



Brandenburger Leitfaden

„Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RC-Baustoffen im Vergleich zur Verwendung von Naturmaterial“

Steigerung der Ressourceneffizienz
des Recyclings von mineralischen
Bau- und Abbruchabfällen

Ein Projekt des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des
Landes Brandenburg

Potsdam, 14. März 2019

Impressum

Auftraggeber:

Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MLUL)
Henning-von-Tresckow-Str. 2-13 (Haus S)
14467 Potsdam

Bearbeitung:

uve GmbH für Managementberatung, Berlin
BTU Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg, Cottbus

Autoren:

Dr. Michael Meetz
uve GmbH für Managementberatung

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Angelika Mettke
BTU Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg

Fachliche Begleitung:

Die Autoren bedanken sich bei den an den Plenumsveranstaltungen in Potsdam beteiligten Akteuren für ihre konstruktiven Hinweise.

Wertvolle Hinweise und fachliche Anregungen verdanken die Autoren den direkten Ansprechpartnern:

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Schultz-Sternberg, Abfalltechnik Referat T 16, Abfallwirtschaft Landesamt für Umwelt Brandenburg

Dr. Bernard Wronski, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Referat 52 – Abfallwirtschaft

Potsdam, 14. März 2019

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einführung	5
1.1 Ziel des Leitfadens	5
1.2 Definitionen Wirtschaftlichkeit, Kosten und Nutzen	7
2 Verfahren für Wirtschaftlichkeitsvergleiche	9
2.1 Methoden für Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen RC-Baustoffen und Naturmaterialien im Überblick	9
2.2 Kostenvergleichsrechnung (Monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)	12
2.3 Kapitalwertmethode (Monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)	15
2.4 Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) (Monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)	15
2.5 Nutzwertanalyse (NWA) (Nicht-monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)	17
2.6 Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) (Mischform monetärer und nicht-monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)	19
3 Rechenbeispiel und Vergleich der Verfahren NWA und KWA	21
4 Zusammenfassung	24
Literaturverzeichnis	27
Anhangverzeichnis	28
Anhang 1: Kostengruppen gemäß DIN 276:2018-12 Kosten im Bauwesen	29
Anhang 2 Berechnung des Kapitalwertes	30
Anhang 3 Beispiel für ein eingeschränktes Zielsystem für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen und von Naturmaterialien	31
Anhang 4: Beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC- Gesteinskörnungen (RC-GK) zur Herstellung von Beton im Hochbau	32
Anhang 5: Beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Baustoffen im Tiefbau	33
Anhang 6: Beispiel für ein Zielsystem mit Gewichtungen und Punkte-Bewertungen im Rahmen einer NWA ...	34
Anhang 7: Beispiel für eine Kosten-Wirksamkeitsmatrix	35

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Monetäre und nicht-monetäre Bewertungsverfahren im Rahmen einzelwirtschaftlicher und gesamtwirtschaftlicher Betrachtungen

Abb. 2.2: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm

Abb. 3.1: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm für das Rechenbeispiel

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.3.1: Beispiel für die zweistufige Berechnung des Nutzwertes

Tabelle 4.3.2: Beispiel für die Berechnung des Gesamt-Nutzwertes

Abkürzungsverzeichnis

AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung
BbgAbfBodG	Brandenburgisches Abfall- und Bodenschutzgesetz
BMF	Bundesministerium der Finanzen
GewAbfV	Gewerbeabfallverordnung
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KWA	Kosten-Wirksamkeits-Analyse
LHO	Landeshaushaltsordnung
MdF	Ministerium der Finanzen Land Brandenburg
MLUL	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg
NWA	Nutzwertanalyse
RC-Baustoffe	Recycling-Baustoffe
VV	Verwaltungsvorschrift
VV LHO	Verwaltungsvorschriften zur Landeshaushaltsordnung des Landes Brandenburg

1 Einführung

1.1 Ziel des Leitfadens

Mit dem Leitfaden Wirtschaftlichkeit wird das Ziel verfolgt, den bevorzugten Einsatz von RC-Baustoffen bei öffentlichen Ausschreibungen zu unterstützen und den ausschreibenden öffentlichen Stellen für die Ausschreibung eine Hilfestellung an die Hand zu geben, die Priorität für den Einsatz von RC-Baustoffen zu begründen.¹ Der Leitfaden richtet sich auch an private Bauherren, die RC-Baustoffe einsetzen wollen und an deren Planer. Bauherren und Planer sollen unter Zuhilfenahme des Leitfadens befähigt werden, die Verwendung von gütegesicherten RC-Baustoffen unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen mit der Verwendung von Naturmaterial wirtschaftlich zu vergleichen.

Der Leitfaden Wirtschaftlichkeit steht nicht allein, sondern ist in Ergänzung zu den bereits erschienenen Brandenburger Leitfäden „Ausschreibungen“² und „Qualitätssicherung für RC-Baustoffe“³ zu sehen.

Das Brandenburgische Abfall- und Bodenschutzgesetz, §27 schreibt für öffentliche Auftraggeber insbesondere im Beschaffungs- und Auftragswesen vor, solchen Erzeugnissen den Vorzug zu geben, die in abfallarmen und rohstoffschonenden Produktionsverfahren, aus Abfällen, sekundären oder nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind⁴. Von dieser „Soll“-Regelung darf nur in atypischen Einzelfällen abgewichen werden, die zu begründen sind.

Die Steigerung der Ressourceneffizienz wie auch der Primärenergieverbrauch und der Klimaschutz werden in Zukunft weiter an gesellschaftlicher Bedeutung gewinnen und öffentliche Entscheidungsträger veranlassen, im Beschaffungs- und Auftragswesen die externen Kosten und Nutzen solcher Maßnahmen explizit zu berücksichtigen. Dies kann den Stellenwert von gesamtwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsvergleichen weiter stärken und dazu führen, dass auch auf Grundlage von Wirtschaftlichkeitsvergleichen die Vorteile des Einsatzes von RC-Baustoffen sichtbar werden, um bei geeigneten Bauvorhaben einen verstärkten Einsatz RC-Baustoffe zu gewährleisten.

¹ Die Zulässigkeit einer Begünstigung des Einsatzes von RC-Baustoffen bei öffentlichen Ausschreibungen ist im Brandenburger Leitfaden Ausschreibungen, Hrsg. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Potsdam 2017 ausführlich beschrieben. Vgl. hierzu <https://mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.482191.de?highlight>

² Brandenburger Leitfaden „Ausschreibungen“, ebenda

³ Brandenburger Leitfaden „Qualitätssicherung für RC-Baustoffe“, Hrsg. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Potsdam 2018. Vgl. <https://mlul.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/Leitfaden-Qualitaetsicherung-RC-Baustoffe.pdf>

⁴ Vgl. § 27, Abs. 2, Brandenburgisches Abfall- und Bodenschutzgesetz (BbgAbfBodG) vom 6. Juni 1997, zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 7 des Gesetzes vom 25. Januar 2016

Der Leitfaden Wirtschaftlichkeit soll der Vorbereitung einer Ausschreibung dienen. Für alle finanzwirksamen Maßnahmen sind nach der Landeshaushaltsordnung des Landes Brandenburg (LHO)⁵ § 7 „Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit, Kosten- und Leistungsrechnung“ Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen vorgeschrieben. Auf Grund des § 5 der LHO wurden Verwaltungsvorschriften zur LHO erlassen (VV-LHO).⁶ In Nr. 2.5 der VV-LHO zu § 7 LHO wird festgelegt, dass für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen die gesondert veröffentlichte Anlage zu Nr. 2.5 „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“⁷ anzuwenden ist. Die novellierte Fassung dieser Anlage ist am 1. Januar 2016 in Kraft getreten und liegt diesem Leitfaden zugrunde.

Die VV-LHO unterscheiden zwischen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen als Planungsinstrument und als Instrument zur Erfolgskontrolle. Der vorliegende Leitfaden betrifft Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen als Planungsinstrument. Dabei bilden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sowohl die Grundlage für die Entscheidung, „ob“ eine Maßnahme durchgeführt werden soll als auch, „wie“ eine Maßnahme realisiert wird.⁸

Ziel dieses Leitfadens ist ausschließlich die Unterstützung des Entscheidungsprozesses, wie eine Maßnahme durchgeführt werden soll. Es geht hierbei ausschließlich um die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RC-Baustoffe im Vergleich zum Einsatz von Naturstoffen und um die Wirtschaftlichkeit des Rückbaus⁹ im Vergleich zum konventionellen Abbruch. Der inhaltliche Betrachtungsumfang einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und die mögliche Einschränkung auf das „Wie“ werden im Kapitel 2.2 „Angemessenheit“ der Anlage zu Nr. 2.5 des VV-LHO zu § 7 erläutert.¹⁰ Im Kapitel 3.4 „Relevante Handlungsalternativen“ der Anlage wird festgelegt, dass die wirtschaftlichste Handlungsalternative als Entscheidungsvorschlag zu unterbreiten ist.¹¹

Der vorliegende Leitfaden berücksichtigt für den Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen und Naturmaterial bzw. zwischen dem Rückbau und dem konventionellen Abbruch die Vorgaben der vorgenannten Anlage.

Der Leitfaden Wirtschaftlichkeit soll den Bauherren bzw. Planer auch dabei unterstützen, Preise und Leistungen bzw. Kosten und Nutzen beim Vergleich verschiedener Varianten der Bau- und Rückbauausführung zu berücksichtigen, um die wirtschaftlich geeignetste Lösung für den Einsatz von Recycling-Baustoffen (RC-Baustoffen) zu finden.

⁵ Landeshaushaltsordnung (LHO) des Landes Brandenburg In der Fassung der Bekanntmachung vom 21. April 1999 (GVBl I/99, [Nr. 07], S.106)

⁶ Verwaltungsvorschriften zur Landeshaushaltsordnung (VV-LHO), geändert durch Erlass des MdF vom 6. Februar 2011 (ABl./11, [Nr. 11], S.490)

⁷ Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 4

⁸ Vgl. ebenda, Kapitel 2.1, Seite 4

⁹ Der Begriff „Rückbau“ wird in diesem Leitfaden im Sinne des verwertungsorientierten Rückbaus verwendet.

¹⁰ Vgl. ebenda, Seite 4

¹¹ Vgl. ebenda, Seite 12.

