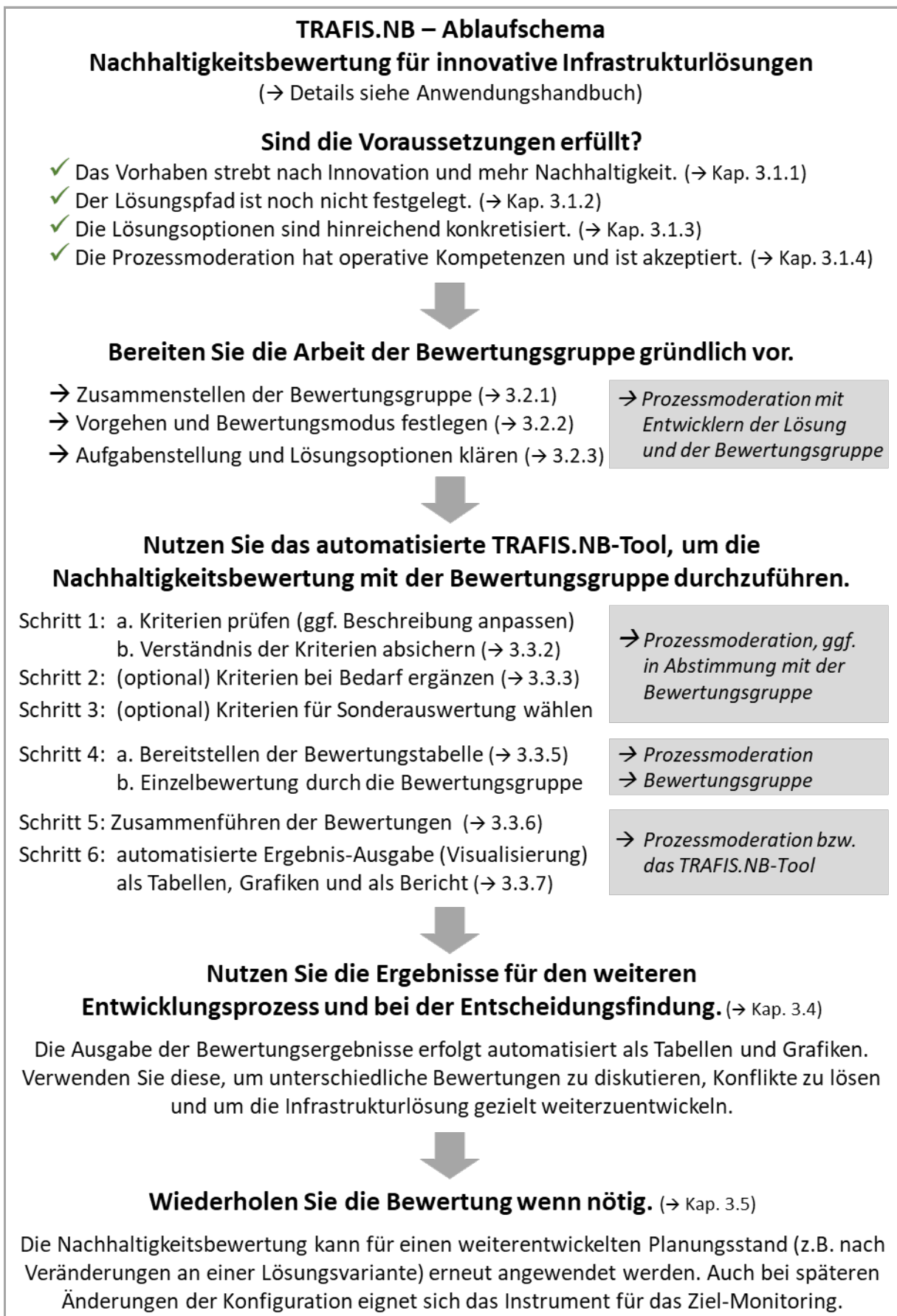
→ TRAFIS.NB hilft das vorhandene Wissen zusammenzuführen, wichtige Wirkungen zu überblicken, den nötigen Austausch über Ziele und Wirkungen zu strukturieren sowie frühzeitig mögliche Stärken und Schwächen zu erkennen und Lösungen zu entwickeln.

Abbildung 1: Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturen

Leistungsfähigkeit und Versorgungssicherheit	Ressourcenschonung	Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung
<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsfähigkeit • Störungsanfälligkeit • Dependenz • Anpassungsfähigkeit • Redundanz (techn. personell) • Puffervermögen • Entkoppelter Betrieb • Verfügbarkeit von Fachkräften • Kosten der Funktionswiederherstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Primärenergie, Endenergie • Fläche, Boden • Rohstoffe, kritische Rohstoffen • Wasser, Gewässer • Treibhausgase • Gesundheitsgefährdende Stoffe • Lärm und Abfall • Besonders geschützte Lebensräume und Arten • Alternative Flächenpotenziale 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökonomische Tragfähigkeit (Betreiber) • Qualität und Quantität der Dienstleistung • Investitionsbedarf für Nutzer • Erforderliche Nutzerkompetenz • Endverbraucherpreis

Quelle: Kriterien auf Basis Olfert et al. 2020, VDI 2016

Abbildung 2: Ablaufschema der Nachhaltigkeitsbewertung mit TRAFIS.NB



Quelle: eigene Abbildung, Alfred Olfert (IÖR) & Jörg Walther (BTU)

In a nutshell: Sustainability assessment with TRAFIS.NB Informal tool for finding solutions in early planning phases

TRAFIS.NB is an informal tool for the **sustainability assessment of innovative infrastructure solutions**. The tool activates locally available knowledge and identifies possible **strengths and weaknesses** of alternative solutions in the dimensions of security of supply, resource conservation, economic efficiency and user orientation. TRAFIS.NB can be used for the selection of the most appropriate alternative solution and the goal-oriented further development of variants. It **makes conflicts and uncertainties visible** and identifies needs for more in-depth investigations. The application of TRAFIS.NB structures the evaluation and discussion process, elaborates discussion needs, provides justifications for decisions and strengthens transparency and legitimacy of decisions.

Users of TRAFIS.NB are primarily operators and planners of infrastructure or public administrations, for example in the context of a feasibility study. The evaluation process is organized by a competent and locally accepted "**process moderation**". An "**evaluation group**" of local experts, which combines different professional perspectives, assesses potential impacts of a solution with the help of **sustainability criteria** that are specifically tailored to innovative infrastructure solutions.

The Excel-based **TRAFIS.NB tool** supports the evaluation process. It provides a recommended set of criteria and allows them to be adapted or supplemented on a case-by-case basis. The members of the evaluation group then assess the expected sustainability impacts. After the individual assessments have been transferred to the tool, the **results are automatically displayed** in form of tables, graphs and as a summary report - e.g. as input for coordination processes or for passing on to decision-makers.

Example

A city district is to be supplied with exhaust heat-based "cold" district heating in the future. There is a lack of (local) experience with this solution. Diverging goals, different opinions, limited knowledge and concerns make the development of the solution difficult.

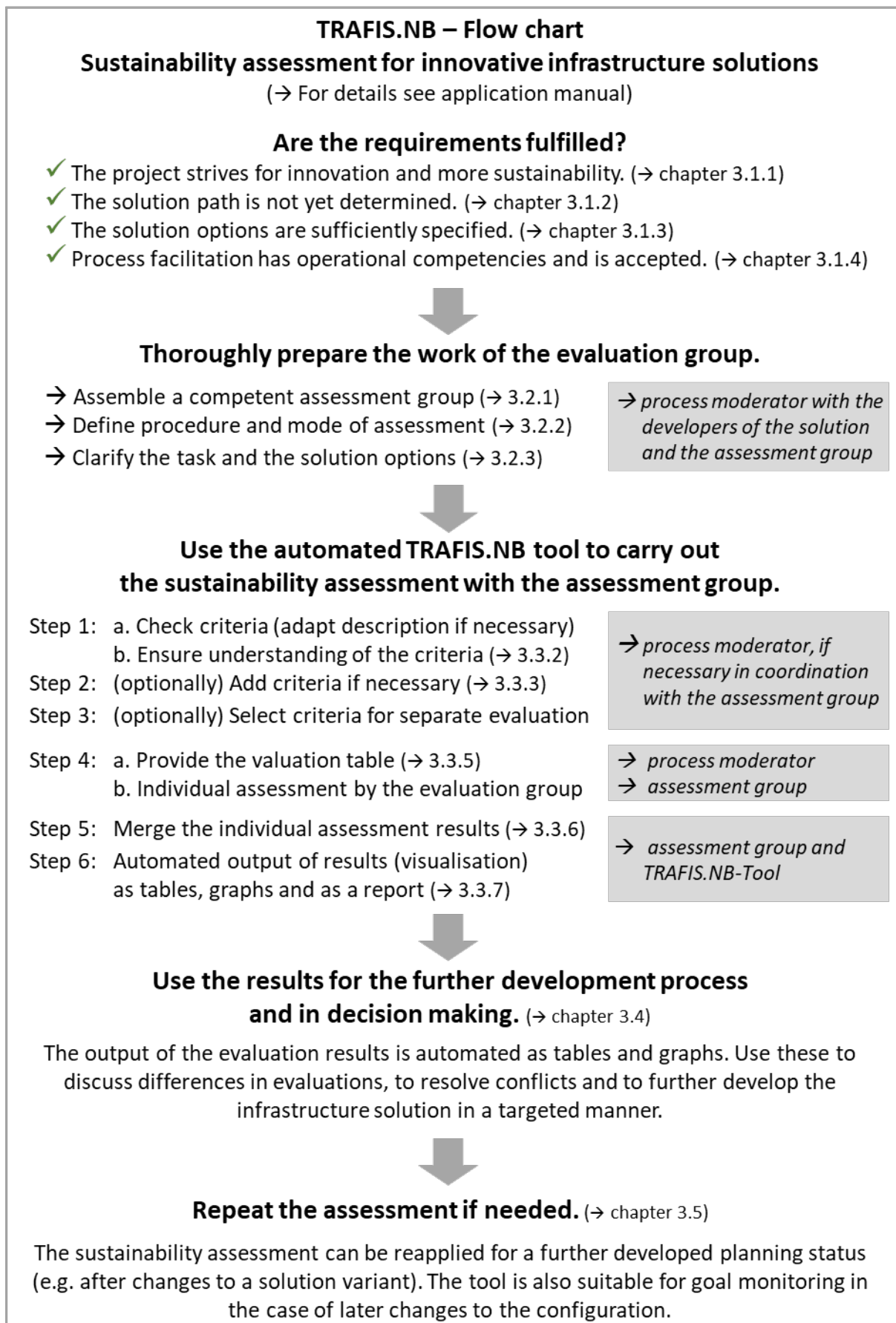
→ TRAFIS.NB helps to bring together existing knowledge, to survey important effects, to structure the necessary exchange about goals and effects as well as to identify possible strengths and weaknesses at an early stage and to develop appropriate solutions.

Figure 3: Criteria for the sustainability assessment of innovative infrastructure solutions

Performance and security of supply	Resource conservation	Economic efficiency and user orientation
<ul style="list-style-type: none"> • Performance • Susceptibility to failure • Dependency • Adaptability • Redundancy (technical, personnel) • Buffer capacity • Decoupled operation • Availability of skilled personnel • Cost of function recovery 	<ul style="list-style-type: none"> • Primary energy, end energy • Surface, soil • Raw materials, critical raw materials • Water, water bodies • Greenhouse gases • Substances hazardous to health • Noise and waste • Protected habitats and species • Alternative land potential 	<ul style="list-style-type: none"> • Economic viability (operator) • Quality and quantity of service • Investment requirements for users • Required user competence • End-user price

Source: Criteria based on Olfert et al. 2020, VDI 2016

Figure 4: TRAFIS.NB Flow Chart



Source: own figure, Alfred Olfert (IÖR) & Jörg Walther (BTU)

1 Warum Nachhaltigkeitsbewertung?

Infrastruktursysteme befinden sich vielerorts im Umbruch. Innovative Infrastrukturlösungen entstehen im Kontext sich verändernder gesellschaftlicher **Erwartungen und Prioritäten** und werden nicht selten durch diese angetrieben. Klimaschutz und Gefahrenvorsorge gehören ebenso dazu wie Digitalisierung, Vernetzung, Energiewende oder schlichtweg neue technische Möglichkeiten durch Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Ergebnis reicht es heute beispielsweise nicht mehr aus, wenn eine Kläranlage in einem wirtschaftlichen Betrieb das Abwasser klärt. Durch die Vergärung von biologischem Material aus Biotonnen in den Faulbehältern der Anlagen kann zusätzliches Methan gewonnen, verstromt oder ggf. auch zu Wasserstoff weiterveredelt werden. Auch die überschüssige thermische Energie des geklärten Abwassers wird benötigt. Sie kann durch Wärmepumpen nutzbar gemacht und in Wärmenetze eingespeist werden. Zugleich wird der Energieeintrag in die Vorflut reduziert.

Konventionelle Systemgrenzen werden durch neue Ziele und gesellschaftlich nachgefragte Leistungen überschritten und **verschwimmen** zusehends. Im Schlepptau der technischen Möglichkeiten entstehen neue Fragen und Bedarfe. Dazu gehören beispielsweise Vereinbarungen und Kompetenzteilungen zwischen bisher getrennten Systemen, neue Finanzierungsmodelle, veränderte Betriebs- und Wartungsroutinen oder die Kosten von Infrastrukturdienstleistungen. Die Vernetzung der Systeme hat technische, ökonomische und ökologische Wirkungen und möglicherweise auch Konsequenzen für die Störungsanfälligkeit der Systeme.

