

ZIRKULÄRE GEBÄUDEANALYSE

NEUBAU EINES BETRIEBSGEBÄUDES FÜR DEN
FORSTBETRIEBSHOF OERLINGHAUSEN

Bauherrschaft: Kreis Lippe

Durchgeführt und ausgearbeitet von der TH
OWL im Rahmen des EFRE-Verbundprojektes
„Cirquality OWL plus“ (2024-2026)

23.09.2026



INHALT

I	Einleitung	3
II	Methodik des UMI	
III	Analyseprozess	
IV	Gebäudeprofil	
V	Materialdaten	
VI	Analyseergebnisse	
	Gründung	
	Außenwand	
	Dach	
	Varianten im Planungsprozess	
VII	Zirkularitätsbewertung	
VIII	Fazit & Empfehlungen	
IX	Anhang	

I | EINLEITUNG

Der Forstbetriebshof Oerlinghausen, betrieben vom Kreis Lippe, erhält im Zuge einer Modernisierung ein neues Betriebsgebäude. Dieses wird künftig als zentraler Standort für Aufenthalts-, Umkleide- und Büroräume des Forstpersonals dienen und unmittelbar an die bestehende Lagerhalle angebunden. Ziel der Baumaßnahme ist es, die Arbeitsbedingungen zu verbessern, Betriebsabläufe zu optimieren und zugleich die Nachhaltigkeitsziele des Kreises Lippe konsequent zu berücksichtigen.

Vor dem Hintergrund zunehmender Anforderungen an Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft wurde für den Neubau eine zirkuläre Analyse mithilfe des Urban Mining Index durchgeführt. Diese Bewertungsmethode erlaubt es, bereits in der Planungsphase das Materialinventar zu erfassen, seine spätere Wiederverwertbarkeit zu bewer-

ten und damit das Potenzial für eine geschlossene Materialnutzung aufzuzeigen.

Die Analyse bildet die Grundlage für eine gezielte Auswahl von Baustoffen, die sowohl funktional als auch ökologisch überzeugen, und leistet damit einen Beitrag zur Reduzierung von Primärrohstoffverbrauch und CO₂-Emissionen. Gleichzeitig ermöglicht sie eine transparente Dokumentation für zukünftige Rückbau- oder Umnutzungsprozesse.

Mit dieser Untersuchung wird der Neubau des Forstbetriebshofs Oerlinghausen zu einem Beispielprojekt im kommunalen Hochbau, das zeigt, wie regionale Bauvorhaben den Prinzipien der Circular Economy folgen können – und so den Anspruch des Kreises Lippe auf nachhaltiges und zukunftsorientiertes Bauen unterstreichen.

II | METHODIK DES UMI

Der Urban Mining Index (UMI) nach Anja Rosen ist ein Bewertungsinstrument, das den ökologischen und ökonomischen Wert der in einem Gebäude enthaltenen Materialien sichtbar macht. Grundlage bildet die Annahme, dass Gebäude nicht nur als Verbraucher von Ressourcen, sondern zugleich auch als Rohstofflager verstanden werden müssen. Um diesen „urbanen Lagerbestand“ zu erfassen, werden die in einem Bauwerk enthaltenen Stoffströme systematisch analysiert. Dazu wird zunächst ein Materialinventar erstellt, in dem die verbauten Mengen von Baustoffen wie Beton, Stahl, Holz, Metallen oder Dämmstoffen erfasst und den jeweiligen Bauteilen zugeordnet werden. Anschließend wird bewertet, in welchem Maße diese Materialien nach Ende der Nutzungsdauer eines Gebäudes zurückgewonnen und als Sekundärrohstoffe wieder in den Kreislauf eingespeist werden können.

Die Methodik verbindet hierbei stoffliche, technische und wirtschaftliche Indikatoren: Einerseits wird untersucht, wie trennbar und recyclingfähig die einzelnen Materialien sind, andererseits wird ihr Marktwert und ihr Beitrag zur Ressourcenschonung berücksichtigt. Auf diese Weise entsteht ein Kennwert, der Auskunft über das „Kreislaufpotenzial“ eines Bauwerks gibt. Der UMI quantifiziert also nicht nur die Masse der Stoffströme, sondern auch deren qualitative Rückführbarkeit in den Kreislauf.

Der Urban Mining Index unter-

scheidet bei der Bewertung von Baustoffen und Materialien grundsätzlich zwei Phasen: Pre-Use und Post-Use. Diese Differenzierung ist zentral, um das Kreislaufpotenzial eines Bauwerks nicht nur aus der Perspektive des eingebauten Materials, sondern auch im Hinblick auf seine Herkunft und sein zukünftiges Potenzial beurteilen zu können.

Pre-Use beschreibt den Zustand der Rohstoffe und Materialien vor ihrer erstmaligen Verwendung im Gebäude. Hierbei wird zwischen Primärrohstoffen (z. B. neu gewonnenes Eisenerz, frisch geschlagene Hölzer, Erdöl für Kunststoffe) und Sekundärrohstoffen (z. B. Recyclingstahl, Altholz, rezyklierte Kunststoffe) unterschieden. Zusätzlich wird die Frage gestellt, ob es sich um erneuerbare (wie Holz, Naturfasern) oder nicht erneuerbare Rohstoffe (wie Metalle, Erdölprodukte, mineralische Rohstoffe)

fe) handelt. Auf diese Weise lässt sich bereits vor der Bauphase feststellen, wie ressourcenschonend ein Entwurf ist – ein hoher Anteil an Sekundärrohstoffen und erneuerbaren Materialien verbessert den Pre-Use-Wert deutlich.

Post-Use hingegen betrachtet das Material nach der Nutzungsphase des Gebäudes, also beim Rückbau und in der Verwertung. Hier steht die Qualität der Wiederverwendung oder Wiederverwertung im Vordergrund. Es wird zwischen drei Stoffkategorien unterschieden:

Wiederverwendung (Re-Use): Bauteile oder Materialien können ohne großen Qualitätsverlust direkt wieder eingesetzt werden (z. B. Stahlträger, Ziegel im Ganzen, Holzbalken).

Wiederverwertung (Recycling): Materialien können stofflich

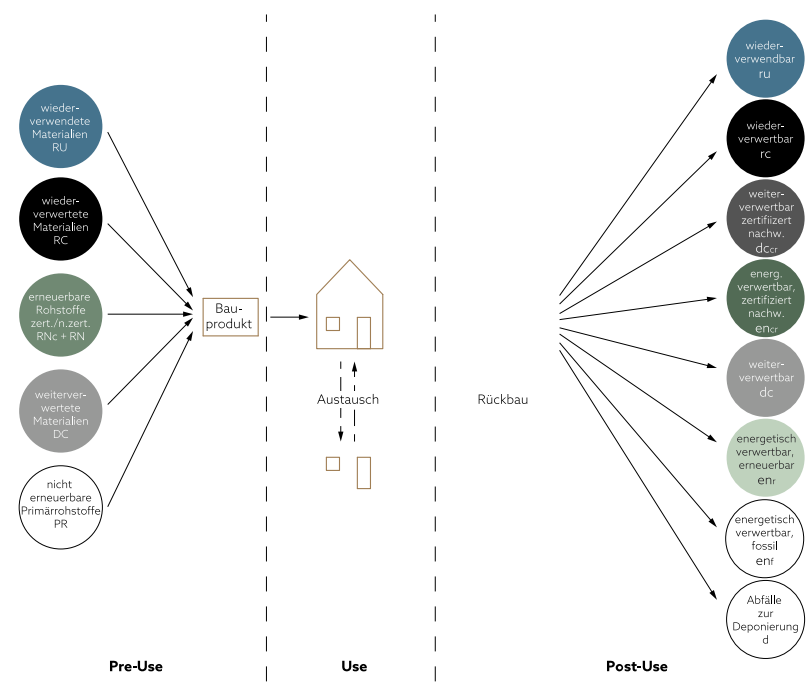


Abb. 1 | Systematik UMI

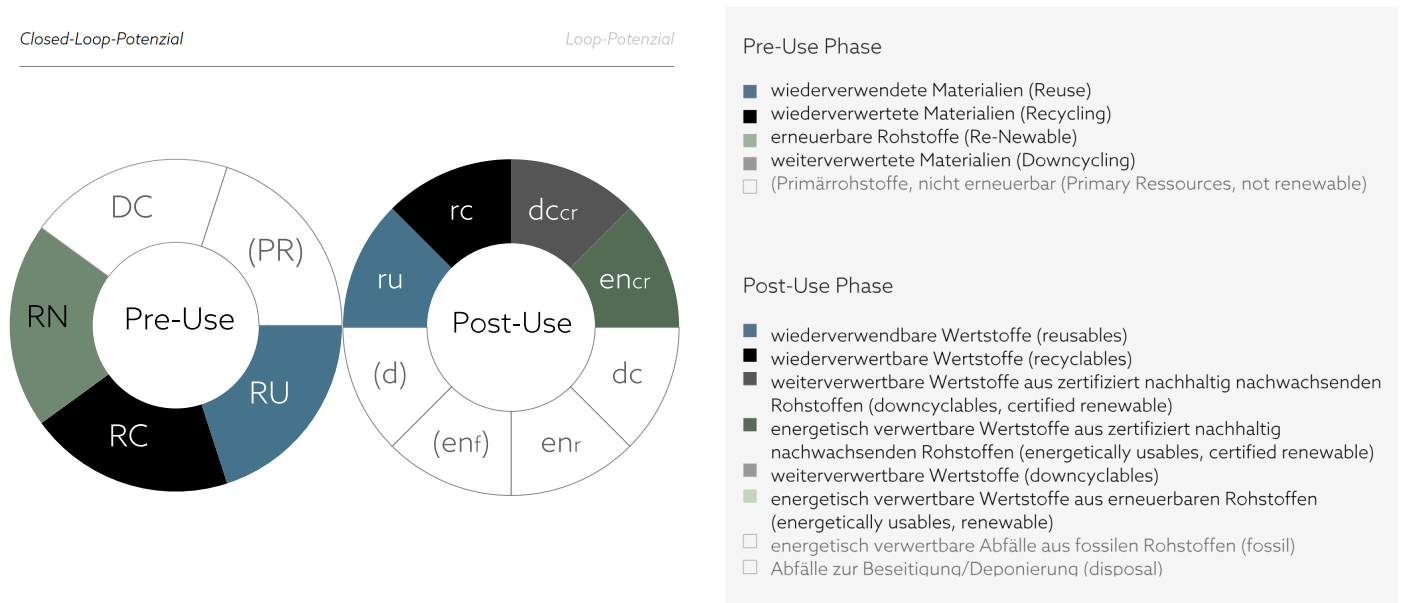


Abb. 2 | Legende Stoffströme, UMI

verwertet werden, jedoch teils mit Qualitätsverlust (z. B. Betonbruch als Recyclingkies, Altholz für Spanplatten).

Verwertung mit Energiegewinnung oder Entsorgung: Materialien, die nicht mehr stofflich nutzbar sind, können allenfalls thermisch verwertet werden (z. B. viele Kunststoffe, Verbundmaterialien) oder landen in der Deponie.

