

### Für mehr Zirkularität - Flächenbedarfe der Bauschutttaufbereitung als Grundlage zur Kreislaufführung mineralischer Bau- und Abbruchmaterialien

Zinder, Georg; Kretzschmar, Daniel; Buchwald, Tobias

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Zinder, G., Kretzschmar, D., & Buchwald, T. (2022). Für mehr Zirkularität - Flächenbedarfe der Bauschutttaufbereitung als Grundlage zur Kreislaufführung mineralischer Bau- und Abbruchmaterialien. In *Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen* (S. 127-136). Berlin: Rhombos-Verlag. <https://doi.org/10.26084/14dfns-p014>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

#### Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more information see: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



## Flächennutzungsmonitoring XIV

Beiträge zu Flächenmanagement,  
Daten, Methoden und Analysen

IÖR Schriften Band 80 · 2022

ISBN: 978-3-944101-80-4

## Für mehr Zirkularität – Flächenbedarfe der Bauschutttaufbereitung als Grundlage zur Kreislaufführung mineralischer Bau- und Abbruchmaterialien

*Georg Zinder, Daniel Kretzschmar, Tobias Buchwald*

Zinder, G.; Kretzschmar, D.; Buchwald, T. (2022): Für mehr Zirkularität – Flächenbedarfe der Bauschutttaufbereitung als Grundlage zur Kreislaufführung mineralischer Bau- und Abbruchmaterialien. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIV. Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 80, S. 127-136.  
DOI: <https://doi.org/10.26084/14dfns-p014>

# Für mehr Zirkularität – Flächenbedarfe der Bauschutttaufbereitung als Grundlage zur Kreislaufführung mineralischer Bau- und Abbruchmaterialien

*Georg Zinder, Daniel Kretzschmar, Tobias Buchwald*

## Zusammenfassung

Der Einsatz hochqualitativer, mineralischer Sekundärrohstoffe spielt im sächsischen Bausektor eine untergeordnete Rolle. Fehlende Informationen und Planungen über geeignete Flächen zur Errichtung von Bauschuttaufbereitungsanlagen zur Herstellung von Sekundärmaterialien hemmen den Ausbau der Aufbereitungskapazitäten. Das vorgestellte Flächenbedarfsabschätzungs-Tool soll dem entgegenwirken. Es ermöglicht anhand identifizierter Kriterien die Suche nach geeigneten Flächen sowie das Ranking potenzieller Standorte und damit den Abgleich von Flächenbedarf und -angebot auf Basis frei verfügbarer Geodaten. Erste Ergebnisse der Analysen zeigen, dass die Flächennachfrage größer ist als das Flächenangebot. Perspektivisch muss diese Flächennachfrage im Zuge der strategischen Flächennutzungs- und Regionalplanung berücksichtigt werden, wenn die Kapazitäten der Bauschutttaufbereitung erhöht werden sollen. Das Flächenbedarfsabschätzungs-Tool soll den Planungsträgern zur eigenständigen Nutzung übergeben werden und so Planungsprozesse unterstützen.

**Schlagwörter:** Flächennutzung, Recycling, Circular Economy, GIS-Analyse, Sekundärressourcen

## 1 Einführung

Die Gewinnung und Verarbeitung natürlicher Ressourcen ist mit Umweltrisiken verbunden. Die Transformation der Abfallwirtschaft von einem linearen zu einem zirkulären System, als Alternative für die Entnahme von Primärressourcen, befindet sich in Deutschland in einer frühen Entwicklungsphase (Gandenberger 2021: 9). Die naturräumlich exzellente Ausstattung mit Naturbauprodukten wie Kiesen, Sanden und Natursteinen in Sachsen erhöht den Konkurrenzdruck auf mineralische Sekundärmaterialien im Bausektor. Historisch schlechte Erfahrungen mit minderwertigem Recyclingmaterial nach der Wiedervereinigung sowie günstigere und qualitativ beständigere Primärprodukte mit kurzen Absatz- und Transportwegen führen dazu, dass qualitativ hochwertiges Recyclingmaterial (RC-Material) in der regionalen Bauwirtschaft Sachsens bis heute eine untergeordnete Rolle spielt (Becker et al. 2020: 52).