Die **Vielschichtigkeit der Wirkungen** führt dazu, dass die Nachhaltigkeitseffekte in ihrer ganzen Breite schwer zu überblicken sind und die Gefahr besteht, dass diese nicht hinreichend bedacht werden. Zum einen ist über die Wirkungen der gekoppelten Prozesse zu wenig bekannt. Zum anderen werden im Planungsprozess (auch neue) Akteursgruppen zusammengeführt, die oft sehr unterschiedliche Zielvorstellungen verfolgen. Die konventionelle Schrittfolge von Planung führt oft dazu, dass der anfänglich hohe Nachhaltigkeitsanspruch im Prozess über die Akteure hinweg nicht verlustfrei weitergegeben werden kann und letztendlich in der Umsetzung auf ein technisch-ökonomisch dominiertes Minimalverständnis von Nachhaltigkeit reduziert wird. Es fehlt ein über die im Planungs- und Umsetzungsprozess beteiligten Akteure hinweg synchronisiertes Problem- bzw. Zielverständnis und eine **systematisch aufbereitete Nachhaltigkeitsbewertung**.

Das hier vorgestellte **informelle Werkzeug für die prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung innovativer Infrastrukturen (TRAFIS.NB)** setzt an dieser Stelle an. Es unterstützt die Entwicklung nachhaltiger und resilienter Infrastrukturlösungen gerade in den frühen Entwicklungsphasen. TRAFIS.NB aktiviert vorhandenes Wissen und bietet einen strukturierten und „ressourcenleichten“ Rahmen für einen Austausch zwischen Wissens- und Erfahrungsträgern, wenn es um richtungsgebende Entscheidungen hinsichtlich geeigneter Lösungsvarianten geht.

Als Infrastruktursystem wird eine auf kommunaler bis regionaler Ebene ausgelegte und betriebene Infrastruktur der Daseinsvorsorge verstanden, welche definierte Infrastrukturdienstleistungen bereitstellt. Ein solches System schließt baulich-technische Elemente und die für den Betrieb erforderlichen organisatorischen Strukturen ein. Eine Infrastrukturlösung bezeichnet ein lokal bis regional auf Projektebene angesiedeltes Vorhaben zur Änderung oder/und substanziellen Erweiterung eines Infrastruktursystems. Das können neue technische Elemente, veränderte Organisationsstrukturen, Bewirtschaftungsmodi oder Kopplungen zu anderen Systemen sein. Eine Lösungsvariante ist eine von mehreren möglichen Konzepten oder (meist v. a. technischen) Auslegungen einer Infrastrukturlösung.

2 TRAFIS.NB – Ein Bewertungswerkzeug für frühe Planungsphasen innovativer Infrastrukturvorhaben

2.1 Prozessbegleitende Bewertung für ein Nachhaltigkeitsmanagement in Infrastrukturprojekten

Soll eine innovative Infrastrukturlösung entwickelt und erprobt werden, kommen Akteure nicht umhin, Neuland zu betreten. Wenn neue Lösungen nachhaltiger sein sollen als die bisherigen, sind verschiedene Prioritäten, Komplexitäten, Abhängigkeiten, Kostenstrukturen, Ressourcenbedarfe und Nutzungsformen zu bedenken. Das macht die Lösungssuche zu einer reizvollen, aber nicht einfachen Aufgabe. Ein genaueres Hinsehen ist gerade in frühen Entwicklungsphasen effizient und instruktiv. Dies stellt jedoch auch Anforderungen an den Prozess der Lösungsfindung und die Auswahl und Auslegung möglicher Optionen. Stärken an einer Stelle können schnell mit Schwächen an anderer Stelle einhergehen. Bei innovativen Infrastrukturlösungen sollte dies möglichst frühzeitig bedacht werden, um unnötige Kompromisse bei Nachhaltigkeitszielen zu vermeiden und Suchprozesse ziel- und nachhaltigkeitsorientiert zu beschleunigen.

Mit TRAFIS.NB können die Auswirkungen von innovativen Infrastrukturlösungen im konkreten Anwendungsfall hinsichtlich Versorgungssicherheit, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung aus unterschiedlichen Perspektiven der Akteure bewertet werden. Das Werkzeug kann für die zielgerichtete Weiterentwicklung oder Auswahl verschiedener Lösungsvarianten genutzt werden, da es Konflikte und Unsicherheiten bzw. Stärken und Schwächen der Lösungen sichtbar macht und Bedarfe für tiefere Untersuchungen aufzeigt. Die Anwendung der Nachhaltigkeitsbewertung strukturiert den Bewertungs- und Diskussionsprozess, sorgt für Transparenz und liefert differenzierte Begründungen für Entscheidungen, die über die übliche Fokussierung auf Wirtschaftlichkeit und die CO₂-Bilanz hinausgehen.

2.2 An welche Projekte und Akteure richtet sich TRAFIS.NB?

TRAFIS.NB ist ein hilfreiches Werkzeug, a) wenn eine innovative Lösung gefunden werden soll und b) wenn der Anspruch besteht, Lösungen zu entwickeln, die neben der Erbringung der Infrastrukturdienstleistung auch Nachhaltigkeitsziele in den Blick nehmen.

TRAFIS.NB unterstützt Projekte in frühen Planungsphasen. TRAFIS.NB setzt an, wenn eine oder mehrere Lösungsoption(en) für die Energie-, Wasser-, Mobilitätsversorgung oder Abwasserentsorgung bereits konkretisiert ist(sind), aber noch bevor festlegende Entscheidungen für eine Lösungsvariante getroffen wurden und bevor formalisierte Instrumente in einem Planungsprozess greifen.

Nutzer*innen der Nachhaltigkeitsbewertung sind in erster Linie Betreiber*innen und Planer*innen von Infrastrukturen oder öffentliche Verwaltungen. Der Bewertungsprozess kann beispielweise im Rahmen einer Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

2.3 Was leistet TRAFIS.NB?

TRAFIS.NB unterstützt die Entwicklung nachhaltiger Infrastrukturlösungen auf kommunaler bis regionaler Ebene. TRAFIS.NB setzt in frühen Planungsphasen der Lösungssuche an, in denen Informationen und (informelle) Austauschprozesse den **größten Einfluss** auf Richtungsentscheidungen für mehr Nachhaltigkeit haben und in denen mögliche Richtungsänderungen **keine oder nur geringe zusätzliche Kosten** nach sich ziehen.

TRAFIS.NB **mobilisiert** vor Ort **verfügbares Wissen und stützt Entscheidungen**, indem es unterschiedliche Aspekte betrachtet und das Wissen verschiedener beteiligter Akteure integriert. Damit entsteht eine Informationsbasis für Entscheidungen durch eine umfassende Darstellung und Begründung von zu dem Zeitpunkt bereits absehbaren Stärken und Schwächen eines Vorhabens.

TRAFIS.NB **strukturiert den Wissensaustausch**, indem es einen ausgewogenen Satz an relevanten Kriterien vorlegt, entlang derer Diskussionsprozesse geführt werden können. Zugleich lässt TRAFIS.NB Raum für eine Erweiterung bzw. Anpassung des Kriteriensatzes.

TRAFIS.NB **verbessert die Legitimationsbasis von Richtungsentscheidungen** zwischen unterschiedlichen Lösungsansätzen und ist **potenziell geeignet, Entwicklungsprozesse zu beschleunigen**, indem Wissensträger*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und unterschiedliche Perspektiven in den Austauschprozess und die Bewertung integriert werden.

TRAFIS.NB **hilft, Zielkonflikte** zwischen Betriebs- und Nachhaltigkeitszielen **zu reduzieren**.

Damit bleibt TRAFIS.NB ein Screening-Werkzeug. Es ersetzt nicht die zu einem späteren Zeitpunkt der Planung erforderlichen formellen Erhebungen oder Kosten-Nutzen-Rechnungen.

2.4 Wie funktioniert TRAFIS.NB?

Das Vorgehen bei der Bewertung basiert auf der sogenannten Delphi-Methode. Diese wurde seit den 1960er Jahren entwickelt, um strukturiert und so weit wie möglich belastbar Einschätzungen über unsichere, meist in der Zukunft liegende Sachverhalte zu generieren. Die Bewertung wird durch Expert*innen mit unterschiedlichen (Fach-)Perspektiven durchgeführt.

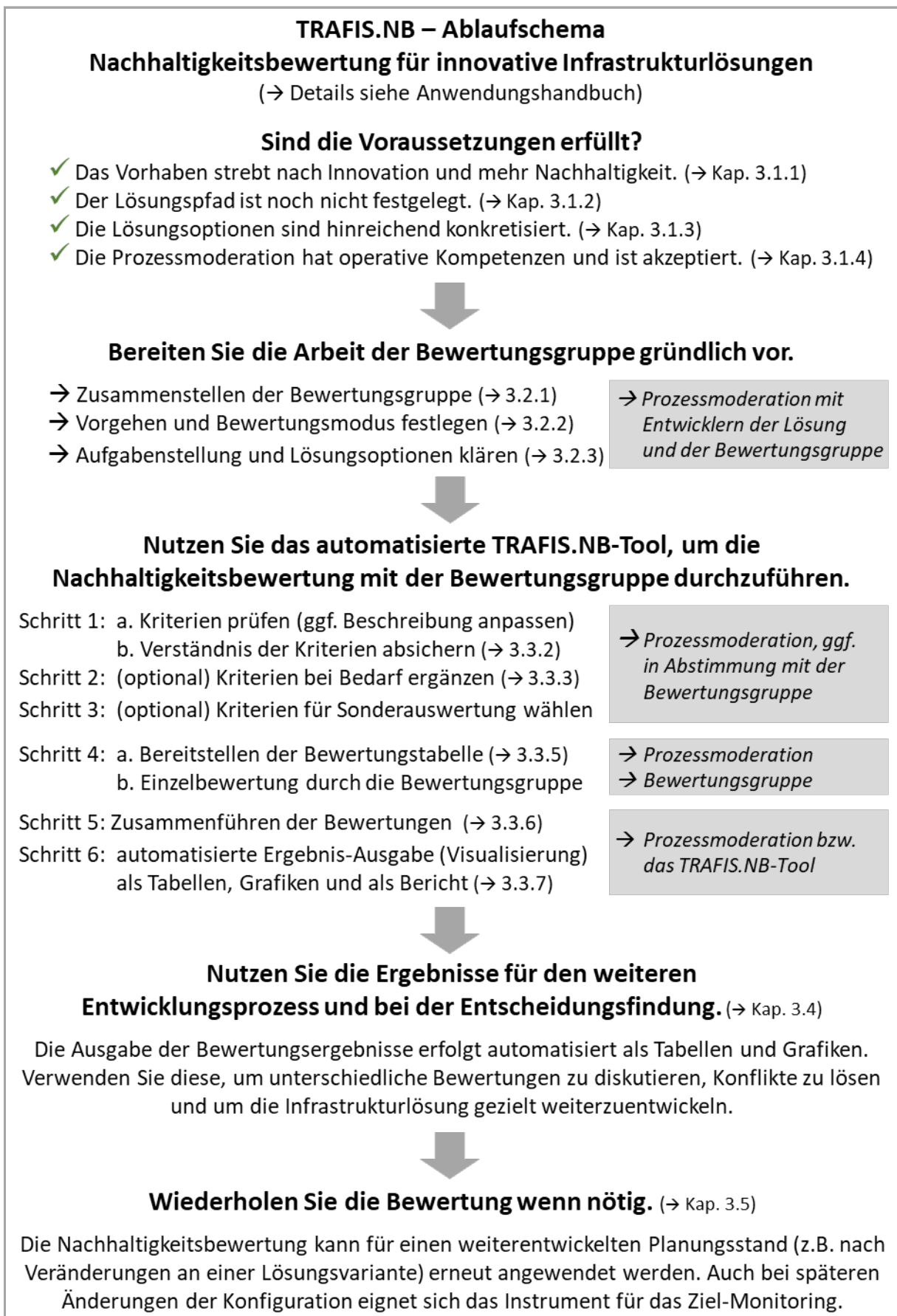
Die Bewertung beruht auf einer (informierten) Schätzung von Wirkungen, die aus methodischen, zeitlichen oder wirtschaftlichen Gründen nicht durch andere Methoden genauer bestimmt werden können.

Als Basis für die Bewertung dient ein breit angelegter Kriteriensatz, welcher neben der Leistungsfähigkeit auch andere Aspekte der Versorgungssicherheit beinhaltet, aber auch Fragen der Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung sowie des Ressourcenschutzes berücksichtigt.

Der Verzicht auf eine Gewichtung der Kriterien unterstützt die offene Diskussion und Abwägung unterschiedlicher Aspekte mit dem Ziel, eine optimale Lösung unter Vermeidung unnötiger Kompromisse zu finden.

Als informelles Werkzeug ist die Anwendung von TRAFIS.NB freiwillig. Der Erfolg basiert auf dem Interesse der durchführenden Akteure an einem offenen, umfänglichen Austausch und der Integration von Perspektiven sowie einem kreativen Suchprozess im Sinne einer nachhaltigen Lösung. Abbildung 5 gibt einen Überblick über das schrittweise Vorgehen bei der Nachhaltigkeitsbewertung TRAFIS.NB.

Abbildung 5: Ablaufschema der Nachhaltigkeitsbewertung mit TRAFIS.NB



Quelle: eigene Abbildung, Alfred Olfert (IÖR) & Jörg Walther (BTU)

2.5 Dimensionen und Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung

TRAFIS.NB definiert mit den Dimensionen – 1) Versorgungssicherheit, 2) Ressourcenschonung, 3) Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung drei Kriteriengruppen mit einem Grundset an Kriterien (vgl. Abbildung 6), das sich flexibel anpassen lässt. Eine Kurzbeschreibung der Kriterien findet sich im Anhang.

