

# Anforderungen an Baustoffe, Bauwerke und Realisierungsprozesse der Straßenfinanzierung im Hinblick auf Nachhaltigkeit

FA 9.179

Forschungsstellen: Life Cycle Engineering Experts GmbH (LCEE), Darmstadt

Technische Universität Darmstadt, Institut für Massivbau (Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner)

Durth Roos Consulting GmbH, Bonn

Schüler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Düsseldorf

Bearbeiter: Mielecke, T. / Graubner, C.-A. / Hess, R. / Ramge, P. / Pola, V. / Caspari, W.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: April 2015

## 1 Zielsetzung

"Nachhaltigkeit" bringt Themenfelder aus Umwelt-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften zusammen. Zielstellung dabei ist es, einen Interessensausgleich zwischen den unterschiedlichen, teilweise widersprüchlichen Vorgaben der verschiedenen Themenstellungen zu erreichen. Dadurch soll eine ganzheitliche Optimierung erreicht werden, die zum Beispiel zu einer Schonung natürlicher Ressourcen, einer Generationengerechtigkeit, einer gesteigerten Lebensqualität und einer positiven wirtschaftlichen Entwicklung beiträgt.

Für das Bauwesen wurden zur Darstellung und Messung der Nachhaltigkeitsqualität unterschiedliche nationale und internationale Instrumente entwickelt. Im Hochbau ist unter anderem 2009 das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) in Deutschland eingeführt worden. Dieses ermöglicht die Abbildung und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität eines Gebäudes. Die Inhalte und Anwendungsregeln des BNB-Systems sind im Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2011 [BMVBS (Hrsg.) 2011] niedergeschrieben.

Für die Straßeninfrastruktur werden seit dem Jahr 2010 in unterschiedlichen Teilprojekten Instrumente für eine Nachhaltigkeitsbewertung der einzelnen Bestandteile, wie zum Beispiel Brücke, Straße und Tunnel, von Straßeninfrastrukturen erstellt. Diese Teilbewertungen liegen zunächst als wissenschaftliche Ausarbeitung bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) vor.

Zielstellung dieses Forschungsprojekts war es, die vorliegenden Forschungsergebnisse aufzugreifen und auf deren Grundlage praxistaugliche Handlungsoptionen zu erarbeiten, die zur Implementierung und Verankerung des Nachhaltigkeitsansatzes in der Praxis beitragen. Die Beschreibung der Handlungsoptionen soll die Straßenbauverwaltungen unterstützen, verschiedene Alternativen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit maßnahmen- und anwendungsorientiert zu bewerten.

## 2 Potenzialanalyse

Zur Ermittlung der Möglichkeiten für die Steigerung der Nachhaltigkeitsqualität wird eine Potenzialanalyse durchgeführt. In dieser werden unterschiedliche Lösungsvarianten für die Herstellung der Bauwerke untersucht. Um den Bereich der möglichen Varianten zu strukturieren, wurde für die Brücken und Tunnel eine Typisierung durchgeführt. Innerhalb der Typen wurden technisch sinnvolle Varianten von Baustoffwahl, Konstruktionsweise und Bauprozess definiert. Für den Bereich Strecke konnte aufgrund der geringeren Abhängigkeiten zwischen Baustoffwahl und Konstruktion ein modularer Aufbau gewählt werden. Hierdurch wird es ermöglicht, nach dem Baukastenprinzip einzelne Maßnahmen zu einer nachhaltigen Strecke zusammenzufügen.

Als Beispiel für die Ausarbeitung der Potenzialanalyse ist die Tabelle 1 angefügt, die für jeweils den Brückentyp 1 (Kleine Brücke/Durchlass) und den Brückentyp 2 (Überführung über eine einbahnige Landstraße oder zweigleisige Bahnstrecke) die Möglichkeiten der Nachhaltigkeitsoptimierung je Kriterium aufzeigt.