Mit dem Leitfaden wird ein Unterstützungswerkzeug für die wirtschaftliche Entscheidungsfindung bei Neu- und Umbaumaßnahmen sowie bei Sanierungen im Vergleich zum Einsatz von Naturmaterialien bereitgestellt. Das Werkzeug soll Entscheidungen unterstützen, indem es Transparenz schafft über:

- den Entscheidungsumfang
- den Vergleich der finanziellen Auswirkungen der Entscheidungsalternativen
- den Vergleich der nicht finanziellen Auswirkungen auf einzelwirtschaftlicher Ebene, z.B. Bauzeit, Qualität, Design
- den Vergleich der nicht finanziellen Auswirkungen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene, z.B. Ressourcen- und Umweltschutz
- die Abhängigkeiten des Entscheidungsvorschlages von Annahmen und Rahmenbedingungen

Für die Entscheidungsfindung zwischen RC-Baustoffen und Naturmaterial werden die Planungs- und Herstellkosten herangezogen. Für die Wirtschaftlichkeitsvergleiche nach diesem Leitfaden werden nur solche Kosten- und Nutzenfaktoren berücksichtigt, die beim Einsatz von RC-Baustoffen im Vergleich zu Naturmaterialien unterschiedlich sein können. Dieser Leitfaden stellt nur auf die für den Wirtschaftlichkeitsvergleich relevanten Kosten- und Nutzenfaktoren ab, um die Entscheidungsträger zu motivieren, Kosten und Nutzen bei ihrer Entscheidung über die wirtschaftlichste Ausführungsvariante zu berücksichtigen.

Dieses Vorgehen ist für eine Grundsatzentscheidung, ob beispielsweise ein Bauwerk errichtet werden soll oder nicht, nicht vorgesehen, da hierbei auch die Lebenszykluskosten berechnet werden müssten, zu denen außerdem die Nutzungs-, Erneuerungs- und Abbruchkosten gehören. Eine Berechnung der Lebenszykluskosten für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von RC-Baustoffen vs. Naturmaterialien würde den Aufwand hierfür wiederum erheblich komplizieren, ohne den Aussagewert zu erhöhen.¹²

Der Leitfaden behandelt Wirtschaftlichkeitsvergleiche für private und öffentliche Bauherren. Für private Bauherren werden einzelwirtschaftlich orientierte Verfahren für Wirtschaftlichkeitsvergleiche betrachtet und für öffentliche Bauherren gesamtwirtschaftlich orientierte Verfahren.

1.2 Definitionen Wirtschaftlichkeit, Kosten und Nutzen

Wirtschaftlichkeit:

¹²Die Beschränkung der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung auf die jeweils relevanten Aspekte wird unter dem Gesichtspunkt „Wirtschaftlichkeit der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung“ im Amtsblatt 40, a.a.O. Kapitel 2.2 „Angemessenheit“ festgelegt.

Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit umfasst das Sparsamkeitsprinzip (Minimumprinzip) und das Ergiebigkeitsprinzip (Maximumprinzip).¹³ In diesem Leitfaden wird **Wirtschaftlichkeit im Sinne des Minimumprinzips** verstanden, d.h. ein vorgegebenes Ergebnis (z.B. Bau eines Gebäudes) soll mit geringstmöglicher Mittelleistung erreicht werden. Bei der Entscheidungsfindung werden die Kosten und Nutzen alternativer Wege zur Zielerreichung, also z.B. alternativ eingesetzte Baumaterialien, miteinander verglichen.

Kosten:

Die DIN 276 definiert Kosten im Bauwesen als „Aufwendungen, insbesondere für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben, die mit der Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten verbunden sind.“¹⁴ Diese Definition weicht von der betriebswirtschaftlichen Definition des Kostenbegriffes ab, sie wird diesem Leitfaden unter Bezug auf die DIN 276 zugrunde gelegt. Im Sinne der DIN 276 werden Kosten als Aufwendungen verstanden, die auf der Bauherrenseite anfallen, um das Bauprojekt zu realisieren. Wenn im Nachfolgenden von Kosten die Rede ist, so wird von der Betrachtung aus Sicht des Bauherrn ausgegangen.

Stufen der Kostenermittlung:

Kostenschätzungen und Kostenrechnungen begleiten die Baumaßnahmen von der Vorplanung bis zur Überwachung und Dokumentation. Die DIN 276 unterscheidet sechs Stufen der Kostenermittlung:¹⁵

1. Der Kostenrahmen dient „als eine Grundlage für die Entscheidung über die Bedarfsplanung (siehe Leistungsphasen nach HOAI) sowie für grundsätzliche Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsüberlegungen und zur Festlegung der Kostenvorgabe.“
2. Die Kostenschätzung basiert auf den Ergebnissen der Vorplanung. Die Kostenschätzung stellt eine Grundlage bei der Entscheidung über die Weiterführung der Vorplanung zur Entwurfsplanung dar.
3. Bei der Kostenberechnung werden die „Kosten auf der Grundlage der Entwurfsplanung“ nach DIN 276 Kosten im Bauwesen ermittelt. Die Kosten aus der Kostenschätzung werden auf die Bauelemente aufgeteilt.
4. Der Kostenvoranschlag ist die kaufmännische Vorkalkulation der Kosten auf der Grundlage der Ausführungsplanung und Vorbereitung der Vergabe.
5. Der Kostenanschlag erfolgt auf der Grundlage der Vergabe und Ausführung.

¹³ Vgl. Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Seite 3.

¹⁴ DIN 276: 2018-12, Kosten im Bauwesen, Die DIN 276:2018-12 wurde im Dezember 2018 veröffentlicht und ersetzt die bisherigen DIN 276-1:2008-12, DIN 276-4:2009-08 und DIN 277-3:2005-04.

¹⁵ Vgl. DIN 276: 2018-12, a.a.O. Die neue Norm- DIN 276: 2018-12 gilt für die Kostenplanung im Bauwesen, insbesondere für die Ermittlung und die Gliederung von Kosten. Die Kostengruppen 300 (Bauwerk – Baukonstruktionen) und 400 (Bauwerk – Technische Anlagen) wurden so überarbeitet, dass eine einheitliche Kostengliederung für Hochbauten, Ingenieurbauten und Infrastrukturanlagen vorliegt.

6. Bei der Kostenfeststellung werden die tatsächlich entstandenen Kosten ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen des Einsatzes von RC-Baustoffen im Vergleich zu Naturmaterialien nach diesem Leitfadens sollten idealer Weise auf der dritten Stufe der Kostenberechnungen erfolgen.

Nutzen:

Der Nutzen ist das Maß für die Fähigkeit von Gütern, Bedürfnisse zu befriedigen.

Ausschlusskriterien

Jede Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und jede Bewertung zum Einsatz von RC-Baustoffen im Vergleich zu Naturmaterialien müssen damit beginnen, Ausschlusskriterien bzw. Regel- oder Mindestanforderungen zu prüfen. Eine Ausführungsvariante, die die eine Mindestanforderung an die bautechnische Eignung der Materialien und/oder an die Umweltverträglichkeit nicht erfüllt, ist nicht akzeptabel. Auf dieser Stufe ist eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung daher zwecklos und sollte erst gar nicht gestartet werden.¹⁶

Sofern keine Ausschlussgründe bestehen, sollte festgelegt werden, welche Art der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für das geplante Vorhaben angemessen und geeignet ist (vgl. Kapitel 2).

2 Verfahren für Wirtschaftlichkeitsvergleiche

2.1 Methoden für Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen RC-Baustoffen und Naturmaterialien im Überblick

Um den Leitfadens mit geringem Aufwand anwenden zu können, werden die Wirtschaftlichkeitsvergleiche auf diejenigen Kosten- und Nutzenfaktoren beschränkt, die beim Einsatz von RC-Baustoffen im Vergleich zu Naturmaterialien unterschiedlich sein können. Bei der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen der zu vergleichenden Ausführungsvarianten müssen deshalb nur die Kosten- und Nutzenpositionen berücksichtigt werden, die bei den zu vergleichenden Ausführungsvarianten unterschiedlich sind. Dieses Vorgehen entspricht der Forderung nach „Wirtschaftlichkeit der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung“, die in der Anlage zur VV zu § 7 LHO festgelegt ist.¹⁷

Einzelwirtschaftliche Betrachtung

Einzelwirtschaftliche Verfahren berücksichtigen nur die unmittelbar beim Bauherrn entstehenden Kosten und Nutzen des Bauwerks. Die Kosten für die Errichtung, Umbau oder Abbruch/Rückbau

¹⁶ Vgl. Amtsblatt 40, a.a.O., Kapitel 3.4 Relevante Handlungsalternativen, S. 12

¹⁷ Vgl. Amtsblatt 40, a.a.O., Kapitel 2.2 Angemessenheit, S. 4. Im Kapitel 2.6 auf S. 6: steht: „Bei der Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen ist die nach den Erfordernissen des Einzelfalls einfachste und wirtschaftlichste Methode anzuwenden (vgl. VV Nr. 2.3.1 zu § 7 LHO)“.

eines Bauwerkes entstehen unmittelbar in Euro und lassen sich problemlos in Geldeinheiten bewerten. Das Gleiche gilt auf der Nutzenseite z. B. für Mieteinnahmen. Es handelt sich dabei um direkt monetär messbare Kosten und Nutzen (direkte Kosten/Nutzen). In diesem Leitfaden werden als einzelwirtschaftliche Verfahren betrachtet:

- Kostenvergleichsrechnung (vgl. Kapitel 2.2)
- Kapitalwertmethode (vgl. Kapitel 2.3).

Es gibt aus einzelwirtschaftlicher Sicht auch primär nicht monetär messbare Kosten und Nutzen (indirekte Kosten/Nutzen), wie z.B. Bauzeit, Qualität und Design. Um nicht monetäre Kosten und Nutzen im Rahmen der einzelwirtschaftlichen Betrachtung zu berücksichtigen, ist die Ergänzung der monetären Bewertung durch die nicht-monetäre Nutzwertanalyse möglich. Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen und Naturmaterialien ist es bei einzelwirtschaftlicher Betrachtung nicht notwendig, zusätzlich eine Nutzwertanalyse durchzuführen, da zwischen den beiden Varianten aus einzelwirtschaftlicher Sicht keine erheblichen Unterschiede bei den nicht monetär messbaren Kosten und Nutzen zu erwarten sind.

Gesamtwirtschaftliche Betrachtung

Der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung muss grundsätzlich die Interessenslage des Landes Brandenburg zugrunde liegen.¹⁸ § 27 BbgAbfBodG¹⁹ gibt öffentlichen Auftraggebern im Land Brandenburg vor, umweltschonenden Erzeugnissen, z.B. RC-Baustoffen, den Vorzug zu geben. Für die gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bei öffentlichen Baumaßnahmen müssen deshalb zusätzlich zu den direkt monetär erfassbaren Kosten und Nutzen Aspekte des Gemeinwohls und des Umweltschutzes bewertet werden. Dies betrifft z.B. den Verbrauch natürlicher Ressourcen, die Flächeninanspruchnahme für den Abbau und die Luftbelastung durch den Transport der Baumaterialien, die zwar durch die Baumaßnahme entstehen, aber nicht unmittelbar den Bauherren selbst betreffen, sondern die Allgemeinheit oder Dritte. Diese werden auch externe Kosten und Nutzen bzw. externe Effekte genannt. Die externen Effekte sind beim Einsatz von RC-Baustoffen und von Naturmaterialien unterschiedlich und müssen bei Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht berücksichtigt werden.

Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Wege, um nicht direkt in Geldeinheiten messbare Wirkungen in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen einzubeziehen:²⁰

¹⁸ Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 5.

¹⁹ Brandenburgisches Abfall- und Bodenschutzgesetz (BbgAbfBodG) vom 6.6.1997, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 7 des Gesetzes vom 25. 1. 2016

²⁰ Vgl. zur Gegenüberstellung der drei Verfahren KNA, NWA und KWA: Konzept zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung des Abbruchs und der Aufbereitung von Mauerwerk, Dissertation von Tristan Herbst, Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 2015

- Erstens können primär nicht-monetäre Wirkungen durch Hilfsannahmen und -rechnungen monetarisiert und mit den Kosten saldiert werden. Das ist die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA), die im Kapitel 2.4 behandelt wird.
- Der zweite Weg ist die Nutzwertanalyse (NWA). Zur Bewertung der primär nicht-monetären Wirkungen werden auf der Grundlage von Bewertungsfunktionen und Zielgewichtungen Bewertungspunkte ermittelt. Die Ergebnisse der nicht-monetären Bewertung werden in einem weiteren Schritt mit den Ergebnissen der monetären Bewertung zusammengefasst, vgl. Kapitel 2.5.
- Der dritte Weg ist die Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA), bei der für die nicht direkt monetär erfassbaren Wirkungen wie bei der Nutzwertanalyse Bewertungspunkte ermittelt werden, die in einem Diagramm den direkten Kosten/Nutzen gegenübergestellt werden (siehe Kapitel 2.6). Dieses Prinzip der KWA liegt auch der Ökoeffizienzanalyse zugrunde, die Handlungsalternativen nach ökonomischen und ökologischen Kriterien bewertet.²¹

Alle drei Bewertungswege zielen darauf ab, die insgesamt wirtschaftlichste und nicht die billigste Alternative auszuwählen. Für die Bewertung des Einsatzes von RC-Baustoffen im Vergleich zum Einsatz von Naturstoffen bedeutet die Anwendung einer KNA, NWA bzw. KWA, dass in einem integrierten Bewertungsverfahren sowohl die Kosten als auch der Verbrauch knapper natürlicher Ressourcen und die Umweltwirkungen einbezogen werden.

In der nachfolgenden Abbildung 2.1 sind monetäre und nicht monetäre Bewertungsverfahren sowie eine Mischform mit sowohl monetärer als auch nicht-monetärer Bewertung aufgeführt.

Verfahren	Einzelwirtschaftliche Betrachtung	Gesamtwirtschaftliche Betrachtung
Monetäre Bewertung	Kostenvergleichsrechnung (KVR) Kapitalwertmethode (KWM)	Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)
Nicht-monetäre Bewertung	Nutzwert-Analyse (NWA) Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)	Nutzwertanalyse im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)

Abb. 2.1: Monetäre und nicht-monetäre Bewertungsverfahren im Rahmen einzelwirtschaftlicher und gesamtwirtschaftlicher Betrachtungen²²

²¹ Vgl. zu Ökoeffizienzanalysen die Vorgaben in der DIN EN ISO 14045 (Umweltmanagement / Ökoeffizienzbewertung von Produktsystemen – Prinzipien, Anforderungen und Leitlinien).

²² Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Kapitel 2.6, Seite 6 „Überblick über Methoden“

Die Bewertungsverfahren gemäß Abb. 2.1 werden nachfolgend beschrieben und deren Hauptanwendungsfälle sowie deren Vor- und Nachteile vorgestellt.

2.2 Kostenvergleichsrechnung (Monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)

Die Kostenvergleichsrechnung ist eine rein monetäre statische Rechnung und wird ohne Berücksichtigung von Zinseszinsen durchgeführt. Die Kostenvergleichsrechnung vergleicht die Kosten, ggfs. reduziert um entstehende Erlöse der zu prüfenden Alternativen.

Nach der Anlage zu Nr. 2.5 des VV-LHO zu § 7 gehören zu einer Kostenvergleichsrechnung die Ermittlung der jährlichen Betriebskosten (Personal, Material, Energie) und die jährlichen Investitionskosten (Abschreibungen). Für die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RC-Baustoffen im Vergleich zur Verwendung von Naturmaterial kann davon ausgegangen werden, dass die Betriebskosten bei beiden Alternativen gleich sind. Betriebskosten werden deshalb hier nicht berücksichtigt. Die „Kosten“ sind nach DIN 276 als „Aufwendungen für Güter, Leistungen und Abgaben, die für die Planung und Ausführung von Baumaßnahmen erforderlich sind“ definiert (vgl. Kapitel 1.2). Deshalb basiert der Wirtschaftlichkeitsvergleich auf den Gesamtaufwendungen für die Herstellung des Bauwerkes. Eine Umrechnung der Investition in jährliche Abschreibungen kann entfallen.

Die Kosten für die zu vergleichenden Alternativen errechnen sich aus der Addition der Kosten, die für die einzelnen Kostenelemente berechnet bzw. geschätzt werden. Die Kosten sollen ausführungsorientiert gegliedert werden (vgl. Kapitel 1.2 Stufen der Kostenermittlung). Da es um den Kostenvergleich zweier Ausführungsvarianten geht, müssen nur die Kostengruppen erfasst werden, für die Kostenunterschiede zwischen den Ausführungsvarianten bestehen. Für Neubaumaßnahmen sind das meistens Kostenelemente aus der Kostengruppe 300 Bauwerk – Baukonstruktionen²³. Die Kostenelemente sind in den Positionen, die für den Einsatz von RC-Baustoffen relevant sind, bis auf die Preise der eingesetzten Materialien zu gliedern. Für den Kostenvergleich zwischen Umbaumaßnahmen sowie zwischen Rückbau und konventionellen Abbruch ist die Kostengruppe 200 Vorbereitende Maßnahmen zusätzlich relevant. Es wird empfohlen, den Gliederungsrahmen gemäß DIN 276: 2018-12²⁴ auf die Gegebenheiten des jeweiligen Einzelprojektes, für das der Wirtschaftlichkeitsvergleich durchgeführt wird, anzupassen.

In der neuen DIN 276:2018-12 Kosten im Bauwesen – wurden die Kostengruppen 300 und 400 so überarbeitet, dass eine einheitliche Kostengliederung für Hochbauten, Ingenieurbauten und Infrastrukturanlagen vorliegt.²⁵

²³ Eine auszugsweise Gliederung der Kostenhauptgruppen gemäß DIN 276: 2018-12 ist diesem Leitfaden als Anhang 1 beigelegt.

²⁴ DIN 276: 2018-12, a.a.O.

²⁵ Vgl. DIN 276:2018-12, a.a.O., Seite 3.

Der statische Kostenvergleich der Aufwendungen für die Planung und Bauausführung beim Einsatz von RC-Baustoffen einerseits und von Naturmaterial andererseits besteht aus der Addition der Kosten für die einzelnen Kostenelemente. Die Auszahlungen erfolgen beim Einsatz von RC-Baustoffen in der Regel zum gleichen Zeitpunkt wie beim Einsatz von Naturmaterial. Ebenso werden die Bauzeiten und die Nutzungsdauer beim Einsatz von RC-Baustoffen oder Naturmaterial als gleich angesetzt. Somit werden weder Zinseszinsen noch Zinsen für das gebundene Kapital berücksichtigt. Die Berechnungen berücksichtigen nur den Aufwand der einmaligen Investition. Unter diesen Aspekten ist die statische Kostenvergleichsrechnung, bei der Zinseszinsen nicht berücksichtigt werden, bei einer einzelwirtschaftlichen Betrachtung für den Wirtschaftlichkeitsvergleich geeignet.

Für die gesamtwirtschaftliche Betrachtung steht in der Anlage zur VV 2.5 zu § 7 LHO, dass für Maßnahmen mit nur geringen und damit zu vernachlässigendem gesamtwirtschaftlichem Nutzen und Kosten grundsätzlich die finanzmathematischen Methoden der Investitionsrechnung zu verwenden sind. Kostenvergleichsrechnungen sind geeignet für Maßnahmen mit geringer finanzieller Bedeutung und können dann auch bei einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung durchgeführt werden.²⁶

Bei Wirtschaftlichkeitsvergleichen zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen einerseits und von Naturmaterialien andererseits sind aber meistens erhebliche Unterschiede des gesamtwirtschaftlichen Nutzens zu erwarten. Die zu untersuchenden Varianten sind eben nicht leistungsgleich. Ausschließliche Kostenvergleichsrechnungen sind deshalb in der Regel für einen gesamtwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsvergleich nicht ausreichend. Nicht direkt in Geldeinheiten entstehende Wirkungen, wie z.B. der Verbrauch natürlicher Ressourcen werden nicht berücksichtigt. Die alleinige Kostenvergleichsrechnung ist auf die „billigste“ und nicht auf die aus gesamtwirtschaftlicher Sicht „wirtschaftlichste“ Alternative ausgerichtet.

Die Methodik der Kostenvergleichsrechnung ist dennoch für den gesamtwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsvergleich relevant, weil die Ergebnisse für die Kosten-Nutzen-Analyse (vgl. Kapitel 2.4) sowie auch für die Nutzwertanalyse (vgl. Kapitel 2.5) und für die Kosten-Wirksamkeits-Analyse (vgl. Kapitel 2.6) weiterverwendet werden können.

Im Förderschwerpunkt „Forschung für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement (REFINA) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ist ein Excel basiertes Instrument für Kostenvergleichsrechnungen entwickelt worden, mit dem die zu erwartenden Kosten eines konventionellen Abbruchs mit den Kosten eines Rückbaus verglichen werden.²⁷ Das Programm ist im Internet frei verfügbar.²⁸

²⁶ Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Seite 15.

