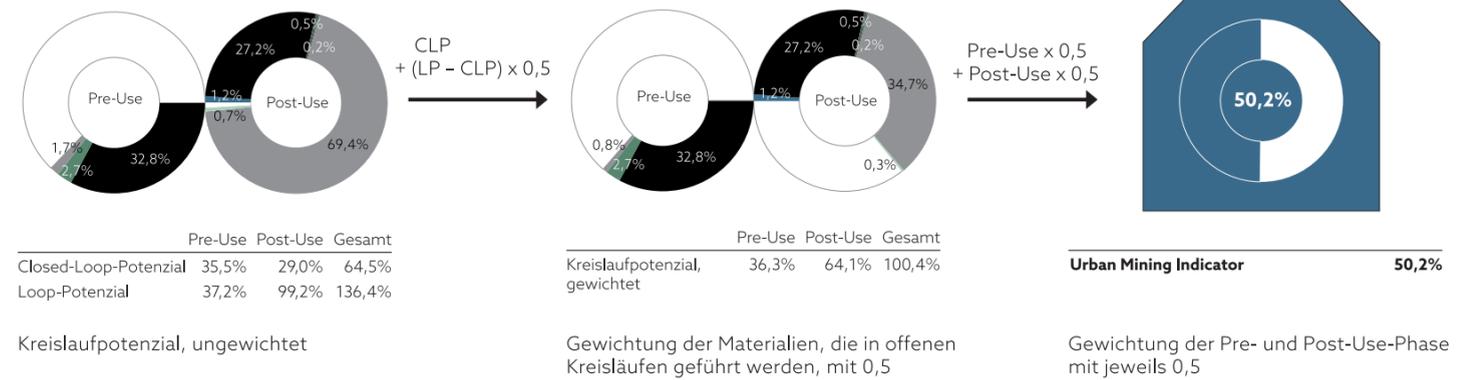


**RU** Re-Use: Wiederverwendung (Qualitätserhalt)  
**RC** Recycling: Wiederverwertung (Qualitätserhalt)  
**DC** Downcycling: Weiterverwertung (Qualitätsverlust)  
**MLP** Material-Loop-Potenzial für eine Wiederverwertung, abhängig vom maximal möglichen Anteil an Sekundärrohstoffen  
**CLP** Closed-Loop-Potenzial, Anteil an Re-Use- und Recycling-Materialien und erneuerbaren Rohstoffen  
**LP** Loop-Potenzial, berechnet sich aus allen Baustoffen, außer nicht erneuerbaren Primärrohstoffen sowie Abfällen zur Deponierung oder Verbrennung (fossil)

Links: Baustoffe und Materialien kategorisiert nach ihrer Kreislauffähigkeit und unterteilt in die Phasen vor und nach der Nutzung. Recycling- und Re-Use-Materialien sowie erneuerbare Rohstoffe erhöhen das geschlossene Kreislaufpotenzial eines Bauprodukts. Allerdings muss der Arbeitsaufwand für die Nachnutzung einkalkuliert werden. Grafiken: Anja Rosen



ling ausgerüstete Hanfdämmung können später kompostiert werden. Obwohl gut gedacht und auch anteilig aus zurückgewonnenen Stoffen der „urbanen Mine“ hergestellt, eignen sie sich nicht für ein in die Zukunft gedachtes Urban-Mining-Design. Dasselbe trifft auf viele mit Brandschutzmitteln ausgerüstete biotische Baustoffe zu. Grundsätzlich gilt für Re-Use wie für Recycling: Schadstofffreiheit und Sortenreinheit sind die Voraussetzung für einen geschlossenen Kreislauf.

Wie kann nun die Kreislaufkonsistenz einer Konstruktionen systematisch erfasst und quantitativ ausgewertet werden? Der „Urban-Mining-Index“ ist ein digitales Werkzeug<sup>6</sup>, das hierfür an der Bergischen Universität Wuppertal entwickelt wurde, um die Kreislaufkonsistenz Pre-Use und Post-Use, also vor und nach der Nutzungsphase, in verständlicher Weise abzubilden (Abbildungen oben). Materialität und Konstruktion sowie die Wirtschaftlichkeit des selektiven Rückbaus fließen in die Bewertung ein.

