

# Nachhaltige und resiliente Infrastrukturlösungen

## Das informelle Instrument TRAFIS.NB unterstützt die Lösungssuche in frühen Planungsphasen

Infrastrukturen, Nachhaltigkeit, Resilienz, Ressourcenschonung, Bewertung

Alfred Olfert, Jörg Walther

*Das speziell für frühe Planungsphasen entwickelte Werkzeug zur Nachhaltigkeitsbewertung TRAFIS.NB unterstützt Such- und Planungsprozesse für nachhaltige und resiliente Infrastrukturlösungen. Das prozessorientierte Instrument hilft, die Nachhaltigkeitswirkung innovativer Infrastrukturlösungen expertengestützt zu bewerten und die Ergebnisse für die begleitenden Diskussions- und Entscheidungsprozesse bereitzustellen. TRAFIS.NB basiert auf einem operativen Nachhaltigkeitsverständnis, welches Ressourcenschonung, Versorgungssicherheit sowie Wirtschaftlichkeit und soziale Gerechtigkeit integriert.*

Infrastrukturen entwickeln sich von traditionellen sektoralen, meist zentralen Systemen zu neuartigen, intelligenten, gekoppelten, oft dezentralen Lösungen [1]. Die Veränderungen und Innovationen werden durch gesellschaftliche Erwartungen und Prioritäten angetrieben: Klimaschutz und Gefahrenvorsorge gehören ebenso dazu wie Digitalisierung, Vernetzung, Energiewende oder schlichtweg neue technische Möglichkeiten durch Informations- und Kommunikationstechnologien. Zudem wird der Ruf nach nachhaltigen Lösungen immer lauter [2]. Beispielsweise soll eine Kläranlage heute nicht nur das Abwasser klären. Sie soll wirtschaftlich und sozial gerecht zum Klimaschutz und zur Energiesicherheit beitragen und die eigene Betriebssicherheit erhöhen indem klimaschädliches Methan als alternative Energiequelle aufgefangen, gespeichert, stromnetzdienlich eingespeist oder zu Wasserstoff veredelt wird. Zusätzlich soll die (Ab-)Wärme des geklärten Wassers durch Wärmepumpen zurückgewonnen und in Wärmenetze eingespeist werden.

Greifbare Veränderungen passieren meist auf lokaler Ebene. Soll eine innovative Infrastrukturlösung umgesetzt werden, kommen Akteure auch auf kommunaler Ebene daher nicht umhin, Neuland zu betreten. Indem Infrastrukturbetreiber die Herausforderungen neuer gesellschaftlicher Ziele und Erwartungen annehmen, werden konventionelle Systemgrenzen überschritten. Neben der technischen Lösung müssen neue Vereinbarungen und Kompetenzteilungen zwischen bisher getrennten

Systemen, neue Finanzierungsmodelle, veränderte Betriebs- und Wartungsroutinen entwickelt werden. Oft müssen sich auch die Kunden anpassen und neue Nutzungsformen lernen.

Diese Vielschichtigkeit der Wirkungen führt dazu, dass die Nachhaltigkeitseffekte in ihrer ganzen Breite 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 Instrument zur Nachhaltigkeitsbewertung zukunftsfähiger Infrastrukturen (TRAFIS.NB) setzt an dieser Stelle an und unterstützt die Entwicklung nachhaltiger und resilienter Infrastrukturlösungen gerade in den frühen Entwicklungsphasen, indem es vorhandenes Wissen aktiviert und einen strukturierten und „ressourcenleichten“ Rahmen für einen Austausch und richtungsgebende Entscheidungen anbietet. Es wurde

im Rahmen des UBA-Forschungsprojektes TRAFIS entwickelt (Transformation hin zu nachhaltigen, resilienten Infrastrukturen, FKZ 3719 15 103 0).

### Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung in frühen Planungsphasen

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 Infrastruktur-Lösungen 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 Infrastruktur-Lösungen im konkreten Anwendungsfall hinsichtlich Versorgungssicherheit, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung aus unterschiedlichen Perspektiven der Akteure zeitgleich bewertet werden. Das Instrument kann für die zielgerichtete Weiterentwicklung oder Auswahl verschiedener Lösungsoptionen genutzt werden, da es Konflikte und Unsicherheiten bzw. Stärken und Schwächen der Lösungen sichtbar macht und Bedarfe für tiefergehende Untersuchungen aufzeigt. Die Anwendung der Nachhaltigkeitsbewertung strukturiert den Bewertungs- und Diskussionsprozess, sorgt für Transparenz und liefert nicht zuletzt auch differenzierte Begründungen für Entscheidungen, die über die übliche Fokussierung auf Wirtschaftlichkeit und die CO<sub>2</sub>-Bilanz hinausgehen. 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 durchgeführt. Sie basiert auf einer (informierten) Schätzung von Wirkungen, die aus methodischen, zeitlichen oder wirtschaftlichen Gründen nicht durch andere Methoden genauer bestimmt werden können. Nutzer\*innen der Nachhaltigkeitsbewertung sind in erster Linie Betreiber\*innen und Planer\*innen von Infrastrukturen oder öffentliche Verwaltungen. Der Bewertungsprozess kann beispielsweise im Rahmen einer

Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Im Weiteren werden der Kriteriensatz zur Bewertung und das Vorgehen kurz umrissen. Die Voraussetzungen und Arbeitsschritte fasst **Bild 1** zusammen.

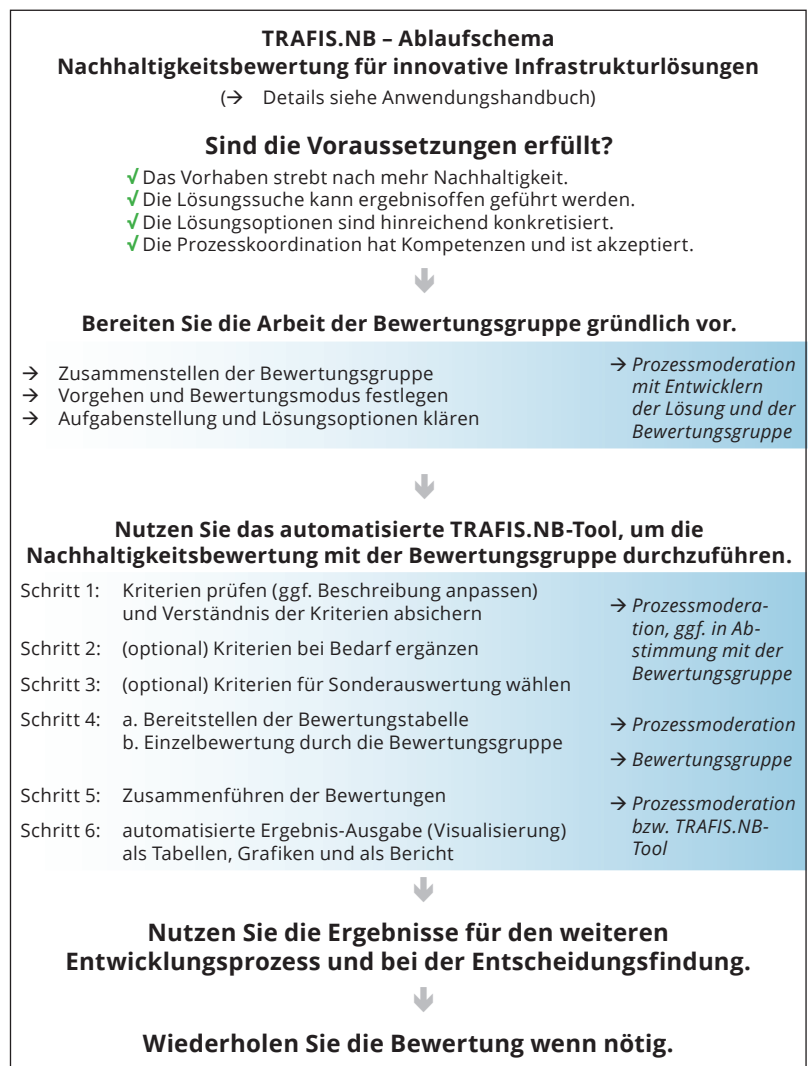
### Kriterien zur Bewertung von Nachhaltigkeit und Resilienz von Infrastruktur-Lösungen

Technische Infrastrukturen stehen als zentrales Rückgrat des modernen Lebens unserer Gesellschaft im Fokus der Diskussion über Nachhaltigkeit, Resilienz und Versorgungssicherheit [3, 4, 5].

