

## Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen der Straßeninfrastruktur

FA 9.178

Forschungsstellen: Durth Roos Consulting GmbH, Darmstadt

Life Cycle Engineering Experts GmbH  
(LCEE), Darmstadt

Bearbeiter: Hess, R. / Mielecke, T. / Lohmeier,  
M. / Kunz, K.

Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt),  
Bergisch Gladbach

Abschluss: September 2019

### 1 Einleitung

#### 1.1 Ausgangssituation

Das Prinzip der Nachhaltigkeit und das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung bilden seit der Weltklimakonferenz in Rio de Janeiro 1992 das Leitbild der internationalen Umwelt- und Entwicklungspolitik.

Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung befindet sich in einer ständigen Weiterentwicklung, kann aber insofern gefasst werden, als dass es die Balance ökonomischer, gesellschaftlicher und ökologischer Ziele anstrebt, einen Verständnis-, Such- und Lernprozess darstellt, ein zentraler strategischer Wettbewerbsfaktor für die Wirtschaft ist und einen Gestaltungsprozess wiedergibt und resultierend daraus ein neues Politikverständnis erfordert.

In Deutschland wurde die nachhaltige Entwicklung als prägendes Leitziel in der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags zum "Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung" 1998 festgeschrieben. Die Enquete-Kommission stellte als Schwerpunkt ihrer Arbeit die Erarbeitung von Umweltzielen, ökonomischer und sozialer Rahmenbedingungen für eine nachhaltige zukunftsverträgliche Entwicklung, die Notwendigkeit gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und technischer Innovationen sowie entsprechender Maßnahmen zur Umsetzung fest. Im Jahre 2001 wurde der Rat für Nachhaltige Entwicklung berufen und im selben Jahr der erste Leitfaden Nachhaltiges Bauen herausgegeben sowie der Runde Tisch für Nachhaltiges Bauen gegründet. Dieser Leitfaden bildet die Basis des ersten Nachhaltigkeitsbewertungssystems für den Hochbau, welches sich weitgehend an den Festlegungen des Drei-Dimensionen-Modells orientiert.

Um die nachhaltige Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur zu fördern, hat das damalige Bundesministerium für Verkehr und digitale In-frastruktur (BMVI) unter der Leitung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) eine Forschungsreihe konzipiert, in der ein an die bereits im Hochbau bestehenden Bewertungs-

systeme angelehntes Bewertungssystem für die Infrastruktur entwickelt werden soll.

Die heutige Mobilität, insbesondere der motorisierte Individual- und Güterverkehr, ist eine der wesentlichen Grundvoraussetzungen für den Erhalt unserer Gesellschaft und essentieller Bestandteil der Daseinsfürsorge des Bundes. Erreichbarkeit und Vernetzung werden als Grundrecht angesehen. Ohne Verkehrsinfrastrukturen wäre Mobilität nicht möglich, da Verkehrsinfrastrukturen grundlegend notwendige gesellschaftliche und wirtschaftliche Faktoren erfüllen. Doch dieser Mobilitätskomfort ist insbesondere beim Straßenverkehr mit starken Umwelteinflüssen gekoppelt. Es erschließen sich daher direkte Ansatzpunkte, den Verkehrssektor nachhaltiger zu gestalten. Ein sehr wichtiges und bisher unterschätztes Element zur Reduzierung der Umweltauswirkungen ist die Wahl der Trasse im Rahmen der Linienfindung. Durch den Einsatz der Standardentwurfselemente entsprechend der "Richtlinien für die Anlage von Autobahnen" (RAA) und der "Richtlinien für die Anlage von Landstraßen" (RAL) und durch den Verzicht auf die Ausreizung der Minimal- und Maximalanforderungen von Kurvenradien, Längsneigungen und Ausrundungshalbmesser können Emissionen erheblich reduziert werden. Weiterhin können Stauereignisse durch vorausschauende Planungen auf der Grundlage von Trendprognosen und Berechnungen der Qualität des Verkehrsablaufs sowie durch die Berücksichtigung von Reserveflächen für die Erfordernisse der Betriebsdiensttätigkeiten und der Erhaltung erheblich reduziert werden. Neben den ökologischen Aspekten gehen diese planerischen Grundüberlegungen während der Linienfindung ebenfalls maßgeblich in alle anderen Hauptkriteriengruppen der Nachhaltigkeitsbewertung ein.

