

**Phase0 - Journal für integriertes Planen, Bauen und Betreiben • Issue  
1 - Verbindung**

# **Target Sustainability Design - Anwendung von Nachhaltigkeit auf die Target Value Design Methode**

**Margarete Olender<sup>1</sup> Anja Rosen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Professorin Institut Digitales Bauen, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz, Schweiz,

<sup>2</sup>Honorarprofessorin zirkulares Bauen, Universität Wuppertal, Deutschland

**Published on:** Jun 29, 2023

**URL:** <https://phase0.pubpub.org/pub/1-2-2de>

**License:** [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## ABSTRACT

Knappe Investitionsbudgets und hohe ökologische Anforderungen führen zu klassischen Zielkonflikten in Projekten. Insbesondere bei der Anwendung des Target Value Designs (TVD) liegt der Fokus stark auf der Einhaltung der Kosten. Dementsprechend haben ökologische Ziele, wenn sie als Ergänzung zu Funktionalität und Qualität betrachtet werden, kaum eine Chance, erreicht zu werden. Auch eine kurzzyklische Berücksichtigung von Ökobilanzfaktoren oder Energieeffizienz in frühen Planungsphasen kann den Zielkonflikt zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen nicht lösen. So bleibt unklar, wie entschieden werden soll, wenn ökologische und ökonomische Ziele unvereinbar erscheinen. Ebenso ist ungeklärt, wie soziale Faktoren in die TVD einbezogen werden können. Um diese Probleme zu lösen, wurde das *Target Sustainability Design* (TSD) entwickelt. Dazu wurde das TVD in seine Komponenten zerlegt und mit den Faktoren der starken Nachhaltigkeit so kombiniert, dass ökologische und soziale Nachhaltigkeitsziele integraler Bestandteil der TSD-Methode werden. Die Ziele aller drei Dimensionen der Nachhaltigkeit können bei der Anwendung der TSD-Methode nicht gegeneinander ausgespielt, sondern nur gemeinsam erreicht werden. In diesem Beitrag wird die Zusammensetzung der TSD-Methode vorgestellt und ihre Wirkungsweise anhand eines Fallbeispiels illustriert.

*Keywords: lean construction, Nachhaltigkeit, Target Value Design, Zirkuläres Bauen, Entscheidungsfindung*

---

*Review (english version): Eder Martínez, Institut Digitales Bauen Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz, Schweiz*

---

## 1 Einleitung

Spätestens seit der Rio+20-Konferenz 2012 und der Generalversammlung der Vereinten Nationen am 25. September 2015 in New York, auf der mit der Agenda 2030 die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung verbindlich vereinbart wurden, ist weltweit klar, dass eine ausschließliche Fokussierung auf die ökonomische Dimension nicht ausreicht, um weltweit nachhaltigen Wohlstand zu sichern. So sind neben der Überwindung von Armut und Ungleichheit auch Strategien zur Verbesserung der Gesundheits- und Bildungssituation sowie zur Bekämpfung des Klimawandels und zum Erhalt der Meere und Wälder notwendig. Die Präambel der Agenda 2030 stellt klar, dass die wirtschaftliche Dimension untrennbar mit der sozialen und ökologischen Dimension verbunden ist ([United Nations General Assembly, 2015](#)).

Für die Realisierung von Bauprojekten stehen oft nur begrenzte Budgets zur Verfügung. Gleichzeitig sind ökologische Nachhaltigkeitsanforderungen zu erfüllen. Dies führt regelmäßig zu einem klassischen Zielkonflikt, da die Erfüllung ökologischer Ziele als zusätzlicher Kostenfaktor wahrgenommen wird, der das Budget belastet. Soziale Nachhaltigkeitsziele werden neben der ökologischen und ökonomischen Dimension

häufig nur im Hinblick auf den Gesundheitsschutz der bauausführenden Personen berücksichtigt. Eine lebenszyklusweite Betrachtung der sozialen Bedürfnisse aller Akteure findet nur sehr eingeschränkt statt ([Kordi, Belayutham, & Che Ibrahim, 2021](#)).

Zur Sicherung der Kostenziele wird, insbesondere im Rahmen einer Integrierten Projektabwicklung (IPA, engl.: Integrated Project Delivery – IPD) auf die Methode des Target Value Design (TVD, deutsch: Zielwertplanung) zurückgegriffen, da die Anwendung von TVD kann nachweislich die Kostenzieleinhaltung steigern ([Do, Chen, Ballard, & Tommelein, 2014](#)). Betrachten wir die Faktoren des TVD, so sehen wir, dass lediglich für die ökonomische Dimension Zielwerte definiert werden und die sozialen und ökologischen Dimensionen keine Berücksichtigung finden. Diese Priorisierung der Kosteneinhaltung verursacht eine Nachrangigkeit oder teilweise Entfall von ökologischen und – sofern vorhanden - sozialen Nachhaltigkeitszielen.

Ziel ist daher eine Weiterentwicklung des TVD zum Target Sustainability Design (TSD), um die antinomische Zielbeziehung zwischen den ökologischen und ökonomischen Zielen im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung in eine komplementäre Zielbeziehung umzuwandeln. Gleichzeitig sollen soziale Ziele in die Wertermittlung einbezogen werden. Ziel dieser Weiterentwicklung ist es, ein umfassendes System zur Berücksichtigung aller Nachhaltigkeitsdimensionen zu etablieren, um ganzheitliche Entscheidungen zu unterstützen.

## 2 Methodologie

Die Motivation zur Entwicklung des TSD begann mit der Teilnahme der Autorinnen in einem Planungsteam an einem IPD-Ausschreibungsverfahren. In diesem deutschen öffentlichen Bauprojekt wurden seitens Bestellenden enge Kostenziele gesteckt, die mithilfe der TVD-Methode erreicht werden sollten. Gleichzeitig wurden ambitionierte ökologische Nachhaltigkeitsziele gesetzt. Der Zielkonflikt zwischen Ökologie und Ökonomie konnte in der Angebotsphase nicht geklärt werden. Der Zielkonflikt ist jedoch nicht als Einzelfall zu betrachten, sondern ist systemisch, da Investitionen in ökologische Maßnahmen, die über gesetzliche Anforderungen hinaus gehen, regelmäßig erhöhte Herstellkosten verursachen. Entsprechend wurde eine systematische Lösung für die Überwindung des Zielkonflikts gesucht. Mit diesem Paper wird die Entwicklung und eine erste Validierung des TSD vorgestellt.

Im Rahmen einer Literaturrecherche wird zunächst geklärt, welche Ansätze bereits für die Lösung des Zielkonflikts bestehen. Hierbei kann festgestellt werden, dass es Ansätze gibt, die die Berücksichtigung und Implementierung von ökologischen Faktoren fördern, jedoch den Zielkonflikt nicht lösen und auch keine Betrachtung von sozialen Faktoren beinhalten.

Als Möglichkeit zur Überwindung des Zielkonflikts erfolgt bei der Entwicklung des TSD eine Verschmelzung von TVD und der starken Nachhaltigkeit. Hierzu wurden das TVD und die starke Nachhaltigkeit in ihre einzelnen Komponenten zerlegt und so wieder miteinander kombiniert, dass Herstellkosten nicht gegen

ökologische Ziele wirken können. Zusätzlich werden soziale Faktoren so integriert, dass sie in der Wertermittlung berücksichtigt werden können. Dieses Konzept des TSD wurde erstmalig auf der Konferenz des German Lean Construction Instituts (GLCI) im Oktober 2021 vorgestellt.

Um die Wirksamkeit des Konzepts zu validieren, wurde nachfolgend die Formel des TSD anhand eines Fallbeispiels durchgespielt. Die Ergebnisse des Fallbeispiels werden mit diesem Paper erstmalig veröffentlicht.

Da eine weitere Verbreitung des TSD in den nicht-deutschsprachigen Raum gewünscht ist, wurde das Paper ins Englische übersetzt und soll in beiden Sprachen zur Verfügung stehen. Zur Unterstützung der Übersetzung wurde von den Autorinnen auf KI-basierte Übersetzungssoftware (deepL und GoogleTranslate) zurückgegriffen. Das Review erfolgte von der englischen Version.

### **3 Literaturrecherche**

Ziel der Literaturrecherche ist zu klären, ob es Ansätze gibt, die ökologische und soziale Nachhaltigkeitsaspekte in Entscheidungsprozessen in der Baubranche insbesondere im TVD berücksichtigen. Hierbei soll geklärt werden, ob ein Lösungsansatz für den Zielkonflikt zwischen Kosten und ökologischen Nachhaltigkeitsaspekten bereits gefunden wurde.

Bei der unsystematischen Literaturrecherche wurden die Suchmaschinen researchgate.net und scholar.google.com und das Rechercheportal der schweizerischen nationalen Bibliotheksplattform swisscovery genutzt. Hierbei wurden Kombinationen der englischen und deutschen Schlagwörter „sustainability“, „sustainable“, „target value design“, „decision making“, „Entscheidungsfindung“, „Nachhaltigkeit“ und „nachhaltig“ genutzt. Hiernach wurde nach dem Schneeballprinzip nach weiteren Quellen gesucht. Bei der Suche wurde festgestellt, dass nur wenig relevante Literatur zu finden ist. Die für das Thema relevantesten Quellen werden hier kurz vorgestellt, um die Lücke zu verdeutlichen, die das TSD zu schließen versucht.

De Benedetto und Klemeš (2009) entwickelten einen grafischen Ansatz, der den Zusammenhang von 5 Faktoren einer Ökobilanz (engl. Life Cycle Assessment – LCA) als Grundfläche einer 5-eckigen Pyramide mit der Kostendimension als Höhe der Pyramide darstellt. Dieser Ansatz wurde für Produktionsprozesse ohne Berücksichtigung der Nutzungsphase oder der Post-Use-Phase entwickelt. Als 5 Elemente der Pyramidengrundfläche wurden der CO<sub>2</sub>-Footprint, der Wasser-footprint, der Energetische-footprint, der Emissions-footprint und die Arbeitssicherheit gewählt. Die grafische Darstellung der Volumina kann die Entscheidungsfindung zwischen verschiedenen Varianten vereinfachen. Da der Ansatz allgemein aufgestellt wurde, sind keine Bauspezifischen Aspekte, wie Urbane Mine, oder soziale Aspekte außerhalb der Arbeitssicherheit während der Produktion integriert ([De Benedetto & Klemeš, 2009](#)).

Russel-Smith et al. (2015) hat einen ersten Weg für die Integration von ökologischen Zielen in das TVD beschritten. Um eine schnelle vereinfachte LCA-Analyse als Basis für die Entscheidungsfindung zu ermöglichen, wurde ein auf eine auf Microsoft Excel basiertes Softwaretool entwickelt. Das Softwaretool

ermöglicht eine auf 4 Wirkungskategorien eingegrenzte LCA-Analyse für die Planungsphase eines Bauwerks. Die Zielwerte Treibhauspotenzial und Primärenergiebedarf, bezogen auf das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Trinkwasser mit Bezug auf das US Energy Policy Act of 2005 und Ozonabbaupotenzial anhand des 1997 Montreal Protocol wurden unterhalb der jeweiligen Grenzwerte festgelegt und im Planungsprozess nachverfolgt. In einer mit Studierenden durchgeführten Studie konnte festgestellt werden, dass der kontinuierliche Abgleich von Planungsvarianten mit einer quantitativen Zielgröße zu ökologisch nachhaltigeren Lösungen geführt hat als die der Kontrollgruppe mit lediglich qualitativen Anforderungen. Die LCA-Analysen beziehen sich hierbei auf die Konstruktion, die Auswirkungen der Nutzungs- und Post-Use-Phase bleiben unberücksichtigt. Weiterhin bleibt unklar, wie bei Konflikten zwischen Investitionskosten und ökologischen Nachhaltigkeitszielen entschieden werden kann ([Russell-Smith, Lepech, Fruchter, & Meyer, 2015](#)).

Hamdan et al. (2018) versuchte mit einem physikalisch-mathematisch Formelbasierten Ansatz den Energieverbrauch der Betriebsphase in das TVD zu implementieren. Er stellt eine Formel vor, die Funktionalität des Designs, nutzungsbedingte Energieverbräuche und Dämmwerte der Gebäudehülle ins Verhältnis zueinander setzt. Die Entwicklung der Formel wird in dem Paper nicht beschrieben und ist entsprechend schwer nachzuvollziehen ([Hamdan, Barkokebas, Alwisy, Bouferguene, & Al-Hussein, 2018](#)).

Silveira und Alves (2018) stellen mit ihrer Literatur- und Interviewstudie fest, dass TVD inspirierte US-Kalifornische Projekte besser ökologische Nachhaltigkeitsziele erreichen konnten als Projekte ohne TVD. Hierbei konnte herausgearbeitet werden, dass die frühe und enge Zusammenarbeit mit den Betreibenden und Nutzenden eine Erhöhung der Energieeffizienz steigert, da die Nutzung in der Nutzungsphase besser verstanden und entsprechend geplant werden konnte ([Silveira & Alves, 2018](#)).