Diese Unterscheidung erlaubt eine ganzheitliche Analyse: Während im Pre-Use der Ressourcenaufwand und die ökologische Belastung durch Rohstoffgewinnung sichtbar werden, zeigt der Post-Use, welches Kreislaufpotenzial tatsächlich im Bauwerk steckt. Ein Baukonzept, das überwiegend erneuerbare und sekundäre Rohstoffe nutzt und gleichzeitig eine hohe Wiederverwendbarkeit oder stoffliche Recyclingfähigkeit nach der Nutzung aufweist, erreicht im Urban Mining Index die besten Werte. Gerade bei Projekten wie dem

Neubau des Forstbetriebshofs Oerlinghausen ist diese Betrachtung wertvoll: Durch die Wahl von Konstruktionen und Materialien, die sowohl pre-use ressourcenschonend (z. B. Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft, Recyclingstahl) als auch post-use kreislauffähig sind, lässt sich das Bauwerk so planen, dass es nicht nur während seiner Nutzung ökologisch überzeugt, sondern auch langfristig als Rohstofflager funktioniert.

Für die Beurteilung der Konstruktionsvarianten des geplanten Forstbetriebshofs in Oerlinghausen bietet der Urban Mining Index ein besonders geeignetes Bewertungsraster. Denn je nach Bauweise – etwa Massivbauweise mit Beton, Holz-Hybridkonstruktion oder vollständig in Holzbauweise – entstehen sehr unterschiedliche Stoffströme, die sowohl hinsichtlich ihres Rückbaupotenzials als auch hinsichtlich ihres ökologischen Fußabdrucks stark variieren. Während mineralische Stoffe wie Beton oder Ziegel zwar in gro-

ßen Mengen anfallen, werden sie häufig nur mit Qualitätsverlusten wiederverwertet bzw. downgecycelt. Gut erhaltene Bauteile können teilweise auch direkt wiederverwendet werden. Metalle und vor allem Holz besitzen jedoch durch ihre hohe Wiederverwendbarkeit und CO₂-Speicherfähigkeit ein deutlich größeres Kreislaufpotenzial.

Durch die Anwendung des UMI wird es möglich, diese Unterschiede zwischen den Konstruktionsvarianten transparent und quantitativ zu vergleichen. Für den Neubau bedeutet dies, dass nicht allein Kriterien wie Baukosten oder Energieeffizienz während der Nutzungsphase ausschlaggebend sind, sondern dass auch der gesamte Lebenszyklus einschließlich Rückbau und stofflicher Wiederverwertung einbezogen wird. Damit liefert der UMI einen wesentlichen Beitrag zu einer zukunftsfähigen Bauplanung, die Ressourcenverbrauch reduziert, Abfälle vermeidet und den Rohstoffkreislauf stärkt.

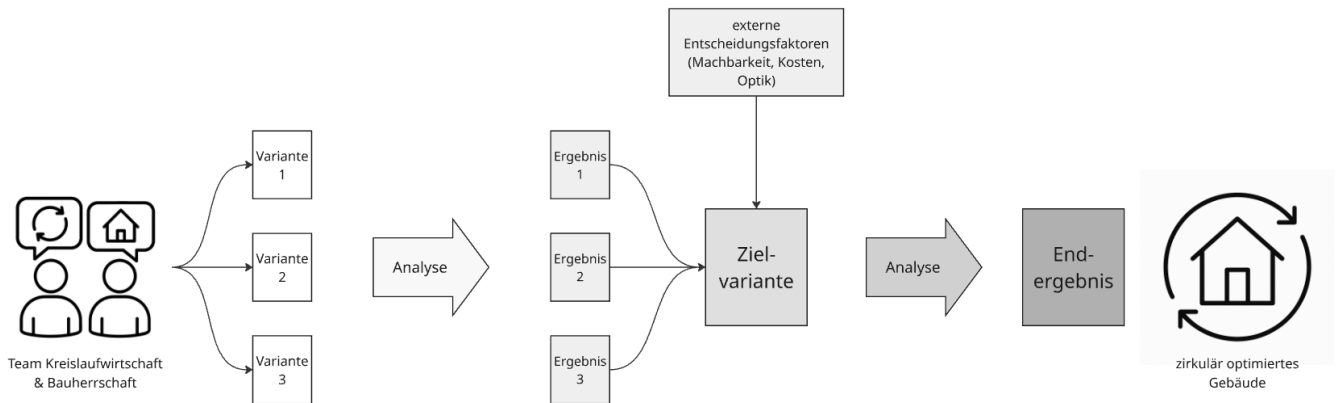


Abb. 3 | Analyseprozess, TH OWL

III | ANALYSEPROZESS

Die Datengrundlage für die Analyse des Neubaus des Forstbetriebshofes Oerlinghausen wurde in enger Zusammenarbeit zwischen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Kreises und dem Team der Hochschule entwickelt. Ausgangspunkt waren verschiedene konstruktive Vorschläge für die Bauteile Außenwand, Dach und Gründung, die vom Kreis eingebracht und anschließend gemeinsam weiter ausgearbeitet wurden. Auf dieser Basis konnten unterschiedliche Konstruktionsvarianten definiert werden, die jeweils sowohl die technischen als auch die funktionalen Anforderungen erfüllten.

Diese Varianten wurden anschließend mit dem Urban Mining Index analysiert. Ziel war es, das Kreislaufpotenzial der vorgeschlagenen Bauweisen systematisch zu erfassen und die Unterschiede hinsichtlich Ressourcenschonung und Recyclingfähigkeit transparent zu machen. Die Ergebnisse der Zwischenanalysen wurden dem Kreis fortlaufend zurückgemeldet,

sodass eine enge Abstimmung zwischen ökologischer Bewertung, Kostenbetrachtung und baulicher Machbarkeit gewährleistet war. Auf Grundlage dieser Informationen entschied sich der Kreis schließlich für eine Konstruktionsvariante, die im weiteren Verlauf planerisch konkretisiert wurde. Die finale Version dieser Ausarbeitung wurde erneut bilanziert, um die abschließende Einschätzung des Kreislaufpotenzials vorzunehmen.

Ein methodischer Schwerpunkt lag dabei auf der reduzierten Betrachtungsweise: Analysiert wurde jeweils exemplarisch ein Quadratmeter der Außenwand, des Daches und der Gründung. So unterstützte die Analyse im Projekt gezielt die Wahl der Konstruktion und zielte nicht auf eine vollständige Gebäudeinventarisierung ab. Bei einer solchen reduzierten Betrachtung ist es dabei besonders relevant, diejenigen Baustoffe in den Fokus zu nehmen, die aufgrund ihrer eingesetzten Masse und ihrer Umweltwirkungen den größten Hebel für die Ressourcen- und

Umweltbilanz darstellen. Gleichwohl ließe sich aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen auch eine umfassende Analyse des gesamten Gebäudes durchführen, um zusätzlich das gesamte Ressourcen- und Rückbaupotenzial des Bauwerks zu erfassen.

IV | GEBÄUDEPROFIL

Der Grundriss zeigt das Erdgeschoss des Neubaus für den Forstbetriebshof Oerlinghausen. Das Gebäude ist klar funktional gegliedert und berücksichtigt sowohl die betrieblichen Abläufe als auch die Anforderungen an Aufenthalts- und Sozialräume.

Im Eingangsbereich befindet sich ein großzügiger Windfang (13,82 m²), der als Schleuse dient und gleichzeitig einen Witterungsschutz bietet. Von hier gelangt man direkt in das Lager (8,28 m²), das eine Verbindung zur angrenzenden Werkstatt (60,52 m²) herstellt. Diese Anordnung ermöglicht kurze Wege zwischen Lagerung und handwerklicher Nutzung.

Zentral liegt der Flur (6,78 m²), von dem aus alle weiteren Räu-

me erschlossen werden. An der Südseite ist ein Aufenthaltsraum mit Küche (19,63 m²) angeordnet, der den Beschäftigten Platz für Pausen und gemeinsame Mahlzeiten bietet. Angrenzend daran befindet sich ein Büro (8,13 m²), das die organisatorischen Aufgaben abdeckt.

Für die Mitarbeitenden sind getrennte Umkleiden für Damen (9,01 m²) und Herren (9,01 m²) mit jeweils zugeordneten Sanitärräumen (WC-D: 9,60 m², WC-H: 11,64 m²) vorgesehen. Ein zusätzlicher Raum für Putzmittel (2,04 m²) sowie ein kleiner Technikraum (3,15 m²) ergänzen die funktionale Ausstattung.

Die Raumstruktur folgt dem Prinzip einer kompakten und klar ablesbaren Organisation. Die

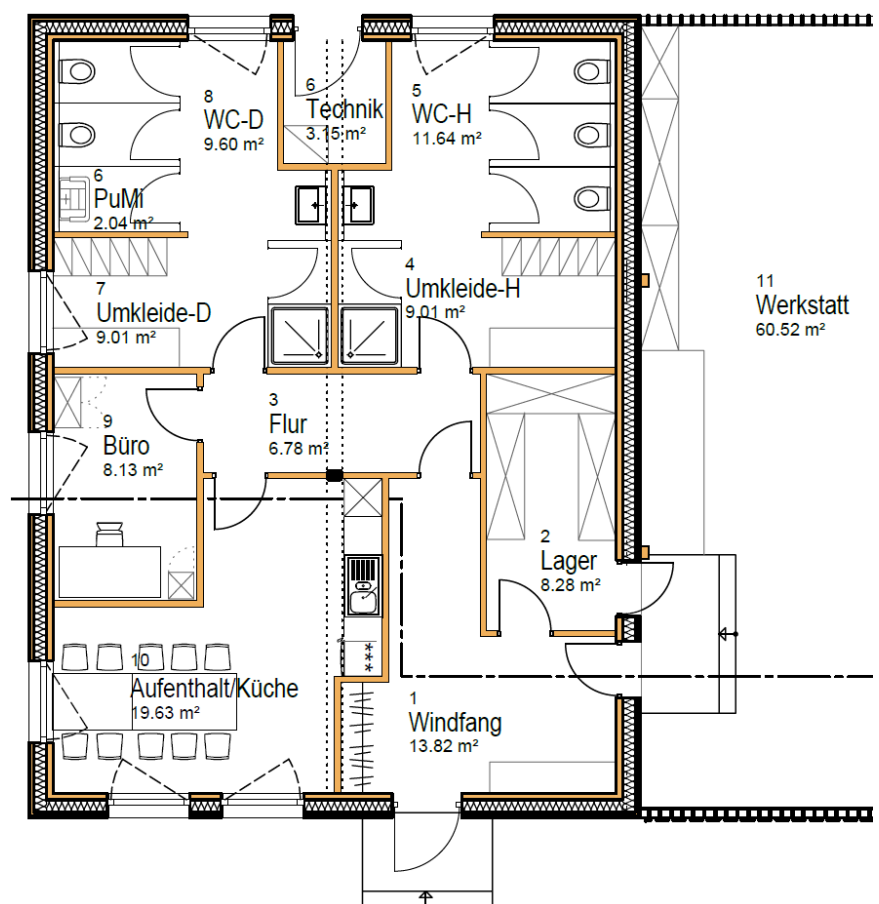


Abb. 4 | Grundriss EG, Kreis Lippe

komakte Bauweise ermöglicht dabei eine effiziente Flächen-nutzung und trägt durch die Begrenzung des Flächen- und Bauteilbedarfs zur Ressourcenschonung bei. Gleichzeitig wird der Anspruch an Nachhaltigkeit und zirkuläres Bauen berücksichtigt: Das Gebäude ist in Holz-rahmenbauweise mit Zellulose-dämmung konzipiert. Holz als nachwachsender Rohstoff trägt sowohl zur CO₂-Bindung als auch zur späteren Kreislaufrfähigkeit der Bauteile bei. Ergänzende Holzwerkstoffplatten sorgen für Stabilität und ermöglichen eine sortenreine Trennung beim Rückbau. Auch die Gestaltung der Innenräume profitiert von den ökologischen Materialien, die zu einem angenehmen Raumklima beitragen. Neben der Wahl nachwachsender Baustoffe ist dabei auch ein bewusster und ressourceneffizienter Einsatz des verfügbaren Holzes von Bedeutung.

