

Pilotstudie zum Bewertungsverfahren Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 131

bast

Pilotstudie zum Bewertungsverfahren Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus

von

Gerald Schmidt-Thrö
Büchting + Streit AG

Torsten Mielecke
Life Cycle Engineering Experts GmbH

Jörg Jungwirth
SSF Ingenieure AG

Carl-Alexander Graubner
Technische Universität Darmstadt
Institut für Massivbau, Fachgebiet Massivbau

Oliver Fischer
Technische Universität München
Lehrstuhl für Massivbau

Ulrike Kuhlmann
Gunter Hauf
Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Konstruktion und Entwurf

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 131

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BAST-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 15.0522/2011/FRB:
Pilotstudie zum Bewertungsverfahren Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus

Fachbetreuung:
Cyrus Schmellekamp

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9293
ISBN 978-3-95606-253-7

Bergisch Gladbach, Juni 2016

Kurzfassung – Abstract

Pilotstudie zum Bewertungsverfahren Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus

Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes war das Bewertungsverfahren aus FE 15.494/2010/FRB „Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke in Hinblick auf Nachhaltigkeit“ an fertiggestellten Bauwerken in der Praxis erstmalig anzuwenden und kritisch zu überprüfen.

Die Bearbeitung erfolgte durch ein Konsortium von Forschungseinrichtungen der TU Darmstadt, der TU München und der Universität Stuttgart, sowie den Ingenieurbüros Büchting+Streit AG, SSF Ingenieure AG und der LCEE GmbH.

Als Ergebnis wird die Anwendbarkeit des Bewertungssystems festgestellt und es werden Empfehlungen zur Verbesserung des Bewertungsschemas und der Bewertungskriterien im Schlussbericht zusammengefasst.

Das vorliegende Projekt wurde im Rahmen der Arbeitsgruppe Nachhaltige Straßeninfrastruktur im BMVBS im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Zeitraum September 2011 bis Juli 2012 bearbeitet. Die Grundlage für das Forschungsvorhaben bildet das bereits angesprochene FE-Vorhaben 15.494/2010/ FRB.

Pilot study of the assessment procedure to the sustainability of highway bridges in the life time cycle

The aim of this research project was to take the assessment procedure in FE 15.494/2010/FRB “Development of uniform assessment criteria for infrastructure buildings with regard to sustainability” and use it in practice for the first time on completed structures, also subjecting it to critical assessment.

The work was undertaken by a consortium of research institutions from the Technische Universität Darmstadt, the Technische Universität München and the Universität Stuttgart, together with the engineering companies Büchting+Streit AG, SSF Ingenieure AG and LCEE GmbH.

The project’s findings will establish areas of application for the assessment system, and the final report will make recommendations for improving the assessment schedules and the assessment criteria.

This project was carried out within the scope of the working group for sustainable road infrastructure at the Ministry of Transport, Building and Urban Development (BMVBS) on behalf of the Federal Highway Research Institute (BASt) between September 2011 and July 2012. The basis for the research project was provided by the above mentioned FE-project 15.494/2010/ FRB.

Summary

Pilot study of the assessment procedure to the sustainability of highway bridges in the life time cycle

1 Introduction

In the present project the assessment procedure of FE 15.494/2010/FRB was tested on finished bridges for the first time. The study was prepared by a consortium of research institutes Technical University of Darmstadt, Technical University of Munich and the University of Stuttgart and the engineering offices Büchting+Streit AG, SSF Ingenieure AG and LCEE GmbH.

The analysis of the pilot study bridges was prepared in the consortium and the results were documented in the final report.

In addition parameter studies on the subject of environmental life cycle assessment and the subject of traffic disturbances were done on a prestressed concrete bridge under construction.

The effects of different traffic predictions were also tested on one of the bridges.

The influence of the evaluator was assessed by comparing the evaluation by two persons of the same bridge.

1.1 Purpose

The purpose of the project is criticism of the assessment procedure and if necessary to give advice for improvement.

It is the first time that the assessment procedures are used on real bridges and the reference and weighting factors of the procedures are examined. Possible simplifications and reductions of the assessment method are examined as well as suggestions for the improvement and the revision gathered.

2 Examination

At first the bridge data was collected.

After that every member of the consortium evaluated and summarized the evaluation of a

bridge. Weak points and possibilities for improvements were separately notified, discussed in the sessions and summed up in the final report.

Based on the findings of the assessments, some major criteria, like the effects of traffic prognosis on indirect costs, were separately analyzed in small parameter studies. These are gathered in the appendix.

In the final report the results of the different pilot bridges are compared with each other. The assessment frame with its limiting values and reference values was reviewed.

Next criteria based summary of the possible improvements in the existing assessment method and criteria catalogue was done. The focus was on the precision of the criteria and the control of the used benchmarks (for example CO₂-values of the traffic).

In the chapter "further recommendations" bigger possible changes of the assessment system are summarized.

At the end an outlook and a possible transfer of the system in earlier planning phases is presented.

3 Results

3.1 Results and recommendations

Generally the assessment based on the criteria catalogue was possible.

Not all of the criteria could be used on all the pilot projects. For example, not all the checklist points of "risks for the local nature" were relevant for each pilot project. Therefore the consortium advises to revise these criteria and improve them with a question of relevance. The persons in charge agreed that the catalogue should be reduced to the applicable criteria. The possible shift of the weighting scheme in each criteria group is known and should be monitored.

Furthermore it is recommended that the reference surface should be revised to the normal m²-bridge deck area. In return the bridges should be clustered (e.g. overcrossings and viaducts). As a benefit only similar bridges are compared.

The reference and limiting values of emissions and costs should be proportional to their impact.

The assessment of the absolute CO₂-emissions of the traffic should be assessed independently from the traffic density. Therefore the reference values should be reconsidered. To improve the comparison of the values, one should give costs and masses of emissions based on an absolute scale.

Concerning the ecological quality, limit and reference values can vary widely. It is recommended to use further findings to adjust the assessment frame.

The reference and limit values of the direct costs have to be worked over. The cost estimations tend to be too high.

The simplifications used for the indirect cost criteria are not sufficiently appropriate. The necessary matching of the different input values (e.g. CO₂-emissions and costs) used in the existing regulations (e.g. EWS, Bundesverkehrswegeplan) is to be continued.

Large parts of the noise protection and the strengthening are considered to be strategic questions in the socio-cultural and functional quality. As a result they should be agreed upon in very early planning phases. It is very difficult to assess these parts afterwards for single structures.

Especially in this main group the criteria have to be revised if they are contradictory to already fixed contractual arrangements. In this context the awarding authority has to decide if these arrangements (e.g. "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen" ZTV) should be addressed within the criteria. In general, further precision is recommended.

It is not possible to put all variations of the best demonstrated available technology on a check list. Durability and robustness of a structure are always connected to the experience and qualification of the executing professionals. The project shows that valuation is also dependent on the assessor.

It is hard to assess the demolition of the structure. Consequently the demolition should be considered during the planning of the structure in case of difficult boundary conditions. Due to the different possible deteriorations and the additional effort in the demolition phase, evaluation is complicated. The assessment of recycling and demolition friendliness can be simplified by examples.

The competence and qualification of the executing personnel are decisive for the planning and the choice during the awarding of a contract.

Tight focusing on the end product is sensible. It is not sufficient to manage the processes. For example, a study of different solutions will not automatically lead to a reasonable result.

While revising the qualification of the awarding during the contracting phase, the legal aspects have to be considered. More details will probably be presented in the research project "tender offer and awarding contracts". The qualification should be focused on the special expertise of the personnel. In addition to the expertise, the knowledge of sustainability background naturally improves the overall quality of the structure.

3.2 Future prospects

The valuation of the finished structure should primarily be a quality control, because after the actual finishing there is no possibility to change the structure.

Influence on the planning and realization phase is not directly given. In the future planners might be requested to prove a certain quality.

The aim of the evaluation is to give significant key figures of the sustainability of bridges which can result in statistical data of sustainability quality.

Degrees of fulfillment cannot serve as a basis for documentation, because the valuation basis (best demonstrated technology, code generation) changes over time. Therefore the costs always have to be in context of assessment time. Additionally the grades of viaducts and overcrossings shall not be compared in a clustered assessment.

The creation of parallel structures of different quality measurements with possible contradicting regulations and classification should be avoided. If documentation is always done correctly and thoroughly, detailed information about the structure and its parts is available even today. Therefore it makes sense to collect statistically relevant information about the bridge also within the structure management system (Bauwerksmanagementsystem).

The experience of the assessor dominates the technical quality. Global statements of different

construction methods and their sensitivities cannot be made, because the sensitivity is largely dependent on the routine and expertise of the personnel. Thus it is important to find the suitable personnel for the given project.

One has to check how the assessment of the sustainability quality of the infrastructure may be included in the life cycle of the structures. By defining mile stones within the planning process, interests of different stakeholders can be considered and included in the planning phases. A clear separation of stakeholders can be helpful.

The display of the ecological quality is to be discussed further. Possible variants are the direct display of emissions and the conversion to abatement cost. It is sensible for both variants to use absolute values to get a proper estimation of the results.

The economic quality should also include a presentation of absolute costs besides the point system. Thus the ratio of direct and indirect costs becomes visible.

Inhalt

Abkürzungen	8	3.4 Weiterführende Empfehlungen zur Verbesserung des Systems	40
Vorwort	9	3.4.1 Ökologische Qualität	40
1 Projektbeschreibung	11	3.4.2 Ökonomische Qualität	41
2 Brückenbewertungen	11	3.4.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität	41
2.1 Überführungsbauwerk BW 34 – A 8 (Nähe Ausfahrt Sulzemoos)	11	3.4.4 Technische Qualität	42
2.2 Dultenaugrabenbrücke (Süd)	13	3.4.5 Prozessqualität	42
2.3 Mainbrücke Miltenberg	15	3.5 Anpassungsbedarf im untersuchten System mit Priorisierung	42
2.4 Bauwerk 119 auf der A 67	17	4 Ausblick und Übertragung in frühe Phasen	48
2.5 Brücke Baakenhafen West	19	4.1 Ausblick	48
2.6 Vergleichende Betrachtung der zwei doppelt bewerteten Brücken in der Soziokulturellen und funktionalen Qualität, sowie der Technischen Qualität	21	4.2 Übertragung in frühe Phasen	50
2.7 Relevanzbetrachtung zur Bewertung der Ökologischen Qualität	22	5 Literatur	51
3 Forschungsergebnisse und Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Bewertungssystems	24	Anhänge	
3.1 Anwendbarkeit	24	1. Bewertung Mainbrücke Miltenberg	
3.2 Analyse der Bewertungen inklusive der Beurteilung des Bewertungsrahmens	25	2. Bewertung Dultenaugrabenbrücke	
3.3 Analyse der Einzelkriterien und Optimierungsmöglichkeiten im Rahmen des Bewertungssystems	31	3. Bewertung A8 BW 34	
3.3.1 Ökologische Qualität	31	4. Bewertung A 67 BW 119	
3.3.2 Ökonomische Qualität	34	5. Bewertung Brücke Baakenhafen	
3.3.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität	36	6. Ökobilanz A8 BW 132	
3.3.4 Technische Qualität	38	7. Parameterstudie zur Verkehrsbeeinträchtigung	
3.3.5 Prozessqualität	39	8. Doppelbewertung A 67 BW 119	
		9. Doppelbewertung Miltenberg	
		Die Anhänge zum Bericht sind im elektronischen BAST-Archiv ELBA unter:	
		http://bast.opus.hbz-nrw.de abrufbar	

Abkürzungen

a.	Anno
AP	Acidification Potential (Versauerungspotenzial)
Äquiv.	Äquivalent
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
CP	Checklistenpunkte
EP	Eutrophication Potential (Überdüngungspotenzial)
EPD	enviromental product declaration
EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Straßen
GWP	Global Warming Potential (Treibhaus-effektpotenzial)
ODP	Ozone Depletion Potential (Ozonschicht-zertörungspotenzial)
POCP	Photochemical Ozone Creation Potential (Ozonbildungspotenzial)

Vorwort

Forschungskonzeption „Nachhaltigkeitsbewertung für Straßeninfrastrukturen“

Nachhaltigkeit und Klimaschutz sind wesentliche Herausforderungen unserer Gesellschaft, denen sich die Bundesregierung in nationalen und internationalen Verträgen und Programmen verpflichtet hat.

Für den Neubau von Bundesbauten ist seit der Einführung des überarbeiteten Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“ im Jahr 2011 die Anwendung des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) verbindlich. Im Rahmen einer Forschungskonzeption hat das BMVI den Übertragungs- und Anpassungsbedarf des Hochbau-Bewertungsverfahrens auf Straßeninfrastrukturen ermitteln lassen. Hiermit wurde die Arbeitsgruppe „Nachhaltigkeitsbewertung der Straßeninfrastrukturen“ unter dem Dach des BMVI und unter Leitung der BAST beauftragt.

Ziel war die Entwicklung eines ganzheitlichen Bewertungsansatzes zur integrierten Nachhaltigkeitsbewertung der Straßeninfrastruktur. Hierzu wurden mehrere Forschungsprojekte für die verschiedenen Elemente der Straßeninfrastruktur (Straße, Brücke, Tunnel) umgesetzt.

Dieses Bewertungsverfahren berücksichtigt gleichwertig ökologische, ökonomische sowie soziale und technisch-funktionale Aspekte über den gesamten Lebenszyklus der Infrastrukturen und ermöglicht den Variantenvergleich auf Objektebene. Das modular aufgebaute Bewertungsverfahren umfasst verschiedene Module für die Phasen Planung, Ausschreibung und Bau sowie Abnahme von Bauleistungen für die verschiedenen Elemente der Straßeninfrastrukturen. Die Verifizierung des Bewertungsverfahrens einschließlich seiner aufgezeigten Module in Pilotprojekten steht noch aus.

Ein Überblick über das Gesamtkonzept und die Zusammenfassung bereits abgeschlossener Projekte der Forschungskonzeption wird im Schlussbericht der BAST FE 1100.2111000 „Weiterentwicklung von Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Verkehrsinfrastrukturen“ gegeben.

Das Ergebnis der Arbeitsgruppe zeigt, basierend auf den Schlussberichten der Forschungsprojekte, dass die Entwicklung eines Systems zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten für Straßeninfrastrukturen nach dem Vorbild des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen grundsätzlich möglich und zielführend ist. Mit dem entwickelten Bewertungssystem kann den gestiegenen Anforderungen aus gesellschaftlichen Wünschen und internationalen Abkommen hinsichtlich einer deutlichen Berücksichtigung von Aspekten der Nachhaltigkeit sowie zu Klimaschutzzielen für den Bereich der Straßeninfrastrukturen Rechnung getragen werden.

Bergisch Gladbach 2016

1 Projektbeschreibung

Im Rahmen des Forschungsprojektes gilt es das Bewertungsverfahren aus FE 15.494/2010/FRB in der Praxis erstmalig anzuwenden. Die Bearbeitung erfolgt durch ein Konsortium von Forschungseinrichtungen TU Darmstadt, TU München und Universität Stuttgart, und den Ingenieurbüros Büchting+Streit AG, SSF Ingenieure GmbH und LCEE GmbH. Die wissenschaftliche Begleitung und Führung des Konsortiums haben die 3 Universitäten. Bei der Zusammenstellung wurde darauf geachtet, möglichst viele verschiedene Beispielbauwerke mit unterschiedlichen Randbedingungen und Bauverfahren zu bewerten. Die Ergebnisse wurden im Konsortium zusammengetragen, und die Auswertung ist in diesem gemeinsamen Schlussbericht dokumentiert.

Im Projekt wurden folgende Beispielbrücken untersucht:

- Verbundhohlkastenbrücke: Dultenaugrabenbrücke
(Herstellung Taktschiebeverfahren),
- Spannbetonhohlkastenbrücke mit Rampenbauwerk: Mainbrücke Miltenberg
(Herstellung Freivorbau, Lehrgerüst),
- Spannbeton Plattenbalken als Überführungsbauwerk: A 67 ÜF der B 426, BW 119
(Spannbetonfertigteile mit Ortbetonergänzung),
- 4-stegige integrale Verbundbrücke als Überführungsbauwerk: A 8 (Sulzemoos), BW34
(Verbundfertigteile mit Ortbetonergänzung),
- Baakenhafen West
(Stahlbau, Vorfertigung in drei Segmenten und einheben durch Schwimmkran).

Zusätzlich zu diesen Brücken wurde eine Ökobilanz und eine Parameterstudie für die Verkehrsbeeinträchtigung an der in baubefindlichen Spannbetonplatte BW 132 auf der A 8 durchgeführt.

Anhand von Bauwerk 34 über die A 8 wurden verschiedene Verkehrsprognosen in einer Parameterstudie zusammengestellt.

Zur Betrachtung des Einflusses auf das Bewertungsergebnis wurde die Brücke Miltenberg und das BW 119 durch unterschiedliche Bearbeiter doppelt bewertet.

2 Brückenbewertungen

2.1 Überführungsbauwerk BW 34 – A 8 (Nähe Ausfahrt Sulzemoos)

Die Brücke ist ein einfeldriger eingespannter Rahmen in Stahlverbundbauweise (Integrale Bauweise). Die Widerlager sind in Ortbetonbauweise hergestellt und der Überbau wird als Stahlverbundfertigteilträger mit Ortbetonergänzung ausgeführt. Die Kenndaten der Brücke sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Der Bau der Brücke fand im Zuge der Erweiterung der A 8 von zwei auf drei Fahrspuren (Breite pro Fahrtrichtung 36,5 m inklusive Standstreifen) je Fahrtrichtung zwischen Anschlussstelle Augsburg-West und der Anschlussstelle Dachau/Fürstenfeldbruck statt. Daraus ergibt sich die typische Situation der Herstellung eines Überführungsbauwerks unter laufendem, untenliegendem Autobahnverkehr. Die Brücke wurde im Rahmen des PPP-A-Modells Augsburg München Autobahnplus A 8 GmbH erstellt. Das Gesamtvolumen des Projektes liegt bei ca. 250 Mio. €.

Die Ausführungsplanung der Brücke wurde von der Ingenieur- und Planungsgesellschaft Igl, Putz + Partner und dem Ingenieurbüro Pfülb übernommen. Die ausführende Baufirma war Berger Bau GmbH aus Passau.

Die Bewertung des Bauwerks erfolgt über eine Gewichtungstabelle. Die Tabelle ist in fünf verschiedene Hauptkriteriengruppen und ihre Untergruppen gegliedert.

Das Bauwerk BW34 wurde mittels der vorgegebenen Steckbriefe des Schlussberichtes bewertet.

Lichte Weite	43 m
Stützweite	45,25 m
Lichte Höhe	> 4,70 m
Breite	11,75 m
Brückenfläche	532 m ²
Brückenfläche Länge zw. Flügelenden der Widerlager x Breite des Bauwerks	870 m ²
Konstruktionshöhe	1,30 m-2,55 m
Kreuzungswinkel	100 gon
Keine Krümmung im Grundriss	
4 Stege	

Tab. 1: Kenndaten der Brücke

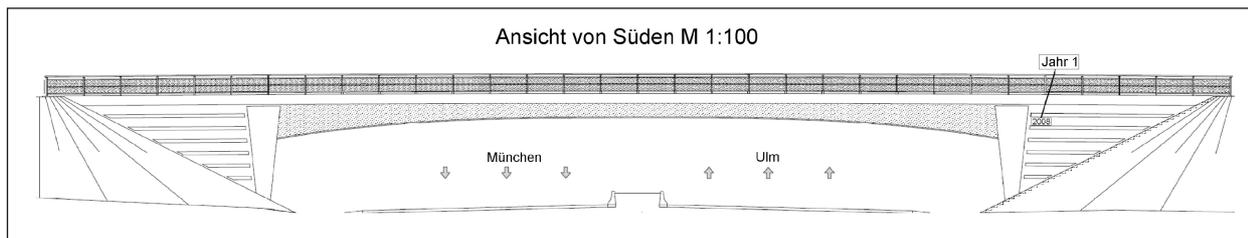


Bild 1: Ansicht BW 34

Hauptkriterien- gruppe	Kriterien- gruppe	Nr. / Titel	Gewichtung Einzel- kriterium Gesamt- bewertung	Punkte- kriterium		Bedeu- tungs- faktor	Erfül- lungs- grad	Ge- wichtung Gruppe	Gesamt- erfüll- ungs- grad
				IST	SOLL				
Ökologische Qualität	Wirkung auf die globale Umwelt	1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	4,500%	7,5	10	3	78,0%	22,5%
		1.2	Ozonschichtzerstörungspotenzial (ODP)	1,500%	3	10	1		
		1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	1,500%	0	10	1		
		1.4	Versauerungspotenzial (AP)	1,500%	5	10	1		
		1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	1,500%	8	10	1		
		1.6	Risiken für die lokale Umwelt	1,500%	8,5	10	1		
	1.8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt							
	Ressourcenin- anspruchnahme und Abfallaufkommen	1.9	Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	4,500%	10	10	3		
		1.10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	4,500%	10	10	3		
		1.11	Primärenergiebedarf erneuerbar (PEe)	1,500%	10	10	1		
		1.12	Wasserbedarf und Abwasseraufkommen						
		1.13	Flächeninanspruchnahme						
		1.14	Abfall						
	Ökono- mische Qualität	Lebenszykluskosten	2.1	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	13,500%	10	10		
Weiterentwicklung		2.2	Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	9,000%	10	10	2		
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	3.1	Lärmschutz	5,625%	9	10	2	56%	22,5%
		3.2	Komfort	5,625%	8	10	2		
	Funktionalität	3.3	Umnutzungsfähigkeit	5,625%	0	10	2		
		3.4	Betriebsoptimierung	5,625%	5,5	10	2		
		3.5	Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security)						
		3.6	Verkehrssicherheit (Safety)						
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	4.1	elektrische und mechanische Einrichtungen	3,000%	6,5	10	1	70,0%	22,5%
		4.2	Konstruktive Qualität	9,000%	8,5	10	3		
		4.3	Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	6,000%	5,5	10	2		
		4.4	Verstärkung und Erweiterbarkeit	1,500%	5	10	0,5		
		4.5	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	3,000%	7	10	1		
Prozessqualität	Qualität der Bauausführung	5.1	Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung	3,750%	7,5	10	3	50,6%	10,0%
		5.2	Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung	2,500%	0	10	2		
		5.3	Baustelle/Bauprozess						
		5.4	Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation						
		5.5	Qualitätssicherung der Bauausführung	3,750%	6	10	3		

Tab 2: Bewertungszusammenfassung von Bauwerk 34

Die unten aufgeführten Ergebnisse zeigen große Schwankungen auf. Es wurde in den verschiedenen Einzelkriterien das gesamte Spektrum von 0 bis 10 CP ausgeschöpft. Mit einem Gesamterfüllungsgrad von 73 % erreicht das Bauwerk eine Endnote von 1,73.

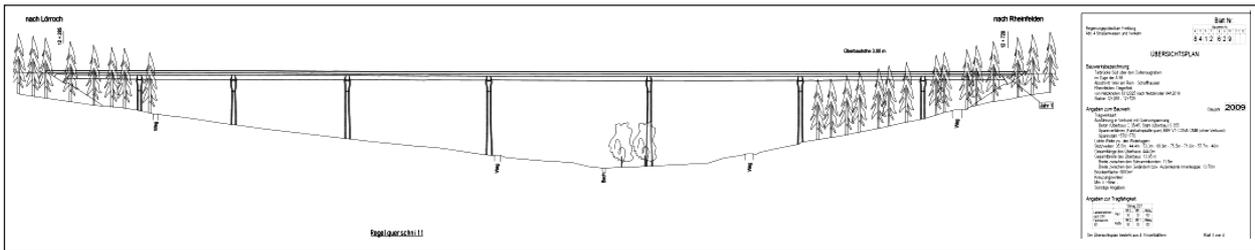


Bild 6: Querschnitt der Dultenaugrabenbrücke (Quelle: RP Freiburg, Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr)

$75,48 - 71,04 - 57,72 - 39,96 = 444,00$ m. Die Breite zwischen den Geländern beträgt 13,70 m.

Aufgrund der vorherrschenden geologischen Bau- grundverhältnisse wurde die Brücke teils auf Pfählen und teils flach gegründet.

Die Widerlager und Pfeiler wurden als Massiv- konstruktion in Stahlbeton C30/37 ausgeführt.

Der Überbau ist als durchlaufende Stahlverbund- konstruktion mit in Querrichtung vorgespannter Fahr- bahnplatte in C 35/45 ausgeführt. Die Stahl- konstruktion wurde im Taktschiebeverfahren her- gestellt. Danach wurde die vorgespannte Fahr- bahnplatte, in Abschnitten, mittels Schalwagen erstellt werden.

Die Lagerung erfolgt auf Kalotten- und Kalotten- Gleitlagern. An beiden Widerlagern sind lärmmin- dernde Finger-Übergangskonstruktionen mit un- tenliegender Edelstahlrinne vorgesehen.