Roberts et al. (2020) erfasst in seiner systematischen Literaturrecherche, dass LCA typischerweise nicht in die Planung integriert wird und als Dokumentation eines Ist-Zustands keine Verbesserung von Bauwerken ermöglicht. Es wurde allerdings festgestellt, dass die Implementation von LCA in die frühen Planungsphasen ein Erfolgsfaktor für die Entwicklung von ökologischeren Lösungen ist. Hierbei sind die konstruktionsbedingten Auswirkungen genauso wie die nutzungsbedingten Auswirkungen für die Erreichung des Ziels Net-Zero 2050 relevant. Eine kombinierte Betrachtung von LCA und Lebenszykluskosten (LCC) unterstützt eine unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten geeignete Lösung zu finden und Entscheidungen zu treffen. Im Ergebnis wird festgehalten, dass die Tiefe von LCA-Ermittlungen je nach Planungsstand angemessen zu wählen ist. Softwareunterstützte Lösungen, unabhängig ob BIM-integriert, parametrisch oder sonstige Tools, können schnelle und kurzzyklische LCA liefern, jedoch ist das Wissen um die wesentlichen Einflussfaktoren für die Auswertung von LCA-Ergebnissen bei der Anwendung wichtig, um kompetente Entscheidungen treffen zu können ([Roberts, Allen, & Coley, 2020](#)).

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass Ansätze zur Implementierung ökologischer Ziele in den TVD-Prozess zu besseren Ergebnissen hinsichtlich der ökologischen Leistung von Gebäuden führen. Die Frage, wie

Konflikte zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen aufgelöst werden können, bleibt jedoch unbeantwortet. Ebenso ist offen, wie soziale Faktoren und der Wert der Urbanen Mine im TVD berücksichtigt werden können.

## 4 Merkmale des Target Value Design

TVD ist eine Methode, die einerseits Faktoren als Metriken für die Bewertung und andererseits einen auf Transparenz ausgelegten Prozess für die Verfolgung und Sicherung der Zielerreichung beinhaltet. Die Grundlage des TVD liegt in der Target Costing Methode, die im produzierenden Gewerbe angewendet wird mit der Absicht Kosten als Zielkriterium und damit Eingangsgröße einer Planung zu verwenden ([Ballard, 2006](#)).

Der Wert (value) wird im TVD durch die Relation der beiden Faktoren Kosten (cost) und Umfang (scope) beschrieben. Innerhalb des TVD-Prozesses werden dann aus den Faktoren die Ziel-Faktoren gebildet. Entsprechend resultieren hierbei Zielkosten (target cost), Zielumfang (target scope) und der Zielwert (target value), die im Prozess verfolgt werden.

Die TVD-Methode erfordert hierbei im gesamten Prozess eine kooperative und ko-kreative Beteiligung aller Akteure. Sie fördert insbesondere im Rahmen einer transparenten Kostenplanung die Entwicklung innovativer Lösungsansätze zur Einhaltung der Zielkosten und des Zielumfangs ([Zimina, Ballard, & Pasquire, 2012](#)). Hierzu wird das Projektteam ohne Berücksichtigung der Herkunftsunternehmen nach der Maxime *best-for-project* in interdisziplinäre Arbeitsgruppen, *cluster groups* genannt, eingeteilt. Es können demnach auch Vertretende der Auftraggebenden sowie der Betreibenden und Nutzenden Teil von *cluster groups* werden, sofern dies für das Projekt zweckdienlich ist. So aufgestellt kann jede *cluster group* für seinen Arbeitsbereich die technisch und funktional besten Lösungen erarbeiten und Entscheidungen treffen. Entscheidungen und Aufgaben, die für mehrere *cluster* getroffen oder erledigt werden müssen, werden durch die *core group* gemanagt, die aus Vertretern der wesentlichen Auftragnehmenden (Planende sowie Ausführende) und des Kunden (Auftraggeber sowie Nutzende und Betreibende) besteht ([Do, Ballard, & Tillmann, 2015](#)).

### 4.1 Die Faktoren und die Gleichung des TVD

Die Faktoren, an denen die Planung bzw. das Projekt gemessen wird, sind die Einhaltung des Kostenziels ebenso wie des geforderten Umfangs, beschrieben durch Funktionalität und Qualität. Beide stellen im TVD Eingangsgrößen für die Planung dar, und kein Ergebnis einer Planung. Sie werden so als Planungskriterium ein Beschaffenheitsmerkmal der zu liefernden Leistung und die Planungsqualität entsprechend an diesen Faktoren gemessen ([Mossman, Ballard, & Pasquire, 2013](#)).

Entsprechend werden zu Projektbeginn im Rahmen einer Machbarkeitsstudie die Faktoren genau aufgestellt, sodass unter allen Projektbeteiligten Klarheit bezüglich der Ziele und Rahmenbedingungen besteht und ein

gemeinsames Verständnis des Business Cases der Bestellenden unter allen Akteuren gebildet wird ([Ballard, 2006](#)).

## Faktor Target Scope / Zielumfang

Die Definition des Zielumfangs beinhaltet zunächst die Klärung der Formalziele (engl. ends) und der Sachziele (engl. means). Die Formalziele beschreiben übergeordnet mit dem (Verwendungs-)zweck und den gewünschten Werten die Funktionalitätsanforderungen. Die Sachziele erfassen mit den Bauwerksmerkmalen und den Nutzungsanforderungen die Qualitätsanforderungen ([Ballard, 2006](#)).

Folglich wird im TVD zunächst untersucht, welche Ziele mit dem Projekt erreicht werden sollen und was die Nutzung des Bauwerks erfordert. Diese Fragen sind auf die Funktionalität im Sinne des Verwendungszwecks und auf die gewünschte Qualität aufgrund der Nutzungsabsicht abzustellen. Entsprechend lauten die zu beantwortenden Fragestellungen „Welche Ziele sollen mit dem Projekt erreicht werden? Was benötigt die Nutzung?“

Im Rahmen der Projektzieldefinition wird so durch das Projektteam geklärt, was die Nutzung bedarf, anstelle was die Kunden denken, was gebraucht wird, um den Bedarf zu decken.

Benötigt ein Kunde beispielsweise ein Dach, so stellt sich die Frage, wofür dieser Schutz genutzt wird. Möglicherweise ist ein transportables leichtes System die für die Funktion passende Lösung. Möglicherweise ist jedoch eine dauerhafte Konstruktion erforderlich. Wenn geklärt ist, warum etwas gewünscht ist, und damit welche Funktionen erfüllt werden sollen, kann die benötigte Beschaffenheit und der Marktpreis bestimmt werden.

## Faktor Target Cost / Zielkosten

Die Zielkosten (target cost) werden abgeleitet aus der Systematik des Target Costing, bei der als erstes der Marktpreis festgelegt wird, siehe [Abbildung 1](#). Der Marktpreis zeichnet sich durch das aus, was Kunden für ein bestimmtes Produkt zu zahlen bereit sind. Hierin spiegelt sich das Verhältnis von Angebot und Nachfrage. Daneben ist ein wesentliches Bestimmungsmerkmal für den Marktpreis die von den Kunden gewünschte Funktionalität in Kombination mit der erforderlichen Qualität ([Mossman, Ballard, & Pasquire, 2013](#)).

$$\begin{aligned} \text{market price (fixed determined 1st)} - \text{target profit} &= \text{production cost} \\ \text{production cost} - \text{contingency} &= \text{allowable cost} \\ \text{allowable cost} &\geq \text{expected cost} \geq \text{target cost} \end{aligned}$$

**Abbildung 1**  
Ableitung der Zielkosten vom Marktpreis

Um die Zielkosten zu ermitteln, wird im ersten Schritt der gewünschte Gewinn vom Marktpreis abgezogen, sodass die Produktionskosten bzw. Herstellungskosten (production cost) stehen bleiben ([Tillmann, Do, & Ballard, 2017](#)).

Den Produktionskosten wird sodann ein Budget für Projektrisiken (contingency) abgezogen mit dem Resultat der möglichen Kosten (allowable cost). In einer Studie der Berkeley Universität konnte festgestellt werden, dass Projekte, die mit TVD durchgeführt wurden, ein geringeres Budget für Projektrisiken benötigen als konventionelle Projektabwicklungsmodelle ([Do, Chen, Ballard, & Tommelein, 2014](#)).

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (feasibility study) ist dann zu überprüfen, ob die möglichen Kosten unterhalb der erwarteten Kosten (expected cost) liegen. Ist dies der Fall, so kann von einer Stimmigkeit zwischen Umfang und Kosten ausgegangen werden. Das Projektteam vereinbart auf dieser Grundlage die Zielkosten (target cost). Ambitionierte Zielkosten werden häufig als Impulsgeber für Innovationen vereinbart ([Ballard, 2011](#)).

Die Zielkosten werden für die weitere Bearbeitung des Projekts in, in der Regel bauteilbezogene, Cluster eingeteilt. Die Einteilung wird transparent in einem Target Cost Modell allen Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt ([Ballard & Morris, 2010](#)). Da die Einteilung auf Annahmen beruht, sind die Werte nicht als mögliche zu verbrauchende Kosten zu betrachten, sondern als maximal mögliche Kosten. Nicht benötigte Kostenressourcen in einem Cluster, sind anderen Clustern zur Verfügung zu stellen, die bei der Ersteinteilung zu knapp bemessen wurden. Ein Silodenken ist daher zwingend zu vermeiden ([Do, Ballard, & Tommelein, 2015](#)).

## Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen eines Projekts liegen in den für die Realisierung zur Verfügung stehenden Ressourcen. Im TVD sind dies – ausgehend vom Target Costing – die Kosten. In der Machbarkeitsstudie werden die Rahmenbedingungen gemeinsam von allen Beteiligten geklärt, sodass gemeinsam folgende Kardinalregel festgehalten wird: "the Target Cost cannot be exceeded" ([Ballard, 2006](#)).

Im Laufe der Weiterentwicklung des TVD wurde der Blick auf die Ressourcen geschärft und die Kardinalregel 2011 um den Faktor Zeit erweitert zu “cost and schedule targets cannot be exceeded” ([Ballard, 2011](#)). Diese Erweiterung ist hinsichtlich der Gesamtbetrachtung des Business Case folgerichtig, da eine verspätete Bereitstellung des Bauwerks Folgekosten auslöst, wie Mietausfälle, verspätete Produktion, Finanzierungskosten etc. Da die terminlichen Faktoren auf die Kosten bezogen sind, wird in diesem Bericht vereinfachend der Begriff *Kosten* verwendet.

Im Zuge der Erweiterung wurde in der Kardinalregel ebenfalls ergänzt, dass nur die Bestellenden Änderungen der Faktoren Umfang, Qualität, Kosten oder Termine genehmigen dürfen.

Die Kardinalregel bedeutet jedoch nicht, dass die Zielkosten allein über allem stehen. Bei der Anwendung der Regel ist ebenfalls der Zielumfang zu beachten, der nicht unterschritten werden darf. So sind bei drohenden Kostenüberschreitungen in einem Cluster, diese durch freie Kosten aus einem anderen Cluster auszugleichen, ohne dass der Umfang reduziert wird. Die Bereitstellung der freien Kosten wird durch den Ausschluss von zusätzlichen Leistungen ermöglicht. Das bedeutet, dass die budgetierten Sollkosten eines Clusters nicht unnötig verbraucht werden dürfen, sondern das freie Budget anderen Clustern entsprechend zur Verfügung gestellt werden muss. Der Zielwert kann nämlich nur erreicht werden, wenn der Zielumfang innerhalb der Zielkosten umgesetzt wird ([Do, Ballard, & Tommelein, 2015](#)).

Bezüglich des Prozesses bedeutet die Regel, dass der Übergang von Planen zu Bauen so zu managen ist, dass die Zielkosten nicht überschritten werden. Dies ist nur möglich, wenn eine enge Kooperation und Ko-Kreation zwischen Bestellenden, Planenden und Ausführenden während der gesamten Projektlaufzeit erfolgt und wenn das Verständnis für die gesteckten Ziele über die gesamte Projektlaufzeit von allen geteilt wird.

## Gleichung des Target Value Design

Verhältnisse von Faktoren zueinander können gut in mathematischen Formeln beschrieben werden, auch wenn kein mathematisches Ergebnis erzielbar ist. Die Verhältnisse der Faktoren im TVD werden entsprechend mittels eines Bruchs dargelegt.

