

Anhang zu:

Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel

von

Oliver Fischer
Julia Sauer
Technische Universität München
Lehrstuhl für Massivbau

Jörg Jungwirth
SSF Ingenieure, München

Ulrich Baumgärtner
Dr. Baumgärtner GmbH
Wörthsee

Rainer Hess
Michael Ditter
Durth Roos Consulting GmbH, Darmstadt

Carolin Roth
Hock Beratende Ingenieure GmbH
Haibach

Sonja Xalter
Technische Universität München
Lehrstuhl für Verkehrswegebau

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Straßenbau Heft S 97 – Anhang



Anlagen

Anlage 1: Steckbriefe für Modul 2 (freie Strecke)

Inhalt

Ökologische Qualität	142
1.1 Treibhauspotenzial	142
1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	149
1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)	156
1.4 Versauerungspotenzial (AP)	163
1.5 Überdüngungspotenzial (EP)	170
1.6a Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora	177
1.6b Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft	180
1.8a Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	183
1.9 Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne)	196
1.10 Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil erneuerbarer Primärenergie (PEe)	203
1.12 Flächeninanspruchnahme	210
1.13 Abfall und Kreislaufwirtschaft	213
1.14 Ressourcenschonung	216
Ökonomische Qualität	219
2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	219
2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	225
Soziokulturelle und funktionale Qualität	238
3.1a Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm	238
3.1b Landschaft	241
3.1c Kulturgüter und sonstige Sachgüter	243
3.2 Komfort	245
3.4 Betriebsoptimierung	248
3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)	250
3.6 Verkehrssicherheit (Safety)	252
3.7 Förderziele	254
Technische Qualität	256
4.1 Elektrische und mechanische Einrichtungen	256
4.2 Konstruktive Qualität	260
4.4 Verstärkung und Erweiterbarkeit	263
4.5 Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	267
Literatur	270

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Treibhauspotenzial (GWP)	Kriterien-Nr.: 1.1
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Die drohende Klimaänderung stellt eine enorme Herausforderung für die Menschheit dar. Deutschland hat sich aus diesem Grunde mit dem Kyoto Protokoll (VEREINTE NATIONEN, 1997) verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Im Jahr 2006 erklärte die Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 eine Reduktion um 40% (gegenüber 1990) anzustreben (BMU, 2007).</p> <p>Baumaßnahmen im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur bieten ein großes Einspar- und Lenkungspotential. Darüber hinaus kann die öffentliche Hand im Rahmen der Finanzierungs- und Vergabepaxis eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung konkreter Zielvorgaben einnehmen.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten, d.h. zum so genannten Treibhauseffekt.</p> <p>Der Beitrag eines Stoffes wird als GWP_{100}-Wert relativ zum Treibhauspotenzial des Stoffes Kohlendioxid (CO_2), gemittelt über einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren, angegeben.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für das Treibhauspotenzial ist $kg\ CO_2\text{-}\ddot{A}q./m^2\cdot a$.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p>

- gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS, 1985)
- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Treibhauspotenzial (GWP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Treibhauspotenzial K_{GWP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{GWP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{GWP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Treibhauspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Treibhauspotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Treibhauspotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostiziertes Treibhauspotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Treibhauspotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Treibhauspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,GWP} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,GWP} = 1,10$ multipliziert werden. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Öko-bau.dat zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,GWP} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Treibhauspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenergebnissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Str) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu be-

stätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Treibhauspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Treibhauspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:
Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind

	<p>die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projekttrandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="395 1375 1337 1794"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilewerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger der Wert des CO₂-Äquivalents ist, desto geringer ist die potentielle Wirkung auf die globale Erwärmung und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	Kriterien-Nr.: 1.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:

Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um einer weiteren Zerstörung der Ozonschicht entgegenzuwirken, wurde in Folge des Montreal-Protokolls (VEREINTE NATIONEN; 2000) in Deutschland der Einsatz bestimmter Stoffe beschränkt und Regelungen zur Rückgewinnung und Rücknahme dieser Stoffe sowie zur Emissionsvermeidung bei Betrieb, Wartung, Außerbetriebnahme und Entsorgung erlassen. Ziel ist es, die Einträge ozonschichtschädigender Stoffe in die Erdatmosphäre zu mindern.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastrukturen werden in der Regel keine derartigen Stoffe eingesetzt und es entstehen planmäßig keine direkten Emissionen. Jedoch können in den Vorketten zur Herstellung von Baustoffen und Energieträgern Emissionen entstehen.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Ozonschichtabbaupotenzial (Ozone Depletion Potential, ODP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zum Abbau der Ozonschicht. Es wird in kg R11-Äquivalent angegeben.</p> <p>Die Ozonschicht nimmt durch Absorption von UV-Strahlung in der Atmosphäre eine wichtige Schutzfunktion für Menschen, Tiere und Pflanzen ein.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für das Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) ist kg R₁₁-Äq./m²·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p>

- gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS, 1985)
- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Ozonschichtabbaupotenzial K_{ODP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/ Entsorgung berechnet:

$$K_{ODP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{ODP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Ozonschichtabbaupotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Ozonschichtabbaupotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,ODP} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,ODP} = 1,00$ multipliziert werden.. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Öko-bau.dat zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,ODP} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonschichtabbaupotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu be-

stätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonschichtabbaupotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Ozonschichtabbaupotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelag-

	<p>gert werden dürfen: Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u> <i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p><u>Level 1:</u> Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen. Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1435 1377 1854"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

	<p>Level 3:</p> <p>Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.</p> <p>Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.</p> <p><u>Hinweis:</u></p> <p><i>Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.</i></p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:</p> <p>Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1084 1375 1294"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Zielwert</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Grenzwert</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Zielwert	0	Grenzwert
Bewertungspunkte	Beschreibung						
10,0	Zielwert						
0	Grenzwert						
<p>Interpretationshinweise:</p>	<p>Je niedriger der Wert des R11-Äquivalents ist, desto geringer ist die potentielle Zerstörung der Ozonschicht und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.</p>						

1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Ozonbildungspotenzial (POCP)	Kriterien-Nr.: 1.3
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Bauwerke und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Ozonbildungspotenzial (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Bildung von bodennahem Ozon. Es wird in kg C₂H₄-Äquivalent angegeben.</p> <p>Ozon, das in der Stratosphäre eine wichtige Schutzfunktion einnimmt, wirkt in bodennahen Luftschichten human- und ökotoxisch. Als „Sommersmog“ bezeichnet, greift es Atmungsorgane an und schädigt Pflanzen und Tiere.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für das Ozonbildungspotenzial (POCP) ist kg C₂H₄-Äq./m²·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen

(AKS, 1985)

- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Ozonbildungspotenzial (POCP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Ozonbildungspotenzial K_{POCP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{POCP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{POCP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Ozonbildungspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonbildungspotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonbildungspotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostiziertes Ozonbildungspotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Ozonbildungspotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Ozonbildungspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,POCP} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,POCP} = 1,30$ multipliziert werden. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Öko-bau.dat zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,POCP} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonbildungspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_0) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Str) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu be-

stätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonbildungspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Ozonbildungspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:
Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind

	<p>die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Ersterstellung nicht abgebildet werden.</p>										
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandrbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Bewertungspunkte</th> <th style="width: 85%;">Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung										
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$										
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$										
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$										
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$										

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktile p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger der Wert des C₂H₄-Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zu Sommersmog und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.4 Versauerungspotenzial (AP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Versauerungspotenzial (AP)	Kriterien-Nr.: 1.4
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:

Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Bauwerke und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Versauerungspotenzial (Acidification Potential, AP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Versauerung von Luft, Wasser und Boden. Es wird in kg SO₂-Äquivalent angegeben.</p> <p>Schwefel- und stickstoffhaltige Emissionen reagieren in der Luft zu „Saurem Regen“, der Böden, Gewässer, Lebewesen und Bauwerke schädigt.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für das Versauerungspotenzial (AP) ist kg SO₂-Äq./m²·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS, 1985)

- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Versauerungspotenzial (AP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Versauerungspotenzial K_{AP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{AP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{AP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Versauerungspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Versauerungspotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Versauerungspotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostiziertes Versauerungspotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Versauerungspotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Versauerungspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,AP} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,AP} = 1,18$ multipliziert werden. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Öko-bau.dat zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,AP} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Versauerungspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu be-

stätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Versauerungspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Versauerungspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:
Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind

	<p>die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzunordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1373 1377 1792"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p> <p>Level 2:</p> <p>Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.</p> <p>Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \tag{2}$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{4}$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte)

gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger der Wert des SO₂-Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zu saurem Regen und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.5 Überdüngungspotenzial (EP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Überdüngungspotenzial (EP)	Kriterien-Nr.: 1.5
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Bauwerke und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Überdüngungspotenzial (Eutrophication Potential, EP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Überdüngung von Böden und Gewässern. Es wird in kg PO₄-Äquivalent angegeben.</p> <p>Die Zufuhr von Nährstoffen, insbesondere Phosphor- und Stickstoffverbindungen wirkt sich z.B. in Gewässern nachteilig durch eine vermehrte Algenbildung aus, die u.a. Fischsterben zur Folge haben kann.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für das Überdüngungspotenzial (EP) ist kg C₂H₄-Äq./m²-a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen

(AKS, 1985)

- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Überdüngungspotenzial (EP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Überdüngungspotenzial K_{EP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{EP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{EP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Überdüngungspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Überdüngungspotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Überdüngungspotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostiziertes Überdüngungspotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Überdüngungspotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Überdüngungspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,EP} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,EP} = 1,20$ multipliziert werden. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Öko-bau.dat zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,EP} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Überdüngungspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_0) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Str) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu be-

stätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Überdüngungspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Überdüngungspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:
Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind

	<p>die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>										
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandrbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p><u>Level 1:</u></p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Bewertungspunkte</th> <th style="width: 85%;">Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: K = Z</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: K = R</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: K = G</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: K > G bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: K < G</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: K = Z	5,0	Erreichen des Referenzwerts: K = R	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: K = G	0	Überschreitung des Grenzwerts: K > G bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: K < G
Bewertungspunkte	Beschreibung										
10,0	Erreichen des Zielwerts: K = Z										
5,0	Erreichen des Referenzwerts: K = R										
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: K = G										
0	Überschreitung des Grenzwerts: K > G bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: K < G										

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilewerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger der Wert des PO_4 -Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zur Überdüngung und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.6a Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora	Kriterien-Nr.: 1.6a
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Risiken und schädigende Einflüsse durch Eingriffe und Veränderungen auf die lokale Umwelt zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Die Relevanz der Straßeninfrastruktur für dieses Thema liegt in der Umwelterheblichkeit größerer Bauvorhaben begründet.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet werden hier Schutzgüter der Umweltverträglichkeitsprüfung, nämlich Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6b, 3.1a, 3.1b und 3.1c behandelt.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung
Teilkriterien:	<p><u>1. Sukzessionslenkung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Behinderung von Wildwechsel während Herstellung und Nutzung <p><u>2. Lärmbeeinträchtigung der Fauna während der Herstellung und der Nutzung, z.B.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit • erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Maßgebend sind die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassenen Durchführungsverordnungen (BImSchV). Sofern in den Durchführungsverordnungen keine Grenzwerte für Emissionen bzw. Immissionen festgelegt sind, gelten die Werte aus den bundeseinheitlichen Verwaltungsvorschriften, wie TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (BMU, 1998)).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p>

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je geringer die Beeinträchtigung von Tieren, Pflanzen und biologischer Vielfalt, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft	Kriterien-Nr.: 1.6b
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Risiken und schädigende Einflüsse durch Eingriffe und Veränderungen auf die lokale Umwelt zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Die Relevanz der Straßeninfrastruktur für dieses Thema liegt in der Umwelterheblichkeit größerer Bauvorhaben begründet.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet werden hier Schutzgüter der Umweltverträglichkeitsprüfung, nämlich Boden, Wasser, Luft und Kleinklima. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 3.1a, 3.1b und 3.1c behandelt.

Anlage	S1 Straße
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Grundwasser</u> <ul style="list-style-type: none"> • Vermischung von Grundwasserschichten • Veränderungen des Grundwasserstroms 2. <u>Erschütterungen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Folgeschäden durch Herstellung oder Nutzung 3. <u>Bodenaushub, Erdbewegungen</u> <ul style="list-style-type: none"> • größere Mengen an Bodenbewegungen 4. <u>Bauverfahrens- oder nutzungsbedingte Risiken zur Verunreinigungen der lokalen Umwelt</u> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. bei Bodenverbesserungsmaßnahmen etc. 5. <u>Naturschutz-/Wasserschutzgebiete</u> <ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigungen • Ausgleichsmaßnahmen 6. <u>Umwelteinwirkungen durch Staubentwicklung während der Herstellung der Verkehrsanlage</u> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung und Entsorgung von Stäuben während der Baumaßnahme • Verhinderung der Ausbreitung des Staubs auf unbelastete Flächen 7. <u>Kleinklima</u> <ul style="list-style-type: none"> • Beeinflussung des Kleinklimas im Bereich des Verkehrsweges

<p>Beschreibung der Methode:</p>	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die folgenden Punkte der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Maßgebend sind die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassenen Durchführungsverordnungen (BImSchV). Sofern in den Durchführungsverordnungen keine Grenzwerte für Emissionen bzw. Immissionen festgelegt sind, gelten die Werte aus den bundeseinheitlichen Verwaltungsvorschriften, wie TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (BMU, 2002)).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>								
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" data-bbox="435 1541 1321 1872"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> <p><u>projektabhängiger Maßstab:</u></p> <p>Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

**Interpretations-
hinweise:**

Je geringer die Beeinträchtigung von Boden, Wasser, Luft und Kleinklima, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

1.8a Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	Kriterien-Nr.: 1.8a
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:

Zielsetzung & Relevanz:	<p>Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Baumaßnahmen bei Neubau, Unterhalt und Erhaltung derart zu gestalten, dass Verkehrsbeeinträchtigungen, die zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch und infolgedessen zu Mehremissionen führen, reduziert werden.</p> <p>Wird das Bauwerk bereits in der Planung optimiert, so können die Verkehrsbeeinträchtigungen über den Lebenszyklus erheblich reduziert werden.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Häufigkeit und Dauer von Verkehrsbeeinträchtigungen wird beeinflusst durch die Lebensdauern der verwendeten Baustoffe und Konstruktionen, die erforderliche Verkehrsführung je nach Baumaßnahme sowie die vorhandene Verkehrsbelastung und die Verkehrsprognose.</p> <p>Die Emissionen des nutzenden Verkehrs im „Normalzustand“ können nicht durch das Bauwerk beeinflusst werden und werden daher nicht bewertet. Ungünstige Verkehrszustände infolge Baumaßnahmen sind jedoch zu vermeiden.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehremissionen anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Zeitverluste und Mehrkilometer infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Es sind alle relevanten Baumaßnahmen (Neubau, Unterhaltung, Instandsetzung und Erhaltung) im vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen. Übersteigt der prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) 50% der Tageskapazität der geplanten Verkehrsanlage ist ab diesem Zeitpunkt diese maximale Belastung als konstanter Wert bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes zu verwenden. Um Häufigkeit und Dauer der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst gering zu halten, werden die Erhaltungsmaßnahmen entsprechend den vorgegebenen Zyklen in Maßnahmenpakete zusammengefasst.</p> <p>Die Bewertung ist abhängig von der Verkehrsdichte der untersuchten Strecke und erfolgt nur für Strecken mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtverkehr (DTV_{Ges.}) von min. 5.000 Kfz/d. Bei Verkehrsstrecken mit einem DTV_{Ges.} unterhalb von 5.000 Kfz/d kann die Verkehrsbeeinträchtigung vernachlässigt werden. Das Kriterium wird in diesem Fall mit 10 Punkten bewertet.</p> <p>Es sind Auswirkungen der Baumaßnahmen auf primäre Fahrstrecken (durch das Bauwerk gebildet) und sekundäre Fahrstrecken (das Bauwerk kreuzend) einzubeziehen.</p> <p>Es werden folgende vereinfachte Annahmen zugrunde gelegt:</p> <p>Die Auswirkungen auf eine primäre oder sekundäre Fahrstrecke sind entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Änderung der Verkehrsführung (Baustellenverkehrsführung) oder

- eine Vollsperrung mit Umleitung.

Falls eine Baumaßnahme auf eine bestimmte Fahrstrecke keine Auswirkungen hat, so ist dies darzulegen.

Im Falle einer Baustellenverkehrsführung werden die Zeitverluste infolge von Stau ermittelt. Im Falle einer Vollsperrung wird die Verlängerung des Fahrtweges durch die Umleitung ermittelt.

Stau auf Umleitungsstrecken wird ebenso vernachlässigt, wie Mehrkilometer infolge Stauumfahrung.

Zusammenstellung aller Baumaßnahmen mit Verkehrsbeeinträchtigung

Die Verkehrsbeeinträchtigungen im Lebenszyklus des Bauwerks sind aus dem Erhaltungsszenario zu ermitteln. Für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) muss ein einheitliches Erhaltungsszenario zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Verkehrsbeeinträchtigung sind nur Maßnahmen mit Arbeitsstellen längerer Dauer (AID) relevant. Maßnahmen an Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD) dürfen vernachlässigt werden. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden ebenfalls vernachlässigt.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen mit einer Nutzungsdauer von weniger als 100 Jahren sind die Erhaltungsmaßnahmen im vorgegebenen Intervall zu berücksichtigen.

Für freie Strecken sind die Nutzungsdauern aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Str) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden.

Tabelle 1: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Zeitdauern der unregelmäßigen Erhaltungsmaßnahmen und die zugehörigen Verkehrsführungen können individuell ermittelt werden.

Bei der Erhaltungsplanung ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind zeitlich in Maßnahmenpakete zu-

sammenzufassen und die Dauer der Erhaltungsarbeiten in den entsprechenden Intervallen zu berechnen. Dabei ist auf volle Tage aufzurunden. Bei einer Überschreitung von 52 Bauwochen im betrachteten Jahr sind die übrigen Bauwochen auf das darauffolgende Jahr zu übertragen. Eine genauere Ermittlung der Zeitdauern für die Erhaltungsmaßnahmen ist zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert wird.

Erhaltungsmaßnahmen sind gegebenenfalls in den Maßnahmenpaketen parallel auszuführen, um die Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung zu reduzieren. Dies ist ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Nicht in den Tabellen angegebene Maßnahmen (Bauteile) und deren Verkehrsbeeinträchtigungsszenarien sind separat zu ermitteln und nachvollziehbar zu dokumentieren. Abweichende Verkehrsführungen sind nur zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert sind.

Die Grenzleistungsfähigkeit für ausgewählte Streckengrößen ist in den Tabellen 2-6 angegeben. Für nicht aufgeführte Streckengrößen sind die Kapazitäten nach (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008) gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist von einer Grundkapazität von 1.830 KFZ pro Fahrstreifen (bei einstreifigen Verkehrsstrecken von 1.570 KFZ) auszugehen und diese mit den in der Legende hinterlegten Faktoren an die Fahrstrecke anzupassen.

Tabelle 2: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für Landstraßen

Regelplan ¹⁾	Verkehrsführung ¹⁾	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung	Baustellenzugewandte Fahrtrichtung
C I / 1 2	Ohne und mit geringer Einengung der FB	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C I / 3	Verkehrsführung über Behelfsfahrstreifen	1400 ²⁾	1330 (Ü) ²⁾³⁾
C I / 4 u. 6	FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. VZ	500 ²⁾	
C I / 5	FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. LSA	1450 Pkw-E/h Grünzeit ⁴⁾	
C I / 7	3-streifige FB; Sperrung re. FS der 2-streifigen Ri	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C I / 8	3-streifige FB; Sperrung der 1-streifigen Ri	1330 (Ü) ²⁾³⁾	1400 ²⁾

¹⁾ nach RSA 95 (FGSV, 1995)

²⁾ (SCHMUCK, 1984)

³⁾ (BECKMANN, 2001), (HELLMANN, 2008)

⁴⁾ (STAADT, 1979)

Tabelle 3: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 2-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung		Baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D I/1	2n+2	40,5	1830	1830	1830	1830
			3660		3600	
2n+2 Arbeiten am MS	1830		1830	1739	1830	
	3660		3569			
D I/2	2n+2		1830	1830	1739 (B)	1830
			3360		3569	
D II/2	4s+0	29,4	1830	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1739 (Ü)
			3569		3391	
D II/3	2+0	11,0	1739 (W)			1652 (Ü,W)
			1739		1652	
D I/3	2n+1	7,8	1830	1830		1739 (Ü)
			3660		1739	
D II/1	3s+1	7,6	1830	1739 (B)	1739 (Ü)	1830
			3569		3569	
-	1+1	2,5	1739 (W)			1739 (W)
			1739		1739	
D II/4	3s+0	1,1	1830	1739 (B)		1652 (Ü,W)
			3569		1652	

Tabelle 4: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 3-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenabgewandte Fahrtrichtung			baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
D I/5	3n+3	27,5	1830	1830	1830	1739 (B)	1739 (B)	1830
			5490			5308		
D I/6	3n+2	25,8	1830	1830	1830		1652 (B,W)	1830
			5308			3482		
D II/5	4s+2	11,7	1830	1739 (B)	1739 (B)	1739 (Ü)	1739 (B)	1830
			5308			5308		
D II/7	4+0	11,7	1830	1652 (B,W)			1569 (B,Ü,W)	1739 (Ü)
			3482			3308		
-	2+2	9,2	1830	1652 (B,W)			1652 (B,W)	1830
			3482			3482		
D II/6	5s+1	5,8	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5134		
-	6s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5043		
D II/8	5s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)		1569 (B,Ü,W)	1739(Ü)
			5308			3308		
-	3+1	1,7	1830	1739 (W)			1652 (Ü,W)	1830
			3569			3482		

Tabelle 5: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 2-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D II/2b	2n+1, Wegfall LFS	25	1652 (TB,W)	
			1652	
D III/2b, D III/3a, D III/3b	2n+1, Wegfall ÜFS	8		1652 (TB,W)
			1652	
D III/4	2n+s	29	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130	
D III/7	2n+2 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1739 (TB)	1739 (TB)
			3478	

Tabelle 6: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 3-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
analog D III/1, D III/2a und 2b	3n+2, Wegfall LFS	26	1739 (TB)	1652 (TB,W)	
			3391		
analog D III/1, DIII/3a und 3b	3n+2, Wegfall 2. ÜFS	33		1652 (TB,W)	1739 (TB)
			3391		
analog D III/4	3n+3s	0	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			4695		
DIII/5	3n+1	1	1652 (TB,W)		
			1652		
D III/6	3n+3, Arbeiten auf Seitenstreifen	2		1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130		
analog D III/7	3n+3 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1830	1830	1830
			5490		

Legende (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008):

		Faktoren
B	Überschreiten der kritischen Fahrstreifenbreite	0,95
Ü	Überleitung auf die Gegenfahrbahn	0,95
W	Wegfall eines benachbarten Fahrstreifens	0,95
TB	einfachere Ausstattung von Tagesbaustellen	0,95
V	Verschwenkung	0,90
ÜV	vorwiegender Urlaubsverkehr	0,90
AB	bei Lage des Streckenabschnitts außerhalb von Ballungsräumen	0,95
n	die Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn werden nicht durch die Baustellenverkehrs-führung in Anspruch genommen	
s	der Verkehr wird unter Mitbenutzung des Standstreifens geführt	

A: Ermittlung der Zeitverluste

Die Staudauer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks darf unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Stau entsteht, wenn die Verkehrsbelastung innerhalb einer betrachteten Stunde die Kapazität der Fahrstrecke übersteigt. In diesem Fall wird die gesamte Zeitverzögerung in der betrachteten Stunde aus der zugehörigen Gesamtverkehrsüberlastung und einer anzusetzenden Verzögerung je Fahrzeug ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge, deren Nachfrage in der betrachteten Stunde nicht bedient werden konnte, wird zur Verkehrsnachfrage der Folgestunde hinzuaddiert.

Im vereinfachten Verfahren wird die stündliche Verkehrsbelastung, d.h. die Anzahl der Fahrzeuge, die in der betrachteten Stunde die Fahrstrecke passieren, anhand des prognostizierten DTV über typisierte Tagesganglinien für die repräsentative Bauwoche ermittelt. Ein genaueres Verfahren ist zulässig, z.B. die Verwendung streckenspezifischer oder seasonspezifischer Tagesganglinien, oder die Verwendung von Tagesganglinien aus Verkehrsmessungen bei Bestandsbauwerken.

Die Stautunden $h_{\text{Stau},j,t}$ [$h \cdot \text{KFZ}$] sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j wie folgt zu ermitteln:

$$h_{\text{Stau},j,t} = \sum_{m=1}^l T_{j,t,m} \cdot \sum_{q=1}^7 \sum_{i=1}^{24} h_{i,q,j,m} \quad (1)$$

mit

$T_{j,t,m}$ Dauer T [Wo] der jeweiligen Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j in dem betrachteten Jahr t

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

l Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

q betrachteter Tag Wochentag (1-7, Mo. bis So.)

i betrachtete Stunde (1-24)

$h_{i,q,j,m}$ Stautunden aller KFZ [$h \cdot \text{KFZ}$] in der betrachteten Stunde i am betrachteten Wochentag q auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m , zu ermitteln nach Gleichung (2)

Die Stautunden $h_{i,q,j,m}$ aller KFZ in der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m werden wie folgt ermittelt:

$$h_{i,q,j,m} = n \cdot \left(\text{KFZ}_{j,q,R1,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R1,i} - 2\text{GrL}_{j,R1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i} - 2\text{GrL}_{j,R2} \right) + h_{i-1,q,j,m} \quad (2)$$

mit

$\text{KFZ}_{j,q,R1,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung R1 nach Gl. (3)

$\text{GrL}_{j,R1}$ Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung R1, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6

$\text{KFZ}_{j,q,R2,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung R2 nach Gl. (3)

GrL_{j,R2}	Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung R2, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6
n	Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge [h] Im vereinfachten Verfahren ist mit einer Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge von 0,5 h zu rechnen.
h_{i-1,q,j,m}	Stautunden der Vorstunde zu der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j [h * KFZ]
i	betrachtete Stunde
j	betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)
m	betrachtete Erhaltungsmaßnahme

Die prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j für die Richtungen 1 und 2 ergeben sich wie folgt:

$$\mathbf{KFZ_{j,q,R1/2,i} = Anteil\ DTV \cdot DTV_j / 2} \quad \mathbf{(3)}$$

mit

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KfZ/d] auf der Fahrstrecke j

Anteil DTV nach Tab. 7

Anmerkung:

Die betrachtete Stunde i muss eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) der Fahrstrecke vorweisen, um eine Stausituation entstehen zu lassen und in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: **KFZ_{R,i} - GrL_R muss > 0** sein, ansonsten entsteht keine Stausituation und die aktuell betrachtete Stunde wird **nicht** berücksichtigt.

Hat sich in der untersuchten Vorstunde i-1 bereits eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) ergeben, so kann die aktuell betrachtete Stunde i auch eine Unterschreitung der Grenzleistungsfähigkeit vorweisen, um in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: Wenn **h_{i-1} > 0** darf **h_i < 0** sein, da sich die Stausituation wieder auflöst.