Anhand der grün hinterlegten Prozentzahlen ist zu erkennen, wie stark die Nachhaltigkeit in den jeweiligen Kriterien gesteigert werden kann, wenn zum Beispiel verschiedene Konstruktionsweisen für eine Brücke gewählt werden. In Summe kann zum Beispiel durch die Veränderung der Brückenkonstruktion die Ökologische Wirkung beim Brückentyp 1 um 4,03 % verbessert werden.

In der weiteren Ausarbeitung wurden aus den erkannten Optimierungspotenzialen Maßnahmenpakete erstellt, die nachvollziehbar beschreiben, wie die jeweilige Nachhaltigkeitssteigerung umgesetzt werden kann. Ein Beispiel für einen Maßnahmenkatalog ist als Tabelle 2 angefügt. Darin ist beschrieben, welche Vor- und Nachteile die Umsetzung einer speziellen Maßnahme für die Nachhaltigkeitsqualität hat und welche Querbeziehungen bei der Umsetzung beachtet werden müssen.

## 3 Fazit

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen einer Ausführungsplanung Möglichkeiten hinsichtlich der Nachhaltigkeitsoptimierung bestehen. Eine Standardplanung kann dann unter Berücksichtigung der identifizierten Kriterien und Einflussfaktoren durch die angesprochenen Maßnahmen verbessert werden. Dem Anwender wird ermöglicht, die relevanten Stoßrichtungen anhand ihrer Maßnahmen und Potenziale auszuwählen und deren Auswirkung in den übergeordneten Kriterien der ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziale/funktionale Qualität, technische Qualität und Prozessqualität abzuschätzen. Damit besteht eine Grundlage, die Potenziale auf der Ebene der Ausführungsplanung aufzuzeigen und die Einflussnahme vonseiten des Anwenders auf die Nachhaltigkeitsbewertung eines Projekts zu erweitern. Eine Standardplanung kann somit durch gezielte Einflussnahme in den Stoßrichtungen zu einer

nachhaltigeren Planung und damit einem nachhaltigeren Bauwerk angepasst werden.

Die Maßnahmenpakete sind zur einfacheren Kommunikation in den Entwurf des Leitfadens "Nachhaltige Straßeninfrastruktur" übertragen worden.