Setzt man die Faktoren mit Hilfe der Kardinalregel in eine Gleichung um, ist der Zielwert der Quotient aus Zielumfang und Zielkosten, siehe [Abbildung 2](#). Der Zielumfang steht im Zähler und die Zielkosten im Nenner. Dies bedeutet, je grösser die Kosten werden, desto geringer wird der Wert. Ebenso gilt, je kleiner der Umfang wird, desto geringer wird der Wert. Der Wert ist also dann am größten, wenn der Umfang zu den geringsten Kosten realisiert wird.

$$\text{Wert} = \frac{\text{Umfang}}{\text{Kosten}} = \frac{\text{Funktionalität + Qualität}}{\text{Kosten}}$$

**Abbildung 2**  
Gleichung des Werts im TVD

## 4.2 Systematik des TVD Prozess

Neben den Faktoren ist das TVD durch einen ko-kreativen Prozess geprägt. Dieser Prozess umfasst beginnend mit der Projektinitialisierung bis zur Inbetriebnahme die gesamte Projektlaufzeit und ist in drei Stufen eingeteilt: ([Ballard & Morris, 2010](#))

1. Set Targets
2. Design to Targets
3. Build to Targets

Ein wesentliches Charakteristikum des TVD ist, dass der Beginn jeder Stufe erst dann erfolgen kann, wenn eine Rückkopplung zur vorhergehenden Stufe erfolgt ist. Hierbei erfolgt ein Abgleich mit den zuvor festgelegten Zielen. Nur wenn diese Ziele erreicht wurden, darf die nächste Stufe begonnen werden. Mit dieser Rückkopplung wird sichergestellt, dass mögliche Zielabweichungen transparent dargelegt werden und ein Umgang hiermit gefunden wird. Entsprechend ist der Übergang von einer zur nächsten Stufe bewusst zu managen.

Der Begriff des Target Value Design wurde 2015 ergänzt um den Begriff des Target Value Delivery, um so betonen, dass das TVD auch nach der Planungsphase im Bauprozess Anwendung findet. Entsprechend können beide Begriffe synonym verwendet werden, jedoch bietet es sich an, wenn fokussiert über die Ausführungsphase gesprochen wird, den Begriff des Target Value Delivery zu verwenden ([Do, Ballard, & Tillmann, 2015](#)).

### TVD Ablauf der Stufe 1

In der Stufe 1 Set Targets werden die Ziele der Bestellenden (owner) aufgestellt und im Rahmen einer Machbarkeitsstudie validiert.

Die Bestellenden haben eine Projektidee und definieren den Wert, den sie durch die Durchführung des Projekts erhalten möchten, indem der Umfang und die möglichen Kosten (allowable cost) aufgestellt werden.

Die Bestellenden beauftragen eine core group, bestehend aus Vertretenden der wesentlichen Projektbeteiligten, eine Machbarkeitsstudie durchzuführen, um den Umfang und die Kosten zu überprüfen und den Zielwert zu definieren. Hierzu wird der gewünschte Umfang hinsichtlich der Formalziele (Warum?) und der Sachziele (Was?) hinterfragt und der Zielumfang (target scope) mittels Beschreibung der Funktionalität und Qualität (Zielumfang / target scope) festgelegt. Gleichzeitig wird überprüft, welche Kosten für den definierten Zielumfang entstehen. Die Kosten werden hierzu vom Gewinn und Risiko bereinigt betrachtet. Die Core Group gleicht die ermittelten zu erwarteten Kosten (expected cost) und den Zielumfang mit der Projektidee ab und legt dieses Ergebnis den Bestellenden vor ([Ballard, 2006](#)).

Bei Abweichungen des Ergebnisses von der Projektidee ist durch die Bestellenden zu entscheiden, ob die Projektidee angepasst werden kann, oder ob dieses Projekt zu beenden und gegebenenfalls ein neues Projekt mit einer neuen Projektidee zu initiieren ist.

Kann die Projektidee angepasst werden, oder das Ergebnis der Machbarkeitsstudie entspricht der Projektidee, so werden der Umfang und die Kosten durch die Core Group in Cluster eingeteilt.

Basierend auf diesen Informationen kann durch die Bestellenden entschieden, ob die nächste Stufe begonnen wird.

## TVD Ablauf der Stufe 2

Mit dem Beginn der zweiten Stufe – Design to Target wird das Projektteam erweitert, sodass für jedes Cluster eine Cluster Group aufgestellt werden kann. Jede Cluster Group ist interdisziplinär besetzt, um eine umfassende inhaltliche und kostentechnische Betrachtung innerhalb jedes Clusters sicherzustellen. Die Cluster erarbeiten schrittweise in Iterationszyklen Lösungsvorschläge, die innerhalb der zugeteilten Kosten liegen müssen. Die Kostenkontrolle erfolgt hierbei durch die Cluster Group selbst. Sollten die Kosten nicht eingehalten werden können, so sind Varianten zu entwickeln, bis eine passende Lösung gefunden wird. Die Lösungen und Varianten der verschiedenen Cluster werden am Ende eines Zyklus der Core Group vorgelegt, die daraus ermittelt, ob mit der Summe der Ergebnisse, die Ziele erreicht werden können.

Bei diesem Abgleich können auch Budget-Verschiebungen zwischen den Clustern stattfinden, da hier freie Kosten anderen Clustern zur Verfügung gestellt werden, die nur durch Reduktion des Umfangs die zugeteilten Kosten einhalten könnten. Hierdurch erhalten Bestellende die Entscheidungsmöglichkeit zwischen den Varianten zu wählen, die in Summe der Projektidee am nächsten kommen. Sollte keine Lösung der Projektidee entsprechen und die Projektidee nicht an die Planung angepasst werden können, so haben die Bestellenden die Möglichkeit das Projekt zu beenden.

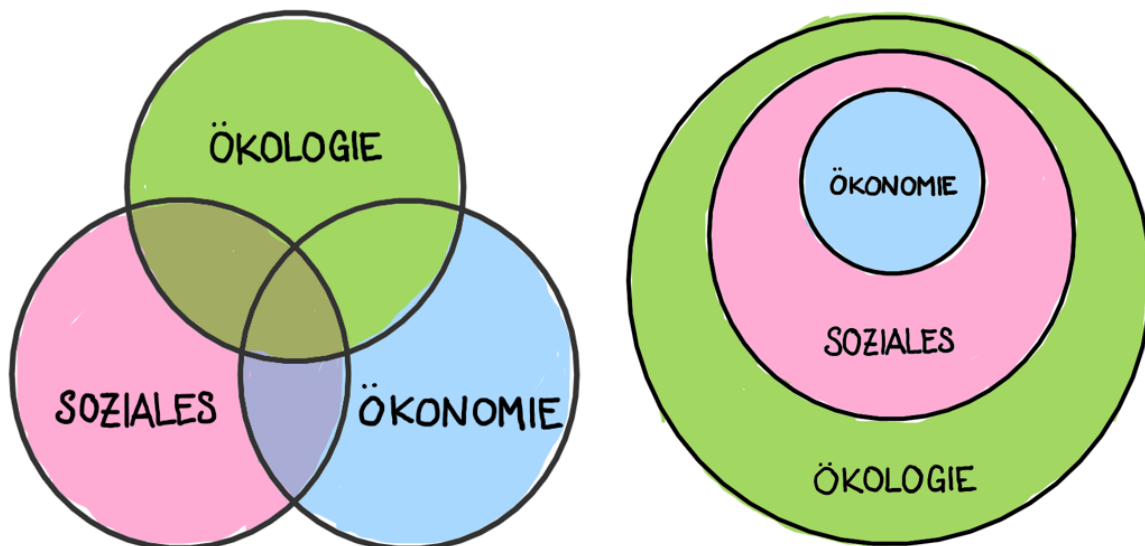
Mit der Entscheidung, welche Varianten weiter zu bearbeiten sind, beginnen die Cluster Groups den nächsten Iterationszyklus, bis die Planung ausführungsfähig ist. Die Einteilung der Projektzyklen hat eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für den Projektverlauf, da wesentliche Entscheidungen hieran geknüpft werden.

Eine besondere Bedeutung hat der Zyklus vor der Stellung des Bauantrags, da mit der Baugenehmigung wesentliche Bauwerksmerkmale auch behördlich festgelegt und freigegeben werden. Genehmigungsrelevante Anpassungen sind mit zusätzlichen Kosten und terminlichen Konsequenzen verbunden, entsprechend sollten diese Themen zuvor geklärt und entschieden sein.

Auch der Zyklus vor der Entscheidung für den Baustart, ist mit hoher Aufmerksamkeit zu belegen, da mit Beginn der Bauarbeiten die Kosten für das Projekt deutlich ansteigen und ein Projektabbruch während der Ausführungsphase wesentlich höhere Konsequenzen hat. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn verschiedene Cluster zu verschiedenen Zeitpunkten eine ausführungsfähige Planung vorlegen können und für einige der Ausführungsbeginn früher freigegeben wird. Für diese vorzeitige Freigabe ist sicherzustellen, dass keine Auswirkungen aus anderen Clustern auf die Planung der freizugebenden Cluster zu erwarten ist. Es ist nämlich zwingend zu vermeiden, dass nach Ausführungsbeginn noch Anpassungen wegen der Ergebnisse anderer Cluster erforderlich werden, da diese eine Störung im Projektverlauf verursachen würden.

## 5 Nachhaltigkeitsmodelle

Um alle Nachhaltigkeitsdimensionen in das TVD implementieren zu können, werden diese zunächst näher betrachtet. Hierzu wird als erstes das Modell der schwachen Nachhaltigkeit dem Modell der starken Nachhaltigkeit gegenübergestellt. Hierbei wird das unterschiedliche Verständnis der jeweiligen Beziehung bzw. Gewichtung der Dimensionen untereinander aufgezeigt. [Abbildung 3](#) zeigt typische Darstellungen der schwachen und starken Nachhaltigkeitsmodelle.



**Abbildung 3**  
schwache Nachhaltigkeit und starke Nachhaltigkeit

## 5.1 Modell der schwachen Nachhaltigkeit

Das Modell der schwachen Nachhaltigkeit umfasst die Dimensionen Ökonomie, Soziales und Ökologie. Ganzheitlich gedacht ist alles enthalten, jedoch ist fraglich, ob dies tatsächlich Nachhaltigkeit bringt, da die Dimension als Säulen gleichberechtigt nebeneinanderstehen. Das Modell der schwachen Nachhaltigkeit wird deshalb auch als 3-Säulen-Modell bezeichnet. Jede Säule wird als gleich wichtig und gleichberechtigt angesehen, da in diesem Modell alle als ein gesamtheitlicher Kapitalwert betrachtet werden. Idealerweise soll dieser Kapitalwert für künftige Generationen erhalten oder idealerweise vermehrt werden. Dieses Beziehungskonstrukt führt dazu, dass das eine durch das andere ausgeglichen werden kann. Ökonomie kann also Defizite in Ökologie ausgleichen mit dem Ergebnis, dass kein tatsächlich nachhaltiges Handeln entsteht ([Neumayer, 2012](#)).

## 5.2 Modell der starken Nachhaltigkeit

Mit der in der Agenda 2030 formulierten Forderung nach einer weltweiten Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene ist klargestellt, dass es keinen Ausgleich der verschiedenen Dimensionen geben kann ([United Nations General Assembly, 2015](#)). Daher sind sie in ihrer Beziehung und Abhängigkeit zueinander zu betrachten.

Das Modell der starken Nachhaltigkeit beschreibt die Ökologie als Basis unseres gesamten Wirtschaftens, da sie nicht durch ökonomisches oder soziales Kapital ausgeglichen werden kann ([Neumayer, 2012](#)). Nur in einer intakten Umwelt kann sich eine stabile Gesellschaft entwickeln. Zu sehen ist dies in Regionen, in denen die Bevölkerung schwindet, da sie von ökologischen Katastrophen betroffen ist. Nur in einer stabilen Gesellschaft wiederum kann sich eine funktionierende Wirtschaft etablieren. Dies zeigt sich in Ländern, die beispielsweise von starken Abwanderungen infolge politischer Unruhen und/oder Korruption betroffen sind.

Im Modell der starken Nachhaltigkeit ist die ökologische Dimension aufgrund der dargestellten Abhängigkeiten priorisiert. Daher wird es auch als Vorrangmodell bezeichnet.

## 6 Kombination des TVD mit der starken Nachhaltigkeit zum TSD

Die starke Nachhaltigkeit fordert ein Umdenken dahingehend, dass ökologische Faktoren die Basis jeder Gesellschaft und Wirtschaft sind. Die Gleichung des TVD ist entsprechend so zu ergänzen, dass soziale Faktoren Berücksichtigung finden und ökologische Faktoren nicht durch ökonomische Faktoren ausgeglichen werden können.

Nachfolgend wird zunächst die TSD-Gleichung vorgestellt, danach die Faktoren im Einzelnen erläutert und die Auswirkungen auf den TVD-Prozess dargelegt.