²⁷ Dieses Excel basierte Instrument wird im Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden detailliert beschrieben; vgl. https://mlul.brandenburg.de/media_fast/4055/Leitfaden_selektiver_Rueckbau.pdf, aufgerufen am 2.10.2018

²⁸ Vgl. <https://refina-info.de/de/produkte/index0efc.html?productid=55>, aufgerufen am 2.10.2018

2.3 Kapitalwertmethode (Monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)

Die Kapitalwertmethode ist ein rein monetäres „dynamisches“ Verfahren, welches im Gegensatz zur Kostenvergleichsrechnung die unterschiedlichen Zeitpunkte der Ein- und Auszahlungen berücksichtigt. Unterschiedliche Zahlungsströme werden durch Berechnung von Zinseszinsen auf einen Zeitpunkt normiert. Entsprechend der Anlage zu Nr. 2.5 VV-LHO zu § 7 ist die Kapitalwertmethode anzuwenden, wenn

- die Einnahmen und Ausgaben zu mehreren unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen
- die Zahlungsströme bei betrachteten Alternativen unterschiedlich hoch sind
- mehrjährige Betrachtungen vorgenommen werden

Beim Vergleich des Einsatzes von RC-Baustoffen und von Naturstoffen ist von einer gleichen Nutzungsdauer der Bauwerke auszugehen. Beide Bauwerke haben nach dem Ablauf der Nutzungsdauer den gleichen Restwert. Gleich sind außerdem die Folgekosten, z.B. die Kosten der laufenden Unterhaltung der Bauwerke.

Für den Kostenvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen und Naturmaterial ist deshalb im Normalfall keine Anwendung der Kapitalwertmethode erforderlich. Die rechnerisch einfachere statische Kostenvergleichsrechnung (vgl. Kapitel 2.2) führt unter obigen Voraussetzungen zum gleichen Ergebnis. Die Alternative, die sich bei einer Kostenvergleichsrechnung als vorteilhaft erweist, ist bei den obigen Rahmenbedingungen auch bei Anwendung der Kapitalwertmethode wirtschaftlicher.

Deshalb wird an dieser Stelle der detaillierte Rechenweg der Kapitalwertmethode nicht dargestellt. Der Weg zur Berechnung der Kapitalwerte für den Einsatz von RC-Material und von Naturmaterial unter Berücksichtigung von Zinseszinsen einschließlich der Festlegung des Diskontierungssatzes wird in Anhang 2 dieses Leitfadens erläutert. Ausführlich ist das Rechenverfahren nach der Kapitalwertmethode außerdem im Anhang zu Nr. 2.5 VV-LHO zu § 7 beschrieben.²⁹

2.4 Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) (Monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)

In den Verwaltungsvorschriften zur Landeshaushaltsordnung des Landes Brandenburg (VV LHO) Nr. 2.5 zu § 7 der LHO steht, dass Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen Aussagen zu Nutzen und Kosten (einschließlich Folgekosten), auch soweit sie nicht in Geld auszudrücken sind, enthalten müssen³⁰. Im Kapitel 3.5.2 der Anlage zu VV Nr. 2.5³¹ wird die KNA als gesamtwirtschaftliches Verfahren beschrieben. Direkte und indirekte Kosten/Nutzen einschließlich externer Kosten und Nutzen werden in Geldeinheiten bewertet.

²⁹ Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 14 ff.

³⁰ Vgl. VV-LHO, Teil 1 VV zu § 7 LHO, a.a.O.,

³¹ Ebenda, Seite 21

Folgende Schritte sind für eine KNA zu bearbeiten:

Zunächst wird ein Zielsystem erarbeitet. Das Zielsystem sollte aus Oberzielen bestehen, wie z.B. ökonomische Ziele, ökologische Ziele und technische Ziele, denen jeweils Unterziele bzw. Kriterien zugeordnet werden. Dabei kann es zum Teil um Regel- oder Mindestanforderungen gehen, die erfüllt sein müssen, damit ein Projekt realisiert werden kann. Erfüllt eine Ausführungsvariante eine festgelegte Regelanforderung nicht, so ist diese Ausführungsvariante auszuschließen, weshalb die Regel- oder Mindestanforderung ein „Ausschlusskriterium“ ist. Ein Beispiel ist die wasserrechtliche Erlaubnis. Ist die Prüfung positiv und damit der Einbau von RC-Baustoffen zulässig, kann das Projekt realisiert werden. Ist die Prüfung negativ und der Einbau von RC-Baustoffen unzulässig, ist das Projekt nicht mit RC-Baustoffen realisierbar und es erübrigt sich damit der weitere Wirtschaftlichkeitsvergleich. Diese Prüfung von Ausschlusskriterien soll immer am Anfang einer Bewertung erfolgen, um unnützen Aufwand für umfangreiche Bewertungen zu vermeiden.

Für jedes zu bewertende Unterziel bzw. Zielkriterium wird eine Bewertungsfunktion bzw. Hilfsrechnung zur Monetarisierung der externen Kosten festgelegt. Alle Berechnungsfunktionen weisen die gleiche Dimension auf, z.B. Euro/Jahr.

Neben den mit Hilfe von Vergleichsabschätzungen monetarisierbaren indirekten Kosten/Nutzen kann es auch nicht monetarisierbare Effekte geben, z.B. Veränderung des Landschaftsbildes beim Rohstoffabbau. Diese nicht monetarisierbaren Kosten/Nutzen sind bei der Ergebnisdokumentation qualitativ zu beschreiben.

Die Kosten und Erlöse werden analog wie oben bei der Kostenvergleichsrechnung skizziert berechnet (vgl. Kapitel 2.2). Wenn Kosten zeitlich ungleich oder auf einen längeren Zeitraum verteilt anfallen, ist die Kapitalwertmethode gemäß Kapitel 2.3 anzuwenden. Die Kosten und Erlöse müssen ebenfalls die gleiche Dimension wie oben beschrieben aufweisen. Um beispielsweise aus den Baukosten die jährlichen Kosten zu berechnen, müssen die jährlichen Abschreibungen ermittelt werden. Die lineare Abschreibung ohne Berücksichtigung von Zinseszinsen wird mit nachfolgender Formel berechnet:

$$\text{Abschreibungsbetrag} = \frac{\text{Anschaffungswert} - \text{realisierbarer Restwert}}{\text{Jahre}} \quad [\text{EUR/Jahr}]$$

Die indirekten Kosten/Nutzen werden im letzten Schritt mit den direkten Kosten/Nutzen saldiert. Die Variante mit dem höchsten Nettonutzen ist die Vorzugsvariante.

Die Kosten-Nutzen-Analyse ist ein formalisiertes Verfahren zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen bzw. für den Wirtschaftlichkeitsvergleich alternativer Ausführungsvarianten. Es ist ein sehr komplexes und gleichzeitig das aufwändigste Verfahren für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen. Der Aufwand für die Datenermittlung sowie für die Berechnungen und für die Dokumenta-

tion ist sehr hoch und steht für eine Einzelentscheidung meistens nicht in einem angemessenen Verhältnis zum Projektumfang.³² Nur in besonderen Einzelfällen oder für eine Grundsatzentscheidung ist eine KNA für den Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen einerseits und von Naturmaterial andererseits gerechtfertigt.

2.5 Nutzwertanalyse (NWA) (Nicht-monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)

Die Nutzwertanalyse ist ein nicht-monetäres Bewertungsinstrument. Gemäß der Anlage zu Nr. 2.5 des VV-LHO zu § 7 soll die Nutzwertanalyse zur Ermittlung von Bewertungspunkten für die nicht direkt monetär messbaren Auswirkungen eingesetzt werden.³³ Im Anschluss soll die monetäre Bewertung mit den Ergebnissen der Nutzwertanalyse zusammengefasst werden. Dabei wird nicht ausgeführt, wie die Zusammenfassung erfolgen soll.

Folgende Schritte sind für eine NWA zu bearbeiten:

Analog zur KNA (vgl. Kapitel 2.4) wird ein Zielsystem aufgestellt. Als Beispiel wird das in Anlage 3 dargestellte Zielsystem verwendet. Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich müssen nur solche Aspekte berücksichtigt werden, die sich beim Einsatz von RC-Baustoffen einerseits und von Naturmaterialien andererseits unterscheiden.

Das Zielsystem enthält, wie bei der KNA, Regel- oder Mindestanforderungen, d.h. Ausschlusskriterien und Bewertungskriterien und es wird zunächst geprüft, ob alle Ausschlusskriterien erfüllt werden.

Das Zielsystem enthält monetär messbare und nicht direkt monetär messbare Kriterien. Den ermittelten Nutzwerten im Bereich Ökologie stehen die berechneten Kosten im Bereich Ökonomie gegenüber, die mit Hilfe der statischen bzw. dynamischen Kostenermittlungsmethodik (vgl. Kapitel 2.2 und 2.3) berechnet wurden.

Für die Zusammenfassung der monetären und der nicht monetären Kriterien gibt es verschiedene Wege. Die Anlage zu VV-LHO Nr. 2.5 fordert lediglich, die Ergebnisse beider Schritte darzustellen, ohne einen Weg für die Integration beider Teiluntersuchungen zu einem zusammenfassenden Ergebnis aufzuzeigen.

Klassisch für die Zusammenfassung der Ergebnisse ist bei der NWA die Punktebewertung der Kosten als Teilnutzwerte wie folgt: Die höchste Punktzahl (10 Punkte) bekommt die Alternative mit den geringsten Kosten. Die Punktebewertungen der übrigen Alternativen erfolgen proportional zu den Kostensteigerungen gegenüber der kostengünstigsten Variante mit niedrigeren Punktzahlen:

³² Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Kapitel 2.2 Angemessenheit, Seite 4.

³³ Vgl. ebenda, Seite 19f

$$\frac{\text{Kosten der günstigsten Variante} * 10}{\text{Kosten der teureren Variante}} = \text{Punktzahl der teureren Variante}$$

Die nicht monetär messbaren Kriterien werden mit folgenden Schritten bewertet:

Für jedes Bewertungskriterium wird eine Bewertungsfunktion definiert. Für quantitativ messbare Wirkungen, z.B. Treibhausgas-Emissionen kann eine mathematische Funktion definiert werden. Dabei werden die Bewertungsgrenzen und der Funktionsverlauf zwischen den Grenzen festgelegt. Für qualitativ messbare Wirkungen, werden möglichen Ausprägungen Bewertungspunkte zugeordnet.

- 0 Punkte: = Regelanforderung nicht erfüllt; die Variante ist nicht akzeptabel
- 1 Punkt: = Regelanforderung teilweise Erfüllung
- 4 Punkte = Regelanforderung knapp erfüllt
- 6 Punkte = erfüllt
- 8 Punkte = gut erfüllt
- 10 Punkte = sehr gut erfüllt

Auf diese Weise werden für jedes nicht monetär messbares Kriterium die Bewertungspunkte ermittelt. Jetzt sind sowohl die monetär messbaren als auch die nicht messbaren Kriterien mit Bewertungspunkten belegt. Die Zielerreichung bzw. die Zielerreichungsgrade sind vergleichbar festgelegt. Anlage 4 dieses Leitfadens enthält eine Beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Gesteinskörnungen (RC-GK) zur Herstellung von Beton im Hochbau. Eine beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Baustoffen im Tiefbau ist in Anlage 5 wiedergegeben.