Tabelle 7: Tagesganglinien (repräsentative Bauwoche, vereinfachtes Verfahren) (HELLMANN, 2008)

Std.	Anteil DTV (%) (Tagesganglinie für repräsentative Bauwoche*)				
	Mo	Di, Mi, Do	Fr	Sa	So
Vorgeschlagener Tagesganglinientyp	Typ C	Typ C	Typ C	Typ A	Typ A
0-1	1,683	1,183	0,983	1,844	2,283
1-2	1,253	0,944	0,724	1,339	1,718
2-3	1,070	0,875	0,643	1,028	1,207
3-4	1,238	0,973	0,723	0,914	0,951
4-5	1,948	1,445	1,163	1,083	0,850
5-6	3,645	2,939	2,743	1,810	0,999
6-7	5,669	5,025	5,019	2,532	1,232
7-8	6,477	6,181	6,070	3,635	1,805
8-9	6,420	6,282	5,623	5,197	3,029
9-10	6,191	6,059	5,359	6,429	4,582
10-11	6,031	5,784	5,459	6,976	5,913
11-12	5,922	5,661	5,734	6,973	6,517
12-13	5,779	5,707	6,406	6,874	6,511
13-14	5,818	5,982	6,896	7,102	6,854
14-15	5,969	6,259	7,008	7,121	7,263
15-16	6,268	6,646	7,028	6,534	7,056
16-17	6,644	7,031	6,952	6,374	7,211
17-18	6,355	6,861	6,671	6,358	7,662
18-19	5,576	6,211	6,213	6,144	7,507
19-20	4,457	5,061	5,259	5,273	6,704
20-21	3,461	3,927	4,093	4,121	5,619
21-22	2,725	3,073	3,116	3,277	4,506
22-23	2,176	2,449	2,535	2,924	3,697
23-24	1,552	1,773	1,908	2,469	2,650

* Nach Empfehlung werden die Tagesganglinientypen mit relativ ausgeglichenem Verkehr (Typ C und Typ A) vorgegeben. Diese sind mit dem Umrechnungsfaktor zur Ermittlung der repräsentativen Bauwoche multipliziert worden – unter Verwendung der empfohlenen Jahresganglinie Typ B, die eine weitgehend ausgeglichenen Verlauf mit leichten Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen aufweist. (HELLMANN, 2008)

B: Ermittlung der Mehrkilometer

Beim vereinfachten Verfahren dürfen die Mehrkilometer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Bei einer Vollsperrung einer Fahrstrecke mit Einrichtung einer Umleitungsstrecke werden die Mehrkilometer auf der Umleitungsstrecke ersatzweise mit dem Verkehrsaufkommen der gesperrten Strecke berücksichtigt.

Werden mehrere Umleitungen eingerichtet, auf die sich der Verkehr verteilt, so sind die Mehrkilometer anteilig zu wichten.

Die gesamten Mehrkilometer aller KFZ $L_{Uml,j,t}$ sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j nach Gl. (4) zu ermitteln.

$$L_{Uml,j,t} = \sum_{m=1}^I d_{m,j,t} \cdot UML_{m,j,t} \cdot DTV_j \quad (4)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$d_{m,j,t}$ Dauer der Sperrung [d] infolge der Maßnahme m der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$UML_{m,j,t}$ Länge [km] der Umleitungsstrecke unter der Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KFZ / d] für die betrachtete Fahrstrecke j

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

I Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

C: Bilanzierung der Treibhausgasemissionen

Die Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.

Die Umweltwirkungen werden anhand der Treibhausgasemissionen bewertet. Sie sind aus den Zeitverlusten und den Mehrkilometern und den Emissionsfaktoren nach Tabelle 8 zu berechnen.

Tabelle 8: Emissionsfaktoren (GRAUBNER, 2010)

Faktor	Wert	Einheit
$EM_{PKW,h}$	1,35	kg CO ₂ -Äqu./ (h * PKW)
$EM_{SV,h}$	17,56	kg CO ₂ -Äqu./ (h * SV)
$EM_{PKW,km}$	0,19	kg CO ₂ -Äqu./ (km * PKW)
$EM_{SV,km}$	0,74	kg CO ₂ -Äqu./ (km * SV)

Es werden die zu erwartenden Mehremissionen durch die PKW und SV- als gesamte Mehremissionen K_{MBV_G} [kg CO₂-Äqu./ (DTV)] wie folgt berechnet:

$$K_{MBV_G} = MBV_P + \sum_{a=v}^w MBV_{s,a} \quad (5)$$

mit

K_{MBV_G} Mehremissionen gesamt [kg CO₂-Äqu./ (DTV)]

MBV_P Mehremissionen durch die vom Stau betroffenen KFZs auf der primären (durch das Bauwerk gebildete) Fahrstrecke, über den für die Bewertung angesetzten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren in Bezug auf den DTV in [kgCO₂-Äqu./ (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

MBV_s Mehremissionen durch die vom Stau betroffenen KFZs auf der sekundären (z.B. das Bauwerk kreuzende oder unterführende) Fahrstrecke, über den für die Bewertung angesetzten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren in Bezug auf den DTV in [kg CO₂-Äqu./ (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

- a** die zu betrachtende Verkehrsstrecke
v erster durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg
w letzter durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

Die Mehremissionen auf den einzelnen Fahrstrecken MBV_j [kg CO₂-Äqu./ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$MBV_j = \sum_{t=1}^{t_d} (MBV_{Stau,j,t} + MBV_{Uml,j,t}) \quad (6)$$

mit

- MBV_j** Mehremissionen auf der Fahrstrecke j [kg CO₂-Äqu./ DTV]
MBV_{Stau,j,t} Mehremissionen durch Zeitverlust auf der Fahrstrecke j im Jahr t [kg CO₂-Äqu./ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (7)
MBV_{Uml,j,t} Mehremissionen infolge Umfahrung der Fahrstrecke j im Jahr t [kg CO₂-Äqu./ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (8)
t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren
t das zu betrachtende Jahr

Die Mehremissionen durch Zeitverluste auf der betrachteten Fahrstrecke $MBV_{Stau,j,t}$ [kg CO₂-Äqu./ DTV] im betrachteten Jahr wird wie folgt ermittelt:

$$MBV_{Stau,j,t} = \sum_{m=k}^l h_{Stau,j,t,m} * \frac{(EM_{PKW,h} * (1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}}) + EM_{SV,h} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}})}{DTV_{ges,j}} \quad (7)$$

mit

- h_{Stau,j,t,m}** prognostizierte gesamte Staustunden [h * KFZ] aller KFZ im betrachteten Jahr infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m
EM_{PKW,h} Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8
EM_{SV,h} Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8
DTV_{Ges,j,t} für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz/ d]
DTV_{SV,j,t} für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz/ d]
m die betrachtete Maßnahme
k erste durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr
l letzte durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

Die Mehremissionen infolge Umfahrung der betrachteten Fahrstrecke $MBV_{Uml,j,t}$ [kg CO₂-Äqu./ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$MBV_{Uml,j,t} = L_{Uml,j,t} * \left(EM_{PKW,km} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + EM_{SV,km} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) \quad (8)$$

mit

- L_{Uml,j,t}** Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im

	<p>betrachteten Jahr t</p> <p>$DTV_{Ges,j}$ prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>$DTV_{SV,j}$ prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>$EM_{PKW,km}$ Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>$EM_{SV,km}$ Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>Werden PKW- und Schwerverkehr auf verschiedene Umleitungen aufgeteilt, so sind die Mehrkilometer getrennt zu ermitteln und entsprechend zuzuweisen.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1559 1378 1973"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \tag{2}$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{4}$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je geringer die Verkehrsbeeinträchtigung infolge von Bau- und Erhaltungsmaßnahmen ist, desto geringer ist die zusätzliche Umweltbelastung und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu beurteilen.

1.9 Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne)	Kriterien-Nr.: 1.9
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Senkung des Energiebedarfs zählt zu den Nachhaltigkeitszielen der Bundesregierung. Der Gesamtprimärenergiebedarf in Deutschland ist leicht rückläufig. So sank der Verbrauchswert über alle Wirtschaftsbereiche im Jahre 2006 gegenüber dem Jahr 1990 um 7,5 %. Da große Mengen an Energie für die Baustoffherstellung und Verarbeitung benötigt werden, ist hier ein großes Einsparpotential vorhanden.
Beschreibung & Kommentar:	Mit dem nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf wird der Ressourcenverbrauch an Energieträgern bewertet, die sich im menschlichen Zeithorizont nicht regenerieren, wie Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas und Uran. Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf berücksichtigt dabei auch Verluste bei der Gewinnung, Verteilung und Nutzung der Energieträger.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf (PEne) ist MJ/m²·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS, 1985)

- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf (PEne) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf K_{PEne} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{PEne} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{GWP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PEne) über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostizierter nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf für die Herstellungsphase

E = prognostizierter nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostizierter nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostizierter nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Herstellungsphase H

sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,PE} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,PE} = 1,10$ multipliziert werden. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Ökobilau.dat zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,PE} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Str) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu

berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:
Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.
- (4) Metalle:

	Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.											
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Interpretationshinweise:

Je niedriger Wert des Primärenergiebedarfs ist, desto geringer ist die Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Ressourcen und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.10 Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil erneuerbarer Primärenergie (PEe)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Gesamtprimärenergiebedarf (PEges) und Anteil erneuerbarer Primärenergie (PEe)	Kriterien-Nr.: 1.10
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Neben der Senkung des Gesamtprimärenergiebedarfs ist es im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung Ziel der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energien zu erhöhen und damit gleichzeitig den Bedarf an nicht erneuerbaren Energieträgern zu senken. Da große Mengen an Energie für die Baustoffherstellung und Verarbeitung benötigt werden, ist hier ein großes Einsparpotential vorhanden.
Beschreibung & Kommentar:	Mit dem Gesamtprimärenergiebedarf wird der Ressourcenverbrauch an erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieträgern bewertet. Zu den erneuerbaren zählen u.a. Biomasse, Sonnenstrahlung, Erdwärme, Wasser- und Windkraft. Zu den nicht erneuerbaren zählen z.B. Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas und Uran. Der Gesamtprimärenergiebedarf berücksichtigt dabei auch Verluste bei der Gewinnung, Verteilung und Nutzung der Energieträger. Er wird in MJ angegeben.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	<u>1. Gesamtprimärenergiebedarf</u> <u>2. Anteil erneuerbarer Primärenergie</u>
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)</p> <p>Die Maßeinheit für den Gesamtprimärenergiebedarf (PEges) und den erneuerbaren Primärenergiebedarf (PEe) ist MJ/m²·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p>

- gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS, 1985)
- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

darzustellen.

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus der Gesamtprimärenergiebedarf (PE_{ges}) und der erneuerbare Primärenergiebedarf (PE_e) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für die Teilkriterien Gesamtprimärenergiebedarf $K_{PE_{ges}}$ und erneuerbare Primärenergie K_{PE_e} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet: Der prozentuale Anteil erneuerbarer Primärenergie am Gesamtprimärenergiebedarf $K_{PE_e\text{Anteil}}$ ergibt sich wie folgt:

$$K_{PE_e\text{Anteil}} = K_{PE_e} / K_{PE_{ges}} \quad (1)$$

$$K_{PE_{ges}} = K_{PE_{ne}} + K_{PE_e} \quad (2)$$

$$K_{PE_e} = (H + E + B + R) / t_d \quad (3)$$

mit

$K_{PE_{ges}}$ = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Gesamtprimärenergiebedarfs (PE_{ges}) über den gesamten Lebenszyklus

$K_{PE_{ne}}$ = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PE_{ges}) über den gesamten Lebenszyklus aus Kriterium 1.9

K_{PE_e} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des erneuerbaren Primär-

- energiebedarfs (PEe) über den gesamten Lebenszyklus
- H** = prognostizierter Ökobilanzwert für die Herstellphase
- E** = prognostizierter nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf für die Erhaltung in der Nutzungsphase
- B** = prognostizierter Ökobilanzwert für den Betrieb in der Nutzungsphase
- R** = prognostizierter Ökobilanzwert für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende
- t_d** = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,PE} = 1,01$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,PE} = 1,10$ multipliziert werden. Davon ausgenommen sind große Erdbewegungen im Straßenbau im Rahmen des Massenausgleichs, die in jedem Fall aus den Randbedingungen des Projektes mit realistischen Entfernungen unter Ansatz der Transportmitteldatensätze der Ökobilanz zu berechnen sind.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauprozesses entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,PE} = 1,01$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die

Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Grünpflege, Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Arbeiten des Winterdienstes dürfen auf der Grundlage eines durchschnittlichen Winters aus einem Betrachtungszeitraum der letzten zehn Winter angesetzt werden.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

	<p>(1) Mineralische Baustoffe: Es ist der Entsorgung-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.</p> <p>(2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.): Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.</p> <p>(3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen: Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Die beiden Teilkriterien sind gleich zu gewichten. Jedes der Teilkriterien wird nach den nachfolgenden Verfahren bewertet. Aus den Teilkriterien wird der Mittelwert berechnet und als Bewertung des Kriteriums 1.10 verwendet.</p> <p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs der Teilkriterien in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p><u>Level 1:</u></p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p>

Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger Wert des Gesamtprimärenergiebedarfs bei gleichzeitig hohem Anteil erneuerbarer Energien ist, desto geringer ist die Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Ressourcen und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.12 Flächeninanspruchnahme

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Flächeninanspruchnahme	Kriterien-Nr.: 1.12
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Die anhaltend hohe Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke (ca. 120 ha pro Tag im Jahr 2005) stellt ein großes Defizit für eine nachhaltige Entwicklung dar. Ziel der Bundesregierung ist es deshalb, die Inanspruchnahme neuer Flächen bis zum Jahr 2020 auf 30 ha pro Tag zu begrenzen. Die Straßenverkehrsfläche hat hieran einen bedeutenden Anteil (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006).</p> <p>Die größte Lenkungsmöglichkeit besteht zwar vor der Linienbestimmung, das Kriterium ist aber auch für spätere Planungsphasen (z.B. Baustelleneinrichtung) noch relevant.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Umwandlung von naturnahen Flächen beeinträchtigt zum einen die ökologischen Funktionen des Bodens und geht zum anderen mit Zersiedelung und Landschaftszerschneidung einher. Dies wird auch in der Umweltverträglichkeitsprüfung mit dem Schutzgut „Landschaft“ angesprochen.</p> <p>Fläche wird zum einen dauerhaft durch das Bauwerk und zum anderen vorübergehend während der Baumaßnahmen beansprucht. Die dauerhafte Flächeninanspruchnahme ist vor allem vor der Linienbestimmung relevant. Hier wird nur die vorübergehende Flächeninanspruchnahme betrachtet. Darüber hinaus beansprucht auch die Mineralstoffgewinnung der Baustoffe Flächen. Diese wird nicht berücksichtigt.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage einer Flächenbilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die zur Herstellung der Verkehrsanlage erforderliche</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorübergehende und - dauerhafte Flächeninanspruchnahme <p>quantifiziert und bezogen auf die Bezugsgröße bewertet wird.</p> <p><u>Quantifizierung der Flächeninanspruchnahme</u></p> <p>Bei der Ermittlung der vorübergehenden bzw. dauerhaften Flächeninanspruchnahme ist eine gewichtete Flächenbilanz zu erstellen. Die zur Herstellung der betrachteten Verkehrsfläche vorübergehend oder dauerhaft benötigten Flächen (Grunderwerbsplan) werden hinsichtlich ihrer Größe [m²] und ihrer Beschaffenheit, d.h. der vor Durchführung der Baumaßnahme bestehenden Nutzungsart, bewertet.</p> <p>Die vor Durchführung der Baumaßnahme bestehende Nutzungsart wird in einem vereinfachten Verfahren mit einem Nutzungsfaktor nach Tabelle 1 belegt:</p>

Tabelle 1: Nutzungsarten und Nutzungsfaktoren

Zeile	Nutzungsart	Nutzungsfaktor
1	Gebäude- und Freifläche	0,9
2	Betriebsfläche	0,5
3	Erholungsfläche	1,3
4	Verkehrsfläche	0,0
5	Landwirtschaftsfläche	1,5
6	Waldfläche	1,5
7	Wasserfläche	1,5
8	Flächen anderer Nutzung	1,0

Die für die Nutzungsarten ermittelten (Teil-) Flächengrößen [m²] sind mit den jeweils zugeordneten Nutzungsfaktoren [-] zu multiplizieren und vorhabenbedingten, nutzungsartbezogenen Flächeninanspruchnahme A_{Nab} [m²] aufzusummieren.

Die Werte sind auf die zu schaffenden Verkehrsfläche A_{Vf} [m²] als Bezugsgröße zu beziehen, mit:

Verkehrsfläche = Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks, d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Bankette [m²]

Es sind zwei Verhältniswerte (Quotienten) $A_{\text{Nab}} / A_{\text{Vf}}$ für

- vorübergehende Flächeninanspruchnahme und
- dauerhafte Flächeninanspruchnahme

zu bilden.

Argumentative Einordnung in Kategorien

Die Verhältniswerte der vorübergehenden und der dauerhaften Flächeninanspruchnahme sind im Erläuterungsbericht einander gegenüberzustellen und zu werten. Dabei gilt: Je kleiner der Verhältniswert $A_{\text{Nab}}/A_{\text{Vf}}$ ist, desto besser wird die Vorhabensvariante beurteilt.

Bewertungsmaßstab:

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

Interpretationshinweise:

Je niedriger die Flächeninanspruchnahme ist, umso besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.13 Abfall und Kreislaufwirtschaft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Abfall und Kreislaufwirtschaft	Kriterien-Nr.: 1.13
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums ist die Vermeidung von Abfall und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung von Abfällen. Die Verwertung von Abfällen (Kreislaufwirtschaft) ist anzustreben, da ein Recycling gleichzeitig zur Ressourcenschonung beiträgt.
Beschreibung & Kommentar:	<p>Abfall fällt während des gesamten Lebenszyklus in unterschiedlicher Art und Menge an:</p> <p>Bei Bauarbeiten sind Baustellenabfall und Restmaterial zu entsorgen. Beim Straßenbetrieb fallen Grünschnitt und Kehrgut an. Beim Rückbau von Bauteilen oder Bauwerken entstehen große Mengen an Bauschutt.</p> <p>Abfallvermeidung und ein hochwertiges Recycling können durch gezieltes Management, sortenreine Trennbarkeit von Konstruktionen, etc. gefördert werden. Notwendige Beseitigung von Abfall muss umweltverträglich sein.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Entsorgungskonzepts
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem das Entsorgungskonzept bewertet wird.</p> <p><u>Entsorgungskonzept</u></p> <p>Ein Entsorgungskonzept für den Anfall der entsorgungspflichtigen Abfälle über den Lebenszyklus ist vorzulegen.</p> <p>Liegt kein Entsorgungskonzept vor, so ist das Kriterium mit <u>0 Punkten</u> zu bewerten.</p> <p>Das Entsorgungskonzept muss die maßgeblichen zu erwartenden Abfälle [t], differenziert nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, quantifizieren.</p> <p>Es ist der gesamte Lebenszyklus zu betrachten. Dabei sind für die Nutzungsphase das realistische Erhaltungsszenario und das Betriebsszenario aus den Steckbriefen der Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10) und Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) zugrunde zu legen.</p> <p>Mögliche Problemstoffe und Entsorgungswege sind anzugeben.</p> <p>Die gesetzlichen Mindestvorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (z.B. Trennung der Baustoffe in mineralische Abfälle, Wertstoffe, gemischte Baustellenabfälle, Problemabfälle und asbesthaltige Abfälle) sind einzuhalten.</p>

	<p><u>Quantifizierung der Abfallmengen (Abfallbilanz)</u></p> <p>Die Abfallmengen [t] sind auf die zu schaffenden Verkehrsfläche A_{Vf} als Bezugsgröße zu beziehen, mit:</p> <p>Verkehrsfläche = Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks, d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Bankette [m²]</p> <p><u>Argumentative Einordnung in Kategorien</u></p> <p>Die bezogenen Abfallmengen und das Entsorgungskonzept sind im Erläuterungsbericht einander gegenüberzustellen und zu werten. Dabei gilt: Je kleiner die bezogenen Abfallmengen sind, desto besser wird die Vorhabensvariante beurteilt.</p>								
<p><i>Bewertungsmaßstab:</i></p>	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Bewertungspunkte</th> <th style="text-align: center;">Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td style="text-align: center;">50%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> <p><u>projektabhängiger Maßstab:</u></p> <p>Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu be-</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

	<p>gründen.</p> <p>Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.</p> <p>Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität</p> <table border="1" data-bbox="435 680 1321 1128"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>erreichte Qualität</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>sehr gut</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>gut</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>durchschnittlicher Baustandard</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>schlecht</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>sehr schlecht</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p>	Bewertungspunkte	erreichte Qualität	10,0	sehr gut	7,5	gut	5,0	durchschnittlicher Baustandard	2,5	schlecht	0	sehr schlecht
Bewertungspunkte	erreichte Qualität												
10,0	sehr gut												
7,5	gut												
5,0	durchschnittlicher Baustandard												
2,5	schlecht												
0	sehr schlecht												
<i>Interpretationshinweise:</i>	Je mehr Abfälle vermieden oder recycelt werden, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.												

1.14 Ressourcenschonung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Ressourcenschonung	Kriterien-Nr.: 1.14
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ist der Ressourcenbedarf insgesamt zu minimieren.</p> <p>Im Infrastrukturbereich werden große Mengen Gesteinskörnungen (Splitt, Schotter, Sand, Kies etc.) eingesetzt, unter den nichtmineralischen Ressourcen ist insbesondere Bitumen für die Fahrbahndecke relevant. Erneuerbare Ressourcen spielen im Straßeninfrastrukturbereich derzeit kaum eine Rolle.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Eine Verringerung des Bedarfs kann durch "sparsame" Konstruktionen, den Einsatz von Recyclingbaustoffen, sowie in begrenztem Maße durch Substitution mit nachwachsenden Rohstoffen erreicht werden.</p> <p>Der Bedarf stofflicher Ressourcen zur Energiegewinnung wird in den Steckbriefen 1.9 und 1.10 behandelt.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage einer Ressourcenbilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem der Ressourcenbedarf in der Herstellungs- und der Nutzungsphase der Verkehrsanlage quantifiziert und bezogen auf die Bezugsgröße bewertet wird.</p> <p><u>Quantifizierung des Ressourcenbedarfs</u></p> <p>Bei der Ermittlung des Ressourcenbedarfs sind die Mengen der maßgebenden stofflichen (nicht energetischen) Ressourcen [t] zu ermitteln (z.B. Sand/Kies, Bitumen, Zement, Salz).</p> <p>Es ist der gesamte Lebenszyklus zu betrachten. Dabei sind für die Nutzungsphase das realistische Erhaltungsszenario und das Betriebsszenario aus den Steckbriefen der Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10) und Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) zugrunde zu legen.</p> <p>Die lokale Verfügbarkeit der Ressourcen ist zu beurteilen.</p> <p>Die Werte sind auf die zu schaffenden Verkehrsfläche A_{VF} als Bezugsgröße zu beziehen, mit:</p> <p style="padding-left: 20px;">Verkehrsfläche = Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks, d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Bankette [m²]</p> <p><u>Argumentative Einordnung in Kategorien</u></p> <p>Der relative Ressourcenbedarf und die lokale Verfügbarkeit der Ressourcen sind im Erläuterungsbericht einander gegenüberzustellen und zu werten. Dabei gilt: Je kleiner Bedarf an knappen Ressourcen, desto besser wird die Vorhabenvariante beurteilt.</p>

**Bewertungs-
maßstab:**

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungs- punkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je geringer der Ressourcenbedarf, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

Ökonomische Qualität

2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökonomische Qualität	
Kriterium:	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	Kriterien-Nr.: 2.1
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Verkehrsinfrastrukturen verursachen über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg hohe Kosten. Dies bezieht sich sowohl auf die Herstellung von Bauwerken als auch auf deren Nutzung bzw. Erhaltung.</p> <p>Im Sinne eines wirtschaftlichen Umgangs mit finanziellen Ressourcen ist es Ziel, die Lebenszykluskosten zu minimieren und Entscheidungen, nicht wie bisher üblich, vorrangig an den einmaligen Investitionskosten auszurichten, sondern die Erhaltungskosten mit einzubeziehen.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Es besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Planung und Qualität des Bauwerks und den späteren Kosten in der Nutzungsphase.</p> <p>Insbesondere die zyklisch auftretenden Erhaltungsmaßnahmen können durch gezielte Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit einzelner Bauteile und Konstruktionen bereits in der Planungsphase optimiert werden.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ermittlung von Lebenszykluskosten (Kapitalwert)
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Nach der folgenden Bewertungsmethode werden die Lebenszykluskosten als direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus ermittelt. Genauere Verfahren sind zulässig, sofern sie für alle Vergleichsvarianten identisch angewendet werden.</p> <p>Die Bewertung der Lebenszykluskosten erfolgt durch eine Ermittlung der Lebenszykluskosten mit der Kapitalwertmethode [€ / Bezugsgröße].</p> <p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>In die Lebenszykluskostenanalyse sind folgende Teile der Herstell- und Erhaltungskosten einzubeziehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellungskosten des Infrastrukturbauwerks bis zur Verkehrsübergabe - Kosten für regelmäßige Erhaltung (betriebliche Erhaltung, bauliche Unterhaltung) [RE] - Kosten für unregelmäßige Erhaltung (bauliche Instandsetzung und Erneuerung) [UE] - Kosten für Verkehrssicherung: z.B. bei eingeschränkter/ veränderter Nutzung oder bei Vollsperrung <p>Die Planungs- sowie die Rückbaukosten der Verkehrsanlage sind in der Berechnung zu vernachlässigen.</p> <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die</p>

zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2011)

Die Maßeinheit ist € / m².

Mengenermittlung

Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus. Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren. (Hinweis: Die relevanten Bauteile für Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung sind nicht zwingend deckungsgleich).

Die Mengenermittlung ist

- gemäß der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS, 1985)
- auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 1985)

Diese ist gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKS (AKS, 1985) zu verwenden:

aus Hauptgruppe 2: Untergrund, Unterbau und Entwässerung

aus Hauptgruppe 3: Oberbau

aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Lebenszykluskostenrechnung

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Lebenszykluskostenrechnung nach der Kapitalwertmethode.

Die Angabe aller Kosten erfolgt netto und wird auf die Bezugsgröße bezogen.

Die Summe der Herstellungskosten sowie der auf das Erstellungsjahr abgezinsten Folgekosten wird als Kapitalwert der Lebenszykluskosten K_{KW} [€] bezeichnet und wie folgt berechnet:

$$K_{KW} = H + \sum_{t=1}^{t_d} \frac{H * f_{RE} * (1+p)^t}{(1+i)^t} + \sum_{t=1}^{t_d} \frac{UE_t * (1+p)^t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

mit

K_{KW} Kapitalwert [€]

H Herstellungskosten [€]

t das zu betrachtende Jahr

t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

f_{RE} Erhaltungsfaktor für regelmäßige Erhaltung (Wartung, Inspektion und Verbzw. Ausbesserungen) [%]

UE_t Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen im Jahr t

i Kalkulationszins: 3%

p Preissteigerungsrate: 2%

A: Herstellungskosten

Für die Herstellungskosten **H** ist eine Kostenermittlung oder -feststellung für das Jahr der Bauwerksfertigstellung vorzunehmen. Ggf. sind die Kosten auf den entsprechenden Preisstand umzurechnen.

B: Folgekosten in der Nutzungsphase

Die Ermittlung der Folgekosten für die Nutzungsphase basiert auf einem Erhaltungsszenario. Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltung des Infrastrukturbauwerks gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen. Das Erhaltungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Die Erhaltung setzt sich grundsätzlich aus regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), und unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen), zusammen.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Erhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Diese Maßnahmen bestehen in der Regel aus einem kompletten Austausch des Bauteils oder einer Erneuerung der Oberfläche.

Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Die Kosten der Instandhaltung dürfen über einen Faktor f_{RE} als prozentualer Anteil der Herstellungskosten ermittelt werden. Es gilt:

$$f_{RE} = 1\%$$

Für die Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind in Maßnahmenpakete zusammenzufassen.