## 6.1 Gleichung des Target Sustainability Designs

Im Nenner der Gleichung im TVD stehen die Kosten, die mit dieser Positionierung einen grossen Hebel auf den Wert haben. Würden Nachhaltigkeitsfaktoren nun lediglich im Zähler beim Umfang eingehen, so könnten niedrige Kosten Defizite in der ökologischen oder sozialen Dimension ausgleichen. Im Ergebnis würde nur eine schwache Nachhaltigkeit umgesetzt werden.

In der starken Nachhaltigkeit darf es jedoch die Möglichkeit des Ausgleichs von ökologischen Faktoren durch geringe Kosten nicht geben, da dies das Grundprinzip der starken Nachhaltigkeit verletzen würde.

Entsprechend sind Umweltfaktoren im Nenner zu ergänzen. Monetäre Aufwendungen und die Nutzung der Erde können gesamtheitlich als Ressourcenaufwand eingestuft werden.

Neben dem Verwendungszweck für die Bestellenden hat jedes Bauprojekt auch Auswirkungen auf die Gesellschaft. Entsprechend sind soziale Faktoren neben der Funktionalität und Qualität im Zähler zu platzieren. Die Summe dieser Faktoren bilden einen ganzheitlichen Mehrwert, der maßgeblich für die Bestimmung ist, wieviel Ressourcenaufwand Kunden bereit sind einzusetzen. Die Gleichung im TSD ist in [Abbildung 4](#) dargestellt.

$$\text{Nachhaltiger Wert} = \frac{(\text{Funktionalität} + \text{Qualität}) * \text{Soziales}}{\text{Kosten} + \text{Umwelt}} = \frac{\text{Mehrwert}}{\text{Ressourcenaufwand}}$$

**Abbildung 4**  
Nachhaltiger Wert im TSD

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass die ökonomischen und ökologischen Faktoren nicht gegeneinander ausgespielt werden können, da sie gemeinsam im Nenner berücksichtigt werden. Durch die Ergänzung von sozialen Faktoren im Zähler, können diese den nachhaltigen Wert ebenfalls positiv beeinflussen.

Für die Bewertung eines nachhaltigen Werts gilt entsprechend: Je höher der Mehrwert und je niedriger der Ressourcenaufwand, desto höher ist der nachhaltige Wert.

## 6.2 Nachhaltigkeitsfaktoren im TSD

Werden die Ziele der nachhaltigen Entwicklung ernst genommen, so ist das Modell der starken Nachhaltigkeit in jedem Projekt als integrativer Bestandteil des Projektmanagements zu verankern. Entsprechend sind alle Dimensionen zu berücksichtigen. Für das TSD werden hierzu die Dimensionen als Faktoren in die Gleichung des TVD übertragen.

Die Gleichung ist in der vorgenannten Form noch zu abstrakt, um in Projekten Anwendung zu finden. Entsprechend sind die Faktoren aufzulösen.

Neben den Funktionalitäten und Qualitäten, die im Umfang definiert werden, wurde der Zähler um soziale Aspekte ergänzt. Hierin finden sich jegliche Faktoren wieder, die einen positiven Wert für alle Stakeholder und nicht nur für die Bestellenden aufweisen.

Im Nenner werden die Kosten und Umwelt in Lebenszykluskosten, Umweltfolgekosten und die urbane Miene übersetzt. Demnach werden anstelle der Errichtungskosten die Lebenszykluskosten eingesetzt, um neben den Errichtungs- auch die Betriebskosten zu erfassen. So wird die kurzfristige, allein auf den Zeitraum der Herstellung bezogene Kostenbetrachtung auf den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks ausgedehnt. Durch die Berücksichtigung der Umweltfolgekosten, die von der Gesellschaft getragen werden, wird aus der üblicherweise alleinig Auftraggeber-orientierten betriebswirtschaftlichen Kostenbetrachtung eine volkswirtschaftlich orientierte. Insgesamt bedeutet dies eine deutliche Ausweitung des Betrachtungsrahmens für die Kostenerfassung.

Mit dieser Erweiterung der Faktoren im Nenner scheint es, als würden nachhaltige Faktoren die Gleichung belasten. Jedoch trägt nachhaltiges Handeln auch zum Erreichen der Ziele bei, da im Nenner der Wert des Bauwerks als Rohstofflager (urbane Mine) berücksichtigt und so der Nenner kleiner wird.

Die Ergänzung der Gleichung um die Lebenszyklusbetrachtung, die Umweltfolgekosten und der urbanen Mine erlaubt einen gesamtheitlichen Blick auf den Ressourcenaufwand.

$$\text{Nachhaltiger Wert} = \frac{(\text{Funktionalität} + \text{Qualität}) * \text{Sozialer Nutzen}}{(\text{Lebenszykluskosten} + \text{Umweltfolgekosten} - \text{Urbane Mine})}$$

[€ / LC \* LC]
[CO<sub>2</sub>e \* €/tCO<sub>2</sub>]
[€]

**Abbildung 5**  
 Faktoren in der Gleichung des TSD

Hinsichtlich der Umweltfolgekosten wird in dieser ersten Form des TSD die Klimawirksamkeit verschiedener klimaschädlicher Emissionen in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalent betrachtet und monetär quantifiziert. Die Entscheidung zunächst nur Klimawirksamkeit zu berücksichtigen, liegt darin, dass die globale Dringlichkeit Klimaschutz umzusetzen eine Grundvoraussetzung für den Erhalt von Lebensräumen ist. Wichtig ist hierbei, dass ein möglichst realistischer bzw. generationengerechter CO<sub>2</sub>-Preis angenommen wird.

Weitere Umweltfolgekosten wie z.B. aus dem Verlust von Biodiversität oder trinkbarem Süßwasser sind zwar ebenfalls relevant, aber wegen der aktuell nicht hinreichend belastbaren monetären Quantifizierbarkeit noch nicht in die Gleichung aufgenommen. Ihre Berücksichtigung ist jedoch grundsätzlich hier vorgesehen.

Ein Ansatz für die Monetarisierung weiterer Umweltfolgekosten kann sich am Beispiel der Niederlande ausrichten, so anhand von Ökobilanzierungen Umweltfolgekosten monetarisiert und als *shadow cost* bezeichnet werden. Die shadow cost enthalten 11 Wirkungskategorien und werden in €/kg eq. ausgegeben. Mit

Softwaretools können diese Kosten in € pro Jahr der Nutzungsdauer und m<sup>2</sup> Brutto-Geschoss-Fläche ausgedrückt werden (€/Jahr/m<sup>2</sup>BGF). Auch wenn der Kostenansatz von regulatorischer Seite vorgegeben wird, zeigt dieser Ansatz, dass die Monetarisierung der Faktoren eine einfache Vergleichbarkeit ermöglicht ([de Klijin-Chevalerias & Javed, 2017](#)).

Der monetäre Wert einer Umweltauswirkung spielt jedoch insbesondere mit Blick auf die Generationengerechtigkeit eine wichtige Rolle, wenn es um den Vergleich mit Geldbeträgen geht. Entsprechend ist ein klares Verständnis über die Hintergründe der Monetarisierung erforderlich. Andere Wirkungskategorien sollten daher zusätzlich bei der Zielformulierung eines Projekts Berücksichtigung finden. Künftige Ausweitungen der TSD-Gleichung auf weitere Umweltfolgekosten sind angestrebt und können systemgleich erfasst werden.

### 6.3 Soziale Aspekte

Jedes Bauwerk hat durch seine Errichtung und Existenz einen Einfluss auf die Gesellschaft. Investitionsentscheidungen, die eine möglichst große positive gesellschaftliche Wirkung bei minimalen negativen Effekten anstreben werden als *Social Impact Investing* bezeichnet. Hierbei werden für verschiedene soziale Aspekte Wirkungsziele gesetzt ([Institut für Corporate Governance in der deutschen Immobilienwirtschaft e.V., 2021](#)).

Werden für die Wirkungsziele der sozialen Aspekte Metriken angesetzt, so kann die Zielerreichung hieran gemessen werden. Im TSD wird die gesellschaftliche Wirkung als sozialer Nutzen bezeichnet. Werden alle metrisch erfassten sozialen Anforderungen vollständig erfüllt, so liegt ein sozialer Nutzen von 1 bzw. 100% vor. Da der Wirkungsradius eines Bauwerks unterschiedliche Ausprägungen haben kann, sind auch die Metriken und dazugehörige Auswertungsmethoden und Bewertungsmaßstäbe unterschiedlich.

Die soziale Akzeptanz eines Bauprojekts in einer Gemeinde, einem Quartier oder einer Nachbarschaft hat eine hohe Relevanz. Diese kann durch eine angemessene Baukultur mittels Architektur-Wettbewerben unter Integration aller Stakeholder gesichert werden. Partizipation ist jedoch nicht nur bei der Projektinitialisierung gewünscht, sondern ist auch während der Planungs-, Ausführungs-, und Nutzungsphase ein wichtiger Faktor für soziale Akzeptanz. Sie kann durch geeignete Erhebungen zu verschiedenen Projektzeitpunkten ermittelt werden.

Nutzende möchten Gebäude, in denen sie sich wohlfühlen, entsprechend spielt auch die Behaglichkeit eine wichtige Rolle. Diese kann zum Beispiel durch die Festlegung von Tageslichtqualitäten, Luftqualitäten etc. festgelegt und messbar gemacht werden.

Die Möglichkeit von Teilhabe und angemessener Mobilität spiegelt sich in Faktoren wie Barrierefreiheit, Mobilität, Nahversorgung oder Naherholung wider.

Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen bieten neben den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung der UN umfassende Auflistungen für soziale Faktoren, deren Gewichtung in Abstimmung mit den Auftraggebenden, Nutzenden und weiteren Stakeholdern in die Projekte als Bewertungsmaßstäbe eingebracht werden können. Zu berücksichtigen ist, dass die Stakeholder nicht nur am Projekt beteiligte Akteure sind, sondern, dass jegliche Personen, die von einem Bauwerk betroffen sind oder sich betroffen fühlen zu den Stakeholdern gehören können. Da Bauwerke auch einen Einfluss auf künftige Generationen haben, sind auch ihre Interessen zu berücksichtigen.

## 6.4 Ökonomische Aspekte - Lebenszykluskosten

Anstelle der Herstellungskosten sind im TSD die Lebenszykluskosten zu betrachten. Denn sie enthalten neben den Errichtungskosten auch die Betriebskosten, die den weitaus größten Teil der Kosten im Lebenszyklus eines Bauwerks darstellen.

Lebenszykluskosten umfassen alle Kosten über die Lebensdauer eines Bauwerks hinweg. Bisher existiert jedoch in Europa keine einheitliche oder genormte Methodik für deren Berechnung. Nach GEFMA gehören zu den Lebenszykluskosten im Wesentlichen ([GEFMA/IFMA, 2010](#)):

1. Projektentwicklungs- und Planungskosten
2. Errichtungskosten
3. Betriebs- und Nutzungskosten
  - Ver- und Entsorgungskosten (Wasser, Brennstoffe, Energie, Abwasser)
  - Reinigungs- und Pflegekosten
  - Bedienungs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten
  - Instandsetzungskosten
  - Objektmanagement- und Verwaltungskosten
4. Umbau- und Sanierungskosten
5. Kosten für Rückbau und Verwertung

Für die Bewertung von Lebenszykluskosten wurden durch die deutschen Zertifizierungssysteme Benchmarks entwickelt. Diese beschränken sich auf rein gebäudebezogene Kosten und berücksichtigen derzeit weder Planungs- noch Rückbaukosten. Bei der Festlegung eines Zielwerts kann dennoch auf die Benchmarks von Zertifizierungssystemen zurückgegriffen werden. Die Umweltfolgekosten sind jedoch zusätzlich zu berücksichtigen. Ambitioniertere Ziele, wie Plus-Energie-Bauwerke, die Energie in das Gesamtsystem einspeisen, anstelle Energie im Lebenszyklus zu verbrauchen, erhöhen den Wert des Bauwerks im Gesamten, da die Energiegewinnung mindernd auf den Ressourcenverbrauch wirkt.

## 6.5 Ökologische Aspekte - Umweltfolgekosten / Ökobilanz

Als Umweltfolgekosten oder Umweltkosten werden die Kosten bezeichnet, die der Gesellschaft durch Umweltbelastungen entstehen. Hierzu gehören unter anderem die Aufwendungen, um umweltbedingte Gesundheits- oder Materialschäden, z.B. infolge von Überflutungen, sowie Schäden an Ökosystemen, wie den Verlust von Biodiversität oder trinkbarem Süßwasser, zu begleichen ([Umweltbundesamt, 2021](#)). Die Grundlage zur Ermittlung von Umweltfolgekosten ist eine Ökobilanzierung. Basierend auf der Ökobilanz können durch eine Monetarisierung Emissionen auf Barwerte umgerechnet werden.