#### 1.2 Zielsetzung

Das zu konzeptionierende Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren soll als Werkzeug für das Gesamtziel einer zukunftsfähigen Straßeninfrastruktur dienen und insbesondere zur Bewertung von Streckenzügen in ihrer Gesamtheit herangezogen werden. Dabei könnte die Bewertung der Nachhaltigkeit der einzelnen Entwurfsvarianten kurzfristig neben der Umweltverträglichkeitsprüfung, der Prüfung der Verkehrsqualität und -sicherheit sowie der Wirtschaftlichkeit als weiteres Abwägungskriterium eingesetzt werden, um die optimale Variante zu finden. Langfristig wäre es denkbar und in der praktischen Umsetzung sicher sinnvoll, die einzelnen Verfahren zur Entscheidungsfindung in einem neuen ganzheitlichen Abwägungsprozess zusammen zu führen. Das Ziel liegt also in einer leicht anwendbaren Nachhaltigkeitsbewertung für die Straßeninfrastruktur. Das Hauptaugenmerk liegt hier sowohl auf Neubau, Ausbau als auch auf der Erhaltung und Erweiterung der Bundesfernstraßen (Bundesautobahnen, Bundesstraßen).

Die einzelnen Hauptkriteriengruppen (ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle und funktionale Qualität, technische Qualität, Prozessqualität und erstmals die Standortqualität) des bisherigen Bewertungssystems müssen, um als praxistaugliches Werkzeug für die Beurteilung von Streckenzügen eingesetzt werden zu können, neu durchdacht und die Hauptkriteriengruppe "Standortqualität" gegebenenfalls in die Gesamtbewertung aufgenommen werden. Auf Grundlage des Konzeptprojekts wurden bislang lediglich die einzelnen Elemente eines Streckenzugs, wie Brücken, Strecke und Tunnel (Bild1), bewertet.

Künftig soll eine ganzheitliche Betrachtung der Einzelemente zusammengefasst als Streckenzug möglich sein. Dafür wurden in den vorangegangenen Forschungsprojekten bereits die notwendigen Grundlagen für ein solches System entwickelt sowie Verfahren zur Bewertung von einzelnen verkehrsinfrastrukturellen Elementen in Methodensteckbriefen niedergeschrieben. Auch wurden bereits Module entwickelt, die die Bewertungsrahmen zeitlich und inhaltlich definieren und eingrenzen.

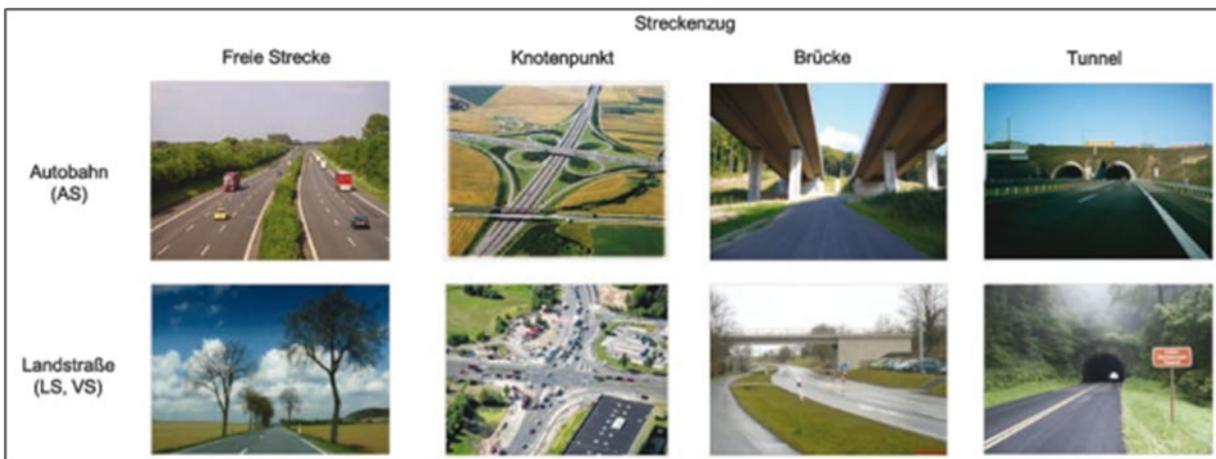
Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, im Rahmen der bereits aufgestellten modularen Nachhaltigkeitsbewertung, verschiedene Trassenvarianten zu einer Zielvorgabe sowohl im Rahmen der Vor-, Entwurfs- wie auch Genehmigungsplanung gemäß der Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE) zu bewerten und die Ergebnisse dessen zu vergleichen.