Die Bewertungskriterien sind nicht alle gleichbedeutend, weshalb sie entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet werden müssen. Die Gewichtung wird in mehrere Unterschritte geteilt. Im ersten Schritt werden Ökonomie, Technik und Ökologie gegeneinander gewichtet. Die Summe der drei Gewichte ergibt 100. Dann werden die Bewertungskriterien innerhalb jedes Bereiches gegeneinander gewichtet (jeweils Summe=100). Durch Multiplikation der jeweiligen Bereichsgewichte mit den Gewichten der Bewertungskriterien ergeben sich die Gewichte der Einzelkriterien im Gesamtsystem.

Für die Berechnung des Teilnutzens aus den Punktbewertungen der Kosten sind die Nutzwerte aus der nicht-monetären Bewertung gegen die Punktbewertungen aus den Kosten zu gewichten. Das beschriebene Konzept zur Punktbewertung und zur Ermittlung der Teilnutzen für die Kosten wird häufig für die Angebotsbewertungen bei öffentlichen Ausschreibungen angewendet. Dabei gilt als Faustformel für die Praxis: Der Preis sollte ein Gewicht von mindestens 30% haben.³⁴ Die Autoren

³⁴ Vgl. Brandenburger Leitfaden „Ausschreibungen“ Hrsg. vom Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Potsdam, Seite 56

empfehlen für den Einstieg eine Gewichtung für die Kriterien Ökonomie und Ökologie von 50% zu 50 %.

Der Nutzwert ergibt sich aus der Addition der Teilnutzen. Die Variante mit dem höchsten Gesamtnutzwert ist die Vorzugsvariante.

Die Berechnungen des Nutzwertes sind von subjektiven Werteeschätzungen abhängig. Es wird deshalb empfohlen, die Nutzwertberechnungen in Bewertungsaktionen mit mehreren Teilnehmern unabhängig voneinander durchzuführen. Die Bewertungen und die Berechnungen der Ergebnisse sollten ausführlich dokumentiert und erläutert werden.³⁵

Ein vereinfachtes Rechenbeispiel für die Ermittlung des Nutzwertes ist Kapitel 3 des Leitfadens zu entnehmen.

Das Prinzip der Nutzwertanalyse liegt dem „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude“ des Bundesbauministeriums zugrunde. Damit steht erstmalig ein zum Leitfaden Nachhaltiges Bauen ergänzendes ganzheitliches quantitatives Bewertungsverfahren für Büro und Verwaltungsbauten zur Verfügung.³⁶

Vorteil der NWA ist, dass quantitative und qualitative Angaben kombiniert werden können. Außerdem kann sie relativ einfach und kostengünstig im Vergleich zur Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden. Nachteilig ist die schwache Einbeziehung der Kostenseite, indem Kosten in Teilnutzwerte umgerechnet werden. Eine andere Methode der Entscheidungsfindung ist die Berechnung der Kosten pro Nutzwerte der nicht monetären Kriterien, wie es teilweise bei öffentlichen Ausschreibungen praktiziert wird. Das ist aber gemäß Anlage zur VV §7 LHO nicht zulässig.³⁷

2.6 Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) (Mischform monetärer und nicht-monetärer Wirtschaftlichkeitsvergleich)

Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse ist in der Anlage zur VV § 7 LHO nicht namentlich erwähnt, geht aber konform mit der Anlage. Im Kapitel 3.5.1.4 „Zusammenfassung der monetären und nicht-monetären Bewertung“ steht ohne weitere Spezifizierung, dass die monetäre Bewertung mit den Ergebnissen der Nutzwertanalyse zusammenzufassen ist.³⁸

Die monetären Kosten werden bei der KWA in Euro bewertet, für die nicht-monetären Kosten werden Bewertungspunkte analog zur Vorgehensweise bei der NWA (Kapitel 2.5) ermittelt. Kosten und

³⁵ Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 19.

³⁶ Vgl. Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB, Hrsg.: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI)), siehe <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de> zuletzt aufgerufen am 17.7.2018

³⁷ Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 22.

³⁸ Vgl. Ebenda, S. 21

Bewertungspunkte werden in einem Diagramm gegenüber gestellt. Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse liegt der Öko-Effizienz-Analyse zugrunde.

Die Kosten können entweder im Sinne der obigen Kostenvergleichsrechnung (vgl. Kapitel 2.2) als statische Kosten für Planung und Bauausführung berechnet werden, oder unter Berücksichtigung von Zinseszinsen, Unterhalts- und Rückbaukosten in dynamischen Kostenberechnungen (vgl. Kapitel 2.3).

Nachdem geprüft worden ist, dass keine Ausschlusskriterien vorliegen, werden die Teilnutzen und Nutzen zur Berechnung der Bewertungspunkte analog zur Vorgehensweise für nicht-monetäre externe Kosten bei der NWA ermittelt:

- ✓ Festlegung der Bewertungskriterien
- ✓ Gewichtung der Bewertungskriterien
- ✓ Beurteilung der Maßnahmen

Entscheidungsfindung

Die ermittelten Kosten und Nutzen werden nicht aggregiert, sondern in einer Kosten-Wirksamkeits-Diagramm gegenübergestellt.

In der nachfolgenden Abbildung 2 sind zur Erklärung beispielhaft vier Ergebnispunkte eingetragen:

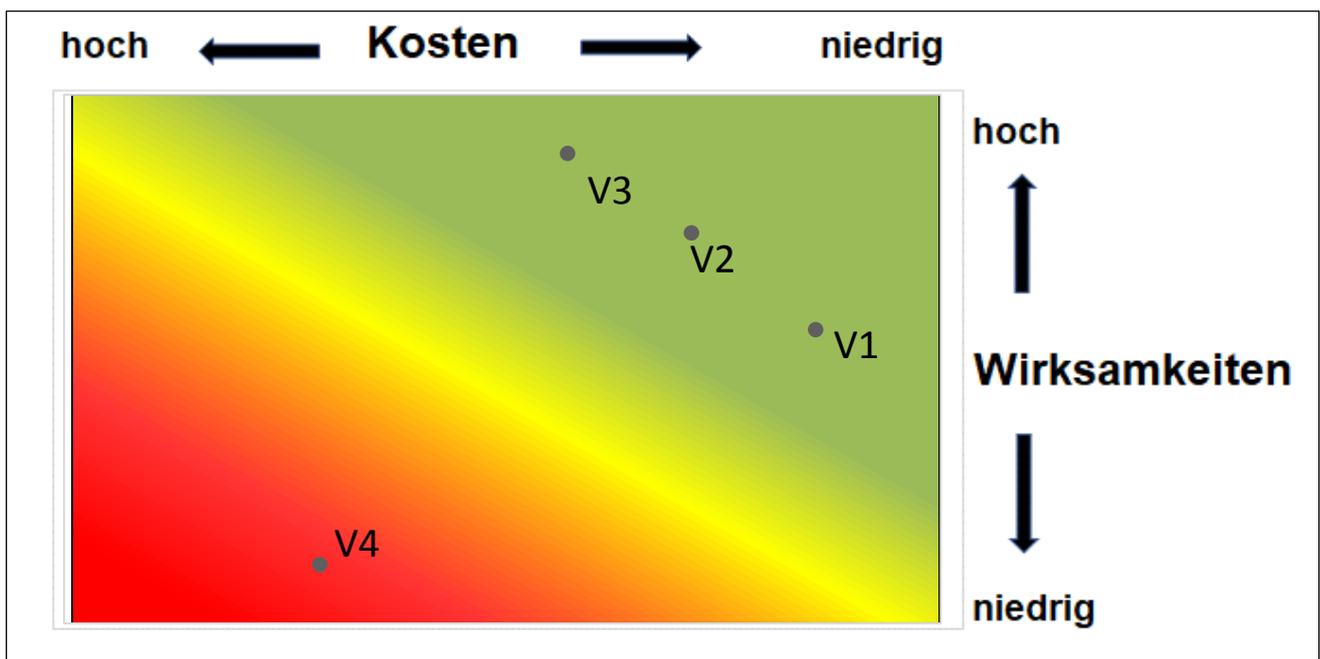


Abb. 2.2: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm. V1 bis V4 stellen unterschiedliche Varianten dar.

Auf der x-Achse des Kosten-Wirksamkeits-Diagramms sind entgegen der üblichen Darstellung steigende Kosten nach links und nach rechts sind sinkende Kosten abgetragen. Die Wirksamkeiten auf der y-Achse steigen nach oben und sinken nach unten. Aufgrund dieser Skalierung verbessert

sich das Wirksamkeits- Kostenverhältnis nach rechts oben. Eine Ausführungsvariante ist umso vorteilhafter, je weiter sie rechts oben liegt. In der Abbildung 2.2 ist dies durch den Farbverlauf von grün rechts oben (günstig) über gelb nach rot links unten (ungünstig) veranschaulicht.

Eindeutig ist der Vergleich der Variante V4 mit V1, V2 und V3, denn V4 erzeugt höhere Kosten und hat gleichzeitig niedrigere Wirksamkeiten als V1, V2 und V3. Die Variante V4 ist damit eindeutig schlechter als die drei übrigen Varianten.

Anders ist die Entscheidungssituation zwischen V1, V2 und V3, denn V3 hat zwar eine höhere Wirksamkeit als V2 und V1, erzeugt aber auch höhere Kosten. Das ist eine häufig vorkommenden Entscheidungssituation: Niedrigere externe Kosten aufgrund einer höheren Ressourceneffizienz und eines besseren Klimaschutzes sind oftmals mit höheren Kosten verbunden. Und diese Entscheidungssituation kann auch beim Wirtschaftlichkeitsvergleich des Einsatzes von RC-Baustoffen und von Naturmaterial entstehen. Bei der Entscheidungsfindung zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen oder von Naturmaterialien ist der bereits zitierte § 27 BbgAbfBodG³⁹ einzubeziehen, der Brandenburgern öffentlichen Auftraggebern vorgibt, umweltschonenden Investitionen den Vorzug zu geben. Dies ist die rechtliche Absicherung für die Entscheidung der Ausführungsvariante mit dem Einsatz von RC-Baustoffen.

Vorteil der KWA ist, dass sie eine transparente und umfassende Bewertung von Investitionsalternativen mit monetären und nicht-monetären Bewertungsdimensionen ermöglicht. Auch komplexe Entscheidungssituationen können mit der KWA abgebildet werden. Während die Bewertungsverfahren KNA und NWA zu eindeutigen Entscheidungsergebnissen führen, nämlich dem höchsten Nettonutzen bei der KNA bzw. der höchste Nutzwert bei der NWA, liefert die KWA für den Entscheider eine nachvollziehbare Entscheidungshilfe, indem sie die tatsächliche Entscheidungssituation abbildet. Die Methodik der KWA hat sich für Ökoeffizienzanalysen bestens bewährt und gehört dort schon seit einigen Jahren zum Standardinstrument. Nachteilig ist bei der KWA der große Aufwand für Datenerhebungen und für Berechnungen, der jedoch für eine KWA niedriger ist als für eine KNA.