**Tabelle 1: Ergebnisse der Potenzialanalyse**

Kriterium		Typ 1			Typ 2		
		Konstr.	Baustoff	Bauprozess	Konstr.	Baustoff	Bauprozess
<b>1.</b>	<b>ökologische Qualität</b>	<b>4,03 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,20 %</b>	<b>5,35 %</b>	<b>2,66 %</b>	<b>0,20 %</b>
1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	0,41 %			1,09 %	0,41 %	
1.2	Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	0,35 %					
1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	0,86 %			0,60 %	0,40 %	
1.4	Versauerungspotenzial (AP)	0,58 %			0,60 %	0,35 %	
1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	0,05 %			0,43 %	0,21 %	
1.6	Risiken für die lokale Umwelt						
1.6a	Teil A: Fauna und Flora			0,16 %			0,16 %
1.6b	Teil B: Boden, Wasser und Luft			0,04 %			0,04 %
1.7	sonstige Wirkungen auf die lokale Umwelt						
1.8a	Mehremissionen baubedingt (MBV)						
1.8b	Mehremissionen infolge Linienführung (neu)						
1.9	Nicht erneuerb. Primärenergiebedarf (PEne)	1,65 %			1,50 %	0,79 %	
1.10	Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil (PEe)	0,13 %			0,26 %	0,05 %	
1.11	Wasserbedarf						
1.12	Flächeninanspruchnahme						
1.13	Abfall				0,30 %	0,09 %	
1.14	Ressourcenschonung (neu)				0,58 %	0,36 %	
<b>2.</b>	<b>ökonomische Qualität</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>1,35 %</b>	<b>3,65 %</b>	<b>0,00 %</b>
2.1	direkte Lebenszykluskosten				1,35 %	3,65 %	
2.2	externe Kosten baubedingt						
2.3	externe Kosten streckenbedingt (neu)						
<b>3.</b>	<b>soziale/funktionale Qualität</b>	<b>3,21 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,42 %</b>	<b>0,32 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,42 %</b>
3.1	Schutzgüter: Mensch, Landschaft, Kulturgut						
3.1a	Mensch, Gesundheit, insb. Lärm			0,42 %	0,06 %		0,42 %
3.1b	Landschaft	3,21 %					
3.1c	Kulturgüter und sonstige Sachgüter						
3.2	Komfort				0,26 %		
3.3	Umnutzungsfähigkeit						
3.4	Betriebsoptimierung						
3.5	Sicherheit, Störfallrisiken (Security)						
3.6	Verkehrssicherheit (Safety)						
3.7	Förderziele (neu)						
<b>4.</b>	<b>technische Qualität</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,60 %</b>	<b>1,38 %</b>	<b>0,00 %</b>	<b>0,75 %</b>
4.1	Elektrische und mechanische Einrichtungen				0,50 %		
4.2	Konstruktion, Dauerhaftigkeit, Robustheit			0,60 %	0,68 %		0,75 %
4.3	Betriebsoptimierung				0,20 %		
4.4	Verstärkung und Erweiterbarkeit						
4.5	Rückbaubarkeit						
4.6	Herstellbarkeit (neu)						
<b>5.</b>	<b>Prozessqualität</b>	<b>0,00 %</b>					
5.1	Qualifikation des Planungsteams						
5.2	Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung						
5.3	Baustelle/Bauprozess						
5.4	Qualität der ausführenden Firmen						
5.5	Qualitätssicherung der Bauausführung						

Tabelle 2: Beispiel Maßnahmenkatalog Brücke

<b>Maßnahme</b>	<b>Wahl der Bauart der Übergangskonstruktionen</b> Wahl von Übergangskonstruktionen, die sich aufgrund ihrer Bauart lärm- und erschütterungsmindernd auswirken (zum Beispiel Lamellenübergangskonstruktionen mit aufgeschweißten Rautenblechen).
<b>Vorteil</b>	Verglichen mit Übergangskonstruktion konventioneller Bauart werden bei lärmindernder Bauart der Übergangskonstruktionen die bei der Überfahrt entstehenden Erschütterungen und Geräusche deutlich reduziert. Daraus resultiert sowohl ein Mehrwert für die Nutzer der Brücke (→ angenehmerer Fahrkomfort auf der Brücke) als auch ein Mehrwert für Außenstehende (→ geringere Lärmbelästigung für Anwohner sowie Fauna und Flora). Im Einzelfall kann gegebenenfalls auf zusätzliche Lärm-Schutzmaßnahmen verzichtet werden.
<b>Nachteil</b>	Verglichen mit Übergangskonstruktionen ohne lärmindernde Eigenschaften können höhere Kosten für Ersterstellung und Austausch während der Nutzungsphase entstehen. Im Einzelfall können aufgrund eines höheren Materialverbrauchs höhere Umweltwirkungen entstehen.
<b>Querverweis</b>	Diese Maßnahme ist nur bei Bauwerken anwendbar, die planmäßig Übergangskonstruktionen enthalten. Die lärmschutztechnischen Anforderungen sind dem Lärmschutzgutachten (liegt entweder gesondert vor oder erfolgt mit der Umweltverträglichkeitsprüfung) zu entnehmen. Die Umsetzung der Maßnahme beeinflusst LCA und LCC.
<b>Umsetzungsempfehlung</b>	Sofern Lärmschutz erforderlich ist, rechtfertigen die Vorteile lärmindernder Übergangskonstruktionen die höheren Kosten und sind daher einzusetzen.