Als Absturzsicherung dienen auf der Südseite, die auf der Nordbrücke abmontierten und zwischenge- lagerten einfachen Distanzschutzplanken. Der Wiedereinbau erfolgte auf dem neuen Überbau Süd auf der südlichen Kappe. Auf der südlichen Kappe der Nordbrücke mussten neue Doppel- distanzschutzplanken montiert werden.

Das vorhandene Holmgeländer auf der nördlichen Brücke wird abgeschraubt, zwischengelagert und nach Fertigstellung der südlichen Brücke wieder auf deren südlicher Kappe angeschraubt.

Für den Bauzustand (Brückenherstellung) wird rechnerisch keine Beeinträchtigung des Verkehrs veranschlagt, da der Verkehr dauerhaft (von 2001 an) über den zuerst errichteten Überbau geleitet wird. Ein Einfluss auf den Verkehr durch die Her- stellung des Süd-Überbaus 2009 konnte nicht fest- gestellt werden.

Zusammenfassung der Bewertung

Auf Basis des Kriterienkatalogs wurde die oben beschriebene Brücke in Hinblick auf Nachhaltig- keit untersucht. Gemäß dem Kriterienkatalog wur- den hierbei die Ökologische Qualität, Ökonomi- sche Qualität, Soziokulturelle und Funktionale Qualität, Technische Qualität und Prozessqualität bewertet (siehe Tabelle 3).

Während der Bearbeitung stellte sich heraus, dass einige Einzelkriterien nicht bewertet werden konn- ten, da entsprechende Angaben nicht vorlagen bzw. nicht eindeutig bewertet werden konnten.

Die Auswertung erfolgte auf Basis der vorliegen- den Unterlagen und unter Einbeziehung der zu- ständigen Baubehörde (RP Freiburg, Abt. 4 Stra- ßenwesen und Verkehr), wofür wir uns herzlich be- danken wollen.

Die Gesamtbewertung der Dultenaugrabenbrücke bringt hierbei einen Erfüllungsgrad von 70,8 % und damit eine rechnerische Gesamtnote von 1,7.

Hauptkriterien- gruppe	Kriterien- gruppe	Nr. / Titel	Gewichtung Einzel- kriterium Gesamt- bewertung	Punkte- kriterium		Bedeu- tungs- faktor	Erfül- lungs- grad	Ge- wichtung Gruppe	Gesamt- erfüll- ungs- grad	
				IST	SOLL					
Ökologische Qualität	Wirkung auf die globale Umwelt	1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	4,500%	5	10	3	46,3%	22,5%	70,8%
		1.2	Ozonschichtzerstörungspotenzial (ODP)	1,500%	6	10	1			
		1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	1,500%	0	10	1			
		1.4	Versauerungspotenzial (AP)	1,500%	4	10	1			
		1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	1,500%	5,5	10	1			
		1.6	Risiken für die lokale Umwelt	1,500%	8	10	1			
		1.8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt							
	Ressourcenin- anspruchnahme und Abfallaufkommen	1.9	Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	4,500%	10	10	3			
		1.10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	4,500%	0	10	3			
		1.11	Primärenergiebedarf erneuerbar (PEe)	1,500%	1	10	1			
		1.12	Wasserbedarf und Abwasseraufkommen							
		1.13	Flächeninanspruchnahme							
		1.14	Abfall							
Ökono- mische Qualität	Lebenszykluskosten	2.1	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	13,500%	10	10	3	100%	22,5%	
	Weiterentwicklung	2.2	Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	9,000%	10	10	2			
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	3.1	Lärmschutz	5,625%	7,5	10	2	68%	22,5%	
		3.2	Komfort	5,625%	6	10	2			
		3.3	Umnutzungsfähigkeit	5,625%	5	10	2			
	Funktionalität	3.4	Betriebsoptimierung	5,625%	8,5	10	2			
		3.5	Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security)							
		3.6	Verkehrssicherheit (Safety)							
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	4.1	elektrische und mechanische Einrichtungen	3,000%	6	10	1	74,0%	22,5%	
		4.2	Konstruktive Qualität	9,000%	7,5	10	3			
		4.3	Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	6,000%	8	10	2			
		4.4	Verstärkung und Erweiterbarkeit	1,500%	7	10	0,5			
		4.5	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	3,000%	7,5	10	1			
Prozessqualität	Qualität der Bauausführung	5.1	Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung	3,750%	5,5	10	3	60,6%	10,0%	
		5.2	Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung	2,500%	2,5	10	2			
		5.3	Baustelle/Bauprozess							
		5.4	Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation							
		5.5	Qualitätssicherung der Bauausführung	3,750%	9	10	3			

Tab. 3: Gewichtungstabelle Infrastrukturbauwerke

2.3 Mainbrücke Miltenberg

Im Rahmen des Forschungsvorhabens FE 15.0522/2011/FRB „Pilotstudie zum Bewertungsverfahren Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus“ wird die Mainbrücke Miltenberg BW 11 und BW 12 dem Bewertungsverfahren unterzogen. Die Brücke wurde im Zuge der Ortsumfahrung Miltenberg gebaut. Mit der Durchführung des PPP-Projektes im Gesamtvolumen von 48 Mio. Euro wurde das Bauunternehmen Max Bögl beauftragt.

Die Planungsgemeinschaft setzte sich zusammen aus der Büchting+Streit AG und der IGL, PUTZ+Partner GdbR mit gestalterischer Beratung vom Architekturbüro Jean-Jacques Zimmermann.

Lichte Weite	111,10 m
Stützweite	75 – 122,72 – 94,00 – 65,00 m
Gesamtlänge zwischen Widerlagerachsen	56,72 m
Lichte Höhen	> 4,75 m
Breite zw. Geländern	14,00 m
Brückenfläche	4.994 m ²
Konstruktionshöhe	3,15 m-6,80 m
Kreuzungswinkel	76 gon

Tab. 4: Kenndaten Mainbrücke (BW 11)

BW 11 wurde im Freivorbau von den Achsen 2 und 3 (s. Bild 9) und teilweise auf Lehrgerüst hergestellt.

Lichte Weite	19,70 – 24,30 – 24,30 – 18,80 m
Stützweite	22 – 27,50 – 27,50 – 22,00 m
Gesamtlänge zwischen Achse 1R u. 4	99,00 m
Lichte Höhen	- m
Breite zw. Geländern	10,25 m
Brückenfläche	1.025 m ²
Konstruktionshöhe	1,5 m
Abzweigungswinkel zu BW 11	95,9 gon

Tab. 5: Kenndaten Rampenbauwerk (BW12)



Bild 9: Freivorbau BW 11; Quelle: Büchting+Streit AG



Bild 7: Bau des Herzstückes; Quelle: Büchting+Streit AG



Bild 10: Blick auf fertiggestelltes BW11; Quelle: Buechting+Streit AG

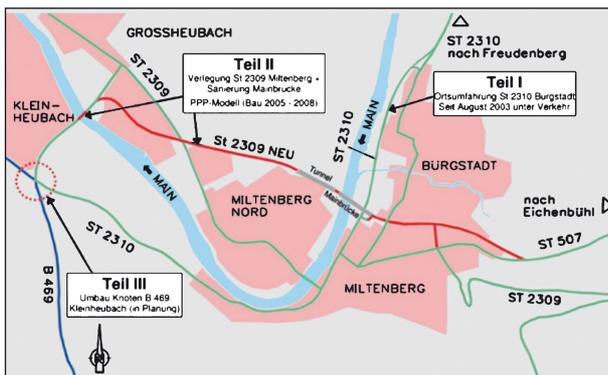


Bild 8: Übersicht Maßnahme (Bayerische Staatsbauverwaltung und Staatliches Bauamt Aschaffenburg, S. 5)

BW 12 wurde abschnittsweise auf Lehrgerüst hergestellt.

Das Raumordnungsverfahren für diese Maßnahme wurde 1975 eingeleitet. Nach 10 Jahren schloss man das Verfahren mit der landesplanerischen Beurteilung ab. 1994 und 1998 wurde die Maßnahme planrechtlich festgestellt. Mit dem Bau der Mainbrücke Miltenberg wurde 2005 begonnen und 2008 abgeschlossen. Auf der Brücke führt die Staatsstraße 2309 neu zwischen Bürgstadt und Großheubach (BW 11). An dem Bauwerk befindet sich auch eine Rampe (BW 12) für die Auffahrt von der Staatsstraße 2310 auf die St 2309.

Die Mainbrücke Miltenberg hat laut Veröffentlichung auf der Homepage des Staatlichen Bauamtes Aschaffenburg ca. 7,5 Millionen € gekostet. (Staatliches Bauamt Aschaffenburg).

Zusammenfassung der Bewertung

Auf Basis des Bewertungskataloges wurde die Bewertung für die Hauptkategorien Ökologische Qualität, Ökonomische Qualität, Soziokulturelle Qualität, Technische Qualität und der Prozessqualität durchgeführt.

Es wurde eine Gesamtbewertung von 70,3 % erreicht, was einer Bewertung mit der Note 1,7 entspricht (siehe Tabelle 6).

2.4 Bauwerk 119 auf der A 67

Bei dem zu untersuchenden Infrastrukturbauwerk handelt es sich um die Überführung der B 426 „alt“ zwischen Pfungstadt und Hahn über die BAB A 67 in Südhessen.

Das 2007 fertiggestellte Brückenbauwerk ersetzt die alte, 1934 gebaute Überführung. Der Neubau wurde notwendig, da das bestehende Bauwerk in einem schlechten Erhaltungszustand war und seine theoretische Nutzungsdauer bereits 2004 überschritten hatte. Aufgrund einer zu geringen Durchfahrts- höhe kam es zudem zu Anfahrschäden an der

Hauptkriterien- gruppe	Kriterien- gruppe	Nr. / Titel	Gewichtung Einzel- kriterium Gesamt- bewertung	Punkte- kriterium		Bedeu- tungs- faktor	Erfül- lungs- grad	Ge- wichtung Gruppe	Gesamt- erfüll- ungs- grad
				IST	SOLL				
Ökologische Qualität	Wirkung auf die globale Umwelt	1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	4,500%	9,9	10	3	79,3%	22,5%
		1.2	Ozonschichtzerstörungspotenzial (ODP)	1,500%	2,3	10	1		
		1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	1,500%	7,0	10	1		
		1.4	Versauerungspotenzial (AP)	1,500%	10,0	10	1		
		1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	1,500%	10,0	10	1		
		1.6	Risiken für die lokale Umwelt	1,500%	8,0	10	1		
		1.8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt						
	Ressourcenin- anspruchnahme und Abfallaufkommen	1.9	Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	4,500%	10,0	10	3		
		1.10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	4,500%	7,3	10	3		
		1.11	Primärenergiebedarf erneuerbar (PEe)	1,500%	0,0	10	1		
		1.12	Wasserbedarf und Abwasseraufkommen						
		1.13	Flächeninanspruchnahme						
		1.14	Abfall						
Ökono- mische Qualität	Lebenszykluskosten	2.1	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	13,500%	10,0	10	3	100%	22,5%
	Weiterentwicklung	2.2	Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	9,000%	10,0	10	2		
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	3.1	Lärmschutz	5,625%	5,9	10	2	46%	22,5%
		3.2	Komfort	5,625%	4,8	10	2		
		3.3	Umnutzungsfähigkeit	5,625%	0,0	10	2		
	Funktionalität	3.4	Betriebsoptimierung	5,625%	7,6	10	2		
		3.5	Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security)						
		3.6	Verkehrssicherheit (Safety)						
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	4.1	elektrische und mechanische Einrichtungen	3,000%	5,3	10	1	68,7%	22,5%
		4.2	Konstruktive Qualität	9,000%	7,9	10	3		
		4.3	Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	6,000%	7,0	10	2		
		4.4	Verstärkung und Erweiterbarkeit	1,500%	5,0	10	0,5		
		4.5	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	3,000%	6,0	10	1		
Prozessqualität	Qualität der Bauausführung	5.1	Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung	3,750%	5,4	10	3	42,5%	10,0%
		5.2	Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung	2,500%	1,4	10	2		
		5.3	Baustelle/Bauprozess						
		5.4	Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation						
		5.5	Qualitätssicherung der Bauausführung	3,750%	5,0	10	3		

Tab. 6: Abschließende Zusammenfassung der Bewertung Mainbrücke Miltenberg



Bild 11: Überführungsbauwerk B 426 „alt“/BAB A 67 (Quelle: LCEE GmbH)



Bild 13: Überführungsbauwerk B 426 „alt“/BAB A 67 (Quelle: LCEE GmbH)

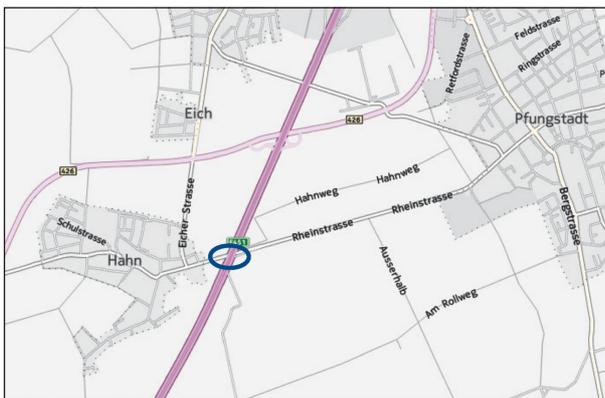


Bild 12: Umgebungskarte des BW 119 (Quelle: OpenStreet-map, map24.de)

alten Brücke. Der geplante Ausbau der BAB A 67 von vier auf sechs Fahrstreifen musste bei der Erneuerung der Brücke berücksichtigt werden.

Der Neubau des Brückenbauwerkes erfolgte an gleicher Stelle wie das bestehende Bauwerk. Der Verkehr (Kfz-, Rad- und Fußverkehr) wurde für die Dauer der Baumaßnahme über den Neubau der B 426 „neu“ geleitet. Behelfsbrücken zur Umleitung des Verkehrs während der Bauzeit waren daher, nicht erforderlich.

Bei der Planung und Umsetzung des Neubaus gab es verschiedenartige Rahmenbedingungen, die im Zuge einer Voruntersuchung zum Bauentwurf untersucht wurden. Schwerpunkte waren u. a.: die Schlankheit des Brückenbauwerkes, die Reduzierung der statischen Bauhöhe (um die Anhebung der Gradienten zu minimieren), die Berücksichtigung des 6-streifigen Ausbaus der BAB A 67, eine möglichst geringe Beeinträchtigung des Verkehrs auf der BAB A 67 durch den Neubau und die Wirt-

schaftlichkeit der Baumaßnahme unter Berücksichtigung der Unterhaltskosten.

Untersucht wurden drei Varianten: Spannbeton – Fertigteilbrücke in Normalbeton, Spannbeton – Fertigteilbrücke in Hochleistungsbeton und Stahlverbundüberbau. Die Ausführungsplanung wurde durch das Ingenieurbüro Krebs & Kiefer, Beratende Ingenieure im Bauwesen GmbH erstellt.

Das ausgeführte Brückenbauwerk wurde als Spannbeton – Fertigteilbrücke in Hochleistungsbeton erstellt. Die Stützweiten betragen $2 \times 33,00 \text{ m}$, wobei die statische Bauhöhe des Überbaus lediglich $1,25 \text{ m}$ misst. Die Breite des Brückenbauwerkes beträgt, zwischen den Geländern gemessen, $11,75 \text{ m}$. Die Brückenfläche beläuft sich auf 927 m^2 .

Der überführte Regelquerschnitt ist ein RQ 7,5, wobei an der Nordseite ein kombinierter Rad- und Gehweg und auf der Südseite ein Notgehweg angeordnet sind. Bei dem geplanten Regelquerschnitt für den 6-streifigen Ausbau der BAB A 67 handelt es sich um ein RQ 35,5.

Maßgebend für die Art der Ausführung, ist die Verwendung von Hochleistungsbeton. Im Vergleich zu einer Konstruktion in Normalbeton oder in Stahlverbundbauweise, kann das Bauwerk, unter Verwendung von Hochleistungsbeton, mit einer geringeren statischen Bauhöhe und somit wesentlich schlanker ausgebildet werden. Weiterhin weist Hochleistungsbeton ein dichtes Gefüge auf und widersteht gut chemischen und mechanischen Einwirkungen. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerkes wird erhöht.

Die Brückenprüfung nach Fertigstellung der Brücke im Jahr 2007 hat eine Zustandsnote von 1,6 ermittelt.

Zusammenfassung der Bewertung

Das Bewertungsergebnis der Brücke ist in Tabelle 7 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Brücke im Bereich der Ökonomischen Qualität sehr gut abschneidet. Dies begründet sich daraus, dass die bauwerksbezogenen Lebenszykluskosten sehr niedrig sind und keine nennenswerten Stauzeiten durch Baumaßnahmen entstanden sind. Es ist jedoch zu hinterfragen, wie die Verkehrsprognosen für die Zukunft angesetzt werden können.

Der Gesamtzielerfüllungsgrad wird mit 70,5 % ermittelt. Dies entspricht einer Note von 1,7.

2.5 Brücke Baakenhafen West

Die „Brücke Baakenhafen West“ quert den Baakenhafen und befindet sich in der HafenCity in Hamburg. Sie spielt eine wesentliche Rolle in Hinblick auf die Erschließung des neu entstehenden Quartiers Baakenhafen, da es die erste hochwassergeschützte Verbindung des Quartiers ist.

Die zwei-(später drei-)spurige Straßenbrücke ist eine funktionale Verbindung zwischen dem Quartier Baakenhafen und den anderen Quartieren. Für Fahrradfahrer und Fußgänger ist die Brücke eine Verbindung und Fortsetzung des Lohseparks

Hauptkriterien- gruppe	Kriterien- gruppe	Nr. / Titel	Gewichtung Einzel- kriterium Gesamt- bewertung	Punkte- kriterium		Bedeu- tungs- faktor	Erfül- lungs- grad	Ge- wichtung Gruppe	Gesamt- erfüll- ungs- grad	
				IST	SOLL					
Ökologische Qualität	Wirkung auf die globale Umwelt	1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	4,500%	7,3	10	3	72,5%	22,5%	70,5%
		1.2	Ozonschichtzerstörungspotenzial (ODP)	1,500%	7,3	10	1			
		1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	1,500%	0	10	1			
		1.4	Versauerungspotenzial (AP)	1,500%	7,5	10	1			
		1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	1,500%	8,3	10	1			
		1.6	Risiken für die lokale Umwelt	1,500%	8,3	10	1			
		1.8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt							
	Ressourcenin- anspruchnahme und Abfallaufkommen	1.9	Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	4,500%	10	10	3			
		1.10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	4,500%	7,4	10	3			
		1.11	Primärenergiebedarf erneuerbar (PEe)	1,500%	3,3	10	1			
		1.12	Wasserbedarf und Abwasseraufkommen							
		1.13	Flächeninanspruchnahme							
		1.14	Abfall							
Ökono- mische Qualität	Lebenszykluskosten	2.1	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	13,500%	10	10	3	100%	22,5%	
	Weiterentwicklung	2.2	Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	9,000%	10	10	2			
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	3.1	Lärmschutz	5,625%	6,7	10	2	52%	22,5%	
		3.2	Komfort	5,625%	3,6	10	2			
	Funktionalität	3.3	Umnutzungsfähigkeit	5,625%	3,2	10	2			
		3.4	Betriebsoptimierung	5,625%	7,2	10	2			
		3.5	Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security)							
		3.6	Verkehrssicherheit (Safety)							
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	4.1	elektrische und mechanische Einrichtungen	3,000%	5	10	1	64,7%	22,5%	
		4.2	Konstruktive Qualität	9,000%	7,5	10	3			
		4.3	Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	6,000%	5	10	2			
		4.4	Verstärkung und Erweiterbarkeit	1,500%	6	10	0,5			
		4.5	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	3,000%	8	10	1			
Prozessqualität	Qualität der Bauausführung	5.1	Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung	3,750%	5,8	10	3	55,3%	10,0%	
		5.2	Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung	2,500%	8	10	2			
		5.3	Baustelle/Bauprozess							
		5.4	Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation							
		5.5	Qualitätssicherung der Bauausführung	3,750%	3,6	10	3			

Tab. 7: Abschließende Zusammenfassung der Bewertung A 67 BW 119



Bild 14: Lageplan der Brücke Baakenhafen West (Quelle: HafenCity Hamburg GmbH)

(siehe Bild 1). Über die Brücke wird der wichtige Elbradweg geführt. Gleichzeitig soll die Brücke auch die Versmannkai- und Peterskaipromenaden überspannen.

Da die Einschiffung von großen Objekten in den östlichen Baakenhafen nur minimal behindert werden soll, ist in der Mitte der Brücke ein Aushubelement geplant, welches die Durchfahrt innerhalb von rund 30 m lichter Weite ermöglicht.

Die Brücke ist eine schiefwinklige Stahlbrücke. Die Winkel zwischen Brückenachse und Widerlagerachse beträgt 60° .

Das Projekt wurde 2011 mit einem Architekturwettbewerb gestartet, der bereits Nachhaltigkeitsaspekte beinhaltet hat. In 2012 findet die Realisierung des Projektes statt, sodass mit einer Freigabe der Brücke im Sommer 2013 zu rechnen ist.

Der Entwurf baut auf einem pragmatischen und gleichzeitig eleganten Ingenieursansatz auf, der die lokalen Rahmenbedingungen aufnimmt und die Kräfteflusslinien als Grundlage der Brückenform nutzt.

Die Brücke wurde als leicht fließende Form entworfen, die den Baakenhafen West überspannt und gleichzeitig eine klar lesbare Komponente des neu geplanten, linearen und langgestreckten Landschaftspark „Lohsepark“ bildet.

Die Grundform der Brücke besteht aus einer klassischen Kragträgerbrücke, in der das zentrale, demontierbare Aushubelement von zwei identischen Kragträgerfeldern gestützt wird.

Die Brücke ist in fünf Abschnitte gegliedert, wobei das mittlere Feld eine rund 30 m freie Durchfahrts-



Bild 15: Entwurf der Brücke Baakenhafen West (Quelle: HafenCity Hamburg GmbH)

breite parallel zu den Kaimauern des Baakenhafens ermöglicht. Ergänzend zu den Widerlagern liegt die Brücke auf zwei im Baakenhafen angeordneten, skulptural gestalteten Vierfach-V-Stützen, welche das Gesamtensemble abschließen.

Bild 15 zeigt eine Entwurfszeichnung der Brücke Baakenhafen West.

Zusammenfassung der Bewertung

Die Zusammenfassung der Bewertung der Brücke Baakenhafen West wurde mithilfe des Bewertungssystems durchgeführt. Die Gesamtbewertung zeigt, dass die Brücke in ihrer aktuell geplanten Qualität eine sehr hohe Nachhaltigkeitsbewertung erreicht.

In den unterschiedlichen Säulen der Nachhaltigkeit zeigt sich, dass die Ökonomische Qualität, die Technische Qualität sowie die Prozessqualität durchweg sehr gute Bewertungen erzielen. In der Soziokulturellen Qualität sowie in der Ökologischen Qualität werden gute Ergebnisse erreicht.

Die Ökologische Qualität wird dabei überwiegend durch die Umweltwirkungen der Stahlherstellung beeinflusst. Stauwirkungen sind auf der Brücke in Folge von Baumaßnahmen nicht zu erwarten. Daher ergibt sich sowohl in der ökologischen als auch in der ökonomischen Bewertung eine maximale Punktzahl. Vorteil der Brücke Baakenhafen West ist im Vergleich zu den anderen Brücken im Forschungsvorhaben, dass die Brücke Baakenhafen West sich aktuell noch in der Planung bzw. Realisierung befindet. Daher konnten Nachhaltigkeitsaspekte gezielt adressiert und in der Planung berücksichtigt werden. Dies spiegelt sich in allen Nachhaltigkeitssäulen wieder.

In der Gesamtbewertung erreicht die Brücke Baakenhafen West einen Gesamtzielerfüllungsgrad von 81,7 %, was einer Note von 1,5 entspricht.