Die Intervalle für die Erhaltungsmaßnahmen sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/ Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/ Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen. Die Kosten sind nach AKS (AKS, 1985) und RSA (FGSV, 1995) zu kalkulieren.

Tabelle 1: Intervalle für Erhaltungsmaßnahmen für den Straßenoberbau

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]	Instandsetzungs- und Erhaltungsintervalle [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12	12, 25, 37, 50, 62, 75, 87
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15	15, 30, 45, 60, 75, 90
Gussasphalt (Deckschicht)	19	20, 40, 60, 80
Asphaltbinderschicht	26	25, 50, 75
Asphalttragschicht	55	55
Beton (Deckschicht)	26	25, 50, 75
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45	40, 80

* (FGSV, 2001) und ABBV

Bewertungs- maßstab:

Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab

Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird

Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird

Anmerkung:

Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandrbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.

Referenzwert = keine Angabe vorhanden

Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.

Level 1:

Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert **Z**, Referenzwert **R** und Grenzwert **G** angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert **K** verglichen.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.

Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktile p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ (3)

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ (4)

- x_i Stichprobenwert
- n Umfang der Stichproben
- k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger die ermittelten Kosten sind, desto besser ist das Bauwerk zu bewerten.

2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökonomische Qualität	
Kriterium:	Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	Kriterien-Nr.: 2.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Staus und Zeitverzögerungen im Straßenverkehr sind nicht nur ärgerlich für die Nutzer, sie verursachen auch große volkswirtschaftliche Kosten.</p> <p>Relevant für die Bewertung von Infrastrukturbawerken sind hier vor allem Verkehrsbeeinträchtigungen an Baustellen, da diese bereits in der Planungsphase minimiert werden können.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Zeitkosten, die durch Verkehrsbeeinträchtigungen entstehen, sind sogenannte externe Kosten, da sie nicht beim Bauherren oder Betreiber des Infrastrukturbawerks, sondern bei den Nutzern anfallen.</p> <p>Bisher werden diese externen Kosten nur indirekt berücksichtigt. Bei der Abwicklung von Erhaltungsmaßnahmen wird z. B. versucht, Staus durch die Wahl einer günstigen Verkehrsführung oder einen beschleunigten Bauablauf zu minimieren.</p> <p>Bereits in der Planung eines Bauwerks können die notwendigen Erhaltungsmaßnahmen und damit die externen Kosten maßgeblich beeinflusst werden.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Ermittlung externer Kosten infolge von Zeitverlusten und Mehrkilometern.
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Zeitverluste und Mehrkilometer infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Es sind alle relevanten Baumaßnahmen (Neubau, Unterhaltung, Instandsetzung und Erhaltung) im vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen. Übersteigt der prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) 50% der Tageskapazität der geplanten Verkehrsanlage ist ab diesem Zeitpunkt diese maximale Belastung als konstanter Wert bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes zu verwenden. Um Häufigkeit und Dauer der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst gering zu halten, werden die Erhaltungsmaßnahmen entsprechend den vorgegebenen Zyklen in Maßnahmenpakete zusammengefasst.</p> <p>Die Bewertung ist abhängig von der Verkehrsdichte der untersuchten Strecke und erfolgt nur für Strecken mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtverkehr (DTV_{Ges}) von min. 5.000 Kfz/d. Bei Verkehrsstrecken mit einem DTV_{Ges} unterhalb von 5.000 Kfz/d kann die Verkehrsbeeinträchtigung vernachlässigt werden. Das Kriterium wird in diesem Fall mit 10 Punkten bewertet.</p> <p>Es sind Auswirkungen der Baumaßnahmen auf primäre Fahrstrecken (durch das Bauwerk gebildet) und sekundäre Fahrstrecken (das Bauwerk kreuzend) einzubeziehen.</p> <p>Es werden folgende vereinfachte Annahmen zugrunde gelegt:</p> <p>Die Auswirkungen auf eine primäre oder sekundäre Fahrstrecke sind entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Änderung der Verkehrsführung (Baustellenverkehrsführung) oder - eine Vollsperrung mit Umleitung.

Falls eine Baumaßnahme auf eine bestimmte Fahrstrecke keine Auswirkungen hat, so ist dies darzulegen.

Im Falle einer Baustellenverkehrsführung werden die Zeitverluste infolge von Stau ermittelt. Im Falle einer Vollsperrung wird die Verlängerung des Fahrtweges durch die Umleitung ermittelt.

Stau auf Umleitungsstrecken wird ebenso vernachlässigt, wie Mehrkilometer infolge Stauumfahrung.

Zusammenstellung aller Baumaßnahmen mit Verkehrsbeeinträchtigung

Die Verkehrsbeeinträchtigungen im Lebenszyklus des Bauwerks sind aus dem Erhaltungsszenario zu ermitteln. Für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) muss ein einheitliches Erhaltungsszenario zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Verkehrsbeeinträchtigung sind nur Maßnahmen mit Arbeitsstellen längerer Dauer (AID) relevant. Maßnahmen an Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD) dürfen vernachlässigt werden. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden ebenfalls vernachlässigt.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen mit einer Nutzungsdauer von weniger als 100 Jahren sind die Erhaltungsmaßnahmen im vorgegebenen Intervall zu berücksichtigen.

Für freie Strecken sind die Nutzungsdauern aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden.

Tabelle 1: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer* [Jahre]
Asphaltbeton (Deckschicht)	12
Splittmastixasphalt (Deckschicht)	15
Gussasphalt (Deckschicht)	19
Asphaltbinderschicht	26
Asphalttragschicht	55
Beton (Deckschicht)	26
Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	60
Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt	55
Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton	45

*(FGSV, 2001) und ABBV

Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Zeitdauern der unregelmäßigen Erhaltungsmaßnahmen und die zugehörigen Verkehrsführungen sind individuell zu ermitteln. Bei der Erhaltungsplanung ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind zeitlich in Maßnahmenpakete zusammenzufassen und die Dauer der Erhaltungsarbeiten in den entsprechenden Intervallen zu berechnen. Dabei ist auf volle Tage aufzurunden. Bei einer Überschreitung von 52 Bauwochen im betrachteten Jahr sind die übrigen Bauwochen auf das darauffolgende Jahr zu übertragen. Eine genauere Ermittlung der Zeit-

dauern für die Erhaltungsmaßnahmen ist zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert wird.

Erhaltungsmaßnahmen sind gegebenenfalls in den Maßnahmenpaketen parallel auszuführen, um die Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung zu reduzieren. Dies ist ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Nicht in den Tabellen angegebene Maßnahmen (Bauteile) und deren Verkehrsbeeinträchtigungsszenarien sind separat zu ermitteln und nachvollziehbar zu dokumentieren. Abweichende Verkehrsführungen sind nur zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert sind.

Die Grenzleistungsfähigkeit für ausgewählte Streckengrößen ist in den Tabellen 2-6 angegeben. Für nicht aufgeführte Streckengrößen sind die Kapazitäten nach (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008) gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist von einer Grundkapazität von 1.830 KFZ pro Fahrstreifen (bei einstreifigen Verkehrsstrecken von 1.570 KFZ) auszugehen und diese mit den in der Legende hinterlegten Faktoren an die Fahrstrecke anzupassen.

Tabelle 2: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für Landstraßen

Regelplan ¹⁾	Verkehrsführung ¹⁾	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung	Baustellenzugewandte Fahrtrichtung
C 1 / 1 2	Ohne und mit geringer Einengung der FB	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C 1 / 3	Verkehrsführung über Behelfsfahrstreifen	1400 ²⁾	1330 (Ü) ²⁾³⁾
C 1 / 4 u.6	FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. VZ	500 ²⁾	
C 1 / 5	FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. LSA	1450 Pkw-E/h Grünzeit ⁴⁾	
C 1 / 7	3-streifige FB; Sperrung re. FS der 2-streifigen Ri	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C 1 / 8	3-streifige FB; Sperrung der 1-streifigen Ri	1330 (Ü) ²⁾³⁾	1400 ²⁾

¹⁾ nach RSA 95 (FGSV, 1995)

²⁾ (SCHMUCK, 1984)

³⁾ (BECKMANN, 2001), (HELLMANN, 2008)

⁴⁾ (STAADT, 1979)

Tabelle 3: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 2-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung		Baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D I/1	2n+2	40,5	1830	1830	1830	1830
			3660		3600	
	2n+2 Arbeiten am MS		1830	1830	1739	1830
			3660		3569	
D I/2	2n+2	1830	1830	1739 (B)	1830	
			3360		3569	
D II/2	4s+0	29,4	1830	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1739 (Ü)
			3569		3391	
D II/3	2+0	11,0	1739 (W)			1652 (Ü,W)
			1739		1652	
D I/3	2n+1	7,8	1830	1830		1739 (Ü)
			3660		1739	
D II/1	3s+1	7,6	1830	1739 (B)	1739 (Ü)	1830
			3569		3569	
-	1+1	2,5	1739 (W)			1739 (W)
			1739		1739	
D II/4	3s+0	1,1	1830	1739 (B)		1652 (Ü,W)
			3569		1652	

Tabelle 4: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 3-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenabgewandte Fahrtrichtung			baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
D I/5	3n+3	27,5	1830	1830	1830	1739 (B)	1739 (B)	1830
			5490			5308		
D I/6	3n+2	25,8	1830	1830	1830		1652 (B,W)	1830
			5308			3482		
D II/5	4s+2	11,7	1830	1739 (B)	1739 (B)	1739 (Ü)	1739 (B)	1830
			5308			5308		
D II/7	4+0	11,7	1830	1652 (B,W)			1569 (B,Ü,W)	1739 (Ü)
			3482			3308		
-	2+2	9,2	1830	1652 (B,W)			1652 (B,W)	1830
			3482			3482		
D II/6	5s+1	5,8	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5134		
-	6s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5043		
D II/8	5s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)		1569 (B,Ü,W)	1739(Ü)
			5308			3308		
-	3+1	1,7	1830	1739 (W)			1652 (Ü,W)	1830
			3569			3482		

Tabelle 5: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 2-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D III/2b	2n+1, Wegfall LFS	25	1652 (TB,W)	
			1652	
D III/2b, D III/3a, D III/3b	2n+1, Wegfall ÜFS	8		1652 (TB,W)
			1652	
D III/4	2n+s	29	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130	
D III/7	2n+2 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1739 (TB)	1739 (TB)
			3478	

Tabelle 6: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 3-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
analog D III/1, D III/2a und 2b	3n+2, Wegfall LFS	26	1739 (TB)	1652 (TB,W)	
			3391		
analog D III/1, DIII/3a und 3b	3n+2, Wegfall 2. ÜFS	33		1652 (TB,W)	1739 (TB)
			3391		
analog D III/4	3n+3s	0	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			4695		
DIII/5	3n+1	1	1652 (TB,W)		
			1652		
D III/6	3n+3, Arbeiten auf Seitenstreifen	2		1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130		
analog D III/7	3n+3 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1830	1830	1830
			5490		

Legende (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008):

		Faktoren
B	Überschreiten der kritischen Fahrstreifenbreite	0,95
Ü	Überleitung auf die Gegenfahrbahn	0,95
W	Wegfall eines benachbarten Fahrstreifens	0,95
TB	einfachere Ausstattung von Tagesbaustellen	0,95
V	Verschwenkung	0,90
ÜV	vorwiegender Urlaubsverkehr	0,90
AB	bei Lage des Streckenabschnitts außerhalb von Ballungsräumen	0,95
n	die Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn werden nicht durch die Baustellenverkehrs-führung in Anspruch genommen	
s	der Verkehr wird unter Mitbenutzung des Standstreifens geführt	

A: Ermittlung der Zeitverluste

Die Staudauer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks darf unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Stau entsteht, wenn die Verkehrsbelastung innerhalb einer betrachteten Stunde die Kapazität der Fahrstrecke übersteigt. In diesem Fall wird die gesamte Zeitverzögerung in der betrachteten Stunde aus der zugehörigen Gesamtverkehrsüberlastung und einer anzusetzenden Verzögerung je Fahrzeug ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge, deren Nachfrage in der betrachteten Stunde nicht bedient werden konnte, wird zur Verkehrsnachfrage der Folgestunde hinzuaddiert.

Im vereinfachten Verfahren wird die stündliche Verkehrsbelastung, d.h. die Anzahl der Fahrzeuge, die in der betrachteten Stunde die Fahrstrecke passieren, anhand des prognostizierten DTV über typisierte Tagesganglinien für die repräsentative Bauwoche ermittelt. Ein genaueres Verfahren ist zulässig, z.B. die Verwendung streckenspezifischer oder seasonspezifischer Tagesganglinien, oder die Verwendung von Tagesganglinien aus Verkehrsmessungen bei Bestandsbauwerken.

Die Stautunden $h_{\text{Stau},j,t}$ [h*KFZ] sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j wie folgt zu ermitteln:

$$h_{\text{Stau},j,t} = \sum_{m=1}^l T_{j,t,m} \cdot \sum_{q=1}^7 \sum_{i=1}^{24} h_{i,q,j,m} \quad (1)$$

mit

$T_{j,t,m}$ Dauer T [Wo] der jeweiligen Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j in dem betrachteten Jahr t

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

l Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

q betrachteter Tag Wochentag (1-7, Mo. bis So.)

i betrachtete Stunde (1-24)

$h_{i,q,j,m}$ Stautunden aller KFZ [h * KFZ] in der betrachteten Stunde i am betrachteten Wochentag q auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m , zu ermitteln nach Gleichung (2)

Die Stautunden $h_{i,q,j,m}$ aller KFZ in der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m werden wie folgt ermittelt:

$$h_{i,q,j,m} = n \cdot \left(\text{KFZ}_{j,q,R1,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R1,i} - 2\text{GrL}_{j,R1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i} - 2\text{GrL}_{j,R2} \right) + h_{i-1,q,j,m} \quad (2)$$

mit

$\text{KFZ}_{j,q,R1,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung $R1$ nach Gl. (3)

$\text{GrL}_{j,R1}$ Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung $R1$, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6

$\text{KFZ}_{j,q,R2,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten

	Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung R2 nach Gl. (3)
GrL_{j,R2}	Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung R2, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6
n	Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge [h] Im vereinfachten Verfahren ist mit einer Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge von 0,5 h zu rechnen.
h_{i-1,q,j,m}	Stautunden der Vorstunde zu der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j [h * KFZ]
i	betrachtete Stunde
j	betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)
m	betrachtete Erhaltungsmaßnahme

Die prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j für die Richtungen 1 und 2 ergeben sich wie folgt:

$$\mathbf{KFZ_{j,q,R1/2,i} = Anteil\ DTV \cdot DTV_j / 2} \quad (3)$$

mit

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [Kfz/d] auf der Fahrstrecke j
Anteil DTV nach Tab. 7

Anmerkung:

Die betrachtete Stunde i muss eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) der Fahrstrecke vorweisen, um eine Stausituation entstehen zu lassen und in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: **KFZ_{R,i} - GrL_R muss > 0** sein, ansonsten entsteht keine Stausituation und die aktuell betrachtete Stunde wird **nicht** berücksichtigt.

Hat sich in der untersuchten Vorstunde i-1 bereits eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) ergeben, so kann die aktuell betrachtete Stunde i auch eine Unterschreitung der Grenzleistungsfähigkeit vorweisen, um in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: Wenn **h_{i-1} > 0** darf **h_i < 0** sein, da sich die Stausituation wieder auflöst.

Tabelle 7: Tagesganglinien (repräsentative Bauwoche, vereinfachtes Verfahren) (HELLMANN, 2008)

Std.	Anteil DTV (%) (Tagesganglinie für repräsentative Bauwoche*)				
	Mo	Di, Mi, Do	Fr	Sa	So
Vorgeschlagener Tagesganglinientyp	Typ C	Typ C	Typ C	Typ A	Typ A
0-1	1,683	1,183	0,983	1,844	2,283
1-2	1,253	0,944	0,724	1,339	1,718
2-3	1,070	0,875	0,643	1,028	1,207
3-4	1,238	0,973	0,723	0,914	0,951
4-5	1,948	1,445	1,163	1,083	0,850
5-6	3,645	2,939	2,743	1,810	0,999
6-7	5,669	5,025	5,019	2,532	1,232
7-8	6,477	6,181	6,070	3,635	1,805
8-9	6,420	6,282	5,623	5,197	3,029
9-10	6,191	6,059	5,359	6,429	4,582
10-11	6,031	5,784	5,459	6,976	5,913
11-12	5,922	5,661	5,734	6,973	6,517
12-13	5,779	5,707	6,406	6,874	6,511
13-14	5,818	5,982	6,896	7,102	6,854
14-15	5,969	6,259	7,008	7,121	7,263
15-16	6,268	6,646	7,028	6,534	7,056
16-17	6,644	7,031	6,952	6,374	7,211
17-18	6,355	6,861	6,671	6,358	7,662
18-19	5,576	6,211	6,213	6,144	7,507
19-20	4,457	5,061	5,259	5,273	6,704
20-21	3,461	3,927	4,093	4,121	5,619
21-22	2,725	3,073	3,116	3,277	4,506
22-23	2,176	2,449	2,535	2,924	3,697
23-24	1,552	1,773	1,908	2,469	2,650

* Nach Empfehlung werden die Tagesganglinientypen mit relativ ausgeglichenem Verkehr (Typ C und Typ A) vorgegeben. Diese sind mit dem Umrechnungsfaktor zur Ermittlung der repräsentativen Bauwoche multipliziert worden – unter Verwendung der empfohlenen Jahressganglinie Typ B, die eine weitgehend ausgeglichenen Verlauf mit leichten Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen aufweist. (HELLMANN, 2008)

B: Ermittlung der Mehrkilometer

Beim vereinfachten Verfahren dürfen die Mehrkilometer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Bei einer Vollsperrung einer Fahrstrecke mit Einrichtung einer Umleitungsstrecke werden die Mehrkilometer auf der Umleitungsstrecke ersatzweise mit dem Verkehrsaufkommen der gesperrten Strecke berücksichtigt.

Werden mehrere Umleitungen eingerichtet, auf die sich der Verkehr verteilt, so sind die Mehrkilometer anteilig zu wichten.

Die gesamten Mehrkilometer aller KFZ $L_{Uml,j,t}$ sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j nach Gl. (4) zu ermitteln.

$$L_{Uml,j,t} = \sum_{m=1}^I d_{m,j,t} \cdot UML_{m,j,t} \cdot DTV_j \quad (4)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$d_{m,j,t}$ Dauer der Sperrung [d] infolge der Maßnahme m der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$UML_{m,j,t}$ Länge [km] der Umleitungsstrecke unter der Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KFZ / d] für die betrachtete Fahrstrecke j

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

I Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

C: Ermittlung externer Kosten

Die externen Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.

Die externen Kosten werden anhand des Kapitalwerts der Zeit- und Kilometerkosten bewertet. Sie sind aus den Zeitverlusten bzw. Mehrkilometern und den Kostenfaktoren nach Tabelle 8 mit der Kapitalwertmethode zu berechnen.

Tabelle 8: Kostenfaktoren (GRAUBNER, 2010)

Faktor	Wert	Einheit
$WT_{PKW,h}$	7,40	€ / (h * PKW)
$WT_{SV,h}$	28,26	€ / (h * SV)
$WT_{PKW,km}$	0,12	€ / (km * PKW)
$WT_{SV,km}$	0,47	€ / (km * SV)

Es werden die zu erwartenden externen Kosten durch PKW und SV als gesamte Kosten K_{EK_G} [€ / (DTV)] aller betroffenen Fahrstrecken wie folgt berechnet:

$$K_{EK_G} = EK_P + \sum_{a=v}^w EK_{s,a} \quad (5)$$

mit

K_{EK_G} Externe Kosten gesamt [€ / (DTV)]

EK_P Externe Kosten der betroffenen Fahrzeuge auf der primären (durch das Bauwerk gebildete) Fahrstrecke in Bezug auf den DTV [€ / (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

EK_s Externe Kosten der betroffenen Fahrzeuge auf einer sekundären (z.B. das Bauwerk kreuzende oder unterführende) Fahrstrecke in Bezug auf den DTV [€ / (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

a die zu betrachtende Verkehrsstrecke

v erster durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

w letzter durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

Die externen Kosten auf den einzelnen Fahrstrecken EK_j [€ / DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$EK_j = \sum_{t=1}^{td} \left[(EK_{Stau,j,t} + EK_{Uml,j,t}) * \frac{(1+p)^t}{(1+i)^t} \right] \quad (6)$$

mit

EK_j Externe Kosten auf der Fahrstrecke j [€ / DTV]

$EK_{Stau,j,t}$ Externe Kosten durch Zeitverlust auf der Fahrstrecke j im Jahr t [€ / DTV], zu ermitteln nach Gleichung (7)

$EK_{Uml,j,t}$ Externe Kosten infolge Umfahrung der Fahrstrecke j im Jahr t [€ / DTV], zu ermitteln nach Gleichung (8)

t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

t das zu betrachtende Jahr

p Preissteigerungsrate (2 %)

i Kalkulationszinssatz (3 %)

Die externen Kosten durch Zeitverluste auf der betrachteten Fahrstrecke $EK_{Stau,j,t}$ [€ / DTV] im betrachteten Jahr werden wie folgt ermittelt:

$$EK_{Stau,j,t} = \frac{\sum_{m=k}^l h_{Stau,j,t,m} * \left(WT_{PKW,h} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + WT_{SV,h} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right)}{DTV_{ges,j}} \quad (7)$$

mit

$h_{Stau,j,t,m}$ prognostizierte gesamte Stautunden [h * KFZ] aller KFZ im betrachteten Jahr infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m

$WT_{PKW,h}$ Kostenfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8

$WT_{SV,h}$ Kostenfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8

$DTV_{Ges,j,t}$ für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz / d]

$DTV_{SV,j,t}$ für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz / d]

m die betrachtete Maßnahme

k erste durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

l letzte durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

Die externen Kosten infolge Umfahrung der betrachteten Fahrstrecke $EK_{Uml,j,t}$ [€ / DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$EK_{Uml,j,t} = L_{Uml,j,t} * \left(WT_{PKW,km} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + WT_{SV,km} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) \quad (8)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

	<p>DTV_{Ges,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>DTV_{SV,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>WT_{PKW,km} Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>WT_{SV,km} Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>Werden PKW- und Schwerverkehr auf verschiedene Umleitungen aufgeteilt, so sind die Mehrkilometer getrennt zu ermitteln und entsprechend zuzuweisen</p>										
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandrbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="437 1514 1378 1928"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung										
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$										
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$										
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$										
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$										

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \tag{2}$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{4}$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

	<p>Level 3:</p> <p>Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.</p> <p>Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.</p> <p><u>Hinweis:</u></p> <p><i>Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.</i></p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:</p> <p>Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Zielwert</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Grenzwert</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Zielwert	0	Grenzwert
Bewertungspunkte	Beschreibung						
10,0	Zielwert						
0	Grenzwert						
Interpretationshinweise:	Je niedriger die externen Kosten sind, desto besser ist das Bauwerk zu bewerten.						

Soziokulturelle und funktionale Qualität

3.1a Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm	Kriterien-Nr.: 3.1a
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, schädigende Einflüsse und Risiken für den Menschen zu vermeiden bzw. zu minimieren und eine hohe Lebensqualität für die Bevölkerung zu erreichen. Vor allem der Verkehrslärm wird von den anliegenden Bewohnern als besonders störend empfunden und kann in vielfältiger Weise deren Lebensbedingungen beeinträchtigen.
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	Lärmbelästigungen werden vor allem durch die Störung der Kommunikation, der Erholung und Entspannung, einschließlich des Nachtschlafes, hervorgerufen. Lärm beeinträchtigt das Wohlbefinden und kann darüber hinaus bei dauerhaft hoher Belastung zu einem Stressfaktor und Risiko für die Gesundheit werden. Bei der Bauwerksplanung kann den Geräuschemissionen des Verkehrs durch Schallschutzmaßnahmen entgegengewirkt werden. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens werden zwar die zu erfüllenden Lärmschutzmaßnahmen vorgeschrieben, im Sinne des nachhaltigen Bauens soll jedoch ein Anreiz geschaffen werden, diesen Mindeststandard zu übertreffen. Betrachtet werden auch weitere Aspekte zum Schutzgut „Mensch“ aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Andere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 1.6b, 3.1b und 3.1c behandelt.

Anlage	S1 (Straße)
<i>Methode:</i>	Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung
<i>Teilkriterien:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Herstellung</u> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit 2. <u>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Nutzung</u> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer 3. <u>Weitere Beeinträchtigung von Menschen</u> <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidenden Einfluss auf die Lebensqualität des Menschen haben die Wohn- und Wohnumfeldfunktionen sowie Erholungs- und Freizeitfunktionen. Das Schutzgut Mensch steht in enger Wechselbeziehung zu den übrigen Schutzgütern, vor allem zu denen des Naturhaushaltes.
<i>Beschreibung der Methode:</i>	Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden. Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten. Maßgebend sind die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassenen

	<p>Durchführungsverordnungen (BImSchV). Sofern in den Durchführungsverordnungen keine Grenzwerte für Emissionen bzw. Immissionen festgelegt sind, gelten die Werte aus den bundeseinheitlichen Verwaltungsvorschriften wie TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (BMU, 1998)).</p>								
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausible Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" data-bbox="435 1267 1321 1541"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> <p><u>projektabhängiger Maßstab:</u></p> <p>Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.</p> <p>Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden.</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

	Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.												
	Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität												
	<table border="1"><thead><tr><th>Bewertungs- punkte</th><th>erreichte Qualität</th></tr></thead><tbody><tr><td>10,0</td><td>sehr gut</td></tr><tr><td>7,5</td><td>gut</td></tr><tr><td>5,0</td><td>durchschnittlicher Baustandard</td></tr><tr><td>2,5</td><td>schlecht</td></tr><tr><td>0</td><td>sehr schlecht</td></tr></tbody></table>	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität	10,0	sehr gut	7,5	gut	5,0	durchschnittlicher Baustandard	2,5	schlecht	0	sehr schlecht
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität											
	10,0	sehr gut											
	7,5	gut											
	5,0	durchschnittlicher Baustandard											
2,5	schlecht												
0	sehr schlecht												
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.													
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je geringer die Beeinträchtigung des Menschen, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.												

3.1b Landschaft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Landschaft	Kriterien-Nr.: 3.1b
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Bauwerke der Straßeninfrastruktur haben allein aufgrund ihrer Größe eine Auswirkung auf die Landschaft, in der sie sich befinden. Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, negative Auswirkungen auf die Landschaft zu vermeiden bzw. zu minimieren.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet wird hier das Schutzgut „Landschaft“ aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 1.6b, 3.1a und 3.1c behandelt. Die Straßeninfrastruktur kann mit prägnanten Einzelbauwerken eine Landschaft gestalten oder sich unauffällig in die Umgebung einfügen. Wesentliche Entscheidungen werden vor der Linienbestimmung getroffen, doch auch im Rahmen der Planung der Einzelbauwerke bestehen noch Einflussmöglichkeiten.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung
Teilkriterien:	<u>Landschaft</u> Der Begriff der Landschaft ist synonym zum Begriff Landschaftsbild zu sehen und beschreibt damit einen sinnlich wahrnehmbaren Landschaftsausschnitt. Beurteilt werden unter anderem Vielfalt, Schönheit, Eigenart und Seltenheit der Landschaft.
Beschreibung der Methode:	Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die folgenden Punkte der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden. Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.
Bewertungsmaßstab:	Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht: <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u> Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet. Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der er-</p>

reichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausible Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je geringer die Beeinträchtigung der Landschaft, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.1c Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	Kriterien-Nr.: 3.1c
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, negative Auswirkungen auf Kulturgüter und sonstige Sachgüter zu vermeiden bzw. zu minimieren.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet werden hier Kulturgüter und sonstige Sachgüter aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 1.6b, 3.1a und 3.1b behandelt. Wesentliche Entscheidungen werden vor der Linienbestimmung getroffen, doch auch im Rahmen der Planung der Einzelbauwerke bestehen noch Einflussmöglichkeiten.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung
Teilkriterien:	<p><u>Kulturgüter und sonstige Sachgüter</u></p> <p>Die Beeinträchtigung von Baudenkmalen, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmalen, Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte ist zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.</p>
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p>

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzurordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je geringer die Beeinträchtigung der Schutzgüter, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.2 Komfort

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Komfort	Kriterien-Nr.: 3.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	Ziel ist es, Bauwerke so zu planen, dass sie den Anforderungen an den Komfort bestmöglich genügen. Der Komfort stellt eine Anforderung an die Funktionalität der Straßeninfrastruktur dar, der aus Sicht der Nutzer sehr bedeutend ist, da er direkt wahrgenommen wird.
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	Der Komfort beschreibt die Funktionserfüllung des Infrastrukturbauwerks aus Sicht des individuellen Nutzers. Diese stellen bewusst und unbewusst Anforderungen an das Bauwerk, die sich je nach Nutzer und Bauwerksart unterscheiden. Ein gut geplantes Bauwerk trägt zum Wohlbefinden der Nutzer bei. Häufig wirken sich Aspekte des Kriteriums Komfort, wie z.B. Übersichtlichkeit, auch positiv auf die Sicherheit (Kriterium Nr. 3.6) aus. Die Trassenführung liegt dabei außerhalb der Bewertung.