Der dargestellte Schnitt zeigt den Aufbau von Dach, Wand und Gründung des Neubaus für den Forstbetriebshof Oerlinghausen. Der Dachaufbau ist als extensiv begrüntes Flachdach mit umlaufender Regenrinne ausgeführt. Über der Abdichtung und Gefälledämmung liegen Drän- und Filtersysteme sowie eine Vegetationsschicht, die Niederschlagswasser zurückhält und ableitet. Die tragende Ebene bilden Holzbalken mit einer Ausfachung aus Zellulosedämmung, ergänzt durch Holzwerkstoffplatten. Der Aufbau ist damit sowohl wärmetechnisch leistungsfähig als auch durch den hohen Anteil an Holz und Zellulose auf nachwachsende und ökologisch günstige

Materialien ausgerichtet. Die Außenwand besteht aus einer Holzrahmenkonstruktion mit einer 20 cm starken Zellulosedämmung im Gefach. Außen schließen Holzwerkstoffplatten, Lattung und Schalung an, innen ebenfalls Holzwerkstoffplatten. Sockelbereich und Insekten-schutz sind konstruktiv so ausgebildet, dass die Dauerhaftigkeit der Konstruktion unterstützt wird. Durch die klare Trennung der Schichten ergibt sich ein Aufbau, der ein hohes Maß an Rückbaubarkeit bietet. Die Gründung erfolgt über eine Stahlbetonbodenplatte mit einer darunterliegenden XPS-Dämmung. Darunter folgen Sauberkeitsschicht und Schottertragschicht. Oberhalb der Bodenplatte wird ein schwimmender Estrich mit Bodenbelag

eingebaut. Die Konstruktion stellt damit die notwendige Tragfähigkeit sicher und erfüllt die Anforderungen an den Wärmeschutz.

Insgesamt zeigt der Entwurf, dass beim Neubau des Forstbetriebshofs Oerlinghausen auf eine Bauweise mit einem hohen Anteil nachwachsender und gut recycelbarer Materialien gesetzt wird. Gleichzeitig sind die tragenden Teile wie die Bodenplatte in Stahlbeton so ausgeführt, dass Dauerhaftigkeit und Lastabtragung gewährleistet sind. Auf diese Weise wird eine sachgerechte Kombination ökologischer Materialien mit konventionellen Baustoffen erreicht, die sowohl funktionale Anforderungen als auch Aspekte der Kreislaufrfähigkeit berücksichtigt.

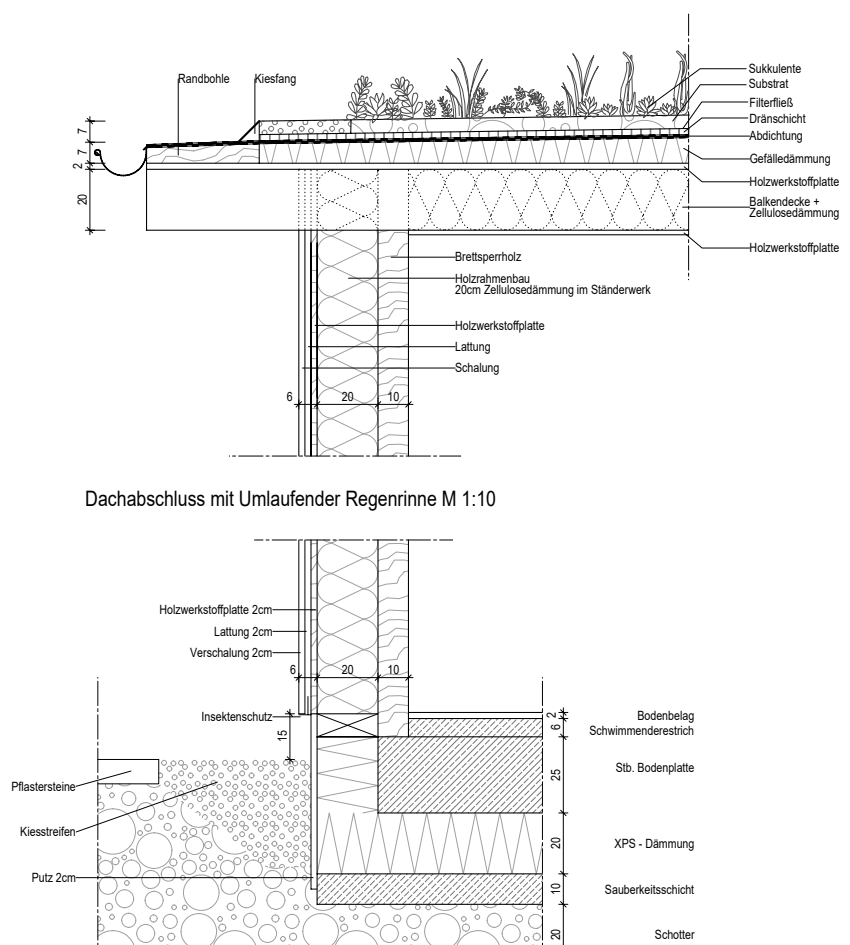


Abb. 5 | Bauteilaufbau Zielvariante, Kreis Lippe

V | MATERIALDATEN

Für jedes im Urban Mining Index (UMI) erfasste Material werden mehrere Werte erhoben, die eine ganzheitliche Betrachtung seiner Kreislauffähigkeit ermöglichen. Zunächst wird die eingesetzte Menge in Kilogramm oder Kubikmetern erfasst, sodass das Material quantitativ im Gesamtgebäude eingeordnet werden kann. Anschließend folgt die Zuordnung zur Materialgruppe im UMI, die die Verbindung zu den hinterlegten Referenzdatensätzen herstellt.

nach der Nutzung des Gebäudes behandelt werden kann. Hierfür werden Werte zu folgenden Kategorien aufgestellt: Wiederverwendung (Re-Use), hochwertige stoffliche Verwertung (Recycling im Closed Loop), Downcycling (Recycling mit Qualitätsverlust) sowie energetische Verwertung oder Entsorgung. Jedem Material wird ein prozentualer Anteil zugewiesen, der angibt, in welchem Umfang es den einzelnen Kategorien zugeordnet werden kann.

Darauf aufbauend werden Werte für die Pre-Use-Phase ermittelt. Dazu gehören Informationen über die Herkunft des Materials, also ob es sich um einen Primär- oder Sekundärrohstoff handelt, sowie die Einordnung in erneuerbar oder nicht erneuerbar. Damit lässt sich der ökologische Aufwand der Rohstoffbereitstellung bewerten.

Diese Werte bilden die Grundlage, um das Kreislaufpotenzial eines jeden Materials zu bestimmen. Durch die Kombination von Menge, Herkunft und End-of-Life-Potenzial entsteht ein differenziertes Bild, das später in den Gesamtindex des Gebäudes einfließt. So wird transparent, welche Baustoffe einen hohen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten und welche nur eingeschränkt wiederverwendbar oder verwertbar sind.

In der Post-Use-Phase wird untersucht, wie das Material

Name	Bauteil	Material	Masse [kg/m ²]	Pre-Use	MRC	Rückbauaufwand	Post-Use	MLP
Fliesen	Keramische Fliesen	Fliesen, Feinsteinzeug	47	ohne	0%	verklebt & verfugt	Downcycling	0%
Estrich	Zementestrich	Zementestrich	120	ohne	0%	gegossen	Downcycling	0%
Bodenplatte	Fundamentplatte	Stahlbeton	600	ohne	0%	gegossen	Recycling	39%
Perimeter-Dämmung	Perimeterdämmung	XPS	13,2	wiederverwertet	30%	lose verlegt	energetische Verwertung	100%
Sauberkeitsschicht	Bodenplatte	Beton	200	ohne	0%	gegossen	Downcycling	39%
Brettsperrholz	Holzwand	Brettsperrholz	50	erneuerbar	97%	verschraubt	Downcycling	0%
Holzrahmenbau	Holzwand	KVH	90	erneuerbar	100%	verschraubt	Downcycling	0%
Dämmung	Dämmung	Zellulose	9	erneuerbar & wiederverwertet	92%	lose Schüttung	Recycling	100%
Holzwerkstoffplatte	Bauplatte	OSB	13	erneuerbar	86%	verschraubt	Downcycling	0%
Lattung	Unterkonstruktion	Massivholz	1,8	erneuerbar	100%	verschraubt	Downcycling	0%
Fassadenbekleidung	Holzbekleidung	Massivholz	9,4	erneuerbar	100%	verschraubt	Downcycling	0%
Vegetationsschicht	extensive Begrünung	Vegetationsschicht	120	erneuerbar	100%	verwurzelt	Recycling	100%
Dränschicht	schwere Schutzschicht	Kunststoff	6	wiederverwertet	100%	lose verlegt	energetische Verwertung	0%
Abdichtung	Abdichtungsbahn	Bitumen	11,7	ohne	0%	verklebt	Recycling	30%
Gefälledämmung	Dämmung XPS	XPS	4,5	wiederverwertet	30%	lose verlegt	energetische Verwertung	30%
Holzwerkstoffplatte	Holzbekleidung	OSB	12	erneuerbar	86%	verschraubt	Downcycling	0%
Dämmung	Einblasdämmung	Zellulose	7,2	erneuerbar & wiederverwertet	92%	lose Schüttung	Recycling	100%
Holzbalkendecke	Holztafelbau	KVH	8	erneuerbar	100%	verschraubt	Downcycling	0%
Holzwerkstoffplatte	Holzbekleidung	OSB	6	erneuerbar	86%	verschraubt	Downcycling	0%

Abb. 6 | Tabelle Materialdaten, TH OWL

VI | ANALYSEERGEBNISSE

GRÜNDUNG

Die Analyse der Gründung des Neubaus für den Forstbetriebshof Oerlinghausen mit dem Urban Mining Index (UMI) zeigt deutliche Unterschiede zwischen Closed-Loop Potential (CLP) und Loop Potential (LP). Während das Closed-Loop Potential mit 17,59 % vergleichsweise gering ausfällt, erreicht das Loop Potential mit 99,06 % einen sehr hohen Wert. Diese Differenz verdeutlicht den zentralen Unterschied beider Kennzahlen: Das CLP bildet ausschließlich jene Materialanteile ab, die bereits im Pre-Use als recycelt, wiederverwendet oder erneuerbar gelten und die im Post-Use tatsächlich ohne Qualitätsverlust wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden können. Das LP hingegen bezieht zusätzlich auch downgecycelte und energetisch verwertete Stoffströme mit ein, sodass nahezu alle eingesetzten Materialien berücksichtigt werden.

In der Pre-Use-Phase werden beim CLP nur wiederverwendete Materialien (RU), recycelte Materialien (RC) und erneuerbare Rohstoffe (RN) gewertet. Der Anteil liegt bei der Gründung

bei rund 17 %, also vergleichsweise niedrig. Primärrohstoffe oder downgecycelte Materialien bleiben unberücksichtigt. Beim LP sind diese dagegen Teil der Bilanz: Hier erscheinen neben RU, RC und RN auch downgecycelte Materialien (DC) sowie primäre, nicht erneuerbare Rohstoffe (PR). Dadurch erreicht das Pre-Use beim Loop Potential nahezu 100 %.