Hauptkriterien- gruppe	Kriterien- gruppe	Nr. / Titel	Gewichtung Einzel- kriterium Gesamt- bewertung	Punkte- kriterium		Bedeu- tungs- faktor	Erfül- lungs- grad	Ge- wichtung Gruppe	Gesamt- erfüll- ungs- grad
				IST	SOLL				
Ökologische Qualität	Wirkung auf die globale Umwelt	1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	4,500%	7,41	10	3	63,6%	22,5%
		1.2	Ozonschichtzerstörungspotenzial (ODP)	1,500%	0,00	10	1		
		1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	1,500%	4,91	10	1		
		1.4	Versauerungspotenzial (AP)	1,500%	7,53	10	1		
		1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	1,500%	10,00	10	1		
		1.6	Risiken für die lokale Umwelt	1,500%	8,46	10	1		
		1.8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt						
	Ressourcenin- anspruchnahme und Abfallaufkommen	1.9	Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	4,500%	10,00	10	3		
		1.10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	4,500%	3,62	10	3		
		1.11	Primärenergiebedarf erneuerbar (PEe)	1,500%	1,41	10	1		
		1.12	Wasserbedarf und Abwasseraufkommen						
		1.13	Flächeninanspruchnahme						
		1.14	Abfall						
Ökono- mische Qualität	Lebenszykluskosten	2.1	Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus	13,500%	10,00	10	3	100%	22,5%
	Weiterentwicklung	2.2	Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung	9,000%	10,00	10	2		
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	3.1	Lärmschutz	5,625%	6,00	10	2	75%	22,5%
		3.2	Komfort	5,625%	8,20	10	2		
		3.3	Umnutzungsfähigkeit	5,625%	10,00	10	2		
	Funktionalität	3.4	Betriebsoptimierung	5,625%	5,66	10	2		
		3.5	Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security)						
		3.6	Verkehrssicherheit (Safety)						
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	4.1	elektrische und mechanische Einrichtungen	3,000%	6,90	10	1	83,9%	22,5%
		4.2	Konstruktive Qualität	9,000%	8,10	10	3		
		4.3	Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	6,000%	8,50	10	2		
		4.4	Verstärkung und Erweiterbarkeit	1,500%	9,50	10	0,5		
		4.5	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	3,000%	10,00	10	1		
Prozessqualität	Qualität der Bauausführung	5.1	Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung	3,750%	10,00	10	3	92,5%	10,0%
		5.2	Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung	2,500%	10,00	10	2		
		5.3	Baustelle/Bauprozess						
		5.4	Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation						
		5.5	Qualitätssicherung der Bauausführung	3,750%	8,00	10	3		

81,7%

Tab. 8: Abschließende Zusammenfassung der Bewertung Brücke Baakenhafen West

Basis der Bewertung bilden die Planungsdaten und nicht, wie bei den anderen Brücken, die Kennzahlen nach Ausführung des Bauwerkes.

2.6 Vergleichende Betrachtung der zwei doppelt bewerteten Brücken in der Soziokulturellen und Funktionalen Qualität, sowie der Technischen Qualität

Im Protokoll der 2. Sitzung wurde ein Quervergleich zwischen der Pilotbrücke aus Darmstadt, A 67 ÜF der B426, BW 119, und der Pilotbrücke des Büros Büchting+Streit, Mainbrücke Miltenberg, entsprechend dem Antrag zum FE-Vorhaben 15.0522/2011/FRB vereinbart.

Die beiden Vergleichsbetrachtungen befinden sich in der Anlage 8 und 9 des Schlussberichtes.

Resümee der Vergleichsbetrachtung von Bauwerk A 67 BW 119 und Mainbrücke Miltenberg

Die betrachteten Kriterien in der soziokulturellen und funktionalen Qualität wurden durch die Verwendung von Checklisten in weiten Teilen gleich bewertet. Unterschiede in der Bewertung sind unter anderem auf widersprüchliche Fragestellungen und fehlende Angaben in den Checklisten, sowie fehlende Grenzwerte zurückzuführen (siehe Kapitel 3.3.3).

Bei der Technischen Qualität differieren die Bewertungen weiter auseinander. Einerseits lässt der Steckbrief eine freie Detailbewertung zu und andererseits drücken sich dort auch unterschiedliche

Erfahrungen der Bewertenden und deren Büros aus. Durch die relativ freie Vergabe der Checklistenpunkte wird dort keine vollständige Übereinstimmung gefunden.

Bei der Erweiterbarkeit von BW 119 hat LCEE die Erweiterung der Autobahn bewertet, während Büchting+Streit AG nur die Erweiterbarkeit des Überführungsbauwerks bewertet hat. Dort ist eine Präzisierung des Kriteriums erforderlich.

Beim Rückbau wurde die technische Umsetzung unterschiedlich detailliert ausgeführt. Die Bewertung hatte insgesamt eine ähnliche Tendenz.

Bei der Recyclingfreundlichkeit wurde bei BW 119 bei ähnlicher Beschreibung von Büchting+Streit AG eine geringere Bewertung vorgenommen als von LCEE. Rückzuführen ist dies auf die freie Bewertung (siehe Kapitel 3.3.4).

Die Prozessqualität von BW 119 konnte nicht verglichen werden, da die Qualifikationen der involvierten Personen zum großen Teil nicht bekannt sind und somit keine vergleichende Aussage über die Qualifikation gemacht werden kann.

Bei der Mainbrücke Miltenberg ist die Eigenbewertung deutlich in der Technischen Qualität niedriger bewertet als die Vergleichsbewertung von LCEE.

Unklare Formulierungen führten unter anderem zu unterschiedlichen Bewertungen aufgrund unterschiedlicher Interpretationen. Beispielsweise ist bei Kriterium 3.3 „Umnutzungsfähigkeit“ unter 1.2 ein Konzept zur Erweiterbarkeit und Verstärkung zu erbringen. Ohne Konzept ist das Kriterium mit 0 Bewertungspunkten zu bewerten. Die Büchting+Streit AG hat bei nicht vorhandenem Konzept das Kriterium konsequent mit 0 Bewertungspunkten bewertet. Im Gegensatz dazu wurde von LCEE die Regelung nur auf Neubauten angewendet. Bestandsbauwerke wurden von LCEE, trotz 0 Punkten in Unterkriterium 1.2, bewertet.

Eventuelle Schwierigkeiten im Bauablauf oder späteren Phasen im Lebenszyklus durch Planungsschwächen werden nur durch erfahrene Ingenieure entdeckt. Insofern ist die Erfahrung maßgeblich für die Beurteilung von technischen Details.

Dementsprechend ist bei der Technischen Qualität eine gewisse Subjektivität notwendig, da nur so eine an das Bauwerk angepasste Bewertung der Ausführungsvariante möglich ist. Die unterschiedlichen Erfahrungen zeigen sich auch zum Teil in den Bewertungsangaben der Technischen Qualität.

Insgesamt zeigen sich zum Teil deutliche Streuungen von bis zu 2 Bewertungspunkten in den Ergebnissen (siehe auch Kapitel 3.2). Insofern ist die Streuung des Bewertungsergebnisses nicht nur in der Technischen Qualität, sondern auch in der soziokulturellen und funktionalen Qualität vorhanden.

2.7 Relevanzbetrachtung zur Bewertung der Ökologischen Qualität

Im Rahmen der Bewertung der Ökologischen Qualität wurde deutlich, dass unterschiedliche Positionen zur Darstellung der Umweltwirkungen denkbar sind. Neben der aktuell vorgeschlagenen direkten Bewertung der Umweltwirkungen, ist auch eine Umrechnung, z. B. in Vermeidungskosten, möglich. Vorteil des Vermeidungskostenansatzes ist es, dass die Umweltwirkungen mit den Herstellkosten verglichen werden können und ggf. daraus eine Optimierung abgeleitet werden kann. Dieser Ansatz wurde im Hochbau vermieden, um nicht den Eindruck zu erwecken, man könne sich von den Umweltwirkungen frei kaufen.

Für die Objekte in der Pilotphase wurde der Ansatz der Vermeidungskosten zusätzlich untersucht, um eine über die ökologischen Wirkungskategorien hinausgehende einheitliche Bewertungsbasis zu erhalten. In der Massenbilanz in Tabelle 9 sind die unterschiedlichen Anteile aufgeführt.

Insgesamt lassen sich die drei größten Anteile (CO₂-Äquivalente, SO₂-Äquivalente und C₂H₄-Äquivalente) durch Ansatz von Vermeidungskosten für die Brücken validieren.

Nach einer Studie des Umweltbundesamtes (Prof. Dr. FREIDRICH et al. 2007) können die Vermeidungskosten zu 70 €/to-CO₂, 5.200 €/to-SO₂ und 1.200 €/to NMVOC (non-methane volatile organic compounds) angenommen werden. NMVOC ist für

Äquivalenzwerte	Massen [kg/m ² · a]	Massen [%]
CO ₂ -Äquiv.	9,743	99,73
SO ₂ -Äquiv.	0,0202	0,21
C ₂ H ₄ -Äquiv.	0,003943	0,04
PO ₄ -Äquiv.	0,001870	0,019
R ₁₁ -Äquiv.	4,09E-07	4,19E-06

Tab. 9: Massenbilanz der Mainbrücke Miltenberg

das Ozonbildungspotenzial ein Hauptverursacher (siehe auch LÜNSER 1998, Seite 113).

KLÖPFFER und GRAHL (2009, S. 327) geben in Tabelle 4.26 für 1 kg Ethen-Äquiv./¹ kg NMVOC ein Verhältnis von 0,416 bis 0,7 an. Daraus ergibt sich für 1 kg Ethen-Äquiv. ein umgerechneter maximaler Vermeidungskostenansatz von 2.884 €/to-C₂H₄-Äquivalente. Am Beispiel Miltenberg werden für die drei größten Massenanteile die Vermeidungskosten berechnet und tabellarisch aufbereitet.

Bezieht man die Vermeidungskosten der einzelnen Gruppen auf die größten Einzelkosten (CO₂-Äquivalente), zeigt sich die Unterbewertung der CO₂-Äquivalente bei der derzeitigen, aus dem Hochbau bekannten, Gewichtung (Bedeutungsfaktor) (siehe auch Tabelle 11).

¹ Der Umrechnungsfaktor von 0,416 wird auch in LÜNSER (1998) verwendet.

Äquivalenzwerte	Vermeidungskosten [€]
CO ₂ -Äquiv.	424.346,62
SO ₂ -Äquiv.	65.355,89
C ₂ H ₄ -Äquiv.	7.075,42

Tab. 10: Vermeidungskosten der größten Massenanteile der Ökobilanz

Zur Kontrolle der Allgemeingültigkeit werden alle untersuchten Brücken mit dem Vermeidungskostenansatz betrachtet und ausgewertet (siehe Bild 16).

Es zeigt sich kein allgemein gültiges Verhältnis (siehe Bild 17). Die Bedeutungsfaktoren von SO₂-Äquiv. und C₂H₄-Äquiv. haben bei den untersuchten Brückenbezogen auf die CO₂-Äquivalente unterschiedlich starke Bedeutung.

Für die PO₄-Äquivalente und die R₁₁-Äquivalente sind keine Vermeidungskostenansätze vom Umweltbundesamt verfügbar. Daher sollten, falls der Ansatz der Vermeidungskosten gewählt wird, die beiden Äquivalente weiter ermittelt werden, aber eine Bewertung vorerst zurückgestellt werden. Eine mögliche Verzerrung in der Hauptgruppe Ökologische Qualität wird dadurch vermieden.

Äquivalenzwerte	Wichtung Vermeidungskosten	Bedeutungsfaktor Hauptgruppe 1
CO ₂ -Äquiv.	3	3
SO ₂ -Äquiv.	0,46	1
C ₂ H ₄ -Äquiv.	0,05	1

Tab. 11: Wichtung Vermeidungskosten gegenüber Bedeutungsfaktor Hauptgruppe 1

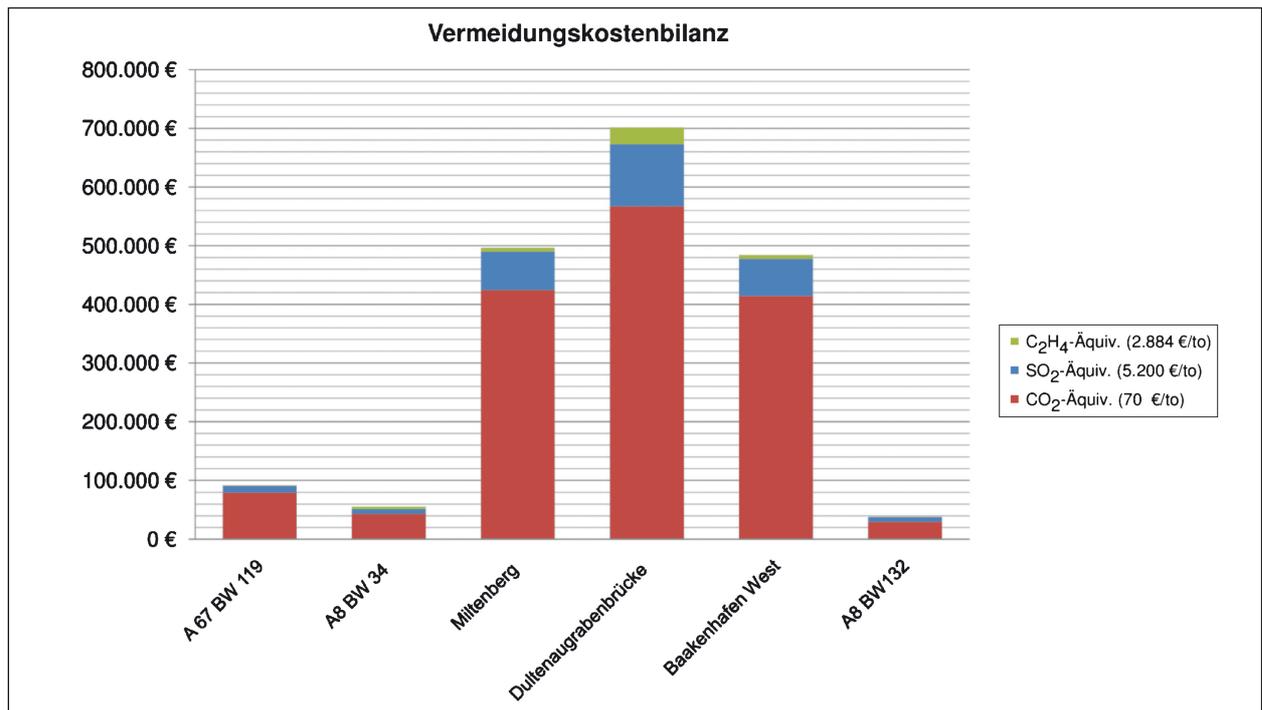


Bild 16: Auswertung der Vermeidungskosten für alle untersuchten Bauwerke

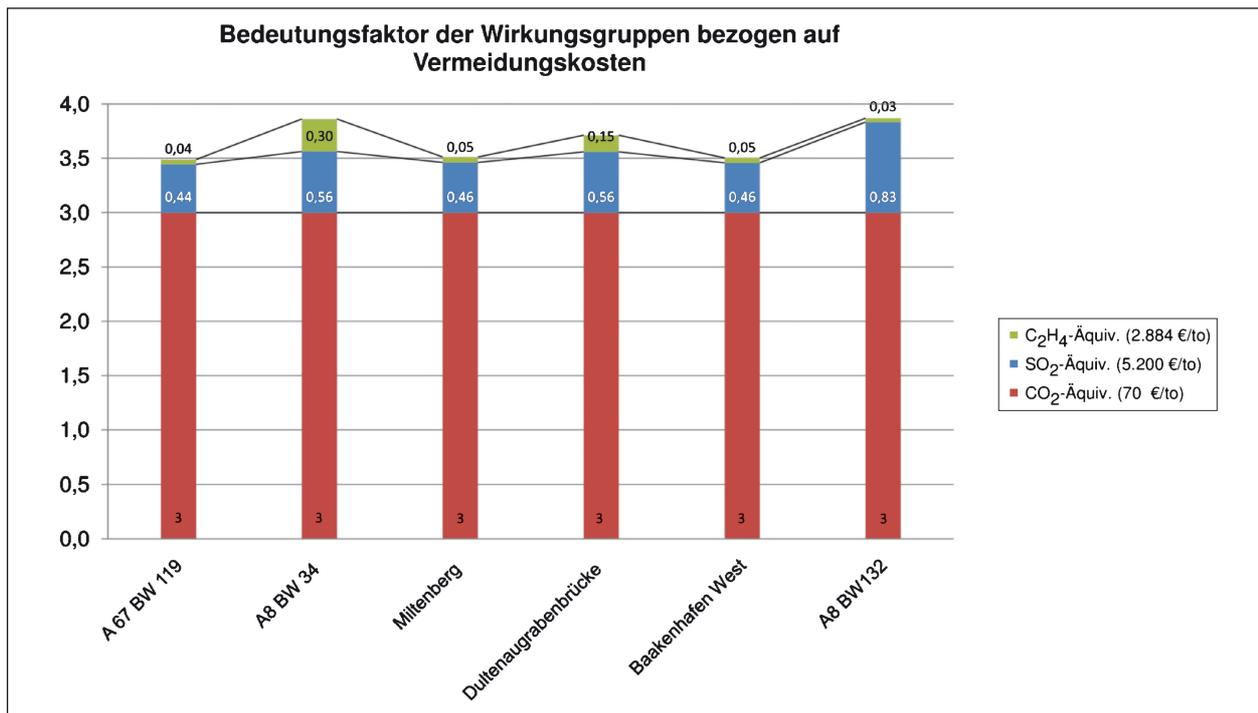


Bild 17: Bedeutungsfaktoren von CO₂-Äquiv., SO₂-Äquiv. und C₂H₄-Äquiv. basierend auf Vermeidungskostenansatz

In dieser Vergleichsbetrachtung wurden die derzeit empfohlenen Werte des Umweltbundesamtes gewählt. Eine weitergehende Literaturrecherche und Gegenüberstellung von Vermeidungskostenansätzen findet in Kapitel 4.2.2 in MAIBACH et al. (April/2007) statt.

3 Forschungsergebnisse und Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Bewertungssystems

3.1 Anwendbarkeit

Die Nutzer konnten die Steckbriefe in weiten Teilen anwenden. Die Bearbeitung war relativ zeitintensiv (siehe Tabelle 12), wobei teilweise ein hoher Zeitaufwand für die Datenbeschaffung verwendet wurde.

Generell muss bei vielen Kriterien und Checklistenpunkten eine Relevanzabfrage durchgeführt werden, da Bewertungskriterien nicht auf das jeweilige Brückenbauwerk anwendbar waren.

Bei der Ökologischen Qualität wurde deutlich, dass einige Baustoffe nicht in der Ökobau.dat (Bundesministerium für Verkehr 2012) vorhanden sind. Im

	[h]
Miltenberg	120
BW 34	80
BW 119	120
Dultenaugrabenbrücke	105
Baakenhafen West	70

Tab. 12: Dauer zur Durchführung des Verfahrens

Forschungsvorhaben wurden Ersatzwerte und Hilfswerte angenommen, die aus dem Projekt „Ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung von Stahl- und Verbundbrücken“ abgeleitet wurden.

Die zum Teil unpräzise und widersprüchliche Beschreibung der soziokulturellen und funktionalen Qualität erschwert die Bewertung. Die pauschalen Abfragen ohne Messmethode und normative Bezüge führten bei den Bewertenden zu längeren Bewertungsdauern und einer zwangsläufigen Subjektivität bei der Bewertung (z. B. Schallverstärkende Hohlräume).

Besondere Probleme ergaben sich bei Kriterium 3.1 bei der Betrachtung von Mindestabständen und der Notwendigkeit von Lärmschutzwänden. Es hat sich gezeigt, dass diese Betrachtung für Einzelbrücken nicht sinnvoll durchführbar ist. Eine nähere Erläuterung folgt in Kapitel 3.4.3.

Da alle Brücken mit den gleichen Steckbriefen bewertet werden sollten, gestaltete sich die Einordnung in der Technischen Qualität der jeweiligen Brücken in den Bewertungsrahmen als schwierig. Die Bewertung ist zudem vom Kenntnisstand des Bewertenden im Bereich Brückenplanung geprägt. Weitere Erläuterungen sind in den nachfolgenden Kapiteln enthalten.

Rückblickend war die Anwendung der Prozessqualität schwierig. In den Bewertungen wird deutlich, dass eine qualitative, objektive Bewertung im Nachhinein anhand der Kriterien kaum möglich ist. Bei der Bewertung von eigenen Bauvorhaben wird eine unterschiedliche Herangehensweise deutlich. Während ein Teil der Bewertenden eher zurückhaltend bei der eigenen Beurteilung waren, haben andere Bewertende sehr „selbstbewusst“ das eigene Team und die Planung eingestuft.

3.2 Analyse der Bewertungen inklusive der Beurteilung des Bewertungsrahmens

Eine abschließende statistische Analyse der Referenzwerte kann bei fünf Brücken nicht durchgeführt werden. Die Referenzwerte werden aber auf Plausibilität geprüft. Bei den doppelbewerteten Brücken wird hinter dem Originalergebnis noch das Ergebnis der Doppelbewertung eingefügt. Für alle Kriterien wird eine entsprechende Überprüfung durchgeführt. Insbesondere bei der Verkehrsbeeinträchtigung werden die zusätzlichen Parameterstudien in die Betrachtung mit einbezogen.

Bei den Ökobilanzwerten sind die Ergebnisse unter den getroffenen Annahmen zu sehen. Allgemein spiegelt die Ökobilanz der Baustoffe nicht direkt die Einzelbrücke wieder, sondern durch die Verwendung der Ökobau.dat wird die mittlere ökologische

Auswirkung der verwendeten Baustoffe untersucht. Zusätzlich zu dieser Mittelung sind einige Baustoffe nicht in der Ökobau.dat gelistet. Bei diesen Baustoffen musste auf Ersatzwerte zurückgegriffen werden. Die wesentlichen Ersatzwerte sind die Verwendung von C30/37 für alle Betone mit gleicher oder höherer Festigkeit bis C55/60 und die Verwendung der Bitumendachbahn G200 S4 als Ersatzwert für die Brückenabdichtung. Des Weiteren wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens der Spannstahl mithilfe der Ökobau.dat Werte des Betonstahls und eines zusätzlichen Energieinputs gemäß LÜNSER (1998) berücksichtigt.

Die ermittelten Ökobilanzwerte wurden mit Multiplikationsfaktoren für Transportemissionen, Emissionen aus dem Herstellungsprozess des Bauwerks und einem Faktor für nicht erfasste Baustoffe multipliziert. Der Gesamtfaktor für alle drei Effekte schwankt bei der Ökobilanz zwischen 1,11 und 1,40.

Daher sind die nachgestellten Referenzwerte in der Hauptgruppe 1 immer im Zusammenhang mit den verwendeten Eingangsdaten und Annahmen zu betrachten.

Sowohl die Ableitung der Referenzwerte als auch der Multiplikationsfaktoren sollte bei einer Überarbeitung transparent dargestellt werden.

Eingangswerte und Betrachtungsgrenzen werden bei der Analyse der Einzelkriterien in Kapitel 3.4 gesondert betrachtet.

Kriterium 1.1 – Treibhauspotenzial

Für das GWP wird ein Referenzwert von $13,7 \text{ kg-CO}_2\text{-Bezugsfläche} \cdot a$ angenommen. In den Brückenbewertungen wurden die in Tabelle 14 genannten Werte unter Verwendung der Multiplikationsfaktoren ausgerechnet.

Kriterium	Multiplikationsfaktoren
1.1 (GWP)	1,14
1.2 (ODP)	1,11
1.3 (POCP)	1,40
1.4 (AP)	1,24
1.5 (EP)	1,11
1.9 (PEne)	1,22
1.10 (PEe)	1,22

Tab. 13: Multiplikationsfaktoren aus den Kriterien 1.1 bis 1.5 und 1.9 sowie 1.10

	[kg-CO ₂ -Äquiv./m ² · a]	Δ [%]
Miltenberg	9,74	71
BW 34	11,59	85
BW 119	12,22	89
Dultenaugrabenbrücke	13,32	97
Baakenhafen West	11,86	86
A 8 BW 132	7,80	57

Tab. 14: Treibhauspotenzial in [kg-CO₂-Äquiv./m² Bezugsfläche · a] und prozentual bezogen auf den Referenzwert

Der prozentuale Vergleich mit dem Referenzwert zeigt, dass die Brücken bezogen auf den definierten Referenzwert gut bis sehr gut abschneiden. Die Bewertungsskala wird nicht ausgeschöpft.

Kriterium 1.2 – Ozonabbaupotenzial

Bei den Pilotbrücken sind die in Tabelle 15 folgenden Zielerfüllungsgrade des Referenzwertes erreicht worden.

Es zeigt sich beim Vergleich der tabellarischen Werte, dass alle Brücken bis auf Baakenhafen West im Zielbereich lagen.

Kriterium 1.3 – Ozonbildungspotenzial

Das Ozonbildungspotenzial hat einen Referenzwert von $4,4 \cdot 10^{-3}$ kg C₂H₄/m²-Bezugsfläche · a. Bei Betrachtung von Tabelle 16 kann festgehalten werden, dass die Werte zu stark streuen um einen sicheren Ziel-, Grenz- und Referenzwert anzugeben.

Um die weitere Betrachtung des POCP zu ermöglichen, sind zusätzliche Betrachtungen notwendig um eine sinnvolle Eingrenzung zu erhalten.

Kriterium 1.4 – Versauerungspotenzial

Die Betrachtung des Versauerungspotenzials spiegelt ein recht ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Brücken wider. Der Referenzwert beträgt $28,8 \cdot 10^{-3}$ kg SO₂-Äquiv./m²-Bezugsfläche · a.

Die Werte blieben im vorgegebenen Bereich zwischen Ziel- und Grenzwert (Tabelle 17).

Kriterium 1.5 – Überdüngungspotenzial (EP)

Das Überdüngungspotenzial hat einen Referenzwert von $3,3 \cdot 10^{-3}$ kg PO₄-Äquiv./m²-Bezugsfläche · a.

Der Referenzwert ist zu hoch. Keine der untersuchten Brücken kommt in die Nähe des Referenzwertes, daher ist eine Anpassung nach unten zu empfehlen (Tabelle 18).