## 1.3 Vorgehensweise

Das vorliegende Forschungsvorhaben baut auf den bereits abgeschlossenen Forschungsprojekten der Bundesanstalt für Straßenwesen zum Thema der Nachhaltigen Straßeninfrastruktur auf:

- FE 15.494/2010/FRB Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit,
- FE 09.0162/2011/LRB Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur,
- FE 09.0164/2011/LRB Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel und
- FE 15.0589/2012/RRB Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke.

Zunächst erfolgt die Analyse der bereits vorliegenden Forschungsvorhaben. Weiterhin werden bereits existierende nationale und internationale Bewertungssysteme zusammengetragen und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit im Straßenwesen geprüft und beurteilt. Zudem werden die nationalen, rechtlichen und administrativen Vorgaben bei Planungsvorhaben von Bundesfernstraßen zusammengestellt und erläutert. Grundlage dafür sind insbesondere die Vorgaben aus den RE, aber auch Planungsvorgaben aus dem einschlägigen technischen Regelwerk, wie den Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA) und den Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL).



**Bild 1: Elemente eines Streckenzugs**

Aufbauend auf dieser Analyse wird im AP 200 die Anwendbarkeit der Bewertungsmatrix mit ihren Hauptkriteriengruppen und der bis zu 14 Einzelkriterien aus den bisherigen Forschungsergebnissen für die Bewertung von Straßeninfrastrukturen betrachtet und möglicher Anpassungsbedarf festgestellt. Dafür wird zuerst das bisherige Konzept für die Bewertung geprüft und die gewünschte Zielerreichung sowie die Einsatzbereiche zur Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen definiert.

Insbesondere die in den bisherigen Forschungsvorhaben zurückgestellten Kriterien, wie beispielsweise die Kriterien 1.9 "Umweltwirkungen infolge Linienführung" und 2.3 "Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigungen", welche nicht zur Bewertung der Einzelemente herangezogen werden können, wohl aber bei der Betrachtung von Streckenzügen, sollen in die Bearbeitung einfließen. Der identifizierte Anpassungsbedarf einzelner Kriteriensteckbriefe führt im

weiteren Bearbeitungsverlauf zu einer Weiterentwicklung des bereits bestehenden Bewertungssystems und der Einbeziehung der sechsten Hauptkriteriengruppe, der Standortqualität. Ziel von AP 200 ist daher die Weiterentwicklung des bisherigen Bewertungssystems auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus AP 100. Im AP 300 werden die aus den vorherigen APs detektierten Anpassungen im Einzelnen in das vorhandene Bewertungssystem eingearbeitet. Ergebnis ist die Aktualisierung der bestehenden Bewertungsmatrix zur Nachhaltigkeitsbewertung für Straßeninfrastrukturen im Hinblick auf die Bewertung von Streckenzügen im Rahmen des frühen Planungsprozesses. Dabei sollen, sofern erforderlich, insbesondere Referenzwerte, Berechnungsmethoden und Bewertungsmaßstäbe hinterfragt und angepasst werden. Für einen ersten Entwurf sind dabei die Größenordnungen möglicher Ausprägungen abzuleiten und eine abgestimmte Skalierung und Gewichtung zu erarbeiten, die geeignete Ergebnisse für die Gesamtbewertung liefert.

## 2 Ergebnisse

### 2.1 Definition Standortqualität

Im 2018 überarbeiteten Bewertungssystem der DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) geht die Standortqualität nun mit 5 % in die Gesamtbewertung ein. Hier werden die Wirkungen des Gebäudes auf das Umfeld und die Wirkungen des Umfelds auf das Gebäude untersucht. Der Abgleich zwischen den Anforderungen aus dem Hochbau mit denen der Straßeninfrastruktur zeigt, dass der Vergleich einzelner Gebäude unabhängig vom Standort möglich ist, die Vergleichbarkeit eines Streckenzugs jedoch nur innerhalb eines Korridors, also hinsichtlich der unterschiedlichen Varianten sinnvoll ist, nicht aber in unterschiedlichen Regionen.