In der Post-Use-Phase liegt der Unterschied ähnlich: Beim CLP zählen nur Anteile, die tatsächlich wiederverwendbar (ru) oder recycelbar (rc) sind – der Wert bleibt daher niedrig und liegt ebenfalls bei etwa 17 %. Das LP berücksichtigt zusätzlich Materialien, die downgecycelt (dc) oder energetisch verwertet werden können – sowohl mit nachwachsenden als auch mit nicht nachwachsenden Rohstoffen – sowie jene, die entsorgt oder deponiert werden müssen. So erreicht das Post-Use beim LP über 82 %, sodass insgesamt das fast vollständige Loop Potential von 99,06 % zustande kommt.

Gerade bei der Gründung wird diese Differenz sichtbar: Die ein-

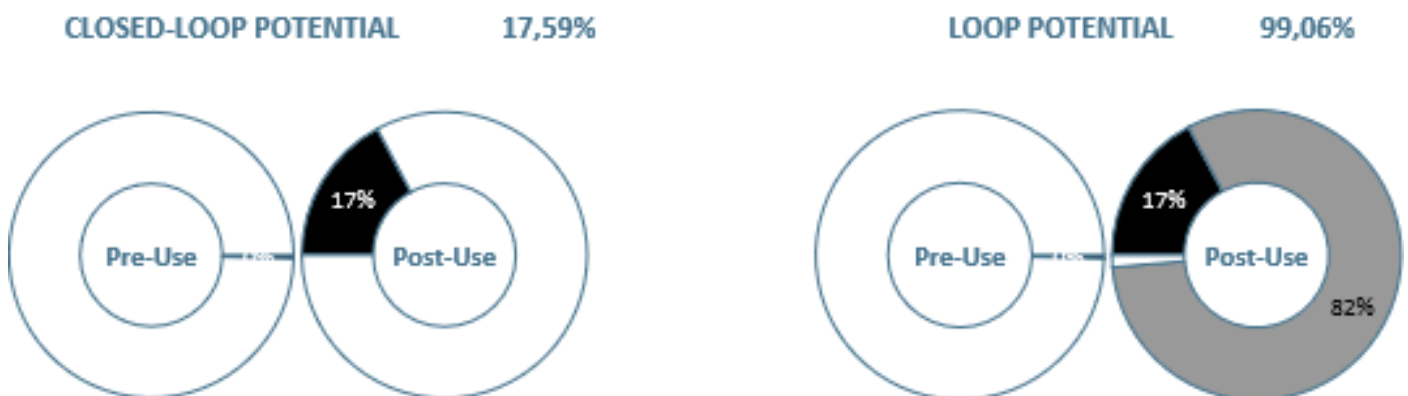
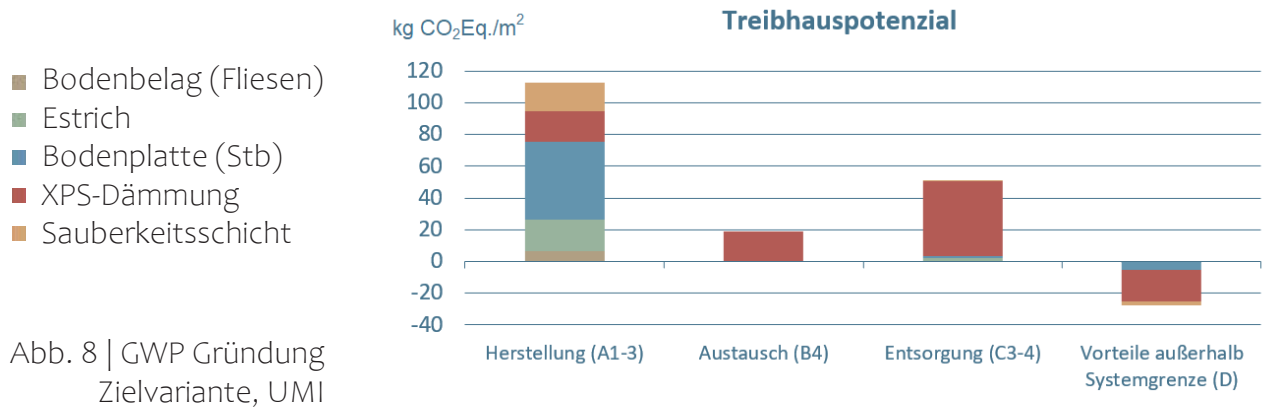


Abb. 7 | Ergebnisse Gründung Zielvariante, UMI



gesetzten mineralischen Baustoffe wie Beton oder Estrich sind nach der Nutzungsdauer nahezu vollständig für eine stoffliche Verwertung in Form von Recyclingkies geeignet, jedoch nicht im gleichen Qualitätsniveau als Konstruktionsbeton wiederverwendbar. Dadurch entsteht ein sehr hohes Loop Potential, aber nur ein geringes Closed-Loop Potential. Hinzu kommt die XPS-Perimeterdämmung, die zwar bilanziell in den Stoffkreislauf eingeht, in der Realität aber überwiegend energetisch verwertet wird und daher das CLP nicht erhöht.

Auch das Treibhauspotenzial macht die Problematik deutlich: Die größten Emissionen entstehen bei der Herstellung der mineralischen Baustoffe, insbesondere des Betons. Die Entsorgung verursacht zusätzliche Belastungen, die allerdings teilweise durch Gutschriften (Systemgrenze D) kompensiert werden, wenn Recyclingmaterial Primärrohstoffe ersetzen kann.

Insgesamt verdeutlicht die Auswertung, dass die Gründung des Neubaus zwar funktional und dauerhaft geplant ist, im Sinne der Kreislaufwirtschaft

jedoch nur begrenzt hochwertige Rückführungen ermöglicht. Der UMI zeigt hier den Zielkonflikt zwischen Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit einerseits und Kreislauffähigkeit andererseits. Während nahezu alle Materialien prinzipiell in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können (hohes LP von 99,06 %), ist der Anteil, der in geschlossenen Kreisläufen verbleibt (CLP von 17,59 %), vergleichsweise niedrig. Damit unterstreicht die Analyse die Bedeutung zukünftiger Entwicklungen wie zirkulär optimierte Betone mit Recyclinganteilen, um die Klimabilanz und das Closed-Loop Potential insbesondere bei massiven Gründungsbauteilen zu verbessern.

AUßENWAND

Die Analyse der Außenwände des Neubaus für den Forstbetriebshof Oerlinghausen mit dem Urban Mining Index (UMI) zeigt im Vergleich zur Gründung ein deutlich höheres Kreislaupotenzial. Das Closed-Loop Potential (CLP) liegt bei 111,47 %, während das Loop Potential (LP) sogar 202,93 % erreicht. Diese Werte übersteigen die 100-%-Marke, da insbesondere erneuerbare Rohstoffe mehrfach in den Kreislauf eingebracht werden können und so überproportional zum Ergebnis beitragen. Der Unterschied zwischen CLP und LP bleibt dennoch deutlich: Während das CLP nur hochwertige, geschlossene Kreisläufe abbildet, integriert das LP sämtliche Rückführungs- und Verwertungswege.

In der Pre-Use-Phase zeigt sich beim CLP ein sehr hoher Anteil von 93 %, was auf den überwiegenden Einsatz von erneuerbaren Rohstoffen wie Bauholz oder Zellulose zurückzuführen ist. Nur ein kleiner Teil fällt nicht in diese Kategorie. Im Post-Use können rund 4–5 % der Materialien in gleicher Qualität wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden, was den CLP-Wert insgesamt

absichert. Das LP bewertet diese Stoffströme umfassender: In der Pre-Use-Phase werden nicht nur erneuerbare Rohstoffe, sondern auch downgecycelte oder energetisch verwertbare Materialien berücksichtigt, was zusammen mit den nachhaltigen Rohstoffen ebenfalls 93 % ergibt. Im Post-Use hingegen zeigt sich das volle Potenzial der Außenwand: Rund 64 % der Materialien können in einer anderen Form weiterverwertet oder energetisch genutzt werden, sodass insgesamt ein Loop Potential von über 200 % erreicht wird.

Die Zusammensetzung der Außenwand erklärt dieses Ergebnis: Es dominieren Holzwerkstoffe wie Brettsper Holz, Konstruktionsvollholz und Massivholzbekleidungen, die als nachwachsende Rohstoffe nicht nur eine gute Rückführbarkeit, sondern auch eine klimapositive Wirkung haben. Unterstützt wird dies durch die Zellulose-Einblasdämmung, die als biogener Baustoff mit sehr geringem Treibhauspotenzial auftritt. Im Gegensatz zu mineralischen oder synthetischen Materialien wird hier ein großer Teil der Masse bereits im

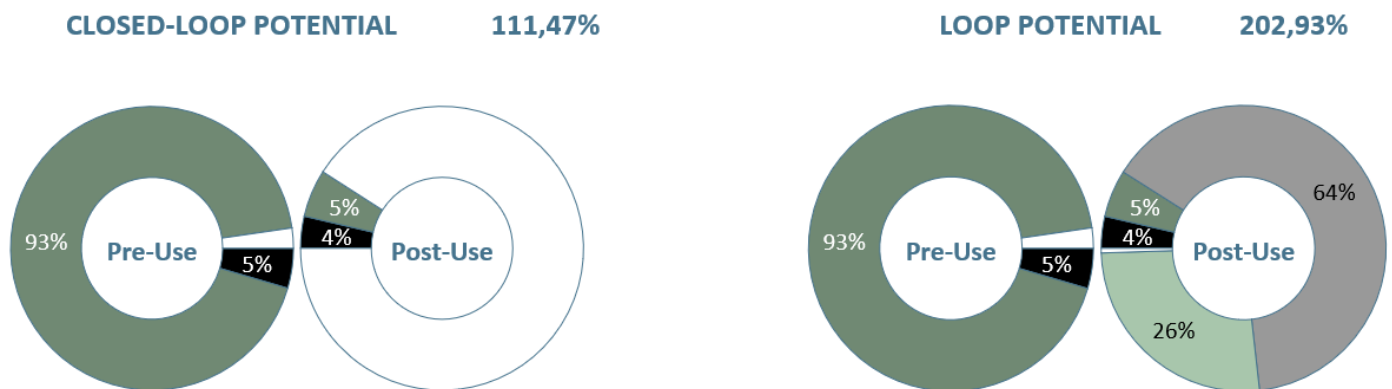
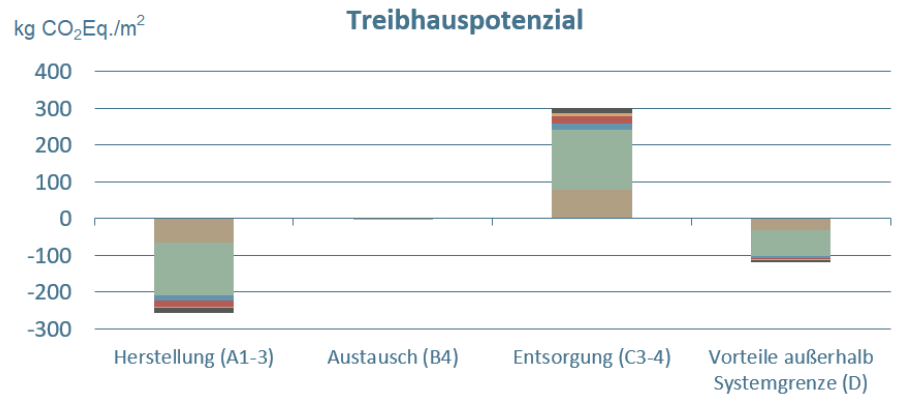


Abb. 9 | Ergebnisse Außenwand Zielvariante, UMI

- Brettsperrholz
- Holzrahmenbau
- Dämmung
- Holzwerkstoffplatte
- Lattung
- Fassadenbekleidung

Abb. 10 | GWP Außenwand
Zielvariante, UMI



Pre-Use bilanziell positiv bewertet, da es sich um erneuerbare Ressourcen handelt.