Kriterium 1.6 – Risiken für die lokale Umwelt

Bei Risiken für die lokale Umwelt war für alle Brücken ein bestehender Checklistenkatalog (12 Fragen mit insgesamt 13 Checklistenpunkten abzuarbeiten). Eine positive Beantwortung führt zu 100 % Zielerfüllungsgrad und 10 Bewertungspunkten.

Nichtrelevante, dass bedeutet Fragen, die auf das Bauwerk nicht zutreffen, wurden ausgeblendet.

Bei allen vier Brücken stellt sich ein hoher Zielerfüllungsgrad ein. Nur bei Baakenhafen West

	[kg-R ₁₁ -Äquiv./m ² · a]	[%]
Miltenberg	$4,09 \cdot 10^{-7}$	120
BW 34	$3,90 \cdot 10^{-7}$	115
BW 119	$2,95 \cdot 10^{-7}$	86
Dultenaugrabenbrücke	$3,13 \cdot 10^{-7}$	92
Baakenhafen West	$6,66 \cdot 10^{-7}$	196
A 8 BW 132	$3,40 \cdot 10^{-7}$	94

Tab. 15: Ozonabbaupotenzial in [kg-R₁₁-Äquiv./m²-Bezugsfläche · a] und prozentualem Zielerfüllungsgrad

	[kg-C ₂ H ₄ -Äquiv./m ² · a]	[%]
Miltenberg	$3,94 \cdot 10^{-3}$	90
BW 34	$2,81 \cdot 10^{-2}$	638
BW 119	$4,40 \cdot 10^{-3}$	133
Dultenaugrabenbrücke	$1,66 \cdot 10^{-2}$	377
Baakenhafen West	$4,43 \cdot 10^{-3}$	101
A 8 BW 132	$2,18 \cdot 10^{-3}$	50

Tab. 16: Ozonbildungspotenzial in [kg-C₂H₄-Äquiv./m²-Bezugsfläche · a] und prozentualem Zielerfüllungsgrad

	[kg-SO ₂ -Äquiv./m ² -Bezugsfläche]	[%]
Miltenberg	$2,02 \cdot 10^{-2}$	70
BW 34	$2,92 \cdot 10^{-2}$	102
BW 119	$2,44 \cdot 10^{-2}$	85
Dultenaugrabenbrücke	$3,34 \cdot 10^{-2}$	116
Baakenhafen West	$2,44 \cdot 10^{-2}$	85
A 8 BW 132	$2,92 \cdot 10^{-2}$	103

Tab. 17: Versauerungspotenzial in [kg-SO₂-Äquiv./m²-Bezugsfläche] und prozentualem Zielerfüllungsgrad

	[kg-PO ₄ -Äquiv./m ² -Bezugsfläche]	[%]
Miltenberg	$1,87 \cdot 10^{-3}$	57
BW 34	$2,71 \cdot 10^{-3}$	82
BW 119	$2,59 \cdot 10^{-3}$	78
Dultenaugrabenbrücke	$3,10 \cdot 10^{-3}$	93
Baakenhafen West	$2,23 \cdot 10^{-3}$	67
A 8 BW 132	$2,71 \cdot 10^{-3}$	82

Tab. 18: Überdüngungspotenzial in [kg-PO₄-Äquiv./m²-Bezugsfläche · a] und prozentualem Zielerfüllungsgrad

und BW 34 konnten alle Kriterien angewendet werden. Wie bereits erwähnt ist eine Relevanzabfrage bei den Checklistenpunkten notwendig (Tabelle 19).

Kriterium 1.8 – Umwelteinwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bei vier Pilotbrückenentstand rechnerisch kein Stau. Nur bei Bauwerk 34 an der A 8 wurden Stauzeiten ermittelt. Alle fünf Brücken wurden letztendlich mit 10 Punkten bewertet. Demnach ist es nicht möglich eine Analyse der Ziel-, Referenz- und Grenzwerte durchzuführen. In Kapitel 3.3 werden, basierend auf den Ergebnissen der Parameterstudie in Anlage 7, die Randbedingungen und die Eingangsdaten des Kriteriums noch gesondert betrachtet.

Geht man bei gleicher Verkehrszusammensetzung von der gleichen Anzahl an Stauzeiten aus, dann entstehen die gleichen absoluten Emissionen. Durch den Bezug des Referenzwertes auf den DTV wird die gleiche Menge an Emissionen bei steigendem DTV besser bewertet. Dies ist in der Bewertungssystematik logisch nicht nachvollziehbar und bedarf einer Überarbeitung.

Kriterium 1.9 – Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf

Beim Vergleich des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs der fünf Brücken mit dem Referenzwert von $130 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{a}$ fällt neben der Schwankungsbreite teilweise auch außerhalb des vordefinierten Zielbereichs von 0,7- bis 1,3-fachen des Referenzwertes auch der sehr niedrige Primärenergiebedarf von Bauwerk 34 auf (Tabelle 20).

Kriterium 1.10 – Anteil Erneuerbarer Primärenergie/Gesamtprimärenergiebedarf

Für die Bewertung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs wird ein prozentualer Anteil von 10 % des Gesamtprimärenergiebedarfs als Referenzwert angestrebt. Der Zielwert beträgt 20 %. Die Werte der Beispielbrücken liegen im unteren Bereich der Bewertung, da in Zukunft ein größerer Anteil an erneuerbaren Energien von der Bundesregierung angestrebt wird sind die Grenzen „sinnvoll“ gewählt. Der Referenzwert für den Gesamtprimärenergiebedarf mit $4,6 \text{ MJ/m}^2\text{-Bezugsfläche}$ und Jahr erscheint deutlich zu niedrig und sollte neu definiert werden. (Tabelle 21). In Tabelle 22 ist der Gesamtprimär-

energiebedarf der fünf Brücken aufgeführt. Auffällig sind die hohen Werte der Dultenaugrabenbrücke und der Brücke Baakenhafen West, welche als Stahlbrücke realisiert wurde.

	[Zielerfüllungsgrad]	[%]
Miltenberg	8 von 10 CP	87,0
BW 34	11 von 13 CP	85,0
BW 119	10 von 12 CP	83,0
Dultenaugrabenbrücke	10 von 12 CP	83,0
Baakenhafen West	11 von 13 CP	84,6

Tab. 19: Zielerfüllungsgrad bei Risiken für die lokale Umwelt

	[MJ/m ² -Bezugsfläche · a]	[%]
Miltenberg	113,80	87
BW 34	65,80	51
BW 119	111,12	86
Dultenaugrabenbrücke	179,10,,	138
Baakenhafen West	143,00	111

Tab. 20: Nichterneuerbarer Primärenergiebedarf in [MJ/m²-Bezugsfläche · a] und prozentualen Zielerfüllungsgrad

	[MJ/m ² -Bezugsfläche · a]	[%-Gesamtenergiebedarf]
Miltenberg	4,97	4,2
BW 34	4,44	3,7
BW 119	4,6	4,1
Dultenaugrabenbrücke	5,48,,	3,1
Baakenhafen West	8,18	5,4

Tab. 21: Erneuerbarer Primärenergiebedarf in [MJ/m²-Bezugsfläche · a] und prozentualen Anteil am Gesamtprimärenergiebedarf

	[MJ/m ² -Bezugsfläche · a]
Miltenberg	118,6
BW 34	119,2
BW 119	119,0
Dultenaugrabenbrücke	179,1,,
Baakenhafen West	151,2

Tab. 22: Zusammenstellung des gesamten Primärenergiebedarfs in [MJ/m²-Bezugsfläche · a]

Kriterium 2.1 – Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus

Die Erhebung der direkten Herstellkosten war ohne Probleme möglich. Bei den Erhaltungsmaßnahmen musste bei allen Projekten auf die tabellarischen Werten zurückgegriffen werden. Für die Brücke Baakenhafen West wurden zwei Werte bestimmt. Zum einen der reale Wert, der auch das Aushubelement in der Schifffahrtsroute und die technisch aufwendigen Fußwege und Sitzelemente berücksichtigt und zum zweiten ein bereinigter Wert, der eine vergleichbare Brücke ohne die Sonderbauteile des Standortes HafenCity Hamburg berücksichtigt (siehe Tabelle 23).

Beim Vergleich mit den angegebenen Grenz-, Referenz- und Zielwertdiagrammen aus Bild 18 zeigt sich, dass bei den derzeitigen direkten Kosten Bedarf für eine Adjustierung der Werte nach unten besteht. Die angegebenen Referenzwerte und die daraus abgeleiteten Ziel- und Grenzwerte sind in Summe zu hoch.

	[€/m ² - Bezugsfläche · a]	[m ² - Bezugsfläche]
Miltenberg	2.256	6.222
BW 34	2.896	532
BW 119	2.786	927
Dultenaugrabenbrücke	2.690	6.083
Baakenhafen West	3.012/3.915	4.992

Tab. 23: Zusammenstellung der direkten bauwerksbezogenen Kosten in [€/m²-Bezugsfläche · a]

Kriterium 2.2 – Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Es wurden nur bei A8 BW 34 externe Kosten ermittelt. Mit 74 €/DTV liegen sie deutlich unterhalb des angesetzten Referenzwertes von 133 €/DTV und die Brücke erhielt wie die anderen Brücken 10 Punkte. Die Gründe bei den restlichen Pilotbrücken werden bei der Analyse der Einzelkriterien in Kapitel 3.3 aufgegriffen.

Kriterium 3.1 – Lärmschutz

Die Referenzwerte beziehen sich auf den Erfüllungsgrad der vorhandenen und anwendbaren Kriterien (siehe Tabelle 24).

Im Rahmen der fünf Pilotbrücken war eine Bewertung des Kriteriums innerhalb der vorgegebenen Grenzen möglich. Aus dieser Sicht besteht bei unverändertem Kriterium kein Bedarf für eine Korrektur des Bewertungsraums (Spanne zwischen Ziel- und Grenzwert).

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	5,9
BW 34	9,0
BW 119	6,7/7,0
Dultenaugrabenbrücke	7,5
Baakenhafen West	8,2

Tab. 24: Zusammenstellung der erreichten Bewertungspunkte im Kriterium 3.1

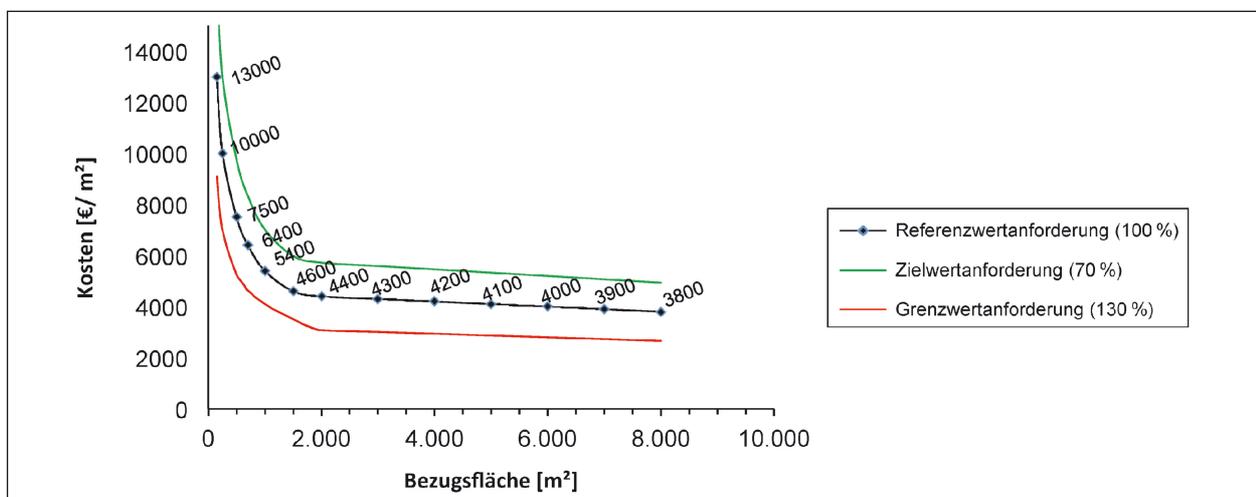


Bild 18: Grenz-, Referenz- und Zielwert aus Kriterium 2.1, Anlage B1, Tabelle II (Quelle: Prof. Dr.-Ing. GRAUBNER und Prof. Dr.-Ing. FISCHER 2010)

Kriterium 3.2 – Komfort

Ähnlich bei der Bewertung in Kriterium 3.1 war auch in Kriterium 3.2 eine Bewertung im vorgegebenen Bewertungsbereich (siehe Tabelle 25) möglich. Bei unverändertem Kriterienkatalog sind die Bewertungsgrenzen in sich plausibel.

Kriterium 3.3 – Umnutzungsfähigkeit

Im Rahmen des Kriteriums 3.3 sollte eine Umnutzungsfähigkeit der Brücke nachgewiesen werden (siehe Tabelle 26).

Die Brücke Miltenberg ist Teil einer Umgehungsstrasse und das Überführungsbauwerk A8 BW 34 ist Teil des 6-streifigen Ausbaus der A 8. Ein über diese Planungen hinausgehendes offizielles Umnutzungskonzept liegt für diese zwei Brücken nicht vor. Daher wurden konsequenterweise die Brücken mit 0 Punkten bewertet. Eine sinnvolle, qualitative Bewertung konnte nicht im Bewertungsbereich durchgeführt werden.

Bei der Dultenaugrabenbrücke wurde die geringe Ausnutzung von Kapazitätsreserven als ausreichende Zukunftsfähigkeit angesehen und mit 5 Punkten bewertet.

Bei BW 119 wurde ein geplanter Ausbau der Autobahn bereits berücksichtigt, insofern sind Pläne vorhanden und die Brücke konnte entsprechend bewertet werden.

Baakenhafen West sieht planmäßig eine dritte Fahrspur unter Wahrung der Verkehrswege für Radfahrer und Fußgänger bei einem ggf. weiteren Ausbau des Stadtquartiers vor. Dies wurde in der Planung berücksichtigt und mit 10 Punkten dokumentiert.

Eine zusätzliche Fahrspur, wie in diesem Pilotbeispiel macht nur Sinn, falls eine mittelfristige Notwendigkeit (Prognosezeitraum) der dritten Fahrspur auch nachweisbar vorhanden ist. Ohne Kapazitätsbedarf ist die Zusatzinvestition in eine dritte Fahrspur nicht zielführend.

Kriterium 3.4 – Betriebsoptimierung

Bei der Betriebsoptimierung lässt sich feststellen, dass alle Bauwerke im Bereich der Bewertungsskala mit den vorhandenen Checklistenpunkten bewertet werden konnten (siehe Tabelle 27).

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	4,8/6,4
BW 34	8,0
BW 119	3,6/5,4
Dultenaugrabenbrücke	6,0
Baakenhafen West	8,2

Tab. 25: Zusammenstellung der erreichten Bewertungspunkte im Kriterium 3.1

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	0/1,06
BW 34	0
BW 119	3,2/0
Dultenaugrabenbrücke	5
Baakenhafen West	10

Tab. 26: Zusammenstellung der erreichten Bewertungspunkte im Kriterium 3.3

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	7,6/6,5
BW 34	5,5
BW 119	7,2/7,1
Dultenaugrabenbrücke	7,5
Baakenhafen West	5,6

Tab. 27: Zusammenstellung der Bewertungspunkte Kriterium 3.4

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	5,3/5,0
BW 34	6,5
BW 119	5,0/5,2
Dultenaugrabenbrücke	6,0
Baakenhafen West	6,9

Tab. 28: Zusammenstellung der Bewertungspunkte Kriterium 4.1

Kriterium 4.1 – Elektrische und mechanische Einrichtungen

Die Bewertung liegt innerhalb des Bewertungsbereichs. Das Ergebnis war absehbar, da die Brücken nach derzeitigem Normenstand gebaut worden sind (siehe Tabelle 28).

Kriterium 4.2 – Konstruktive Qualität, Dauerhaftigkeit und Robustheit

Die Bewertung liegt innerhalb des Bewertungsbereichs. An sich scheint die Bewertung insgesamt zu hoch. Auf die Probleme der Bewertung wird unter anderem in Kapitel 3.3 näher eingegangen (siehe Tabelle 29).

Kriterium 4.3 – Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit

Bei der Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit werden von den Bewertenden aus LCEE und Stuttgart höhere Noten vergeben als von Büchting+Streit AG und SSF Ingenieure AG. Eine differenzierte Betrachtung wird in Kapitel 3.3 vorgenommen (siehe Tabelle 30).

Kriterium 4.4 – Verstärkung und Erweiterbarkeit

Entsprechend dem derzeitigen Stand der Praxis werden die Brücken nicht erweiterbar geplant. Daher sind die Werte der 4 gebauten Pilotbrücken nur im mittleren Niveau. Die in der Ausschreibung befindliche Brücke Baakenhafen West ist ein Sonderfall, da dort ein privater Auftraggeber eine perspektivische Erweiterung vorgesehen hat (siehe Tabelle 31).

Kriterium 4.5 – Rückbaubarkeit und Demontagefreundlichkeit

Die Bewertung bewegt sich bei allen Brücken auf ähnlichem Niveau. Bei der in der Realisierung befindlichen Brücke Baakenhafen West konnte auf die Rückbaubarkeit gezielt eingegangen werden und bereits in der Planung ein Demontagekonzept entwickelt werden (siehe Tabelle 32).

Kriterium 5.1 – Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung

Bei der Qualifikation des Planungsteams zeigt sich, dass die Bewertung rückwirkend nur eingeschränkt möglich ist. Bei der „Eigenbewertung“ Miltenberg wurde bewusst sehr niedrig gewertet, während bei BW 34 eine Bewertung mit 7,5 Punkten angesetzt wurde. Bei Bauwerk 119 und der Dultenaugabenbrücke fand ebenfalls eine rückblickende Bewertung der Planung statt (siehe Tabelle 33). Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bewertung der Qualifikation des Planenden rückwirkend nur bedingt

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	7,9/8,1
BW 34	8,5
BW 119	7,0/8,1
Dultenaugrabenbrücke	7,5
Baakenhafen West	8,1

Tab. 29: Zusammenstellung der Bewertungspunkte Kriterium 4.2

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	7,0/7,5
BW 34	5,0
BW 119	5,0/7,0
Dultenaugrabenbrücke	8,0
Baakenhafen West	8,5

Tab. 30: Zusammenstellung der Bewertungspunkte Kriterium 4.3

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	5,0/5,0
BW 34	5,0
BW 119	6,0/8,0
Dultenaugrabenbrücke	7,0
Baakenhafen West	9,5

Tab. 31: Zusammenstellung der Bewertungspunkte Kriterium 4.4

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	6,0/5,5
BW 34	7,0
BW 119	8,0/7,0
Dultenaugrabenbrücke	7,5
Baakenhafen West	10

Tab. 32: Zusammenstellung der Bewertungspunkte Kriterium 4.5

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	5,4/9,43
BW 34	7,5
BW 119	5,8
Dultenaugrabenbrücke	5,5
Baakenhafen West	10,0

Tab. 33: Zusammenstellung der erreichten Bewertungspunkte für Kriterium 5.1

objektiv möglich ist. Entsprechend konnten viele Aspekte zum Teil nicht gewertet oder nur pauschal bewertet werden. Weiterführende Erläuterungen sind im Kapitel 3.3 zu finden.

Kriterium 5.2 – Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung

Im Bereich des Kriteriums gibt es unterschiedliche Ansichten, was unter dem Begriff „Nachhaltigkeitsaspekt“ zu verstehen ist. Alle Bauwerke, außer der Brücke Baakenhafen West, wurden vor der Entwicklung des Bewertungssystems gebaut. Insofern können die Kriterien in der Ausschreibung nicht direkt nachgewiesen werden (siehe Tabelle 34). In Kapitel 3.3 und Kapitel 3.4 wird die Prozessqualität weiterbetrachtet.

Kriterium 5.5 – Qualitätssicherung der Bauausführung

Die unterschiedlichen Bewertungen sind teilweise auf den Zeitpunkt der Bewertung zurückzuführen. Bei der Mainbrücke Miltenberg, BW 34 und BW 119 sind keine genauen Abrechnungsdetails bekannt, daher konnten zum Teil keine genauen Aussagen getroffen werden. Bei der Mainbrücke Miltenberg wurde dies mit 0 CP bewertet. Bei anderen Pilotbrücken beispielsweise BW 34 wurde dies mit 15 CP bewertet (siehe Tabelle 35).

Die Dultenaugrabenbrücke wurde zum Zeitpunkt der Bewertung gerade fertiggestellt, daher konnte

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	1,4/2,5
BW 34	0,0
BW 119	8,0
Dultenaugrabenbrücke	2,5
Baakenhafen West	10,0

Tab. 34: Zusammenstellung der erreichten Bewertungspunkte für Kriterium 5.2

	[Bewertungspunkte]
Miltenberg	5,0/7,2
BW 34	6,0
BW 119	3,6
Dultenaugrabenbrücke	9,0
Baakenhafen West	8,0

Tab. 35: Zusammenstellung der erreichten Bewertungspunkte für Kriterium 5.5

dort auf einer sehr guten Datengrundlage zurückgegriffen und eine qualitative Bewertung vorgenommen werden.

Die Brücke Baakenhafen West ist zum Zeitpunkt des Schlussberichts nicht fertiggestellt, in diesem Zusammenhang ist die Bewertung der Qualitätssicherung in der Bauausführung eine Absichtserklärung der Baufirma, die den vorgesehenen Ablauf widerspiegelt.

3.3 Analyse der Einzelkriterien und Optimierungsmöglichkeiten im Rahmen des Bewertungssystems

3.3.1 Ökologische Qualität

Bezüglich der Ökobilanzierung (Kriterium. Nr. 1.1 bis 1.5 und 1.9 bis 1.10) ist grundsätzlich festzuhalten, dass viele Werkstoffdatensätze in der Datenbank des BMVBS (Ökobau.dat) nicht vorhanden sind und aus Grundwerten zusammengesetzt bzw. aus Ersatzwerten angenähert werden müssen.

Nicht vorhanden sind beispielsweise Transportbetone mit höheren Festigkeiten als C30/37 und bituminöse Abdichtungen für Brücken.

Generell sind für eine allgemeine Abschätzung für Brücken nur circa 15-30 Ausgangswerte notwendig.

Vorzudefinierende Materialien sind:

- Betone verschiedener Festigkeitsklassen,
- verschiedene Baustähle,
- Bewehrungsstahl,
- Spannstahl,
- bituminöse Abdichtungen,
- Korrosionsschutzanstriche und -beschichtungen.

Diese Materialkennwerte sind einmalig in einer Datenbank (z. B. Ökobau.dat) zu definieren. Sollten bei speziellen Projekten Baustoffe fehlen, müsste diese durch zusätzliche Umweltproduktdeklarationen (EPDs) der Hersteller abgedeckt werden.

Entsprechend den Baustoffen könnte es auch sinnvoll sein, für Regellösungen nach Richtzeichnung und für Einbauteile (Übergangskonstruktionen oder Lager) einmalig Werte zu generieren und zur Verwendung vorzugeben.

Insbesondere die Einbauteile, z. B. Lager und Übergangskonstruktionen, sind bei großen Brücken wie der Mainbrücke Miltenberg nicht massenrelevant aber, wie in Kapitel 3.3 angedeutet, sehr aufwendig zu erheben.

Die Multiplikationsfaktoren der Hauptgruppe sind auf Stichhaltigkeit zu überprüfen. Eine entsprechende Studie wurde in diesem Forschungsvorhaben nicht durchgeführt.

Die eigentlich für die Kostenschätzung in der Planungsphase entwickelte AKS-Unterteilung ist für die Bewertung nach Erstellen des Bauwerkes generell als sinnvoll zu erachten. Aus den Erfahrungen des Ideenwettbewerbs zum ganzheitlichen Entwurf von Straßenbrücken der Bayerischen Ingenieurekammer Bau (SCHMIDT-THRÖ und FISCHER 2011) in der auch eine Gliederung nach AKS verwendet wurde, ist darauf hinzuweisen, dass diese sehr unterschiedlich ausgelegt werden kann.

Beispielsweise erlaubt die AKS eine Aufschlüsselung von Fertigteilen als ein Stück pauschal. Diese führt zu einer Intransparenz der Ökobilanz. Durch die Zusatzanforderung sollte in Zukunft eine Aufschlüsselung in sortenreinen Positionen gefordert werden, wodurch die Transparenz stark erhöht werden kann.

Im Forschungsvorhaben wurde auch die Zuordnung der Bauteile zu den AKS-Gruppen diskutiert. Beispielsweise kann ein Verbundüberbau der AKS-Gruppe 44 „Überbau“ oder der AKS-Gruppe 46 „Stahlbau“ zugeordnet werden. Diese Unschärfe wurde im Rahmen einer Sitzung diskutiert, aber nicht weiter verfolgt, da diese immer bei der Aufschlüsselung nach AKS auftritt und somit eine bekannte Unschärfe ist. Dies sollte für das zukünftige Bewertungssystem eindeutig festgelegt werden.

In Kriterium 1.1 weichen die Werte in Tabelle 1 von denen der anderen Kriterien in dieser Hauptgruppe ab. Die Rundung der Werte sollte hier einheitlich dargestellt werden.