Die Umweltfolgekosten aufgrund von Klimaveränderungen, sogenannte Klimakosten, sind anhand eines CO<sub>2</sub>-Preises gut monetär beschreibbar. Um alle Treibhausgase zu erfassen, wird deren Treibhauspotenzial in CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e) umgewandelt. CO<sub>2</sub>e „ist eine Maßeinheit, die zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase, das vom Expertengremium der Vereinten Nationen IPCC entwickelt wurde. [Es] wird auch als „Globales Erwärmungspotenzial“ (Global Warming Potential = GWP) bezeichnet“ ([Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V., 2021](#)).

Um Klimakosten beziffern zu können, werden zunächst die Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks ermittelt. Die Ökobilanznorm für Gebäude DIN EN 15978 hält hierfür die Methoden und Konventionen bereit.

In den deutschen Zertifizierungssystemen nach DGNB und BNB ist die Ökobilanz schon seit 15 Jahren Pflicht. Zur Bewertung wurden Benchmarks für Emissionen wie CO<sub>2</sub>e, mit der Bezugseinheit m<sup>2</sup> Nettoraumfläche und Jahr aufgestellt. Seit 2021 ist auch die Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) in der BEG 40 NH-Klasse an Anforderungswerte gebunden. Das Qualitätssiegel nachhaltiges Gebäude (QNG) definiert für Neubauten, die die Förderung erhalten, Anforderungswerte für Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus. Diese sind als Bewertungsmaßstäbe für Klimaschutzziele gut geeignet, sollten allerdings als Mindestanforderung verstanden werden. Im Sinne der Kardinalregel nach Ballard sollten auch die Anforderungswerte nach QNG beim TSD vom Projektteam als *allowable cost* fest vereinbart und niemals überschritten werden. Um Innovationen zu fördern, sollten die Zielemissionen sogar unter den QNG-Werten liegen. Die Vorgehensweise des Sustainable Target Value Design von Russell-Smith et al. (2015) setzt an dieser Stelle an und zeigt eine Möglichkeit Ökobilanzwerte kurzzyklisch im Planungsverlauf zu ermitteln.

Der CO<sub>2</sub> Preis für eine Tonne liegt, entsprechend der Entscheidung der deutschen Bundesregierung, im Jahre 2021 bei 25 €. Dieser Wert soll bis 2026 auf 55 bis 65 € pro Tonne CO<sub>2</sub> ansteigen. Dass dies ein rein politisch festgelegter Wert ist, wird durch Analysen des Umweltbundesamts (UBA) klar: Das Amt hat bereits 2007 eine Methodenkonvention zur Ermittlung von Umweltkosten erarbeitet und diese kontinuierlich weiterentwickelt. 2020 wurden neue Kostensätze für Treibhausgasemissionen veröffentlicht.

Klimakosten in Euro <sub>2020</sub> pro Tonne Kohlendioxid	2020	2021	2030	2050
1% reine Zeitpräferenzrate (Höhergewichtung der Wohlfahrt der heutigen Generation gegenüber der Wohlfahrt künftiger Generationen)	199	201	219	255
0% reine Zeitpräferenzrate (Gleichgewichtung der Wohlfahrt der Generationen)	695	698	721	782
Quelle: Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze und eigene Berechnungen (Umweltbundesamt, 2020)				

**Abbildung 6**  
UBA-Empfehlung zu den Klimakosten

[Abbildung 6](#) enthält die Empfehlungen des UBA mit und ohne Berücksichtigung einer reinen Zeitpräferenzrate (ZPR). Diese bildet die Gewichtung der Wohlfahrt der Generationen ab. Die Höhe der Zeitpräferenzrate in der Bewertung von Umweltkosten wird weltweit debattiert und wurde bisher in verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten unterschiedlich gehandhabt ([Johannes, 2020](#)).

Bei Verwendung einer reinen Zeitpräferenzrate von 0% werden heutige und zukünftige Schäden gleichgewichtet. Bei Verwendung einer reinen Zeitpräferenzrate von 1% werden Schäden, die der nächsten Generation (in 30 Jahren) entstehen, nur zu 74%, die der übernächsten Generation (in 60 Jahren) entstehenden Schäden nur zu 55% berücksichtigt ([Umweltbundesamt, 2020](#)).

Die Verwendung einer positiven Zeitpräferenzrate basiert auf der Annahme von Wirtschaftswachstum. Sie geht also davon aus, dass es der zukünftigen Generation in Folge des technischen Fortschritts wirtschaftlich besser gehe als der heutigen, wodurch sie z.B. Umweltfolgekosten besser tragen könne. Dies kann jedoch durch den Rebound-Effekt zu einem Paradoxon führen, wenn Wirtschaftswachstum (wie bisher) mit mehr Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung einhergeht.

Entsprechend ist aus Sicht des Deutschen Bundesumweltamts ist eine Verwendung einer Zeitpräferenzrate grösser 0 ethisch nicht zu rechtfertigen, da sie dem Ziel der Generationengerechtigkeit widerspricht ([Umweltbundesamt, 2018](#)).

Um Generationengerechtigkeit zu verwirklichen sind - auch mit Blick auf das Pariser Klimaschutzabkommen - ambitionierte Klimaschutzziele wie CO<sub>2</sub>-Neutralität erforderlich.

Welcher Wert im Rahmen eines Projekts genutzt wird, hängt also entscheidend von der Haltung und der Ambition der Bestellenden ab. An dieser Stelle zeichnet sich bereits eine Wechselwirkung vom Wert der CO<sub>2</sub>-Bepreisung mit der Generationengerechtigkeit, welche in die Sozialen Faktoren einspielt, ab. Im Fallbeispiel wird diese Wechselwirkung näher erläutert.

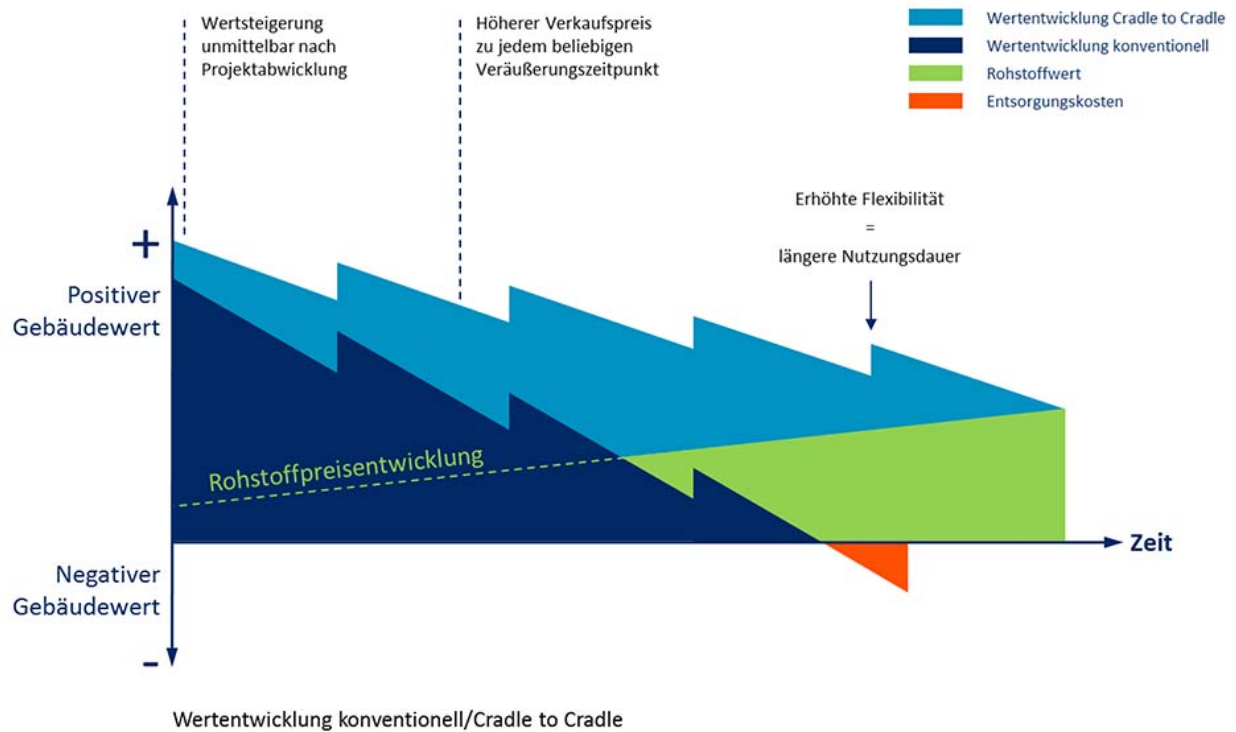
Ziel sollte insgesamt sein, die Umweltwirkung umzukehren. Anstelle von ökoeffizienten Bauwerken, die lediglich die negativen Auswirkungen minimieren, sollte das Ziel sein, ökoeffektive Bauwerke zu errichten, die eine positive Wirkung entfalten und so für die Umwelt nützlich sind.

## 6.6 Urbane Mine

Für die Umwelt nützliche Bauwerke entstehen dann, wenn sie nach ihrer Nutzungsdauer als Wertstofflager fungieren. In der Regel verlieren Bauwerke im Laufe ihres Lebens an Wert. Am Ende der Abschreibungsfrist ist der Gebäudewert häufig negativ, wenn das Bauwerk zurück gebaut wird. Durch den Urban-Mining-Design-Ansatz können Bauwerke einen positiven Gebäudewert erhalten, da sie als Rohstofflager betrachtet werden.

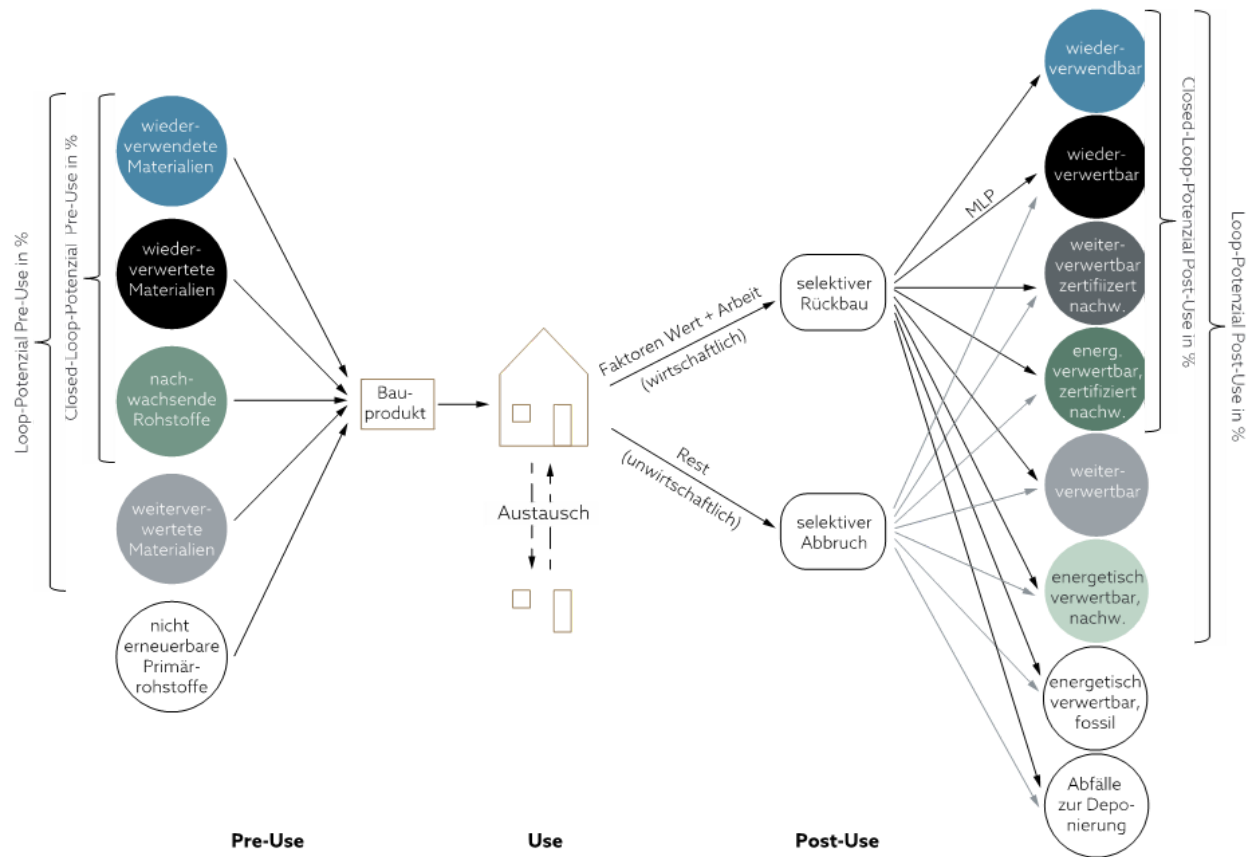
Die Ursache des negativen Gebäudewerts liegt darin, dass beim Rückbau Abfall entsteht, der kostspielig zu entsorgen ist. Schadstoffe oder untrennbare Mischabfälle sind sicher zu deponieren und können keinem Recyclingkreislauf zugeführt werden.