Die sechste Hauptkriteriengruppe "Standortqualität" wird daher für die Bewertung von Streckenzügen im Rahmen der Planungsphase als Summe aller Standortfaktoren, die ein Planer bei der Wahl der Vorzugsvariante im Rahmen der Trassenprüfung berücksichtigen sollte, definiert. Die zu bewertenden Unterkriterien lassen sich dabei aus den standortspezifischen Gegebenheiten des Entwurfskorridors ableiten. Zu den Unterkriterien der Standortqualität gehören:

- 6.1 Resilienz (Umfeldebeflüsse),
- 6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung),
- 6.3 Topografische Faktoren und
- 6.4 Verkehrsanbindung.

### 2.2 Bewertbare Kriterien

Die Fragestellung inwieweit es Sinn ergibt, bereits zu diesem frühen Zeitpunkt einzelne Elemente wie freie Strecke, Brücke oder Tunnel zu bewerten, kann insoweit beantwortet werden, als dass jede Variante zum Zeitpunkt des Linienentwurfs als eine

Einheit gehandhabt wird. Diese wird im Folgenden vereinfachend als Streckenzug definiert. Es werden Abschnitte gleicher Bedeutung und Kategorie und folglich gleicher Entwurfsklasse zwischen zwei Anknüpfungspunkten derselben oder einer höherrangigen Verbindungsfunktionsstufe als ein Streckenzug zusammengefasst. Da die zeitliche Abfolge zwischen der Planung der Verkehrsanlage und der Planung von Ingenieurbauwerken versetzt ist, sind die verwertbaren Eingangsdaten nicht in der gleichen Detailtiefe oder noch gar nicht vorhanden. Für den Abwägungsprozess während der Linienfindung und für die Beurteilung und Festlegung einer Vorzugsvariante sind jedoch alle Fachplanungen dergestalt beteiligt, dass die Gesamtheit jeder Variante hinreichend genau geprüft werden kann. Die Bewertung einer Variante im Rahmen dieses Forschungsvorhabens erfolgt demnach auf Basis eines Streckenzugs in seiner Gesamtheit und nicht auf Basis der Bewertung der Einzelelemente. Angaben zu Anzahl und Art der Infrastrukturbauwerke sowie zu ihren grundsätzlichen Abmessungen/Dimensionen sind allerdings für die weitere Planung unabdingbar und müssen deshalb stets miterfasst werden. Dies schlägt sich beispielsweise erheblich in der Kostenschätzung nieder.

Vereinfachend wird ein Streckenzug, gleichgesetzt mit jeweils einer von drei möglichen Varianten, bilanziert. Die zugehörigen Elemente Tunnel oder Brücke können nicht einzeln berechnet und bilanziert werden, sondern werden als Pauschalwerte eingerechnet. Es ist unerlässlich, die Infrastrukturbauwerke in die Ökobilanz der Variantenuntersuchung bereits in der Vorplanungsphase einzubeziehen, da diese die Umweltwirkungen signifikant beeinflussen. Für die Überprüfung und Anpassung der Bewertungs- und Berechnungsmethoden der einzelnen Kriterien wird davon ausgegangen, dass eine Variante für die Verbindung zweier Orte A und B einem Streckenzug entspricht.

Grundsätzlich können bis auf die Kriterien 1.13, 3.7, 4.1 bis 4.3 und 4.6 sowie die Prozessqualität alle Bewertungskriterien für den Streckenzug bewertet werden. Die dafür erforderlichen Bewertungs- und Berechnungsmethoden und die damit verbundenen Kriteriensteckbriefe wurden inhaltlich mit der Anpassung der Zielstellung jedoch teils erheblich geändert.

## 3 Anpassung des Bewertungsverfahrens

### 3.1 Neue Gewichtung

Zentraler Bestandteil der Linienfindung ist die Planung von verschiedenen Trassenvarianten. Gemäß HOAI umfasst dies die Planung von bis zu drei Varianten. Das entwickelte Bewertungsverfahren zielt darauf ab, diese drei Varianten miteinander zu vergleichen, weswegen für die einzelnen Kriterien ein projektabhängiger Maßstab gewählt wird, der die Eigenschaften der verschiedenen Streckenzugvarianten miteinander vergleicht.