Infolge ausbleibender Nachfrage ist das vor Ort verfügbare Angebot an konkurrenzfähigen RC-Gesteinskörnungen gering. Stagnierender Kapazitätsausbau für

hochwertige Aufbereitung von Abbruchmaterial, fehlende Flächenbevorratung in der aktuellen Flächennutzungsplanung für Aufbereitung und Lagerung sowie fehlende Neugenehmigungen für Aufbereitungsanlagen lassen es fraglich erscheinen, ob die für eine erstrebenswerte, verbesserte Zirkularität von Baumaterial notwendige Nachfrage nach RC-Gesteinskörnungen mit den aktuellen Kapazitäten bedient werden kann. Voraussetzung für die Erhöhung der Aufbereitungskapazitäten ist eine zukunftsorientierte, langfristig kapazitätssichernde Flächennutzungsplanung. So können die zur Deckung eines gesteigerten Bedarfs an RC-Material benötigten Aufbereitungs- und Lagerflächen in der Stadt und dem Umland identifiziert und für eine Erweiterung der Aufbereitungskapazität verfügbar gemacht werden. Zur Unterstützung dieser Prozesse wird das strategische Flächenbedarfsabschätzungs-Tool (kurz Flächen-Tool) im Rahmen des Projekts „INTEGRAL“ entwickelt und im Folgenden kurz vorgestellt.

## 2 Zielstellung

Ziel dieses Flächen-Tools ist die Unterstützung von Stadt- und Regionalplanern bei strategischen Planungsentscheidungen und der Abschätzung mittel- bis langfristiger Flächenbedarfe für Bauschutttaufbereitungsanlagen im Untersuchungsraum Dresden-Meißen. Dies wird über die Bereitstellung von Informationen über geeignete Standortflächen für Aufbereitungsanlagen zur Deckung zukünftiger Flächenbedarfe erreicht. Diese Bedarfs- und Standort-Informationen sollen perspektivisch selbstständig von Akteuren der Stadt- und Regionalplanung im Untersuchungsraum Dresden-Meißen erhoben werden. Dabei verfügen sie über einen geschlossenen Zugang zu den ermittelten Informationen, das Tool wird in die bestehenden Planungsinstrumente implementiert. Es werden nur frei verfügbare, regelmäßig aktualisierte Geodaten wie z. B. zu Flächennutzung, Schutzgebiete oder Wegebeziehungen genutzt. Die räumliche Auflösung lässt eine flurstücksscharfe Abgrenzung zu. Gleichwohl sollen keine Einzelfallentscheidungen einer detaillierten Standortsuche vorweggenommen werden, sondern vielmehr ein „Suchraum“ für mögliche Standorte bereitgestellt werden.

## 3 Methodik

Im Flächen-Tool werden, auf Grundlage angesprochener Geodaten, Flächenbedarfe für Aufbereitungsanlagen automatisiert abgeschätzt, geeignete Flächen durch GIS-Verschneidung von Ausschluss- und Eignungskriterien identifiziert und gewichtet. Die identifizierten Flächen werden anhand ihrer Standorteignung in ein Ranking überführt und den zuvor abgeschätzten Bedarfen gegenübergestellt.

### 3.1 Operationalisierung von Ausschluss- und Eignungskriterien und Evaluierung gewählter Flächenbuffer

Das Vorgehen zur Identifikation der Eignungskriterien beruht grundlegend auf einer multikriteriellen Raumempfindlichkeitsanalyse (Higgs 2006). In einem dreistufigen Verfahren werden die Flächen daher wie folgt klassiert:

1. Ausschluss aller prinzipiell als Standort ungeeigneten Flächen durch *Ausschlusskriterien*
2. Identifikation wenig geeigneter Flächen durch *Rückstellungskriterien*, die solange zurückgestellt werden, bis der Flächenbedarf die verfügbaren Flächenangebote übersteigt
3. Abgleich verbliebener Flächen anhand ihrer Eignung mittels *Vergleichskriterien*