Kriterien-Nr. 1.6 – Risiken für die lokale Umwelt

Die Risiken der lokalen Umwelt werden in den verschiedenen Stadien der Planung untersucht und im Detail erläutert. Die Checklistenpunkte im Kriterium 1.6 sind zumeist qualitative Abfragen ohne Bezüge zu einer Norm, ohne Angabe von Grenzwerten und Messmethoden.

Im Rahmen der Pilotphase wurde diskutiert, dass die Bewertung in eine verpflichtende Basisbewertung und eine Abfrage entsprechend der standortspezifischen Sonderbedingungen untergliedert werden sollte. Für die standortspezifischen Sonderbedingungen muss jeweils der Bewertende beurteilen, ob diese für das Bauwerk zutreffend sind. Ein Beispiel hierfür ist der Hochwasserabfluss, der nur bei Bauwerken über Gewässern relevant ist.

Grundsätzlich sollte dabei ein Bezug zu einer Norm, Grenzwerten und Messmethoden gegeben werden.

Kriterien-Nr. 1.8 – Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Im Rahmen der Pilotstudie lagen Verkehrsprognosen mit einem Prognosehorizont von maximal 20 bis 30 Jahre vor. In der Vorgehensbeschreibung ist nicht eindeutig erläutert wie der Verkehr für die Lebensdauer über diesen Prognosen hinaus extrapoliert werden soll. In Anlage 7 wurde eine entsprechende Analyse für unterschiedlich angenommene Verkehrsentwicklungsprognosen durchgeführt. Zusätzlich werden in dem Kriterium zwei Ausschlusskriterien für die Verkehrsbeeinträchtigung verwendet. Erstens wird eine Brücke mit einem durchschnittlichen Verkehrsaufkommen kleiner als 5.000 Kfz/d mit 10 Bewertungspunkten benotet. Zweitens wird eine Umleitung kleiner als 5 km nicht untersucht und ebenfalls mit 10 Bewertungspunkten bewertet.

Als Ersatzkriterium für die Einschränkung DTV kleiner gleich 5.000 = 10 BE wäre es am zweckmäßigsten zu untersuchen, ob die verkehrlich am höchsten belastete Stunde der vorgegebenen Tagesganglinie (Samstag 7-8 Uhr; Quelle: Tabelle II in Prof. Dr.-Ing. GRAUBNER und Prof. Dr.-Ing. FISCHER 2010) die Grenzkapazität bei den gewählten Verkehrsführungsvarianten überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so kann die Staustundenberechnung als nicht relevant ohne weitere Betrachtung entfallen.

Bei der Umleitung ist eine differenziertere Betrachtung notwendig. Anhand des Beispiels der Mainbrücke Miltenberg konnte in Anlage 7 gezeigt werden, dass selbst bei einem geringen DTV von 17.000 eine Vernachlässigung der Umleitung nicht zielführend ist.

Bild 19 zeigt, dass der Ziel-, Grenz-, und Referenzwertbereich in kurzer Zeit „durchfahren“ wird und

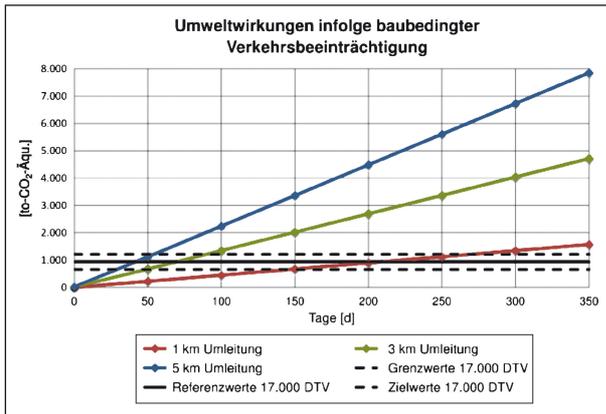


Bild 19: Parameterstudie für eine Umleitung des DTV's der Mainbrücke Miltenberg

dadurch eventuell eine zu gute Bewertung der Brücke vorgenommen wird. Zur Festsetzung einer zielführenden Grenzumleitungslänge sind weitergehende Betrachtungen notwendig. Ein plausibler Anhaltswert ist die Verringerung auf 0,5 km.

Auf Basis der in Anlage 7 durchgeführten Parameterstudie können zusätzlich einige generelle Aussagen getroffen werden.

Die Stautundenermittlung reagiert sehr sensibel in der Nähe der Grenzleistungsfähigkeit der Richtungsfahrbahnen. Ab der Grenzleistungsfähigkeit fallen Stautunden an, die mit Zunahme des Verkehrs überproportional zunehmen (siehe auch Anlage 7, Kapitel 3).

In Tabelle 36 ist dies exemplarisch anhand des BW132 im Zuge der A 8 dargestellt. Entsprechend dieser überproportionalen Steigerung fallen auch erhöhte CO₂-Emissionen aus Verkehrsbeeinträchtigungen und volkswirtschaftliche Kosten an (siehe Tabelle 37).

In dem Zusammenhang hat die angenommene jährliche prozentuale Steigerung des Verkehrs einen großen Einfluss auf das Gesamtergebnis (siehe auch Anlage 7, Kapitel 4). Die Parameterstudien zur A8 BW 132 und A8 BW 34 zeigten, dass die verwendete Spreizung zwischen Grenz- und Zielwert (siehe auch Bild 20) nicht ausreichend ist.

Den Erhaltungsdauern in Tabelle II der Anlage zum Kriterium 1.8 in Prof. Dr.-Ing. GRAUBNER und Prof. Dr.-Ing. FISCHER (2010) fehlen die Quellenangaben. In Tabelle 7 aus Dr.-Ing. P. HAARDT (2002, S. 32) wird die Langlebigkeit von Gussasphalt im Mittel mit 15 Jahren angegeben. Dementsprechend sollte in Tabelle II eventuell die Deckschicht als zusätzlicher Zyklus aufgenommen werden. Die Anga-

DTV-Belastung	DI/5 [h/w]	DII/5 [h/w]	DII/7 [h/w]
40.000	0	0	0
50.000	0	0	0
60.000	0	0	36
70.000	0	0	842
80.000	0	0	6.857
90.000	0	0	30.072
100.000	234	325	114.407

Tab. 36: Stautunden pro Woche je Verkehrslenkungsvariante aus Anlage 7, Kapitel 3

DTV	[€]	[to-CO ₂ -Äquiv.]
40.000	0	0
50.000	0	0
60.000	37.800	12
70.000	886.200	280
80.000	7.216.000	1.981
90.000	31.644.000	9.918
100.000	125.540.000	37.790

Tab. 37: Absolute Auswertung der Stautunden

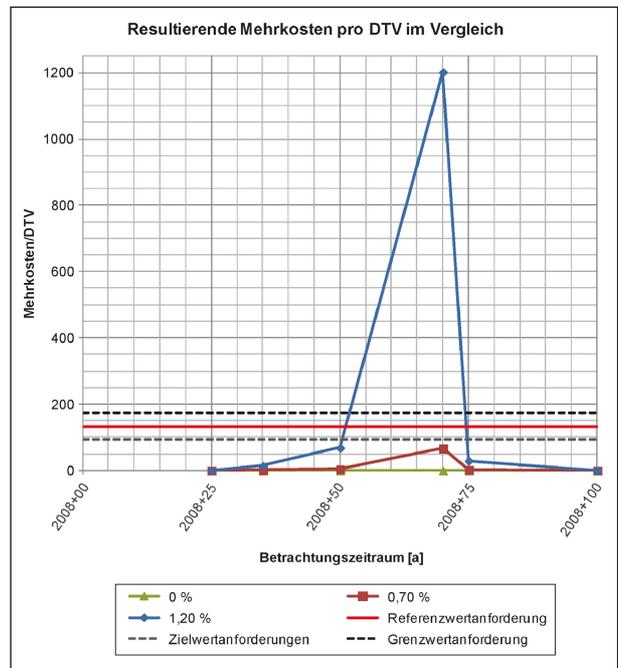


Bild 20: Vergleich der Mehrkosten bei einem jährlichen DTV-Zuwachs von 0 %, 0,7 % und 1,2 %

ben für die Zeitdauern sind generell zu hinterfragen. Ein Vergleich mit Werten aus dem Bauwerksmanagementsystem zeigt zum Teil deutliche Abweichun-

gen. Beispielsweise ist für die Sanierung der Kapfen bei der Dultenaugrabenbrücke mit 6.083 m² Brückenfläche im Bewertungssystem 304 Tage (6.083 m² · 0,05 d/m²) anzusetzen und im Bauwerksmanagementsystem wird diese im Mittel mit einer Sanierungsdauer von 400 Tagen gerechnet. Es zeigen sich hier die Auswirkungen von unterschiedlichen Datenquellen. Im Bewertungssystem sind aktuelle Werte enthalten, die durch die BASt im Rahmen der Systementwicklung zur Verfügung gestellt wurden.

Es bleibt festzuhalten, dass die Werte streuen und es Bedarf an zusätzlichen Erhebungen zu den Erhaltungsdauern. Da die planenden Behörden auf ihre eigenen Werte zurückgreifen dürfen, wird diese Streuung als unkritisch angesehen.

Die Eingangswerte der Emissionen werden beispielhaft anhand der Emissionsangaben bei einer Umleitung untersucht.

In der Datenbank von GEMIS wird für Diesel 3,096 kg CO₂-Äquiv./l (3,058 kg CO₂/l) und für Benzin ein 3,083 kg CO₂-Äquiv./l (3,055 kg CO₂/l) angesetzt (Öko-Institut e. V. 2010). Es wird ersichtlich, dass die Werte von CO₂ und CO₂-Äquiv. in erster Näherung sehr gut vergleichbar sind.

Im Jahr 2010 lag der Durchschnittsverbrauch von Benzin-Pkw bei 7,9l/100 km und Diesel-Pkw bei 6,8l/100 km (Bundesministerium für Verkehr 2011, S. 300-301). Daraus errechnen sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Laufleistung Durchschnittsemissionen von 0,23kg CO₂-Äquiv./km.

Der Bundesverkehrswegeplan untersucht ebenfalls CO₂-Emissionen durch die Verkehrsbeeinträchtigung. Im Teil III Ergänzung Straße des BVWP 2003 (Dr. BIRN et al. Januar/2005) sind die Emissionsfaktoren für verschiedene Verkehrsszenarien zum Bezugsjahr 2015 aufgeschlüsselt.

In Tabelle 38 sind die Schwankungsbreiten der CO₂-Emissionen [kg-CO₂/km] für Pkw außerhalb

Verkehrsszenario	Pkw (Benzin) [kg-CO ₂ /km]	Pkw (Diesel) [kg-CO ₂ /km]
Innerorts	0,224-0,143	0,133-0,176
Außerorts	0,134-0,144	0,111-0,115
Autobahn	0,097-0,179	0,111-0,155
Quelle: Abbildung 90 in (Dr. BIRN et al. Januar/2005)		

Tab. 38: CO₂-Emissionen von Pkw aus dem BVWP 2003

von Stausituationen aufgeschlüsselt. Diese Werte stimmen sehr gut mit den Werten des „Handbuch für Emissionsfaktoren“ (HBEFA) zusammen.

Vergleicht man die Angaben mit dem Wert von 0,19 kg CO₂ Äquiv./km · Pkw für die Umleitung des Kriteriums 1.8, so liegt der Wert unterhalb dem statistischen Mittelwert und zum Teil deutlich über den Werten des BVWP 2003.

Der angegebene Wert ist somit realistisch, aber bei den meisten Umleitungsvarianten über eine Bundesstraße mit einer zulässigen Geschwindigkeit zwischen 60 und 100 km/h als zu hoch einzustufen.

Die verwendeten Äquivalenzwerte sind im Zuge einer Überarbeitung differenziert mit Hintergrundinformationen zu erläutern. Des Weiteren besteht die Möglichkeit auf die Werte des Bundesverkehrswegeplans zurückzugreifen und entsprechend zu aktualisieren.

Bei den Verkehrslenkungsvarianten wird bei einer einspurigen Straße über eine Brücke die Möglichkeit, einen Fahrstreifen über die Brücke zuzuführen und einen zweiten umzuleiten, nicht aufgeführt. Eine entsprechende Variante ist in den Lenkungsvarianten aufzunehmen.

3.3.2 Ökonomische Qualität

Kriterien-Nr. 2.1 – Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus

In den aufzuschlüsselnden Kosten sind keine Planungskosten, Rückbaukosten und Kosten für ökologische Ausgleichsmaßnahmen enthalten. Diese Festlegung sollte überarbeitet werden, da alle drei Kostenanteile deutliche Auswirkungen auf die Gesamtkosten haben können. Insbesondere die Rückbaukosten und Kosten für ökologische Ausgleichsmaßnahmen können bei schwierigen äußeren Randbedingungen erhebliche Kosten verursachen. Je nach Brücken- und Konstruktionstyp sind für den Rückbau aufwendige Hilfskonstruktionen notwendig und verursachen hohe Kosten. Oftmals spielen beim Rückbau einer Brücke auch die lokalen Gegebenheiten eine entscheidende Rolle, sodass z. B. bei schiffbaren Flüssen die Brücke nicht gesprengt, sondern nur ausgehoben werden darf.

Die Rückbaukosten sollten daher an die konzeptionelle Planung des Rückbaus gekoppelt werden. Denkbar wäre auch – sofern kein Rückbaukonzept vorliegt – von entsprechenden Beispielbrücken pro-

zentuale Kostenansätze als Grenzbetrachtungen zu verwenden. Die Kosten für ökologische Ausgleichsmaßnahmen sind nach Fertigstellung bekannt und können ohne Aufwand mit aufgenommen werden. Wie die Kosten für Ausgleichsmaßnahmen in die Ermittlung eines evtl. Benchmarks integriert werden können, ist in der Weiterentwicklung noch zu prüfen.

Beim fertiggestellten Bauwerk sind mit der Schlussrechnung alle Kosten der Herstellung bekannt. Es bedarf daher keiner neuen, ungenauen Aufschlüsselung gemäß AKS. Im Gegensatz dazu muss bei der Anwendung des Bewertungssystems in frühen Planungsphasen natürlich entsprechend der Planungstiefe eine Kostenschätzung oder eine Kostenberechnung im Rahmen des Entwurfs oder der Angebotsabgabe erfolgen.

Für die unregelmäßigen Unterhaltungsmaßnahmen ist kritisch zu hinterfragen, ob die Kostenansätze allgemein für Instandhaltungsmaßnahmen bei allen Brückentypen anwendbar sind (z. B. Stahlbrücke, massive Brückenkonstruktion etc.). Aus Sicht der Projektbearbeiter ist hier eine weitere Differenzierung in Klassen für z. B. Stahl- und massive Brücken sinnvoll.

Für die Ermittlung der Kosten der Verkehrssicherungsmaßnahmen fehlen konkrete Anhaltswerte im Steckbrief. Diese sind bei einer evtl. Überarbeitung zu ergänzen.

Die positiven Auswirkungen der Lärmschutzwände und Glättemelder werden in der Hauptgruppe Soziokulturelle und funktionale Qualität bewertet, die Kosten (negative ökonomische Auswirkungen) werden bei Neubau und Erhaltung nicht betrachtet. Entsprechende Kostenansätze sind bei der Überarbeitung zu ergänzen und die negativen ökonomischen Effekte auch zu erfassen.

Entsprechendes gilt auch für stationäre Brückenuntersichtsgeräte und Anti-Graffiti-Prophylaxe aus Kriterium 3.4.

In Tabelle I „Unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen“ auf Seite 2 der Anlage B1 aus Prof. Dr.-Ing. GRAUBNER und Prof. Dr.-Ing. FISCHER (2010), fehlt das Bauteil „Schutz- und Leiteinrichtungen (feuerverzinkt)“. In Tabelle II „Unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen“ auf Seite 8 der Anlage B1 zum Kriterium 2.2 ist dieses Bauteil vorhanden.

Bei der derzeitigen Regelung ist die Bezugsfläche bei kleinen Brücken, und damit die Bewertung,

stark von der Ausbildung der Flügel abhängig. Bei einer Unterteilung in Brückenkategorien kann man die normale Brückenbezugsfläche verwenden.

Kriterien-Nr. 2.2 – Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Die Werte für die staubedingten volkswirtschaftlichen Kosten aus Arbeits- und Freizeitausfall sind zu hinterfragen.

Im Vergleich zu den reinen externen Personalkosten aus BVWP 2003, EWS 97 und der Schweizer Staukostenstudie ergeben sich Diskrepanzen zu den externen Gesamtkosten im Kriterium 2.2.

Es besteht bei der Überarbeitung Bedarf für eine detailliertere Aufschlüsselung der Kosten und deren Hintergründe.

Für die Ausschlusskriterien und die Eingangsgrößen gelten die gleichen Anmerkungen wie für Kriterium 1.8.

Es ist auch zu hinterfragen, ob die volkswirtschaftlichen Eingangswerte bei einer evtl. Überarbeitung nicht generell an die Werte der Neufassung der EWS oder des BVWP gekoppelt werden sollten.

	Pkw [€/h · Pkw]	Lkw [€/h · Lkw]
Kriterium 2.2 Preisstand: 2010?		
Arbeit	7,40	28,26
Freizeit	7,40	-
BVWP 2003 Preisstand: 1998		
gewerblicher Verkehr	27,92	21,47-25,34
Freizeit	5,36 ¹	
EWS 97 Preisstand: 1995		
Arbeit	5,50	21,00
Freizeit	2,75	
Studie Schweiz Preisstand 2004		
Arbeit	17,60	75,40
Freizeit	7,02	
¹ Im BVWP ist ein Kostenansatz 3,83 € je Personenstunde angegeben (siehe Seite 186), verknüpft mit Bild 66 auf Seite 164, beides in Dr. BIRN et al. (Januar/2005) ergibt sich ein Kostenansatz für Freizeit pro Pkw von 5,36 €/Pkw · h		

Tab. 39: Externe Personalkosten im Vergleich zu den Kostenansätzen in Kriterium 2.2 (Quellen: Dr. BIRN et al. Januar/2005; KELLER et al.; Arbeitsgruppe Verkehrsplanung – Arbeitsausschuss: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen 1997)

3.3.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriterien-Nr. 3.1 – Lärmschutz

Beim Kriterium 3.1.1 hat die erste Unterkategorie keinen direkten Zusammenhang zur fertiggestellten singulären Brücke. Mindestabstände und die Wahl einer Lärmschutzmaßnahme fallen in frühe Phasen und sind der Trasse zuzuordnen. Am Beispiel der Luftaufnahme der Mainbrücke Miltenberg in Bild 21 wird der Widerspruch sehr gut deutlich.

Die endgültige Ausschreibung der Brücke baut auf der fixierten Trassenvariante auf. Die Frage nach einer Nichteinhaltung von zwingend normativen Vorgaben ist zudem nicht plausibel.

Für Unterkriterium 2.1.1 fehlt eine klare Definition für schallverstärkende Hohlräume. Dem Bewerten ist Hilfestellung in Form eines Grenzwertes und einer Messmethode zu geben.

Das Unterkriterium 2.1.3, das sich auf die Ebenheit der Fahrbahn in Längsrichtung bezieht, muss bei der Abnahme der Brücke immer eingehalten sein, da diese Anforderungen auch in der ZTV-ING (Bundesanstalt für Straßenwesen, S. 6-7) enthalten ist und bei allen öffentlichen Ausschreibungen Vertragsbestandteil sind. Eine Nichterfüllung dieses Kriteriums wäre ein Mangel, der von der Baufirma behoben werden muss.

Das Unterkriterium 2.1.2 ist eine zusätzliche Verschärfung der Ebenheitsanforderungen der ZTV-ING (siehe Seite 6-7, Bundesanstalt für Straßenwesen). Es ist zu begründen, ob die Verschärfung von $\pm 0,2\%$ auf $\pm 0,1\%$ einen nennenswerten Effekt auf die eingetragenen Lärmemissionen hat. Es ist außerdem zu prüfen, ob die Anforderungen für den Neubau richtig notiert wurden, da der Autor des Kriteriums sich auf die ZTV-ING bezieht.

Das Unterkriterium 2.2.2 „Rautenförmige Bleche der Übergangskonstruktion“ bzw. „besondere Maßnahmen zur Reduzierung der Schallemissionen“ sind allgemeiner Stand der Technik. Das Unterkriterium führt zu keiner Differenzierung, da an lärm-sensiblen Standorten entsprechende Übergangskonstruktionen standardmäßig ausgeschrieben werden. Insbesondere bei Autobahnüberführungen ist eine Übererfüllung von Schallschutzmaßnahmen auf Sinnhaftigkeit zu hinterfragen. Bei einer Überarbeitung ist eine Umformulierung des Kriteriums notwendig, welches auf die Eigenschaften des Übergangs abzielt. Eine Möglichkeit wäre, die Minderung des Lärmpegels als Kriterium aufzugrei-



Bild 21: Mainbrücke Miltenberg (Quelle: Max Bögl Bauunternehmung GmbH und Co. KG)

fen und eine Relevanzabfrage entsprechend den lokalen Randbedingungen einzufügen.

Die Schallabstrahlung nach unten im Kriterium 2.2.5 nennt keinen genauen Anwendungsbereich. Es fehlen zusätzliche normative Bezüge ab wann eine Schallabstrahlung nach unten zu dämmen ist und ab welcher Verminderung der Schallemission der Übergang als gedämmt angesehen werden kann. Insofern ist im Rahmen einer Überarbeitung eine entsprechende Präzisierung vorzunehmen. Denkbar ist eine zusätzliche Relevanzabfrage.

Im Unterkriterium 2.3.1 wird die Brücke umso besser bewertet je geringer das prognostizierte zukünftige Verkehrsaufkommen ist. Diese Bewertung mag aus der singulären Betrachtung des Lärmschutzes korrekt sein. Übergeordnet muss man sich jedoch fragen, ob die positive Bewertung solcher Brücken, die eine in Zukunft sinkende Bedeutung im Straßennetz hat, Sinn macht.

Kriterien-Nr. 3.2 – Komfort

Unterkriterien 1.1 bis 1.5 sind bereits in Kriterium 3.1 verwendet worden. Die Anmerkungen können Kriterium 3.1 entnommen werden.

Der Blendschutz in Unterkriterium 2.1 ist näher zu erläutern. Dem Bewerter ist eine Hilfestellung durch Normen- und Richtlinienbezüge zu geben.

Unterkriterium 2.2 bezieht sich auf die Trasse in der Planung. Dies ist bei Trassenvarianten in frühen Planungsphasen intensiv zu prüfen. Des Weiteren sollte dem Bewerter eine Hilfestellung durch Normen oder Richtlinienbezug gegeben werden.

Die Frage nach der Fahrbahnbeleuchtung in Unterkriterium 2.3 ist nicht klar formuliert. Es wird nicht deutlich, wann eine Beleuchtung positiv zu bewerten ist. Eine Präzisierung der Formulierung „gefährliche Stellen“ hilft dem Bewertenden bei der Einordnung und Bewertung.

Die Frage nach der transparenten Lärmschutzwänden im Unterkriterium 2.5 (innerorts) ist näher zu präzisieren.

Falls die ZTV-ING Vertragsbestandteil ist, stellt die Nichterfüllung des Unterkriteriums 3.2 „Entwässerung“ eine Vertragsverletzung dar. Entsprechend kann dieses Kriterium bei Verwendung der ZTV-ING als Vertragsbestandteil nur zwingend erfüllt sein.

In Unterkriterium 3.3 wird die Mischnutzung der Brücke negativ bewertet. Hier sollte dahingehend eine Präzisierung der Formulierung erfolgend, dass getrennte Verkehrswege für die unterschiedlichen Verkehrsteilnehmer (z. B. Fußgänger, Radfahrer, motorisierter Verkehr) eher positiv und eine gemeinsame Nutzung des Verkehrsweges durch mehrere Verkehrsteilnehmer eher negativ zu bewerten ist.

Prinzipiell stellt sich beim Unterkriterium 3.4 „Überquerbarkeit (innerorts)“ die Frage, ob die Brücke an sich überquerbar sein muss. Es können gegebenenfalls neben der Brücke günstigere Möglichkeiten zur Überquerung des Verkehrsweges geschaffen werden. Andererseits kann es auf der Brücke mit z. B. einer hohen touristischen Nutzung von Bedeutung sein, dass die Brücke an mehreren Stellen überquert werden kann.

Insofern ist dieses Kriterium eher bei einer Überarbeitung der Trasse zuzuordnen.

Barrierefreiheit, Unterkriterium 3.4 (innerorts), hat eine falsche Nummerierung. Entsprechend bei anderen Kriterien ist auch dort bei der Überarbeitung ein Normen oder Richtlinienbezug herzustellen.

Das Kriterium 4.3 „Transparente LSW als Gefahr für Vögel“ kann mit dem Oberbegriff Komfort nicht in Verbindung gebracht werden. Das Kriterium ist eher bei Kriterium 1.6 „Risiken für die lokale Umwelt“ einzuordnen.