Wird anfangs in langlebige, wiederverwendbare oder recyclingfähige Materialien und eine nutzungsflexible Konstruktion investiert, so können hieraus zwar höhere Herstellungskosten resultieren, jedoch hat das Bauwerk eine längere Lebensdauer und der Wertverlust wird reduziert. Zusätzlich kommt die Rohstoffpreisentwicklung einem positiven Gebäudewert entgegen. Werden bei einem Rückbau Materialien veräußert, die zuvor eingebracht wurden, so erhöht sich durch die Preissteigerung der Wert am Ende der Nutzungsdauer. Die Wertentwicklung ist in [Abbildung 7](#) dargestellt ([Brenner, 2015](#)).



**Abbildung 7**  
Wertentwicklung konventionell vs. Cradle to Cradle (Brenner, 2015)

Durch zirkuläres Bauen wird aus Bauwerken eine urbane Mine. Im zirkulären Bauen wird auf das Grundprinzip des konsistenten Bauens zurückgegriffen, dies bedeutet, dass verträglich mit den Naturkreisläufen gebaut wird. Mit verschiedenen Methoden, wie beispielsweise dem Urban Mining Index, kann die Zirkularität eines Gebäudes gemessen werden. Es wird hierbei gemessen, wie hoch der Anteil von zirkulären Materialien ist. Dabei spielt der Wert der zurückzugewinnenden Materialien eine entscheidende Rolle ([Rosen, 2021](#)).



**Abbildung 8**  
 Systematik im Urban Mining Index

## 6.7 TSD Ablauf der Stufe 1

Im TSD entspricht der Ablauf dem Ablauf des TVD. Der Unterschied liegt jedoch darin, dass die Faktoren andere sind und in die Core Group auch Nachhaltigkeitsexperten integriert sind. Der TSD-Ablauf der Stufe 1 ist im Ablaufdiagramm in [Abbildung 9](#) dargestellt.

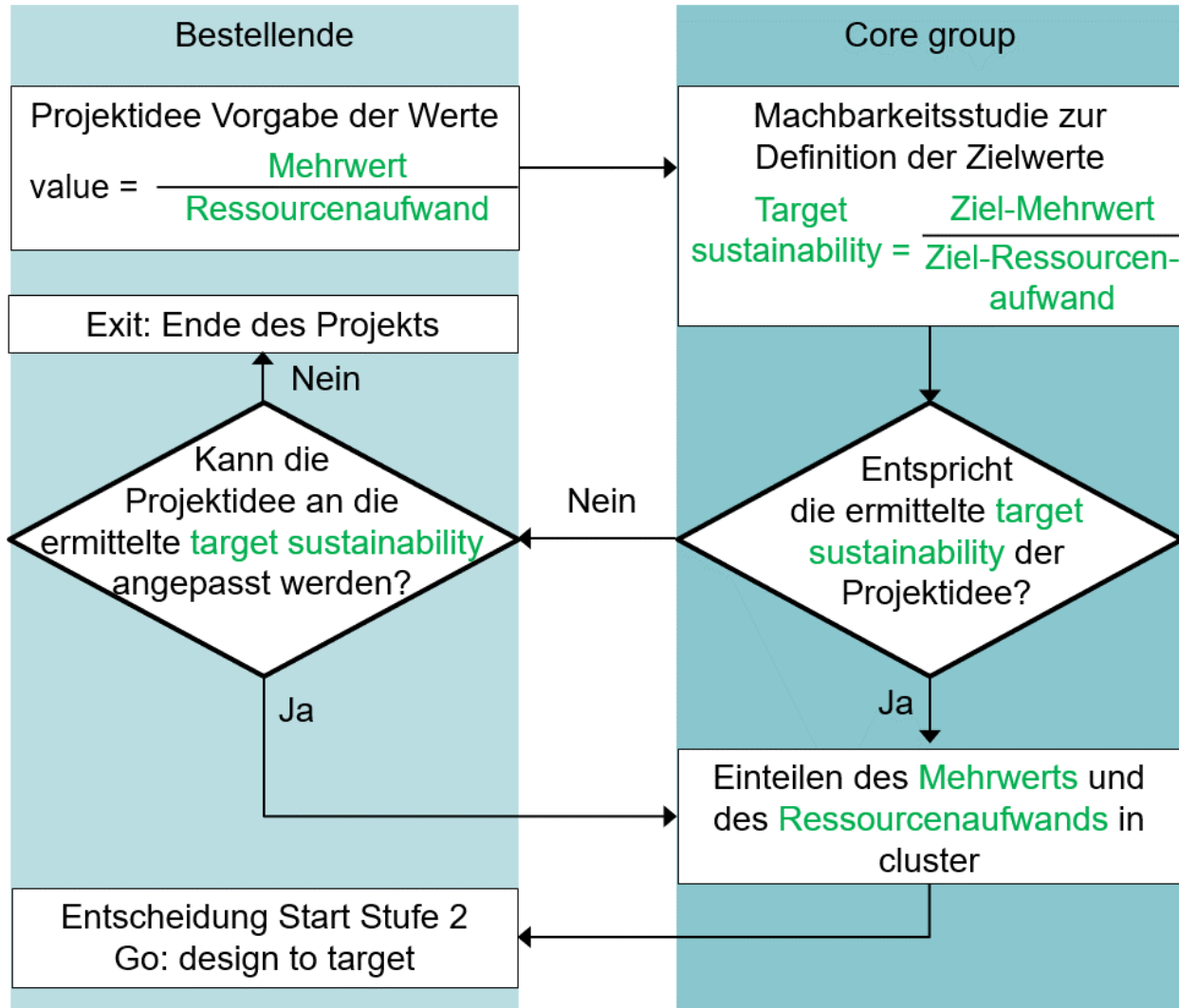


Abbildung 9  
 Ablaufdiagramm TSD Stufe 1 - Set Targets

Anstelle des Umfangs tritt der Mehrwert, der mittels der Definition der Formalziele und Sachziele von der Core Group näher beschrieben wird. Hierzu werden für jede Nachhaltigkeitsdimension die Ziele für jede Lebenszyklusphase festgehalten. Entsprechend wird es für die Planungsphase, die Bauphase, die Betriebsphase und die Verwertung ökologische, soziale und ökonomische Zielformulierung geben.

Analog werden die Kosten im TSD durch den Ressourcenaufwand ersetzt. Entsprechend werden im Rahmen der Machbarkeitsstudie die zu erwartenden Lebenszykluskosten, CO2-Emissionen und der Wert der urbanen Mine ermittelt.

Das Ergebnis wird den Bestellenden zur Entscheidung vorgelegt und das weitere Vorgehen entschieden.

Durch die detaillierte Betrachtung wird eine umfangreiche Zielfestlegung aufgestellt. Gerade durch den großen Umfang ist es erforderlich, alle Projektbeteiligten mit den Zielen vertraut zu machen, damit innerhalb der

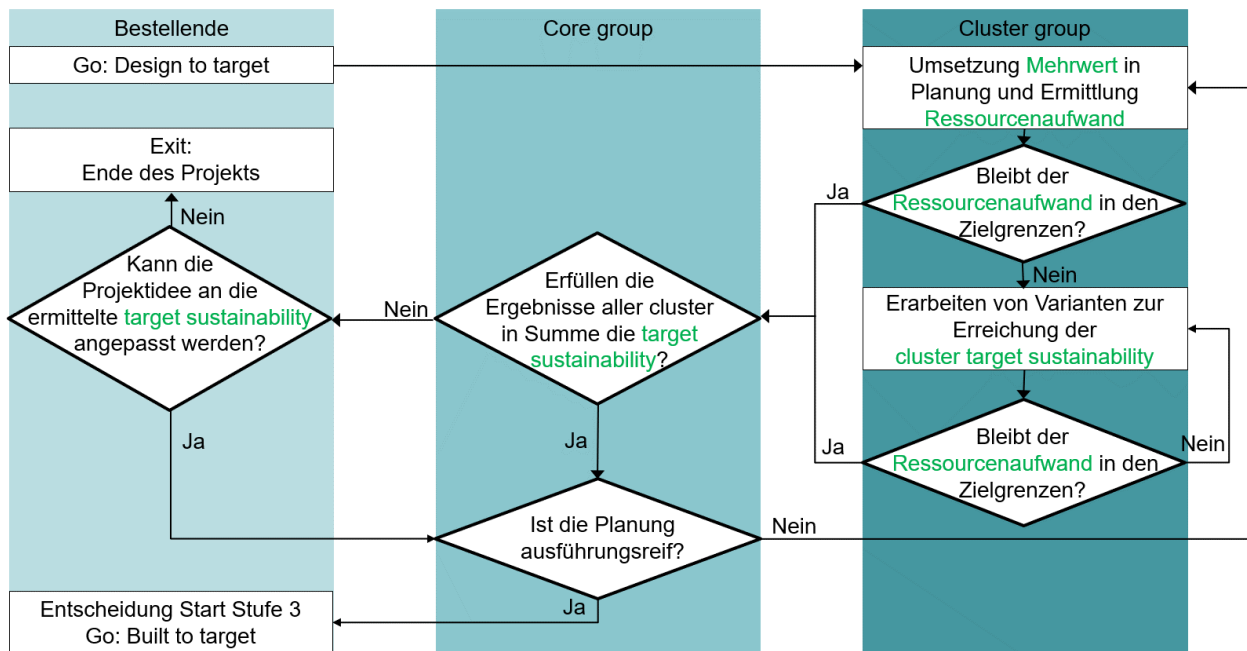
Cluster Silodenken vorgebeugt wird.

## 6.8 TSD Ablauf der Stufe 2

Analog zur Situation der Stufe 1 verändert sich der Ablauf im TSD in der Stufe 2 – Design to Target im Vergleich zum TVD nicht. Die Veränderung beruht im Wesentlichen darauf, dass in den Cluster Groups jeweils auch hinsichtlich der Bewertung der Nachhaltigkeitsfaktoren, insbesondere der Lebenszykluskosten, der Umweltfolgekosten und der Urbanen Mine kompetente Projektbeteiligte vertreten sind. Der TSD-Ablauf der Stufe 2 ist im Ablaufdiagramm in [Abbildung 10](#) dargestellt.

Bei der Variantenentwicklung sind transparent die Ergebnisse der verschiedenen Faktoren in allen Varianten darzulegen, damit eine belastbare Entscheidung getroffen werden kann.

Mit der Erhöhung von zu berücksichtigenden Faktoren steigt die Komplexität der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren innerhalb eines Clusters aber auch zwischen den Clustern. Die Anforderungen an die Core Group, die Summe der Ergebnisse aller Cluster zu bewerten, sind entsprechend erhöht sodass auch Nachhaltigkeitsexpertise in die Core Group zu integrieren ist.



**Abbildung 10**  
 Ablaufdiagramm TSD Stufe 2 - Design to Target (Darstellung eines Zyklus)

## 7 Fallbeispiel

Um das Konzept zu verifizieren, wurde eine reale Fallstudie als Beispiel berechnet. Bei dem öffentlichen Projekt handelt es sich um eine Sanierung eines Hochschulcampus mit insgesamt 47'700 m<sup>2</sup> BGF. Der Umbau

zu einem Veranstaltungszentrum mit Bibliothek erfolgt in mehreren Bauabschnitten. Hierbei werden 4 Erd- und Sockelgeschosse mit je 11'500 m<sup>2</sup> BGF neu miteinander verbunden. Entsprechend wird die Raumaufteilung im Untergeschoss neu konfiguriert. Hierzu soll das vorhandene Kalksandsteinmauerwerk (KS) der Archiv- und Lagerräume für die Herstellung von nicht-tragenden Schall- und Brandschutzwänden eingesetzt werden. Auf diese Weise können sowohl Kosten als auch CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Herstellung neuer Steine vermieden werden. Allerdings entsteht ein erhöhter Rückbauaufwand für die zerstörungsfreie Demontage des Mauerwerks, da dieser mit viel Handarbeit und entsprechend hohen Lohnkosten verbunden ist. Daher wurde der Ausbau und Wiedereinbau der Steine im ersten Bauabschnitt ausprobiert.

Zunächst wurde an einer 2,8 m breiten und 2,9 m hohen Wand ein Rückbauversuch durchgeführt, um die Rückbaubarkeit zu bewerten. Hierzu wurde das Mauerwerk von oben nach unten mit einem Elektromeißel getrennt und händisch zurückgebaut. Der verbleibende Mörtel wurde mit einem Handmeißel entfernt. Zerbrochene Steine wurden aussortiert. Rund 90% der Steine waren für einen Wiedereinbau geeignet. Im Baustofflabor wurde die Rohdichte und Druckfestigkeit der Steine untersucht, um den Wiedereinbau technisch zu verifizieren. Vor dem Wiedereinbau wurde das Re-Use-Mauerwerk geschlämmt, so dass Beschädigungen an Kanten und Ecken nicht stören. Das Urban-Mining-Konzept bleibt so ablesbar.