Für die Gewichtung der einzelnen Hauptkriteriengruppen wurde nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit festgeschrieben, dass die drei ersten Hauptkriteriengruppen Ökologie, Ökonomie und Soziales immer gleich gewichtet sein müssen. Zudem können

insbesondere oder vielleicht sogar ausschließlich bei der Betrachtung des Streckenzugs die Einzelkriterien der Standortqualität bewertet werden. Essentieller Bestandteil bei der Linienfindung ist die Positionierung des Streckenzugs innerhalb des Entwurfskorridors, sodass die Qualität des Streckenzugs mit den Standortfaktoren korreliert. Zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen können die Standortfaktoren also noch maßgeblich durch die konkrete Wahl der Vorzugstrasse beeinflusst werden. Daher sollte dieses Hauptkriterium nicht in Anlehnung an das DGNB-System mit lediglich 5 % gewichtet werden, sondern gleichbedeutend mit den drei ersten Hauptkriteriengruppen ebenfalls mit 20 % in die Gesamtgewichtung eingehen. Daraus resultiert die Gewichtung der Technischen Qualität ebenfalls mit 20 %.

Das Forschungsprojekt knüpft grundsätzlich weiterhin an die aus dem Hochbau stammende Systematik an, schlägt aber abweichend vom ursprünglichen Ansatz vorangegangener Forschungsvorhaben für die Nachhaltigkeitsbewertung der Straßeninfrastruktur eine gleichstarke Gewichtung aller relevanten Hauptkriteriengruppen vor.

### 3.2 Festlegung der Bedeutungsfaktoren

Aufgrund der Beeinflussbarkeit von Eigenschaften und der Differenzierbarkeit von Trassenvarianten im Rahmen der Linienfindung sowie der unterschiedlichen Tiefe der Planungsdetails für die Vorzugsvariante in der Entwurfsplanung, kann auf eine unterschiedliche Hebelwirkung der Einzelkriterien für die Bewertung der Nachhaltigkeitsaspekte zu den drei Planungszeitpunkten

- Vorplanung,
- Entwurfsplanung und
- Genehmigungsplanung

geschlossen werden. Daher sind sowohl die Anpassung einzelner Bedeutungsfaktoren im Vergleich zum bisherigen Bewertungssystem sowie die erstmalige Festlegung der Bedeutung von bisher nicht relevanten Kriterien notwendig.

**Tabelle 1: Kriterien für die Bewertung der Nachhaltigkeit**

Hauptkriteriengruppe	Gewichtung	Nr.	Kriterium	Bedeutungsfaktor Streckenzug gesamt
Ökologische Qualität	20%	1.1	Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	3
		1.2	Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	1
		1.3	Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	1
		1.4	Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	1
		1.5	Eutrophierungspotenzial (EP)	1
		1.6	Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna)	1
		1.7	Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft)	1
		1.8	Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	3
		1.9	Umweltwirkungen infolge Linienführung	4
		1.10	Primärenergiebedarf	4
		1.11	Abwasseraufkommen	1
		1.12	Flächeninanspruchnahme	1
		1.13	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		1.14	Ressourcenschonung	1
Ökonomische Qualität	20%	2.1	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	3
		2.2	Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	1
		2.3	Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung	2
Soziokulturelle und funktionale Qualität	20%	3.1	Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit	2
		3.2	Schutzgut Landschaft	2
		3.3	Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter	2
		3.4	Komfort	1
		3.5	Sicherheit gegenüber Störfällenrisiken (Security)	2
		3.6	Verkehrssicherheit (Safety)	2
		3.7	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
Technische Qualität	20%	4.1	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		4.2	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		4.3	Erhaltung und Betriebsoptimierung	3
		4.4	Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit	1
		4.5	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		4.6	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
Prozessqualität	0%	5.1	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		5.2	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		5.3	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		5.4	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
		5.5	→ keine Anwendung für Streckenzüge	
Standortqualität	20%	6.1	Resilienz (Umfeld einflüsse)	3
		6.2	Resilienz (Verkehrsabwicklung)	3
		6.3	Topografische Faktoren	1
		6.4	Verkehrsanbindung	2

Da die Bedeutung der Einzelkriterien jedoch nicht nur innerhalb der Hauptkriteriengruppen, sondern auch hinsichtlich des Betrachtungszeitpunkts variiert, sollte die Hebelwirkung der maßgeblich relevanten Kriterien zusätzlich auf die jeweilige Planungsphase bezogen werden.