Kriterien-Nr. 3.3 – Umnutzungsfähigkeit

Das Unterkriterium 1.2 fordert ein Konzept/Planungsüberlegungen für eine nachträgliche Erweiterbarkeit bzw. Verstärkung der Brücke. Falls kein

Konzept vorhanden ist, dann ist das Kriterium 3.3 laut Anlage B1 mit 0 Bewertungspunkten bewertet.

Diese Regelung führt zwangsläufig zu 0 Bewertungspunkten für alle Bestandsbrücken und vielen derzeit in Planung befindlichen Brücken, die selber Teil eines Ausbaus, Umleitung oder Erweiterung sind.

Die Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit einer zusätzlichen Erweiterung ist in jedem Projekt einzeln zu prüfen.

Eine gewünschte nachträgliche Erweiterbarkeit kann bei Vorliegen eines entsprechenden Zukunftskonzeptes bei Ausschreibung und Vergabe des Bauwerks im Einzelnen bei der jeweiligen Brücke vertraglich festgehalten werden.

Kriterien-Nr. 3.4 – Betriebsoptimierung

Bei allen Checklistenpunkten sind die ökonomischen Auswirkungen der betrachteten Varianten in Kriterium 2.1 mit anzusetzen.

Beim Unterkriterium 1.2 ist zu prüfen, ob ein stationäres Brückenuntersichtsgerät im Sinne einer Betriebsoptimierung zielführend ist. Das Gerät führt zwar eventuell zu einer einfacheren und umfassenderen Prüfung, dafür ist das Untersichtsgerät nur an dieser Brücke lokal einsetzbar und die entstehenden Kosten für Anschaffung, Wartung und Unterhalt müssen gesondert dieser Konstruktion angelastet werden.

Gleiches gilt für das Unterkriterium 2.1.1

Für Unterkriterium 1.3 wird eine langperiodische Strategie zur Erhaltung des Korrosionsschutzes negativ bewertet. Eine prinzipielle Ablehnung einer langperiodischen Erhaltungsstrategie ist zu begründen. Bei einer Überarbeitung ist das Kriterium zu präzisieren.

Zur Unterstützung des Bewertenden sind die Unterkriterien 2.1.3 und 2.1.4 näher zu spezifizieren. Ein Bezug zu Normen oder Richtlinien würde zu einer erleichterten Beurteilung der Kriterien führen.

Für Unterkriterium 2.1.5 gelten die gleichen Anmerkungen wie für Unterkriterium 2.3 in Kriterium 2.3.

Leuchtmittel (siehe Unterkriterium 2.1.6) sind in der Zuständigkeit des jeweiligen Trägers. Es stellt sich die Frage, ob man verschiedene Zuständigkeiten in einer Bewertung zusammenfassen möchte.

Das Unterkriterium 2.2.3 „Tropfüllen bei Walzasphalt“ ist neu zu formulieren, die Fragestellung

sollte lediglich auf die Qualität des Systems zur Abfuhr von Regenwasser und Staunässe abzielen.

Das Unterkriterium 2.2.4 ist missverständlich. Die Fahrbahnübergangskonstruktionen sind immer wasserdicht herzustellen. Entweder werden Dichtprofile verwendet oder es wird unterhalb der Übergangskonstruktion eine Entwässerungsrinne angeordnet. Insofern ist bei einer Überarbeitung die Fragestellung zu präzisieren.

Für die Unterkriterien 2.2.5 und 2.2.6 ist zu hinterfragen welche Fugen dort angesprochen werden. Aus der Erfahrung sind dem Verfasser keine Bauwerksfugen an Überbauten bekannt. Direkte Bauwerksfugen können lediglich bei Unterbauten auftreten. Bei den dortigen Fugen ist im Hinblick auf die Gesamtkonstruktion die Relevanz zu hinterfragen.

Für den Hohlraumgehalt nach ZTV Bel-B ist in Unterkriterium 2.2.7 ebenfalls zu überprüfen, ob er nicht immer eingehalten werden muss, da er aufgrund der Vertragsbedingungen eine vertraglich geschuldete Leistung darstellt.

Die Frage nach der Schadensdokumentation im Unterkriterium 2.3.3 ist unglücklich formuliert und gehört überarbeitet.

3.3.4 Technische Qualität

Kriterien-Nr. 4.1 – Elektrische und mechanische Einrichtungen

In Kriterium 4.1 ist generell eine eindeutige Beschreibung des derzeit üblichen Standards notwendig. In Unterkriterium 2.1 ist der Begriff „sinnvolle Reserven“ besser zu definieren. Entsprechend den normativen Anforderungen ist die Sinnhaftigkeit von Reserven über dem derzeitigen Sicherheitsniveau zu hinterfragen. Im Kriterium ist eine entsprechende Relevanzabfrage zu implementieren.

Die Beschreibung der Robustheit in Unterkriterium 2.2 ist nicht klar formuliert. Bei einer Überarbeitung müssten in einer Erläuterung die Parameter für die Robustheit beschrieben werden und Möglichkeiten zur Übererfüllung dokumentiert werden.

Kriterien-Nr. 4.2 – Konstruktive Qualität, Dauerhaftigkeit, Robustheit

Die konstruktive Qualität bezieht sich immer auf den aktuellen Stand der Technik und den gegeb-

nen Randbedingungen des Bauwerks. Die konstruktive Qualität kann eigentlich nur durch einen erfahrenen Brückenbauexperten beurteilt werden, da es nicht möglich ist alle die Konstruktion beeinflussenden Randbedingungen für alle Bauwerkstypen und Bauverfahren in ein Bewertungsschema zu integrieren. Aus diesem Grund sind die Fragestellungen zur Bewertung des Kriteriums 4.2 sehr weich formuliert und sind immer im Kontext mit dem Ausführungsplaner und dem Ausführenden zu sehen.

Der DIN-A0-Plan kann entfallen, da immer ein Übersichtsplan im Bauwerksbuch des Neubaus vorhanden ist.

Die Formulierung „Biegung wo nötig“ ist bei einer Überarbeitung kontextbezogen näher zu erläutern.

Kriterien-Nr. 4.3 – Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit

Bei nicht vorhandener Verkehrsprognose ist keine eindeutige Staustundenberechnung möglich. Insofern wäre zu präzisieren mit welchem DTV-Eingangswert zu rechnen ist. Additiv ist auch eine mögliche Umfahrung bei Instandhaltungsmaßnahmen negativ zu beurteilen (siehe dazu Anlage 7 dieses Berichts).

Kriterien-Nr. 4.4 – Verstärkung und Erweiterbarkeit

Für das Kriterium gelten die gleichen Überlegungen wie für das Kriterium 3.

Kriterien-Nr. 4.5 – Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit

Beim Rückbaukonzept ist zu überdenken, ob drei Varianten nötig und sinnvoll sind. Speziell bei großen Brücken ist eine qualifizierte Aussage mit erheblichem Rechenaufwand verbunden. Eine Abbruchbemessung findet am konsequentesten bei der Ausführungsplanung des Neubaus statt. Dort können individuelle statische und konstruktive Vorkehrungen für einen unter den vorherrschenden Randbedingungen ganzheitlich besten Abbruch getroffen werden.

Die Verhältnismäßigkeit des maschinellen Aufwands ist in der Aufgabenstellung näher zu präzisieren. Gegebenenfalls ist es zweckmäßig eindeutige Beispiele für den Aufwand anzuführen. Da-

durch kann die Einstufung für die bewertende Person vereinfacht werden.

Eine ökonomische Gegenüberstellung ist sinnvoll anzustreben. Da aber viele wichtige Parameter (z. B. Lohnniveau, Rohstoffkosten) nicht bekannt sind, ist eine Angabe von Kosten des Rückbaus fragwürdig. Eventuell ist es bei der Überarbeitung sinnvoller, aufgrund dieser Unwägbarkeiten die Rückbaukosten mit einer Grenzbetrachtung einzubeziehen.

3.3.5 Prozessqualität

Kriterien-Nr. 5.1 – Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung

Die Erläuterung zu 4. Integraler Planungsprozess im Steckbrief ist zu ungenau. Der Begriff „angestrebte Beurteilungskriterien“ wird nicht näher definiert. Bei einer Überarbeitung bedarf der Absatz einer Umformulierung.

1. Integrales Planungsteam

Ein integrales Planungsteam sollte immer vorhanden sein, da ein Bodenmechaniker, ein Prüfingenieur und der Ausführungsplaner immer in Kontakt stehen und insofern ein Planungsteam bilden. Das Kriterium sagt nichts über die Qualität der Kommunikation unter den Beteiligten aus. Ggf. ist die Bewertung um eine Abfrage der Kommunikationswege zu erweitern.

2. Qualifikation des Planungsteams

Eine mehrjährige Kompetenz im Themenbereich Nachhaltigkeit ist bei den Ausführungsplanern für eine problemlose Bauabwicklung nicht zwingend notwendig, da die nachhaltigste Variante mit der Vergabe inkl. aller Nebenleistungen definiert und vergeben ist. Natürlich unterstützt die Kenntnis der Nachhaltigkeitsaspekte und dessen Zusammenhänge eine qualitativ hochwertige Ausführung. Der Auftraggeber hat die vertraglich geschuldete Leistung entsprechend einzufordern. Für die Qualität des Bauwerks hat die Kernkompetenz der am Bau Beteiligten eine größere Bedeutung. Eine gute Planung kann die Herstellbarkeit erheblich verbessern.

Es stellt sich zudem die Frage nach den rechtlichen Auswirkungen und Konsequenzen bei der Beurteilung einzelner Teams. Insbesondere bei

der Definition der Bewertung ist eine objektive Nachvollziehbarkeit sicherzustellen.

Nähere Aussagen sind hierzu aus dem Forschungsprojekt „Ausschreibung und Vergabe“ zu erwarten

3. Kompetenzen des Auftraggebers

Es werden keine qualitativen Bezugsgrößen für eine Bewertung geliefert, dadurch wird eine Abstufung erschwert.

Die Frage nach den rechtlichen Auswirkungen, Konsequenzen und Objektivität bei der Beurteilung des Auftraggebers stellt sich hier ebenfalls. Nähere Aussagen sollten auch hierzu aus dem Forschungsprojekt „Ausschreibung und Vergabe“ zu erwarten sein.

4. Qualität der Planung

Grundlagenermittlung

Im Unterkriterium ist eine Übererfüllung der Norm nicht ausreichend definiert. Dadurch wird die qualitativ abgestufte Bewertung schwierig. Es sind zudem die Möglichkeiten und rechtlichen Randbedingungen, unter denen eine Übererfüllung erlaubt ist, näher zu beschreiben.

Qualität der Planung

Eine Variantenuntersuchung ist für den Planungsprozess in den frühen Phasen entscheidend. Die Qualität des späteren Bauwerks ist im Rahmen der vorgegebenen Randbedingungen nur von der Ausführungsplanung abhängig. Eine alleinige Variantenuntersuchung führt nicht zwangsläufig zu einem sinnvollen, optimalen Endergebnis.

Im Bereich Kompetenzen des Auftraggebers ist auch die Bewertung von externem Personal auf Seiten des Auftraggebers nicht näher erläutert. Zu diesem Punkt fehlt eine Präzisierung.

Kriterien-Nr. 5.2 – Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung

1. Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in der Ausschreibung.

Im Kriterium ist der § 8 VOB A gemeint. Die Paragraphennummer ist bei einer Überarbeitung zu korrigieren. Die textliche Umsetzung für 40 Checklistenpunkte wurde als nicht korrekt angesehen.

Kriterien-Nr. 5.5 – Qualitätssicherung der Bauausführung

Unter Punkt 1 ist ein Schreibfehler. Anstatt gebäuderelevant, müsste es bauwerksrelevant heißen.

Bei der Dokumentation der verwendeten Hilfsstoffe und der Sicherheitsdatenblätter ist die Beschreibung bzgl. der 8 Checklistenpunkte nicht korrekt. Dieser Abschnitt muss gestrichen werden.

Die Qualifikation der am Bau Beteiligten wird im Kriterium 5.5 und 5.1 abgefragt. Eventuell können diese Aspekte zusammengefasst und an nur einer Stelle abgeprüft werden.

3.4 Weiterführende Empfehlungen zur Verbesserung des Systems

Falls eine übergeordnete, vergleichende Bewertung angestrebt wird macht es Sinn die Bauwerke in Cluster zu unterteilen.

Dies hat den Vorteil, dass die allgemein übliche Bezugsfläche (m²-Brückenfläche) verwendet werden kann. Ansätze zur Optimierung der vorgeschlagenen Fläche zwischen den Flügelenden können dadurch vermieden werden, da dieser Ansatz gewählt wurde um alle Brücken vergleichbar zu machen.

Folgende Cluster bieten sich aus Sicht der Verfasser an:

- Einfeld- und Überführungsbauwerke,
- Mehrfeldbauwerke (niedrig Pfeilerhöhe (< 6 m) und gemäßigte Spannweiten (< 20 m)),
- Großbrücken (Talbrücken, Seebrücken, etc, große Spannweiten und hohe Pfeiler- bzw. Pylonhöhen).

In den folgenden Unterkapiteln werden die Vorteile getrennt in den einzelnen Hauptgruppen aufgeführt.

3.4.1 Ökologische Qualität

Bereits in Kapitel 2.7 wurde die Gewichtung der einzelnen Wirkungskategorien andiskutiert.

Bei einer Überarbeitung der Punktebewertung sollen die Referenzwerte und die Bedeutungsfaktoren ggf. überarbeitet werden um eine Verzerrung innerhalb der Ökologischen Qualität zu vermeiden.

Beiden externen Umwelteinwirkungen der Verkehrsbeeinträchtigung ist der Bedeutungsfaktor innerhalb der Ökologischen Qualität ebenfalls auf Plausibilität zu überprüfen. Entsprechend den Beispielen in Anlage 7 kann es sein, dass mehr CO₂ bei der Verkehrsbeeinträchtigung als bei der eigentlichen Brückenherstellung entsteht. Insofern ist eine absolute, starre Gewichtung der Verkehrseffekte in Bezug zu den bereits betrachteten Umweltauswirkungen im Lebenszyklus der Brücke zu hinterfragen. Da unabhängig von der Brücke gleich große volkswirtschaftliche Kosten entstehen können, wäre eine Bewertung von absoluten Emissionen konsequent.

Neben dem CO₂ könnte bei den Verkehrsemissionen auch andere ökologisch relevante Emissionen (z. B. NO_x, PM₁₀), die bereits im Bundesverkehrswegeplan (BVWP) bewertet werden, bei einer Überarbeitung mit einbezogen werden. Das Zutreffen der Checklistenpunkte der „Risiken für die lokale Umwelt“ ist durch eine Relevanzabfrage zu ermitteln. Hierbei ist eine Systematik vorstellbar, in der ein feststehender Katalog von Fragen bewertet werden muss und zusätzlich ein bestimmter Anteil der Bewertung Standortbezogen definiert wird. Die Bewertung könnte dann z. B. mit einem Anteil von 70 % auf die feststehenden Fragen und 30 % auf die variablen Fragestellungen gelegt werden.

Der Primärenergiebedarf und der Anteil an erneuerbaren Energien sind ökologisch durch die Äquivalenzwerte (insbesondere CO₂-Äquivalente) und ökonomisch durch die Verteuerung der Baustoffe bereits indirekt im Bewertungssystem erfasst. Eine zusätzliche explizite Erhebung des Energiebedarfs und dessen Zusammensetzung führt bei der Ökologie zu keiner zusätzlichen Aussage. Der Mehrwert der zusätzlichen Darstellung des Energiebedarfes besteht in der transparenten Ausweisung des Ressourcenbedarfes für das betreffende Bauwerk. Im Hinblick auf die Bewertung ist zu hinterfragen, ob durch die Doppelerhebung keine Verzerrung stattfindet bzw. ob diese hier gewollt ist, um dem Thema eine größere Bedeutung zu geben.

Eine Clusterung bei der Ökologischen Qualität hat den Vorteil, dass die Werte im Cluster durch Zuspärführung der Referenz-, Ziel- und Grenzwerte noch besser verglichen werden können. Die Aussagekraft der Bewertung der einzelnen Brückentypen wird dadurch erhöht. Der Unterschied zwischen den Konstruktionen (z. B. Gewichtung Ozonbildungspotenzial) und der verkehrlichen Belastung (Verkehrs-

beeinträchtigung) kann anhand der vorgeschlagenen Clustering nicht abgedeckt werden. Eine zusätzliche Unterteilung nach Baustoffen macht aus Sicht des Verfassers keinen Sinn, da die Bewertung von Brückenvarianten gegeben bleiben muss.

3.4.2 Ökonomische Qualität

Ein Vergleich von Bauwerken, die zu verschiedenen Zeitpunkten hergestellt wurden ist mit der aktuellen Bewertung nur eingeschränkt möglich, da Materialpreise und das Lohnniveau entsprechend der vorherrschenden Konjunktur sich verändern. Im Jahr 2010 schwankte beispielsweise der Erzeugerindex von Betonstahl-(Stäbe) von 102,1 bis 170,5, zur Basis im Jahr 2005 (= 100) (Deutscher Bauindustrie). Dadurch sind konjunkturelle Einflüsse in der Bewertung enthalten, die ggf. über zusätzlich Faktoren herausgerechnet werden können, aber die Berechnung dann zusätzlich erschweren.

Bei der Betrachtung einer Erweiterbarkeit ist auch zu bedenken, dass der Bezug auf m^2 -Brückenfläche bei zusätzlichen Fahrspuren irritierend sein kann. Die Kosten pro m^2 -Brückenfläche steigen bei breiterer Herstellung nicht deutlich an. Beispielsweise ist Baakenhafen West pro m^2 nicht eindeutig teurer als die anderen Brücken. Absolut steigen die Herstellungskosten bei entsprechender Zunahme der Brückenfläche aber linear an.

Möglich wäre die Kosten nicht nur bezogen auf m^2 -Brückenfläche sondern auch zusätzlich absolut auszuweisen.

Weiterführend ist gemäß der Ökologischen Qualität zu hinterfragen, ob man die indirekten Auswirkungen nicht absolut ausweisen sollte, dabei kleinen und großen Brücke die volkswirtschaftlichen (externen) Kosten gleich hoch sein können.

Zusätzlich wird auch das Kostenverhältnis zwischen direkten und indirekten absoluten Kosten im Lebenszyklus deutlich.

Die Spreizung zwischen Grenz- und Referenzwert müsste bei einem absoluten Vergleich entsprechend vergrößert werden.

Eine zusätzliche Gewichtung einer monetären Bewertung von direkten und indirekten Effekten ist im ersten Schritt nicht notwendig, da beide in der Einheit € gewertet werden.

Es kann bei einer übergeordneten, volkswirtschaftlichen Betrachtung sinnvoll sein, die direkten und

indirekten Kosten zueinander zu gewichten. Bei einer Überarbeitung sollte eine fundierte Festlegung unter Mitwirkung der Kollegen aus der Volkswirtschaftslehre getroffen werden.

Entsprechend Kriterium 2.1, Anlage B1, Tabelle II (Quelle: Prof. Dr.-Ing. GRAUBNER und Prof. Dr.-Ing. FISCHER (2010)) hat eine Clustering von Brückentypen den Vorteil, dass die Kurven für Ziel-, Grenz- und Referenzwert durch den jeweiligen Cluster ersetzt werden kann.

Im Rahmen der Clustering der Brückentypen kann auch die normale Definition der m^2 -Brückenfläche wieder verwendet werden. Dadurch wird es möglich die bekannten Schätzungen von Neubaukosten mit den Gesamtkosten im Lebenszyklus aus diesem Kriterium in Beziehung zu setzen.

3.4.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität

Bei Kriterium Nummer 3.1 ist eine Streichung des Unterkriteriums 1 „Immissionsgrenzwerte“ zu überlegen, da Mindestabstände und Lärmschutzmaßnahmen bei der Untersuchung von Trassenvarianten vor der Planfeststellung bereits abschließend festgelegt werden. Im Zuge des Bauwerksentwurfs nach der Planfeststellung kann kein Einfluss auf diese Entscheidungen mehr genommen werden.

Die Umnutzungsfähigkeit (Kriterium 3.3) enthält rein technische Aspekte. Wird die strategische Entscheidung zur Erweiterbarkeit oder Verstärkungsfähigkeit getroffen, so sind im Zuge der Trasse entsprechende technische konzeptionelle Überlegungen in den Planungen einzubeziehen.

Im Kriterium 3.4 ist zu hinterfragen, wieso an dieser Stelle zusätzliche Einbauten wie Glättemelder oder stationäre Brückenuntersichtsgeräte positiv bewertet werden, obwohl konzeptionell im Sinne von Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit möglichst wenige Einbauten zu bevorzugen sind.

Allgemein ist die Bewertung stärker an der Funktion auszurichten. Beispielsweise ist statt der Bewertung des Übergangskonstruktionstyps (z. B. Fingerübergangskonstruktion und Lammellenübergangskonstruktion) eine Bewertung basierend auf den Schallschutz- und Wartungseigenschaften anzustreben. Dadurch wird einerseits die Innovation gefördert und andererseits eine Bewertung vereinfacht. Sinnvollerweise sind die Eigenschaften mit Bezüge auf aktuelle Normen und Richtlinien genau zu definieren.

3.4.4 Technische Qualität

Die Technische Qualität und in diesem Zusammenhang die Dauerhaftigkeit und Robustheit sind schwierig zu bewerten, da die vorhandenen Daten auf viele Fragestellungen derzeit keine Antwort geben.

Die Steckbriefe wurden bewusst sehr allgemein formuliert um alle Brückentypen und alle Werkstoffe abdecken zu können. Dies hat indirekt aber zur Folge, dass die Bewertung stark von der Expertise und der Erfahrung des Bewertenden abhängig ist und dadurch subjektiv bleibt.

Fragen zur Komplexität und Sensibilität des Bauverfahrens sind immer im Kontext der ausführenden Personen und deren Erfahrung zu sehen.

Eine Verstärkung und Erweiterbarkeit ist als allgemeingültiges Kriterium zu hinterfragen. Diese Option ist nur für stark befahrene Straßen mit einer für die Zukunft deutlich steigenden Verkehrsprognose im Rahmen einer übergeordneten Trassenplanung von Interesse.

Die Rückbaubarkeit von Brücken in der ursprünglichen Ausführungsplanung zu berücksichtigen macht Sinn. Die Forderung nach drei möglichen Rückbauvarianten ist eventuell von der Anzahl zu hoch.

Eine nachträgliche Bewertung der Rückbaubarkeit ist mit hohem Aufwand verbunden. Die Annahme von Schadensbildern ist schwierig in der Praxis umzusetzen.

Die Clusterung von Brücken bringt den Vorteil, dass nur Brücken mit ähnlichem Schwierigkeitsgrad und Aufwand (z. B. Vergleich von Überführungsbauwerke oder Vergleich von Großbrücken) verglichen werden.

3.4.5 Prozessqualität

In der Vorplanung erarbeitete Randbedingungen sind in Form von Vergabepositionen und Erläuterungen in die Vergabe einzubeziehen.

Die Kompetenzabfrage der am Bau Beteiligten in der Ausführung sollte sich in erster Linie auf die Kernkompetenz „Bauen“ beziehen. Eine „Nachhaltigkeitskompetenz“ bei der Bauausführung ist zwar wünschenswert aber nicht zwingend notwendig. Auch wenn die Anforderungen im Auftrag vollständig beschrieben sind, ist ein Verständnis der Hintergründe förderlich für die Umsetzung.

Als Qualifikationsabfrage der eingesetzten Planer im Vergabeprozess ist es sinnvoll diese an die Erfahrung und Weiterbildung, sowie den Referenzen des beteiligten Personals zu koppeln.

Kompetenzen und Qualifikation des Auftraggebers sind schwer direkt und objektiv zu beurteilen. Für eine qualitative Beurteilung werden keine Entscheidungshilfen gegeben. Die Beurteilung hängt somit stark vom Experten ab, der durch sein Vertragsverhältnis zum Auftraggeber hinsichtlich der Beurteilung des Auftraggebers selbst befangen ist.

Bei der Bewertung ist der Umgang mit externem Personal nicht definiert. Sinnvoll erscheint keine weitere Differenzierung vorzunehmen.

Die Qualitätssicherung direkt am Bauwerk erfolgt über die Einforderung und Überwachung der vertraglich geschuldeten Leistung.

3.5 Anpassungsbedarf im untersuchten System mit Priorisierung

In diesem Kapitel soll der Anpassungsbedarf des derzeitigen Systems zusammengefasst werden. Die Autoren sind sich bewusst, dass die Gesamtkonzeption des Systems noch nicht abgeschlossen ist. Im nachfolgenden Ausblick sind zusätzliche Denkanstöße zur Weiterentwicklung verfasst. Des Weiteren ist das System eng mit den laufenden Forschungsvorhaben FE 09.0162/2011/LRB „Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur“, FE 09.0164/2011/LRB „Einheitliche Bewertungskriterien der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“, FE 09.0163/2011/LRB: „Verfahren zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Ausschreibung von Elementen der Straßeninfrastruktur“ und FE 09.179/2011/MRB „Anforderungen an Baustoffe, Bauwerke und Realisierungsprozesse der Straßeninfrastrukturen im Hinblick auf Nachhaltigkeit“ verbunden. Insofern bietet es sich an die Ergebnisse der laufenden Forschungsvorhaben abzuwarten und die Gesamtkonzeption abzuschließen und danach erforderliche Änderungen und Anpassungen an diesem Teilsystem durchzuführen. Für jede Hauptgruppe wird eine Liste des derzeitigen Anpassungsbedarfs zusammengestellt (siehe Bilder 22 bis 27).