Auch die Bilanz zum Treibhauspotenzial (GWP) fällt positiv auf: Die Ergebnisse zeigen teilweise negative Werte (z. B. $-17,15 \text{ kg CO}_2\text{-Äq./m}^2$ für Brettsperrholz oder $-52,68 \text{ kg CO}_2\text{-Äq./m}^2$ für den Holzrahmenbau), da biogene Kohlenstoffspeicherung im Holz berücksichtigt wird. Herstellung und Entsorgung verursachen zwar Belastungen, diese werden jedoch deutlich durch die Gutschriften bei der Substitution fossiler Energieträger und nicht erneuerbarer Rohstoffe außerhalb der Systemgrenze (Modul D) überkompensiert.

Insgesamt verdeutlicht die Analyse, dass die Außenwände des Neubaus durch ihren hohen Anteil an nachwachsenden und kreislauffähigen Materialien eine sehr gute Bewertung im UMI erhalten. Während fast alle Baustoffe in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können (LP von 202,93 %), ist auch der Anteil hochwertiger Kreisläufe (CLP von 111,47 %) außergewöhnlich hoch. Damit zeigt sich, dass eine Konstruktion mit überwiegend nachwachsenden Rohstoffen wie Holz und Zellulose nicht nur die Klimabilanz verbessert, sondern auch ein erhebliches Potenzial für zirkuläres Bauen bietet.

DACH

Die Analyse des Dachaufbaus des Neubaus für den Forstbetriebshof Oerlinghausen mit dem Urban Mining Index (UMI) zeigt ein insgesamt hohes Kreislaufpotenzial. Das Closed-Loop Potential (CLP) liegt bei 125,96 %, während das Loop Potential (LP) mit 182,29 % noch deutlich höher ausfällt. Ähnlich wie bei den Außenwänden übersteigen beide Werte die 100-%-Marke, was vor allem am hohen Anteil nachwachsender Rohstoffe und deren mehrfacher Zirkulationsfähigkeit liegt.

In der Pre-Use-Phase werden beim CLP rund 86 % der Materialien bereits als wiederverwendet, recycelt oder erneuerbar eingestuft. Besonders die Verwendung von Holzwerkstoffen und Zellulose-Einblasdämmung trägt maßgeblich zu diesem hohen Wert bei. Im Post-Use können etwa 32 % der Materialien auf gleichem Qualitätsniveau in den Kreislauf zurückgeführt werden, sodass insgesamt ein CLP von 125,96 % erreicht wird. Das Loop Potential bezieht darüber hinaus auch Downcycling- und energetische Verwertungspfade mit ein. Dadurch steigt der Wert in der

Pre-Use-Phase auf ebenfalls 86 %, während in der Post-Use-Phase 46 % berücksichtigt werden. Zusammen ergibt sich ein LP von 182,29 %, was die Vielseitigkeit der Wiederverwertungsmöglichkeiten unterstreicht.

Die Materialzusammensetzung des Daches erklärt diese Bilanz: Der Aufbau besteht überwiegend aus Holzbauteilen (OSB-Platten, Konstruktionsvollholz, Schalungen) sowie der Zellulose-Dämmung, die als biogener Baustoff eine besonders hohe Bewertung erfährt. Zusätzlich finden sich aber auch weniger kreislauffähige Materialien wie die XPS-Gefälledämmung oder die Bitumenabdichtung, die das CLP senken, da sie überwiegend nur energetisch verwertet werden können. Trotzdem dominieren die nachwachsenden Rohstoffe, sodass die Gesamtbewertung positiv bleibt.

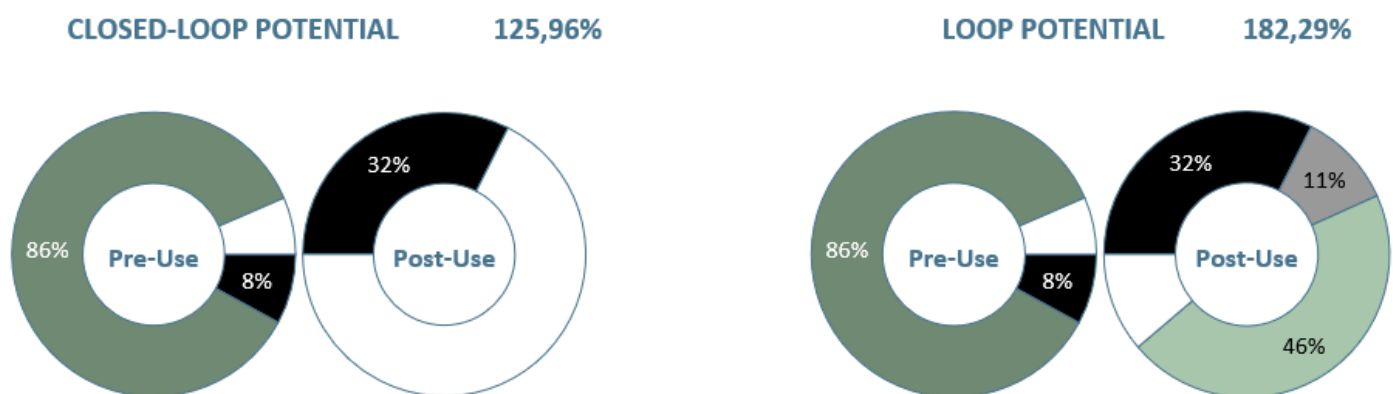


Abb. 11 | Ergebnisse Dach Zielvariante, UMI

- Vegetationsschicht
- Dränschicht
- Abdichtung
- Gefälledämmung
- Holzwerkstoffplatte
- Holzbalkendecke
- Dämmung
- Holzwerkstoffplatte

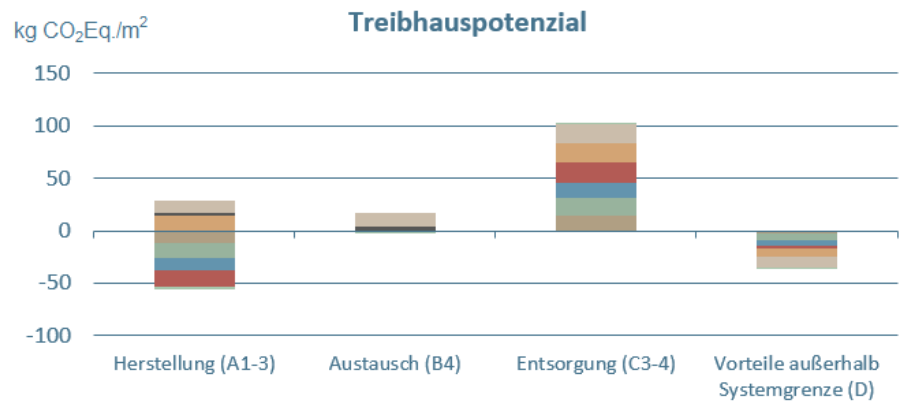


Abb. 12 | GWP Dach Zielvariante UMI

Das Treibhauspotenzial (GWP) fällt durch den hohen Holzanteil und die Zellulose ebenfalls günstig aus: Holzbauteile wie Brettsperrholz oder Konstruktionsvollholz speichern biogenen Kohlenstoff, was sich in negativen CO₂-Bilanzen niederschlägt (z. B. -5,27 kg CO₂-Äq./m² für die Holzbalkendecke). Belastungen entstehen vor allem durch synthetische Baustoffe wie XPS-Dämmung (+24,76 kg CO₂-Äq./m²) oder Bitumenabdichtungen (+7,31 kg CO₂-Äq./m²). Diese werden jedoch durch die positiven Effekte der biogenen Materialien und die Gutschriften in Modul D teilweise ausgeglichen.

Insgesamt verdeutlicht die Auswertung, dass das Dach des Neubaus ein sehr hohes Kreislaufpotenzial besitzt. Während nahezu alle eingesetzten Materialien verwertet oder in den Kreislauf zurückgeführt werden können (LP von 182,29 %), ist auch der Anteil an hochwertigen geschlossenen Kreisläufen (CLP von 125,96 %) überdurchschnittlich hoch. Damit zeigt sich, dass der Dachaufbau – trotz punktueller Schwächen durch nicht kreislauffähige Dämm- und Abdichtungsmaterialien – insgesamt sowohl aus ökologischer als auch aus zirkulärer Sicht eine sehr gute Bewertung erhält.

VARIANTEN IM PROZESS

Im Rahmen der UMI-Analyse wurden neben der ausgewählten Holzkonstruktion auch alternative Konstruktionsvarianten für die Außenwände betrachtet, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu schaffen. Dabei standen insbesondere der Brettsperrholzaufbau sowie eine Porenbeton-Variante im Fokus.

Die Analyse der Brettsperrholzwand zeigte, dass diese Konstruktion aufgrund des hohen Anteils an massivem Holz sehr gute Werte im Closed-Loop Potential (197,93 %) und im Loop Potential (200,96 %) erzielte. Der Einsatz nachwachsender und kreislauffähiger Materialien führte zudem zu einer positiven Klimabilanz durch die Bindung von biogenem Kohlenstoff. Trotz dieser ökologischen Vorteile stellte sich die Variante jedoch in der Wirt-

schaftlichkeitsbetrachtung als wenig praktikabel heraus: Brettsperrholz ist derzeit mit deutlich höheren Materialkosten verbunden, weshalb diese Konstruktion für den Neubau des Forstbetriebshofes Oerlinghausen nicht weiterverfolgt wurde.

Die Porenbetonwand wies dagegen schwache Ergebnisse auf. Mit einem Closed-Loop Potential von 0 % und einem Loop Potential von nur 6,40 % konnte diese Bauweise die Anforderungen an eine kreislauffähige Konstruktion nicht erfüllen. Grund hierfür sind die geringen Wiederverwertungsoptionen für Porenbeton sowie der hohe Anteil an Primärrohstoffen. Auch das Treibhauspotenzial war im Vergleich zu den Holzvarianten ungünstiger, sodass keine ökologischen Vorteile erkennbar waren.

Zusammenfassend zeigt der Variantenvergleich, dass die Holzkonstruktionen im Hinblick auf Kreislauffähigkeit, Ressourceneffizienz und Klimawirkung deutlich überlegen sind. Die Entscheidung fiel daher zugunsten einer Holzständerbauweise, die ein ausgewogenes Verhältnis von ökologischen Qualitäten, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit bietet. Die Alternativen erfüllten entweder die ökonomischen (Brettsperrholz) oder die ökologischen (Porenbeton) Anforderungen nicht ausreichend.