Abbildung 6: Dimensionen und Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung innovativer Infrastrukturvorhaben

Leistungsfähigkeit und Versorgungssicherheit	Ressourcenschonung	Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung
<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsfähigkeit • Störungsanfälligkeit • Dependenz • Anpassungsfähigkeit • Redundanz (techn. personell) • Puffervermögen • Entkoppelter Betrieb • Verfügbarkeit von Fachkräften • Kosten der Funktionswiederherstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Primärenergie, Endenergie • Fläche, Boden • Rohstoffe, kritische Rohstoffen • Wasser, Gewässer • Treibhausgase • Gesundheitsgefährdende Stoffe • Lärm und Abfall • Besonders geschützte Lebensräume und Arten • Alternative Flächenpotenziale 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökonomische Tragfähigkeit (Betreiber) • Qualität und Quantität der Dienstleistung • Investitionsbedarf für Nutzer • Erforderliche Nutzerkompetenz • Endverbraucherpreis

Quelle: Kriterien nach Olfert et al. 2020, VDI 2016

Versorgungssicherheit (Resilienz) hinterfragt die Fähigkeit der innovativen Infrastrukturlösung, ihre Leistung generell und im Fall externer Störungen (z.B. Naturereignisse, technische Fehler, interne Ausfälle) zu erbringen. Versorgungssicherheit wird durch Merkmale abgebildet, welche die Fähigkeit eines Systems repräsentieren, bei externen und internen Störungen seine Funktionsfähigkeit zumindest teilweise aufrechtzuerhalten bzw. schnell wiederherzustellen. Diese Merkmale stehen in ihrer Gesamtheit für die Resilienz eines Systems, die nicht direkt gemessen werden kann. Neben der Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen geht es um Strukturen, Ressourcen und Fähigkeiten auf Seiten der technischen Anlagen und des Managements sowie um die benötigten natürlichen Ressourcen. TRAFIS.NB fokussiert die eher operativen Aspekte der Resilienz in der kurzfristigen Bewältigung von Störungen. Mittel- bis langfristige Aspekte der Anpassung des technischen Systems, von Routinen oder der Personalentwicklung sind wichtig, aber nicht durch Kriterien abgebildet.

Anhand der Kriterien der Dimension **Ressourcenschonung** werden Wirkungen auf den Verbrauch bzw. die Beeinträchtigung natürlicher Ressourcen beschrieben. Es geht einerseits um Stoffe (Wasser, Energieträger etc.), Energie und Flächen, die für die Erbringung der Infrastrukturdienstleistung als Input in Anspruch genommen werden. Andererseits geht es auch um die Umweltbelastungen, die als Schadstoffe, Abwärme oder Lärm durch die Infrastruktur emittiert werden und Schutzgüter (Luft, Gewässer, Boden, Arten) belasten.

Die Dimension **Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung** beschreibt mögliche Auswirkungen für Nutzer*innen und Betreiber*innen von Infrastrukturen. Aus Nutzerperspektive stellen sich Fragen nach der Verteilungsgerechtigkeit im Sinne einer Qualität und ökonomischen und technischen Barrierefreiheit der Infrastrukturdienstleistung. Aus Betreiberperspektive geht es z.B. um Aspekte einer ökonomischen Tragfähigkeit bis hin zur Nutzungsdauer einer Lösung.

3 Durchführung der Nachhaltigkeitsbewertung

3.1 Voraussetzungen für die Anwendung von TRAFIS.NB

3.1.1 Das Vorhaben strebt nach Innovation und mehr Nachhaltigkeit

Einen Innovationsanspruch erfüllen Vorhaben z.B. durch den Einsatz gänzlich oder teilweise neuartiger Technologien, Organisationsformen und/oder Kopplungen. Ein Nachhaltigkeitsanspruch muss in dem Vorhaben nicht explizit definiert sein. Die Suche nach einem Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit sollte jedoch im Interesse der Projektbeteiligten liegen. Dies ist wichtig für eine Durchführung und effektive Nutzung der Ergebnisse im Entwicklungsprozess.

3.1.2 Der Lösungspfad kann offen diskutiert werden

TRAFIS.NB dient der Unterstützung von Such- und Entwicklungsprozessen für innovative, nachhaltige Infrastrukturlösungen. Der Beitrag ist am wirkungsvollsten in frühen Planungsphasen, das heißt, wenn Lösungsvorschläge existieren, aber Entscheidungen für eine konkrete Art der Lösung, ihre Konfiguration, Ausführung oder ihren Betrieb noch nicht gefallen sind. Zu diesem Zeitpunkt kann der mit verhältnismäßig geringem Aufwand generierte Input von Wissen und Perspektiven entlang der vorgeschlagenen Nachhaltigkeitskriterien eine richtungsgebende Wirkung entfalten, ohne großen Aufwand und hohe Kosten zu erzeugen.

3.1.3 Die Lösungsoptionen sind hinreichend beschrieben

TRAFIS.NB setzt an, wenn Lösungsvorschläge geprüft oder miteinander verglichen werden sollen. Ein gemeinsames Verständnis zur Funktion bzw. Umsetzung der jeweiligen Lösung ist der Ausgangspunkt für die Einschätzung möglicher Auswirkungen. Die zu bewertende(n) Lösungsvariante(n) sollte(n), soweit dies in einer frühen Planungsphase möglich ist, hinreichend konkretisiert sein, sodass alle Beteiligten den Zweck, die Beschaffenheit (z.B. technische/organisatorische Konfiguration) und die Funktionsweise grundsätzlich verstehen können. Die bewertete(n) Lösungsvariante(n) kann (können) im weiteren Verlauf gemeinsam mit den eingebundenen Expert*innen weiterentwickelt und neu bewertet werden (→ Kap. 3.4, Kap. 3.5)

3.1.4 Die Prozessmoderation hat operative Kompetenzen und ist akzeptiert

Die „**Prozessmoderation**“ hat einen klaren Auftrag der Betreiberorganisation oder einer öffentlichen Verwaltung oder ist anderweitig legitimiert. Sie steht im Austausch mit den Entwicklern der Lösungsvariante(n) und verfügt über operative Kompetenzen, um den Prozess in Zusammenarbeit mit den Entwicklern, dem Infrastrukturbetreiber und der Bewertungsgruppe durchzuführen. Im Idealfall genießt sie das Vertrauen aller Beteiligten.

3.2 Vorbereiten der Bewertung

Eine gründliche Vorbereitung durch die Prozessmoderation ist von großer Bedeutung für die Qualität und Akzeptanz der Nachhaltigkeitsbewertung. Die Prozessmoderation stellt sicher, dass die zu bewertenden Lösungsoptionen hinreichend konkretisiert und erklärt sind. Sie trägt auch die Verantwortung dafür, eine relevante Auswahl von Akteuren für die Bewertung, also die Bewertungsgruppe, zusammenzubringen und eine gemeinsame Wissens- und Verständnisbasis bezüglich der Ziele, Lösungsvarianten, Kriterien und des Ablaufs des Entscheidungsprozesses zu entwickeln.

3.2.1 Zusammenstellen einer kompetenten und konstruktiven Bewertungsgruppe

In frühen Planungsphasen bestehen zunächst nur mehr oder weniger konkrete Annahmen über eine mögliche Lösungsvariante, ihre Funktionsweise und die möglichen Auswirkungen. Die Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen basiert daher in erster Linie auf dem Wissen und den Erfahrungen von Expert*innen. Eine Bewertungsgruppe sollte Personen umfassen, die aufgrund ihres Fach- und Erfahrungswissen unterschiedliche Perspektiven in Bezug auf die Nachhaltigkeitskriterien einnehmen können, um die Bandbreite der Fragestellungen einer Nachhaltigkeitsbewertung zu diskutieren und zu beantworten. Auf kommunaler Ebene können das z.B. sein:

- ▶ das mittlere und untere Management des Infrastrukturbetriebes,
- ▶ bei kommunalen Infrastrukturen die mit Planungs- und relevanten Genehmigungsvorgängen betraute kommunale Verwaltung,
- ▶ die Umweltbehörden,
- ▶ lokale/regionale Partner für Infrastrukturplanung und -betrieb,
- ▶ Planer, die ein ähnliches Vorhaben an anderer Stelle bereits umgesetzt haben.

Ergänzend (optional) können auch vergleichbare Experten aus anderen Kommunen herangezogen werden. Entscheidend ist, dass die Personen neben dem unabdingbaren Fach- und Erfahrungswissen einerseits über die Kapazität verfügen, sich dem Bewertungsprozess zu stellen, und andererseits die Bereitschaft haben, sich an einer Lösungssuche zu beteiligen.

Es ist nicht das Ziel, dass jede Person jedes Kriterium bewerten kann. Der Kompetenzzuschnitt der beteiligten Personen kann sehr unterschiedlich und teilweise sehr breit sein. Es kann sinnvoll sein, gezielt Expert*innen für ausgewählte Fragestellungen einzubinden (z.B. Preisgestaltung oder bestimmte Umweltwirkungen).

Was ist zu tun? – Was ist zu tun? – Zusammenstellen der Bewertungsgruppe

- ▶ Laden Sie geeignete Personen zur Mitwirkung in der Bewertungsgruppe ein. Neben der fachlichen Kompetenz können hier die Breite der Erfahrung, besondere Perspektiven, Offenheit oder Diskussionsverhalten der jeweiligen Person eine Rolle spielen.
- ▶ Besetzen Sie besonders wichtige Perspektiven ggf. redundant, um mögliche Ausfälle im Prozess – z.B. durch Erkrankung und Verhinderung – zu kompensieren.

3.2.2 Vorgehen festlegen und mit den Beteiligten abstimmen

Das Vorgehen bei der Bewertung sollte vorab durch die Prozessmoderation festgelegt und von allen Beteiligten in der Bewertungsgruppe mitgetragen werden. Einerseits sollte geregelt werden, ob die Bewertung in gemeinsamer Runde (persönlich oder online) zu einem bestimmten Zeitpunkt oder dezentral und ggf. in welchem Zeitraum erfolgt. Für die Bewertung in gemeinsamer Runde sprechen die Möglichkeit eines direkten Austauschs und ein konzentrierter und zeitlich limitierter Einsatz der Beteiligten. Für ein dezentrales Vorgehen könnten organisatorische Gründe sprechen oder die Tatsache, dass einzelne Perspektiven oder Akteure mehr Zeit für die Abwägung benötigen. Eine Kombination der Vorgehensarten ist denkbar und kann sogar sinnvoll sein. So könnte die gemeinsame Bewertungsrunde dafür genutzt werden, das Verständnis für die Fragestellung, die in Rede stehende(n) Lösungsvariante(n) und die Bedeutung und Auswahl der Kriterien zu klären. Die eigentliche

Bewertung kann aber auch im Nachgang dezentral, beispielsweise in einem schriftlichen Umlaufverfahren, erfolgen.

Die Bewertung und gemeinsame Auswertung benötigen Transparenz und Sicherheit. Die Bewertung kann anonym oder offen erfolgen. Eine anonyme Bewertung kann Beteiligte in komplizierten Konstellationen¹ schützen, limitiert aber auch den Gewinn eines offenen Austauschs zwischen den Beteiligten. Der Modus von Bewertung und Auswertung sollte vorab mit den Beteiligten abgestimmt werden. Idealerweise gelingt es, die unterschiedlichen fachlichen Perspektiven und Meinungen in einen transparenten Kommunikationsprozess einzuspeisen und offen zu diskutieren.

Was ist zu tun? – Was ist zu tun? – Bewertungsmodus festlegen

Legen Sie den Bewertungsmodus fest:

- ▶ Bewertung in gemeinsamer Runde zu einem bestimmten Zeitpunkt vs.
- ▶ Bewertung dezentral über einen festgelegten Zeitraum.
- ▶ Anonyme Bewertung vs. nicht anonyme Bewertung (Transparenz erleichtert ggf. den Blick auf unterschiedliche Perspektiven).

3.2.3 Aufgabenstellung und Lösungsoptionen klären

Die Nachhaltigkeitsbewertung ist eine generell nicht etablierte Tätigkeit. Derzeit ist davon auszugehen, dass manche Akteur*innen überrascht sein könnte, in einen Suchprozess für eine nachhaltige Infrastrukturlösung eingebunden zu sein. Es ist daher wichtig, dass die in der Bewertungsgruppe beteiligten Personen auf einen ähnlichen Wissensstand bezüglich folgender fünf Sachverhalte gebracht werden:

- a) Die **Aufgabenstellung** der Nachhaltigkeitsbewertung. Die Prozessmoderation trägt dafür Sorge, dass die Personen in der Bewertungsgruppe die Bedeutung, das Ziel und den zu erwartenden Aufwand für die Nachhaltigkeitsbewertung zu Beginn des Prozesses verstehen.
- b) Die zu bewertenden **Lösungsoptionen**. Die Lösungssuche erfolgt auf Basis vorausgewählter Lösungsvarianten. Die Beteiligten benötigen ein gemeinsames Grundverständnis darüber, welches Problem gelöst werden soll, und wie eine Lösungsoption funktioniert. Im Falle von Infrastrukturlösungen geht es hier z.B. um die Klärung bestimmter Fragen (vgl. Box Steckbrief zur Beschreibung einer Lösungsoption). Die erforderliche Tiefe der Durchdringung dieser Fragen ist von Fall zu Fall unterschiedlich, wird jedoch im ersten Schritt eher auf der Ebene einer Skizze bleiben können. Dieses Wissen ist dennoch wichtig, um die Auswirkungen für die unterschiedlichen Kriterien vor dem Hintergrund des eigenen Fach- und Erfahrungswissens einschätzen zu können.
- c) Die **Referenzvariante** ist zentral für die Bewertung der innovativen Lösungsoption(en). Sie definiert den Standard, der aufgrund gesetzlicher Vorgaben und/oder lokaler Möglichkeiten am Standort umgesetzt werden würde, wenn man sich nicht explizit um eine innovative Infrastrukturlösung bemüht. Die Referenzvariante (Lösungsoption „Null“) wird genauso beschrieben wie die Lösungsoptionen. Sie liegt beim Bewerten als die einzige

¹ Je nach Konstellation kann es vorkommen, dass sich einzelne Personen in einer kontroversen Debatte mehr oder weniger stark exponiert fühlen. Die Gründe dafür können persönlicher Natur sein oder in etablierten Hierarchien oder spannungsbeladenen Personenkonstellationen liegen. In jedem Fall empfiehlt es sich, mögliche Bedenken einzelner Beteiligter zu respektieren, um die Verbindlichkeit der Beteiligten und damit die Qualität der Bewertung zu erhalten.