Anlage	S1 (Straße)
<i>Methode:</i>	Erläuterungsbericht auf Grundlage von objektiven Nutzerkriterien
<i>Teilkriterien:</i>	<p><u>1. Trassierung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurvigkeit (gon/km) • Anteil der Steigungsstrecken (> 4 % /km) • Erwartete Qualität des Verkehrsablaufes <p><u>2. Fahrbahnbeschaffenheit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Griffigkeit/Textur • Helligkeit • (Ebenheit) <p><u>3. Optische Führung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Markierungen • Leiteinrichtungen • Nachtsichtbarkeit • Straßenbeleuchtung <p><u>4. Straßenausstattung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Blendschutz • Gestaltung der Randbereiche/Lärmschutzwände <p><u>5. Sichtweite</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Überholsichtweite
<i>Beschreibung der Methode:</i>	Die herzustellende Verkehrsanlage soll eine aus Sicht der Straßennutzer sichere und leistungsfähige Verkehrsabwicklung gewährleisten. Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet werden. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterla-

	gen / Nachweise zu belegen.								
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" data-bbox="400 1115 1286 1442"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> <p><u>projektabhängiger Maßstab:</u></p> <p>Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.</p> <p>Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je besser der Komfort bewertet ist, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

3.4 Betriebsoptimierung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Betriebsoptimierung	Kriterien-Nr.: 3.4
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:

Zielsetzung & Relevanz:	Im Umfeld der Verkehrswege fallen ganzjährig vielfältige Arbeiten an, die für den reibungslosen Betrieb des Verkehrsnetzes Voraussetzung sind. Ziel ist es, Planungslösungen zu bevorzugen, durch die Reinigungs-, Pflege- und andere Arbeiten seltener anfallen oder einfacher durchgeführt werden können. Dies trägt nicht nur zur Sicherheit der Arbeiter bei, sondern stellt auch eine finanzielle Entlastung der Betreiber (z.B. Straßenbauverwaltungen der Länder) dar.
Beschreibung & Kommentar:	Unter „Betrieb“ im Sinne dieses Steckbriefs werden alle regelmäßigen Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, die ordnungsgemäße Funktion zu erhalten. Je nach Fachgebiet werden hierfür auch die Begriffe „Wartung“, „Inspektion“, „Instandhaltung“ oder „Pflege“ gebraucht. Die betrachteten Arbeiten werden von den Meistereien (z.B. Straßen- bzw. Autobahnmeistereien) durchgeführt und beinhalten u.a. den Winterdienst, die Grün- und Gehölzpflege, die Abfallbeseitigung sowie das Reinigen von Fahrbahn, Oberflächen und Entwässerungseinrichtungen. Die Betriebsoptimierung erfolgt durch Planungsdetails.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Betriebskonzepts
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bauart- bzw. Bauweisen spezifische Betriebskonzepte für die Nutzungsphase der Verkehrsanlage innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren. 2. Optimierungen wie unterhaltungsfreundliches Entwerfen, verfügbarkeitsoptimierte Erhaltungsstrategie u.ä.
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem das Betriebskonzept für die Teilkriterien der Betriebsoptimierung untersucht, dargestellt und bewertet wird:</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p> <p>Ist kein Betriebskonzept vorhanden, so ist das Kriterium <u>mit 0 Punkten</u> zu bewerten.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p>

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzurordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je geeigneter der Betrieb bereits in der Planung berücksichtigt wird, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)	Kriterien-Nr.: 3.5
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Ziel ist es, durch Risikomanagement Gefahren zu vermeiden und mögliche Schäden zu minimieren. Je nach Lage und Exposition des Bauwerks können unterschiedliche Gefahren wie Erdbeben, Überschwemmungen, Starkregen, Havarien, Verkehrsunfälle, etc. relevant sein.
Beschreibung & Kommentar:	Ein gezieltes Risikomanagement kann dazu beitragen, Mensch und Umwelt sowie Sachgüter zu schützen und Ressourcen sinnvoll einzusetzen und ist insofern als Strategie einer Nachhaltigen Entwicklung zu betrachten.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Risikoprofils
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Witterungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Regen, Eis, Schnee) 2. Anlagebedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Geomorphologische Lage der Verkehrsanlage in ebenem bis stark bewegten Gelände (z.B. Verwehungen, Steinschläge) 3. Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage durch externe Störungen 4. Störfallmanagement (z.B. Aktivierung von Umleitungsstrecken)
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem das Risikoprofil der Verkehrsanlage für die Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet wird.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p>

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzurordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je sinnvoller das Risikomanagement, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.6 Verkehrssicherheit (Safety)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Verkehrssicherheit (Safety)	Kriterien-Nr.: 3.6
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Ziel ist es, durch die Ausgestaltung der Bauwerke eine möglichst hohe Verkehrssicherheit anzustreben und somit Unfälle zu vermeiden.</p> <p>Die Zahl der Unfälle und Verunglückten im Straßenverkehr war jahrelang rückläufig, mit leichtem Anstieg (rund 4000 Getötete) im Jahr 2011. Der hohe Standard der baulichen Verkehrssicherheit ist auszubauen und zu erhalten.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Betrachtet wird in diesem Kriterium nur der Einfluss der Bauwerke auf die Verkehrssicherheit.</p> <p>Eine hohe Verkehrssicherheit kann die Zahl der Getöteten und Verletzten im Straßenverkehr, Sachschäden und Umweltschäden verringern und ist daher als Strategie einer Nachhaltigen Entwicklung anzusehen.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage des Sicherheitsaudits
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unfallbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage 2. Belastungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Charakteristik der Verkehrsbelastung, Verteilung Spitzenbelastung (Ganglinien der Verkehrsbelastung)) 3. Sichtfelder
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Ergebnisse des Sicherheitsaudits für die Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet werden. Das Sicherheitsaudit ist auf der Grundlage der Empfehlungen für das Sicherheitsaudit an Straßen (ESAS) durchzuführen.</p> <p>Ist kein Sicherheitsaudit vorhanden, so ist das Kriterium <u>mit 0 Punkten</u> zu bewerten.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch</p>

geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzurordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je besser die Verkehrssicherheit einzuschätzen ist, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.7 Förderziele

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Förderziele	Kriterien-Nr.: 3.7
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Herstellung von Verkehrsinfrastrukturen kann lokale, regionale, überregionale, nationale und supranationale Verkehrsstrategien sowie raumordnerische mithin sozial- und wirtschaftspolitische Zielsetzungen verfolgen.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet wird in diesem Kriterium, inwieweit die gesteckten Förderziele mit der Realisierung der geplanten Verkehrsanlage erreicht werden können.

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage von Zielerreichungsgraden
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Die Realisierung von mit Förderzielen verbundenen Vorhaben kann, da sie im Interesse des Gemeinwohls steht, nach dem Subsidiaritätsprinzip gefördert werden.</p> <p>Bedingung einer Förderung ist, dass die der Förderung unterlegten Ziele durch die Planung eines Vorhabens erreicht werden. Somit ist durch eine entsprechende Planung und qualifizierte Kommentierung die Einhaltung der Förderziele nachzuweisen. Konkurrierende Planungen können hinsichtlich der erreichbaren Zielerreichungsgrade vergleichend bewertet werden.</p> <p>Je nach zu Grunde gelegter Zielstellung muss die für eine Verkehrsanlage gefundene technische Lösung dem bis ins Detail (z.B. Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG)) bestimmten Zielkriterium (Verbindungsfunktion und -qualität, Erschließungsfunktion und -qualität, Benutzerfreundlichkeit, Barrierefreiheit etc.) genügen.</p> <p>Das Maß der Zielerreichung ist in einem Erläuterungsbericht zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen</p>

in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je besser die Verkehrsanlage den vorgegebenen Förderzielen entspricht, umso besser ist sie einzustufen.

Technische Qualität

4.1 elektrische und mechanische Einrichtungen

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	elektrische und mechanische Einrichtungen	Kriterien-Nr.: 4.1
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:

<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	<p>Zielsetzung ist, elektrische und mechanische Einrichtungen sowie die gesamte Ausrüstung so zu planen, dass sie den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, Wartungsfreundlichkeit, Robustheit etc. bestmöglich genügen.</p> <p>Der Ausrüstung und insbesondere den elektrischen und mechanischen Einrichtungen kommt im Hinblick auf den Betrieb, den Unterhalt und die Instandsetzung eine erhebliche Bedeutung zu. Durch die technische Qualität der Einrichtungen und möglicherweise vorhandene Reserven werden sowohl die direkten und indirekten Kosten als auch ökologische Auswirkungen stark beeinflusst.</p>
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	<p>Die Anforderungen an die elektrischen und mechanischen Einrichtungen sind vom Bauwerk abhängig. Aufgabe der Planung ist es, die jeweils optimale Lösung für eine konkrete Bauaufgabe zu finden.</p> <p>Nicht alle ökonomischen und ökologischen Effekte können in den entsprechenden Steckbriefen zur ökologischen und zur ökonomischen Qualität im Detail abgebildet werden. Sie sollen in diesem Steckbrief projektbezogen bewertet werden.</p>

Anlage	S1 (Straße)
<i>Methode:</i>	Erläuterungsbericht
<i>Teilkriterien:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dauerhaftigkeit der Komponenten 2. Wartungsfreundlichkeit, Zugänglichkeit 3. Anordnung der Komponenten in der Verkehrsanlage
<i>Beschreibung der Methode:</i>	<p>Die Straßenausstattung umfasst alle Einrichtungen und Maßnahmen an Straßen und Wegen, die der Regelung, Lenkung und Sicherung des Straßenverkehrs dienen.</p> <p>Elektrische und mechanische Einrichtungen dienen, als Elemente der Straßenausstattung,</p> <ul style="list-style-type: none"> • der verkehrstechnischen Steuerung und dynamischen Verkehrslenkung (Beschreibung der Methode: Sicherheit des Verkehrsablaufs, Leistungsfähigkeit der Verkehrsanlage) • der anlageteilbezogenen Funktionssicherung bzw. Sicherung der Benutzbarkeit der Verkehrsanlage bzw. eines Anlageteils derselben (Kriterium: gefahrlose Benutzung) . <p>Für die Bewertung anhand von Funktionsbeschreibungen werden die folgenden drei Kriterien mit den entsprechenden Bewertungsmaßstäben herangezogen:</p>

1.1 "Dauerhaftigkeit der Komponenten"	
Bewertungspunkte	Beschreibung
25	Die Straße und insbesondere die elektrischen und mechanischen Einrichtungen haben (aufgrund ihrer Ausbildung oder der Materialeigenschaften) eine höhere Lebensdauer bzw. längere Wartungszyklen. Die erhöhte Dauerhaftigkeit der Einrichtungen erlaubt eine optimierte Unterhaltungsstrategie. Die Gültigkeit der Annahmen wurde durch Gutachten / Versuche bestätigt und der Baulastträger hat der Begründung zugestimmt.
	Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
12	Für die Straßenausstattung werden die in Kriterium 2.1 veranschlagten Wartungsintervalle verwendet.
	Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
0	Es werden Einrichtungen verwendet, die kein Übereinstimmungszertifikat, Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall haben
1.2 "Wartungsfreundlichkeit, Zugänglichkeit"	
Bewertungspunkte	Beschreibung
20	Die Verkehrsanlage zeichnet sich durch eine sehr geringe Anzahl wartungsanfälliger Ausstattungselemente aus, die sämtlich eine sehr gute Zugänglichkeit und Prüfbarkeit besitzen; zudem ist der regelmäßige Aufwand für die Erhaltung der Komponenten sehr gering und kann mit äußerst geringer Beeinträchtigung der Nutzung durchgeführt werden.
	Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
10	Die Anzahl wartungsanfälliger Ausstattungselemente und deren Zugänglichkeit entsprechen dem üblichen Umfang bei vergleichbaren Straßen.
	Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
1	Das Bauwerk besitzt eine sehr hohe Anzahl an wartungsanfälligen Ausstattungselementen und /oder deren Zugänglichkeit und Prüfbarkeit ist nur sehr eingeschränkt möglich bzw. erfordert einen unverhältnismäßig hohen Aufwand.
1.3 "Anordnung der Komponenten in der Verkehrsanlage"	
Bewertungspunkte	Beschreibung
20	Die Ausstattungselemente sind in der Verkehrsanlage so angeordnet, dass die Dauerhaftigkeit der einzelnen Komponenten - zusätzlich zur (material- und produktbedingten) Dauerhaftigkeit der Komponente selbst - auch durch die konstruktive Anordnung und die Integration in die Verkehrsanlage bestmöglich unterstützt wird..
	Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
10	Die planerische Integration der Ausstattungselemente erfolgt im üblichen Umfang.
	Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
1	Die Anordnung und Integration der Ausstattungselemente in die Verkehrsanlage erfolgt ohne planerische Beachtung von Gesichtspunkten der Dauerhaftigkeit und ohne gegenseitige Abstimmung der Komponenten mit anlagebedingten Randbedingungen.

**Bewertungs-
maßstab:**

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungs- punkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungspunkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
Interpretationshinweise:	Je besser die Qualität der elektrischen und mechanischen Einrichtungen den Anforderungen entspricht, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	Konstruktive Qualität	Kriterien-Nr.: 4.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Zielsetzung ist, das Bauwerk so zu planen, dass es den Anforderungen an die technische Qualität, Dauerhaftigkeit, Robustheit etc. bestmöglich genügt.</p> <p>Der Konstruktion, von der grundlegenden Systemwahl bis in die Details, kommt im Hinblick auf den Betrieb, den Unterhalt und die Instandsetzung eine erhebliche Bedeutung zu. Durch die technische Qualität und möglicherweise vorhandene Reserven werden sowohl die direkten und indirekten Kosten als auch ökologische Auswirkungen stark beeinflusst.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Anforderungen an das Gesamtbauwerk und die Einzelteile sind vom jeweiligen Bauwerk abhängig. Aufgabe der Planung ist es, die jeweils optimale Lösung für eine konkrete Bauaufgabe zu finden.</p> <p>Nicht alle ökonomischen und ökologischen Effekte können in den entsprechenden Steckbriefen zur ökologischen und zur ökonomischen Qualität im Detail abgebildet werden. Sie sollen in diesem Steckbrief projektbezogen bewertet werden.</p>

Anlage	S1 (Straße)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage der RE 85/2012
Teilkriterien:	<p><u>1. Straßenaufbau</u></p> <p><u>2. Bauverfahren, Herstelltoleranzen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 2.1 Komplexität des Bauverfahrens • 2.2 Reserven des Fahrbahnaufbaus im Bauzustand • 2.3 Herstelltoleranzen <p><u>3. Dauerhaftigkeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Widerstand der Baustoffe • 3.2 Widerstand der Konstruktion
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem das Gesamtsystem und konstruktive Details untersucht, dargestellt und bewertet werden. Die im Bericht getroffenen qualitativen Aussagen sind durch geeignete Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p> <p>Grundlage ist der Erläuterungsbericht nach den Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau, 1985 (RE 85). <i>(In naher Zukunft ist das Erscheinen einer neuen Fassung der RE – RE 2012 – beabsichtigt.)</i> Dort werden Angaben zur vorgesehenen konstruktiven Qualität der Verkehrsanlage zusammengestellt.</p> <p>Ist kein Bericht nach den RE vorhanden, so ist das Kriterium mit 0 Punkten zu bewerten.</p> <p><u>1. Straßenaufbau</u></p> <p>Die Bemessung des Straßenaufbaus ist gemäß den Richtlinien für die des Oberbaus (RDO Asphalt / Beton) (FGSVa und b, 2009) zu bewerten. Bei einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von $B < 100$ Mio. darf eine Beurteilung</p>

	<p>gemäß den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) (FGSV, 2012) erfolgen.</p> <p>2. Bauverfahren, Herstelltoleranzen</p> <p>Das Bauverfahren wird auf seine Komplexität und Fehleranfälligkeit beurteilt. Im Zusammenhang mit dem Bauverfahren sind die vertretbaren Herstelltoleranzen zu bewerten. Dies wird anhand der Teilkriterien bewertet.</p> <p>3. Dauerhaftigkeit</p> <p>Die verwendeten Baustoffe unterliegen über die Lebensdauer des Straßenaufbaus einer Alterung durch Umwelteinflüsse. Beispiele sind Kornverfeinerung/-umlagerungen, Bindemittelalterung oder Auflockerung des Mineralstoffgerüsts durch Frost-Tau-Wechsel. Die Dauerhaftigkeit des Straßenaufbaus hängt einerseits von der Konstruktion und andererseits vom Widerstand der Baustoffe ab. Die Dauerhaftigkeit wird anhand der Teilkriterien bewertet.</p>								
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" data-bbox="434 1563 1318 1892"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je besser die konstruktive Qualität den Anforderungen entspricht, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

4.4 Verstärkung und Erweiterbarkeit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	Verstärkung und Erweiterbarkeit, Umnutzungsfähigkeit	Kriterien-Nr.: 4.4
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Ziel ist es, die Zukunftsfähigkeit des Bauwerks für verschiedene künftige Verkehrsszenarien zu beurteilen. Dabei spielen vor allem mögliche erhöhte Verkehrsaufkommen und erhöhte Lasten eine Rolle.
Beschreibung & Kommentar:	Eine maßgebende Auslegungsgröße für Bauwerke der Straßeninfrastruktur ist das Verkehrsaufkommen. Dieses bestimmt zum einen die aufzunehmenden Lasten und zum anderen die notwendigen Fahrspuren und deren Breite. Neubauten werden bereits auf ein prognostiziertes Verkehrsaufkommen hin ausgelegt. Hier wird nur die grundsätzliche Anpassbarkeit überprüft, da eine Vorhaltung von Reserven über die Prognose hinaus nicht sinnvoll ist. Für Bestandsbauten werden auch die vorhandenen Reserven bewertet.

Anlage	S1 (Straße)									
Methode:	Erläuterungsbericht									
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planung 2. Lasterhöhung (z.B. infolge höherer Achs- oder Fahrzeuglasten) 3. Erweiterung (z.B. infolge Erhöhung der Verkehrsstärke) 									
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet werden. Es wird die nachträgliche Erweiterbarkeit bzw. Verstärkung zur Aufnahme größerer Verkehrslasten und Verkehrsmengen untersucht. Der Bericht für Kriterium 4.4 erläutert in kurzen Absätzen die nötigen Unterkriterien. (Maximal 2 DIN A4 Seiten).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p> <p><u>1. Planung</u></p> <p><u>1.1 Zukunftsplanung</u></p> <p>Existieren für den Infrastrukturabschnitt infrastrukturelle Zukunftsplanungen (z.B. Bedarfspläne des BMVBS) und wurden diese in der Realisierung der Straße berücksichtigt?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td>Planung existiert und wurde berücksichtigt</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Planung existiert und wurde größtenteils berücksichtigt</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td>Planung existiert aber nicht berücksichtigt</td> </tr> </tbody> </table>		Bewertungspunkte	Beschreibung	10	Planung existiert und wurde berücksichtigt	5	Planung existiert und wurde größtenteils berücksichtigt	0	Planung existiert aber nicht berücksichtigt
Bewertungspunkte	Beschreibung									
10	Planung existiert und wurde berücksichtigt									
5	Planung existiert und wurde größtenteils berücksichtigt									
0	Planung existiert aber nicht berücksichtigt									

1.2 Konzept

Liegen Planungsüberlegungen für eine nachträgliche Erweiterbarkeit bzw. Verstärkung der Straße vor?

Bewertungspunkte	Beschreibung
20	ja, ein zukunftsfähiges Konzept zur Erweiterbarkeit mit geringen Zusatzmaßnahmen (z.B. Fahrbahnbreite ermöglicht zusätzliche Fahrstreifen) wurde erstellt
10	ja, ein zukunftsfähiges Konzept zur Erweiterbarkeit mit mäßigen Zusatzmaßnahmen (z.B. Erweiterung von Bauwerken) wurde erstellt
0	Planungsüberlegungen für eine nachträgliche Erweiterbarkeit liegen nicht vor

Anmerkung:

Falls kein Konzept vorliegt, so ist der Steckbrief insgesamt mit **0** Bewertungspunkten zu bewerten.

1.3 Zeithorizont (Restnutzbarkeit Bestandsbauwerke)

Wie wird der Zeithorizont der Restnutzbarkeit des Bestands beurteilt?

Bewertungspunkte	Beschreibung
6	sehr gut (ähnlich dem eines Neubaus, nahezu 100 Jahre)
3	mittel (20 bis 60 Jahre)
0	schlecht (nur wenige Jahre)

2. Lasterhöhung (z.B. infolge höherer Achs- oder Fahrzeuglasten)**2.1 Unterbau/Untergrund**

Inwiefern ist aufgrund des Unterbaus/Untergrunds eine grundsätzliche Erhöhung der Lasten um mehr als 10% möglich?

Bewertungspunkte	Beschreibung
8	Lasterhöhung ohne Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich
4	Lasterhöhung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich
0	Lasterhöhung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich

2.2 Straßenoberbau

Inwiefern ist aufgrund des Straßenoberbaus (z.B. nachträgliche Verstärkung durch stufenweisen Ausbau etc.) eine grundsätzliche Erhöhung der Lasten um mehr als 10% möglich?

Bewertungspunkte	Beschreibung
8	Lasterhöhung ohne Zusatzmaßnahmen am Straßenaufbau möglich
4	Lasterhöhung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen am Straßenaufbau möglich
0	Lasterhöhung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich

	<p>3. Erweiterung (z.B. infolge Erhöhung der Verkehrsstärke)</p> <p>3.1 Unterbau/Untergrund</p> <p>Inwiefern ist aufgrund der Bodenverhältnisse und der Gründungsart eine Erweiterung um zusätzliche Fahrstreifen möglich?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich</td> </tr> </tbody> </table>	Bewertungspunkte	Beschreibung	8	Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich	4	Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich	0	Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich
	Bewertungspunkte	Beschreibung							
	8	Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich							
	4	Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich							
0	Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich								
<p>3.2 Straßenoberbau</p> <p>Inwiefern ist aufgrund des Straßenaufbaus (z.B. lichter Raum, vorhandene Breite, getrennte Richtungsfahrbahnen, Entwässerung etc.) eine Erweiterung um zusätzliche Fahrstreifen möglich?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich</td> </tr> </tbody> </table>	Bewertungspunkte	Beschreibung	8	Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich	4	Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich	0	Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich	
Bewertungspunkte	Beschreibung								
8	Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich								
4	Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich								
0	Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich								
<p>Bewertungsmaßstab:</p> <p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausible Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p>									

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je adaptiver das Bauwerk ist, umso besser ist es einzustufen.

4.5 Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	Kriterien-Nr.: 4.5
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 2)	
Bewertungsgegenstand:	freie Strecke	

Allgemeine Informationen:

<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	Am Ende der Lebensdauer einer Konstruktion ist ein Rückbau erforderlich. Dieser kann erhebliche Kosten und Umweltwirkungen verursachen. Ziel ist, bereits in der Planung einen ganzheitlich optimierten Rückbau zu ermöglichen.
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	<p>Bereits in der Planung kann durch die Auswahl der Baustoffe und Konstruktionen die spätere Rückbaubarkeit beeinflusst werden. So lassen sich der Aufwand und die Zeitdauer des Rückbaus, eine mögliche Verkehrsnutzung während des Rückbaus sowie die Wiederverwendbarkeit des Materials beeinflussen.</p> <p>Die Kosten für den Rückbau werden im Kriterium „2.1 Lebenszykluskosten“ wegen der Prognoseungenauigkeit nicht berücksichtigt und daher in diesem Steckbrief qualitativ bewertet.</p>

Anlage	S1 (Straße)								
<i>Methode:</i>	Erläuterungsbericht								
<i>Teilkriterien:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rückbaukonzept 2. Konzept zur sortenreinen Trennung des Straßenaufbaus 								
<i>Beschreibung der Methode:</i>	<p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem folgende Aspekte der Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit untersucht, dargestellt und bewertet werden. Der Bericht für Kriterium 4.5 erläutert in kurzen Absätzen die nötigen Unterkriterien. (Maximal 2 DIN A4 Seiten).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p> <p><u>1. Rückbaukonzept der Straße:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurze Beschreibung möglicher Rückbauvarianten (maximal 3) bei unterschiedlichem Schadensbild • Bauphasenplan zu möglichen Rückbauvarianten (je 1 DIN A4 Blatt) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td>Die Rückbauvarianten sind plausibel und moderat kostenintensiv. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td>Die Rückbauvarianten sind in ihrer Ausführung aufwendig und teuer. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Ein kontrollierter Rückbau ist nicht möglich</td> </tr> </tbody> </table>	Bewertungspunkte	Beschreibung	20	Die Rückbauvarianten sind plausibel und moderat kostenintensiv. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden	10	Die Rückbauvarianten sind in ihrer Ausführung aufwendig und teuer. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden	1	Ein kontrollierter Rückbau ist nicht möglich
Bewertungspunkte	Beschreibung								
20	Die Rückbauvarianten sind plausibel und moderat kostenintensiv. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden								
10	Die Rückbauvarianten sind in ihrer Ausführung aufwendig und teuer. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden								
1	Ein kontrollierter Rückbau ist nicht möglich								

2. Konzept zur sortenreinen Trennung des Straßenaufbaus:

- Erklärung der nötigen Arbeitsschritte und prinzipielle Darstellung des Ablaufs der Arbeitsschritte zur sortenreinen Trennung;
- Angabe der nötigen Maschinen zur Trennung der Baustoffe

Bewertungspunkte	Beschreibung
20	Das Konzept zur sortenreinen Trennung ist einfach und der maschinelle Aufwand ist verhältnismäßig gering. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
10	Eine sortenreine Trennung ist aufwendig und nur durch einen maschinell hohen Aufwand mit vielen Teilarbeitsschritten möglich. Zwischenwerte dürfen ganzzahlig linear interpoliert werden
1	Eine sortenreine Trennung ist auch durch einen hohen maschinellen Aufwand nicht sicher zu stellen.