3 Rechenbeispiel und Vergleich der Verfahren NWA und KWA

Der Ablauf einer NWA und einer KWA wird nachfolgend mit einem vereinfachten Rechenbeispiel gezeigt:

Für den Neubau eines Gebäudes führt die Kostenvergleichsrechnung zu Investitionen in Höhe von 5,0 Mio. EUR beim Bau mit Naturmaterialien und von 5,5 Mio. EUR, wenn 50% RC-Baustoffe eingesetzt werden. Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich der beiden Ausführungsvarianten wird zu-

³⁹ Brandenburgisches Abfall- und Bodenschutzgesetz (BbgAbfBodG) vom 6.6.1997, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 7 des Gesetzes vom 25. 1. 2016

nächst ein Zielsystem aufgestellt, welches diesem Leitfaden als Anhang 6 beigefügt ist. Das Zielsystem ist auf solche Kriterien beschränkt, bei denen unterschiedliche Ausprägungen bei den beiden Varianten möglich sind. Die Baukosten gehen als ökonomisches Kriterium in den Wirtschaftlichkeitsvergleich ein.

Technisch geht es nur um Ausschlusskriterien (vgl. Anhang 6), die erfüllt sein müssen, damit eine Variante überhaupt realisiert werden kann. Als erstes werden diese Ausschlusskriterien für beide Ausführungsvarianten geprüft. Wird bei dieser Überprüfung festgestellt, dass eine Variante die Regel- bzw. Mindestanforderungen nicht erfüllt, kommt diese Variante nicht mehr zur Ausführung in Frage und der Wirtschaftlichkeitsvergleich ist zu Gunsten der anderen Variante, von der die Ausschlusskriterien erfüllt werden, beendet.

Aus ökologischer Sicht werden die Varianten nach den folgenden Kriterien gegeneinander bewertet:

- Mineralischer Rohstoffaufwand,
- Flächeninanspruchnahme für die Abbaufäche der Naturmaterialien und der Deponiefläche für deponiertes Abbruchmaterial.

Im Anhang 6 ist das Bewertungssystem für die NWA dargestellt. Es wird zunächst festgelegt, wie die Baukosten im Vergleich zu den ökologischen Kriterien gewichtet werden. Wie im Kapitel 2.5 dargestellt, sollten die Baukosten mindesten mit einem Gewicht von 30% in die Bewertung eingehen. In dem Rechenbeispiel wird mit einer 50:50-Gewichtung zwischen Ökonomie und Ökologie gerechnet. Damit haben die Baukosten als einziges ökonomisches Kriterium eine kumulierte Gewichtung von 50%. Innerhalb der Ökologie werden die zwei oben genannten ökologischen Kriterien mit 60% (Mineralischer Rohstoffaufwand) und 40 % (Flächeninanspruchnahme) gewichtet. Die kumulierte Gewichtung beträgt somit 30% bzw. 20% (vgl. Anhang 6).

Als nächster Schritt werden anhand der festgelegten Bewertungsfunktionen für jedes Bewertungskriterium die Bewertungspunkte von mindestens 1 und höchstens 10 ermittelt bzw. festgelegt. Für die Zusammenfassung der Ergebnisse der Kosten- und der Nutzwertberechnung wird der im Kapitel 2.5 beschriebene Weg gewählt. Für die niedrigeren Baukosten erhält die Ausführungsvariante mit Naturmaterial 10 Punkte und die Variante mit teilweise Einsatz von RC-Baustoffe proportional weniger, also

$$\frac{5,0 * 10}{5,5} = 9,1 \text{ Punkte}$$

Die Bewertungspunkte multipliziert mit der kumulierten Gewichtung des Kriteriums ergeben den Teilnutzen (vgl. Anhang 6).

Die Bewertung der ökologischen Kriterien führt für die Variante mit RC-Baustoffen zu einem Teilnutzen von 4,7. Für die Variante ohne RC-Baustoffe beträgt der Teilnutzen bezogen auf die ökologischen Kriterien 2,7.

In der Summe ergibt der ökonomischen und der ökologische Teilnutzen einen Nutzwert von 9,25 für die Variante mit RC-Baustoffen sowie von 7,70 für die Variante ohne RC-Baustoffe. Der Wirtschaftlichkeitsvergleich mit Hilfe der Nutzwertanalyse führt demnach zu einem Vorteil für die Variante mit RC-Baustoffen.

Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich mittels KWA entsprechen die Bewertungsfunktionen der ökologischen Kriterien den Funktionen, die bei der NWA verwendet wurden (vgl. Anhang 7). Die Gewichtung erfolgt hier nur zwischen den ökologischen Kriterien. Die Bewertungspunkte werden jeweils mit den Gewichten multipliziert. Das Ergebnis heißt bei der KWA „Teil-Wirksamkeiten“. In der Kosten-Wirksamkeits-Matrix im Anhang 7 sind die Ergebnisse aufgeführt und die Teil-Wirksamkeiten den Baukosten in EUR gegenübergestellt.

Deutlicher als in der Matrix im Anhang 7 wird die Entscheidungssituation im nachfolgenden Kosten-Wirksamkeits-Diagramm, welches bereits im Kapitel 2.6 ausführlich erläutert wurde:

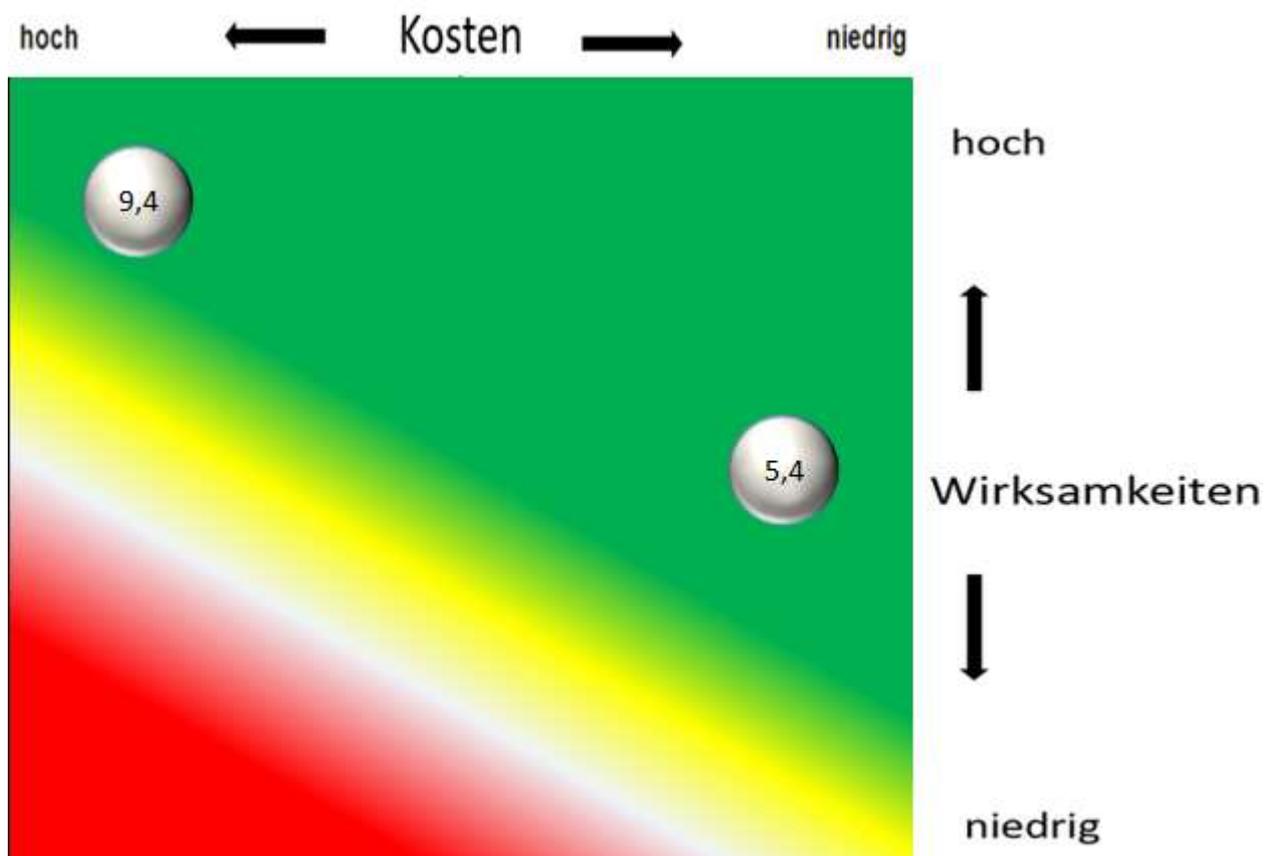


Abb. 3.1: Kosten-Wirksamkeits-Diagramm für das Rechenbeispiel

Eine Variante ist umso vorteilhafter, je weiter sie rechtsoben liegt. In Abb. 3.1 deutet dies die Farbmarkierung an. Je weiter eine Variante im grünen Bereich liegt, desto günstiger ist das Verhältnis zwischen Wirksamkeiten und Kosten.

Die Entscheidungssituation zwischen den Alternativen mit RC-Baustoffen (9,4) und mit Naturmaterial (5,4) ist in dem Diagramm klar ersichtlich: Die Ausführungsvariante mit Einsatz von RC-Baustoffen hat eine höhere Wirksamkeit, führt aber auch zu höheren Kosten als die Variante mit Einsatz von Naturmaterial.

Die KWA führt nicht unbedingt zu einem eindeutigen Ergebnis, sondern zu einer qualifizierten Gegenüberstellung von monetären Kosten und Nutzen mit den nicht-monetären Auswirkungen. Bei der KWA ist der Entscheidungsprozess transparent. Die getroffene Entscheidung wird intersubjektiv nachvollziehbar, unabhängig von den eigenen Wertevorstellungen.

Es ist nicht beabsichtigt, ein Werkzeug zu erarbeiten, dessen Anwendung automatisch zu einer Entscheidung führt. Das Werkzeug soll vielmehr die Gründe für die vom Entscheidungsträger getroffene Entscheidung transparent machen. Die Entscheidung soll für Dritte nachvollziehbar sein.

Bei der Entscheidungsfindung zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen oder von Naturmaterialien ist der bereits zitierte § 27 BbgAbfBodG⁴⁰ einzubeziehen, der Brandenburger öffentlichen Auftraggebern vorgibt, umweltschonenden Investitionen den Vorzug zu geben. Dies ist die rechtliche Absicherung für die Entscheidung der Ausführungsvariante mit dem Einsatz von RC-Baustoffen.