Vergleichsoption neben dem Bewertenden – auch um zu vermeiden, dass verschiedene Lösungsoptionen miteinander verglichen werden. Bei der Bewertung mehrerer Lösungsoptionen sollte daher explizit darauf hingewiesen werden, dass die Optionen NUR in Bezug auf die Referenzvariante zu bewerten sind.

- d) **Räumlicher Bezug.** Es ist festzulegen, ob die Bewertung nur lokale bzw. regionale Wirkungen berücksichtigt oder ob auch weitergehende Einflüsse und/oder Wirkungen ins Blickfeld gerückt werden sollen. Dies ist fallspezifisch.
- e) **Zeitliche Perspektive:** Einzelne Wirkungen sind kurzfristig anders zu bewerten als mittel- oder langfristig. So kann die organisatorische Komplexität im Zuge der Einführung eines neuen Systems sehr hoch erscheinen, langfristig aber ggf. sogar Vereinfachungen mit sich bringen. Die technologische Barriere kann aus Nutzerperspektive bei Einführung eines neuen Dienstes heute höher sein als nach der breiten Etablierung solcher Dienste in einigen Jahren, etc.

Was ist zu tun? – Aufgabenstellung und Lösungsoptionen klären

- ▶ Erläutern Sie den Mitgliedern der Bewertungsgruppe das Ziel, den Ablauf und den zu erwartenden Zeitaufwand für den Bewertungsprozess.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass die zu bewertende(n) Lösungsvariante(n) ausreichend erklärt sind.
- ▶ Stellen Sie die Referenzvariante genauso gründlich vor wie die Lösungsoptionen.
- ▶ Lassen Sie Raum für Rückfragen und unterstützen Sie die Klärung, z.B. durch Hinzuziehen der Planer*innen oder Betreiber*innen der Infrastruktur.
- ▶ Legen Sie fest (und kommunizieren Sie), welche zeitliche Perspektive die Bewertungsgruppe einnehmen soll. Es ist zu empfehlen, bei der Bewertung zunächst eine kurzfristige Perspektive anzulegen und im Rahmen der Diskussion den Bewertungshorizont einzelner Kriterien bei Bedarf aufzuweiten.
- ▶ Klären Sie, ob besondere Kontextbedingungen bzw. künftige Veränderungen besonders berücksichtigt werden sollen.

Was ist zu tun? – Fallbeschreibung

Empfehlenswert ist die Zusammenfassung der wichtigsten bereits bekannten Eckdaten in einem Steckbrief. Je nach inhaltlichem Schwerpunkt des innovativen Charakters der Infrastrukturlösung können die Informationen beispielsweise entlang folgender Fragen vertiefend beschrieben werden:

- ▶ Technisch | Wo und mit welchem Ziel soll die Infrastrukturlösung hergestellt werden? Z.B.:
 - Relevante Rahmen- und Betriebsbedingungen des Einsatzortes (vorhandene Erschließung, typisches Wetter)
 - Angestrebter Output der Infrastrukturdienstleistung(en), z.B. Wärmemenge
- ▶ Technisch | Wie erbringt die Lösung die Infrastrukturdienstleistung? Z.B.:
 - Systemskizze zur Abbildung der Funktionsweise der Infrastrukturlösung
 - Vorzunehmende Anpassungen der vorhandenen Systeme, soweit vorhanden
 - Textliche Beschreibung der Funktionsweise
- ▶ Ökonomisch | Welche Anschaffungs- und Herstellungskosten werden voraussichtlich entstehen und welche Betriebskosten werden erwartet?

- ▶ **Ökonomisch** | Welcher ökonomischer Rahmen gilt für den Betrieb der Infrastrukturlösung(en)?
Z.B.:
 - Marktpreise konkurrierender Dienstleistungen anhand geeigneter Kennzahlen, z.B. für Wärme, Strom oder Mobilität
 - Beschreibung möglicher nicht monetärer Mehrwerte
- ▶ **Organisatorisch** | In welche organisatorischen Strukturen wird die Infrastrukturlösung eingebunden?
- ▶ **Ökologisch** | Welcher Ressourceneinsatz (Stoffe, Energie) ist bereits bekannt? Z.B.:
 - Ressourceneinsatz für die Erstellung
 - Ressourceneinsatz im Betrieb
 - Kumulierte Kenndaten wie kEA, kRA
- ▶ Beschreibung der sonstigen fallspezifischen, über die technische Systemgrenze hinausgehenden Rahmenbedingungen und Notwendigkeiten | Wie fix bzw. variabel sind die Anwendungs-/Einsatzbedingungen der Infrastrukturlösung? Was ist begleitend notwendig, damit sie funktioniert? Z.B. für den Fall eines innovativen Wärmenetzes:
 - Formulierung eines energetischen Mindeststandards an Gebäude
 - Darlegung der erforderlichen Anpassung des Heizungssystems in Gebäuden
- ▶ Benennung infrastruktureller Voraussetzungen „an anderer Stelle“, z.B. an die Durchflussmenge (Lastgang) an Schmutzwasser in einer zur Wärmegewinnung vorgesehenen Abwasserleitung

3.3 Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Durchführung der Nachhaltigkeitsbewertung mithilfe des TRAFIS.NB-Tools

Bei erfüllten Voraussetzungen (Kapitel 3.1) und nach erfolgter Vorbereitung (Kapitel 3.2) ist die Durchführung der Nachhaltigkeitsbewertung ein standardisierter Vorgang. Zur Unterstützung steht ein Excel-basiertes Bewertungswerkzeug bereit (→ TRAFIS.NB-Tool, Link). Das Werkzeug funktioniert weitgehend automatisiert. Es erfordert lediglich Grundkenntnisse im Umgang mit der weit verbreiteten Software MS Excel. Die auszufüllenden Felder sind gekennzeichnet. Jedes Tabellenblatt enthält eine eigenständige kurze Beschreibung, wie der jeweilige Schritt auszuführen ist.

Sobald die erforderlichen Angaben und Bewertungen eingefügt sind, gibt das Werkzeug automatisiert die Bewertungsergebnisse in Form von Tabellen und Grafiken aus. Diese können entnommen, einzeln gespeichert, projiziert und separat oder als Gesamtbericht in den Diskussions- und Entscheidungsprozess eingespeist werden. Bei Vorliegen mehrerer alternativer Lösungsvarianten kann die Bewertung entsprechend mehrfach angewendet werden, um die Ergebnisse für mehrere Lösungsvarianten miteinander zu vergleichen.

Das TRAFIS.NB-Tool unterstützt den Schritt-für-Schritt-Ablauf des Bewertungsprozesses durch

- ▶ Bereitstellung eines Kriteriensets einschließlich der Fragestellungen zur Bewertung
- ▶ die Möglichkeit der Auswahl und Ergänzung von Kriterien
- ▶ automatisierte Erzeugung einer Bewertungstabelle für die Bewertungsgruppe
- ▶ unterstützte Zusammenführung der Bewertungen
- ▶ automatisierte Ergebnisausgabe (Visualisierung) als Tabellen, Grafiken und als Bericht

3.3.1 Schritt 0: Allgemeine Eingaben im TRAFIS.NB-Tool

Fügen Sie zu Beginn im TRAFIS.NB-Tool (→ Tabellenblatt „0_Allg_Eingaben“) allgemeine Angaben zum Projekt und der zu bewertenden Variante ein. Die Angaben werden automatisch in andere Tabellenblätter übernommen und unterstützen damit die Durchführung, Auswertung, Zuordnung der Ergebnisse zu einer Variante sowie die Berichtserstellung.

Was ist zu tun? – Schritt 0: Allgemeine Angaben im TRAFIS.NB-Tool eingeben

- ▶ Tragen Sie die abgefragten Angaben zu Vorhaben, Lösungsvariante und Bewertungsprozess ein. Diese Angaben werden bei den Zwischenschritten und Ergebnisansichten automatisch eingefügt.
- ▶ Sollen mehrere Lösungsvarianten verglichen werden, muss das Bewertungswerkzeug für jede Lösungsvariante separat angewendet werden.

3.3.2 Schritt 1: Kriteriensatz und Beschreibung prüfen, Verständnis absichern

Schritt 1a. Kriterien prüfen

TRAFIS.NB schlägt einen Kriteriensatz vor, welcher generell für die Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturlösungen verwendet werden kann (→ Anlage A). Einzelne Infrastrukturlösungen besitzen spezifische Merkmale, die sich aus dem Anwendungskontext vor Ort ergeben. Es kann daher sinnvoll sein, die Anwendbarkeit der vorgeschlagenen Kriterien zu prüfen (den Kriteriensatz ggf. zu reduzieren) und die Beschreibung der Kriterien bei Bedarf zu spezifizieren.

Die Kriterien sind in drei Stufen beschrieben (→ Abbildung 7):

- ▶ Kurzbezeichnung Bewertungskriterium – diese dient vor allem einer effizienten Kommunikation und hat eine oft nur geringe Aussagekraft über den Inhalt eines Kriteriums.
- ▶ Langbezeichnung (... näher erläutert) – diese umreißt deutlicher die Intention des Kriteriums und soll ein kurz gefasstes Verständnis über den Inhalt eines Kriteriums ermöglichen.
- ▶ Fragestellung für die Wirkungsbewertung – erst diese ist die Basis für die Bewertung einer Wirkung. Die Fragestellung formuliert das Anliegen einer Bewertung. Sie soll es den Bewertenden erlauben, die Aufgabe der Bewertung zu erfassen. Eine gut formulierte Fragestellung lässt wenig Interpretationsraum und stellt damit sicher, dass alle Bewertenden den gleichen Sachverhalt bewerten.
Zur Fragestellung gehören auch weitergehende Hinweise für die Bewertung. Diese werden in Schritt 4 im TRAFIS.NB-Tool (Spalte „Hinweise“) eingeblendet. Eine Anpassung dieser Hinweise ist im Tool nicht vorgesehen.

Sonderfall „**gekoppelte Lösung**“: Falls eine gekoppelte Lösung (eine Lösung, bei der zwei eigenständige Infrastrukturen miteinander verbunden werden) bewertet werden soll, sind einige der Kriterien doppelt eingefügt, um die Bewertung aus der jeweiligen Perspektive der zwei gekoppelten Systeme vornehmen zu können. Diese Kriterien erkennt man im Kriteriensatz an dem Nachsatz „**System A**“ bzw. „**System B**“. Dies trifft zum Beispiel zu, wenn ein Stadtquartier künftig mit abwärmebasierter „kalter“ Fernwärme versorgt werden soll. Das System, das die Abwärme bereitstellt (z.B. Kläranlage), wäre in dem Falle das „System A“, das Fernwärmenetz das „System B“.

Der Perspektivenwechsel bei der Bewertung ist wichtig, da Wirkungen für die an der Kopplung beteiligten Systeme unterschiedlich ausfallen können, wie frühere Arbeiten gezeigt haben (Olfert et al. 2020). Es kann auch vorkommen, dass **mehr als zwei Systeme an einer Kopplung beteiligt** sind und bewertet werden sollen. Für ein weiteres beteiligtes System können die entsprechenden Kriterien in Schritt 2 mit dem Nachsatz „**System C**“ eingefügt werden.

Die Prozessmoderation sollte insbesondere die zur Bewertung genutzten Fragestellungen prüfen: Sind sie im konkreten Fall ausreichend anwendbar und für die Bewertungsgruppe verständlich? Ggf. kann oder sollte eine Fragestellung für die jeweilige Lösungsvariante spezifiziert werden. Dabei ist auf eine kurze und für alle Beteiligten verständliche Formulierung zu achten.

Schritt 1b. Verständnis der Kriterien absichern

Trotz der mehrstufigen Beschreibung der Kriterien ist zu erwarten, dass Fragestellungen (Kriterien) durch die bewertenden Personen teils unterschiedlich interpretiert werden können. Die Prozessmoderation sollte das Verständnis der Kriterien in der Bewertungsgruppe absichern. Dies stellt sicher, dass alle Beteiligten tatsächlich das Gleiche bewerten.

Was ist zu tun? – Schritt 1b: Verständnis der Kriterien absichern (1)

- ▶ Nutzen Sie das TRAFIS.NB-Tool, um ggf. gemeinsam mit der Bewertungsgruppe relevante Kriterien auszuwählen. Falls es sich nicht um eine Kopplung von (Teil-)Systemen handelt, markieren Sie auch die Kriterien mit dem Nachsatz „System B“ als nicht „NICHT relevant“ → Achtung: Aus technischen Gründen kann die Kriterienauswahl nach erfolgter Bewertung nicht mehr geändert werden.
- ▶ Wenn nötig, spezifizieren Sie die Beschreibung der Kriterien. So kann es sinnvoll sein, statt „System A“ oder „System B“ die Bezeichnungen des jeweiligen Systems einzufügen.
- ▶ Falls mehr als zwei Systeme an einer Kopplung beteiligt sind, können in Schritt 2 die entsprechenden Kriterien mit dem Nachsatz „System C“ (oder der Bezeichnung des Systems) eingefügt werden.
- ▶ Diese Auswahl kann nach der Durchführung der Bewertung nicht mehr korrigiert werden, da dies aus technischen Gründen zu verfälschenden Verschiebungen der Ergebnisse führen würde.