Anhand des Rückbauversuchs konnte festgelegt werden, dass für die benötigten 111 m<sup>3</sup> Mauerwerk etwa 130 m<sup>3</sup> aus dem Bestand entnommen werden sollen. Um einen Vergleich der Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzustellen, werden die Berechnungen auf 1 m<sup>3</sup> Mauerwerk bezogen.

Ein Vergleich der Herstellkosten berücksichtigt folgende Elemente ([Abbildung 11](#)):

Herstellungskosten	Rückbau zur Wiederverwendung		Abbruch, Entsorgung u. Neuproduktion	
Anteil Rückgewinnung (ohne Bruch)	90%		0%	
Rückbaukosten pro m <sup>2</sup> , Wandstärke 11,5 cm	46	€/m <sup>2</sup>	8	€/m <sup>2</sup>
Entsorgungskosten	1	€/m <sup>2</sup>	6	€/m <sup>2</sup>
Kosten Neumaterial			21	€/m <sup>2</sup>
Kosten gesamt pro m <sup>2</sup>	47	€/m <sup>2</sup>	35	€/m <sup>2</sup>
Kosten pro m <sup>3</sup> , gerundet	410	€/m <sup>3</sup>	300	€/m <sup>3</sup>

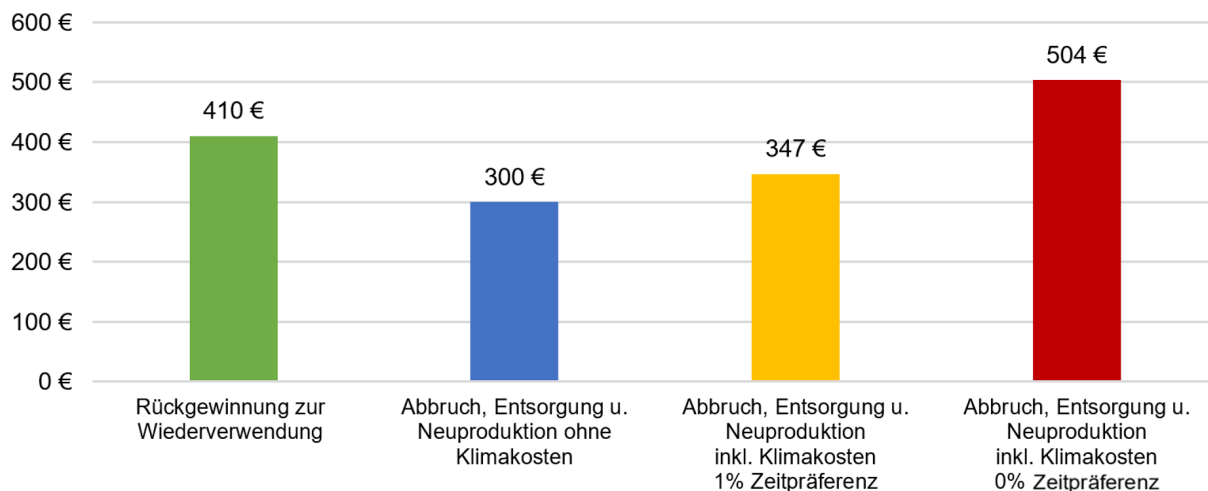
**Abbildung 11**  
Ermittlung der Herstellkosten

Der Rückbau zur Wiederverwendung ist damit nach aktuellen Maßstäben unwirtschaftlich. Durch die Wiederverwendung können jedoch ca. 315 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> für die Herstellung neuer Steine vermieden werden. Die Klimakosten betragen (Stand 2021) [Abbildung 12](#):

Klimakosten	1% reine Zeitpräferenzrate		0% reine Zeitpräferenzrate	
Preis gemäß UBA	201	€/t.CO <sub>2</sub> e	698	€/t.CO <sub>2</sub> e
abzgl. bezahlte Emissionen aus dem EU-Emissionshandel (EU-ETS) (Umweltbundesamt, 2022)	-52		-52	
ungedeckte Klimafolgekosten	148		645	
bezogen auf 1m <sup>3</sup> neu produziertes Kalksandsteinmauerwerk	47 €/m <sup>3</sup>		204 €/m <sup>3</sup>	

**Abbildung 12**  
Ermittlung der Klimakosten

Der Kostenvergleich für das KS-Mauerwerk stellt sich inkl. der Klimakosten wie folgt dar [Abbildung 13](#):



**Abbildung 13**  
Beispielhafte Gegenüberstellung der Kosten von wiederverwendetem und neuem Mauerwerk ohne und mit Klimakosten, CO<sub>2</sub>-Preise gem UBA (Preise in €/m<sup>3</sup>)

Der Vergleich macht deutlich, dass die nachhaltige Wiederverwendung von gebrauchtem Baumaterial in dem geschilderten Beispiel wirtschaftlich wird, wenn die Generationengerechtigkeit mitberücksichtigt wird und die Umweltfolgekosten mit 0% Zeitpräferenz berechnet werden.

Dieses Beispiel wird im Folgenden in der Formel des TSD abgebildet. Hierbei entsprechen die Lebenszykluskosten in den Varianten den Herstellungskosten (da keine Nutzungskosten entstehen). Die Umweltfolgekosten werden (vereinfacht) durch die Klimakosten abgebildet. In dem Beispielprojekt wurde anhand eines Rückbauversuchs ermittelt, dass der Rückbauprozess einen späteren Wiedereinsatz von 90% der vorhandenen Bausubstanz ermöglicht. Entsprechend können 90% des Werts des Neumaterials für die Urbane

Mine angesetzt werden ( $21\text{€}/\text{m}^2 / 0,115 \text{ m} * 0.9 = 164 \text{ €}/\text{m}^3$ ). Es ist fraglich wie viele Steine für einen dritten Verwendungszyklus brauchbar rückgebaut werden können. Ausgehend von den im Versuch ermittelten 90% wird von  $90*90 = 81\%$  für diesen Zyklus ausgegangen ( $21\text{€}/\text{m}^2 / 0,115 \text{ m} * 0.81 = 148 \text{ €}/\text{m}^3$ ). Entsprechend reduziert sich der Wert der Urbanen Mine bei der Variante 1 Wiederverwendung. Dieses Beispiel zeigt, dass KS-Wände nicht für einen Wiedereinsatz prädestiniert sind, da sie vermörtelt werden.

Nehmen wir an, dass mit der bautechnischen Lösung die funktionalen, qualitativen und sozialen Anforderungen voll erfüllt sind (100%) und hier keine Unterschiede zwischen den Varianten bestehen, so können die Varianten folgendermaßen dargestellt werden:

Variante 1 Wiederverwendung

$$\frac{\text{Lebenszykluskosten} + \text{Umweltfolgekosten} - \text{Urbane Mine}}{100\%} = 0,38$$

$$\frac{410 \text{ €}/\text{m}^3 + 0 \text{ €}/\text{m}^3 - 148 \text{ €}/\text{m}^3}{100\%} = 0,38$$

Abbildung 14  
Variante 1 - Wiederverwertung

Da Variante 2 keine Umweltfolgekosten betrachtet und damit nicht alle Faktoren berücksichtigt, ist diese Variante für einen Vergleich im TSD nicht nutzbar.

Variante 3 keine Wiederverwendung, Klimakosten mit 1% ZPR

$$\frac{\text{Lebenszykluskosten} + \text{Umweltfolgekosten} - \text{Urbane Mine}}{100\%} = 0,55$$

$$\frac{300 \text{ €}/\text{m}^3 + 47 \text{ €}/\text{m}^3 - 164 \text{ €}/\text{m}^3}{100\%} = 0,55$$

Abbildung 15  
Variante 3 keine Wiederverwendung, Klimakosten mit 1% ZPR

Variante 4 keine Wiederverwendung, Klimakosten mit 0% ZPR

$$\frac{\text{Lebenszykluskosten} + \text{Umweltfolgekosten} - \text{Urbane Mine}}{100\%} = 0,29$$

$$\frac{300 \text{ €}/\text{m}^3 + 204 \text{ €}/\text{m}^3 - 164 \text{ €}/\text{m}^3}{100\%} = 0,29$$

Abbildung 16  
Variante 4 keine Wiederverwendung, Klimakosten mit 0% ZPR

Betrachten wir das Beispiel so sehen wir, dass Variante 3 den höchsten Wert erzielt. Ursache hierfür ist die 1%-Diskontierung der Umweltfolgekosten. Um die Bedeutung der Diskontierung zu verstehen ist sie nicht aus

betriebswirtschaftlicher, sondern gesellschaftlicher Sicht zu betrachten. Die Bewertung der Diskontrate von 1% bedeutet, dass davon ausgegangen wird, dass zukünftigen Generationen eine größere materielle Ausstattung zur Verfügung stehen, wodurch sie die Umweltbelastungen besser tragen kann als die heutige Generation. Entsprechend geringer fallen die Umweltfolgekosten aus. Grundlage dieser Annahme ist Wirtschaftswachstum oder Effizienzwachstum als Folge von technischem Fortschritt ([Umweltbundesamt, 2018](#)). Wie bereits geschildert geht bisher Wirtschaftswachstum mit erhöhtem Ressourcenverbrauch einher, sodass sich der mit der Diskontierung angenommene soziale Effekt eher nicht einstellen wird.

Hierdurch entsteht in der Variante 3 eine Ungleichbehandlung zwischen der künftigen Gesellschaft mit der heutigen Gesellschaft. Die Varianten 1 und 4 liegt eine solche Ungleichbehandlung nicht zu Grunde. Entsprechend ist der Variantenvergleich von Variante 1, Variante 3 und Variante 4 inkonsistent, sofern alle Dimensionen der Nachhaltigkeit betrachtet werden sollen.

Als Kompensation kann die Gleichbehandlung der künftigen Gesellschaft im Vergleich zur heutigen, wenn sie nicht in den Umweltfolgekosten abgebildet wird, in die sozialen Faktoren eingehen. Hierzu wird der Umfang im Zähler um den sozialen Nutzen, bestehend aus der Differenz der heutigen und der künftigen Aufwände, gemindert.

Grundgedanke hierbei ist, dass umso länger ein Bauwerk genutzt wird, umso länger dient es der Gesellschaft und umso grösser ist die Generationengerechtigkeit und der soziale Nutzen.

Zur Veranschaulichung werden drei Zahlenbeispiele aufgeführt:

Bei einer Diskontierung von 1% wird davon ausgegangen, dass in 30 Jahren nur  $(100\%-1\%)^{30} = 74\%$  der heutigen Aufwände erforderlich sind. Entsprechend liegt der soziale Nutzen bei 26%.

Bei einer Nutzungsdauer von 50 Jahren entstehen  $(100\%-1\%)^{50} = 61\%$  der Aufwände. Der soziale Nutzen steigt entsprechend auf 39%.

Eine Nutzungsdauer von 200 Jahren, wie sie bei Denkmälern nicht unüblich ist, erfordert  $(100\%-1\%)^{200} = 13\%$  und ermöglicht einen sozialen Nutzen von 87%.

Diese Beispiele zeigen, dass die Länge des Lebenszyklus eines Bauwerks ein wichtiger Faktor für die Bestimmung des sozialen Nutzens ist. Um die Dauer eines Lebenszyklus zu bestimmen kann auf den Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat zurückgegriffen werden. Hier wird bei Nachhaltigkeitsbewertungen die Systemgrenze und damit der Zeitraum für einen Lebenszyklus bestehend aus Planung, Bau, Nutzung und Rückbau festgelegt. So wird beispielsweise der Betrachtungszeitraum eines Lebenszyklus für ein Büro- und Verwaltungsgebäude auf 50 Jahre definiert ([Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, 2019](#)).

Legen wir diesen Maßstab nun an unsere Variante 3 an, so können wir Variante 3a folgendermaßen aufstellen.

Variante 3a keine Wiederverwendung, Klimakosten mit 1% ZPR, Lebenszyklus 50 Jahre:

$$\begin{array}{r}
 100\% * 39\% \text{ (Sozialer Nutzen)} \\
 \hline
 \text{Lebenszykluskosten} + \text{Umweltfolgekosten} - \text{Urbane Mine} \\
 300 \text{ €/m}^3 \quad + \quad 47 \text{ €/m}^3 \quad - \quad 164 \text{ €/m}^3 \\
 \hline
 = 0,21
 \end{array}$$

Abbildung 17

Variante 3a keine Wiederverwendung, Klimakosten mit 1% ZPR, Lebenszyklus 50 Jahre

Vergleichen wir nun Variante 1, 3a und 4 so erkennen wir, dass der Wert von Variante 1 am höchsten ist.