4 Zusammenfassung

Der Leitfaden Wirtschaftlichkeit verfolgt das Ziel, den bevorzugten Einsatz von RC-Baustoffen bei öffentlichen Ausschreibungen zu unterstützen und den ausschreibenden öffentlichen Stellen für die Ausschreibung eine Hilfestellung an die Hand zu geben, die Priorität für den Einsatz von RC-Baustoffen zu begründen. Aufgabe des Wirtschaftlichkeitsvergleiches ist es, eine qualifizierte Entscheidungshilfe zu liefern und nicht die Entscheidung selbst durch den Entscheidungsträger zu ersetzen. Es werden Werkzeuge dargestellt, mit denen die Entscheidungsgründe systematisch analysiert und die Gründe für die vom Entscheidungsträger zu treffender Entscheidung transparent gemacht wird. Die Entscheidung für oder gegen den Einsatz von RC-Baustoffen wird dadurch für Dritte nachvollziehbar.

Die hier vorgestellten Methoden für Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen Baumaßnahmen mit Einsatz von RC-Baustoffen einerseits und der alleinigen Verwendung von Naturmaterialien andererseits

⁴⁰ Brandenburgisches Abfall- und Bodenschutzgesetz (BbgAbfBodG) vom 6.6.1997, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 7 des Gesetzes vom 25. 1. 2016

rerseits decken das gesamte Spektrum für die Bewertung von Einzelmaßnahmen für private und für öffentliche Bauherren ab.

Private Bauherren setzen für ihre Entscheidung für oder gegen den Einsatz von RC-Baustoffen einzelwirtschaftliche Verfahren, wie die statische Kostenvergleichsrechnung bei kleineren Bauprojekten mit kurzer Laufzeit oder die dynamische Kapitalwertmethode bei komplexeren Vorhaben ein. Um nicht-monetäre Unterschiede zwischen den Ausführungsvarianten sichtbar und bewertbar zu machen, können private Bauherren ergänzend die Nutzwertanalyse (NWA) für den Wirtschaftlichkeitsvergleich einsetzen. Z.B. wenn die Ausführungsvarianten mit unterschiedlich langen Bauzeiten verbunden sind, oder wenn Unterschiede in der Qualität oder im Design erwartet werden.

Für öffentliche Bauherren ist der Wirtschaftlichkeitsvergleich allein mit Hilfe einer statischen oder dynamischen Kostenrechnung nur auf Bauvorhaben mit geringer finanzieller Bedeutung ohne langfristige Auswirkungen begrenzt, und solche Bauvorhaben sind die Ausnahme. Meistens sind es größere komplexe Vorhaben, die von öffentlichen Verwaltungen geplant und durchgeführt werden.

Die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RC-Baustoffen/Naturmaterialien kann durch öffentliche Bauherren in Form einer Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) verglichen werden. Die KNA ist die umfassendste und aufwändigste Methode für den Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Bau mit RC-Baustoffen und mit Naturmaterialien. Der hohe Aufwand für eine KNA steht häufig nicht in einem angemessenen Verhältnis zur finanzwirksamen Maßnahme. Unter dem Gesichtspunkt der „Wirtschaftlichkeit der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung“⁴¹ ist die KNA nur für komplexe Grundsatzentscheidungen/Rahmenplanungen oder für sehr große Bauvorhaben zu empfehlen.

Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) ist ebenfalls anspruchsvoll und aufwändig, aber sie ist mit einem geringeren Aufwand verbunden als die KNA, und sie ist bestens für komplexe Vorhaben mit vielfältigen Auswirkungen auf die ökologische und technische Qualität geeignet. Im Grunde besteht die KWA aus einer Nutzwertanalyse für die nicht-monetären Wirkungen und einer Kostenvergleichsanalyse, meistens in Form der Kapitalwertmethode für die monetär messbaren Wirkungen.

Der Aufwand für die KWA kann beschränkt werden. Es müssen nur solche Wirkungen untersucht und verglichen werden, für die Unterschiede zwischen den beiden zu vergleichenden Ausführungsvarianten RC-Baustoffe/Naturmaterialien bestehen.

Die KWA, die in Form des Kosten-Wirksamkeitsdiagramms zu einer qualifizierten, transparenten und für Dritte nachvollziehbaren Entscheidungsvorbereitung führt, ist für die meistens Anwendungsfälle als besonders empfehlenswert hervorzuheben.

⁴¹ Vgl. Vgl. Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Kapitel 2.2, S. 4.

Literaturverzeichnis

Berg, Holger; Seibt, Alexandra; Schmitt, Martina; Scabell, Christoph; Bliesner: RessourcenKoope-
ration – Ressourceneffizienz in der Wertschöpfungskette durch Unternehmenskooperation – Hand-
reichung des Qualifizierungskonzepts, Hrsg.: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

DIN 276: 2018-12 Kosten im Bauwesen

DIN 277 2016 Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen

Landeshaushaltsordnung (LHO) des Landes Brandenburg In der Fassung der Bekanntmachung
vom 21. April 1999 (GVBl I/99, [Nr. 07], S.106)

Amtsblatt 40 Anlage zu VV 2.5 zu § 7 LHO Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsunter-
suchungen

Verwaltungsvorschriften zur Landeshaushaltsordnung (VV-LHO) In der Fassung der Bekanntma-
chung vom 11. August 2016 (ABl./16, [Nr. 35], S.870).

Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Vorbereitung, Planung und Durchführung
von Baumaßnahmen, Ausgabe 2007, Hrsg.: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Abtei-
lung VI - Ministerielle Angelegenheiten des Bauwesens

Ebinger, Frank, Elsner, Kay, Vogt, Philipp, Ökoeffizienz-Analyse -Entwicklung eines Ansatzes zur
Bewertung von dezentralen Hochwasserschutzmaßnahmen, Hrsg. Institut für Forstökonomie, Frei-
burg (Breisgau),

Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden, Hrsg. vom Ministerium für Ländliche
Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Potsdam 2015

Brandenburger Leitfaden „Ausschreibungen“ Hrsg. vom Ministerium für Ländliche Entwicklung,
Umwelt und Landwirtschaft, Potsdam 2017

Brandenburger Leitfaden „Qualitätssicherung für RC-Baustoffe“, Hrsg. vom Ministerium für Ländli-
che Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Potsdam 2018

Herbst, Tristan, Konzept zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung des Abbruchs und der Auf-
bereitung von Mauerwerk, Dissertation, Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwis-
senschaften der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 2015

Anhangverzeichnis

- Anhang 1: Kostengruppen gemäß DIN 276:2017-07 Kosten im Bauwesen – Auszug
- Anhang 2: Berechnung des Kapitalwertes
- Anhang 3: Beispiel für ein eingeschränktes Zielsystem für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen und von Naturmaterialien
- Anhang 4: Beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Gesteinskörnungen (RC-GK) zur Herstellung von Beton im Hochbau
- Anhang 5: Beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Baustoffen im Tiefbau
- Anhang 6: Beispiel für ein Zielsystem mit Gewichtungen und Punkte-Bewertungen im Rahmen einer NWA
- Anhang 7: Beispiel für eine Kosten-Wirksamkeitsmatrix

Anhang 1: Kostengruppen gemäß DIN 276:2018-12 Kosten im Bauwesen

- 100 Grundstück
 - 110 Grundstückswert
 - 120 Grundstücksnebenkosten
 - 130 Rechte Dritter
- 200 Vorbereitende Maßnahmen
 - 210 Herrichten
 - 220 Öffentliche Erschließung
 - 230 Nichtöffentliche Erschließung
 - 240 Ausgleichsmaßnahmen und- abgaben
 - 250 Übergangsmaßnahmen
- 300 Bauwerk — Baukonstruktionen
 - 310 Baugrube/Erdbau
 - 320 Gründung, Unterbau
 - 330 Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen, außen
 - 340 Innenwände/Vertikale Baukonstruktionen, innen
 - 350 Decken/Horizontale Baukonstruktionen
 - 360 Dächer
 - 370 Infrastrukturanlagen
 - 380 Baukonstruktive Einbauten
 - 390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen
- 400 Bauwerk — Technische Anlagen
- 500 Außenanlagen und Freiflächen
 - 510 Erdbau
 - 520 Gründung, Unterbau
 - 530 Oberbau, Deckschichten
 - 540 Baukonstruktionen
 - 550 Technische Anlagen
 - 560 Einbauten in Außenanlagen und Freiflächen
 - 570 Vegetationsflächen
 - 580 Wasserflächen
 - 590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen und Freiflächen
- 600 Ausstattung und Kunstwerke
- 700 Baunebenkosten
- 800 Finanzierung

Anhang 2 Berechnung des Kapitalwertes

Alle Ein- und Auszahlungen werden bei der Kapitalwertmethode als Summe der Barwerte vergleichbar gemacht. Die geplanten Zahlungsströme werden durch die Berücksichtigung von Zinseszinsen auf den gleichen Zeitpunkt bezogen. Der Barwert wird berechnet, indem für jedes Kostenelement die Aufwendungen und Erlöse auf das Basisjahr abgezinst oder falls der Zahlungszeitpunkt vor dem Basisjahr liegt, aufgezinnt werden.

Barwert = Zeitwert x Abzinsungsfaktor

Der Abzinsungsfaktor ergibt sich aus der Formel

$$\text{Abzinsungsfaktor} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

i = Kalkulationszinssatz z.B. 0,02 für 2% Zinsen/Jahr

n = Zahl der Jahre zwischen Bezugszeitpunkt und Zahlungszeitpunkt

Beispiel: Eine Auszahlung von 100.000 EUR wird in 5 Jahren fällig und es wird mit 1,3% Zinsen pro Jahr kalkuliert.

Der Abzinsungsfaktor beträgt $\frac{1}{(1+1,013)^5} = 0,9375$

Der Barwert der Auszahlung von 100.000 EUR in 5 Jahre beträgt heute (Bezugszeitpunkt) bei 1,3% Zinsen pro Jahr 93.750 EUR.

Zahlungen, die vor dem Bezugszeitpunkt fällig werden, müssen entsprechend aufgezinnt werden.

Aufzinsungsfaktor = $(1 + i)^n$

Die Arbeitsanleitung zu VV 2.5 zu § 7 LHO enthält als Anlage Tabellen mit den Abzinsungsfaktoren (Tabelle 1.1) sowie mit den Aufzinsungsfaktoren (Tabelle 1.2). In Tabelle 2.2 sind Korrekturfaktoren aufgeführt, falls Zahlungstermine während eines Jahres anstatt am Ende des Jahres liegen.

Der anzuwendende Kalkulationszinssatz für die Diskontierung bei einzelwirtschaftlichen Maßnahmen wird vom BMF mittels Rundschreiben herausgegeben. Hierbei handelt es sich um einen nominalen Kalkulationszinssatz. Die Preisentwicklung ist daher bei den Zahlungsströmen abzubilden.