Bewertungsmaßstab:

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je günstiger der Rückbau erfolgen kann, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

Literatur

- AKS: Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS 85). BMV-ARS Nr. 24/1984 vom 12.12.1984 – StB 24/38.45.00/24023 Va 84 (VkBl 1985 s. 92) in Verbindung mit dem BMV-ARS Nr. 13/1990 vom 01.08.1990 – StB 24/38.46.00/31 Va 90, Verkehrsblatt (VkBl-) Verlag, 1985
- BMU: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26.08.1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/talaerm.pdf>, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BMU: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002 (GMBI.2002, Heft 25-29, S. 511-605), Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BMU: Bundesministerium: Klimaagenda 2020: Klimapolitik der Bundesregierung nach den Beschlüssen des Europäischen Rates vom 26.04.2007. Veröffentlicht im WWW. Auf: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_klimaagenda.pdf, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BECKMANN, A.; ZACKOR, H.: Untersuchung und Eichung von Verfahren zur aktuellen Abschätzung von Staudauer und Staulängen infolge von Tages- und Dauerbaustellen auf Autobahnen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 808, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Bonn, 2001
- BMVBS Leitfaden Nachhaltiges Bauen. überarbeitete und erweiterte 2. Auflage. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bonn, 2011
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Ökobau.dat 2011. Stand September 2012, Veröffentlicht im WWW. Auf: www.nachhaltigesbauen.de, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- Deutsches Institut für Normung: Schallschutz im Städtebau – DIN 18005. Beuth, Berlin 2002
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA 95). FGSV-Verlag, Köln, 1995
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE 85). FGSV-Verlag, Köln, 1985
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Str 01). FGSV Nr. 988, FGSV-Verlag, Köln, 2001
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für die Anlage von Autobahnen (RAA 08). FGSV Nr. 202, FGSV-Verlag, Köln, 2008
- FGSVa Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht (RDO Asphalt 09). FGSV-Verlag, Köln, 2009
- FGSVb Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen (RDO Beton 09). FGSV-Verlag, Köln, 2009
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL Entwurf). Stand 24.08.2011

- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12). FGSV-Verlag, Köln, 2012
- GRAUBNER, C.-A. et al.: Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturprojekte im Hinblick auf Nachhaltigkeit (FE 15.0494/2010/FRB). Schlussbericht, Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach, 2010
- GRAUBNER, C.-A. et al.: Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur (FE 09.0162/2011/HRB). Entwurf des Schlussberichtes, Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Darmstadt, 2012
- HELLMANN, L.; RÜBENSAM, J.: Erarbeitung eines Verfahrens zur Minimierung der baustellenbedingten Nutzerkosten für das Erhaltungsmanagement (PMS). Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 988, Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 2008
- SCHMUCK, A.; BECKER, H.: Untersuchungen über Einflüsse auf baustellenbedingte geschwindigkeitsabhängige Anteile an den Straßennutzerkosten. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 421, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1984
- STAADT, H.: Untersuchung des Verkehrsablaufs an Engstellen mit Lichtsignalanlage. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 268, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1979
- Statistisches Bundesamt: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht, 2006
- Vereinte Nationen: Rahmenabkommen der Vereinten Nationen zum Klimaschutz: Protokoll von Kyoto. 1997. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>, Überprüfungsdatum: 23.01.2013
- Vereinte Nationen: The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Groundlevel Ozone. 1999. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20Multi.E.Amended.2005.pdf>, Überprüfungsdatum 27.01.2013
- Vereinte Nationen: Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. 2000. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://ozone.unep.org/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>, Überprüfungsdatum: 23.01.2013

Anlage 2 Steckbriefe für Modul 3 (Tunnel)

Inhalt

Ökologische Qualität	273
1.1 Treibhauspotenzial	273
1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	280
1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)	287
1.4 Versauerungspotenzial (AP)	294
1.5 Überdüngungspotenzial (EP)	301
1.6a Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora	308
1.6b Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft	310
1.8a Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	313
1.9 Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne)	326
1.10 Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil erneuerbarer Primärenergie (PEe)	333
1.12 Flächeninanspruchnahme	340
1.13 Abfall und Kreislaufwirtschaft	343
Ökonomische Qualität	345
2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	345
2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	352
Soziokulturelle und funktionale Qualität	365
3.1a Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm	365
3.1b Landschaft	368
3.1c Kulturgüter und sonstige Sachgüter	371
3.2 Komfort	373
3.4 Betriebsoptimierung	376
3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)	379
3.6 Verkehrssicherheit (Safety)	381
3.7 Förderziele	383
Technische Qualität	385
4.1 Elektrische und mechanische Einrichtungen	385
4.2 Konstruktive Qualität	388
4.4 Verstärkung und Erweiterbarkeit	391
4.6 Bauverfahren, Herstellbarkeit	394
Literatur	397

Ökologische Qualität

1.1 Treibhauspotenzial

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Treibhauspotenzial (GWP)	Kriterien-Nr.: 1.1
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:

<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	<p>Die drohende Klimaänderung stellt eine enorme Herausforderung für die Menschheit dar. Deutschland hat sich aus diesem Grunde mit dem Kyoto Protokoll (VEREINTE NATIONEN, 1997) verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Im Jahr 2006 erklärte die Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 eine Reduktion um 40% (gegenüber 1990) anzustreben (BMU, 2007).</p> <p>Baumaßnahmen im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur bieten ein großes Einspar- und Lenkungspotential. Darüber hinaus kann die öffentliche Hand im Rahmen der Finanzierungs- und Vergabepaxis eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung konkreter Zielvorgaben einnehmen.</p>
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	<p>Das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten, d.h. zum so genannten Treibhauseffekt.</p> <p>Der Beitrag eines Stoffes wird als GWP_{100}-Wert relativ zum Treibhauspotenzial des Stoffes Kohlendioxid (CO_2), gemittelt über einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren, angegeben.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
<i>Methode:</i>	Ökobilanz
<i>Teilkriterien:</i>	-
<i>Beschreibung der Methode:</i>	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für das Treibhauspotenzial ist $kg\ CO_2\text{-Äq.}/m\cdot a$.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p>

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Treibhauspotenzial (GWP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Treibhauspotenzial K_{GWP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{GWP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{GWP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Treibhauspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Treibhauspotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Treibhauspotenzial für die Erhaltung in der Nutzungs-

phase

B = prognostiziertes Treibhauspotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Treibhauspotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Treibhauspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,GWP} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,GWP} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,GWP} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Treibhauspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (**t_d**) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastropheneignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem

"Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011) sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungsintervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Treibhauspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Treibhauspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:

	<p>Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Ersherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="437 1413 1377 1832"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

	<p>Level 3:</p> <p>Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.</p> <p>Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.</p> <p><u>Hinweis:</u></p> <p><i>Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.</i></p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:</p> <p>Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1088 1377 1301"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Zielwert</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Grenzwert</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Zielwert	0	Grenzwert
Bewertungspunkte	Beschreibung						
10,0	Zielwert						
0	Grenzwert						
<p>Interpretationshinweise:</p>	<p>Je niedriger der Wert des CO₂-Äquivalents ist, desto geringer ist die potentielle Wirkung auf die globale Erwärmung und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.</p>						

1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	Kriterien-Nr.: 1.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um einer weiteren Zerstörung der Ozonschicht entgegenzuwirken, wurde in Folge des Montreal-Protokolls (VEREINTE NATIONEN; 2000) in Deutschland der Einsatz bestimmter Stoffe beschränkt und Regelungen zur Rückgewinnung und Rücknahme dieser Stoffe sowie zur Emissionsvermeidung bei Betrieb, Wartung, Außerbetriebnahme und Entsorgung erlassen. Ziel ist es, die Einträge ozonschichtschädigender Stoffe in die Erdatmosphäre zu mindern.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastrukturen werden in der Regel keine derartigen Stoffe eingesetzt und es entstehen planmäßig keine direkten Emissionen. Jedoch können in den Vorketten zur Herstellung von Baustoffen und Energieträgern Emissionen entstehen.</p>
	<p>Das Ozonschichtabbaupotenzial (Ozone Depletion Potential, ODP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zum Abbau der Ozonschicht. Es wird in kg R11-Äquivalent angegeben.</p> <p>Die Ozonschicht nimmt durch Absorption von UV-Strahlung in der Atmosphäre eine wichtige Schutzfunktion für Menschen, Tiere und Pflanzen ein.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für das Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) ist kg R₁₁-Äq./m·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p> <p>Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen.</p>

Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Ozonschichtabbaupotenzial K_{ODP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/ Entsorgung berechnet:

$$K_{ODP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{ODP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Ozonschichtabbaupotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nut-

zungsphase

B = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Ozonschichtabbaupotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,ODP} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,ODP} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,ODP} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonschichtabbaupotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011 sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungsintervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonschichtabbaupotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Ozonschichtabbaupotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat

	<p>zu verwenden.</p> <p>(3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen: Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandrbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="403 1525 1345 1939"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger der Wert des R11-Äquivalents ist, desto geringer ist die potentielle Zerstörung der Ozonschicht und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Ozonbildungspotenzial (POCP)	Kriterien-Nr.: 1.3
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Bauwerke und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Ozonbildungspotenzial (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Bildung von bodennahem Ozon. Es wird in kg C₂H₄-Äquivalent angegeben.</p> <p>Ozon, das in der Stratosphäre eine wichtige Schutzfunktion einnimmt, wirkt in bodennahen Luftschichten human- und ökotoxisch. Als „Sommersmog“ bezeichnet, greift es Atmungsorgane an und schädigt Pflanzen und Tiere.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für das Ozonbildungspotenzial (POCP) ist kg C₂H₄-Äq./m·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p> <p>Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen.</p>

Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Ozonbildungspotenzial (POCP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Ozonbildungspotenzial K_{POCP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{POCP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{POCP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Ozonbildungspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nut-

zungsphase

B = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Ozonbildungspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,POCP} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,POCP} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,POCP} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonbildungspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem

"Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011 sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungsintervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Ozonbildungspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Ozonbildungspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:

	<p>Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Ersthherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="432 1413 1374 1832"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilewerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

	<p>Level 3:</p> <p>Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.</p> <p>Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.</p> <p><u>Hinweis:</u></p> <p><i>Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.</i></p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:</p> <p>Tabelle 4: Punktzuzuordnung zu Grenz- und Zielwert</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Zielwert</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Grenzwert</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Zielwert	0	Grenzwert
Bewertungspunkte	Beschreibung						
10,0	Zielwert						
0	Grenzwert						
Interpretationshinweise:	<p>Je niedriger der Wert des C₂H₄-Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zu Sommersmog und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.</p>						

1.4 Versauerungspotenzial (AP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Versauerungspotenzial (AP)	Kriterien-Nr.: 1.4
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Bauwerke und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Versauerungspotenzial (Acidification Potential, AP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Versauerung von Luft, Wasser und Boden. Es wird in kg SO₂-Äquivalent angegeben.</p> <p>Schwefel- und stickstoffhaltige Emissionen reagieren in der Luft zu „Saurem Regen“, der Böden, Gewässer, Lebewesen und Bauwerke schädigt.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für das Versauerungspotenzial (AP) ist kg SO₂-Äq./m·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p> <p>Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen.</p>

Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Versauerungspotenzial (AP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Versauerungspotenzial K_{AP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{AP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{AP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Versauerungspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

- B** = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase
- R** = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende
- t_d** = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Versauerungspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,AP} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,AP} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,AP} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Versauerungspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011 sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der

Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungs- intervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Versauerungspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Versauerungspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:
Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind

	<p>die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>										
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="400 1384 1342 1800"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung										
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$										
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$										
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$										
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$										

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger der Wert des SO₂-Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zu saurem Regen und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.5 Überdüngungspotential (EP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Überdüngungspotential (EP)	Kriterien-Nr.: 1.5
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Bauwerke und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Das Überdüngungspotential (Eutrophication Potential, EP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Überdüngung von Böden und Gewässern. Es wird in kg PO₄-Äquivalent angegeben.</p> <p>Die Zufuhr von Nährstoffen, insbesondere Phosphor- und Stickstoffverbindungen wirkt sich z.B. in Gewässern nachteilig durch eine vermehrte Algenbildung aus, die u.a. Fischsterben zur Folge haben kann.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für das Überdüngungspotenzial (EP) ist kg C₂H₄-Äq./m·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p> <p>Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit</p>

den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus das Überdüngungspotenzial (EP) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium Überdüngungspotenzial K_{EP} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{EP} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{EP} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Überdüngungspotenzials über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nut-

zungsphase

B = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des Überdüngungspotenzials für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,EP} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,EP} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,EP} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Überdüngungspotenzials für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem

"Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011 sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungsintervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des Überdüngungspotenzials für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des Überdüngungspotenzials **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen:

	<p>Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projekttrandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="438 1415 1380 1832"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \tag{2}$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{4}$

- x_i Stichprobenwert
- n Umfang der Stichproben
- k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

	<p>Level 3:</p> <p>Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.</p> <p>Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.</p> <p><i>Hinweis:</i></p> <p><i>Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.</i></p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:</p> <p>Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1088 1378 1301"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Zielwert</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Grenzwert</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Zielwert	0	Grenzwert
Bewertungspunkte	Beschreibung						
10,0	Zielwert						
0	Grenzwert						
<p><i>Interpretationshinweise:</i></p>	<p>Je niedriger der Wert des PO₄-Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zur Überdüngung und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.</p>						

1.6a Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora	Kriterien-Nr.: 1.6a
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Risiken und schädigende Einflüsse durch Eingriffe und Veränderungen auf die lokale Umwelt zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Die Relevanz der Straßeninfrastruktur für dieses Thema liegt in der Umwelterheblichkeit größerer Bauvorhaben begründet.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet werden hier Schutzgüter der Umweltverträglichkeitsprüfung, nämlich Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6b, 3.1a, 3.1b und 3.1c behandelt.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Sukzessionslenkung (nur relevant für offene Bauweise)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Behinderung von Wildwechsel während Herstellung und Nutzung <p><u>2. Lärmbeeinträchtigung der Fauna während der Herstellung und der Nutzung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Portalbereich • Lüftungsanlagen <ul style="list-style-type: none"> ➢ Bewetterung während der Bauzeit ➢ Belüftung im Betrieb • Öffnungen • Weitere
Beschreibung der Methode:	Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet. Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der er-</p>

reichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzurordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

Interpretationshinweise:

Je geringer die Beeinträchtigung von Tieren, Pflanzen und biologischer Vielfalt, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft	Kriterien-Nr.: 1.6b
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Risiken und schädigende Einflüsse durch Eingriffe und Veränderungen auf die lokale Umwelt zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Die Relevanz der Straßeninfrastruktur für dieses Thema liegt in der Umwelterheblichkeit größerer Bauvorhaben begründet.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet werden hier Schutzgüter der Umweltverträglichkeitsprüfung, nämlich Boden, Wasser, Luft und Kleinklima. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 3.1a, 3.1b und 3.1c behandelt.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Grundwasser, Kluftwasser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauzeitliche / dauerhafte Einwirkungen auf das Grundwasser • Mögliche Verlagerung von Verunreinigungen durch Bauwasserhaltung • Vermischung von Grundwasserschichten • Veränderungen des Grundwasserstroms • Folgeschäden aus Setzungen durch Entwässerung von Gebirgsklüften <p><u>2. Erschütterungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgeschäden durch Herstellung oder Nutzung <p><u>3. Bauverfahrensbedingte Risiken zur Verunreinigungen der lokalen Umwelt</u></p> <p><u>Tunnelwasser, Tunnelschlamm:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verunreinigung durch Rückstände aus Sprengstoffe und Sprenggasen (Nitrit und Ammonium) • Belastung durch Zementauswaschungen beim Spritzbetonrückprall (Chromat) • Schmiermittel, Treibstoffe, Hydrauliköl (Kohlenwasserstoffe) • Injektionen zur Gebirgsverfestigung • ph-Wert <p><u>4. Naturschutz-/Wasserschutzgebiete</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigungen • Ausgleichsmaßnahmen <p><u>5. Staub während Bau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung und Entsorgung von Stäuben während der Baumaßnahme • Verhinderung der Ausbreitung des Staubs auf unbelastete Flächen

	<p><u>6. Lokalisierter Ausstoß von Abgasen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tunnellüftung 								
<p><i>Beschreibung der Methode:</i></p>	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der ökologischen Qualität diskutiert, Maßnahmen zur Vermeidung aufgezeigt, und die Restrisiken erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>								
<p><i>Bewertungsmaßstab:</i></p>	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" data-bbox="435 1395 1377 1664"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> <p><u>projektabhängiger Maßstab:</u></p> <p>Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.</p> <p>Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

	<p>der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>erreichte Qualität</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>sehr gut</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>gut</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>durchschnittlicher Baustandard</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>schlecht</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>sehr schlecht</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p>	Bewertungspunkte	erreichte Qualität	10,0	sehr gut	7,5	gut	5,0	durchschnittlicher Baustandard	2,5	schlecht	0	sehr schlecht
	Bewertungspunkte	erreichte Qualität											
	10,0	sehr gut											
	7,5	gut											
	5,0	durchschnittlicher Baustandard											
	2,5	schlecht											
0	sehr schlecht												
<i>Interpretationshinweise:</i>	Je geringer die Beeinträchtigung von Boden, Wasser, Luft und Kleinklima, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.												

1.8a Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	Kriterien-Nr.: 1.8a
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Baumaßnahmen bei Neubau, Unterhalt und Erhaltung derart zu gestalten, dass Verkehrsbeeinträchtigungen, die zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch und infolgedessen zu Mehremissionen führen, reduziert werden.</p> <p>Wird das Bauwerk bereits in der Planung optimiert, so können die Verkehrsbeeinträchtigungen über den Lebenszyklus erheblich reduziert werden.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Häufigkeit und Dauer von Verkehrsbeeinträchtigungen wird beeinflusst durch die Lebensdauern der verwendeten Baustoffe und Konstruktionen, die erforderliche Verkehrsführung je nach Baumaßnahme sowie die vorhandene Verkehrsbelastung und die Verkehrsprognose.</p> <p>Die Emissionen des nutzenden Verkehrs im „Normalzustand“ können nicht durch das Bauwerk beeinflusst werden und werden daher nicht bewertet. Ungünstige Verkehrszustände infolge Baumaßnahmen sind jedoch zu vermeiden.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehremissionen anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Zeitverluste und Mehrkilometer infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Es sind alle relevanten Baumaßnahmen (Neubau, Unterhaltung, Instandsetzung und Erhaltung) im vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen. Übersteigt der prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) 50% der Tageskapazität der geplanten Verkehrsanlage ist ab diesem Zeitpunkt diese maximale Belastung als konstanter Wert bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes zu verwenden. Um Häufigkeit und Dauer der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst gering zu halten, werden die Erhaltungsmaßnahmen entsprechend den vorgegebenen Zyklen in Maßnahmenpakete zusammengefasst.</p> <p>Die Bewertung ist abhängig von der Verkehrsdichte der untersuchten Strecke und erfolgt nur für Strecken mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtverkehr (DTV_{Ges}) von min. 5.000 Kfz/d. Bei Verkehrsstrecken mit einem DTV_{Ges} unterhalb von 5.000 Kfz/d kann die Verkehrsbeeinträchtigung vernachlässigt werden. Das Kriterium wird in diesem Fall mit 10 Punkten bewertet.</p> <p>Es sind Auswirkungen der Baumaßnahmen auf primäre Fahrstrecken (durch das Bauwerk gebildet) und sekundäre Fahrstrecken (das Bauwerk kreuzend) einzubeziehen.</p> <p>Es werden folgende vereinfachte Annahmen zugrunde gelegt:</p> <p>Die Auswirkungen auf eine primäre oder sekundäre Fahrstrecke sind entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Änderung der Verkehrsführung (Baustellenverkehrsführung) oder

- eine Vollsperrung mit Umleitung.

Falls eine Baumaßnahme auf eine bestimmte Fahrstrecke keine Auswirkungen hat, so ist dies darzulegen.

Im Falle einer Baustellenverkehrsführung werden die Zeitverluste infolge von Stau ermittelt. Im Falle einer Vollsperrung wird die Verlängerung des Fahrtweges durch die Umleitung ermittelt.

Stau auf Umleitungsstrecken wird ebenso vernachlässigt, wie Mehrkilometer infolge Stauumfahrung.

Zusammenstellung aller Baumaßnahmen mit Verkehrsbeeinträchtigung

Die Verkehrsbeeinträchtigungen im Lebenszyklus des Bauwerks sind aus dem Erhaltungsszenario zu ermitteln. Für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) muss ein einheitliches Erhaltungsszenario zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Verkehrsbeeinträchtigung sind nur Maßnahmen mit Arbeitsstellen längerer Dauer (AID) relevant. Maßnahmen an Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AKD) dürfen vernachlässigt werden. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden ebenfalls vernachlässigt.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen mit einer Nutzungsdauer von weniger als 100 Jahren sind die Erhaltungsmaßnahmen im vorgegebenen Intervall zu berücksichtigen.

Im vereinfachten Verfahren für Tunnel sind

- die Nutzungsdauern der Bauteile,
- die Zeitdauern der unregelmäßigen Erhaltungsmaßnahmen,
- die zugehörigen Verkehrsführungen sowie
- die Grenzleistungsfähigkeit einer Strecke bei gegebener Verkehrsführung

aus Tabelle 1 zu verwenden.

Tabelle 1: Unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen für Tunnel

Bauteile / Baustoffe	N Nutzungs- dauer Jahre	t _u (Erhal- tungsinter- valle)	T (Zeitdauer der Erhal- tungsmaßnahmen) [mo / km Bezugslänge]	Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die Maßnahme		
				Verkehrsführung:		
				1 / 1	2 / 2	3 / 3
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*	4,0*	C I/3, C I/9	D II/2, D II/3, D II/4	D II/7, D II/8
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*	4,0*	C I/3, C I/9	D II/2, D II/3, D II/4	D II/7, D II/8
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100	1,0*	C I/3, C I/9	D II/2, D II/3, D II/4	D II/7, D II/8
Fahrbahn	siehe freie Strecke					

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

Zur Ermittlung der Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung sind die in Tab. 1 vorgegebenen Faktoren mit der Bezugslänge (Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen [km]) zu verrechnen.

Bei der Erhaltungsplanung ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind zeitlich in Maßnahmenpakete zusammenzufassen und die Dauer der Erhaltungsarbeiten in den entsprechenden Intervallen zu berechnen. Dabei ist auf volle Tage aufzurunden. Bei einer Überschreitung von 52 Bauwochen im betrachteten Jahr sind die übrigen Bauwochen auf das darauffolgende Jahr zu übertragen. Eine genauere Ermittlung der Zeitdauern für die Erhaltungsmaßnahmen ist zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert wird.

Erhaltungsmaßnahmen sind gegebenenfalls in den Maßnahmenpaketen parallel auszuführen, um die Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung zu reduzieren. Dies ist ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Nicht in den Tabellen angegebene Maßnahmen (Bauteile) und deren Verkehrsbeeinträchtigungsszenarien sind separat zu ermitteln und nachvollziehbar zu dokumentieren. Abweichende Verkehrsführungen sind nur zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert sind.

Die Grenzleistungsfähigkeit für ausgewählte Streckengrößen ist in den Tabellen 2-6 angegeben. Für nicht aufgeführte Streckengrößen sind die Kapazitäten nach (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008) gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist von einer Grundkapazität von 1.830 KFZ pro Fahrstreifen (bei einstreifigen Verkehrsstrecken von 1.570 KFZ) auszugehen und diese mit den in der Legende hinterlegten Faktoren an die Fahrstrecke anzupassen.

Tabelle 2: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für Landstraßen

Regelplan ¹⁾	Verkehrsführung ¹⁾	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung	Baustellenzugewandte Fahrtrichtung
C I / 1 2	Ohne und mit geringer Einengung der FB	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C I / 3	Verkehrsführung über Behelfsfahrstreifen	1400 ²⁾	1330 (Ü) ²⁾³⁾
C I / 4 u. 6	FB halbseitig gesperrt, Verkehrsregelung d. VZ	500 ²⁾	
C I / 5	FB halbseitig gesperrt, Verkehrsregelung d. LSA	1450 Pkw-E/h Grünzeit ⁴⁾	
C I / 7	3-streifige FB; Sperrung re. FS der 2-streifigen Ri	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C I / 8	3-streifige FB; Sperrung der 1-streifigen Ri	1330 (Ü) ²⁾³⁾	1400 ²⁾

¹⁾ nach RSA 85 (FGSV, 1995)

²⁾ (SCHMUCK, 1984)

³⁾ (BECKMANN, 2001), (HELLMANN, 2008)

⁴⁾ (STAADT, 1979)

Tabelle 3: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 2-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung		Baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D I/1	2n+2	40,5	1830	1830	1830	1830
			3660		3600	
	2n+2 Arbeiten am MS		1830	1830	1739	1830
			3660		3569	
D I/2	2n+2	1830	1830	1739 (B)	1830	
			3360		3569	
D II/2	4s+0	29,4	1830	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1739 (Ü)
			3569		3391	
D II/3	2+0	11,0	1739 (W)			1652 (Ü,W)
			1739		1652	
D I/3	2n+1	7,8	1830	1830		1739 (Ü)
			3660		1739	
D II/1	3s+1	7,6	1830	1739 (B)	1739 (Ü)	1830
			3569		3569	
-	1+1	2,5	1739 (W)			1739 (W)
			1739		1739	
D II/4	3s+0	1,1	1830	1739 (B)		1652 (Ü,W)
			3569		1652	

Tabelle 4: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 3-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenabgewandte Fahrtrichtung			baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
D I/5	3n+3	27,5	1830	1830	1830	1739 (B)	1739 (B)	1830
			5490			5308		
D I/6	3n+2	25,8	1830	1830	1830		1652 (B,W)	1830
			5308			3482		
D II/5	4s+2	11,7	1830	1739 (B)	1739 (B)	1739 (Ü)	1739 (B)	1830
			5308			5308		
D II/7	4+0	11,7	1830	1652 (B,W)			1569 (B,Ü,W)	1739 (Ü)
			3482			3308		
-	2+2	9,2	1830	1652 (B,W)			1652 (B,W)	1830
			3482			3482		
D II/6	5s+1	5,8	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5134		
-	6s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5043		
D II/8	5s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)		1569 (B,Ü,W)	1739(Ü)
			5308			3308		
-	3+1	1,7	1830	1739 (W)			1652 (Ü,W)	1830
			3569			3482		

Tabelle 5: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 2-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D II/2b	2n+1, Wegfall LFS	25	1652 (TB,W)	
			1652	
D III/2b, D III/3a, D III/3b	2n+1, Wegfall ÜFS	8		1652 (TB,W)
			1652	
D III/4	2n+s	29	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130	
D III/7	2n+2 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1739 (TB)	1739 (TB)
			3478	

Tabelle 6: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 3-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
analog D III/1, D III/2a und 2b	3n+2, Wegfall LFS	26	1739 (TB)	1652 (TB,W)	
			3391		
analog D III/1, D III/3a und 3b	3n+2, Wegfall 2. ÜFS	33		1652 (TB,W)	1739 (TB)
			3391		
analog D III/4	3n+3s	0	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			4695		
D III/5	3n+1	1	1652 (TB,W)		
			1652		
D III/6	3n+3, Arbeiten auf Seitenstreifen	2		1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130		
analog D III/7	3n+3 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1830	1830	1830
			5490		

Legende (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008):

		Faktoren
B	Überschreiten der kritischen Fahrstreifenbreite	0,95
Ü	Überleitung auf die Gegenfahrbahn	0,95
W	Wegfall eines benachbarten Fahrstreifens	0,95
TB	einfachere Ausstattung von Tagesbaustellen	0,95
V	Verschwenkung	0,90
ÜV	vorwiegender Urlaubsverkehr	0,90
AB	bei Lage des Streckenabschnitts außerhalb von Ballungsräumen	0,95
n	die Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn werden nicht durch die Baustellenverkehrsführung in Anspruch genommen	
s	der Verkehr wird unter Mitbenutzung des Standstreifens geführt	

A: Ermittlung der Zeitverluste

Die Staudauer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks darf unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Stau entsteht, wenn die Verkehrsbelastung innerhalb einer betrachteten Stunde die Kapazität der Fahrstrecke übersteigt. In diesem Fall wird die gesamte Zeitverzögerung in der betrachteten Stunde aus der zugehörigen Gesamtverkehrsüberlastung und einer anzusetzenden Verzögerung je Fahrzeug ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge, deren Nachfrage in der betrachteten Stunde nicht bedient werden konnte, wird zur Verkehrsnachfrage der Folgestunde hinzuaddiert.