TRAFIS.NB ist darauf angelegt, diese Themen in einer Bewertung zusammenzudenken. Als Ergebnis eines mehrstufigen Auswahlprozesses [1] definieren wir 33 Nachhaltigkeitskriterien in den drei Dimensionen: 1. Versorgungssicherheit, 2. Ressourcenschonung, 3. Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung (**Bild 2**).

Unter Versorgungssicherheit werden Kriterien gebündelt, welche auf die Fähigkeit eines Systems schließen lassen, bei externen und internen Störungen die Funktionsfähigkeit zumindest teilweise aufrechtzuerhalten bzw. schnell wiederherzustellen.

**Bild 1:** Arbeitsschritte für die Prozessmoderation der prozessbegleitenden Nachhaltigkeitsbewertung (verändert nach [6], Beta-Version). © Olfert, Walther



**Bild 2:**  
Dimensionen und Kriterien für die prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung bei der Entwicklung innovativer Infrastrukturlösungen auf kommunaler Ebene [6, 8].  
© Olfert, Walther

Versorgungssicherheit	Ressourcenschonung	Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leistungsfähigkeit</li> <li>▪ Technische und organisatorische Komplexität</li> <li>▪ Störungsanfälligkeit</li> <li>▪ Dependenz</li> <li>▪ Technische Anpassungsfähigkeit</li> <li>▪ Redundanz (technisch, personell)</li> <li>▪ Puffervermögen</li> <li>▪ Modularität</li> <li>▪ Verfügbarkeit v. Fachkräften</li> <li>▪ Kosten und Dauer für die Funktionswiederherstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Primärenergie, Endenergie</li> <li>▪ Flächen</li> <li>▪ schädliche Bodenveränderungen</li> <li>▪ Rohstoffe, kritische Rohstoffe</li> <li>▪ Wasser</li> <li>▪ Gewässerschutz</li> <li>▪ Treibhausgase</li> <li>▪ gesundheitsgefährdende Stoffe</li> <li>▪ Lärm und Abfall</li> <li>▪ besonders geschützte Lebensräume und Arten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ökonomische Tragfähigkeit (Betreiber)</li> <li>▪ Qualität und Quantität der Infrastrukturdienstleistung</li> <li>▪ Folgekosten auf Nutzerseite</li> <li>▪ Technische Barrierefreiheit</li> <li>▪ Kosten der Dienstleistung</li> </ul>

Diese Kriterien bzw. Merkmale stehen in ihrer Gesamtheit für die operative, das heißt für die auf kurzfristige Gewährleistung der Versorgungssicherheit ausgerichtete Resilienz eines Systems. Neben der Widerstandsfähigkeit von Systemkomponenten gegenüber Störungen können anhand der Kriterien Strukturen, Ressourcen und Fähigkeiten auf Seiten der technischen Anlagen, des Managements und der benötigten natürlichen Ressourcen [5] bewertet werden. Die in der Literatur intensiv diskutierte, auf langfristige Anpassung von Systemen orientierte strategische Resilienz [5] steht in TRAFIS.NB nicht im Fokus.

Ressourcenschonung erfasst Wirkungen auf den Verbrauch bzw. die Beeinträchtigung natürlicher Ressourcen. Es geht einerseits um Stoffe (Rohstoffe, Wasser ...), Energie und Flächen, die für die Erbringung der Infrastrukturdienstleistung als Input-Ressourcen benötigt werden. Andererseits geht es auch um die Beanspruchung von Umweltgütern (Luft, Gewässer, Boden als sogenannte Output-Ressourcen) durch die Emission von (Schad-)Stoffen, Abwärme oder Lärm.