Was ist zu tun? – Schritt 1b: Verständnis der Kriterien absichern (2)

- ▶ Stellen Sie die einzelnen Kriterien einschließlich der Fragestellungen den Mitgliedern der Bewertungsgruppe vor. Die inhaltliche Bedeutung der Kriterien sollte erklärt, falls erforderlich in der Bewertungsgruppe diskutiert und wenn nötig angepasst werden.
- ▶ Die Klärungen zu den Kriterien können mithilfe des TRAFIS.NB-Tools erfolgen (→ „Schritt1_Kriterienpruefung“).
- ▶ An dieser Stelle können der Bewertungsgruppe bereits die angestrebten Visualisierungsformate vorgestellt werden (→ TRAFIS.NB-Tool, Tabellenblätter 6a bis 6e).
- ▶ Stellen Sie auch die die fünfstufige Bewertungsskala vor, anhand derer die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgt (→ Tabelle 1).
- ▶ Definieren Sie die Vergleichsvariante für die Bewertung. Im einfachsten Fall erfolgt die Bewertung relativ zu einem allen bekannten Status quo. Dies könnte z.B. die bisher vor Ort

oder andernorts etablierte Infrastrukturlösung sein. Alternativ kann dies aber auch eine vom Status quo abweichende, im Prozess zu definierende Bezugsvariante sein. In jedem Fall muss das für alle Beteiligten klar definiert sein.

Die Bewertung einer Wirkung erfolgt in einem Skalenbereich von +2 (deutlich positive Bewertung) bis -2 (deutlich negative Bewertung). Die Kategorie „0“ zwischen dem positiven und negativen Bereich steht für „keine Veränderung“ im Vergleich zur definierten Bezugsvariante.

Tabelle 1: Fünfstufige Bewertungsskala für die Nachhaltigkeitsbewertung

Skala	Bewertung
(-2)	deutlich negative Bewertung (z.B. nicht geeignet, deutliche Kostensteigerung, deutlich negative Auswirkung etc.)
(-1)	geringfügig negative Bewertung (z.B. wenig geeignet, geringfügige Kostensteigerung, eher negative Auswirkung)
(0)	keine Veränderung
(+1)	geringfügig positive Bewertung (z.B. gut geeignet, geringfügige Kostensenkung, eher positive Auswirkung)
(+2)	deutlich positive Bewertung (z.B. sehr gut geeignet, deutliche Kostensenkung, deutlich positive Auswirkung)

Quelle: eigene Darstellung, Olfert et al. 2020

Abbildung 7: TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt1_Kriterienprüfung“

→ Hinweis für die Prozessmoderation: Diese Tabelle kann durch Sie vorbereitet oder gemeinsam mit der Bewertungsgruppe erarbeitet werden. Bitte beachten Sie den **WARNHINWEIS**.

TRAFIS | UBA FKZ 3719 15 1030

Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung Muster | 1. Bewertung

WARNHINWEIS: Schritt 1 muss vor Schritt 3 ff. abgeschlossen sein. Durch ein nachträgliches Entfernen/Einfügen von Kriterien geht die Zuordnung der Bewertungen zu den Kriterien verloren und das Ergebnis wird verfälscht.

Schritt 1: Vorgeschlagene Kriterien und Fragen prüfen

Sie können in dieser Tabelle das vorgeschlagene Kriterienset und die für die Bewertung genutzten Fragen anpassen.

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium	vollständige Bezeichnung oder nähere Erläuterung	Fragestellung für die Wirkungsbewertung	Wählen Sie aus, ob Kriterium und Frage für Ihren Fall relevant sind. Die Frage ist ...	
			Hier können Sie bei Bedarf die Frage auf Ihr System anpassen.		
VS Leistungsfähigkeit <small>Versorgungssicherheit VS Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung WuNo Ressourcenschonung Rsch</small>	1a	Leistungsfähigkeit (System A)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die grundsätzliche Eignung des Systems, die definierte Dienstleistung in angestrebter Qualität und Quantität zu erbringen.	Wie wirkt sich die Infrastrukturlösung auf die Fähigkeit des Systems A aus, die vorgesehene Infrastruktur-Dienstleistung sicher zu erbringen? (leistungsfähiger = positiv)	relevant
	1b	Leistungsfähigkeit (System B)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die grundsätzliche Eignung des Systems, die definierte Dienstleistung in angestrebter Qualität und Quantität zu erbringen.	Wie wirkt sich die Infrastrukturlösung auf die Fähigkeit des Systems B aus, die vorgesehene Infrastruktur-Dienstleistung sicher zu erbringen? (leistungsfähiger = positiv)	relevant
VS Resilienz-Strukturen	2a	Störungsanfälligkeit (System A)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit des Systems gegenüber äußeren Einwirkungen/Einflüssen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit im System A? (weniger Störungen erwartet = positiv)	relevant
	2b	Störungsanfälligkeit (System B)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit des Systems gegenüber äußeren Einwirkungen/Einflüssen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit im System B? (weniger Störungen erwartet = positiv)	relevant
VS Resilienz-Strukturen	3a	Abhängigkeit (System A)	Abhängigkeit der Betriebsfähigkeit des Systems A von der Betriebsfähigkeit des Systems B	Führt ein (Funktions-)Ausfall in System B zu einer Funktionseinschränkung in System A? (neutral bis negativ bewerten zusätzliche Abhängigkeiten = negativ)	relevant
	3b	Abhängigkeit (System B)	Abhängigkeit der Betriebsfähigkeit des Systems B von der Betriebsfähigkeit des Systems A	Führt ein (Funktions-)Ausfall in System A zu einer Funktionseinschränkung in System B? (neutral bis negativ bewerten zusätzliche Abhängigkeiten = negativ)	relevant

Quelle: eigene Darstellung Jörg Walther & Alfred Olfert (Screenshot TRAFIS.NB-Tool)

3.3.3 Schritt 2: Kriterien bei Bedarf ergänzen (optional)

Es ist wichtig, dass ein Kriteriensatz die denkbaren Wirkungen des zu bewertenden Vorhabens möglichst umfassend abbildet. Daher bietet TRAFIS.NB außer der Möglichkeit, den Kriteriensatz zu reduzieren (Schritt 1) auch die Möglichkeit, zusätzliche Kriterien zu ergänzen. Das TRAFIS.NB-Tool sieht hierfür einen eigenen Schritt vor. Dieser Schritt ist optional und kann übersprungen werden.

Abbildung 8: TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt2_Kriterien hinzufügen“

→ Hinweis für die Prozessmoderation: Diese Tabelle kann durch Sie vorbereitet oder gemeinsam mit der Bewertungsgruppe ergänzt werden. Bitte beachten Sie den WARNHINWEIS.

TRAFIS | UBA FKZ 3719 15 1030

Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung Muster | 1.Bewertung

WARNHINWEIS: Schritt 2 muss vor Schritt 3 ff. abgeschlossen sein.
 Durch ein nachträgliches Entfernen/Einfügen von Kriterien geht die Zuordnung der Bewertungen zu den Kriterien verloren und das Ergebnis wird verfälscht.

Schritt 2 (optional): Kriterien hinzufügen

Es gibt Vorschläge für weitere Bewertungskriterien, die das Kriterienset ergänzen? Hier können diese integriert werden! Das Set kann um bis zu 6 Kriterien erweitert werden.
 Bitte zeilenweise (!) vollständig ausfüllen.

Hier Dimension und Kriteriengruppe wählen	Kriterium bitte <u>kurz</u> bezeichnen	... und optional vollständig bezeichnen	Eine passende Frage als Bewertungsgrundlage formulieren: Zwingend erforderlich!
Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium Kurzbezeichnung	vollständige Bezeichnung	Fragestellung für die Wirkungsbewertung
Versorgungssicherheit VS Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung WuNo Ressourcenschonung Rsch	30		
	31		
	32		
	33		
	34		
	35		

Quelle: eigene Darstellung Jörg Walther & Alfred Olfert (Screenshot TRAFIS.NB-Tool)

Was ist zu tun? – Schritt 2: Kriterien hinzufügen (optional)

- ▶ Nutzen Sie das TRAFIS.NB-Tool, um gemeinsam mit der Bewertungsgruppe zusätzliche, im mitgelieferten Kriteriensatz nicht abgebildete, aber für Ihr Vorhaben wichtige Kriterien zu ergänzen. Derzeit können bis zu sechs Kriterien ergänzt werden.
- ▶ Falls mehr als zwei Systeme an einer Kopplung beteiligt sind, können entsprechende Kriterien mit dem Nachsatz „System C“ (oder der Bezeichnung des Systems) ergänzt werden. Dies gilt für die im bereitgestellten Kriteriensatz mit „System A“ und „System B“ markierten Kriterien.
- ▶ Beschreiben Sie auch diese zusätzlichen Kriterien in der vorgegebenen dreistufigen Struktur: a) Kurzbezeichnung, b) Langbezeichnung, c) Fragestellung.
- ▶ Die ergänzten Kriterien werden für die nächsten Schritte automatisch in den Kriteriensatz für Ihr Vorhaben integriert.
- ▶ Sichern Sie auch für diese Kriterien das Verständnis ab wie in Schritt 1b beschrieben.

3.3.4 Schritt 3: Kriterien für Sonderauswertung wählen (optional)

Alle für den Bewertungsprozess ausgewählten und ergänzten Kriterien werden nach Abschluss des Bewertungsprozesses automatisiert dargestellt. Das TRAFIS.NB-Tool sieht vor, dass eine Auswahl dieser Kriterien zusätzlich zur Gesamtauswertung in einer „Sonderauswertung“ als Auszug aus dem gesamten Kriteriensatz dargestellt werden kann. Dies kann sinnvoll sein, wenn Sie bestimmte Kriterien priorisieren oder gesondert diskutieren wollen.

Eine beliebige Anzahl und Zusammenstellung des aus Schritt 1 und Schritt 2 resultierenden Kriteriensatzes ist möglich. Diese Option ist ein zusätzliches (optionales) Auswertungsangebot des Bewertungswerkzeugs. Der Schritt kann verlustfrei übersprungen werden.

Was ist zu tun? – Schritt 3: Kriterien für Sonderauswertung wählen (optional)

- ▶ Wählen Sie die Kriterien, die Sie in einer separaten Auswertung zusätzlich zur Gesamtauswertung zusammengestellt haben wollen.
- ▶ Diese Auswahl kann auch nach der Bewertung getroffen werden.

3.3.5 Schritt 4: Bewertungstabelle und Durchführung der Einzelbewertungen

Schritt 4a. Bereitstellen der Bewertungstabelle

Basierend auf den allgemeinen Angaben und der Kriterienprüfung (Schritt 1 und Schritt 2) stellt das TRAFIS.NB-Tool eine Bewertungstabelle zusammen. Diese dient als Vorlage für die Einzelbewertungen durch die Mitglieder der Bewertungsgruppe. Die Prozessmoderation entnimmt diese Tabelle aus dem Dokument (→ Anleitung im Tabellenblatt) und stellt sie den Mitgliedern der Bewertungsgruppe für die Bewertung zur Verfügung.

Die Einzelbewertung durch die Mitglieder der Bewertungsgruppe kann zentral bei einem Treffen der Bewertungsgruppe oder dezentral im Umlaufverfahren erfolgen. Nach Ablauf der gesetzten Frist holt die Prozessmoderation die Einzelbewertungen ein.

Was ist zu tun? – Schritt 4a: Bereitstellen der Bewertungstabelle


- ▶ Lösen Sie die automatisch erzeugte Bewertungstabelle aus dem TRAFIS.NB-Tool.
- ▶ Stellen Sie die Tabelle als Excel-Dokument, als Druckvorlage oder als Ausdruck den Mitgliedern der Bewertungsgruppe zur Verfügung.
- ▶ Bewertung im Excel-Dokument: Die Bewertung erfolgt in der Spalte „Ihre Bewertung“ mithilfe von Optionsfeldern.
- ▶ Die Spalte „Hinweise“ bietet zusätzliche Hinweise für das Verständnis des Kriteriums.
- ▶ Motivieren Sie die Mitglieder der Bewertungsgruppe dazu, a) in ihrem Kompetenzbereich liegende Einschätzungen zu treffen, auch wenn fundierte Einschätzungen aufgrund einer eingeschränkten Wissensbasis schwerer möglich sind und b) Kriterien nicht zu bewerten, für die nach eigener Einschätzung das eigene Fach- und Erfahrungswissen nicht ausreicht.
- ▶ VARIANTENVERGLEICH: Wenn mehrere Varianten einer Lösung zur Diskussion stehen, erzeugen Sie jetzt für jede Variante eine eigene Bewertungsdatei und passen Sie die „Allgemeinen Eingaben“ mit den spezifischen Informationen zur jeweiligen Variante an.
- ▶ VARIANTENVERGLEICH: Entnehmen Sie für jede Variante eine separate Bewertungstabelle aus der jeweiligen Bewertungsdatei.

Abbildung 9: TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt4_Einzelbewertung“

→ Hinweis für die Prozessmoderation: Stellen Sie Jedem Mitglied der Bewertungsgruppe die Tabelle zur Verfügung.
 TRAFIS: UBA FKZ 3719 15-1030
Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung Muster | 1. Bewertung

Schritt 4: Die Bewertungsgruppe bewertet ...

Bewerten Sie, in dem Sie jede Frage anhand der Optionen beantworten!



Bewertungskriterium	Verständnis / Fragestellung für die Wirkungsbewertung	Bewertung	Ergebnis
1a Leistungsfähigkeit (System A)	Wie wirkt sich die Infrastrukturlösung auf die Fähigkeit des Systems A aus, die vorgesehene Infrastruktur-Dienstleistung sicher zu erbringen? (leistungsfähiger = positiv)	<input checked="" type="radio"/> -2 <input type="radio"/> -1 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> ?	-2
1b Leistungsfähigkeit (System B)	Wie wirkt sich die Infrastrukturlösung auf die Fähigkeit des Systems B aus, die vorgesehene Infrastruktur-Dienstleistung sicher zu erbringen? (leistungsfähiger = positiv)	<input type="radio"/> -2 <input checked="" type="radio"/> -1 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> ?	-1
2a Störungsanfälligkeit (System A)	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit im System A? (weniger Störungen erwartet = positiv)	<input type="radio"/> -2 <input type="radio"/> -1 <input checked="" type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> ?	0
2b Störungsanfälligkeit (System B)	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit im System B? (weniger Störungen erwartet = positiv)	<input type="radio"/> -2 <input type="radio"/> -1 <input type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> ?	1
3a Abhängigkeit (System A)	Führt ein (Funktions-)Ausfall in System B zu einer Funktionseinschränkung in System A? (neutral bis negativ bewerten zusätzliche Abhängigkeiten = negativ)	<input type="radio"/> -2 <input type="radio"/> -1 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> ?	2
3b Abhängigkeit (System B)	Führt ein (Funktions-)Ausfall in System A zu einer Funktionseinschränkung in System B? (neutral bis negativ bewerten zusätzliche Abhängigkeiten = negativ)	<input type="radio"/> -2 <input type="radio"/> -1 <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> ?	?