Die Vergleichskriterien bilden mit den Rückstellungskriterien die übergeordnete Gruppe der Abwägungskriterien, die im Falle einer raumplanerischen Beurteilung der Flächeneignung in eine etwaige Abwägung fließen würden. Die Vergleichskriterien lassen eine Sortierung der identifizierten Flächen anhand ihrer Eignung zu. Die Bewertung geschieht dabei durch die Identifikation ungeeigneter Flächen, ergänzt durch Buffer, die als Abstandszone zwischen Potenzialfläche und schützenswerter Fläche dienen (Zelenović Vasiljević et al. 2012: 3 ff.). Der Abschätzung und Evaluierung ihrer Größe kommt eine besondere Aufmerksamkeit zu, da hierzu keine allgemeingültigen Angaben bestehen. Die Evaluierung der Bindungswirkung von Naturschutzgebieten sowie die gewählte Größe der Buffer wurden durch die Befragung von Experten der Raumplanung unterstützt.

### 3.2 Entfernung zu Orten erhöhten Materialaufkommens als Eignungskriterium

Aus Informationen des Materialkatasters der gebauten Umwelt des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung für den Untersuchungsraum werden überörtliche Materialschwerpunkte (Zentroide) berechnet. Diese Materialschwerpunkte werden in einem nächsten Schritt mit Dynamikparametern<sup>1</sup> (Baufertigstellungen und Bauabgänge) verknüpft, um Teilräume zu identifizieren, in denen die Dynamik der gebauten Umwelt und damit sowohl Angebot als auch Nachfrage an Baumaterial besonders hoch ist. Diese Räume werden stärker berücksichtigt. Ausgehend von diesen Zentroiden wird anschließend mithilfe von Isochronen (= Zonen gleicher zeitlicher Erreichbarkeit) die Transportdauer zu allen übrigen Punkten im Untersuchungsraum berechnet. Konkret wird der Untersuchungsraum auf diesem Wege konzentrisch, von den Zentroiden ausgehend, in Linien gleicher zeitlicher Erreichbarkeit unterteilt. Dabei basiert die Berechnung der

<sup>1</sup> Bisher liegen keine kleinräumigen Dynamikparameter für alle Gemeinden in Meißen sowie für die Dresdner Stadtbezirke vor, sodass zur Approximation Informationen zum Materialbestand durch gesamtstädtische Dynamikparameter ergänzt wurden.

zeitlichen Erreichbarkeit auf der in ORS hinterlegten Verkehrsinfrastruktur und dem gewählten Verkehrsträger (LKW). Dieses Vorgehen ist exemplarisch in Abbildung 1 dargestellt.

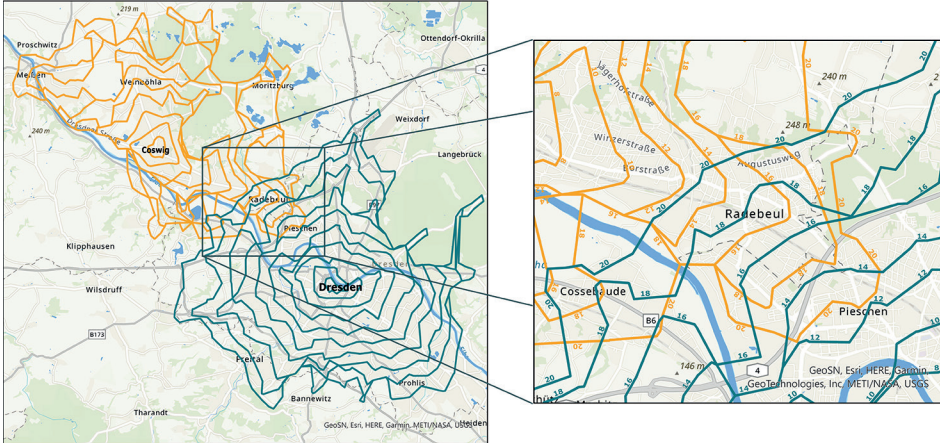


Abb. 1: Schematische Darstellung der Verschneidung zweier Isochronen zur Ermittlung lokaler Standortoptima, beispielhaft für Dresden (blaue Isochronen) und Coswig (gelbe Isochronen) (Quelle: eigene Darstellung)

Der Untersuchungsraum wird nun entsprechend der Höhe der Bau- und Abbruchdynamik im jeweiligen Zentroid sowie der Entfernung vom Zentroid hinsichtlich seiner Eignung bewertet, wobei Areale mit überlappenden Zentroiden additiv eine höhere Eignung als Anlagestandort erfahren und im Flächenranking priorisiert werden.