Anhand dieses Beispiels lässt sich nachvollziehen, wie sich neben den Umweltkosten auch soziale Faktoren und insbesondere die Generationengerechtigkeit auf den Wert einer Variante und damit auf die Bewertung von Varianten auswirken können.

## 8 Ergebnisse und Fazit

Mit der Entwicklung des Target Sustainability Designs, wird dargelegt, dass durch die Monetarisierung von ökologischen Zielen diese mit den ökonomischen Zielen einen gemeinsamen Hebel für den Wert eines Bauwerks bilden können. Dieser gemeinsame Hebel kann jedoch nur entstehen, wenn sowohl monetäre als auch natürliche Ressourcen als eine Gesamtressource betrachtet werden. Diese gesamtheitliche Sicht ermöglicht die gemeinsame Platzierung der Ressourcenaufwände im Nenner der Gleichung, die den qualitativen, funktionalen und sozialen Werten im Zähler gegenüberstehen.

Eine wesentliche Erkenntnis der Fallstudie ist, dass der verwendete CO<sub>2</sub>-Preis einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis des nachhaltigen Werts hat. Nur bei der Verwendung eines CO<sub>2</sub>-Preises mit einer Zeitpräferenzrate von 0 werden die Kosten dort allokiert, wo sie verursacht werden. Bei der Wahl eines CO<sub>2</sub>-Preises, mit einer Zeitpräferenzrate grösser 0, werden Umweltfolgekosten von Bauprojekten auf zukünftige Generationen übertragen. Das bedeutet, das heute Werte erwirtschaftet werden, die künftig von der Gesellschaft bezahlt werden müssen. Der Betrachtungszeitraum ist entsprechend für die Wahl eines sinnvollen CO<sub>2</sub>-Preises von wesentlicher Bedeutung. Für öffentliche Auftraggebende, die mit den finanziellen Ressourcen der Gesellschaft agieren, ist eine ZPR grösser 0 gleichbedeutend mit einer Verschiebung von Kosten in die Zukunft. Private Auftraggebende betreffen die Umweltfolgekosten aktuell nur indirekt als Gesellschaftsmitglieder. Unabhängig der tatsächlichen Kostentragung ermöglicht der generationengerechte CO<sub>2</sub>-Preis jedoch auch privaten Auftraggebenden eine transparente und belastbare nachhaltige Entscheidungsgrundlage.

Mit dem Fallbeispiel konnten die Auswirkungen von Generationengerechtigkeit innerhalb des CO<sub>2</sub>-Preises oder als Teil des Sozialen Nutzen dargelegt werden. So wurde ersichtlich, dass der nachhaltige Wert eines Bauwerks neben den funktionalen und qualitativen Anforderungen auch von den Bedürfnissen der heutigen und zukünftigen Gesellschaft bestimmt wird. Dies zeigte sich in der Fallstudie daran, dass die Nutzungsdauer einen erheblichen Einfluss auf den nachhaltigen Wert nehmen konnte. So hat der Einbezug der Nutzungsdauer die zunächst höher bewertete Variante so korrigiert, dass diese als geringst bewertete Variante endete. Hier wäre es interessant in einer weiteren Fallstudie zu eruieren, wie die Dauerhaftigkeit unterschiedlicher Konstruktionsweisen über den Sozialen Nutzen auf den nachhaltigen Wert wirken könnten.

Der Ansatz des Urban Mining bewegt sich mit seiner Grundhaltung in der ökologischen Dimension von Bauwerken. Mit der Wertermittlung am Ende eines Lebenszyklus wird die ökonomische Dimension mit der monetären Bewertung der verbleibenden Materialien in den Ansatz integriert. So konnte in der Fallstudie festgestellt werden, dass ein nicht auf Wiederverwendung ausgelegtes Bauwerk bei der Wiederverwendung an monetärem Wert verliert und damit den nachhaltigen Wert belastet. Der Einfluss von Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit auf den Nachhaltigkeitswert sollte in weiteren Fallstudien untersucht werden. Von besonderem Interesse ist dabei der Vergleich von Varianten mit unterschiedlichen Konstruktionen und Materialien, da hierdurch die Belastbarkeit des TSD weiter erhöht werden könnte.

Das Fallbeispiel zeigt auch die Wechselwirkungen zwischen LCC und LCA. So schlagen sich aufwändige Rückbauarbeiten in Form hoher Lohnkosten direkt in den LCC nieder, während gleichzeitig die Umweltfolgekosten durch vermiedene Emissionen sinken. Daraus kann gefolgert werden, dass Konstruktionen, die bereits im Hinblick auf eine spätere Wiederverwendung geplant und ausgeführt werden, neben den reduzierten Umweltfolgekosten auch reduzierte Lebenszykluskosten aufweisen und somit einen erhöhten nachhaltigen Wert generieren. Dieser Ansatz sollte durch die Untersuchung von Varianten mit unterschiedlichem Rückbauaufwand verifiziert werden.

Zur Vervollständigung des TSD sollte die Monetarisierung anderer LCA-Faktoren wie Wasserverbrauch, Versauerungspotenzial, Ozonabbaupotenzial usw. weiter vorangetrieben werden. Dadurch können diese Faktoren in gleicher Weise wie die CO<sub>2</sub>-Kosten in die Gleichung einbezogen und eine umfassendere Entscheidungsgrundlage geschaffen werden. Damit die LCC- und LCA-Berechnungen effektiv in das TSD integriert werden können, muss der Aufwand für die Berechnungen jedoch gering gehalten werden. Dementsprechend muss bei der Ergänzung der Werte auch der Prozess der Datenerhebung berücksichtigt werden, was neben den ökologischen auch die sozialen Faktoren betrifft.

Die vielfältigen Anknüpfungspunkte zeigen, dass die Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten zu komplexen Ergebnissen führt. Die Vereinfachung auf eine Formel mit einem Ergebniswert kann die Entscheidung zwischen verschiedenen Varianten unterstützen. Insgesamt kann somit festgehalten werden, dass die mit der TSD erweiterte Sichtweise auf den gesamten

Lebenszyklus eines Bauwerks mit seiner ökologischen und sozialen Wirksamkeit und der Berücksichtigung der urbanen Mine eine umfassende Grundlage für nachhaltige Entscheidungen bietet.

## References

- Ballard, G. (2006). Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing. *Proceedings IGLC-14*, 77–89. [https://www.researchgate.net/publication/252609919\\_RETHINKING\\_PROJECT\\_DEFINITION\\_IN\\_TERMS\\_OF\\_TARGET\\_COSTING](https://www.researchgate.net/publication/252609919_RETHINKING_PROJECT_DEFINITION_IN_TERMS_OF_TARGET_COSTING) ↵
- Ballard, G. (2011). *Target Value Design: Current Benchmark (1.0)*. <https://www.cca-acc.com/wp-content/uploads/2021/08/Process-Benchmarks.pdf>. <https://www.cca-acc.com/wp-content/uploads/2021/08/Process-Benchmarks.pdf> ↵
- Ballard, G., & Morris, P. H. (2010). Maximizing owner value through target value design. *AACE International Transactions*, 1, 347–361. [https://www.researchgate.net/publication/281925177\\_Maximizing\\_owner\\_value\\_through\\_target\\_value\\_design](https://www.researchgate.net/publication/281925177_Maximizing_owner_value_through_target_value_design) ↵
- Brenner, V. (2015). Gebäude zu Rohstoffdepots. *Bauwelt Praxis*, 44-45.15, 52–56. <https://www.bauwelt.de/dl/966189/artikel.pdf> ↵
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Ed.). (2019). *Leitfaden Nachhaltiges Bauen - Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden*. [https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR\\_LFNB\\_D\\_190125.pdf](https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf). [https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR\\_LFNB\\_D\\_190125.pdf](https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf) ↵
- De Benedetto, L., & Klemeš, J. (2009). The Environmental Performance Strategy Map: an integrated LCA approach to support the strategic decision-making process. *Journal of Cleaner Production*, 17(10), 900–906. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.02.012> ↵
- de Klijn-Chevalerias, M., & Javed, S. (2017). The Dutch approach for assessing and reducing environmental impacts of building materials. *Building and Environment*, 111, 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.003> ↵
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V. (Ed.). (2021). *Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion*. [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021\\_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf). [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021\\_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf) ↵
- Do, D., Ballard, G., & Tillmann, P. (2015). *Technical Report - The application of Target Value Design to the design phase of 3 hospital projects*. Project Production Systems Laboratory, University of California Berkeley. [https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/Do\\_Ballard\\_Tillmann-2015-Application-of-TVD...-UHS-Temecula-Valley-Hospital.pdf](https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/Do_Ballard_Tillmann-2015-Application-of-TVD...-UHS-Temecula-Valley-Hospital.pdf) ↵

- Do, D., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2015). An Analysis of Potential Misalignments of commercial Incentives in Integrated Project Delivery and Target Value Design. *Proceedings IGLC-23*, 277–286. <https://iglc.net/Papers/Details/1168> ↵
- Do, D., Chen, C., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2014, June). Target Value Design as a Method for controlling Project Cost Overruns. *Proceedings IGLC-22*. <https://iglc.net/papers/Details/1065> ↵
- GEFMA/IFMA. (2010). *Lebenszykluskostenrechnung im FM - Einführung und Grundlagen* (p. 32). ↵
- Hamdan, S. B., Barkokebas, B., Alwisy, A., Bouferguene, A., & Al-Hussein, M. (2018, March 29). Improved Target-Value Design Approach through the Integration of Environmental Performance and Reliability Theory. *Construction Research Congress 2018*. Construction Research Congress 2018. <https://doi.org/10.1061/9780784481301.057> ↵
- Institut für Corporate Governance in der deutschen Immobilienwirtschaft e.V. (Ed.). (2021). *Social Impact Investing - Der Praxisleitfaden für die Immobilienwirtschaft*. Institut für Corporate Governance in der deutschen Immobilienwirtschaft e.V. <https://icg-institut.de/de/social-impact-investing/leitfaden/> ↵
- Johannes, S. (2020). *Ein Zeitumkehrer in der Klimaökonomik - Was die Zeitpräferenzrate mit Generationengerechtigkeit zu tun hat* [E-Learning Plattform]. <https://www.exploring-economics.org/de/entdecken/ein-zeitumkehrer-in-der-klimaekonomik-was-die-z/>. <https://www.exploring-economics.org/de/entdecken/ein-zeitumkehrer-in-der-klimaekonomik-was-die-z/> ↵
- Kordi, N. E., Belayutham, S., & Che Ibrahim, C. K. I. (2021). Mapping of social sustainability attributes to stakeholders' involvement in construction project life cycle. *Construction Management and Economics*, 39(6), 513–532. <https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1923767> ↵
- Mossman, A., Ballard, G., & Pasquire, C. (2013). *Lean Project Delivery — innovation in integrated design & delivery*. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/2.1.2713.2804> ↵
- Neumayer, E. (2012). Human Development and Sustainability. *Journal of Human Development and Capabilities*, 13(4), 561–579. <https://doi.org/10.1080/19452829.2012.693067> ↵
- Roberts, M., Allen, S., & Coley, D. (2020). Life cycle assessment in the building design process – A systematic literature review. *Building and Environment*, 185, 107274. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107274> ↵
- Rosen, A. (2021). *Urban Mining Index: Entwicklung einer Systematik zur quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Neubauplanung*. Fraunhofer IRB Verlag. ↵
- Russell-Smith, S. V., Lepech, M. D., Fruchter, R., & Meyer, Y. B. (2015). Sustainable target value design: integrating life cycle assessment and target value design to improve building energy and environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 88, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.025> ↵
- Silveira, S., & Alves, T. (2018). Target Value Design Inspired Practices to Deliver Sustainable Buildings. *Buildings*, 8(9), 116. <https://doi.org/10.3390/buildings8090116> ↵
- Tillmann, P. A., Do, D., & Ballard, G. (2017, July 9). A Case Study on the Success Factors of Target Value Design. *25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://doi.org/10.24928/2017/0324> ↵

- Umweltbundesamt. (2018). *Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten - Methodische Grundlagen* [Techreport]. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von-0>. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von-0> ↵
- Umweltbundesamt. (2020). *Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze* [Techreport]. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-umweltkosten>. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-umweltkosten> ↵
- Umweltbundesamt. (2021). *Gesellschaftliche Kosten von Umweltbelastungen* [<https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen> (accessed 2.15.23)]. ↵
- United Nations General Assembly. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* | Department of Economic and Social Affairs. <https://sdgs.un.org/2030agenda>. <https://sdgs.un.org/2030agenda> ↵
- Zimina, D., Ballard, G., & Pasquire, C. (2012). Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. *Construction Management and Economics*, 30(5), 383–398. <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.676658> ↵