Mit Kriterien der Dimension Wirtschaftlichkeit und Nutzerorientierung werden mögliche Auswirkungen für Betreiber\*innen und Nutzer\*innen von Infrastrukturen beschrieben. Aus Betreiberperspektive geht es zum Beispiel um die ökonomische Tragfähigkeit bis hin zur Nutzungsdauer einer Lösung. Aus Nutzerperspektive stellen sich Fragen nach der Verteilungsgerechtigkeit im Sinne der Qualität und der ökonomischen und technischen Barrierefreiheit der Infrastrukturdienstleistung.

Die 33 Kriterien bilden ein Basisset. Mit dem Set kann nach unserer Einschätzung die Nachhaltigkeitswirkung sehr vieler innovativer Infrastrukturlösungen bewertet werden. Reicht das Basisset nicht aus oder passt es nicht zu einer speziellen Lösung, können die Nutzer\*innen eigene Kriterien ergänzen oder nicht relevante Kriterien weglassen. Die Kriterien werden ohne Gewichtung bewertet. Sie stehen

im Ergebnis gleichrangig nebeneinander. Es obliegt den Bewertenden im Diskussionsprozess, hier eventuell eine Priorisierung vorzunehmen. Die Kriterien selbst sind durch eine konkrete Fragestellung beschrieben, die im Rahmen der Bewertung von jedem Teilnehmer auf einer fünfstufigen Skala beantwortet werden muss.

**Ablauf der Bewertung**

*Prozessmoderation als Erfolgsfaktor*

Der Bewertungsprozess wird von einer kompetenten und vor Ort akzeptierten „Prozessmoderation“ koordiniert. Diese hat einen klaren Auftrag von übergeordneter Stelle oder ist anderweitig legitimiert. Sie steht im Austausch mit den Entwicklern der Lösungsvariante(n), verfügt über operative Kompetenzen bei der Begleitung der Bewertungsschritte und genießt im Idealfall das Vertrauen aller Beteiligten. Die Prozessmoderation ist mit dem Prozess vertraut, prüft die Voraussetzungen, organisiert und moderiert den Bewertungsprozess.

*Zusammensetzung der Bewertungsgruppe*

Der zweite erfolgskritische Punkt von TRAFIS.NB ist die Auswahl der bestmöglich geeigneten Expert\*innen. Ziel ist die Zusammenstellung einer Bewertungsgruppe, die neben dem fachlichen Wissen und Erfahrungen auch unterschiedliche Perspektiven auf ein innovatives Infrastrukturprojekt einbringt. Diese sind wichtig, um einseitige Bewertungen zu vermeiden, die zum Beispiel durch ähnliche fachliche Neigung der Beteiligten entstehen würden und so die Grundlage für weitere Erwägungen verfälschen können [7]. Auf kommunaler Ebene sind geeignete Bewertende beispielsweise: das mittlere und untere Management des Infrastrukturbetriebs, Wissensträger in der kommunalen Verwaltung, lokale/regionale Partner für Infrastrukturplanung und -betrieb oder auch Erfahrungsträger aus anderen Kommunen.

### Prüfung und Auswahl der Kriterien

Das vorgestellte Kriterienset bietet eine Grundlage, die grundsätzlich direkt verwendet werden kann. Die Anpassung ist bei speziellen Infrastrukturlösungen, die bislang nicht abgebildete Nachhaltigkeitseffekte erwarten lassen, geboten. Die Überprüfung und möglicherweise Anpassung des Kriteriensets erfolgt im Vorfeld durch die Prozessmoderation. Der Schritt kann auch gemeinsam mit der Bewertungsgruppe durchgeführt werden.