Im vereinfachten Verfahren wird die stündliche Verkehrsbelastung, d.h. die Anzahl der Fahrzeuge, die in der betrachteten Stunde die Fahrstrecke passieren, anhand des prognostizierten DTV über typisierte Tagesganglinien für die repräsentative Bauwoche ermittelt. Ein genaueres Verfahren ist zulässig, z.B. die Verwendung streckenspezifischer oder seasonspezifischer Tagesganglinien, oder die Verwendung von Tagesganglinien aus Verkehrsmessungen bei Bestandsbauwerken.

Die Stautunden $h_{\text{Stau},j,t}$ [h*KFZ] sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j wie folgt zu ermitteln:

$$h_{\text{Stau},j,t} = \sum_{m=1}^l T_{j,t,m} \cdot \sum_{q=1}^7 \sum_{i=1}^{24} h_{i,q,j,m} \quad (1)$$

mit

$T_{j,t,m}$ Dauer T [Wo] der jeweiligen Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j in dem betrachteten Jahr t

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

l Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

q betrachteter Tag Wochentag (1-7, Mo. bis So.)

i betrachtete Stunde (1-24)

$h_{i,q,j,m}$ Stautunden aller KFZ [h * KFZ] in der betrachteten Stunde i am betrachteten Wochentag q auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m , zu ermitteln nach Gleichung (2)

Die Stautunden $h_{i,q,j,m}$ aller KFZ in der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m werden wie folgt ermittelt:

$$h_{i,q,j,m} = n \cdot \left(\text{KFZ}_{j,q,R1,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R1,i} - 2\text{GrL}_{j,R1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i} - 2\text{GrL}_{j,R2} \right) + h_{i-1,q,j,m} \quad (2)$$

mit

$\text{KFZ}_{j,q,R1,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung R1 nach Gl. (3)

$\text{GrL}_{j,R1}$ Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung R1, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6

$\text{KFZ}_{j,q,R2,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung R2 nach Gl. (3)

GrL_{j,R2}	Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung R2, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6
n	Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge [h] Im vereinfachten Verfahren ist mit einer Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge von 0,5 h zu rechnen.
h_{i-1,q,j,m}	Stauzeiten der Vorstunde zu der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j [h * KFZ]
i	betrachtete Stunde
j	betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)
m	betrachtete Erhaltungsmaßnahme

Die prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j für die Richtungen 1 und 2 ergeben sich wie folgt:

$$\mathbf{KFZ_{j,q,R1/2,i} = Anteil\ DTV \cdot DTV_j / 2} \quad (3)$$

mit

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KfZ/d] auf der Fahrstrecke j
Anteil DTV nach Tab. 7

Anmerkung:

Die betrachtete Stunde i muss eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) der Fahrstrecke vorweisen, um eine Stausituation entstehen zu lassen und in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: **KFZ_{R,i} - GrL_R muss > 0** sein, ansonsten entsteht keine Stausituation und die aktuell betrachtete Stunde wird **nicht** berücksichtigt.

Hat sich in der untersuchten Vorstunde i-1 bereits eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) ergeben, so kann die aktuell betrachtete Stunde i auch eine Unterschreitung der Grenzleistungsfähigkeit vorweisen, um in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: Wenn **h_{i-1} > 0** darf **h_i < 0** sein, da sich die Stausituation wieder auflöst.

Tabelle 7: Tagesganglinien (repräsentative Bauwoche, vereinfachtes Verfahren) (HELLMANN, 2008)

Std.	Anteil DTV (%) (Tagesganglinie für repräsentative Bauwoche*)				
	Mo	Di, Mi, Do	Fr	Sa	So
Vorgeschlagener Tagesganglinientyp	Typ C	Typ C	Typ C	Typ A	Typ A
0-1	1,683	1,183	0,983	1,844	2,283
1-2	1,253	0,944	0,724	1,339	1,718
2-3	1,070	0,875	0,643	1,028	1,207
3-4	1,238	0,973	0,723	0,914	0,951
4-5	1,948	1,445	1,163	1,083	0,850
5-6	3,645	2,939	2,743	1,810	0,999
6-7	5,669	5,025	5,019	2,532	1,232
7-8	6,477	6,181	6,070	3,635	1,805
8-9	6,420	6,282	5,623	5,197	3,029
9-10	6,191	6,059	5,359	6,429	4,582
10-11	6,031	5,784	5,459	6,976	5,913
11-12	5,922	5,661	5,734	6,973	6,517
12-13	5,779	5,707	6,406	6,874	6,511
13-14	5,818	5,982	6,896	7,102	6,854
14-15	5,969	6,259	7,008	7,121	7,263
15-16	6,268	6,646	7,028	6,534	7,056
16-17	6,644	7,031	6,952	6,374	7,211
17-18	6,355	6,861	6,671	6,358	7,662
18-19	5,576	6,211	6,213	6,144	7,507
19-20	4,457	5,061	5,259	5,273	6,704
20-21	3,461	3,927	4,093	4,121	5,619
21-22	2,725	3,073	3,116	3,277	4,506
22-23	2,176	2,449	2,535	2,924	3,697
23-24	1,552	1,773	1,908	2,469	2,650

* Nach Empfehlung werden die Tagesganglinientypen mit relativ ausgeglichenem Verkehr (Typ C und Typ A) vorgegeben. Diese sind mit dem Umrechnungsfaktor zur Ermittlung der repräsentativen Bauwoche multipliziert worden – unter Verwendung der empfohlenen Jahresganglinie Typ B, die eine weitgehend ausgeglichenen Verlauf mit leichten Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen aufweist. (HELLMANN, 2008)

B: Ermittlung der Mehrkilometer

Beim vereinfachten Verfahren dürfen die Mehrkilometer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Bei einer Vollsperrung einer Fahrstrecke mit Einrichtung einer Umleitungsstrecke werden die Mehrkilometer auf der Umleitungsstrecke ersatzweise mit dem Verkehrsaufkommen der gesperrten Strecke berücksichtigt.

Werden mehrere Umleitungen eingerichtet, auf die sich der Verkehr verteilt, so sind die Mehrkilometer anteilig zu wichten.

Die gesamten Mehrkilometer aller KFZ $L_{U_{m,j,t}}$ sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j nach Gl. (4) zu ermitteln.

$$L_{Uml,j,t} = \sum_{m=1}^I d_{m,j,t} \cdot UML_{m,j,t} \cdot DTV_j \quad (4)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$d_{m,j,t}$ Dauer der Sperrung [d] infolge der Maßnahme m der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$UML_{m,j,t}$ Länge [km] der Umleitungsstrecke unter der Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KFZ / d] für die betrachtete Fahrstrecke j

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

I Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

C: Bilanzierung der Treibhausgasemissionen

Die Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.

Die Umweltwirkungen werden anhand der Treibhausgasemissionen bewertet. Sie sind aus den Zeitverlusten und den Mehrkilometern und den Emissionsfaktoren nach Tabelle 8 zu berechnen.

Tabelle 8: Emissionsfaktoren (GRAUBNER, 2010)

Faktor	Wert	Einheit
$EM_{PKW,h}$	1,35	kg CO ₂ -Äqu./ (h * PKW)
$EM_{SV,h}$	17,56	kg CO ₂ -Äqu./ (h * SV)
$EM_{PKW,km}$	0,19	kg CO ₂ -Äqu./ (km * PKW)
$EM_{SV,km}$	0,74	kg CO ₂ -Äqu./ (km * SV)

Es werden die zu erwartenden Mehremissionen durch die PKW und SV- als gesamte Mehremissionen K_{MBV_G} [kg CO₂-Äqu./ (DTV)] wie folgt berechnet:

$$K_{MBV_G} = MBV_P + \sum_{a=v}^w MBV_{s,a} \quad (5)$$

mit

K_{MBV_G} Mehremissionen gesamt [kg CO₂-Äqu./ (DTV)]

MBV_P Mehremissionen durch die vom Stau betroffenen KFZs auf der primären (durch das Bauwerk gebildete) Fahrstrecke, über den für die Bewertung angesetzten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren in Bezug auf den DTV in [kgCO₂-Äqu./ (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

MBV_s Mehremissionen durch die vom Stau betroffenen KFZs auf der sekundären (z.B. das Bauwerk kreuzende oder unterführende) Fahrstrecke, über den für die Bewertung angesetzten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren in Bezug auf den DTV in [kg CO₂-Äqu./ (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

- a** die zu betrachtende Verkehrsstrecke
v erster durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg
w letzter durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

Die Mehrmissionen auf den einzelnen Fahrstrecken MBV_j [kg CO₂-Äqu./ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$MBV_j = \sum_{t=1}^{td} (MBV_{Stau,j,t} + MBV_{Uml,j,t}) \quad (6)$$

mit

- MBV_j** Mehrmissionen auf der Fahrstrecke j [kg CO₂-Äqu./ DTV]
MBV_{Stau,j,t} Mehrmissionen durch Zeitverlust auf der Fahrstrecke j im Jahr t [kg CO₂-Äqu./ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (7)
MBV_{Uml,j,t} Mehrmissionen infolge Umfahrung der Fahrstrecke j im Jahr t [kg CO₂-Äqu./ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (8)
t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren
t das zu betrachtende Jahr

Die Mehrmissionen durch Zeitverluste auf der betrachteten Fahrstrecke $MBV_{Stau,j,t}$ [kg CO₂-Äqu./ DTV] im betrachteten Jahr wird wie folgt ermittelt:

$$MBV_{Stau,j,t} = \sum_{m=k}^l h_{Stau,j,t,m} * \frac{(EM_{PKW,h} * (1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}}) + EM_{SV,h} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}})}{DTV_{ges,j}} \quad (7)$$

mit

- h_{Stau,j,t,m}** prognostizierte gesamte Stautunden [h * KFZ] aller KFZ im betrachteten Jahr infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m
EM_{PKW,h} Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8
EM_{SV,h} Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8
DTV_{Ges,j,t} für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz/ d]
DTV_{SV,j,t} für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz/ d]
m die betrachtete Maßnahme
k erste durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr
l letzte durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

Die Mehrmissionen infolge Umfahrung der betrachteten Fahrstrecke $MBV_{Uml,j,t}$ [kg CO₂-Äqu./ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$MBV_{Uml,j,t} = L_{Uml,j,t} * (EM_{PKW,km} * (1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}}) + EM_{SV,km} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}}) \quad (8)$$

mit

- L_{Uml,j,t}** Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

	<p>DTV_{Ges,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>DTV_{SV,i,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>EM_{PKW,km} Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>EM_{SV,km} Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>Werden PKW- und Schwerverkehr auf verschiedene Umleitungen aufgeteilt, so sind die Mehrkilometer getrennt zu ermitteln und entsprechend zuzuweisen.</p>											
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandrbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="435 1509 1377 1926"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$</td> </tr> <tr> <td>bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung											
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$											
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$											
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$											
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$											
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$											

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \tag{2}$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{4}$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilenfaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten

erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je geringer die Verkehrsbeeinträchtigung infolge von Bau- und Erhaltungsmaßnahmen ist, desto geringer ist die zusätzliche Umweltbelastung und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu beurteilen.

1.9 Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne)	Kriterien-Nr.: 1.9
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Senkung des Energiebedarfs zählt zu den Nachhaltigkeitszielen der Bundesregierung. Der Gesamtprimärenergiebedarf in Deutschland ist leicht rückläufig. So sank der Verbrauchswert über alle Wirtschaftsbereiche im Jahre 2006 gegenüber dem Jahr 1990 um 7,5 %. Da große Mengen an Energie für die Baustoffherstellung und Verarbeitung benötigt werden, ist hier ein großes Einsparpotential vorhanden.
Beschreibung & Kommentar:	Mit dem nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf wird der Ressourcenverbrauch an Energieträgern bewertet, die sich im menschlichen Zeithorizont nicht regenerieren, wie Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas und Uran. Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf berücksichtigt dabei auch Verluste bei der Gewinnung, Verteilung und Nutzung der Energieträger. Er wird in MJ angegeben.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf (PEne) ist MJ/m·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p> <p>Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen.</p>

Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf (PEne) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für das Kriterium nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf K_{PEne} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet:

$$K_{PEne} = (H + E + B + R) / t_d \quad (1)$$

mit

K_{PEne} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PEne) über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

- B** = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase
- R** = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende
- t_d** = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Herstellphase **H** sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,PE} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,PE} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,PE} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Erhaltung in der Nutzungsphase **E** basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011 sowie der „Ablösungsbeträge-

Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungsintervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs **R** des End of Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobau.dat für die Berechnung zu nutzen.

Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für Materialgruppen durchgeführt werden. Es gilt:

- (1) Mineralische Baustoffe:
Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.
- (2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.):
Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.
- (3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert

	<p>gert werden dürfen: Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>										
<p><i>Bewertungsmaßstab:</i></p>	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p> <p>Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1" data-bbox="400 1451 1342 1868"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung										
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$										
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$										
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$										
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$										

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilewerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger Wert des Primärenergiebedarfs ist, desto geringer ist die Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Ressourcen und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

1.10 Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil erneuerbarer Primärenergie (PEe)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Gesamtprimärenergiebedarf (PEges) und Anteil erneuerbarer Primärenergie (PEe)	Kriterien-Nr.: 1.10
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Neben der Senkung des Gesamtprimärenergiebedarfs ist es im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung Ziel der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energien zu erhöhen und damit gleichzeitig den Bedarf an nicht erneuerbaren Energieträgern zu senken. Da große Mengen an Energie für die Baustoffherstellung und Verarbeitung benötigt werden, ist hier ein großes Einsparpotential vorhanden.
Beschreibung & Kommentar:	Mit dem Gesamtprimärenergiebedarf wird der Ressourcenverbrauch an erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieträgern bewertet. Zu den erneuerbaren zählen u.a. Biomasse, Sonnenstrahlung, Erdwärme, Wasser- und Windkraft. Zu den nicht erneuerbaren zählen z.B. Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas und Uran. Der Gesamtprimärenergiebedarf berücksichtigt dabei auch Verluste bei der Gewinnung, Verteilung und Nutzung der Energieträger. Er wird in MJ angegeben.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ökobilanz
Teilkriterien:	<u>1. Gesamtprimärenergiebedarf</u> <u>2. Anteil erneuerbarer Primärenergie</u>
Beschreibung der Methode:	<p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit für den Gesamtprimärenergiebedarf (PEges) und den erneuerbaren Primärenergiebedarf (PEne) ist MJ/m·a.</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus.</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) <p>darzustellen.</p>

Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren und die Materialien mit den entsprechenden Datensätzen der Ökobau.dat (BMVBS, 2012) abzugleichen. Dabei ist insbesondere zu überprüfen, ob die Referenzeinheit des Datensatzes mit der Einheit der ermittelten Menge übereinstimmt. Gegebenenfalls ist die Einheit anzupassen.

Zur Vereinfachung ist die Verwendung von Mittelwerten ähnlicher Bauteile/ Bauteilaufbauten im Verhältnis ihres tatsächlichen Vorkommens im Infrastrukturbauwerk zugelassen. Das Zusammenfassen von Bauteilen ist zu dokumentieren.

Die jeweiligen Mengenermittlungen sind gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen, Geländer

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz- und Korrosionsschutz

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz auf Basis der Mengenermittlung. Die ermittelten Baustoffmengen werden mit den Datensätzen der Datenbank Ökobau.dat (BMVBS, 2012) verrechnet und daraus der Gesamtprimärenergiebedarf (PE_{ges}) und der erneuerbare Primärenergiebedarf (PE_e) ermittelt.

Die Ergebnisse für Bauteilaufbauten sind mit den jeweiligen Bauteilflächen im Gesamtbauwerk zu verrechnen und separat auszuweisen.

Der jährliche Durchschnittswert für die Teilkriterien Gesamtprimärenergiebedarf $K_{PE_{ges}}$ und erneuerbare Primärenergie K_{PE_e} wird aus den Anteilen aus Herstellung, Erhaltung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung berechnet: Der prozentuale Anteil erneuerbarer Primärenergie am Gesamtprimärenergiebedarf $K_{PE_e\text{Anteil}}$ ergibt sich wie folgt:

$$K_{PE_e\text{Anteil}} = K_{PE_e} / K_{PE_{ges}} \quad (1)$$

$$K_{PE_{ges}} = K_{PE_{ne}} + K_{PE_e} \quad (2)$$

$$K_{PE_e} = (H + E + B + R) / t_d \quad (3)$$

mit

K_{PEges} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des Gesamtprimärenergiebedarfs (PEges) über den gesamten Lebenszyklus

K_{PEne} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PEges) über den gesamten Lebenszyklus aus Kriterium 1.9

K_{PEe} = prognostizierter jährlicher Durchschnittswert des erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PEe) über den gesamten Lebenszyklus

H = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Herstellphase

E = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für die Erhaltung in der Nutzungsphase

B = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für den Betrieb in der Nutzungsphase

R = prognostiziertes Ozonschichtabbaupotenzial für Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

t_d = Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

A: Rechenverfahren Herstellung

In den Wert für die Herstellphase H sind alle Bauteile gemäß Mengenermittlung einzubeziehen.

Da bei der Mengenermittlung eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z.B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,PE} = 1,05$ zu multiplizieren.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Soweit die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke bekannt ist, sind die tatsächlichen Transportentfernungen anzusetzen. Sofern keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden ist, darf alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,PE} = 1,03$ multipliziert werden.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,PE} = 1,05$ zu multiplizieren.

B: Rechenverfahren Erhaltung in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Erhaltung in der Nutzungsphase E basiert auf einem Erhaltungsszenario. Zusammen mit dem Betriebsszenario (siehe C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase) ergibt dies ein Nutzungsszenario für die Verkehrsanlage. Das Nutzungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Als Referenznutzungszeit (t_d) sind 100 Jahre zu veranschlagen.

Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltungsmaßnahmen der Verkehrsanlage (Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung) gemäß der nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Es basiert auf einer Erhaltungsplanung, die alle regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), sowie unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maß-

nahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Der regelmäßige Unterhalt darf für die Ökobilanz vernachlässigt werden.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Austauschmaßnahmen zu berücksichtigen. Der Austausch erfolgt unter der Annahme eines Ersatzes mit dem ursprünglichen Bauteil/Produkt.

Als Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011 sowie der „Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten / Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung / Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die Entsorgung des ausgetauschten Bauteils/Produkts ist gemäß der Vorgaben nach „D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende“ zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Nutzungsdauern und Erhaltungsintervalle für Tunnel

Bauteile/Baustoffe	Nutzungsdauer [Jahre]	Erhaltungsintervalle [Jahre]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100
Fahrbahn	siehe freie Strecke	

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

C: Rechenverfahren Betrieb in der Nutzungsphase

Die Ermittlung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs für den Betrieb in der Nutzungsphase **B** basiert auf einem Betriebsszenario. Das Betriebsszenario wird für den Straßenbetriebsdienst gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Betriebsdienstes so realistisch wie möglich gerechnet werden.

Es basiert auf einer Betriebsplanung, die alle relevanten Prozesse (z.B. Reinigung, etc.) über den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt.

D: Rechenverfahren Rückbau und Entsorgung am Lebenszyklusende

In die Berechnung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs **R** des End-of-Life-Szenarios des Bauwerks sind Verwertungs- und Entsorgungswege für alle Materialien/Baustoffe einzubeziehen, die sich nach Ende des Betrachtungszeitraums noch im Bauwerk befinden. Ausbauprozesse bei Demontage bzw. Rückbau dürfen vernachlässigt werden. Es sind die Datensätze der Ökobilau.dat für die Berechnung zu nutzen.

	<p>Da die Entsorgungsdatensätze in der Datenbank Ökobau.dat derzeit nicht in so großer Detaillierung vorliegen wie die Datensätze für die Herstellung, darf die Berechnung für <u>Materialgruppen</u> durchgeführt werden. Es gilt:</p> <p>(1) Mineralische Baustoffe: Es ist der Entsorgungs-/Verwertungsweg „Recycling/Verwertung“ zu wählen. Hierzu ist vereinfachend für alle mineralischen Baustoffe der Datensatz der Ökobau.dat „Bauschutttaufbereitung“ zu wählen.</p> <p>(2) Materialien mit einem Heizwert (Holz, Kunststoffe, etc.): Es ist der Entsorgungsweg „Thermische Verwertung“ zu wählen. Die Datensätze sind nach Stoffgruppen (Holz, Holzwerkstoffe, Kunststoffe, etc.) zusammenzufassen. Es sind die jeweils entsprechenden Datensätze der Ökobau.dat zu verwenden.</p> <p>(3) Alle sonstigen Materialien, die auf Bauschutt- oder Hausmülldeponien abgelagert werden dürfen: Es ist der Entsorgungsweg „Entsorgung auf Deponie“ zu wählen. Hierzu sind die jeweils am besten geeigneten Datensätze der Ökobau.dat zu wählen.</p> <p>(4) Metalle: Das Recycling von Metallen ist mit einer Umweltwirkung von Null zu bewerten. Recyclingpotenziale dürfen nicht aktiviert werden, da mit der Anrechnung des Recyclingpotenzials die heute entstehenden Umweltwirkungen der Erstherstellung nicht abgebildet werden.</p>
<p>Bewertungsmaßstab:</p>	<p>Die beiden Teilkriterien sind gleich zu gewichten. Jedes der Teilkriterien wird nach den nachfolgenden Verfahren bewertet. Aus den Teilkriterien wird der Mittelwert berechnet und als Bewertung des Kriteriums 1.10 verwendet.</p> <p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projekttrandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.</p>

Tabelle 2: Punktzunordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzunordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:

Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger Wert des Gesamtprimärenergiebedarfs bei gleichzeitig hohem Anteil erneuerbarer Energien ist, desto geringer ist die Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Ressourcen und dementsprechend besser ist das Bauwerk zu bewerten.

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Flächeninanspruchnahme	Kriterien-Nr.: 1.12
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Die anhaltend hohe Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke (ca. 120 ha pro Tag im Jahr 2005) stellt ein großes Defizit für eine nachhaltige Entwicklung dar. Ziel der Bundesregierung ist es deshalb, die Inanspruchnahme neuer Flächen bis zum Jahr 2020 auf 30 ha pro Tag zu begrenzen. Die Straßenverkehrsfläche hat hieran einen bedeutenden Anteil (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006).</p> <p>Die größte Lenkungsmöglichkeit besteht zwar vor der Linienbestimmung, das Kriterium ist aber auch für spätere Planungsphasen (z.B. Baustelleneinrichtung) noch relevant.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Umwandlung von naturnahen Flächen beeinträchtigt zum einen die ökologischen Funktionen des Bodens und geht zum anderen mit Zersiedelung und Landschaftszerschneidung einher. Dies wird auch in der Umweltverträglichkeitsprüfung mit dem Schutzgut „Landschaft“ angesprochen.</p> <p>Fläche wird zum einen dauerhaft durch das Bauwerk und zum anderen vorübergehend während der Baumaßnahmen beansprucht. Die dauerhafte Flächeninanspruchnahme ist vor allem vor der Linienbestimmung relevant. Hier wird nur die vorübergehende Flächeninanspruchnahme betrachtet. Darüber hinaus beansprucht auch die Mineralstoffgewinnung der Baustoffe Flächen. Diese wird nicht berücksichtigt.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Flächeninanspruchnahme während Bau</u></p> <p><u>2. Aspekte für die Flächeninanspruchnahme für das fertiggestellte Bauwerk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenumwandlung z.B. versiegelte Fläche in Grünfläche • Flächengewinn gegenüber der Straße • Fläche bedingt nutzbar (Tragfähigkeit) • Fläche unbeeinträchtigt nutzbar (tiefliegendes Tunnelbauwerk)
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p>

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungspunkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretationshinweise:</i>	Je niedriger die Flächeninanspruchnahme ist, umso besser ist das Bauwerk zu bewerten.	

1.13 Abfall und Kreislaufwirtschaft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökologische Qualität	
Kriterium:	Abfall und Kreislaufwirtschaft	Kriterien-Nr.: 1.13
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums ist die Vermeidung von Abfall und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung von Abfällen. Die Verwertung von Abfällen (Kreislaufwirtschaft) ist anzustreben, da ein Recycling gleichzeitig zur Ressourcenschonung beiträgt.
Beschreibung & Kommentar:	<p>Abfall fällt während des gesamten Lebenszyklus in unterschiedlicher Art und Menge an:</p> <p>Bei Bauarbeiten sind Baustellenabfall und Restmaterial zu entsorgen. Beim Straßenbetrieb fallen Grünschnitt und Kehrgut an. Beim Rückbau von Bauteilen oder Bauwerken entstehen große Mengen an Bauschutt.</p> <p>Abfallvermeidung und ein hochwertiges Recycling können durch gezieltes Management, sortenreine Trennbarkeit von Konstruktionen, etc. gefördert werden. Notwendige Beseitigung von Abfall muss umweltverträglich sein.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Ausbruchsmaterial</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiederverwendung (z.B. Erd- und Dammbau) • Deponierung <p><u>2. Abfall während Bau</u></p> <p>Für die Erneuerung des Fahrbahnbelags und der Streckenausstattung siehe Steckbrief freie Strecke.</p>
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p>

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je mehr Abfälle vermieden oder recycelt werden, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

Ökonomische Qualität

2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökonomische Qualität	
Kriterium:	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	Kriterien-Nr.: 2.1
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ist der Ressourcenbedarf insgesamt zu minimieren.</p> <p>Im Infrastrukturbereich werden große Mengen Gesteinskörnungen (Splitt, Schotter, Sand, Kies etc.) eingesetzt, unter den nichtmineralischen Ressourcen ist insbesondere Bitumen für die Fahrbahndecke relevant. Erneuerbare Ressourcen spielen im Straßeninfrastrukturbereich derzeit kaum eine Rolle.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Eine Verringerung des Bedarfs kann durch "sparsame" Konstruktionen, den Einsatz von Recyclingbaustoffen, sowie in begrenztem Maße durch Substitution mit nachwachsenden Rohstoffen erreicht werden.</p> <p>Der Bedarf stofflicher Ressourcen zur Energiegewinnung wird in den Steckbriefen 1.9 und 1.10 behandelt.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ermittlung von Lebenszykluskosten (Kapitalwert)
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Nach der folgenden Bewertungsmethode werden die Lebenszykluskosten als direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus ermittelt. Genauere Verfahren sind zulässig, sofern sie für alle Vergleichsvarianten identisch angewendet werden.</p> <p>Die Bewertung der Lebenszykluskosten erfolgt durch eine Ermittlung der Lebenszykluskosten mit der Kapitalwertmethode [€/Bezugsgröße].</p> <p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>In die Lebenszykluskostenanalyse sind folgende Teile der Herstell- und Erhaltungskosten einzubeziehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellungskosten des Infrastrukturbauwerks bis zur Verkehrsübergabe - Kosten für regelmäßige Erhaltung (betriebliche Erhaltung, bauliche Unterhaltung) [RE] - Kosten für unregelmäßige Erhaltung (bauliche Instandsetzung und Erneuerung) [UE] - Kosten für Verkehrssicherung: z.B. bei eingeschränkter/ veränderter Nutzung oder bei Vollsperrung <p>Die Planungs- sowie die Rückbaukosten der Verkehrsanlage sind in der Berechnung zu vernachlässigen.</p> <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugslänge) angegeben.</p> <p>Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Die Maßeinheit ist €/m.</p>

Mengenermittlung

Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus. Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren. (Hinweis: Die relevanten Bauteile für Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung sind nicht zwingend deckungsgleich).