#### 3.2.1 Vorplanung

Den größten Einfluss hinsichtlich der Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen hat sicherlich die Vorplanung. Zu diesem Zeitpunkt werden in einem festgelegten Entwurfskorridor bis zu drei Varianten erarbeitet und geprüft. Ergebnis beziehungsweise Abschluss der Vorplanung bilden die Wahl der Vorzugsvariante und das darauf abgestimmte Raumordnungsverfahren nach §§ 13, 17 ROG (Raumordnungsgesetz) auf Landesebene oder die Linienbestimmung nach § 16 FStrG (Bundesfernstraßengesetz) auf Bundesebene. Auch wenn es sich bei den Verfahren nicht um einen Verwaltungsakt mit enteignender Vorwirkung wie bei der Planfeststellung handelt, wird im Rahmen dieser Genehmigungsverfahren die weiter zu verfolgende Vorzugsvariante fixiert. Daraus können weiterführende, zwingend zu berücksichtigende Auflagen hervorgehen und haben damit ein anderes

Gewicht im Abstimmungsprozess als beispielsweise die Besprechungsergebnisse der Planungsrunden. Der Detaillierungsgrad der Planung jeder einzelnen Variante lässt die Bewertung aller in Kapitel 3.1 hergeleiteten Kriterien mittels der zugehörigen Steckbriefe zu. Die Hebelwirkung ist im Vergleich mit den folgenden Planungsphasen beim Variantenvergleich in der Vorplanung in fast allen Fällen am größten.

## 3.2.2 Entwurfsplanung

Einige wenige Kriterien entfalten jedoch erst zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung ihre größte Hebelwirkung. Mit der vertiefenden Weiterbearbeitung der Vorzugsvariante ändern sich der Detaillierungsgrad und auch die Aussagefähigkeit von einzelnen Eingangsdaten.

Beispielsweise können sehr viel genauere Aussagen hinsichtlich Entwässerung und Flächeninanspruchnahme, aber auch für die direkten bauwerksbezogenen Kosten im Lebenszyklus oder den Komfort getroffen werden. Insbesondere im Zusammenspiel mit den Eingangsdaten zu Ingenieurbauwerken ändert sich der Wirkhebel. Zum Zeitpunkt der Vorplanung liegen allenfalls überschlägige Bauwerksberechnungen vor. Konkrete Brücken- oder Tunnelvarianten werden erst nach der Festlegung der Vorzugsvariante vom Fachplaner geliefert.

## 3.2.3 Genehmigungsplanung

Zum Zeitpunkt der Genehmigungsplanung kann keine allgemeingültige Bewertung der Einzelkriterien erfolgen. Diese Planungsphase dient lediglich der Zusammenstellung aller für ein Planfeststellungsverfahren erforderlichen Unterlagen, die bereits in den beiden vorangegangenen Planungsphasen erarbeitet wurden. Es ändern sich also zuerst keine Planungsdetails. Der Ausgang der Planfeststellung ist insofern ungewiss, als dass das Planfeststellungsverfahren:

- ohne zusätzliche Auflagen durchlaufen werden kann und sich damit direkt die Ausführungsplanung anschließt,
- mit Auflagen durchlaufen wird oder
- der Baurechtsbeschluss abgelehnt wird.

Werden im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Auflagen gefordert, folgt daraus praktisch die Anpassung/Überarbeitung der Vorzugsvariante und würde eine erneute Bewertung der Kriterien zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung nach sich ziehen. Wird das Vorhaben nicht planfestgestellt, ist es somit gescheitert und kann in der vorgelegten Form nicht weiterbearbeitet werden und die Bewertung erübrigt sich.

## 3.3 Angepasste Bewertungsmatrix

Zusammenfassend ist eine Bewertung der Kriterien der Hauptkriteriengruppen lediglich zum Zeitpunkt der Vorplanung für alle

drei Varianten und zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung für die Vorzugsvariante sinnvoll. Nicht relevante Kriterien werden "ausgeschaltet" und die Prozessqualität mit 0 % gewichtet. Um nicht zu stark von der Gesamtsystematik des Bewertungssystems aus den vorangegangenen Forschungsvorhaben abzuweichen beziehungsweise eine Aufteilung des Modul 1 in zwei vollwertige und damit einen zusätzlichen Bewertungszeitpunkt zu vermeiden, ist es sinnvoll die Nachhaltigkeit der Streckenzüge insgesamt über eine festgelegte Gewichtung (hier: je relevante Hauptkriterien-Gruppe mit 20 %) und die prozentuale Verteilung der Bedeutungsfaktoren auf die beiden frühen Planungsphasen entsprechend ihrer Hebelwirkung zu bewerten.