### 3.3 GIS-gestützte Plausibilisierung ermittelter Potenzialflächen und Kriteriengewichtung

Nach vorläufiger Prüfung aller Modellannahmen, Buffergrößen, der Kriteriensortierung sowie der zugehörigen Datengrundlagen werden ermittelte Potenzialflächen hinsichtlich Ihrer Eignung als Standorte für Abfallaufbereitungsanlagen überprüft. Zunächst werden formale Anforderungen des Flächen-Tools überprüft (wie z. B. Mindestgröße der Fläche), um anschließend einen Abgleich mit vorhandenen Bauleitplänen und ggfs. hinterlegten Gebietskategorien vorzunehmen. Nach der Überprüfung des Abstandes zu Schutzgebieten und dem Abgleich mit aktuell im Projektgebiet vorhandenen Flächen für die Bauschuttufbereitung über RAPIS Sachsen (Raumplanungsinformationssystem Sachsen 2022), wird die Zuwegung luftbildgestützt untersucht, insbesondere im Hinblick auf die LKW-Tauglichkeit, um die Erreichbarkeitsbewertung über Isochronen zu plausibilisieren. Schlussendlich werden die Flurstücksgrößen sowie die Flächen-Geometrien (zum Ausschluss geometrisch ungeeigneter Streifen-Flächen) überprüft und ein Abgleich mit bereits vorhandenen Anlagen im Projektgebiet durchgeführt. Die Anzahl identifizierter potenziell geeigneter Flächen

wird zur iterativen Optimierung der Gewichtung der Eignungs- und Rückstellungskriterien genutzt. Mit Ausnahme geometrisch ungeeigneter Flächen wurden in der aktuellen Iteration keine Potenzialflächen aufgrund dieser Plausibilisierung verworfen.

### 3.4 Erstellung eines Flächenrankings

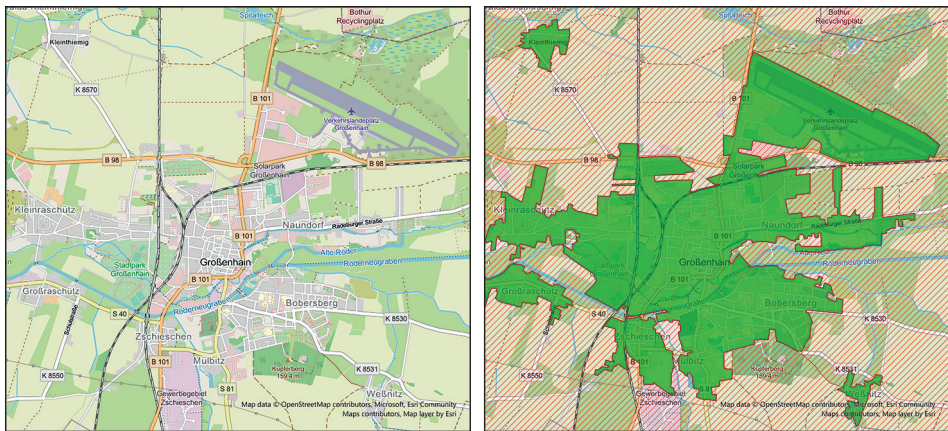
Die identifizierten Flächen werden einem Flächenranking mit flurstücksscharfen Informationen zur individuellen Eignung des jeweiligen Flurstücks in allen berücksichtigten Eignungskriterien zugeführt. Das Ranking wird aus der Quersumme der Kriterien „Erreichbarkeit“, „Umwelt“, „Fläche“ und „Relief“ gebildet. Das Kriterium „Erreichbarkeit“ wird bei der Bewertung der Flächen als maßgebliches Eignungskriterium doppelt gewichtet, alle übrigen Kriterien sind einfach gewichtet (einheitliches Skalenniveau von 1 bis 10).