Die Mengenermittlung ist gemäß der Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (BMVBS, 1995) darzustellen.

Diese ist gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:

Für Tunnel in geschlossener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 61: Baugruben, Voreinschnitte, Tunnelausbruch, Wasserhaltung, Bauwerkshinterfüllung

aus Gruppe 62: Entwässerung, Rückhaltebecken

aus Gruppe 63: Gründungen, Baugrubensicherungen, Ausbruchsicherungen, Tunnelaußenschale

aus Gruppe 64: Tunnelinnenschale, Portale, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Verblendungen

aus Gruppe 65: nicht wiederverwendbare Gerüste und Schalwagen

aus Gruppe 66: Innenausbau, Straßenaufbau

aus Gruppe 67: Abdichtungen, Fugen, Oberflächenschutz

aus Gruppe 69: Baustelleneinrichtung, Technische Bearbeitung, Verkehrssicherung.

Für Tunnel in offener Bauweise sind folgende Untergruppen der RAB-ING (BMVBS, 1995) zu verwenden:

aus Gruppe 71: Baugruben, Wasserhaltung, Bauwerkshinterfüllung

aus Gruppe 72: Entwässerung, Pumpenschacht, Rückhaltebecken

aus Gruppe 73: Gründungen, Baugrubensicherungen

aus Gruppe 74: Trog, Tunnel, Betriebsgebäude, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Verblendungen, Sichtflächenbearbeitung

aus Gruppe 75: nicht wiederverwendbare Gerüste, Schalwagen und Behelfsbrücken

aus Gruppe 76: Innenausbau, Straßenaufbau, Stahlbau, Übergangskonstruktionen

aus Gruppe 77: Abdichtungen, Fugen, Oberflächen- und Korrosionsschutz

aus Gruppe 79: Baustelleneinrichtung, Technische Bearbeitung, Verkehrssicherung.

Bauteile bzw. Bauteilgruppen, die in den oben genannten Untergruppen nicht erfasst sind, dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Lebenszykluskostenrechnung

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Lebenszykluskostenrechnung nach der Kapitalwertmethode.

Die Angabe aller Kosten erfolgt netto und wird auf die Bezugsgröße bezogen.

Die Summe der Herstellungskosten sowie der auf das Erstellungsjahr abgezinsten

Folgekosten wird als Kapitalwert der Lebenszykluskosten K_{KW} [€] bezeichnet und wie folgt berechnet:

$$K_{KW} = H + \sum_{t=1}^{td} \frac{H * f_{RE} * (1 + p)^t}{(1 + i)^t} + \sum_{t=1}^{td} \frac{UE_t * (1 + p)^t}{(1 + i)^t} \quad (1)$$

mit

K_{KW} Kapitalwert [€]

H Herstellungskosten [€]

t das zu betrachtende Jahr

t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

f_{RE} Erhaltungsfaktor für regelmäßige Erhaltung (Wartung, Inspektion und Ver- bzw. Ausbesserungen) [%]

UE_t Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen im Jahr t

i Kalkulationszins: 3%

p Preissteigerungsrate: 2%

A: Herstellungskosten

Für die Herstellungskosten H ist eine Kostenermittlung oder -feststellung für das Jahr der Bauwerksfertigstellung vorzunehmen. Ggf. sind die Kosten auf den entsprechenden Preisstand umzurechnen.

B: Folgekosten in der Nutzungsphase

Die Ermittlung der Folgekosten für die Nutzungsphase basiert auf einem Erhaltungsszenario. Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltung des Infrastrukturbauwerks gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen. Das Erhaltungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Die Erhaltung setzt sich grundsätzlich aus regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Tunnelreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), und unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung), zusammen.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Erhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Diese Maßnahmen bestehen in der Regel aus einem kompletten Austausch des Bauteils oder einer Erneuerung der Oberfläche. Zusätzlich ist für bestimmte Bauteile, deren Nutzungsdauer zwar mit 100 Jahren angesetzt wird, die jedoch (lokale) Instandsetzungsmaßnahmen erfordern, ebenfalls eine Erhaltungsmaßnahme vorzusehen.

Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Der regelmäßige Unterhalt darf über einen Faktor f_{RE} als prozentualer Anteil der Herstellungskosten ermittelt werden.

Für Tunnel in geschlossener Bauweise gilt:
 Undrainiert: $300.000 \text{ €} < f_{RE} = 0,4 \% < 600.000 \text{ €}$
 Drainiert: $525.000 \text{ €} < f_{RE} = 0,7 \% < 1.050.000 \text{ €}$
 Für Tunnel in offener Bauweise gilt:
 $300.000 \text{ €} < f_{RE} = 0,4 \% < 600.000 \text{ €}$

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind in Maßnahmenpakete zusammenzufassen. Zur Ermittlung der Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tab. 1 und dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011) zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/ Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen. Die Kosten **UE** für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen dürfen vereinfacht nach Tabelle 1 veranschlagt werden. Eine genauere Ermittlung ist zulässig, wobei gegenüber den Herstellungskosten die Erschwernis der Arbeiten am bestehenden Bauwerk zu berücksichtigen ist.

Tabelle 1: Intervalle und Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen für Tunnel

Bauteile / Baustoffe	N (Nutzungsdauer) Jahre	t _u (Erhaltungsintervalle)	UE (Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen)* p [v. H.]
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80	0,9
	100	40, 80	0,6
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80	0,6
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100	0,2
Fahrbahn	siehe freie Strecke		

* nach ABBV

Bewertungsmaßstab:

Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:
 Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab
 Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird
 Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird

Anmerkung:

Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projekttrandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.

Referenzwert = keine Angabe vorhanden

Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.

Level 1:

Der Bewertungsmaßstab des Kriteriums wird als Zielwert **Z**, Referenzwert **R** und Grenzwert **G** angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert **K** verglichen.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 2.

Tabelle 2: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$
	bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
 Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilwerte p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (2)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

	Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 4:	
	Tabelle 4: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert	
	Bewertungs- punkte	Beschreibung
	10,0	Zielwert
	0	Grenzwert
	Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je geringer der Ressourcenbedarf, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Ökonomische Qualität	
Kriterium:	Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	Kriterien-Nr.: 2.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Staus und Zeitverzögerungen im Straßenverkehr sind nicht nur ärgerlich für die Nutzer, sie verursachen auch große volkswirtschaftliche Kosten.</p> <p>Relevant für die Bewertung von Infrastrukturbauewerken sind hier vor allem Verkehrsbeeinträchtigungen an Baustellen, da diese bereits in der Planungsphase minimiert werden können.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Zeitkosten, die durch Verkehrsbeeinträchtigungen entstehen, sind sogenannte externe Kosten, da sie nicht beim Bauherren oder Betreiber des Infrastrukturbauewerks, sondern bei den Nutzern anfallen.</p> <p>Bisher werden diese externen Kosten nur indirekt berücksichtigt. Bei der Abwicklung von Erhaltungsmaßnahmen wird z. B. versucht, Staus durch die Wahl einer günstigen Verkehrsführung oder einen beschleunigten Bauablauf zu minimieren.</p> <p>Bereits in der Planung eines Bauwerks können die notwendigen Erhaltungsmaßnahmen und damit die externen Kosten maßgeblich beeinflusst werden.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Ermittlung externer Kosten anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern.
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Zeitverluste und Mehrkilometer infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Es sind alle relevanten Baumaßnahmen (Neubau, Unterhaltung, Instandsetzung und Erhaltung) im vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen. Übersteigt der prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) 50% der Tageskapazität der geplanten Verkehrsanlage ist ab diesem Zeitpunkt diese maximale Belastung als konstanter Wert bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes zu verwenden. Um Häufigkeit und Dauer der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst gering zu halten, werden die Erhaltungsmaßnahmen entsprechend den vorgegebenen Zyklen in Maßnahmenpakete zusammengefasst.</p> <p>Die Bewertung ist abhängig von der Verkehrsdichte der untersuchten Strecke und erfolgt nur für Strecken mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtverkehr (DTV_{Ges}) von min. 5.000 Kfz/d. Bei Verkehrsstrecken mit einem DTV_{Ges} unterhalb von 5.000 Kfz/d kann die Verkehrsbeeinträchtigung vernachlässigt werden. Das Kriterium wird in diesem Fall mit 10 Punkten bewertet.</p> <p>Es sind Auswirkungen der Baumaßnahmen auf primäre Fahrstrecken (durch das Bauwerk gebildet) und sekundäre Fahrstrecken (das Bauwerk kreuzend) einzubeziehen.</p> <p>Es werden folgende vereinfachte Annahmen zugrunde gelegt:</p> <p>Die Auswirkungen auf eine primäre oder sekundäre Fahrstrecke sind entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Änderung der Verkehrsführung (Baustellenverkehrsführung) oder - eine Vollsperrung mit Umleitung.

Falls eine Baumaßnahme auf eine bestimmte Fahrstrecke keine Auswirkungen hat, so ist dies darzulegen.

Im Falle einer Baustellenverkehrsführung werden die Zeitverluste infolge von Stau ermittelt. Im Falle einer Vollsperrung wird die Verlängerung des Fahrtweges durch die Umleitung ermittelt.

Stau auf Umleitungsstrecken wird ebenso vernachlässigt, wie Mehrkilometer infolge Staumfahrung.

Zusammenstellung aller Baumaßnahmen mit Verkehrsbeeinträchtigung

Die Verkehrsbeeinträchtigungen im Lebenszyklus des Bauwerks sind aus dem Erhaltungsszenario zu ermitteln. Für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.9, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8a, 2.1, 2.2) muss ein einheitliches Erhaltungsszenario zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Verkehrsbeeinträchtigung sind nur Maßnahmen mit Arbeitsstellen längerer Dauer (AID) relevant. Maßnahmen an Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD) dürfen vernachlässigt werden. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden ebenfalls vernachlässigt.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen mit einer Nutzungsdauer von weniger als 100 Jahren sind die Erhaltungsmaßnahmen im vorgegebenen Intervall zu berücksichtigen.

Im vereinfachten Verfahren für Tunnel sind

- die Nutzungsdauern der Bauteile,
- die Zeitdauern der unregelmäßigen Erhaltungsmaßnahmen,
- die zugehörigen Verkehrsführungen sowie
- die Grenzleistungsfähigkeit einer Strecke bei gegebener Verkehrsführung

aus Tabelle 1 zu verwenden.

Tabelle 1: Unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen für Tunnel

Bauteile / Baustoffe	N Nutzungs- dauer Jahre	t _u (Erhal- tungsinter- valle)	T (Zeitdauer der Erhal- tungsmaßnahmen) [mo / km Bezugslänge]	Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die Maßnahme		
				1 / 1	2 / 2	3 / 3
				Verkehrsführung:		
Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert)	100	40, 80*	4,0*	C I/3, C I/9	D II/2, D II/3, D II/4	D II/7, D II/8
Herstellung in offener Bauweise	100	40, 80*	4,0*	C I/3, C I/9	D II/2, D II/3, D II/4	D II/7, D II/8
Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen)	20	20, 40, 60, 80, 100	1,0*	C I/3, C I/9	D II/2, D II/3, D II/4	D II/7, D II/8
Fahrbahn	siehe freie Strecke					

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

Zur Ermittlung der Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung sind die in Tab. 1 vorgegebenen Faktoren mit der Bezugslänge (Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen [km]) zu verrechnen.

Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen.

Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind zeitlich in Maßnahmenpakete zusammenzufassen und die Dauer der Erhaltungsarbeiten in den entsprechenden Intervallen zu berechnen. Dabei ist auf volle Tage aufzurunden. Bei einer Überschreitung von 52 Bauwochen im betrachteten Jahr sind die übrigen Bauwochen auf das darauffolgende Jahr zu übertragen. Eine genauere Ermittlung der Zeitdauern für die Erhaltungsmaßnahmen ist zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert wird.

Erhaltungsmaßnahmen sind gegebenenfalls in den Maßnahmenpaketen parallel auszuführen, um die Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung zu reduzieren. Dies ist ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Nicht in den Tabellen angegebene Maßnahmen (Bauteile) und deren Verkehrsbeeinträchtigungsszenarien sind separat zu ermitteln und nachvollziehbar zu dokumentieren. Abweichende Verkehrsführungen sind nur zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert sind.

Die Grenzleistungsfähigkeit für ausgewählte Streckengrößen ist in den Tabellen 2-6 angegeben. Für nicht aufgeführte Streckengrößen sind die Kapazitäten nach (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008) gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist von einer Grundkapazität von 1.830 KFZ pro Fahrstreifen (bei einstreifigen Verkehrsstrecken von 1.570 KFZ) auszugehen und diese mit den in der Legende hinterlegten Faktoren an die Fahrstrecke anzupassen.

Tabelle 2: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für Landstraßen

Regelplan ¹⁾	Verkehrsführung ¹⁾	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung	Baustellenzugewandte Fahrtrichtung
C I / 1 2	Ohne und mit geringer Einengung der FB	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C I / 3	Verkehrsführung über Behelfsfahrstreifen	1400 ²⁾	1330 (Ü) ²⁾³⁾
C I / 4 u.6	FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. VZ	500 ²⁾	
C I / 5	FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. LSA	1450 Pkw-E/h Grünzeit ⁴⁾	
C I / 7	3-streifige FB; Sperrung re. FS der 2-streifigen Ri	1400 ²⁾	1400 ²⁾
C I / 8	3-streifige FB; Sperrung der 1-streifigen Ri	1330 (Ü) ²⁾³⁾	1400 ²⁾

¹⁾ nach RSA 85 (FGSV, 1985)

²⁾ (SCHMUCK, 1984)

³⁾ (BECKMANN, 2001), (HELLMANN, 2008)

⁴⁾ (STAADT, 1979)

Tabelle 3: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 2-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	Baustellenabgewandte Fahrtrichtung		Baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D I/1	2n+2	40,5	1830	1830	1830	1830
			3660		3600	
	2n+2 Arbeiten am MS		1830	1830	1739	1830
			3660		3569	
D I/2	2n+2	1830	1830	1739 (B)	1830	
			3360		3569	
D II/2	4s+0	29,4	1830	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1739 (Ü)
			3569		3391	
D II/3	2+0	11,0	1739 (W)			1652 (Ü,W)
			1739		1652	
D I/3	2n+1	7,8	1830	1830		1739 (Ü)
			3660		1739	
D II/1	3s+1	7,6	1830	1739 (B)	1739 (Ü)	1830
			3569		3569	
-	1+1	2,5	1739 (W)			1739 (W)
			1739		1739	
D II/4	3s+0	1,1	1830	1739 (B)		1652 (Ü,W)
			3569		1652	

Tabelle 4: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 3-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenabgewandte Fahrtrichtung			baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
D I/5	3n+3	27,5	1830	1830	1830	1739 (B)	1739 (B)	1830
			5490			5308		
D I/6	3n+2	25,8	1830	1830	1830		1652 (B,W)	1830
			5308			3482		
D II/5	4s+2	11,7	1830	1739 (B)	1739 (B)	1739 (Ü)	1739 (B)	1830
			5308			5308		
D II/7	4+0	11,7	1830	1652 (B,W)			1569 (B,Ü,W)	1739 (Ü)
			3482			3308		
-	2+2	9,2	1830	1652 (B,W)			1652 (B,W)	1830
			3482			3482		
D II/6	5s+1	5,8	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5134		
-	6s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)	1652 (B,Ü)	1652 (B,Ü)	1830
			5308			5043		
D II/8	5s+0	3,3	1830	1739 (B)	1739 (B)		1569 (B,Ü,W)	1739(Ü)
			5308			3308		
-	3+1	1,7	1830	1739 (W)			1652 (Ü,W)	1830
			3569			3482		

Tabelle 5: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 2-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung	
D II/2b	2n+1, Wegfall LFS	25	1652 (TB,W)	
			1652	
D III/2b, D III/3a, D III/3b	2n+1, Wegfall ÜFS	8		1652 (TB,W)
			1652	
D III/4	2n+s	29	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130	
D III/7	2n+2 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1739 (TB)	1739 (TB)
			3478	

Tabelle 6: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 3-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

Regelplan	Verkehrsführung	Anteil [%]	baustellenzugewandte Fahrtrichtung		
analog D III/1, D III/2a und 2b	3n+2, Wegfall LFS	26	1739 (TB)	1652 (TB,W)	
			3391		
analog D III/1, D III/3a und 3b	3n+2, Wegfall 2. ÜFS	33		1652 (TB,W)	1739 (TB)
			3391		
analog D III/4	3n+3s	0	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			4695		
D III/5	3n+1	1	1652 (TB,W)		
			1652		
D III/6	3n+3, Arbeiten auf Seitenstreifen	2		1565 (TB,V)	1565 (TB,V)
			3130		
analog D III/7	3n+3 Arbeiten auf Seitenstreifen	38	1830	1830	1830
			5490		

Legende (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008):

		Faktoren
B	Unterschreiten der kritischen Fahrstreifenbreite	0,95
Ü	Überleitung auf die Gegenfahrbahn	0,95
W	Wegfall eines benachbarten Fahrstreifens	0,95
TB	einfachere Ausstattung von Tagesbaustellen	0,95
V	Verschwenkung	0,90
ÜV	vorwiegender Urlaubsverkehr	0,90
AB	bei Lage des Streckenabschnitts außerhalb von Ballungsräumen	0,95
n	die Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn werden nicht durch die Baustellenverkehrsführung in Anspruch genommen	
s	der Verkehr wird unter Mitbenutzung des Standstreifens geführt	

A: Ermittlung der Zeitverluste

Die Staudauer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks darf unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Stau entsteht, wenn die Verkehrsbelastung innerhalb einer betrachteten Stunde die Kapazität der Fahrstrecke übersteigt. In diesem Fall wird die gesamte Zeitverzögerung in der betrachteten Stunde aus der zugehörigen Gesamtverkehrsüberlastung und einer anzusetzenden Verzögerung je Fahrzeug ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge, deren Nachfrage in der betrachteten Stunde nicht bedient werden konnte, wird zur Verkehrsnachfrage der Folgestunde hinzuaddiert.

Im vereinfachten Verfahren wird die stündliche Verkehrsbelastung, d.h. die Anzahl der Fahrzeuge, die in der betrachteten Stunde die Fahrstrecke passieren, anhand des prognostizierten DTV über typisierte Tagesganglinien für die repräsentative Bauwoche ermittelt. Ein genaueres Verfahren ist zulässig, z.B. die Verwendung streckenspezifischer oder seasonspezifischer Tagesganglinien, oder die Verwendung von Tagesganglinien aus Verkehrsmessungen bei Bestandsbauwerken.

Die Stautunden $h_{\text{Stau},j,t}$ [h*KFZ] sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j wie folgt zu ermitteln:

$$h_{\text{Stau},j,t} = \sum_{m=1}^l T_{j,t,m} \cdot \sum_{q=1}^7 \sum_{i=1}^{24} h_{i,q,j,m} \quad (1)$$

mit

$T_{j,t,m}$ Dauer T [Wo] der jeweiligen Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j in dem betrachteten Jahr t

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

l Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

q betrachteter Tag Wochentag (1-7, Mo. bis So.)

i betrachtete Stunde (1-24)

$h_{i,q,j,m}$ Stautunden aller KFZ [h * KFZ] in der betrachteten Stunde i am betrachteten Wochentag q auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m , zu ermitteln nach Gleichung (2)

Die Stautunden $h_{i,q,j,m}$ aller KFZ in der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m werden wie folgt ermittelt:

$$h_{i,q,j,m} = n \cdot \left(\text{KFZ}_{j,q,R1,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R1,i} - 2\text{GrL}_{j,R1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i} - 2\text{GrL}_{j,R2} \right) + h_{i-1,q,j,m} \quad (2)$$

mit

$\text{KFZ}_{j,q,R1,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung $R1$ nach Gl. (3)

$\text{GrL}_{j,R1}$ Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung $R1$, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6

$\text{KFZ}_{j,q,R2,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten

	<p>Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung R2 nach Gl. (3)</p> <p>GrL_{j,R2} Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung R2, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6</p> <p>n Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge [h] Im vereinfachten Verfahren ist mit einer Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge von 0,5 h zu rechnen.</p> <p>h_{i-1,q,j,m} Stautunden der Vorstunde zu der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j [h * KFZ]</p> <p>i betrachtete Stunde</p> <p>j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)</p> <p>m betrachtete Erhaltungsmaßnahme</p> <p>Die prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j für die Richtungen 1 und 2 ergeben sich wie folgt:</p> $\mathbf{KFZ_{j,q,R1/2,i} = Anteil\ DTV \cdot DTV_j / 2} \quad (3)$ <p>mit</p> <p>DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [Kfz/d] auf der Fahrstrecke j</p> <p>Anteil DTV nach Tab. 7</p> <p><i>Anmerkung:</i></p> <p>Die betrachtete Stunde i muss eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) der Fahrstrecke vorweisen, um eine Stausituation entstehen zu lassen und in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: KFZ_{R,i} - GrL_R muss > 0 sein, ansonsten entsteht keine Stausituation und die aktuell betrachtete Stunde wird nicht berücksichtigt.</p> <p>Hat sich in der untersuchten Vorstunde i-1 bereits eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) ergeben, so kann die aktuell betrachtete Stunde i auch eine Unterschreitung der Grenzleistungsfähigkeit vorweisen, um in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: Wenn h_{i-1} > 0 darf h_i < 0 sein, da sich die Stausituation wieder auflöst.</p>
--	--

Tabelle 7: Tagesganglinien (repräsentative Bauwoche, vereinfachtes Verfahren) (HELLMANN, 2008)

Std.	Anteil DTV (%) (Tagesganglinie für repräsentative Bauwoche*)					
	Wochentag	Mo	Di, Mi, Do	Fr	Sa	So
Vorgeschlagener Tagesganglinientyp	Typ C	Typ C	Typ C	Typ A	Typ A	Typ A
0-1	1,683	1,183	0,983	1,844	2,283	
1-2	1,253	0,944	0,724	1,339	1,718	
2-3	1,070	0,875	0,643	1,028	1,207	
3-4	1,238	0,973	0,723	0,914	0,951	
4-5	1,948	1,445	1,163	1,083	0,850	
5-6	3,645	2,939	2,743	1,810	0,999	
6-7	5,669	5,025	5,019	2,532	1,232	
7-8	6,477	6,181	6,070	3,635	1,805	
8-9	6,420	6,282	5,623	5,197	3,029	
9-10	6,191	6,059	5,359	6,429	4,582	
10-11	6,031	5,784	5,459	6,976	5,913	
11-12	5,922	5,661	5,734	6,973	6,517	
12-13	5,779	5,707	6,406	6,874	6,511	
13-14	5,818	5,982	6,896	7,102	6,854	
14-15	5,969	6,259	7,008	7,121	7,263	
15-16	6,268	6,646	7,028	6,534	7,056	
16-17	6,644	7,031	6,952	6,374	7,211	
17-18	6,355	6,861	6,671	6,358	7,662	
18-19	5,576	6,211	6,213	6,144	7,507	
19-20	4,457	5,061	5,259	5,273	6,704	
20-21	3,461	3,927	4,093	4,121	5,619	
21-22	2,725	3,073	3,116	3,277	4,506	
22-23	2,176	2,449	2,535	2,924	3,697	
23-24	1,552	1,773	1,908	2,469	2,650	

* Nach Empfehlung werden die Tagesganglinientypen mit relativ ausgeglichenem Verkehr (Typ C und Typ A) vorgegeben. Diese sind mit dem Umrechnungsfaktor zur Ermittlung der repräsentativen Bauwoche multipliziert worden – unter Verwendung der empfohlenen Jahresganglinie Typ B, die eine weitgehend ausgeglichenen Verlauf mit leichten Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen aufweist. (HELLMANN, 2008)

B: Ermittlung der Mehrkilometer

Beim vereinfachten Verfahren dürfen die Mehrkilometer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Bei einer Vollsperrung einer Fahrstrecke mit Einrichtung einer Umleitungsstrecke werden die Mehrkilometer auf der Umleitungsstrecke ersatzweise mit dem Verkehrsaufkommen der gesperrten Strecke berücksichtigt.

Werden mehrere Umleitungen eingerichtet, auf die sich der Verkehr verteilt, so sind die Mehrkilometer anteilig zu wichten.

Die gesamten Mehrkilometer aller KFZ $L_{Um,j,t}$ sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j nach Gl. (4) zu ermitteln.

$$L_{Uml,j,t} = \sum_{m=1}^I d_{m,j,t} \cdot UML_{m,j,t} \cdot DTV_j \quad (4)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$d_{m,j,t}$ Dauer der Sperrung [d] infolge der Maßnahme m der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$UML_{m,j,t}$ Länge [km] der Umleitungsstrecke unter der Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KFZ / d] für die betrachtete Fahrstrecke j

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

I Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

C: Ermittlung externer Kosten

Die externen Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.

Die externen Kosten werden anhand des Kapitalwerts der Zeit- und Kilometerkosten bewertet. Sie sind aus den Zeitverlusten bzw. Mehrkilometern und den Kostenfaktoren nach Tabelle 8 mit der Kapitalwertmethode zu berechnen.

Tabelle 8: Kostenfaktoren (GRAUBNER, 2010)

Faktor	Wert	Einheit
$WT_{PKW,h}$	7,40	€ / (h * PKW)
$WT_{SV,h}$	28,26	€ / (h * SV)
$WT_{PKW,km}$	0,12	€ / (km * PKW)
$WT_{SV,km}$	0,47	€ / (km * SV)

Es werden die zu erwartenden externen Kosten durch PKW und SV als gesamte Kosten $K_{EK,G}$ [€ / (DTV)] aller betroffenen Fahrstrecken wie folgt berechnet:

$$K_{EK,G} = EK_p + \sum_{a=v}^w EK_{s,a} \quad (5)$$

mit

$K_{EK,G}$ Externe Kosten gesamt [€ / (DTV)]

EK_p Externe Kosten der betroffenen Fahrzeuge auf der primären (durch das Bauwerk gebildete) Fahrstrecke in Bezug auf den DTV [€ / (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

EK_s Externe Kosten der betroffenen Fahrzeuge auf einer sekundären (z. B. das Bauwerk kreuzende oder unterführende) Fahrstrecke in Bezug auf den DTV [€ / (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)

a die zu betrachtende Verkehrsstrecke

v erster durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

w letzter durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

Die externen Kosten auf den einzelnen Fahrstrecken EK_j [€/ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$EK_j = \sum_{t=1}^{t_d} \left[(EK_{Stau,j,t} + EK_{Uml,j,t}) * \frac{(1+p)^t}{(1+i)^t} \right] \quad (6)$$

mit

EK_j Externe Kosten auf der Fahrstrecke j [€/ DTV]

$EK_{Stau,j,t}$ Externe Kosten durch Zeitverlust auf der Fahrstrecke j im Jahr t [€/ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (7)

$EK_{Uml,j,t}$ Externe Kosten infolge Umfahrung der Fahrstrecke j im Jahr t [€/ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (8)

t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

t das zu betrachtende Jahr

p Preissteigerungsrate (2 %)

i Kalkulationszinssatz (3 %)

Die externen Kosten durch Zeitverluste auf der betrachteten Fahrstrecke $EK_{Stau,j,t}$ [€/ DTV] im betrachteten Jahr werden wie folgt ermittelt:

$$EK_{Stau,j,t} = \frac{\sum_{m=k}^l h_{Stau,j,t,m} * \left(WT_{PKW,h} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + WT_{SV,h} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right)}{DTV_{ges,j}} \quad (7)$$

mit

$h_{Stau,j,t,m}$ prognostizierte gesamte Staustunden [h * KFZ] aller KFZ im betrachteten Jahr infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m

$WT_{PKW,h}$ Kostenfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8

$WT_{SV,h}$ Kostenfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8

$DTV_{Ges,j,t}$ für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz / d]

$DTV_{SV,i,t}$ für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz / d]

m die betrachtete Maßnahme

k erste durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

l letzte durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

Die externen Kosten infolge Umfahrung der betrachteten Fahrstrecke $EK_{Uml,j,t}$ [€/ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$EK_{Uml,j,t} = L_{Uml,j,t} * \left(WT_{PKW,km} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + WT_{SV,km} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) \quad (8)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

	<p>DTV_{Ges,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>DTV_{SV,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>WT_{PKW,km} Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>WT_{SV,km} Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>Werden PKW- und Schwerverkehr auf verschiedene Umleitungen aufgeteilt, so sind die Mehrkilometer getrennt zu ermitteln und entsprechend zuzuweisen.</p>										
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Referenzwert = keine Angabe vorhanden</p> <p>Level 2 oder 3 sind entsprechend anzuwenden.</p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab wird in der systemspezifischen Anlage des Kriteriums i als Zielwert Z, Referenzwert R und Grenzwert G angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K verglichen.</p> <p>Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 9.</p> <p>Tabelle 9: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>Erreichen des Zielwerts: $K = Z$</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>Erreichen des Referenzwerts: $K = R$</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.</p>	Bewertungspunkte	Beschreibung	10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$	5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$	1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$	0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$
Bewertungspunkte	Beschreibung										
10,0	Erreichen des Zielwerts: $K = Z$										
5,0	Erreichen des Referenzwerts: $K = R$										
1,0	Einhaltung des Grenzwerts: $K = G$										
0	Überschreitung des Grenzwerts: $K > G$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K < G$										

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktile werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 10. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktile sind erlaubt.