### Bewertung und Ergebnisvisualisierung

Die Bewertenden werden anhand der Fragestellungen durch das Kriterienset geführt und nehmen eine Einschätzung auf der Bewertungsskala vor. Jedes Mitglied der Bewertungsgruppe bewertet separat. Der Prozessmoderation obliegt es, diese Einzelergebnisse zusammenzuführen und grafisch und tabellarisch zu visualisieren. Die Einzel-Bewertung kann im Vorfeld durchgeführt werden oder Bestandteil eines Workshops sein. Bei Vorliegen mehrerer alternativer Lösungsvarianten kann und soll die Bewertung mehrfach angewendet werden, um die Ergebnisse für mehrere Lösungsvarianten miteinander zu vergleichen.

### Diskussion

Die Diskussion der Ergebnisse in der Bewertungsgruppe ist 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.

### TRAFIS.NB – Bewertungswerkzeug

Zur leichteren Umsetzung der TRAFIS-Nachhaltigkeitsbewertung wird ein MS Excel-basiertes Bewertungs-Tool zur Verfügung gestellt, das alle Kriterien und Fragestellungen, Möglichkeiten zur Anpassung und Bewertung sowie automatisiert erstellte Bewertungsergebnisse in Form einzelner Tabellen und Grafiken sowie als zusammenfassenden Bericht enthält. Die Handhabung des TRAFIS.NB-Tools wird in einem Anwendungshandbuch [6] erläutert.

### Ausblick

In vorangegangenen Arbeiten konnten wir zeigen, dass der eigens für Infrastrukturen auf kommunaler und regionaler Ebene entwickelte Bewertungsansatz gut für innovative und gekoppelte Infrastruktur-

lösungen angewandt werden kann [1]. Mit der nun vorliegenden Beta-Version des Bewertungswerkzeugs (TRAFIS.NB-Tool) und des Anwenderhandbuchs bereiten wir konkrete Test-Anwendungen bei kommunalen Projektentwicklungen zum Beispiel in der Stadt Cottbus vor. Bei Interesse können auch weitere Anwendungen an konkreten kommunalen oder regionalen Infrastrukturvorhaben beratend unterstützt werden.

Das TRAFIS.NB Tool und Anwendungshandbuch stehen bereit unter:

<https://www.ioer.de/projekte/trafis/trafisnb>

### LITERATUR

- [1] Olfert, A., Brunnow, B., Schiller, G. et al.: Nachhaltigkeitspotenziale innovativer, gekoppelter Infrastrukturen. Umweltbundesamt, Texte 99/2020, Dessau, 2020.
- [2] Thacker, S., Adshead, D., Fay, M. et al: Infrastructure for sustainable development. Nat Sustain 2 (2019) S. 324 – 331. DOI: 10.1038/s41893-019-0256-8.
- [3] Adshead, D., Thacker, S., Fuldauer, L., Hall, J.W.: Delivering on the Sustainable Development Goals through long-term infrastructure planning. Global Environmental Change 59:101975 (2019). DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2019.101975.
- [4] Folke, C.: Resilience (Republished). E&S 21:art44 (2016). DOI: 10.5751/ES-09088-210444.
- [5] Olfert, A., Walther, J., Hirschnitz-Garbers, M. et al.: Sustainability and resilience – a practical approach to assessing sustainability of infrastructures in the context of climate change. (2021) DOI: 10.1007/978-3-658-33702-5\_5.
- [6] Olfert, A., Walther, J.: TRAFIS.NB – Prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung für innovative Infrastrukturlösungen. Anwendungshandbuch: Methode und Bewertungswerkzeug. Umweltbundesamt, Dessau, 2022.
- [7] Kahneman, D., Sibony, O., Sunstein, CR.: Noise: was unsere Entscheidungen verzerrt – und wie wir sie verbessern können, 1. Auflage. Siedler, München, 2021.
- [8] VDI – Verein Deutscher Ingenieure: VDI Richtlinie 4605 „Nachhaltigkeitsbewertung“ (VDI 4605), 2017.

### AUTOREN



**Alfred Olfert**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung  
Kontakt: [a.olfert@ioer.de](mailto:a.olfert@ioer.de)



**Jörg Walther**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Brandenburgische Technische Universität  
Cottbus-Senftenberg  
Kontakt: [walther@b-tu.de](mailto:walther@b-tu.de)