Neben der Überarbeitung des Systems sind die begleitenden Datenquellen weiter auszubauen. Hierzu gehört insbesondere die Datenbank für Ökobilanzkennwerte. Hier sollten mindestens nachfolgende genannte Stoffe erarbeitet und integriert werden. Es sind dabei jeweils der Herstellungsprozess und das End-of-Life getrennt darzustellen:

- Stahlbeschichtungen (Grundierung und Decklack),
- Stahlverzinkungen,
- Beton mit Festigkeitsklasse größer C30/37,
- Stahlprofile in brückenbautypischen Dimensionen,
- Spannstahl,
- Asphalt als Tragschicht, Binderschicht, Deckschicht,
- Flüssigbeton für Betonfahrbahnen,
- Bohrpfähle,
- Fahrbahnübergangskonstruktionen in verschiedenen Ausführungen,
- Brückenlager in verschiedenen Bauarten.

Ökologische Qualität				
Nr.	Kriterium	Anpassungsbedarf	Priorität	Bewertung
1	Allgemein HG 1	Transparente Darstellung von Multiplikationsfaktoren und deren Hintergründe	mittel	Dem Nutzer soll die Möglichkeit erhalten die Multiplikationsfaktoren (Zuschlagsfaktoren Kleinteile, Transportprozesse, Herstellerprozesse) nachvollziehen zu können.
	Allgemein HG 1	Überprüfung der Faktoren für Herstellungsprozesse und Transportemissionen	hoch	Die Multiplikationsfaktoren sind nach den Erkenntnissen des FOSTA Projektes NaBrue nochmal kritisch zu betrachten und gegebenenfalls zu verändern.
2	Allgemein HG 1	Änderung der Bezugsfläche und Clustering der Brückentypen	sehr hoch	Es hat sich gezeigt, dass ein Vergleich von unterschiedlichen großen Brücken untereinander nicht zielführend ist. Um dies von vornherein zu verhindern, wird eine Clustering vorgeschlagen. Eine weitere Bezugsfläche braucht dadurch nicht eingeführt werden.
3	Allgemein HG 1	Die Bedeutungsfaktoren sind zu überprüfen und wissenschaftlich abzusichern.	hoch	Die Bedeutungsfaktoren zwischen den einzelnen Wirkungskategorien sollten hinterfragt werden. (siehe auch Überprüfung anhand des Vermeidungskostenansatz in Kapitel 2.7 des Schlussberichtes).
	1.1 GWP	Überprüfung und Anpassung der Ziel-, Grenz- und Referenzwerte	niedrig	In der Pilotstudie wurde die Skala nicht ausgenutzt. Bei einer veränderten Bezugsfläche sind die Werte neu zu justieren
4	1.1 GWP	Einheitliche Rundung von Werten	sehr niedrig	Die angegebenen Werte sollten einheitlich gerundet werden.
5	1.2 ODP	Überprüfung und Anpassung der Ziel-, Grenz- und Referenzwerte	mittel	In der Pilotstudie wurde die Skala nicht ausgenutzt. Die Streuung, sowie Referenz-, Ziel- und Grenzwerte sind mit größer werdenden Stichprobenanzahl weiter zu überprüfen und ggf. anzupassen. Bei einer veränderten Bezugsfläche sind die Werte neu zu ermitteln.
6	1.2 ODP	Einheitliche Rundung von Werten	niedrig	Die angegebenen Werte sollten einheitlich gerundet werden.
7	1.3 POCP	Überprüfung und Anpassung der Ziel-, Grenz- und Referenzwerte	hoch	Extreme Streuungen sind basierend auf den Ergebnissen der Pilotstudie neu zu bewerten.
8	1.5 EP	Überprüfung und Anpassung der Ziel-, Grenz- und Referenzwerte	hoch	Der Referenzwert ist zu hoch. Keine Beispielbrücke kommt an den Referenzwert heran. Die Streuung, sowie Referenz-, Ziel- und Grenzwerte sind mit größer werdenden Stichprobenanzahl weiter zu überprüfen und ggf. anzupassen. Bei einer veränderten Bezugsfläche sind die Werte neu zu ermitteln.
9	1.6 lokale Umwelt	Die Unterkriterien sind auf das Zutreffen auf den lokalen Standort abzustimmen und mit einer Relevanzabfrage für die Checklistenpunkte zu versehen.	hoch	Nicht alle Checklistenpunkte sind für den einzelnen Brückenstandort zutreffend.
10	1.6 lokale Umwelt	Bei den Checklistenpunkte sollte ein Bezug zu Normen, geltenden Grenzwerten und Messmethoden hergestellt werden.	hoch	Durch den Bezug auf die aktuellen Stand der Technik und den Verweis auf Grenzwerte werden die Checklistenpunkten eindeutig nachvollziehbar. Der Bewertende erhält dadurch einen transparenten Bezugsrahmen.
11	1.8 Verkehr	Die verwendete Verkehrsentwicklung außerhalb des Prognosezeitraums ist eindeutig festzulegen.	sehr hoch	Die Verkehrsprognose (prozentuale Steigerung oder Senkung des Verkehrsaufkommens) hat maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis des Kriteriums (siehe Forschungsbericht Kapitel 3.3.1). Es ist daher eine sinnvolle Verfahrensweise festzulegen.
13	1.8 Verkehr	Die Kopplung der Ergebnisse an den DTV ist zum Teil unlogisch und führt nicht zur Transparenz.	sehr hoch	Die an den DTV gekoppelten Emissionen stehen nicht im linearen Zusammenhang zu den absoluten Emissionen. Bei gleiche Emissionen wird eine Brücke abhängig vom DTV besser oder schlechter bewertet. Eine direkter Vergleich mit den Emissionen aus der Herstellung ist nur nach Umrechnung möglich.
14	1.8 Verkehr	Die Ausschlusskriterien für die Berechnung von Stautunden sind zu überarbeiten	hoch	Die Ausschlusskriterien für die Berechnung von Stautunden haben sich als nicht treffend herausgestellt. Im Kapitel 3.3.1 werden Alternativen aufgezeigt.
15	1.8 Verkehr	Abgleich der CO2-E-Werte des Verkehrs mit der EWS und dem BVWP	mittel	Die Emissionen des Verkehrs sollten mit der neuen EWS und dem Bundesverkehrswegeplan (BVWP) abgestimmt werden. Zielführend wäre beispielsweise eine Kopplung der Werte an den BVWP.
16	1.8 Verkehr	Einführen einer zusätzlichen Variante für einspurige Straße	niedrig	Für eine einspurige Straße ist auch einen Umleitung von nur einer Seite denkbar. Eine solche Variante sollte ergänzt werden.
17	1.10 Gesamtprimärenergiebedarf	Der Referenzwert für den Gesamtprimärenergiebedarf ist zu ändern	sehr hoch	Der Referenzwert ist falsch und wahrscheinlich ein Schreibfehler. Kriterium kann nicht ausgewertet werden.

Bild 22: Anpassungsbedarf mit Priorisierung für die Ökologische Qualität

Ökonomische Qualität				
Nr.	Kriterium	Anpassungsbedarf	Priorität	Bewertung
1	Allgemein HG 2	Änderung der Bezugsfläche und Clusterung der Brückentypen	sehr hoch	Es hat sich gezeigt, dass ein Vergleich von unterschiedlich großen Brücken untereinander nicht zielführend ist. Um dies von vornherein zu vermeiden, wird eine Clusterung vorgeschlagen. Eine weitere Bezugsfläche wird dadurch vermieden und auf die bewährte Bezugsbrückenfläche kann zurückgegriffen werden.
	Allgemein HG 2	Die Kostenentwicklung ist nicht hinterlegt.	mittel	Ohne Kostenentwicklung werden Preise zu verschiedenen Preisständen miteinander verglichen. Es sollte überprüft werden, ob der Preisstand nicht hinterlegt werden sollte.
2	Allgemein HG 2	Die Wichtung von Kosten (Kriterium 2.1 zu 2.2) ist zu überprüfen.	sehr hoch	Neben den Kriterium 1.1, kann Kriterium 1.2 auch absolut in € dargestellt werden. Dadurch wird die Relation der Kosten transparent. Eine zusätzliche Wichtung sollten dem Anwender näher erläutert werden.
3	2.1 direkte Kosten	Die direkten Kosten der Brücke kann als eine Summe in die Berechnung eingeschrieben werden.	mittel	Die Kosten für die Brückenherstellung werden nach Fertigstellung vollständig abgerechnet. Dadurch sind die Kosten für die Herstellung definiert. Eine Splittung gemäß einer Kostenschätzung ist einerseits nicht pragmatisch und andererseits nicht mehr notwendig. Für eine Kostenschätzung oder eine Kostenberechnung gilt dies natürlich nicht.
4	2.1 direkte Kosten	Einbeziehung von ökologischen Ausgleichsmaßnahmen	hoch	Die Kosten für Ausgleichsmaßnahmen sind erfassbar und sollten in die Berechnung mit einbezogen werden. Die Umsetzung kann bei einer Überarbeitung stattfinden. Erst mit den Ausgleichsmaßnahmen sind alle bauwerksbezogenen Kosten erfasst.
5	2.1 direkte Kosten	Rückbaukosten	niedrig	Die Rückbaukosten sollten aufgenommen werden, da diese in Einzelfällen erhebliche Kosten verursachen können. Vorschläge zur Umsetzung sind in Kapitel 3.3.2.
6	2.1 direkte Kosten	unregelmäßigen Unterhaltungsmaßnahmen	niedrig	Es fehlt für die Angaben einen Quellenangabe. Das Einfügen der Quelle erhöht die Transparenz.
7	2.1 direkte Kosten	Kosten für Verkerlenkungsvarianten	niedrig	Die Kosten für Verkehrslenkungsvarianten fehlen. Im Zuge einer Überarbeitung sollten diese aufgenommen werden.
8	2.1 direkte Kosten	Kosten für zusätzliche Fahrspur	mittel	Die durchschnittlichen Kosten pro m ² Brückenfläche sinken tendenziell zunehmender Brückenfläche. Eine Vergrößerung sollte daher mittelfristig notwendig sein um keine Verzerrungen durch die relative Angabe der Kosten entstehen zu lassen. Der Vergleich von absoluten Kosten bei gleichem Bauaufgabe ist pragmatischer.
9	2.1 direkte Kosten	Kosten für zusätzliche Einbauten wie Glättemelder in der soziokulturellen und funktionalen Qualität sind aufzunehmen	mittel	Alle zusätzlichen Einbauten die in der sozio kulturellen Qualität genannt werden, sollten auch mit ihren Anschaffungskosten und Erhaltungskosten aufgeführt werden.
10	2.2 indirekte Kosten	Die Ausschlusskriterien für die Berechnung von Stautunden sind zu überarbeiten	hoch	Die Ausschlusskriterien für die Berechnung von Stautunden haben sich als nicht treffend herausgestellt. Im Kapitel 3.3.1 werden Alternativen aufgezeigt.
11	2.2 indirekte Kosten	Die angesetzten Kosten sind zu überarbeiten.	hoch	Die Kosten sind einem Bezugsjahr zu zuordnen und eventuelle Unterschiede zur Neufassung der EWS und des BVWP zu erläutern, bzw. die Werte aneinander anzugleichen.

Bild 23: Anpassungsbedarf mit Priorisierung für Ökonomische Qualität

Soziokulturelle und funktionale Qualität				
Nr.	Kriterium	Anpassungsbedarf	Priorität	Bewertung
1	3.1 Lärmschutz	Das Kriterium ist der Trasse zuzuordnen.	mittel	Unterkriterien 1 Immissionsgrenzwerte ist bei der Brücke nicht sinnvoll zu bewerten. Diese Kriterium sollte der Trasse zugeordnet werden.
2	3.1 Lärmschutz	Kriterium 2.1.1. fehlt eine klare Definition von "schallverstärkende Hohlräume"	mittel	Dem Bewerter ist Hilfestellung durch die Vorgabe eines Grenzwertes und einem Normenbezug zu geben.
3	3.1 Lärmschutz	Kriterium 2.1.2 und 2.1.3 sollte auf die Anforderungen der ZTV-Ing abgestimmt werden.	hoch	Die Regelungen sind Teil der ZTV-Ing und dürfen nicht verletzt werden. Es stellt sich die Frage, ob das Kriterium so aufgeführt werden sollte. Bei Kriterium 2.1.2 werden die Regelungen der ZTV-ING verschärft. Es sollte die Intention der Verschärfung überprüft werden.
4	3.1 Lärmschutz	Kriterium 2.1.2 und 2.1.3 sollte auf die Anforderungen der ZTV-Ing abgestimmt werden.	hoch	Die Regelungen sind Teil der ZTV-Ing und dürfen nicht verletzt werden. Es stellt sich die Frage, ob das Kriterium so aufgeführt werden sollte. Bei Kriterium 2.1.2 werden die Regelungen der ZTV-ING verschärft. Es sollte die Intention der Verschärfung überprüft werden.
5	3.1 Lärmschutz	Kriterium 2.2.2 Art der Übergangskonstruktion. Die Abfrage sollte auf die Eigenschaften des Übergangs ausgerichtet sein.	niedrig	Die Abfrage stellt keine eindeutigen Anforderungen an die Verminderung der Schallemission an eine Übergangskonstruktion. In der Überarbeitung sollten Grenzwerte aufgeführt werden. Des Weiteren sind Maßnahmen zu Lärminderungsmaßnahmen auf freier Strecke nicht notwendig. In diesem Sinne gehört zu diesem Kriterium eine Relevanzabfrage.
6	3.1 Lärmschutz	Für das Kriterium 2.2.5 Schallabstrahlung gehört die Abfrage präzisiert	mittel	Es fehlt ein Anwendungsbereich und ein Grenzwert, ab wann ein Übergangsbereich als gedämmt angesehen werden kann. Einen Relevanzabfrage erscheint sinnvoll.
7	3.1 Lärmschutz	Kriterium 2.3 sollte kritisch überprüft werden	niedrig	Die positive Bewertung eines sinkenden Verkehrsaufkommens in Kriterium 2.3 ist im Zusammenhang kritisch zu hinterfragen.
8	3.2 Komfort	Überarbeitung von Unterkriterium 1.1 bis 1.5 gemäß Anmerkungen bei Kriterium 3.1	hoch	Begründungen sind in den Erläuterungen zu Nummer 3,4 und 5 zu finden.
9	3.2 Komfort	Kriterium 2.2 ist näher zu erläutern und dem Bewerter ist Hilfestellung durch Normen und Richtlinienbezüge zu geben	mittel	Das Kriterium ist nicht eindeutig und Bedarf der Präzisierung.
10	3.2 Komfort	In Kriterium 2.3 ist der Begriff "gefährliche Stellen" näher zu erläutern.	mittel	Der Begriff ist nicht eindeutig und Bedarf der Präzisierung.
11	3.2 Komfort	In Kriterium 2.5 ist zu präzisieren.	mittel	Der Begriff ist nicht eindeutig und stärker erläutert werden.
12	3.2 Komfort	Kriterium 3.2 gehört überarbeitet.	hoch	Das Kriterium steht im Widerspruch zu ZTV-ING Regelungen.
13	3.2 Komfort	Kriterium 3.3 ist missverständlich und gehört näher erläutert.	hoch	Begründung ist im Kapitel 3.3.3 im Schlussbericht.
14	3.2 Komfort	Kriterium 3.4 Überquerbarkeit (innerorts) ist zu überarbeiten	hoch	Es fehlt ein Normen und Richtlinienbezug und das Kriterium ist eher der Trasse zuzuordnen.
15	3.2 Komfort	Kriterium 3.4 Barrierefreiheit ist die Nummerierung zu überarbeiten.	niedrig	Kriterium hat falsche Nummerierung.
16	3.3 Umnutzungsfähigkeit	Das Kriterium gehört vollständig überdacht.	sehr hoch	Eine nachträgliche Möglichkeit zur Vergrößerung ist eine strategische Entscheidung und muss in frühen Phasen getroffen werden. Beim Entwurf und der Ausschreibung ist die Verbreiterung der Brücke miteinzubeziehen. Das Kriterium ist für Brücken ohne zukünftig stärkeren Verkehr nicht sinnvoll. (siehe auch Kapitel 3.3.3)
17	3.4 Betriebsoptimierung	Die ökonomischen Auswirkungen aller Checklistenpunkten sind im Kriterium 2.1 zu erfassen.	sehr hoch	Falls die ökonomischen Auswirkungen nicht bedacht werden erfolgt eine einseitige Bewertung.
18	3.4 Betriebsoptimierung	Unterkriterium 1.2 und 2.1.1 sind auf Sinnhaftigkeit zu überprüfen.	niedrig	Das Kriterium ist kritisch überprüfen, ob diese Ausstattung einen soziokulturellen Mehrwert bei allen Brückentypen hat und im Sinne der Kosteneffizienz zielführend ist.
19	3.4 Betriebsoptimierung	Bei Unterkriterium 1.3 ist die Ablehnung eines langperiodischen Korrosionsschutzes zu überdenken.	mittel	Die Ablehnung der Erhaltungsstrategie an sich ist plausibel darzustellen. Bei einer Überarbeitung bedarf es einer Präzisierung.

Bild 24: Anpassungsbedarf mit Priorisierung für Soziokulturelle Qualität

Soziokulturelle und funktionale Qualität				
Nr.	Kriterium	Anpassungsbedarf	Priorität	Bewertung
20	3.4 Betriebsoptimierung	Unterkriterium 2.1.3 und 2.1.4 sind zu präzisieren und ein Normen bzw. Richtlinienbezug ist herzustellen.	mittel	Dem Bewertenden wird durch die Präzisierung die Bewertung vereinfacht. Die Bewertungen werden dadurch homogener.
21	3.4 Betriebsoptimierung	Unterkriterium 2.2.3 ist neu zu formulieren.	niedrig	Das Kriterium sollte nur auf die Eigenschaft des System zur Abfuhr von Regenwasser und Staunässe abzielen. Eine Einschränkung könnte innovationshemmend wirken .
22	3.4 Betriebsoptimierung	Unterkriterium 2.2.5 und 2.2.6 sind zu präzisieren.	mittel	Die Kriterien sind unplausibel, bzw. missverständlich. Eventuell können diese Kriterien für Brücken gestrichen werden.
23	3.4 Betriebsoptimierung	Unterkriterium 2.2.7 ist zu überprüfen, ob es nicht immer aufgrund von Regelungen in ZTV BEL-B eingehalten sein muss.	niedrig	Falls das Kriterium durch zusätzliche Technische Vertragsbedingungen immer eingehalten wird, dann kann an dieser auf das Kriterium verzichtet werden.
24	3.4 Betriebsoptimierung	Das Unterkriterium 2.3.3 ist unglücklich formuliert und sollte überarbeitet werden	niedrig	Die Art der geforderten Schadensdokumentation sollte näher präzisiert und abgestuft werden.

Bild 24: Fortsetzung

Technische Qualität				
Nr.	Kriterium	Anpassungsbedarf	Priorität	Bewertung
0	Allgemein HG 4	Die Technische Qualität sollte als Hauptgruppe generell in Frage gestellt werden.	niedrig	Die präzierte Definition erleichtert die Bewertung des Kriteriums.
1	4.1 Einrichtungen	Im Unterkriterium 2.1 ist der Begriff "sinnvolle Reserven" besser zu definieren	niedrig	Die präzierte Definition erleichtert die Bewertung des Kriteriums.
2	4.1 Einrichtungen	Im Unterkriterium 2.2 ist der Begriff "Robustheit" besser zu definieren	niedrig	Die präzierte Definition erleichtert die Bewertung des Kriteriums.
3	4.2 Konstruktive Qualität, Dauerhaftigkeit, Robustheit	Die Aussage "Biegung wo nötig" ist näher zu präzisieren	niedrig	Die präzierte Definition erleichtert die Bewertung des Kriteriums.
4	4.2 Konstruktive Qualität, Dauerhaftigkeit, Robustheit	Forderung nach einem DIN A0 Übersichtsplan kann entfallen.	niedrig	Der DIN A0 Plan ist mit dem geforderten Bauwerksbuch immer abzugeben.
5	4.2 Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	Der DTV für die Stautundenberechnung ist zu präzisieren (siehe auch Kriterium 1.8). Ebenfalls wäre eine Umfahrung zu betrachten.	mittel	Die präzierte Definition erleichtert die Bewertung des Kriteriums.
6	4.3 Umnutzungsfähigkeit	Für 4.3 gelten die gleichen Überlegungen wie für Kriterium 3.3	sehr hoch	Eine nachträgliche Möglichkeit zur Vergrößerung ist eine strategische Entscheidung und muss in frühen Phasen getroffen werden. Beim Entwurf und der Ausschreibung ist die Verbreiterung der Brücke miteinzubeziehen. Das Kriterium ist für Brücken ohne zukünftig stärkeren Verkehr nicht sinnvoll. (siehe auch Kapitel 3.3.3)
7	4.4 Verstärkung und Erweiterbarkeit	Für 3.4 gelten die gleichen Überlegungen wie für Kriterium 3.4	sehr hoch	Eine nachträgliche Möglichkeit zur Vergrößerung ist eine strategische Entscheidung und muss in frühen Phasen getroffen werden. Beim Entwurf und der Ausschreibung ist die Verbreiterung der Brücke miteinzubeziehen. Das Kriterium ist für Brücken ohne zukünftig stärkeren Verkehr nicht sinnvoll. (siehe auch Kapitel 3.3.3)
8	4.5 Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	Die Forderung nach drei Varianten ist zu hoch gegriffen.	mittel	Eine sehr gut ausgearbeitete Variante oder zwei gut beschriebene Varianten reicht aus für eine Brückenvariante. Eine qualifizierte Aussage ist nur bei der Ausführungsplanung möglich, wenn die Abbruch mit dem Neubau konsequent bemessen wird.
9	4.5 Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	Die Verhältnismäßigkeit des maschinellen Aufwands ist näher zu präzisieren.	mittel	Eine Beschreibung der verschiedenen Stufen des maschinellen Aufwands erleichtert den Aufwand bei einer einzelnen Brücke besser einordnen zu können. Eine Beispielsammlung für den Abbruchaufwand ist hilfreich. Es vereinfacht sich die Einstufung durch den Bewertenden.
10	4.5 Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit	Aufgrund der Unwägbarkeiten der Zukunft sollte statt einer Kostenschätzung besser eine Grenzbetrachtung der Kosten stattfinden.	mittel	Eine Kostenschätzung ist zu diesem Zeitpunkt nicht ohne Schwankungsbreite möglich, da das zukünftige Lohnniveau und die Kosten für den Maschinenaufwand nicht zielsicher abgeschätzt werden kann. Eine Grenzbetrachtung ist an dieser Stelle hilfreich. Dabei ist eine Abstimmung mit Kriterium 2.1 zwingend notwendig.

Bild 25: Anpassungsbedarf mit Priorisierung für Technische Qualität

Prozessqualität				
Nr.	Kriterium	Anpassungsbedarf	Priorität	Bewertung
1	5.1 Qualifikation des Planungsteams	Die Beurteilung des Planungsteams muss objektiv durch Qualitätskriterien messbar sein. Ebenfalls muss die Abstufung eindeutig sein.	sehr hoch	Derzeit werden keine konkreten, objektiven Kompetenzkriterien angeführt, welche den Planer für die jeweilige Phase qualifiziert. Eine System zur Abstufung der Qualifikation ist ebenfalls zu implementieren. Dabei steht die Kernkompetenz "Bauen" im Vordergrund. Nähere Aussagen sind aus dem Forschungsprojekt "Ausschreibung und Vergabe" zu erwarten.
2	5.1 Qualifikation des Planungsteams	Für die Beurteilung der Qualifikation des Auftraggebers gehören ebenfalls eindeutige, objektive Kriterien aufgestellt. Das Abhängigkeitsverhältnis vom Bewertenden zur Behörde gehört zusätzlich beleuchtet	sehr hoch	Derzeit werden keine konkreten, objektiven Kompetenzkriterien angeführt. Eine System zur Abstufung der Qualifikation ist ebenfalls zu implementieren. Nähere Aussagen sind aus dem Forschungsprojekt "Ausschreibung und Vergabe" zu erwarten.
4	5.1 Qualifikation des Planungsteams	Die Forderung nach einer Variantenuntersuchung sollte besser durch die Prüfung des Entwurf ersetzt.	sehr hoch	Bei der Qualität der Planung ist die Variantenuntersuchung kein eindeutiges Qualitätsmerkmal bei der Entwurfsplanung. Das Kriterium sollte besser eine Überprüfung des Entwurfs fordern.
5	5.2 Nachweis der Nachhaltigkeit in der Ausschreibung	Der zitierte Paragraph ist auszutauschen durch §8 VOB A.	mittel	Der Paragraph ist falsch zitiert worden.
6	5.2 Nachweis der Nachhaltigkeit in der Ausschreibung	Die textliche Umsetzung für 40 CP ist zu überarbeiten	hoch	Die textliche Umsetzung ist nochmal zu überprüfen.
7	5.5 Qualitätssicherung der Baustoffe	Unter Punkt 1 muss es bauwerksrelevant heißen und nicht gebäuderelevant.	mittel	Schreibfehler
8	5.5 Qualitätssicherung der Baustoffe	Bei der Dokumentation der Sicherheitsdatenblätter und der Hilfsstoffe ist die Beschreibung für 8 Checklistenpunkte zu streichen.	mittel	Die Beschreibung ist nicht korrekt.
9	5.5 Qualitätssicherung der Bauausführung	Die Qualität der am Bau Beteiligten sollte nur an einer Stelle im Kriterium 5 abgefragt werden	mittel	An beiden Stellen wird die Qualifikation abgefragt.