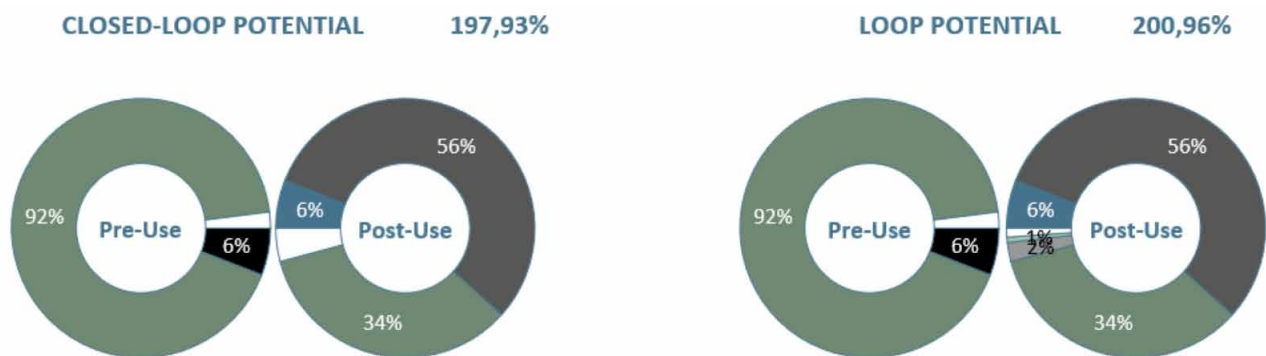


Abb. 13 | Ergebnisse Brettsperrholz, UMI

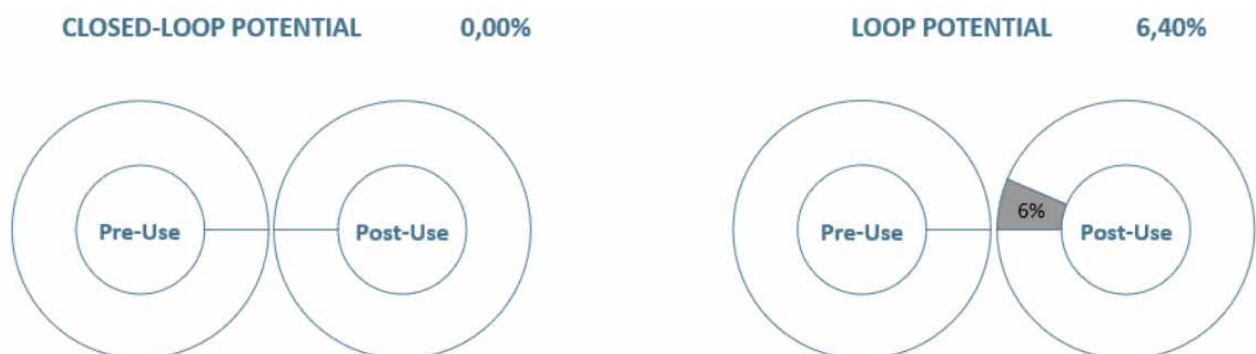


Abb. 14 | Ergebnisse Porenbeton, UMI

Direktvergleich der zirkulären Ergebnisse der Varianten (Außenwand)

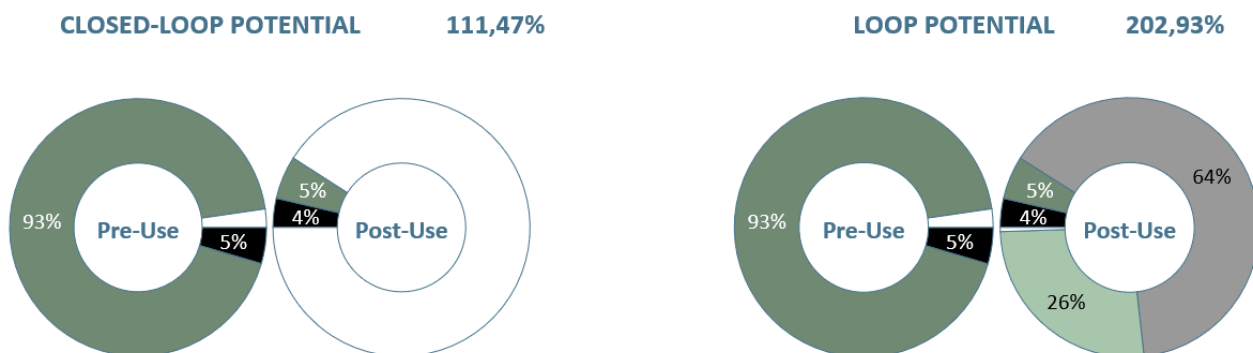


Abb. 9.2 | Ergebnisse Außenwand Zielvariante, UMI

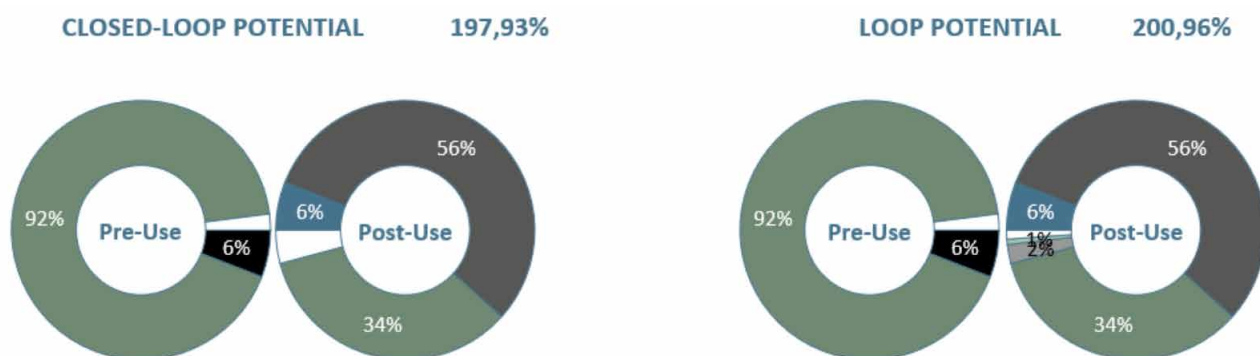


Abb. 13.2 | Ergebnisse Brettsperrholz, UMI

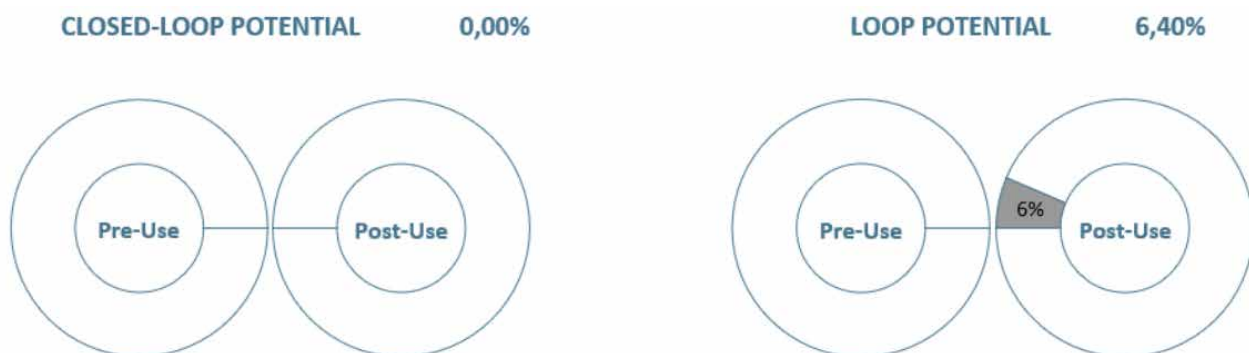


Abb. 14.2 | Ergebnisse Porenbeton, UMI

Direktvergleich der GWP-Ergebnisse der Varianten (Außenwand)

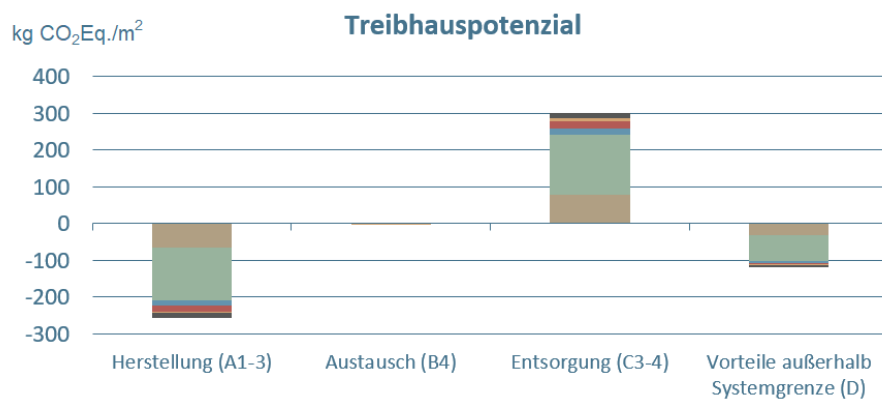


Abb. 10.2 | GWP Außenwand
Zielvariante, UMI

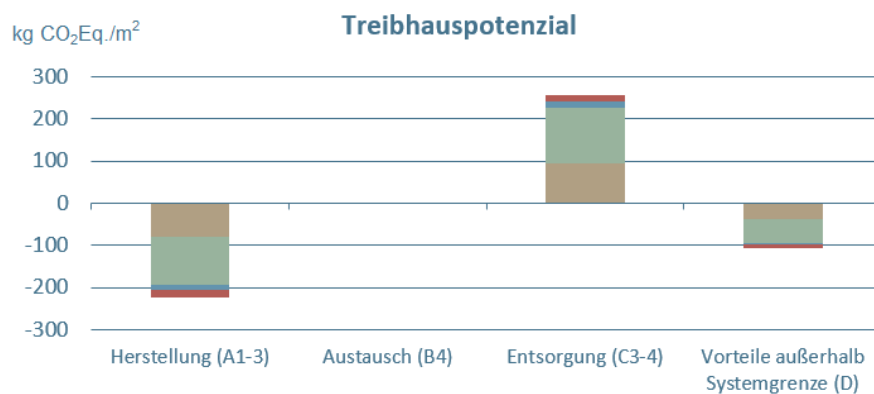


Abb. 15 | GWP Außenwand
Brettsperrholz, UMI

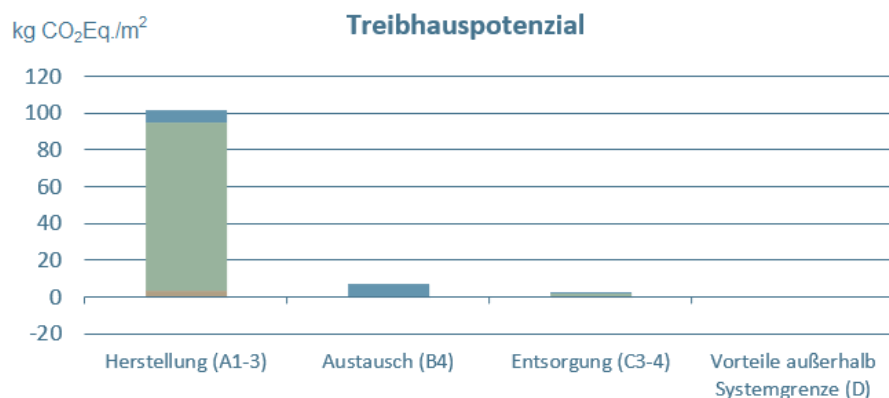


Abb. 16 | GWP Außenwand
Porenbeton, UMI

VII | ZIRKULÄRE BEWERTUNG

Die Auswertung des Neubaus mit Hilfe des Urban Mining Index (UMI) zeigt ein differenziertes Bild der Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien und Bauteile. Insgesamt weist der Bau ein hohes Loop Potential auf, während das Closed-Loop Potential insbesondere bei mineralischen Baustoffen geringer ausfällt.

1. Gründung

Die Gründung erreicht ein Loop Potential von 99,06 %, jedoch nur ein Closed-Loop Potential von 17,59 %. Verantwortlich sind mineralische Baustoffe wie Beton und Estrich, die zwar recycelt werden können, jedoch überwiegend nur im Downcycling als Recyclingkies nutzbar sind. Ein gleichwertiger Einsatz als Konstruktionsbeton ist derzeit technisch und normativ kaum möglich. Auch die XPS-Perimeterdämmung stellt eine Schwachstelle dar, da sie bilanziell als rückführbar bewertet wird, praktisch jedoch meist nur energetisch verwertbar ist.