Differenziert wird zwischen verschiedenen Qualitätsstufen der zirkulären Materialnutzung. Je nachdem ob Materialien auf gleichbleibendem Qualitätsniveau in geschlossenen oder unter Qualitätsverlust in offenen Kreisläufen geführt werden, fließen sie unterschiedlich gewichtet in das Closed-Loop-Potenzial (Re-Use/Recycling) oder das Loop-Potenzial (Weiterverwendung/Downcycling) ein. Dazu wird auf die Zirkularitätsraten von Baumaterialien aus dem oben beschriebenen Material-Cycle-Status zurückgegriffen. Auf konstruktiver Ebene wird die Möglichkeit der sortenrei-

nen Trennbarkeit von Wertstoffen als Grundvoraussetzung für die Kreislauffähigkeit der Materialien beurteilt. Auch die Wirtschaftlichkeit fließt in die Berechnung mit ein: mit dem Restwert der Baustoffe, dem Arbeitsaufwand für deren sortenreine Rückgewinnung und die praktische Durchführung des selektiven Rückbaus am Ende der Nutzungsdauer. Die Wirtschaftlichkeit bestimmt die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Material ein hochwertiges oder nachrangiges End-of-Life-Szenario erreicht. In Versuchsständen, auf Rückbaustellen und unter Auswertung bestehender Daten wurde der Arbeitsaufwand von Personen und Maschinen für den selektiven Rückbau beispielhafter Konstruktionen empirisch ermittelt. Die Ergebnisse sind in einem Bauteilkatalog hinterlegt.

Der Materialwert der zurückzugewinnenden Stoffe wird an empirisch erhobenen Verwertungserlösen oder Entsorgungskosten von Bau- und Abbruchabfällen bemessen. Aus den Rechercheergebnissen wurden Vergleichsmaßstäbe erstellt, anhand derer sich der Rückbauaufwand und der Materialrestwert eines Baustoffs auf Skalen einordnen lässt. Mithilfe der Skalen werden wiederum Faktoren für die Parameter „Arbeit“ und „Wert“ festgelegt, die als Koeffizienten in eine neu entwickelte Formel zur Berechnung des Closed-Loop- und des Loop-Potenzials eingehen. Zur systematischen Erfassung von Baukonstruktionen wurde eine Matrix entwickelt, mit der die Kreislaufpotenziale auf Bauteil- und Gebäudeebene berechnet und bewertet werden können.<sup>7</sup>

- 1 A. Hillebrandt: Kreisläufe schließen. In D. E. Hebel, F. Heisel: Urban Mining und kreislaufgerechtes Bauen, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 2021, S.49 ff. und [www.urban-mining-design.de](http://www.urban-mining-design.de)
- 2 A. Hillebrandt, J.-K. Seggewies: Recyclingpotenziale von Baustoffen in Atlas Recycling, Edition DETAIL, München 2018, S. 58 und F. Heisel, D. E. Hebel: Urban Mining und kreislaufgerechtes Bauen, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2021, S.17
- 3 Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S.212), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist
- 4 Kreislaufwirtschaft Bau: Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018, Bericht zum Abfallaufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2018, Bericht-12.pdf, S.8
- 5 A. Hillebrandt, J.-K. Seggewies: ebd.
- 6 A. Rosen, Dissertation: Urban Mining Index | Entwicklung einer Systematik zur quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Neubauplanung, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2020
- 7 [www.urban-mining-index.de](http://www.urban-mining-index.de)

Oben: Exemplarische Berechnung eines Urban Mining Indicator. Je nach Anteil und Art der Materialien (siehe Farbkategorien links) ergibt sich vor und nach der Nutzung unter Berücksichtigung des Rückbauaufwands ein Kreislaufpotenzial. Dieses wird mit Formeln gewichtet. Im Beispiel beträgt das Kreislaufpotenzial der Konstruktion des Gebäudes vor der Nutzung 36,3% und danach 64,1% Im Schnitt also 50,2%.