## 4 Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde aufbauend auf dem letztmalig 2015 angepassten Bewertungssystem für Straßeninfrastrukturen grundlegend weiterentwickelt. Der Anpassungsbedarf wurde dabei hauptsächlich aus den Besonderheiten und dem Alleinstellungsmerkmal bei der Bewertung von Streckenzügen abgeleitet:

- Ein Streckenzug erstreckt sich über einen längeren Planungsabschnitt und ist begrenzt auf Abschnitte der gleichen Entwurfsklasse, wobei die Änderung der Entwurfsklasse ausschließlich an Knotenpunkten, nie aber auf der freien Strecke erfolgen darf.
- Ein Streckenzug ist die Gesamtheit aller Einzelelemente – Freie Strecke mit Knotenpunkten, Tunnel und/oder Brücke. Die Abfolge beziehungsweise Aneinanderkettung dieser Einzelelemente ist direkt abhängig von den herrschenden Randbedingungen im Planungskorridor (zum Beispiel Geologie, Geografie etc.)
- Zum Zeitpunkt der Vorplanung werden verschiedene Trassenvarianten erarbeitet. Diese können dann bewertet und miteinander verglichen werden. Die Hebelwirkung der meisten Bewertungskriterien ist hier am größten.
- Auf Grundlage der Bewertung der Vorplanung kann die Vorzugsvariante abgeleitet werden. Diese wird in der Entwurfsplanung konkretisiert und erneut bewertet.
- Einzelne Bewertungskriterien entfalten erst bei der Bewertung nach Fertigstellung der Entwurfsplanung ihre größte Hebelwirkung, da erst dann detaillierte Eingangsdaten vorliegen (überschlägige Bauwerks- oder Knotenpunktmaßnahme werden durch konkrete Varianten ersetzt).
- Für die Bewertung eines Streckenzugs, insbesondere für den Vergleich der verschiedenen Planungsvarianten in der Vorplanung, war die erstmalige Definition der Standortqualität zwingend notwendig.

Zusätzlich zur Neuarbeitung der Hauptkriterien-Gruppe "Standortqualität" mit den Einzelkriterien

### 6.1 Resilienz (Umfeldebeflüsse),

- 6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung),
- 6.3 Topografische Faktoren und
- 6.4 Verkehrsanbindung

wurden ebenfalls erstmalig die zurückgestellten beziehungsweise zu anderen Bewertungszeitpunkten nicht relevanten Kriterien (Kriterium 1.9 und 2.3) angewendet. Dafür wurden die Steckbriefdeckblätter, die Bewertungs- und Berechnungsmethodik sowie die Ausgestaltung der Kriteriensteckbriefe erarbeitet. Um die Nachhaltigkeitsbewertung auf die Besonderheiten eines Streckenzugs abzustellen, mussten zudem fast alle Bewertungs- und Berechnungsmethoden geprüft und angepasst werden.

Mit Abschluss des Forschungsprojekts liegt nun ein Systempaket für die Bewertung von Streckenzügen in den Leistungsphasen 2 bis 4 vor. Es kann sowohl eine Bewertung der Planungsvarianten in der Leistungsphase 2 (Vorplanung) durchgeführt werden, als auch für die Vorzugsvariante am Ende der Leistungsphase 3 (Entwurfsplanung). Der wichtigste Aspekt liegt jedoch darin, dass das bisherige Nachhaltigkeitsbewertungssystem in seiner Grundstruktur beibehalten werden konnte.

Vor der Praxiseinführung des Systems müssen die Referenzwerte noch festgelegt werden und die Qualität der realen Eingangsdaten in einer Pilotanwendung überprüft werden. Des Weiteren muss die Bewertungsmethodik anhand dieser Realdaten überprüft und gegebenenfalls angepasst werden, mit dem Ziel, im Anschluss eine vollständige und praxistaugliche Bewertungssystematik zur Verfügung stellen zu können.

Mit der Bewertung der Streckenzüge kann die Nachhaltigkeit der einzelnen Trassenvarianten prognostiziert werden und sollte bei der Entscheidungsfindung für die Festlegung einer Vorzugsvariante maßgeblichen Einfluss erhalten.