2. Außenwände

Die Außenwände erreichen mit einem CLP von 111,47 % und einem LP von 202,93 % sehr hohe Werte. Der Grund liegt im hohen Anteil an Holzbaustoffen (Brettsperrholz, Konstruktionsvollholz, Fassadenbekleidung) sowie der Zellulose-Dämmung. Holz als nachwachsender Rohstoff ist nicht nur kreislauffähig, sondern speichert während der Nutzung CO₂. Die Zellulose-Dämmung verstärkt diesen Effekt. Einschränkungen bestehen lediglich bei OSB-Platten und konventionell

behandeltem Holz, die aufwendiger rückgebaut oder energetisch verwertet werden müssen.

3. Dach

Das Dach erreicht ein Closed-Loop Potential von 125,96 % und ein Loop Potential von 182,29 %. Positiv wirken hier die Holzbalkendecke und die Zellulose-Dämmung. Schwächer schneiden dagegen die Gefälledämmung aus XPS sowie die Bitumenabdichtung ab, die nur eingeschränkt kreislauffähig sind und höhere CO₂-Emissionen verursachen. Dennoch überwiegen die positiven Effekte der biogenen Materialien, sodass das Dach insgesamt sehr gute Ergebnisse erzielt.

4. Gesamteinschätzung der Materialwahl

Biogene Materialien (Holz, Zellulose, Vegetationsschichten) erzielen die besten Werte. Sie ermöglichen hohe CLP-Werte, binden CO₂ und sind stofflich oder energetisch verwertbar.

Mineralische Materialien (Beton, Estrich) sind langlebig, können jedoch fast nur downgecycelt werden.

Synthetische Materialien (XPS, Bitumen, Kunststoffe) sind kreislaufwirtschaftlich problematisch und belasten die Klimabilanz.

Fazit

Insgesamt weist der Neubau eine hohe Kreislauffähigkeit auf. Besonders die Außenwände und das Dach erzielen durch die Verwendung biogener Materialien

sehr gute Ergebnisse, während die Gründung deutlich schwächer abschneidet. Damit zeigt sich, dass nachwachsende Rohstoffe einen wesentlichen Beitrag zu Klimaschutz und Kreislaufwirtschaft leisten. Wichtig ist jedoch, dass in dieser Analyse nicht das gesamte Gebäude bilanziert wurde, sondern lediglich jeweils 1 m² Dach, Außenwand und Gründung als Vergleichseinheiten herangezogen wurden, um die Konstruktionswahl zu bewerten. Eine anschließende Gesamtbilanzierung des Gebäudes könnte die ökologischen und zirkulären Qualitäten im Maßstab des gesamten Bauwerks sichtbar machen.

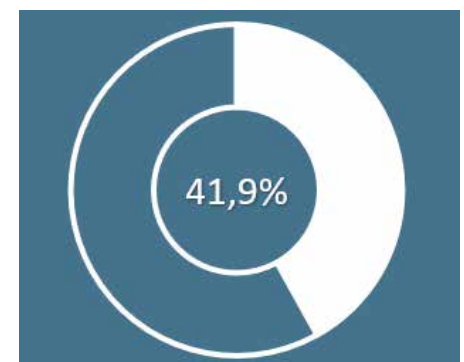


Abb. 17 | Endergebnis Urban Mining Indikator, UMI

VIII | FAZIT & EMPFEHLUNGEN

Die Anwendung des Urban Mining Index (UMI) auf die wesentlichen Bauteile des Neubaus des Forstbetriebshofs Oerlinghausen hat gezeigt, dass der Index ein geeignetes Werkzeug ist, um bereits in der Planungsphase das Kreislaufpotenzial von Konstruktionen sichtbar zu machen. Der Analyseprozess verdeutlicht nicht nur Unterschiede zwischen Materialien und Bauteilen, sondern macht auch die Spannungsfelder zwischen Dauerhaftigkeit, Funktionalität und Kreislauffähigkeit transparent. Durch die Betrachtung von Pre-Use (Herkunft der Rohstoffe) und Post-Use (Rückbau- und Wertungspotenziale) sowie die Differenzierung von Closed-Loop und Loop Potential konnte eine differenzierte Bewertung der ökologischen Qualität erreicht werden.

Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts war der Austausch von Daten zwischen der Hochschule und dem Kreis Lippe als Bauherr. Der Kreis stellte die relevanten Planungs- und Bauwerksdaten zur Verfügung, die anschließend durch die Hochschule in das UMI-System übertragen, strukturiert und ausgewertet wurden. In einem iterativen Prozess wurden Zwischenergebnisse gemeinsam besprochen und im Hinblick auf die Konstruktionsvarianten präzisiert. Dieser enge Austausch ermöglichte es, die Ergebnisse praxisnah aufzubereiten und unmittelbar in die Entscheidungsprozesse der Planung einzubinden. Für die Planung neuer Gebäude ergibt sich daraus die Empfeh-

lung, Materialentscheidungen frühzeitig unter dem Aspekt der Kreislaufwirtschaft zu treffen. Besonders die Ergebnisse für Dach und Außenwände zeigen, dass der Einsatz von biogenen Materialien wie Holz und Zellulose sowohl die Klimabilanz verbessert als auch die Kreislauffähigkeit erheblich steigert. In der Gründung ist der Einsatz von mineralischen Baustoffen zwar aus statischen Gründen notwendig, doch könnte hier künftig stärker auf Betone mit Recyclinganteil oder alternative Konstruktionsmethoden zurückgegriffen werden, um das Closed-Loop Potential zu erhöhen. Zudem sollte bereits im Entwurf eine klare Schichtentrennung angestrebt werden, um den Rückbau zu erleichtern. Für die Sanierung von Bestandsgebäuden kann der UMI als Instrument genutzt werden, um den vorhandenen Gebäudebestand als Rohstofflager zu begreifen. Eine systematische Erfassung der Bauteile macht deutlich, welche Materialien hochwertig wiederverwendbar oder recycelbar sind. Dadurch lassen sich Sanierungsentscheidungen stärker an den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft ausrichten und Materialien gezielt für eine Wiederverwendung im eigenen Projekt oder für Sekundärrohstoffmärkte sichern. Im Kontext des Abrisses eröffnet der UMI die Möglichkeit, Rückbauprozesse vorausschauend zu planen. Anstatt Abbruchmaterial ungetrennt zu entsorgen, können Wertstoffe durch eine gezielte Selektivdemontage im Kreislauf gehalten werden.

Insbesondere bei mineralischen Baustoffen sollte das Ziel sein, hochwertige Recyclingwege zu entwickeln und durch entsprechende Ausschreibungen und Normen abzusichern.

Die Ergebnisse lassen sich in übergeordnete Circular-Economy-Strategien einbetten: Gebäude sollten als temporäre Materiallager verstanden werden, deren Bestandteile nach der Nutzung wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden können. Der UMI liefert hierfür eine transparente Bewertungsgrundlage und unterstützt die Umsetzung politischer Leitbilder wie der EU-Bauprodukteverordnung, den Circular Economy Action Plan oder nationale Ressourceneffizienzstrategien. Für Kommunen und Bauherren ergibt sich die Chance, Bauprojekte nicht nur nach Kosten und Energieeffizienz, sondern auch nach ihrer langfristigen Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit zu bewerten.

Insgesamt zeigt sich, dass der UMI nicht nur ein Analyseinstrument, sondern auch ein Planungs- und Entscheidungswerkzeug ist. Der enge Austausch zwischen Hochschule und Kreis Lippe hat gezeigt, dass solche Kooperationen wesentlich sind, um Forschung und Praxis miteinander zu verbinden. Der Index trägt dazu bei, den Übergang von einer linearen zu einer zirkulären Bauwirtschaft zu unterstützen und schafft die Grundlage, um Gebäude künftig konsequent als Ressourcenspeicher im urbanen Kontext zu begreifen.

IX | ANHANG

ABBILDUNGEN

Abb. 1 Systemaitk UMI	https://urban-mining-index.de/wp-content/uploads/2020/11/Urban-Mining-Index_Systemaitk_ohne-Bagger.svg
Abb. 2 Legende Stoffströme	https://urban-mining-index.de/wp-content/uploads/2020/11/3_Qualitaetsstufen_Closed-Loop.svg
Abb. 3 Analyseprozess	TH OWL, eigene Darstellung
Abb. 4 Grundriss EG	Kreis Lippe
Abb. 5 Bauteilaufbau	Kreis Lippe
Abb. 6 Tabelle Materialdaten	TH OWL, eigene Darstellung
Abb. 7 Ergebnisse Gründung	Urban Mining Index, Excel-Tool zu Forschungszwecken zur Verfügung gestellt von Dr. Anja Rosen
Abb. 8 GWP Gründung	“
Abb. 9 Ergebnisse Außenwand	“
Abb. 10 GWP Außenwand	“
Abb. 11 Ergebnisse Dach	“
Abb. 12 GWP Dach	“
Abb. 13 Ergebnisse Brettsperrholz	“
Abb. 14 Ergebnisse Porenbeton	“
Abb. 15 GWP Brettsperrholz	“
Abb. 16 GWP Porenbeton	“
Abb. 17 Endergebnis Urban Mining Indikator	“

QUELLEN

Anja Rosen, Dissertation, Urban Mining Index - Entwicklung einer Systematik zur quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Neubauplanung, 2020

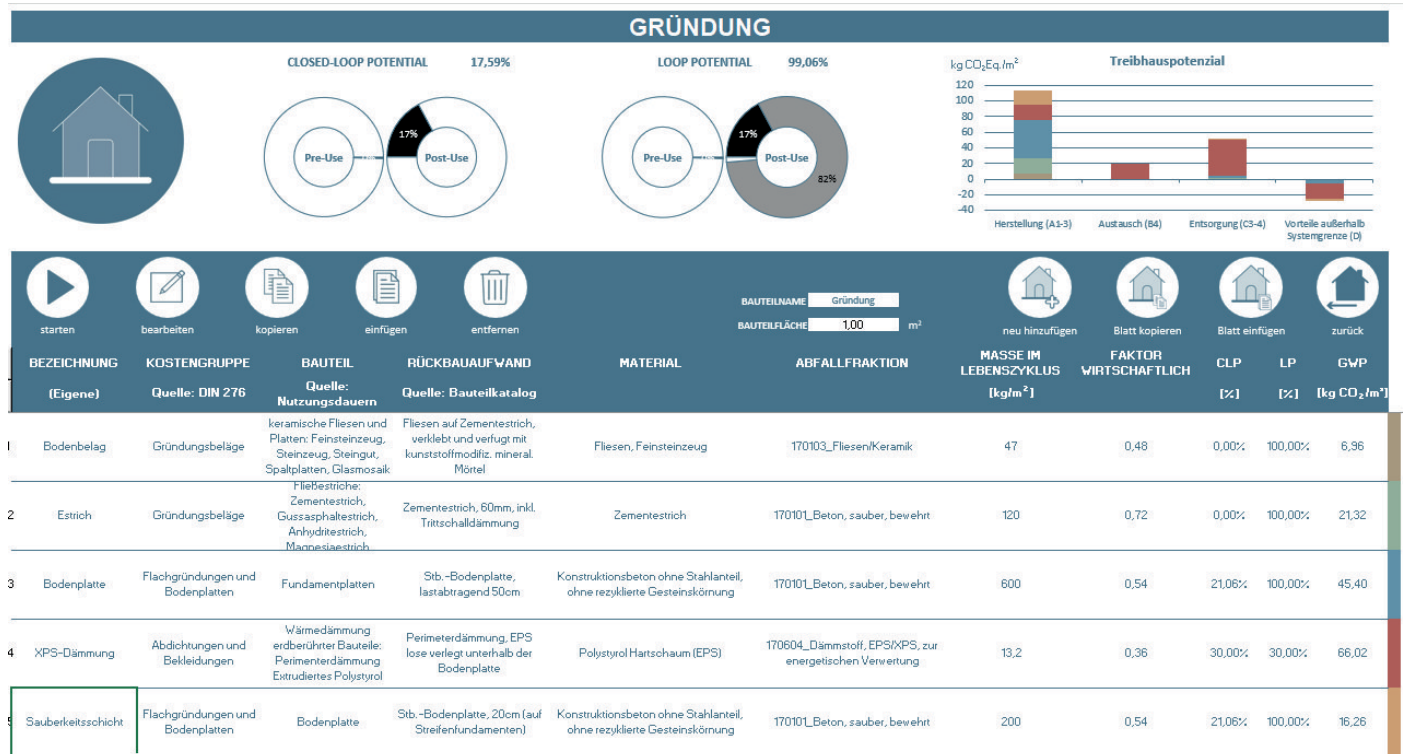
<https://urban-mining-index.de/> [zul. abgerufen am 22.08.2025]