Quelle: eigene Darstellung Jörg Walther & Alfred Olfert (Screenshot TRAFIS.NB-Tool)

Schritt 4b. Durchführen der Einzelbewertungen

Das Verfahren sieht standardmäßig vor, dass jedes Mitglied der Bewertungsgruppe die Nachhaltigkeitskriterien (jeder Lösungsvariante) einzeln bewertet. Dies sollte in der Regel jeweils nicht länger als 30 Minuten in Anspruch nehmen. Für die Durchführung gibt es hauptsächlich zwei Modi:

- a) **Dezentrale Bewertung:** Die Bewertung nimmt jedes Mitglied der Bewertungsgruppe am eigenen Arbeitsplatz vor. Im Idealfall erfolgt das unter Nutzung der digital bereitgestellten Vorlage. Diese wird nach Durchführung der Bewertung gespeichert und/oder an die Prozessmoderation zurückgesendet. Die dezentrale Form der Bewertung kann sowohl im Nachgang einer zentralen Besprechung als auch in Vorbereitung einer solchen erfolgen.
- b) **Zentrale Bewertung:** Die Bewertung kann auch im Rahmen einer geplanten Zusammenkunft der Beteiligten erfolgen (persönlich oder online). Die Bewertung kann dann als Zwischenschritt als „Echtzeit“-Input für die Diskussion genutzt werden. Dies setzt voraus, dass die einzelnen Bewertungen möglichst digital bereitgestellt und direkt in das Bewertungswerkzeug eingefügt werden. Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt unmittelbar und kann direkt angezeigt werden.

Was ist zu tun? – Schritt 4b: Durchführen der Einzelbewertung

- ▶ Dieser Arbeitsschritt liegt bei den Mitgliedern der Bewertungsgruppe. Die Prozessmoderation steht für ggf. auftretende Rückfragen zur Verfügung und achtet auf den fristgerechten Rücklauf der Einzelbewertungen.

Es ist sehr hilfreich, vor dem eigentlichen Bewertungsschritt ein gemeinsames Verständnis über die Kriterien herzustellen. Dies erhöht die Qualität der Bewertungen und fokussiert die Diskussion über Bewertungsergebnisse auf die Lösung identifizierter Herausforderungen.

3.3.6 Schritt 5: Zusammenführen der Bewertungen zur Gruppenbewertung

Die Prozessmoderation führt die Einzelbewertungen im TRAFIS.NB-Tool zusammen. Die Spalte „Ihre Bewertung“ aus den Einzelbewertungen werden nebeneinander im TRAFIS.NB-Tool (→ Tabellenblatt „Schritt5_Gruppenbewertung“) eingefügt (Modus „Werte und Quellformatierung“ einfügen). Handschriftliche Bewertungen sind ebenso möglich, müssen dann aber manuell in das Bewertungswerkzeug übernommen werden. Bis zu 20 Einzelbewertungen können auf diese Weise in die Bewertung aufgenommen werden.

Was ist zu tun? – Schritt 5: Zusammenführen der Einzelbewertungen

- ▶ Holen Sie die Einzelbewertungen zur Ablauffrist ein.
- ▶ Fügen Sie die Einzelbewertungen nebeneinander im Bewertungswerkzeug ein. Achten Sie dabei auf die ggf. vereinbarte Anonymisierung der Bewertungen.
- ▶ Die automatisch eingefärbten Zellen ergeben in der Gesamtansicht eine erste Ergebnisübersicht, die bei Bedarf ausgedruckt werden kann.

Abbildung 10: TRAFIS.NB → Tabellenblatt „Schritt5_Gruppenbewertung“

→ Hinweis für die Prozessmoderation: Es wird empfohlen, diese Tabelle separat, z.B. während einer Pause im Bewertungsprozess, auszufüllen. Folgen Sie den grün markierten Hinweisen.

TRAFIS | UBA FKZ 3719 15 1030

Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung Muster | 1.Bewertung

Schritt 5: Einzelbewertungen zusammengeführt ...

Tragen Sie hier die Bewertungen der Mitglieder der Bewertungsgruppe ein. Nutzen Sie die Zahlen können händisch eingetragen oder aus den Arbeitsdateien der Bewertenden kopiert werden. | Menü Start >> Einfügen >> (nur) Werte einfügen

Kriteriengruppe	Bewertungskriterium	Bewertung Beispiel	Bewertung								
			Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6	Person 7	Person 8	
VS Leistungsfähigkeit	1a Leistungsfähigkeit (System A)			1	0						
VS Leistungsfähigkeit	1b Leistungsfähigkeit (System B)	-1	-1	2	1						
VS Resilienz-Strukturen	2a Störungsanfälligkeit (System A)	0	0	0	2						
VS Resilienz-Strukturen	2b Störungsanfälligkeit (System B)	1	1	0	0						
VS Resilienz-Strukturen	3a Abhängigkeit (System A)	2	2	-1	0						
VS Resilienz-Strukturen	3b Abhängigkeit (System B)	0	0	1	-1						
VS Resilienz-Strukturen	4 Technologische Anpassungsfähigkeit	0	0	-1	1						
VS Resilienz-Ressourcen	5a Redundanz im technischen System (System A)	-1	-1	2	-1						
VS Resilienz-Ressourcen	5b Redundanz im technischen System (System B)	1	1	1	2						
VS Resilienz-Ressourcen	6 Redundanz im personellen Bereich	-1	-1	2	1						
VS Resilienz-Ressourcen	7 Puffervermögen	2	2	0	2						
VS Resilienz-Fähigkeiten	8 Dezentraler/entkoppelter Betrieb	2	2	0	0						
VS Resilienz-Fähigkeiten	9 Verfügbarkeit von Fachkräften	2	2	-1	0						
VS Resilienz-Fähigkeiten	10 Kosten der Funktionswiederherstellung	1	1	1	-1						
WuNo Wirtschaftlichkeit	11 Ökonomische Tragfähigkeit für Betreiber	2	2	-1	1						

Quelle: eigene Darstellung Jörg Walther & Alfred Olfert (Screenshot TRAFIS.NB-Tool)

3.3.7 Datenverarbeitung und Visualisierung der Bewertungsergebnisse

Die Verarbeitung der eingegebenen Bewertungen erfolgt im TRAFIS.NB-Tool automatisiert. Die Bewertungsergebnisse werden als Tabellen und Grafiken in separaten Tabellenblättern visualisiert:

- ▶ 6a_Ergebnis-KritGruppen
Bewertungsergebnisse gruppiert nach Kriteriengruppen in den drei Dimensionen
 - Versorgungssicherheit (Leistungsfähigkeit, Resilienz-Strukturen, Resilienz-Fähigkeiten,)
 - Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung (Wirtschaftlichkeit, Nutzerorientierung)
 - Ressourcenschonung (Energie, Fläche und Boden, Rohstoffe, Wasser und Gewässer, Emissionen und Abfall, Lebensräume und Arten)
- ▶ 6b_Ergebnis-AlleZahlen
Bewertungsergebnisse für alle Kriterien einzeln als Tabelle

- ▶ 6c_Ergebnis-AlleGrafik
Bewertungsergebnisse für alle Kriterien einzeln als Grafik
- ▶ 6d_Ergebnis-TOP5
Auszug aus den Bewertungsergebnissen für
 - die fünf am positivsten bewerteten Kriterien
 - die fünf am negativsten bewerteten Kriterien
 - die fünf Kriterien mit dem stärksten Konsens der Einzelbewertungen
 - die fünf Kriterien mit dem stärksten Dissens der Einzelbewertungen
- ▶ 6e_Ergebnis-SonderKritZahlen
Bewertungsergebnisse für die zur Sonderauswertung ausgewählten Kriterien als Tabelle
- ▶ 6f_Ergebnis-SonderKritGrafik
Bewertungsergebnisse für die zur Sonderauswertung ausgewählten Kriterien als Grafik

Die **Ergebnisdarstellung als Tabelle** fasst das Bewertungsergebnis je Kriterium (bzw. bei 6a Kriteriengruppe) in Form des Durchschnittswerts aller Einzelbewertungen zusammen und zeigt die Verteilung der Einzelbewertungen über die fünf Bewertungskategorien.

Die **Ergebnisdarstellung als Grafik** erfolgt als Liniendiagramm auf Basis der Durchschnittswerte der Einzelbewertungen für jedes einzelne Kriterium. Zusätzlich werden die Quartile der Bewertung abgebildet. Diese verdeutlichen die Streuung der Bewertung und sind damit ein Hinweis auf die „Einigkeit“ der Bewertenden – je weiter die Quartil-Striche vom Mittelwert entfernt sind, umso weiter liegen die Einzelbewertungen vom Mittelwert entfernt. Dies ist ein Hinweis für stark unterschiedliche Einschätzungen und ggf. Anlass für Abstimmungen dazu.

Abbildung 11: TRAFIS-NB → Tabellenblatt „6b_Ergebnis-AlleZahlen“

→ Hinweis für die Prozessmoderation: Nutzen Sie diese Tabelle, um einen Gesamtüberblick über die Bewertungen zu erlangen. Einen Ergebnisbericht finden Sie in Tabelle 7_Druckvor

TRAFIS | UBA FKZ 3719 15 1030

Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung Muster

Mustervorhaben
Ergebnis 1. Bewertung vom 20.01.2022

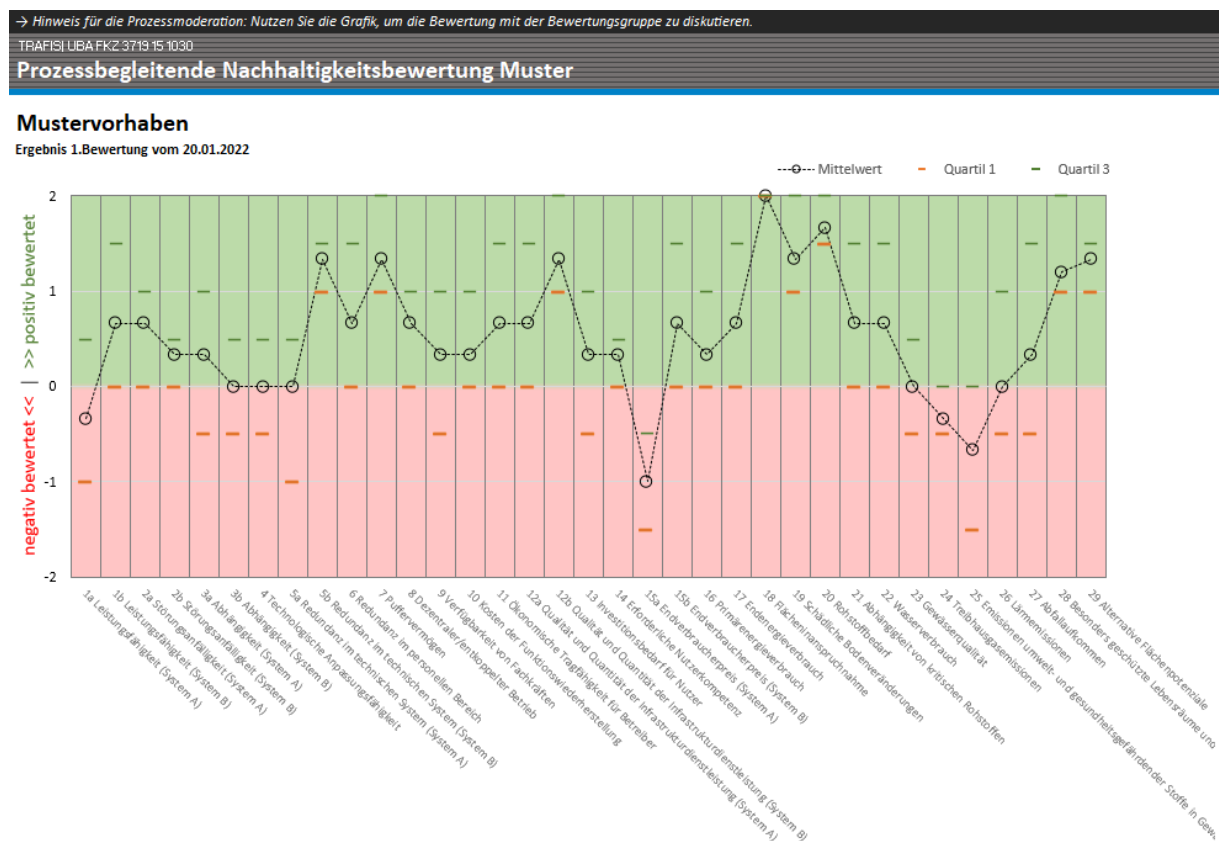
Bewertungskriterium	Anzahl der Wertungen	Mittelwert	Häufigkeiten der Bewertung					Zuordnung Kriteriengruppe	Nachhaltigkeits- dimension
			-2	-1	0	1	2		
1a Leistungsfähigkeit (System A)	3	-0,3	33%	0%	33%	33%	0%	Leistungsfähigkeit	VS
1b Leistungsfähigkeit (System B)	3	0,7	0%	33%	0%	33%	33%	Leistungsfähigkeit	VS
2a Störungsanfälligkeit (System A)	3	0,7	0%	0%	67%	0%	33%	Resilienz-Strukturen	VS
2b Störungsanfälligkeit (System B)	3	0,3	0%	0%	67%	33%	0%	Resilienz-Strukturen	VS
3a Abhängigkeit (System A)	3	0,3	0%	33%	33%	0%	33%	Resilienz-Strukturen	VS
3b Abhängigkeit (System B)	3	0,0	0%	33%	33%	33%	0%	Resilienz-Strukturen	VS
4 Technologische Anpassungsfähigkeit	3	0,0	0%	33%	33%	33%	0%	Resilienz-Strukturen	VS
5a Redundanz im technischen System (System A)	3	0,0	0%	67%	0%	0%	33%	Resilienz-Ressourcen	VS
5b Redundanz im technischen System (System B)	3	1,3	0%	0%	0%	67%	33%	Resilienz-Ressourcen	VS
6 Redundanz im personellen Bereich	3	0,7	0%	33%	0%	33%	33%	Resilienz-Ressourcen	VS

Quelle: eigene Darstellung Jörg Walther & Alfred Olfert (Screenshot TRAFIS.NB-Tool)

Was ist zu tun? – Visualisierung der Bewertungsergebnisse

- ▶ Die Tabellen und Grafiken liegen im TRAFIS.NB-Tool fertig vor und können einzeln projiziert, auf Bildschirmen geteilt, in Dokumente eingefügt oder gedruckt werden.
- ▶ Nutzen Sie die Visualisierung der Ergebnisse für Diskussionen und Abstimmungen in der Bewertungsgruppe (→ Kapitel 3.4, hier findet sich auch eine Lesehilfe für die Abbildungen).
- ▶ VARIANTENVERGLEICH: Wenn mehrere Varianten einer Lösung separat bewertet wurden, dienen die Ergebnisse für einen Vergleich der Varianten.
- ▶ WIEDERHOLUNG: Das Bewertungsergebnis kann genutzt werden, um Änderungen an der Lösungsvariante vorzunehmen und die Bewertung zu wiederholen (→ Kapitel 3.5).
- ▶ Die Tabellen und Grafiken sind auch Teil des automatisch erzeugten Ergebnisberichts (→ Kapitel 3.3.8).