Bild 26: Anpassungsbedarf mit Priorisierung für Prozessqualität

4 Ausblick und Übertragung in frühe Phasen

4.1 Ausblick

Die Bewertung am fertiggestellten Bauwerk dient in erster Linie der Qualitätssicherung, da es nach Abschluss der eigentlichen Herstellung keine Möglichkeiten für Veränderungen an der Struktur gibt. Eine Beeinflussung des Planungs- und Realisierungsprozesses ist nur indirekt gegeben, da die Planer zukünftig eventuell angehalten sind, am Ende eine bestimmte Qualität nachzuweisen. Dies war bei den Pilotprojekten nur bei der Brücke Baakenhafen West möglich. Ziel der Bewertung ist unter anderem die Aufarbeitung von Kennzahlen zur Nachhaltigkeitsqualität von Brücken, die ggf. in statistisch aussagekräftige Daten zur Nachhaltigkeitsqualität münden können.

Teilnoten und Erfüllungsgrade sind in Summe keine Basis zur Dokumentation, da die Bewertungsbasis

(Stand der Technik, Normengeneration) sich mit der Zeit ändert. Entsprechend sind auch die Kosten immer im Kontext des Bewertungszeitpunkts zu sehen. Zusätzlich sind bei einer Clusterung die Noten von Großbrücken nicht mit Noten von Überführungsbauwerken vergleichbar.

Eine Schaffung von Parallelstrukturen bei Qualitätssicherungsmaßnahmen mit eventuell sich widersprechenden Regelungen und Einstufungen sollte vermieden werden. Aus diesem Grund sind bereits bestehende Qualitätssicherungsmaßnahmen, wie z. B. das Bauwerksmanagementsystem und das Bauwerksbuch gezielt weiterzuentwickeln bzw. in die Nachhaltigkeitsbewertung einzubinden.

Bei durchgehend richtiger und sorgfältiger Dokumentation sind bereits heute detaillierte Informationen über die Konstruktion und die verwendeten Einbauteile für jedes Bauwerk vorhanden. In diesem Sinne bietet es sich an, statistisch relevante Informationen über die Brücke auch im Bauwerksmanagementsystem zu erheben.

Die Ökobilanzdaten der Ökologischen Qualität könnten als absolute Zahlen und in m^2 -Brückenfläche bei der Position Herstellung festgehalten werden. Ebenso könnten auch die Bilanzwerte für Erhaltungsmaßnahmen dokumentiert werden.

Im Bereich der Ökonomischen Qualität besteht die Möglichkeit neben den bereits zu dokumentierenden Herstellkosten und Erhaltungskosten auch die gewählten Verkehrsführungsvarianten und die Dauer der Erhaltungsmaßnahmen zu dokumentieren.

Bei der Technischen Qualität dominiert in der derzeit vorgeschlagenen Bewertungsvariante die subjektive Einschätzung des Bewertenden. Pauschale Aussagen zur Fehleranfälligkeit von Bauverfahren lassen sich nicht treffen, da die Fehleranfälligkeit zu großem Anteil auch von der Routine und der Erfahrung der am Bau Beteiligten abhängt. Insofern ist es wichtiger für die Qualität der Struktur einen für dieses Vorhaben qualifizierten Planer einzubinden.

Im Bereich der Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind die bestehenden Richtlinien und normativen Vorgaben sehr vielfältig. Daher kann es nur zielführend sein, durch eine konsequente Fortschreibung der bestehenden Regelwerke die Qualität zu optimieren. Dies gilt sowohl für Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit der gesamten Strukturen, als auch für einzelne Bauteile (z. B. Übergangskonstruktionen, Lager).

Daneben ist eine im Regelwerk verankerte, stärkere Differenzierung von Anforderungen abhängig von der Lage (z. B. Autobahnkreuz, im Zuge der Autobahn, Überführungsbauwerk) und der Höhe der Verkehrsbelastung anzulegen.

Bei der Robustheit gibt es mit Einführung des Eurocodes die Möglichkeit über die Verkehrslasten eine stärkere Differenzierung vorzunehmen. Es wäre beispielsweise denkbar, hoch belastete Brücken mit einem verschärften Verkehrslastmodell des Eurocodes zu berechnen und geringer belastete Brücken mit dem Verkehrslastmodell des derzeit gültigen DIN FB 101:2009 zu betrachten.

Mögliche Verstärkung und Erweiterbarkeit eines Neu- oder Ersatzneubaus stellen eine strategische Entscheidung im Kontext einer Trasse dar. Demnach sollten diese Entscheidungen nicht bei der einzelnen Brücke getroffen werden, sondern im Gesamtzusammenhang mit dem Streckenzug.

Bei Brücken mit großer Verkehrsdichte, schwierigen Randbedingungen und dadurch möglicher hoher Verkehrsbeeinträchtigung könnten Abbruchbetrachtungen im Neubaukonzept als zusätzliche Leistungen standardmäßig verlangt werden. Die Randbedingungen des Abbruchs sind vom Auftraggeber zu definieren.

Wie bei der Technischen Qualität sind bei der Prozessqualität bei sehr exponierten Bauwerken verschärfte Anforderungen durch Fortschreibung der derzeitigen Regelwerke möglich. Durch die vertraglich geschuldete Leistung wird der zu leistende Umfang an Arbeiten definiert. Dieser muss einerseits von den Bauherren im Zuge der Vergabe richtig definiert und andererseits bei der Herstellung auch in vollem Umfang abgefragt werden. Bei der Vergabe sind durch Qualifikationsabfrage die kompetenten Planer für das Bauvorhaben zu finden.

Teile der Steckbriefe, besonders der Ökonomischen und Ökologischen Qualität, sind mit den oben genannten Vorschlägen zur Überarbeitung konstruktive Bausteine und Denkanstöße für Ausführungsplanung, Bau und Unterhalt der Verkehrsinfrastruktur unter ganzheitlichen, nachhaltigen Aspekten.

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Bewertungssysteme für die Nachhaltigkeitsqualität der Straßeninfrastruktur ist zu prüfen, wie der Lebenszyklus eines Bauwerkes in die Nachhaltigkeitsbetrachtung eingebunden werden kann. Durch Definition von Meilensteinen auch in Planungsprozess können gezielt die Interessen der unterschiedlichen Anspruchsgruppen berücksichtigt werden und bereits in frühen Planungsphasen Einfluss auf die Nachhaltigkeitsqualität genommen werden. Dabei kann eine stärkere Trennung der einzelnen Anspruchsgruppen vorteilhaft für die Darstellung der Beurteilung sein.

Die Art der Darstellung der ökologischen Wirkungen ist weiter zu diskutieren. Hier stehen die Ansätze der direkten Darstellung der Umweltwirkung und die Umrechnung in Vermeidungskosten als möglich Varianten im Raum. Bei beiden Varianten wäre es sinnvoll die Emissionen zusätzlich in absoluten Massen darzustellen um eine Einschätzung und Relation der Gesamtauswirkung zu erhalten.

Bei der Darstellung der Ökonomischen Qualität bietet sich neben der Punktbewertung auch eine Darstellung in absoluten Kosten an. Dadurch wird das Verhältnis von direkten zu indirekten Kosten transparenter dargestellt.

4.2 Übertragung in frühe Phasen

Eine Brücke wird im Zuge einer Trasse aus der Notwendigkeit zur Überbrückung eines Hindernisses gebaut. Bei der Erstellung von Trassenvarianten wird die Anzahl der Brücken festgehalten und eventuell die größten Brücken mit ihren Längen und Stützweiten grob skizziert. Für diese frühe Phase werden lediglich grobe Kosten- und Ökologiekennwerte (evtl. aus Nomogramme) für das Variantenstudium und die Diskussion mit der Bevölkerung benötigt.

Der eigentliche Entwurf des Bauwerks und die damit verbundene früheste Phase des Bauwerkentwurfs werden erst nach der Planfeststellung begonnen.

Standort und Geologie sind mit der endgültigen Trasse festgelegt. Lokale Umweltauflagen und notwendige Lärmschutzmaßnahmen werden mit der Planfeststellung fixiert und gehen als zusätzliche Randbedingungen in den Entwurf mit ein. Der Bauherr definiert technische Randbedingungen und Regelungen basierend auf dem Stand der Technik.

Der Entwurfsverfasser hat in dieser Phase die Aufgabe, innerhalb der gesammelten Randbedingungen einen gesamtwirtschaftlich optimalen Entwurf zu finden.

Eine Möglichkeit wäre die Verwendung von drei Kostensäulen:

1. Säule: Ökologische Vermeidungskosten (inkl. Ausgleichsmaßnahmen und Verkehrsbeeinträchtigung),
2. Säule: Herstellungskosten (inkl. Lebenszyklus),
3. Säule: Volkswirtschaftliche Kosten.

Ziel ist es, die Kosten in den jeweiligen Säulen zu minimieren.

Der Vorteil eines Kostenansatzes ist unter anderem die Anwendbarkeit im derzeitigen Recht (siehe Kapitel 3.3 in MAIBACH et al. April/2007).

Bestehende Bewertungen sollten genutzt und mögliche Eingangswerte (z. B. CO₂-Emissionen, volkswirtschaftliche Kosten) stringent durch alle Planungsphasen verwendet werden. Es ist denkbar, Eingangswerte der Ökologie (z. B. CO₂-Verkehrsemissionen) und Ökonomie (z. B. volkswirtschaft-

liche Kosten des Straßenverkehrs) entsprechend des jeweils gültigen BVWP oder der EWS zu übernehmen und weiterzuverwenden. Dadurch wird eine uneinheitliche Bewertungssystematik und Bewertung in verschiedenen Planungsphasen und Detaillierungsstufen vermieden.

In dieser Phase ist es sinnvoll, den Entwurf auf ganzheitliche Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzbarkeit von einem zweiten Beteiligten überprüfen zu lassen.

Der optimierte Entwurf dient als Grundlage für die Ausschreibungsunterlagen.

Die Eingangsparameter für den Entwurf sind zusätzlich auszuweisen um potenziellen Anbietern die Möglichkeit zu einem ganzheitlich besseren Nebenangebot zu geben.

Zusätzlich besteht in der Vergabe die Möglichkeit weitere ausführungsspezifische Bedingungen zu definieren (z. B. emissionsarmer Bagger, zusätzliche Qualitätsanforderungen an das Bauwerk, Qualifikationsanforderungen an die Auftragnehmer).

Anhand der jeweiligen Kosten in den drei Säulen und der Kompetenz des Anbieters kann das Nebenangebot gewertet werden.

Das Vergabeverfahren endet mit der Vergabe und der Definition der Leistung. Die vereinbarten Leistungen der Ausschreibung bzw. dem Nebenangebot werden im Vertrag endgültig definiert.

Während der Ausführungsplanung und der Bauausführung ist der Auftraggeber gefordert, die vertraglich geschuldete Leistung einzufordern.

Mit der Übergabe des Bauwerksbuches, der Abnahme und der Endabrechnung endet die Ausführung und das Brückenbauwerk wird dem Verkehr übergeben.

Zu diesem Zeitpunkt ist die Dokumentation des Produktes (Brücke) nötig. Entsprechend den Vorschlägen im Ausblick kann die Sicherung stattfinden.

5 Literatur

- Arbeitsgruppe Verkehrsplanung – Arbeitsausschuss: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (1997): Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen – EWS. Aktualisierung der RAS-W 86. Hrsg. v. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- Bayerische Staatsbauverwaltung; Staatliches Bauamt Aschaffenburg (Hrsg.): Verlegung der St 2309 bei Miltenberg. Umgehung Miltenberg. 86415 Mering: wekainfoverlaggbh
- BIRN, K.; BOLIK, H.; RIEKEN, P. (Januar/2005): Bundesverkehrswegeplan 2003. Die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik. Schlussbericht zum FE-Vorhaben 96.0790/2003. Hrsg. v. Bau- und Wohnungswesen Bundesministerium für Verkehr
- Bundesanstalt für Straßenwesen: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten. ZTV-ING Kapitel 1: Allgemeines. Dortmund: Verkehrsblatt Verlag Borgmann GmbH & Co KG (Verkehrsblatt-Sammlung, Nr. S. 1056), zuletzt geprüft am 06.12.2011
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Verkehr in Zahlen 2011/2012. Unter Mitarbeit von RADKE, S., Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Hamburg: DVV Media Group GmbH
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2012): Online verfügbar unter <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html>, zuletzt aktualisiert am 21.03.2012, zuletzt geprüft am 05.04.2012
- Deutscher Bauindustrie (Hrsg.): Entwicklung der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte. Online verfügbar unter http://www.bauindustrie.de/media/attachments/baumaterialpreise_2005_7.xls, zuletzt geprüft am 17.01.2011
- HAARDT, P. (2002): Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems für das deutsche Fernstraßennetz Stufe 1 und 2. Schlussbericht von AP-Projekt 99 245. Bundesanstalt für Straßenwesen
- FREIDRICH, R.; BICKEL, P.; GREßMANN, A.; DROSTE FRANKE, B.; RENN, O.; MAIBACH, M.; THÖNE, M. (2007): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Hrsg. v. Umweltbundesamt
- GRAUBNER, C.-A.; FISCHER, O. (2010): Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauprojekte in Hinblick auf Nachhaltigkeit. Schlussbericht. Unter Mitarbeit von KISTNER, V.; MIELECKE, T.; KNAUF, A.; SCHMIDT-THRÖ, G., Heft B 125, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Straßenwesen
- KELLER, M.; WÜTHRICH, Ph.; WITTMER, S.: Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz. Aktualisierung 2000/2005. Hrsg. v. Bundesamt für Raumentwicklung ARE
- KLÖPFFER, W.; GRAHL, B. (2009): Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: Wiley-VCH
- LÜNSER, H. (1998): Ökobilanzen im Brückenbau. Eine umweltbezogene, ganzheitliche Bewertung. Basel: Birkhäuser
- MAIBACH, M.; SIEBER, N.; BERTENRATH, R.; EWRINGMANN, D.; KOCH, L.; THÖNE, M.; BICKEL, P. (April/2007): Praktische Anwendung der Methodenkonvention: Möglichkeiten der Berücksichtigung externer Umweltkosten bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen von öffentlichen Investitionen. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes, FuE Vorhaben Förderkennzeichen 203 14 127. Hrsg. v. Umweltbundesamt. Zürich/Köln
- Max Bögl Bauunternehmung GmbH und Co. KG (Hrsg.): Ortsumgehung Miltenberg. Online verfügbar unter <http://www.max-boegl.de/boeglnet/web/binary.jsp?nodeId=1357&binaryId=1000753&disposition=inline>, zuletzt geprüft am 28.03.2012
- Öko-Institut e. V. (Hrsg.) (2010): Ergebnisdaten aus GEMIS 4.6. Institut für angewandte Ökologie. Online verfügbar unter http://www.oeko.de/service/gemis/files/setup/g46-results_aug2010daten1.xls, zuletzt geprüft am 23.01.2012
- SCHMIDT-THRÖ, G.; FISCHER, O. (2011): Ideenwettbewerb zum ganzheitlichen Entwurf von Straßenbrücken. In: VSVI Bayern, S. 20-21
- Staatliches Bauamt Aschaffenburg (Hrsg.): Mainbrücke Ortsumgehung Miltenberg. Homepage. Online verfügbar unter http://www.stbaab.bayern.de/strassenbau/projekte/Mainbruecke_Orts-umgehung_Miltenberg.php, zuletzt geprüft am 20.01.2011

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Brücken- und Ingenieurbau“

2011

- B 80: Lautsprecheranlagen und akustische Signalisierung in Straßentunneln
Mayer, Reimann, Löwer, Brettschneider, Los € 16,00
- B 81: Quantifizierung der Lebensdauer von Betonbrücken mit den Methoden der Systemanalyse
Müller, Vogel, Neumann € 14,50
- B 82: Verkehrslastmodelle für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand
Freundt, Böning € 16,00
- B 83: Konzeption zur Nachrechnung bestehender Straßenbrücken
Maurer, Kolodziejczyk, Zilch, Dunkelberg € 16,00
- B 84: Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Beton mit dem modifizierten CDF-Verfahren (XF2)
Gehlen, Lowke, Milachowski € 15,00
- B 85: Entwicklung von Verfahren einer zuverlässigkeitsbasierten Bauwerksprüfung
Zilch, Straub, Dier, Fischer € 19,50
- B 86: Untersuchungen an Bauwerken aus hochfesten Beton
Nguyen, Freitag € 13,50

2012

- B 87: Vermeidung von Glättebildung auf Brücken durch die Nutzung von Geothermie
Feldmann, Döring, Hellberg, Kuhnhenne, Pak, Mangerig, Beucher, Hess, Steinauer, Kemper, Scharnigg € 17,00
- B 88: Anpralllasten an Schutzeinrichtungen auf Brücken – Anpassung der DIN-Fachberichte „Stahlbrücken“ und „Verbundbrücken“ an endgültige Eurocodes und nationale Anhänge einschließlich Vergleichsrechnungen
Kuhlmann, Zizza, Günther € 15,50
- B 89: Nachrechnung von Betonbrücken zur Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Bauwerke
Maurer, Heeke, Kiziltan, Kolodziejczyk, Zilch, Dunkelberg, Fitik € 19,50
- B 90: Fugenbewegung an der Ruhrtalbrücke Mintard
Eilers, Quaas, Staack € 14,00

2013

- B 91: Priorisierung und Nachrechnung von Brücken im Bereich der Bundesfernstraßen – Einfluss der Einwirkungen aus Verkehr unter besonderer Berücksichtigung von Restnutzungsdauer und Verkehrsentwicklung
Freundt, Böning € 15,00
- B 92: Kriterien für die Anwendung von unbewehrten Innenschalen für Straßentunnel
Kaundinya € 14,00

B 93: Querkrafttragfähigkeit von Fahrbahnplatten – Anpassung des DIN-Fachberichtes „Betonbrücken“ an die endgültige Eurocodes und nationale Anhänge einschließlich Vergleichsabrechnungen
Hegger, Reißer € 17,50

B 94: Baulicher Brandschutz für Tunnel in offener Bauweise – Rechnerischer Nachweis
Peter, Knief, Schreyer, Piazzola
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 95: Erfahrungen mit selbstverdichtendem und hochfestem Beton im Brücken- und Ingenieurbau an Bundesfernstraßen
Tauscher € 17,00

B 96: Geothermischen Anlagen bei Grund- und Tunnelbauwerken
Adam € 17,00

B 97: Einfluss der veränderten Verkehrsführung bei Ertüchtigungsmaßnahmen auf die Bauwerksbeanspruchungen
Freundt, Böning € 15,00

2014

B 98: Brückenseile – Gegenüberstellung von vollverschlossenen Seilen und Litzenbündelseilen
Friedrich
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 99: Intelligente Brücke – Zuverlässigkeitsbasierte Bewertung von Brückenbauwerken unter Berücksichtigung von Inspektions- und Überwachungsergebnissen
Fischer, Schneider, Thöns, Rücker, Straub
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 100: Roadtraffic Management System (RTMS)
Freundt, Vogt, Böning, Pierson, Ehrle € 15,00

B 101: Adaptive Spannbetonstruktur mit lernfähigem Fuzzy-Regelungssystem
Schnellenbach-Held, Fakhouri, Steiner, Kühn € 18,50

B 102: Adaptive ‚Tube-in-Tube‘-Brücken
Empelmann, Busse, Hamm, Zedler, Girmscheid € 18,00

B 103: Umsetzung des Eurocode 7 bei der Bemessung von Grund- und Tunnelbauwerken
Briebrecher, Städing € 14,00

B 104: Intelligente Brücke – Konzeption eines modular aufgebauten Brückenmodells und Systemanalyse
Borrmann, Fischer, Dori, Wild
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 105: Intelligente Brücke – Machbarkeitsstudie für ein System zur Informationsbereitstellung und ganzheitlichen Bewertung in Echtzeit für Brückenbauwerke
Schnellenbach-Held, Karczewski, Kühn
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 106: Einsatz von Monitoringsystemen zur Bewertung des Schädigungszustands von Brückenbauwerken
Freundt, Vogt, Böning, Michael, Könke, Beinersdorf € 17,00

B 107: Materialeigenschaften von Kunststoffdichtungsbahnen bestehender Straßentunnel
Robertson, Bronstein, Brummermann € 16,00

B 108: Fahrzeug-Rückhaltesysteme auf Brücken
Neumann, Rauert € 18,50

B 109: **Querkrafttragfähigkeit bestehender Spannbetonbrücken**
Hegger, Herbrand € 17,00

B 110: **Intelligente Brücke – Schädigungsrelevante Einwirkungen und Schädigungspotenziale von Brückenbauwerken aus Beton**
Schnellenbach-Held, Peeters, Miedzinski

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 111: **Erarbeitung von Modellen zur Bestimmung der Schadensumfangsentwicklung an Brücken**
Müller € 15,00

2015

B 112: **Nachhaltigkeitsberechnung von feuerverzinkten Stahlbrücken**
Kuhlmann, Maier, Ummenhofer, Zinke, Fischer, Schneider € 14,00

B 113: **Versagen eines Einzelelementes bei Stützkonstruktionen aus Gabionen**

Placzek, Pohl

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 114: **Auswirkungen von Lang-Lkw auf die sicherheitstechnische Ausstattung und den Brandschutz von Straßentunneln**

Mayer, Brennerberger, Großmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 115: **Auswirkungen von Lang-Lkw auf die sicherheitstechnische Ausstattung und den Brandschutz von Straßentunneln**

Mayer, Brennerberger, Großmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 116: **Überwachungskonzepte im Rahmen der tragfähigkeitsrelevanten Verstärkung von Brückenbauwerken aus Beton**

Schnellenbach-Held, Peeters, Brylka, Fickler, Schmidt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 117: **Intelligente Bauwerke – Prototyp zur Ermittlung der Schadens- und Zustandsentwicklung für Elemente des Brückenmodells**

Thöns, Borrmann, Straub, Schneider, Fischer, Bügler

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 118: **Überwachungskonzepte für Bestandsbauwerke aus Beton als Kompensationsmaßnahme zur Sicherstellung von Standortsicherheit und Gebrauchstauglichkeit**

Siegert, Holst, Empelmann, Budelmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 119: **Untersuchungen zum Brandüberschlag in Straßentunneln**

Schmidt, Simon, Guder, Juknat,

Hegemann, Dehn € 16,00

B 120: **Untersuchungen zur Querkrafttragfähigkeit an einem vorgespannten Zweifeldträger**

Maurer, Gleich, Heeke, Zilch, Dunkelberg

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 121: **Zerstörungsfreie Detailuntersuchungen von vorgespannten Brückenplatten unter Verkehr bei der objektbezogenen Schadensanalyse**

Diersch, Taffe, Wöstmann, Kurz, Moryson

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 122: **Gussasphalt mit integrierten Rohrregistern zur Temperierung von Brücken**

Eilers, Friedrich, Quaas, Rogalski, Staeck

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2016

B 123: **Nachrechnung bestehender Stahl- und Verbundbrücken – Restnutzung**

Geißler, Krohn € 15,50

B 124: **Nachrechnung von Betonbrücken – Systematische Datenauswertung nachgerechneter Bauwerke**

Fischer, Lechner, Wild, Müller, Kessner

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 125: **Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit**

Mielecke, Kistner, Graubner, Knauf, Fischer, Schmidt-Thrö

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 126: **Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur**

Mielecke, Graubner, Roth

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 127: **Verstärkung von Stahlbrücken mit Kategorie-2-Schäden**

Kuhlmann, Hubmann € 21,50

B 128: **Verstärkung von Stahlbrücken mit Kategorie-3-Schäden**

Ungermann, Brune, Giese € 21,00

B 129: **Weiterentwicklung von Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Verkehrsinfrastrukturen**

Schmellekamp

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 130: **Intelligente Straßenverkehrsinfrastruktur durch 3D-Modelle und RFID-Tags**

Tulke, Schäfer, Brakowski, Braun

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

B 131: **Pilotstudie zum Bewertungsverfahren Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus**

Schmidt-Thrö, Mielecke, Jungwirth, Graubner, Fischer, Kuhlmann, Hauf

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de