Hillebrand, A.; Riegler-Floors, P.; Rosen, A.; Seggewies, J., Atlas Recycling - Gebäude als Materialressource, Detail, 2021

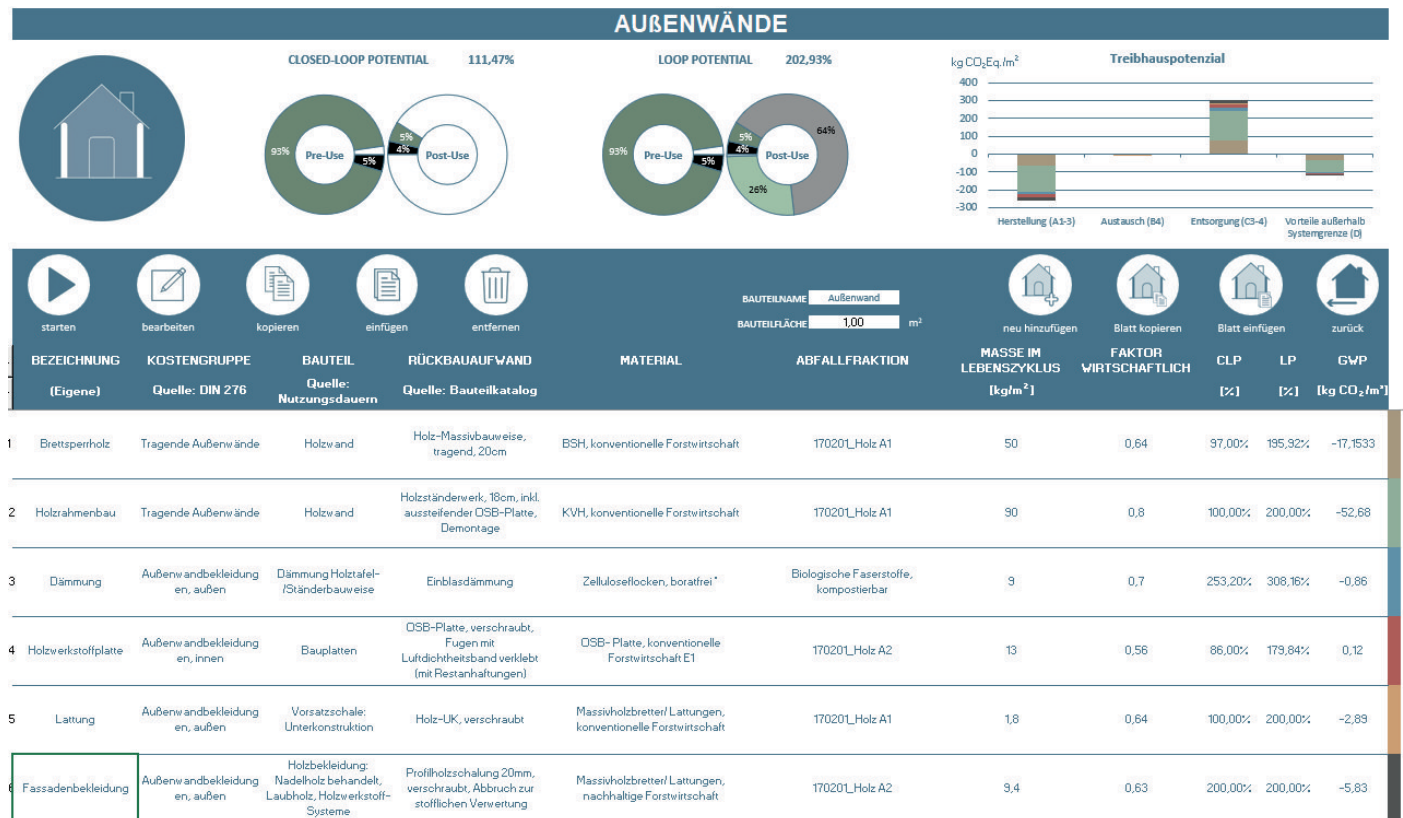
Forschungsgrundlagen der TH OWL im Rahmen des EFRE-Verbundprojektes „Cirquality OWL plus“, 2024-2026

Ergebnisblätter UMI

1. Gründung



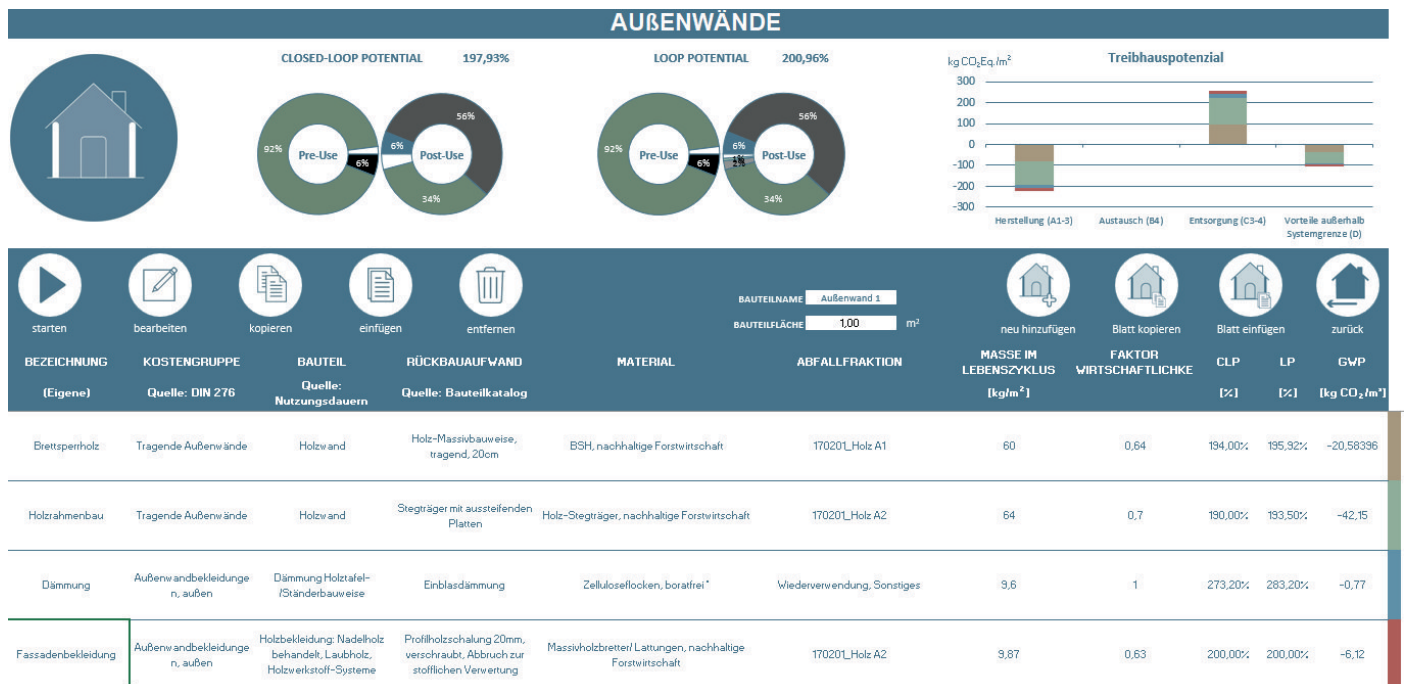
2. Außenwand



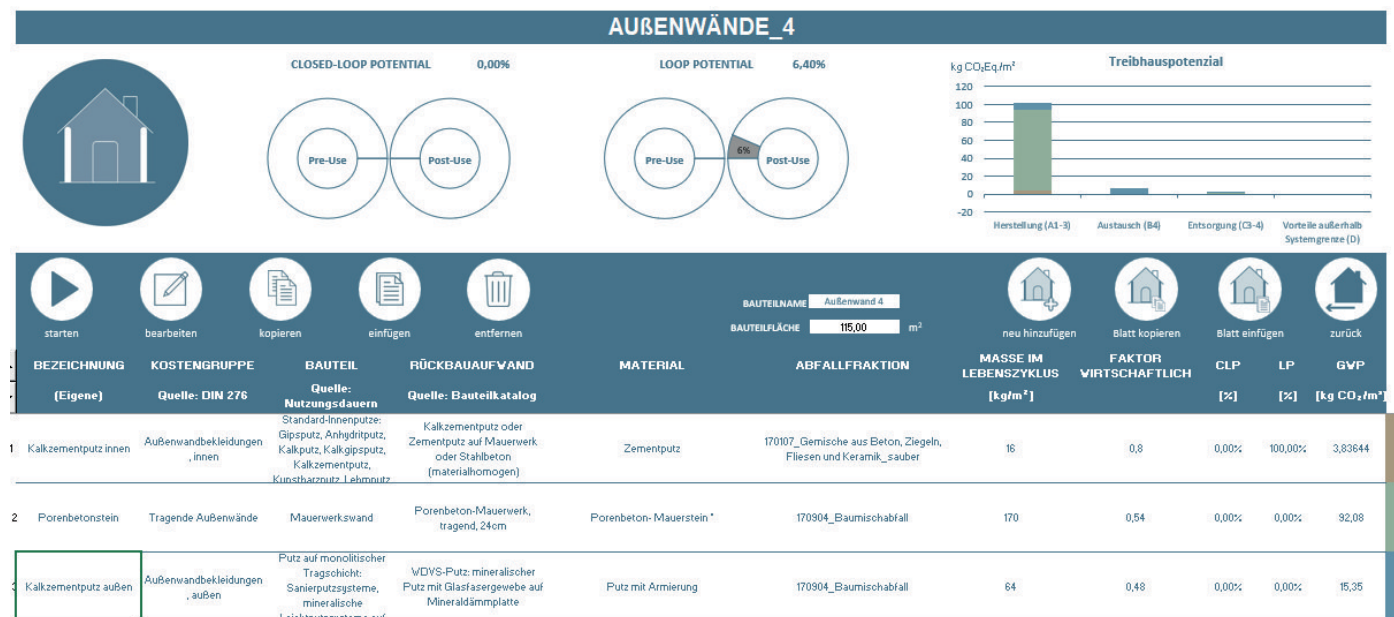
3. Dach



4. Außenwand Brettsperrholz



4. Außenwand Porenbeton



5. Endergebnis gesamt