Abbildung 12: TRAFIS.NB → Tabellenblatt „6c_Ergebnis-AlleGrafik“



Quelle: eigene Darstellung Jörg Walther & Alfred Olfert (Screenshot TRAFIS.NB-Tool)

3.3.8 Ergebnisbericht

Das TRAFIS.NB-Tool bietet einen für den Druck optimierten Ergebnisbericht an (→ Tabellenblatt „7_DruckvorlageBericht“). Dieser umfasst alle Tabellen und Grafiken, die Projektbeschreibung aus den „Allgemeinen Eingaben“ sowie einen kurzen Text, welcher das Vorgehen der Bewertung beschreibt. Ergänzend kann die Projektmoderation einen zusätzlichen Textbaustein zur Einordnung der Bewertungsergebnisse einfügen. Der Ergebnisbericht kann durch die Druckfunktion in Excel auch als PDF-Dokument ausgedruckt werden.

Was ist zu tun? – Ergebnisbericht

- ▶ Prüfen Sie die Ergebnisansicht im Tabellenblatt. Sind die übernommenen Angaben zur bewerteten Lösungsvariante korrekt? Stimmt die hinterlegte Methodenbeschreibung mit Ihrem Vorgehen überein? Allgemeine Eingaben und Methodenbeschreibung können auch jetzt noch angepasst werden.
- ▶ (optional) Fügen Sie ggf. die zusätzlichen Informationen zur Bewertungsgruppe und eine textliche Ergebnisauswertung ein.
- ▶ Drucken Sie den Ergebnisbericht und stellen Sie diesen für den weiteren Entwicklungsprozess oder als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung (→ Kapitel 3.4).

3.3.9 Vergleich mehrerer Lösungsvarianten (optional)

Sollen verschiedene Lösungsvarianten miteinander verglichen werden, wird das Bewertungswerkzeug entsprechend mehrfach in separaten Bewertungsdateien vorbereitet und für die jeweilige Variante separat verwendet.

Was ist zu tun? – Variantenvergleich

- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Lösungsvarianten mit ihren Unterschieden für alle Mitglieder der Bewertungsgruppe verständlich sind (→ Kapitel 3.2.3).
- ▶ Für die Durchführung eines Variantenvergleichs gelten analog die Schritte 1 bis 6 (→ Kapitel 3.3.1 bis Kapitel 3.3.8).
- ▶ Der Kriteriensatz wird nur einmal angepasst (Schritte 1 bis 3) und gilt für alle Varianten gleichermaßen.
- ▶ Legen Sie nach Schritt 3 für jede Lösungsvariante eine eigene Bewertungsdatei an und passen Sie darin die „Allgemeinen Eingaben“ für jede Variante an. Dies ist wichtig, um die automatisch ausgegebenen Bewertungsergebnisse eindeutig zuordnen zu können.
- ▶ Entnehmen Sie den Bewertungsdateien für jede zu bewertende Lösungsvariante jeweils eine eigene Bewertungstabelle und stellen Sie diese der Bewertungsgruppe bereit (Schritt 4).
- ▶ Die Bewertungsergebnisse dienen nach erfolgter Bewertung und Dateneingabe dem Vergleich der Varianten und der Weiterentwicklung der Lösung.

3.4 Verwendung der Ergebnisse im weiteren Entwicklungsprozess und bei der Entscheidungsfindung

Die Bewertungsergebnisse unterstützen die Weiterentwicklung der Infrastrukturlösung hin zu mehr Nachhaltigkeit und die damit im Zusammenhang stehenden Entscheidungen. Die Diskussion der Ergebnisse in der Bewertungsgruppe ist daher der wichtigste Teil von TRAFIS.NB. Diese schafft ein gemeinschaftliches Verständnis der Auswirkungen der vorliegenden Lösungsoption(en). Sie ist erforderlich, um die Beweggründe hinter den Bewertungen aus unterschiedlichen Perspektiven besser zu verstehen und um diese im Sinne der Weiterentwicklung einer nachhaltigen Lösung mit Substanz zu versehen. Es ist empfehlenswert, diese Diskussion in Form eines Workshops zu organisieren.

Nutzen Sie die Bewertung und die Verständigung zwischen den Expert*innen, um ggf. nicht akzeptable Nachteile oder unnötige Kompromisse durch die gezielte Weiterentwicklung der Lösungsoption(en) zu vermeiden. Falls TRAFIS.NB dazu genutzt wird, mehrere

Lösungsvarianten zu bewerten, können die Ergebnisse dabei helfen, die Breite der Optionen für die nächsten Entwicklungsschritte zu begründen und nachhaltigkeitsorientiert zu verengen.

Nutzen Sie die Verständigung zwischen allen Beteiligten, um bereits zu einem frühen Zeitpunkt Vertrauen und eine Legitimierung von Richtungsentscheidungen zu schaffen, die dazu geeignet sind, Konflikte im weiteren Entwicklungsprozess zu minimieren und den Prozess zu beschleunigen.

Nutzen Sie die Ergebnisse von Bewertung und Abstimmung, um die Lösungsoption(en) gegenüber Entscheidungsträgern (z.B. Lokalpolitik) substantiiert zu begründen. Dies bietet eine Chance, Argumentationsgrundlagen jenseits der auf Wirtschaftlichkeit und CO₂-Reduktion beschränkten Begründungen zu schaffen. Das kann helfen, Vorhaben zu ermöglichen, die neben diesen auch weiteren gesellschaftlichen (Nachhaltigkeits-)Zielen dienen.

Lesehilfe für Tabellen

Die tabellarische Ergebnisübersicht bereitet die Bewertungsergebnisse für die zuvor ausgewählten Kriterien auf. Sie enthält die Informationen:

- ▶ Anzahl der eingeflossenen Einzelwertungen (diese kann variieren, da nicht alle Expert*innen jedes Kriterium bewerten müssen)
- ▶ Durchschnittswert aller Einzelbewertungen
- ▶ Verteilung der Einzelbewertungen auf die fünf Stufen der Bewertungsskala
- ▶ Grafische Zusammenfassung dieser Verteilung als Säulendiagramm pro Kriterium, wobei die am häufigsten gewählte Stufe hervorgehoben ist

Lesehilfe für Grafiken – Mittelwerte und Quartile

Die grafische Ergebnisübersicht bereitet die Bewertungsergebnisse für die zuvor ausgewählten Kriterien als Liniendiagramme auf. Sie enthält zum einen den Mittelwert der Bewertung für jedes einzelne Kriterium:

- ▶ Die Durchschnittswerte der Bewertungen ergeben sich aus den Einzelbewertungen auf der Skala +2 (für positive Bewertungen) bis -2 (für negative Bewertungen). Die Kategorie „0“ zwischen dem positiven und negativen Bereich steht für „keine Veränderung“ im Vergleich zu einer definierten anderen Lösungsvariante (z.B. bisherige Praxis, → Schritt 4).
- ▶ Der positive und negative Bereich ist in der Ausgabegrafik farbig hinterlegt: „hellgrün“ für eher positive Bewertungen, „hellrot“ für eher negative Bewertungen.
- ▶ Je weiter oben bzw. unten ein Durchschnittswert liegt, umso positiver (oben, grün) oder negativer (unten, rot) ist ein Kriterium im Durchschnitt bewertet. Zur einfacheren Lesbarkeit sind die Durchschnittswerte mit einer Linie verbunden.
- ▶ Die Angabe eines Durchschnittswertes ist eine starke Vereinfachung des Bewertungsergebnisses. Die Bewertung innovativer Lösungen ist von Unsicherheiten geprägt. Einzelbewertungen können vom Durchschnittswert deutlich abweichen. Die Spannbreite der Einzelbewertungen sollten daher immer im Blick behalten werden. Dabei helfen die tabellarischen Ergebnisübersichten.

In einem Entwicklungsprozess ist es sinnvoll, den Gründen für die Streuung der Einzelbewertungen nachzugehen, beispielsweise durch gezieltes Nachfragen oder in einer gemeinsamen Diskussion der Bewertungsgruppe. Ein Abweichen vom Mittelwert kann unterschiedliche Gründe haben, z.B.

a) Unsicherheit über die mögliche Auswirkung aufgrund nicht ausreichenden Fach- oder Erfahrungswissens. Im Idealfall können die Mitglieder der Bewertungsgruppe selbst einschätzen, welche Kriterien sie bewerten können und welche nicht. Dennoch kann es vorkommen, dass nicht ausreichendes Wissen oder ggf. auch schlicht Missverständnisse über die Lösungsvariante oder deren Funktionieren zu einer stark abweichenden Einschätzung führt. Ob solche Gründe für eine breite Streuung der Einzelbewertungen vorliegen könnten, lässt sich nur mit Fingerspitzengefühl in der Diskussion herausfinden.

b) Unterschiedliche Perspektiven auf die Auswirkungen (fachlicher Bias). In diesem Fall würden z.B. Fachleute unterschiedlicher Richtungen die Auswirkungen unterschiedlich bewerten. Dies kann Anlass sein, Perspektiven und Einschätzung intensiv zu klären und so eine Basis für eine Einigung und ggf. Anpassung des Lösungskonzeptes zu schaffen.

Sie enthält zum anderen Quartil-Striche für eine bessere Einordnung der Mittelwerte:

- ▶ Quartil-Striche verdeutlichen die Streuung der Bewertungen
- ▶ Je näher die Quartil-Striche am Mittelwert liegen, desto näher beieinander sind die abgegebenen Bewertungen. Je weiter die Striche auseinanderliegen, desto weiter gestreut sind die abgegebenen Einschätzungen.
- ▶ Nahe beim Mittelwert liegende Quartile sind ein Hinweis für eine Einheitlichkeit der Bewertungen.
- ▶ Weiter vom Mittelwert entfernt liegende Quartile sind ein Hinweis für eine Uneinheitlichkeit der Bewertungen und signalisieren einen höheren Abstimmungsbedarf zwischen den Bewertenden.

3.5 Wiederholung im Planungsprozess (optional)

Wie sich eine Lösung auswirkt, hängt maßgeblich von ihrer konkreten Ausgestaltung, ihrem Betrieb, der Unterhaltung etc. ab. Die Ergebnisse der Bewertung sollten Anlass geben, die angestrebte Lösung in Hinblick auf die unterschiedlichen Aspekte zu optimieren oder alternative Lösungsansätze oder Varianten zu entwickeln. Bei substanziellen Veränderungen an einer Lösung, auch später im Prozess, kann eine wiederholte Bewertung sinnvoll sein. Die flexible und „leichte“ Anwendung der Bewertungsmethode und das Bewertungswerkzeug machen dies möglich.

Bei einer Wiederholung gelten analog die Schritte 1 bis 5.

4 Quellenverzeichnis

Olfert, A., Brunnow, B., Schiller, G., Walther, J., Hirschnitz-Garbers, M., Langsdorf, S., Hinzmann, M., Hölscher, K., & Wittmayer, J. (2020). *Nachhaltigkeitspotenziale innovativer, gekoppelter Infrastrukturen—Teilbericht des Vorhabens: “Transformation hin zu nachhaltigen, gekoppelten Infrastrukturen”* (No. 99/2020; UBA Texte). Umweltbundesamt.

Olfert, A., Schiller, G., Brunnow, B., Walther, J., Hirschnitz-Garbers, M., Hölscher, K., & Wittmayer, J. M. (2020). Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung als Werkzeug für ein Nachhaltigkeitsorientiertes Infrastrukturmanagement. *InfrastrukturRecht*, 17, 17–20.

Olfert, A., Walther, J., Hirschnitz-Garbers, M., Hölscher, K., & Schiller, G. (2021). Sustainability and resilience – a practical approach to assessing sustainability of infrastructures in the context of climate change. In G. Hutter, M. Neubert, & R. Ortlepp (Eds.), *Building resilience to natural hazards in the context of climate change – knowledge integration, implementation, and learning* (p. 75.112). Springer.