Im Internetangebot der Deutschen Bundesbank sind Zinssätze der Zinsstrukturkurve verfügbar, die täglich aktualisiert werden. Die Zinssätze hängen im Allgemeinen von der Laufzeit ab. In der Anlage zu Nr. 2.5 VV-LHO zu § 7 steht, dass der in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen verwendete Zinssatz zeitnah vor der Entscheidung aktualisiert werden muss. Hierfür sind die tagesaktuellen Informationen aus dem Internetangebot der Deutschen Bundesbank zu verwenden.

Anhang 3 Beispiel für ein eingeschränktes Zielsystem für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen und von Naturmaterialien

Zielbereiche	Bewertungskriterien
Ökonomie	Baukosten
Ausschlusskriterien	Umwelttechnische Eignung
	Qualitätssicherung
	Bautechnische Eignung
Ökologie / Ressourceneffizienz und Klimaschutz	Mineralischer Rohstoffaufwand
	Energieaufwand
	Treibhausgas-Emissionen
	Flächeninanspruchnahme Abbaufäche
	Flächeninanspruchnahme Deponiefläche

Anhang 4: Beispielhafte Punktbewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Gesteinskörnungen (RC-GK) zur Herstellung von Beton im Hochbau

Punktevergabe	Kennzeichnung der Regelanforderungen	Beispielhafte Erläuterungen
0 Punkte	nicht erfüllt, die angebotene Ausführungsvariante ist nicht akzeptabel	RC-GK eignet sich nicht aus baustofftechnischer Sicht nach DIN EN 206-1 und DAfStB-Rili „Beton nach DIN –EN 206 -1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“ (z.B. Kornzusammensetzung (Sieblinie) wird nicht eingehalten, eine Klassifizierung in Typ 1 Betonsplitt oder 2 Bauwerkssplitt (begrenzt die baustofflichen Anteile rezyklierter GK)) ist anhand der Untersuchungsergebnisse zur stofflichen Zusammensetzung nicht möglich u./o. der Gehalt an organischen Bestandteilen von max. 0,1 M.-%, geprüft nach DIN EN 1744-, wird überschritten u./o. aus umwelttechnischer Sicht (Regelanforderungen nach DIN 4226-101 „Umweltanforderungen und Liefertypen“) wird die max. zulässige Konzentration eines oder mehrere Prüfparameter nicht eingehalten oder die RC-GK ist nicht CE-gekennzeichnet/RC-GK ist nicht gütegeprüft
1 Punkt	teilweise erfüllt	RC-GK erfüllt nur zum Teil die unter 1 aufgeführten Regelanforderungen (vgl. auch Übersicht zu Regelanforderungen, in: Brandenburger Leitfaden Ausschreibungen, Tab.4-2 auf S. 50). Dies kann bspw. die Überschreitung der Wasseraufnahme von max. 15 M.-% für den Typ 2 Bauwerkssplitt sein u./o. der zulässige Anteil an RC-GK im Beton ist sehr gering (z.B. bei XA1 und WF sind anstelle von max. 25 V.-% nur 5 Vol.-% im Beton enthalten)
4 Punkte	knapp erfüllt	Die Regelanforderungen aus bautechnischer u./o. umwelttechnischer Sicht, die an die RC-GK gestellt werden, werden geradeso erreicht (z.B. alle Werte entsprechen den Mindestanforderungen bzw. den Höchstwerten nach DIN 4226-101).
6 Punkte	erfüllt	Die RC-GK ist geeignet zur Herstellung von Konstruktionsbeton, weil alle erforderlichen Nachweise, u.a. gemäß DIN 4226-102 „Rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 – Teil 102: Typprüfung und Werkseigene Produktionskontrolle“ erbracht worden sind resp. die Leistungserklärung nach dem System 2+ gemäß Tab. ZA.2a DIN EN 12620. D.h., die Regelanforderungen hinsichtlich der baustofftechnischen und umwelttechnischen Eignung sowie der Qualitätssicherung/Güteüberwachung werden erfüllt.
8 Punkte	gut erfüllt	Über die Zeile 4 hinausgehend erfüllt die RC-GK die Regelanforderungen, denn bspw. die Höchstwerte der Inhaltsstoffe nach DIN 4226-101 weit unterschritten werden. z.B. anstelle von max. 600mg/L Sulfat im Eluat werden 450 mg/L und PAK nach EPA werden anstelle von 25mg/kg 15mg/kg nachgewiesen. D.h., alle erforderlichen Nachweise werden mit hoher Sicherheit erfüllt. Es besteht immer ein gewisses positives Delta zwischen Regelanforderungen und den IST-Werten
10 Punkte	sehr gut erfüllt	Über die Erfüllung der in der Zeile 5 dargelegten Anforderungen bzw. IST-Ergebnissen hinausgehend zählen z.B. die – auf freiwilliger Basis - durchgeführten höheren Prüfzyklen und Nachweise im Rahmen der Gütesicherung (z.B. anstelle der Prüfung der Kornrohddichte nach DIN EN 1097-6 in jeder Woche, erfolgt die Kontrolle täglich u./o. die Umweltverträglichkeit ist nach DIN 4226-101, Tab.2 nicht nur alle 8 Produktionswochen durchzuführen oder mindestens alle angefangenen 10.000t, sondern bspw. monatlich, mindestens alle angefangenen 5.000t)

Anmerkung: Aspekte, die sich vom Einsatz natürlicher Rohstoffe unterscheiden (nicht abschließend, sondern nur beispielhaft)

Anhang 5: Beispielhafte Punktebewertung qualitativ messbarer Wirkungen für den Einsatz von RC-Baustoffen im Tiefbau

Punktevergabe	Kennzeichnung der Regelanforderungen	Beispielhafte Erläuterungen
0 Punkte	nicht erfüllt, die angebotene Ausführungsvariante ist nicht akzeptabel	RC-Baustoff eignet sich nicht aus baustofftechnischer Sicht (z.B. Kornzusammensetzung (Sieblinie) u./o. die Begrenzung des Anteils einzelner Stoffgruppen wird nicht eingehalten bzw. entspricht nicht den Vorgaben nach BTR RC-StB
1 Punkt	teilweise erfüllt	RC-Baustoff erfüllt weitestgehend die Regelanforderungen, jedoch nicht alle: bspw. einzelne bautechnische Anforderungen nach BTR RC-StB werden nicht erfüllt, z.B. der SZ-Wert von max. 28 M-% (Widerstand gegen Zertrümmerung) wird überschritten u./o. die stoffliche Zusammensetzung der RC-Baustoffe entspr. der geforderten Belastungsklasse wird nicht eingehalten u./o. es fehlen das Prüfzeugnis für den Nachweis der Umweltverträglichkeit u./o. der Überwachungsvertrag für RC-Baustoffe zwischen Hersteller und Prüfstelle
4 Punkte	knapp erfüllt	Die Regelanforderungen aus bautechnischer u./o. umwelttechnischer Sicht, die an den RC-Baustoff entsprechend der Einbaulage (z.B. Schottertragschicht) und des Einbauortes in Verbindung mit der Zuordnung der Einbauklasse gestellt werden, werden jeweils gerade so erreicht (alle Werte entsprechen den Mindestanforderungen wie z.B., dass im Einzelfall der PAK ges.- Feststoffwert für die Einbauklasse 2 Z2 den in Klammern angegebenen Wert erfüllt; anstatt 75mg/kg werden 100mg/kg Σ PAK nachgewiesen
6 Punkte	erfüllt	Der RC-Baustoff ist geeignet für die vorgesehene Verwendung (Einbaulage, Einbauort); belegt durch Nachweise (Dokumentation) der baustofftechnischen Eignung, der Qualitätssicherung/Güteüberwachung und der umwelttechnischen Unbedenklichkeit; alle Vorgaben werden sicher eingehalten
8 Punkte	gut erfüllt	Über die Zeile 4 hinausgehend erfüllt der RC-Baustoff zuverlässig und sicher die Regelanforderungen, da bspw. die Zuordnungswerte der vorgegebenen Einbauklasse weit unterschritten werden: z.B. anstelle von max. 600mg/L Sulfat im Eluat werden 300 mg/L gemessen; alle erforderlichen Nachweise gemäß BTR RC-StB werden mit hoher Sicherheit erfüllt. Es besteht immer ein gewisses positives Delta zwischen Regelanforderungen und den IST-Werten
10 Punkte	Sehr gut erfüllt	Über die Erfüllung der in der Zeile 5 dargelegten Anforderungen bzw. IST-Ergebnissen hinausgehend wird freiwillig zusätzlich für den RC-Baustoff eine Gütesicherung nachgewiesen bspw. durch das RAL-Gütezeichen RAL-GZ 501/1 Gütesicherung RC-Baustoffe

Anmerkung: Aspekte, die sich vom Einsatz natürlicher Rohstoffe unterscheiden (nicht abschließend, sondern nur beispielhaft)

Anhang 6: Beispiel für ein Zielsystem mit Gewichtungen und Punkte-Bewertungen im Rahmen einer NWA

Ausschlusskriterien	Mindestanforderung erfüllt						
→ Umwelttechnische Eignung	Ja		Variante mit RC-Baustoffen		Variante ohne RC-Baustoffen		
→ Qualitätssicherung	Ja						
→ Bautechnische Eignung	ja						
Kriterium	Gewichtung		Kumulierte Gewichtung	Punkte	Teilnutzen	Punkte	Teilnutzen
Ökonomie	50%						
→ Kosten für Planung und Bauausführung		100%	50%	9,1	4,55	10,0	5,00
Ökologie	50%						
→ Mineralischer Rohstoffaufwand		60%	30%	9,0	2,70	5,0	1,50
→ Flächeninanspruchnahme		40%	20%	10,0	2,00	6,0	1,20
SUMME Bewertung indirekter Kosten/Nutzen					4,70		2,70
SUMME Gesamtbewertung					9,25		7,70

Anhang 7: Beispiel für eine Kosten-Wirksamkeitsmatrix

Ausschlusskriterien	Mindestanforderung erfüllt				
→ Umwelttechnische Eignung	Ja	Variante mit RC-Baustoffen		Variante ohne RC-Baustoffen	
→ Qualitätssicherung	Ja				
→ Bautechnische Eignung	ja				
Kriterium	Gewichtung	Punkte	Teil-Wirksamkeit	Punkte	Teil-Wirksamkeit
Ökologie	100%				
→ Mineralischer Rohstoffaufwand	60%	9,0	5,40	5,0	3,00
→ Flächeninanspruchnahme	40%	10,0	4,00	6,0	2,40
Wirksamkeit			9,40		5,40
Kosten für Planung und Bauausführung (Mio. EUR)			5,5		5,0