Tabelle 10: Punktzuordnung zu Fraktilewerten

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	10%-Fraktile
5,0	50%-Fraktile (Median)
0	90%-Fraktile

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.
Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktile p :

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \quad (9)$$

mit

$$\text{Mittelwert} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (10)$$

$$\text{Standardabweichung} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (11)$$

x_i Stichprobenwert

n Umfang der Stichproben

k Fraktilefaktor

p%	50	20	10	5	2,5	1,0
k	0	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 11:

Tabelle 11: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

Bewertungspunkte	Beschreibung
10,0	Zielwert
0	Grenzwert
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig.	

Interpretationshinweise:

Je niedriger die externen Kosten sind, desto besser ist das Bauwerk zu bewerten.

Soziokulturelle und funktionale Qualität

3.1a Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm	Kriterien-Nr.: 3.1a
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, schädigende Einflüsse und Risiken für den Menschen zu vermeiden bzw. zu minimieren und eine hohe Lebensqualität für die Bevölkerung zu erreichen.</p> <p>Vor allem der Verkehrslärm wird von den anliegenden Bewohnern als besonders störend empfunden und kann in vielfältiger Weise deren Lebensbedingungen beeinträchtigen.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Lärmbelästigungen werden vor allem durch die Störung der Kommunikation, der Erholung und Entspannung, einschließlich des Nachtschlafes, hervorgerufen. Lärm beeinträchtigt das Wohlbefinden und kann darüber hinaus bei dauerhaft hoher Belastung zu einem Stressfaktor und Risiko für die Gesundheit werden.</p> <p>Bei der Bauwerksplanung kann den Geräuschemissionen des Verkehrs durch Schallschutzmaßnahmen entgegengewirkt werden. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens werden zwar die zu erfüllenden Lärmschutzmaßnahmen vorgeschrieben, im Sinne des nachhaltigen Bauens soll jedoch ein Anreiz geschaffen werden, diesen Mindeststandard zu übertreffen.</p> <p>Betrachtet werden auch weitere Aspekte zum Schutzgut „Mensch“ aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Andere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 1.6b, 3.1b und 3.1c behandelt.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Immissionsgrenzwerte im Bereich des Tunnelportals 2. Einhaltung bzw. Übererfüllung der Orientierungswerte der DIN 18005 bzw. der Grenzwerte der 16.BImSchV bzw. VLärmSchR 97 3. Lärmtechnische Gestaltung der Tunnelportale <p>Hierbei ist auf folgende Elemente einzugehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Herstellung • Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Nutzung
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Es können die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung herangezogen werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>

**Bewertungs-
maßstab:**

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungs- punkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungspunkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
Interpretationshinweise:	Je geringer die Beeinträchtigung des Menschen, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

3.1b Landschaft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Landschaft	Kriterien-Nr.: 3.1b
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Bauwerke der Straßeninfrastruktur haben allein aufgrund ihrer Größe eine Auswirkung auf die Landschaft, in der sie sich befinden. Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, negative Auswirkungen auf die Landschaft zu vermeiden bzw. zu minimieren.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet wird hier das Schutzgut „Landschaft“ aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 1.6b, 3.1a und 3.1c behandelt. Die Straßeninfrastruktur kann mit prägnanten Einzelbauwerken eine Landschaft gestalten oder sich unauffällig in die Umgebung einfügen. Wesentliche Entscheidungen werden vor der Linienbestimmung getroffen, doch auch im Rahmen der Planung der Einzelbauwerke bestehen noch Einflussmöglichkeiten.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>Landschaft</u></p> <p>Der Begriff der Landschaft ist synonym zum Begriff Landschaftsbild zu sehen und beschreibt damit einen sinnlich wahrnehmbaren Landschaftsausschnitt. Beurteilt werden unter anderem Vielfalt, Schönheit, Eigenart und Seltenheit der Landschaft.</p> <p>Insbesondere sind zu berücksichtigen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bauwerk (in Landschaft oder innerstädtisch) 2. Prägnante visuelle / architektonische Gestaltung (Tunnelportale) 3. Eingliederung in die Umgebung (Einschnitt)
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Es können die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung herangezogen werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p>

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungspunkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations-hinweise:</i>	Je geringer die Beeinträchtigung der Landschaft, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

3.1c Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	Kriterien-Nr.: 3.1c
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, negative Auswirkungen auf Kulturgüter und sonstige Sachgüter zu vermeiden bzw. zu minimieren.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet werden hier Kulturgüter und sonstige Sachgüter aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6a, 1.6b, 3.1a und 3.1b behandelt. Wesentliche Entscheidungen werden vor der Linienbestimmung getroffen, doch auch im Rahmen der Planung der Einzelbauwerke bestehen noch Einflussmöglichkeiten.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>Kulturgüter und sonstige Sachgüter</u></p> <p>Die Beeinträchtigung von Baudenkmälern, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmälern, Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte ist zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Insbesondere sind zu berücksichtigen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Risikopotentiale für Kulturgüter oder sonstige Sachgüter im Einflussbereich von Setzungen oder möglichen Verbrüchen bei bergmännischen Tunneln 2. Maßnahmen zur Vermeidung etwaiger Risiken und Beschreibung des verbleibenden Restrisikos
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Es können die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung herangezogen werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p>Die Bewertung ist nur auf das Restrisiko zu beziehen.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p>

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausible Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je geringer die Beeinträchtigung der Schutzgüter, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.2 Komfort

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Komfort	Kriterien-Nr.: 3.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Ziel ist es, Bauwerke so zu planen, dass sie den Anforderungen an den Komfort bestmöglich genügen. Der Komfort stellt eine Anforderung an die Funktionalität der Straßeninfrastruktur dar, der aus Sicht der Nutzer sehr bedeutend ist, da er direkt wahrgenommen wird.
Beschreibung & Kommentar:	Der Komfort beschreibt die Funktionserfüllung des Infrastrukturbauwerks aus Sicht des individuellen Nutzers. Diese stellen bewusst und unbewusst Anforderungen an das Bauwerk, die sich je nach Nutzer und Bauwerksart unterscheiden. Ein gut geplantes Bauwerk trägt zum Wohlbefinden der Nutzer bei. Häufig wirken sich Aspekte des Kriteriums Komfort, wie z.B. Übersichtlichkeit, auch positiv auf die Sicherheit (Kriterium Nr. 3.6) aus. Die Trassenführung liegt dabei außerhalb der Bewertung.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Fahrbahn</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ebenheit der primären Verkehrsstrecke (quer) • Ebenheit der primären Verkehrsstrecke (längs) <p><u>2. Blendwirkung, Sichtverhältnisse und optische Empfindung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauliche Trennung der Richtungsfahrbahnen • Blendung durch entgegenkommenden Verkehr • Fahrbahn- und Tunnelbeleuchtung • Optische Empfindung des vorhandenen Verkehrsraums • Subjektives Sicherheitsgefühl <p><u>3. Tunnellüftung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • wenig Geruch • klare Sicht
Beschreibung der Methode:	Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.
Bewertungsmaßstab:	Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht: <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je besser der Komfort bewertet ist, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Betriebsoptimierung	Kriterien-Nr.: 3.4
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Im Umfeld der Verkehrswege fallen ganzjährig vielfältige Arbeiten an, die für den reibungslosen Betrieb des Verkehrsnetzes Voraussetzung sind.</p> <p>Ziel ist es, Planungslösungen zu bevorzugen, durch die Reinigungs-, Pflege- und andere Arbeiten seltener anfallen oder einfacher durchgeführt werden können. Dies trägt nicht nur zur Sicherheit der Arbeiter bei, sondern stellt auch eine finanzielle Entlastung der Betreiber (z.B. Straßenbauverwaltungen der Länder) dar.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Unter „Betrieb“ im Sinne dieses Steckbriefs werden alle regelmäßigen Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, die ordnungsgemäße Funktion zu erhalten. Je nach Fachgebiet werden hierfür auch die Begriffe „Wartung“, „Inspektion“, „Instandhaltung“ oder „Pflege“ gebraucht.</p> <p>Die betrachteten Arbeiten werden von den Meistereien (z.B. Straßen- bzw. Autobahnmeistereien) durchgeführt und beinhalten u.a. den Winterdienst, die Grün- und Gehölzpflege, die Abfallbeseitigung sowie das Reinigen von Fahrbahn, Oberflächen und Entwässerungseinrichtungen. Die Betriebsoptimierung erfolgt durch Planungsdetails.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Optimierung des Betriebs durch die Konstruktion</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauart • Umfang der erforderlichen Besichtigungsgeräte für die Bauwerksprüfung • Zugänglichkeit <p><u>2. Optimierung des Betriebs durch Maßnahmen bei der Bauwerksausstattung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusatzausstattungen am Bauwerk • Unterstützung des Winterdienstes (Portalbereich) • Anti-Graffiti-Prophylaxe (Portalbereich) • Wartungs- und Pflegeaufwand • Dauerhaftigkeit und Abriebfestigkeit • Bauwerksbeleuchtung • Leuchtmittel für die Fahrbahn • Entwässerungssystem • Bepflanzung im Portalbereich • Videoüberwachung • Lautsprecher • Lichtsignalanlagen • Schranken • Lüfter • Luftqualitätsüberwachung • Sichttrübungsmessung • Vermeidung von Eisbildung

Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>								
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" data-bbox="440 1245 1321 1514"> <thead> <tr> <th>Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> <p><u>projektabhängiger Maßstab:</u></p> <p>Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.</p> <p>Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.</p> <p>Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.</p>	Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad	10,0	100%	5,0	50%	0	0%
Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad								
10,0	100%								
5,0	50%								
0	0%								

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je geeigneter der Betrieb bereits in der Planung berücksichtigt wird, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)	Kriterien-Nr.: 3.5
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Ziel ist es, durch Risikomanagement Gefahren zu vermeiden und mögliche Schäden zu minimieren. Je nach Lage und Exposition des Bauwerks können unterschiedliche Gefahren wie Erdbeben, Überschwemmungen, Starkregen, Havarien, Verkehrsunfälle, etc. relevant sein.
Beschreibung & Kommentar:	Ein gezieltes Risikomanagement kann dazu beitragen, Mensch und Umwelt sowie Sachgüter zu schützen und Ressourcen sinnvoll einzusetzen und ist insofern als Strategie einer Nachhaltigen Entwicklung zu betrachten.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Naturgefahren im Bereich des Tunnelportals (Steinschlag, Muren, Lawinen, Erdbeben) 2. Extrembrände 3. Explosionssicherheit
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p>

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je sinnvoller das Risikomanagement, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.6 Verkehrssicherheit (Safety)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Verkehrssicherheit (Safety)	Kriterien-Nr.: 3.6
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Ziel ist es, durch die Ausgestaltung der Bauwerke eine möglichst hohe Verkehrssicherheit anzustreben und somit Unfälle zu vermeiden. Die Zahl der Unfälle und Verunglückten im Straßenverkehr war jahrelang rückläufig, mit leichtem Anstieg (rund 4000 Getötete) im Jahr 2011. Der hohe Standard der baulichen Verkehrssicherheit ist auszubauen und zu erhalten.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet wird in diesem Kriterium nur der Einfluss der Bauwerke auf die Verkehrssicherheit. Eine hohe Verkehrssicherheit kann die Zahl der Getöteten und Verletzten im Straßenverkehr, Sachschäden und Umweltschäden verringern und ist daher als Strategie einer Nachhaltigen Entwicklung anzusehen.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anprall an Stirnwände von Tunnelnischen 2. Verkehrsleit- und -warnsysteme 3. Trennung der Richtungsfahrbahnen 4. Evakuierung bei Unfällen 5. Entrauchung und Fluchtmöglichkeit im Brandfall 6. Aquaplaning: Entwässerung und Trassierung der Fahrbahn 7. Eisglätte im Bereich des Portals 8. Fluchtmöglichkeit 9. Fluchtwegmarkierung 10. Branddetektionseinrichtungen 11. Löschwasserverfügbarkeit 12. Selbstleuchtende Markierungselemente
Beschreibung der Methode:	Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p>

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je besser die Verkehrssicherheit einzuschätzen ist, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.

3.7 Förderziele

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Soziokulturelle und funktionale Qualität	
Kriterium:	Förderziele	Kriterien-Nr.: 3.7
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	Die Herstellung von Verkehrsinfrastrukturen kann lokale, regionale, überregionale, nationale und supranationale Verkehrsstrategien sowie raumordnerische mithin sozial- und wirtschaftspolitische Zielsetzungen verfolgen.
Beschreibung & Kommentar:	Betrachtet wird in diesem Kriterium, inwieweit die gesteckten Förderziele mit der Realisierung der geplanten Verkehrsanlage erreicht werden können.

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht auf Grundlage von Zielerreichungsgraden
Teilkriterien:	-
Beschreibung der Methode:	<p>Die Realisierung von mit Förderzielen verbundenen Vorhaben kann, da sie im Interesse des Gemeinwohls steht, nach dem Subsidiaritätsprinzip gefördert werden.</p> <p>Bedingung einer Förderung ist, dass die der Förderung unterlegten Ziele durch die Planung eines Vorhabens erreicht werden. Somit ist durch eine entsprechende Planung und qualifizierte Kommentierung die Einhaltung der Förderziele nachzuweisen. Konkurrierende Planungen können hinsichtlich der erreichbaren Zielerreichungsgrade vergleichend bewertet werden.</p> <p>Das Maß der Zielerreichung ist in einem Erläuterungsbericht zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p> <p><u>vorgegebener Maßstab:</u></p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p>

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität

Bewertungspunkte	erreichte Qualität
10,0	sehr gut
7,5	gut
5,0	durchschnittlicher Baustandard
2,5	schlecht
0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Interpretationshinweise:

Je besser die Verkehrsanlage den vorgegebenen Förderzielen entspricht, umso besser ist sie einzustufen.

Technische Qualität

4.1 Elektrische und mechanische Einrichtungen

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	elektrische und mechanische Einrichtungen	Kriterien-Nr.: 4.1
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:

<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	<p>Zielsetzung ist, elektrische und mechanische Einrichtungen sowie die gesamte Ausrüstung so zu planen, dass sie den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, Wartungsfreundlichkeit, Robustheit etc. bestmöglich genügen.</p> <p>Der Ausrüstung und insbesondere den elektrischen und mechanischen Einrichtungen kommt im Hinblick auf den Betrieb, den Unterhalt und die Instandsetzung eine erhebliche Bedeutung zu. Durch die technische Qualität der Einrichtungen und möglicherweise vorhandene Reserven werden sowohl die direkten und indirekten Kosten als auch ökologische Auswirkungen stark beeinflusst.</p>
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	<p>Die Anforderungen an die elektrischen und mechanischen Einrichtungen sind vom Bauwerk abhängig. Aufgabe der Planung ist es, die jeweils optimale Lösung für eine konkrete Bauaufgabe zu finden.</p> <p>Nicht alle ökonomischen und ökologischen Effekte können in den entsprechenden Steckbriefen zur ökologischen und zur ökonomischen Qualität im Detail abgebildet werden. Sie sollen in diesem Steckbrief projektbezogen bewertet werden.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
<i>Methode:</i>	Erläuterungsbericht
<i>Teilkriterien:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dauerhaftigkeit und Wartungsfreundlichkeit (Wartungsintervalle, -intensität, Anordnung und Zugänglichkeit der Komponenten im Bauwerk etc.) 2. Dauerhaftigkeit der Komponenten im Bauwerk 3. Robustheit der Systeme <p>Hierbei ist auf folgende Elemente einzugehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beleuchtung • Verkehrsschilder • Entwässerungseinrichtungen • Schutzplanken (für offene Bauweise) • Lüftungseinrichtungen • Entrauchungseinrichtungen • Signale der Flucht- und Notfalleinrichtungen • Schutzräume, Notrufeinrichtungen • Verkehrsleitsysteme
<i>Beschreibung der Methode:</i>	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der technischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>

**Bewertungs-
maßstab:**

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungs- punkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je besser die Qualität der elektrischen und mechanischen Einrichtungen den Anforderungen entspricht, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	Konstruktive Qualität	Kriterien-Nr.: 4.2
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Zielsetzung ist, das Bauwerk so zu planen, dass es den Anforderungen an die technische Qualität, Dauerhaftigkeit, Robustheit etc. bestmöglich genügt.</p> <p>Der Konstruktion, von der grundlegenden Systemwahl bis in die Details, kommt im Hinblick auf den Betrieb, den Unterhalt und die Instandsetzung eine erhebliche Bedeutung zu. Durch die technische Qualität und möglicherweise vorhandene Reserven werden sowohl die direkten und indirekten Kosten als auch ökologische Auswirkungen stark beeinflusst.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Die Anforderungen an das Gesamtbauwerk und die Einzelteile sind vom jeweiligen Bauwerk abhängig. Aufgabe der Planung ist es, die jeweils optimale Lösung für eine konkrete Bauaufgabe zu finden.</p> <p>Nicht alle ökonomischen und ökologischen Effekte können in den entsprechenden Steckbriefen zur ökologischen und zur ökonomischen Qualität im Detail abgebildet werden. Sie sollen in diesem Steckbrief projektbezogen bewertet werden.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<p><u>1. Tunnelsystem</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometrie und Ausbildung des Tunnelquerschnitts • Ausnutzung des Querschnittes • Interaktion Boden – Tragwerk • Angepasstes Verformungs- bzw. Setzungsverhalten • Angemessene Setzungserwartungen • Wahl der Querschnittsvarianten für unterschiedliche Bodentypen • Ausbildung und Gestaltung des Tunnelportals • Statisches System (nur für offene Bauweise) • Anpassung an geologische Verhältnisse <p><u>2. Dauerhaftigkeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Widerstand der Baustoffe • Widerstand der Konstruktion (Detailausbildung) <p><u>3. Robustheit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Redundanz des statischen Systems • Eigenschaften der Tragwerkselemente
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der technischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>

**Bewertungs-
maßstab:**

Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:

- vorgegebener Maßstab
- projektabhängiger Maßstab

Es ist der projektabhängige Maßstab zu verwenden.

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
Interpretations- hinweise:	Je besser die konstruktive Qualität den Anforderungen entspricht, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

4.4 Verstärkung und Erweiterbarkeit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	Verstärkung und Erweiterbarkeit	Kriterien-Nr.: 4.4
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:

<i>Zielsetzung & Relevanz:</i>	Ziel ist es, die Zukunftsfähigkeit des Bauwerks für verschiedene künftige Verkehrsszenarien zu beurteilen. Dabei spielen vor allem mögliche erhöhte Verkehrsaufkommen und erhöhte Lasten eine Rolle.
<i>Beschreibung & Kommentar:</i>	Eine maßgebende Auslegungsgröße für Bauwerke der Straßeninfrastruktur ist das Verkehrsaufkommen. Dieses bestimmt zum einen die aufzunehmenden Lasten und zum anderen die notwendigen Fahrspuren und deren Breite. Neubauten werden bereits auf ein prognostiziertes Verkehrsaufkommen hin ausgelegt. Hier wird nur die grundsätzliche Anpassbarkeit überprüft, da eine Vorhaltung von Reserven über die Prognose hinaus nicht sinnvoll ist. Für Bestandsbauten werden auch die vorhandenen Reserven bewertet.

Anlage	T1 (Tunnel)
<i>Methode:</i>	Erläuterungsbericht
<i>Teilkriterien:</i>	<u>1. Verstärkungsmöglichkeiten</u> <ul style="list-style-type: none"> • Große Verformungen • Hoher Wasserzutritt • Erhöhte Auflast (nur für offene Bauweisen und maschinellen Vortrieb) • Erhöhte Brandschutzanforderung <u>2. Erweiterbarkeit</u> <ul style="list-style-type: none"> • Notwendigkeit einer zusätzlichen Röhre / Tunnel / Querschläge / Pannenbucht • Machbarkeit einer zusätzlichen Röhre / Tunnel / Querschläge / Pannenbucht
<i>Beschreibung der Methode:</i>	Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der technischen Qualität erörtert und beurteilt werden. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.
<i>Bewertungsmaßstab:</i>	Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht: <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p>

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je adaptiver das Bauwerk ist, umso besser ist es einzustufen.	

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

Hauptkriteriengruppe:	Technische Qualität	
Kriterium:	Bauverfahren, Herstellbarkeit	Kriterien-Nr.: 4.6
Bewertungszeitpunkt:	nach Linienbestimmung (Modul 3)	
Bewertungsgegenstand:	Tunnel	

Allgemeine Informationen:	
Zielsetzung & Relevanz:	<p>Zielsetzung ist, einen Bauwerksentwurf zu wählen, der in Bezug auf die Herstellbarkeit optimale Bedingungen ergibt.</p> <p>Das Kriterium ist nur für Tunnel und Brücken relevant. Dort haben das Herstellverfahren und limitierende Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die direkten und indirekten Kosten sowie die ökologischen Auswirkungen.</p>
Beschreibung & Kommentar:	<p>Überlegungen zur Bauzeit, Bauverfahren, Effizienz, Vorfertigung, Bauphasen, Erdbewegung etc. sind wichtige Entscheidungsmerkmale bei der Planung eines Tunnels oder einer Brücke.</p> <p>Nicht alle ökonomischen und ökologischen Effekte können in den entsprechenden Steckbriefen zur ökologischen und zur ökonomischen Qualität im Detail abgebildet werden. Sie sollen in diesem Steckbrief projektbezogen bewertet werden.</p>

Anlage	T1 (Tunnel)
Methode:	Erläuterungsbericht
Teilkriterien:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komplexität des Bauverfahrens 2. Länge der Abschlüge 3. Segmentierung der Ortsbrust (Teilabschlag in Firste und Strosse) 4. Reserven der Konstruktion im Bauzustand 5. Umgang mit Überprofil 6. Bauverfahren der Tunnel in offener Bauweise (Deckelbauweise, in Baugrube) 7. Verbauten (offene Bauweise) 8. Bewetterung 9. Verwendung und Umgang mit Ausbruch 10. Umgang mit Bergwasser 11. Sicherungsmethoden 12. Wahl des Vortriebverfahrens bei maschineller Bauweise
Beschreibung der Methode:	<p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der technischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p>
Bewertungsmaßstab:	<p>Es kommen zwei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebener Maßstab - projektabhängiger Maßstab <p>Es ist der <u>projektabhängige Maßstab</u> zu verwenden.</p>

vorgegebener Maßstab:

Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.

Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.

Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.

Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.

Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad

Bewertungspunkte	Erfüllungsgrad
10,0	100%
5,0	50%
0	0%
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

	Tabelle 2: Punktzuordnung zur Qualität	
	Bewertungs- punkte	erreichte Qualität
	10,0	sehr gut
	7,5	gut
	5,0	durchschnittlicher Baustandard
	2,5	schlecht
	0	sehr schlecht
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.		
<i>Interpretations- hinweise:</i>	Je geeigneter Bauwerksentwurf und Bauverfahren für die Bauaufgabe sind, umso besser ist das Bauwerk einzustufen.	

Literatur

- AKS: Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen (AKS 85). BMV-ARS Nr. 24/1984 vom 12.12.1984 – StB 24/38.45.00/24023 Va 84 (VkBI 1985 s. 92) in Verbindung mit dem BMV-ARS Nr. 13/1990 vom 01.08.1990 – StB 24/38.46.00/31 Va 90, Verkehrsblatt (VkBI-) Verlag, 1985
- BMU: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26.08.1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.umwelt.bundesamt.de/laermprobleme/publikationen/talaerm.pdf>, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BMU: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002 (GMBI.2002, Heft 25-29, S. 511-605), Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BMU: Bundesministerium: Klimaagenda 2020: Klimapolitik der Bundesregierung nach den Beschlüssen des Europäischen Rates vom 26.04.2007. Veröffentlicht im WWW. Auf: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_klimaagenda.pdf, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BECKMANN, A.; ZACKOR, H.: Untersuchung und Eichung von Verfahren zur aktuellen Abschätzung von Staudauer und Staulängen infolge von Tages- und Dauerbaustellen auf Autobahnen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 808, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Bonn, 2001
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr: Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten (RAB-ING). Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund, 1995
- BMVBS Leitfaden Nachhaltiges Bauen. überarbeitete und erweiterte 2. Auflage. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bonn, 2011
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Ökobau.dat 2011. Stand September 2012, Veröffentlicht im WWW. Auf: www.nachhaltigesbauen.de, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- Deutsches Institut für Normung: Schallschutz im Städtebau – DIN 18005. Beuth, Berlin 2002
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA 95). FGSV-Verlag, Köln, 1995
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für die Ausstattung und der Betrieb von Straßentunneln (RABT 06). FGSV Nr. 339, FGSV-Verlag, Köln, 2006
- GRAUBNER, C.-A. et al.: Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturprojekte im Hinblick auf Nachhaltigkeit (FE 15.0494/2010/FRB). Schlussbericht, Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach, 2010
- GRAUBNER, C.-A. et al.: Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur (FE 09.0162/2011/HRB). Entwurf des Schlussberichtes, Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Darmstadt, 2012
- HELLMANN, L.; RÜBENSAM, J.: Erarbeitung eines Verfahrens zur Minimierung der baustellenbedingten Nutzerkosten für das Erhaltungsmanagement (PMS). Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 988, Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 2008

SCHMUCK, A.; BECKER, H.: Untersuchungen über Einflüsse auf baustellenbedingte geschwindigkeitsabhängige Anteile an den Straßennutzerkosten. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 421, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1984

STAADT, H.: Untersuchung des Verkehrsablaufs an Engstellen mit Lichtsignalanlage. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 268, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1979

Statistisches Bundesamt: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht, 2006

Vereinte Nationen: Rahmenabkommen der Vereinten Nationen zum Klimaschutz: Protokoll von Kyoto. 1997. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>, Überprüfungsdatum: 23.01.2013

Vereinte Nationen: The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Groundlevel Ozone. 1999. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20Multi.E.Amended.2005.pdf>, Überprüfungsdatum 27.01.2013

Vereinte Nationen: Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. 2000. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://ozone.unep.org/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>, Überprüfungsdatum: 23.01.2013