Olfert, A., & Walther, J. (2022). Nachhaltige und resiliente Infrastrukturlösungen. Das informelle Instrument TRAFIS.NB unterstützt die Lösungssuche in frühen Planungsphasen. *Transforming Cities*, 2/2022.

VDI. (2017). *VDI Richtlinie 4605 “Nachhaltigkeitsbewertung”* (VDI 4605). VDI Verein Deutscher Ingenieure.

A Anhang: Kriterienset und Operationalisierung

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
Dimension „Versorgungssicherheit“ (VS)			
VS Leistungsfähigkeit	Leistungsfähigkeit (System A)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die grundsätzliche Eignung des Systems, die definierte Dienstleistung in angestrebter Qualität und Quantität zu erbringen	Wie wirkt sich die Infrastrukturlösung auf die Fähigkeit des Systems A aus, die vorgesehene Infrastruktur-Dienstleistung sicher zu erbringen? (leistungsfähiger = positiv)
VS Leistungsfähigkeit	Leistungsfähigkeit (System B)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die grundsätzliche Eignung des Systems, die definierte Dienstleistung in angestrebter Qualität und Quantität zu erbringen	Wie wirkt sich die Infrastrukturlösung auf die Fähigkeit des Systems A aus, die vorgesehene Infrastruktur-Dienstleistung sicher zu erbringen? (leistungsfähiger = positiv)
VS Resilienz-Strukturen	Störungsanfälligkeit (System A)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit des Systems gegenüber äußeren Einwirkungen/Einflüssen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit im System A? (weniger Störungen erwartet = positiv)
VS Resilienz-Strukturen	Störungsanfälligkeit (System B)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit des Systems gegenüber äußeren Einwirkungen/Einflüssen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Störungsanfälligkeit im System B? (weniger Störungen erwartet = positiv)
VS Resilienz-Strukturen	Abhängigkeit (System A)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Abhängigkeit der Betriebsfähigkeit des Systems A von der Betriebsfähigkeit des Systems B	Führt ein (Funktions-)Ausfall in System B zu einer Funktionseinschränkung in System A? (neutral bis negativ bewerten zusätzliche Abhängigkeiten = negativ)
VS Resilienz-Strukturen	Abhängigkeit (System B)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Abhängigkeit der Betriebsfähigkeit des Systems B von der Betriebsfähigkeit des Systems A	Führt ein (Funktions-)Ausfall in System A zu einer Funktionseinschränkung in System B? (neutral bis negativ bewerten zusätzliche Abhängigkeiten = negativ)
VS Resilienz-Strukturen	Technologische Anpassungsfähigkeit	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf das Potenzial, das System mittelfristig technisch	Hat die Infrastrukturlösung einen Einfluss auf die Potenzial, die beteiligten technischen

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
		zu modifizieren und an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen	Systeme (A und B) auf veränderte Rahmenbedingungen des Betriebes mittelfristig anzupassen? (bessere Anpassbarkeit = positiv)
VS Resilienz-Ressourcen	Redundanz im technischen System (System A)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Redundanz bzw. Ersetzbarkeit erforderlicher Ressourcen und Anlagen/Technologien für die Erbringung der Dienstleistungen	Verändert die Infrastrukturlösung die Redundanz bzw. Ersetzbarkeit von Energiequellen, Rohstoffquellen oder Technologien im Systems A? (mehr Redundanz = positiv)
VS Resilienz-Ressourcen	Redundanz im technischen System (System B)	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Redundanz bzw. Ersetzbarkeit erforderlicher Ressourcen und Anlagen/Technologien für die Erbringung der Dienstleistungen	Verändert die Infrastrukturlösung die Redundanz bzw. Ersetzbarkeit von Energiequellen, Rohstoffquellen oder Technologien im Systems B? (mehr Redundanz = positiv)
VS Resilienz-Ressourcen	Redundanz im personellen Bereich	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf die Ersetzbarkeit personeller Ressourcen insbesondere im operativen Bereich der Erbringung der Dienstleistung	Fördert die Infrastrukturlösung systemübergreifende Zusammenarbeit und wechselseitiges „Einspringen“ von Fachpersonal, um bei Personalausfällen den Betrieb bzw. die Wiederinbetriebnahme BEIDER Systeme nach Störungen sicherstellen zu können? (mehr Redundanz = positiv)
VS Resilienz-Ressourcen	Puffervermögen	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf das Potenzial des Systems, Schwankungen in der Verfügbarkeit von Energie und Rohstoffen (auch Abnahmeschwankungen) zu überbrücken	Hat die Infrastrukturlösung einen Einfluss auf die Pufferkapazität zum Ausgleich der (z.B. wetterbedingten) Angebotsschwankungen der Betriebsstoffe und Betriebsmittel (z.B. für Stoffe, Energie) oder der Nachfrageschwankungen? (mehr Puffer = positiv)
VS Resilienz-Fähigkeiten	Dezentraler/entkoppelter Betrieb	Auswirkung auf die Möglichkeit, das System (zeitweise) entkoppelt von übergeordneten Netzen (z.B. Strom, IKT) , d.h. auf lokaler bzw.	Verändert die Infrastrukturlösung die Möglichkeiten der Betreiber, Störungen selbstständig, d.h. unabhängig von

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
VS Resilienz-Fähigkeiten	Verfügbarkeit von Fachkräften	regionaler Ebene als eigenständiges Modul zu betreiben Auswirkung der Infrastrukturlösung auf den Bedarf und die Verfügbarkeit von Fachkräften	übergeordneten Strom- und IKT- Netzen, auf lokaler bzw. regionaler Ebene zu beheben? (mehr Eigenständigkeit = positiv) Verändert der Bau, der Betrieb oder die Instandhaltung der Infrastrukturlösung den Qualifikationsbedarf des Fachpersonals? (weniger Qualifikationsbedarf = positiv)
VS Resilienz-Fähigkeiten	Kosten der Funktionswiederherstellung	Auswirkung der Infrastrukturlösung auf den zu erwartenden Aufwand (Personal- und Mitteleinsatz, Dauer) der Funktionswiederherstellung im Fall von Störereignissen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Aufwand (Personal- und Mitteleinsatz, Dauer) bei möglicherweise erforderlichen Reparaturen bzw. Wiederinbetriebnahmeprozessen nach Störungen? (geringere Dauer = positiv)
Dimension „Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung“ (WuNo)			
WuNo Wirtschaftlichkeit	Ökonomische Tragfähigkeit für Betreiber	keine nähere Erläuterung	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Stabilität des Geschäftsmodells für den dauerhaften Betrieb der beteiligten Infrastrukturen (z. B. durch Stadtwerke)? (stabilisierend = positiv)
WuNo Nutzerorientierung	Qualität und Quantität der Infrastrukturdienstleistung (System A)	Beschaffenheit und Menge der bereitgestellten Infrastrukturdienstleistung	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die den Nutzern potenziell zur Verfügung stehende Menge und Beschaffenheit der Infrastrukturdienstleistung im System A? (höhere Menge bzw. Qualität = positiv)
WuNo Nutzerorientierung	Qualität und Quantität der Infrastrukturdienstleistung (System B)	Beschaffenheit und Menge der bereitgestellten Infrastrukturdienstleistung	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die den Nutzern potenziell zur Verfügung stehende Menge und Beschaffenheit der Infrastrukturdienstleistung im System B? (höhere Menge bzw. Qualität = positiv)

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
WuNo Nutzerorientierung	Investitionsbedarf für Nutzer	Investitionserfordernisse für die Nutzung der Infrastrukturdienstleistung (ökonomische Barrierefreiheit)	Müssen Nutzer/Kunden investieren, um die Infrastrukturdienstleistung in beabsichtigter Weise (Leistung, Effizienz) nutzen zu können? (Verringerung = positiv)
WuNo Nutzerorientierung	Erforderliche Nutzerkompetenz	Bedarf an technischen Kompetenzen auf Seiten der Nutzer für die Nutzung der Infrastrukturdienstleistung	Müssen Nutzer/Kunden technische Kompetenzen aufbauen (z.B. für die Bedienung), um die Infrastrukturdienstleistung in beabsichtigter Weise nutzen zu können? (weniger Bedarf = positiv)
WuNo Nutzerorientierung	Endverbraucherpreis (System A)	Preis der Infrastrukturdienstleistung (durch Nutzer zu zahlen)	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Endverbraucherpreis der Infrastrukturdienstleistung von System A? (niedrigerer Preis = positiv)
WuNo Nutzerorientierung	Endverbraucherpreis (System B)	Preis der Infrastrukturdienstleistung (durch Nutzer zu zahlen)	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Endverbraucherpreis der Infrastrukturdienstleistung von System B? (niedrigerer Preis = positiv)
Dimension Ressourcenschonung (Rsch)			
Rsch Energie	Primärenergieverbrauch	Primärenergieverbrauch ohne regenerative Energie (absolut oder bezogen auf eine Produkteinheit oder ein Funktionsäquivalent)	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Primärenergieverbrauch des Gesamtsystems? (niedrigerer Verbrauch = positiv)
Rsch Energie	Endenergieverbrauch	Gesamter Endenergieverbrauch für den Betrieb der Infrastrukturlösung(en)	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Endenergieverbrauch des Gesamtsystems? (niedrigerer Verbrauch = positiv)
Rsch Fläche und Boden	Flächeninanspruchnahme	Inanspruchnahme beinhaltet funktionelle Aspekte wie Verlust der Fläche für andere	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Flächeninanspruchnahme für Bau und

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
Rsch Fläche und Boden	Schädliche Bodenveränderungen	Nutzungen (Nutzungskonkurrenz) und kann auch ästhetische Funktionen im Sinne eines Eingriffs in das Landschaftsbild beinhalten. Ausmaß der schädlichen Bodenveränderungen (z. B. Abgrabungen, Versiegelung, Verschmutzung)	Betrieb der Systeme für die Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung? (weniger Flächeninanspruchnahme = positiv) Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf das Ausmaß schädlicher Bodenveränderungen (z. B. durch Abgrabungen, Versiegelung ...), die für die Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung erforderlich werden? (weniger schädliche Bodenveränderungen = positiv)
Rsch Rohstoffe	Rohstoffbedarf	Gemeint sind Rohstoffe, aus denen Anlagen im Wesentlichen hergestellt sind, sowie Rohstoffe, die für den Betrieb benötigt werden. Dazu gehören Brennstoffe, aber auch Hilfsstoffe.	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Rohstoffbedarf für den Bau der Anlagen und die Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung? (weniger Rohstoffbedarf = positiv)
Rsch Rohstoffe	Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen	Kritische Rohstoffe sind solche, die nicht oder nicht ausreichend aus regionalen bis überregionalen Quellen abgesichert sind. Kritikalität entsteht durch Seltenheit (z.B. seltene Erden), Verfügbarkeit oder eine Unsicherheit der Quelle (z.B. politische Unsicherheiten), z.B. Gas, im Kontext des Klimawandels regional auch Wasser.	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Abhängigkeit der Infrastrukturdienstleistung von kritischen Rohstoffen? (weniger Bedarf/Abhängigkeit = positiv)
Rsch Wasser und Gewässer	Wasserverbrauch	Wasserverbrauch im Betrieb der Infrastrukturlösung.	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf den Wasserverbrauch zur Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung? (weniger Wasserverbrauch = positiv)
Rsch Wasser und Gewässer	Gewässerqualität	Einfluss der Infrastrukturlösung auf die Qualität ggf. betroffener Gewässer, z.B.	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Qualität von Oberflächenwasser

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
		durch Nutzung des Wassers oder der Gewässeroberfläche (z.B. für schwimmende Einrichtungen)	und/oder Grundwasser vor Ort? (höhere Qualität = positiv)
Rsch Emissionen und Abfall	Treibhausgasemissionen	Einfluss der Infrastrukturlösung auf die Treibhausgasemissionen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Emission von Treibhausgasen? (weniger Emission = positiv)
Rsch Emissionen und Abfall	Emissionen umwelt- und gesundheitsgefährdender Stoffe in Gewässer, Luft, Boden	Einfluss der Infrastrukturlösung auf die Emissionen umwelt- und gesundheitsgefährdender Stoffe in Gewässern, Luft, Boden	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Emission umwelt- und gesundheitsgefährdender Stoffe (z. B. Feinstäube, nährstoffreichere Abwässer) durch Bau der Anlagen und die Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung? (weniger Emission = positiv)
Rsch Emissionen und Abfall	Lärmemissionen	Einfluss der Infrastrukturlösung auf die Emission von Lärm.	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Emission von Lärm bei der Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung? (weniger Emission = positiv)
Rsch Emissionen und Abfall	Abfallaufkommen	Einfluss der Infrastrukturlösung auf das Abfallaufkommen	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf das Abfallaufkommen bei der Erzeugung und Bereitstellung der Infrastrukturdienstleistung? (weniger Abfall = positiv)
Rsch Lebensräume und Arten	Besonders geschützte Lebensräume und Arten	keine nähere Erläuterung	Welchen Einfluss hat die Infrastrukturlösung auf die Größe und Qualität seltener Lebensräume bzw. auf die Verbreitung bzw. die Vitalität von Populationen seltener Tier-/Pflanzenarten vor Ort? (Verbesserung der Lebensraumqualität = positiv)

Nachhaltigkeitsdimension & Kriteriengruppe	Bewertungskriterium (kann angepasst werden)	... näher erläutert (kann bei Bedarf angepasst werden)	Fragestellung für die Wirkungsbewertung (kann bei Bedarf angepasst werden)
Rsch Nicht stoffgebundene Potenziale	Alternative Flächenpotenziale	Dies ist ein fallspezifisch zu definierendes Kriterium. Hier geht es um alternative Nutzungsoptionen beanspruchter Ressourcen (im Sinne von Opportunitätskosten, z.B.: Verändert die Umsetzung einer Lösungsoption eine ebenso angestrebte touristische Nutzbarkeit des Gebietes?	Fallspezifisch zu definierendes Kriterium