## 4 Ergebnisse

Das Vorgehen wurde mit verschiedenen Modellannahmen exemplarisch durchgeführt. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf Plausibilität der Kriterien zu und bieten erste Informationen über Flächenangebot und Flächenbedarf im Untersuchungsraum.

### 4.1 Identifikation und Evaluierung von Kriterien und Buffergrößen

Als wesentliches Ausschlusskriterium wurden Flächen im Außenbereich identifiziert. Zur Abgrenzung zwischen Außen- und Innenbereich wird näherungsweise die Ortslage aus dem Basis-DLM genutzt (Abb. 2).



Beispielhafte Darstellung des Kriteriums *Innenbereich* vor Anwendung des Ortslage-Layers

Beispielhafte Darstellung des Kriteriums *Innenbereich* nach Anwendung der Ortslage (rot = auszuschließende Flächen)

Abb. 2: Beispielhafte Darstellung der Anwendung des Ortslage-Layers als Proxy zur Ermittlung des Innenbereichs (grün) in Abgrenzung zum Außenbereich (rot schraffiert) (Quelle: eigene Darstellung)

Weitere Ausschlusskriterien stellen Schutzgebiete hoher Bindungswirkung<sup>2</sup>, Wohnflächen, Flächen besonderer funktionaler Prägung<sup>3</sup> und Verkehrs- und Wasserflächen dar. Für Wohnflächen sowie Schutzgebiete hoher Bindungswirkung werden Buffer herangezogen, die als Ausschluss- bzw. Rückstellungskriterium fungieren. Als Rückstellungskriterien gelten weiterhin Schutzgebiete unter Abwägungsvorbehalt<sup>4</sup> sowie Waldflächen. Als höchstgewichtetestes Eignungskriterium gilt die Erreichbarkeit von Zentren der Bau- und Abbruchtätigkeit. Weitere Eignungskriterien sind die Reliefenergie, die Flurstücksgröße sowie die Flurstücks-Anzahl. Befragungsergebnisse im Evaluierungsprozess zeigen, dass Waldflächen und Landschaftsschutzgebiete bei der Rückstellung von Flächen geringer zu gewichten sind als Biosphärenreservate und schutzwürdige Böden. Die stärkste Bindungswirkung entfalten Naturschutzgebiete sowie Nationalparks<sup>5</sup>. Konkrete Abstandsregelungen für Bauschuttzubereitungsanlagen waren auch Fachplanern nicht bekannt, es wurde auf den Abstandserlass des Landes NRW (MLV NRW 2022) verwiesen. Die befragten Experten bestätigten darüber hinaus den grundsätzlichen Verfahrensablauf und bewerteten die identifizierten Kriterien als plausibel. Das Vorgehen entspricht den Anforderungen eines Screening-Prozesses im Rahmen einer Standortvorauswahl. (Fürst, Scholles 2008: 452). In den Befragungen wurde durch die Experten gleichzeitig die hohe Relevanz des Themas zum Ausdruck gebracht, da im aktuellen Flächennutzungsplan für Bauschuttzubereitungsanlagen keine Planungsflächen existieren und eine integrierte Bedarfsplanung für diese Flächen nicht vorgenommen wird. Kritisch angemerkt wurde hingegen die fehlende Berücksichtigung mobiler Anlagenstandorte, die Flächenlast sowie Transport- und CO<sub>2</sub>-Bedarfe gegenüber stationären Anlagen merklich senken. Gleichwohl wurde ausgesagt, dass hochwertiges Recycling in der benötigten Qualität nur durch stationäre Anlagen sichergestellt werden kann.

## 4.2 GIS-gestützte Plausibilisierung und Erstellen eines Flächenrankings

Eine GIS-gestützte, flächenhafte Bewertung des Untersuchungsraums erlaubt eine Bewertung der Flächen hinsichtlich der Erreichbarkeit von Zentren der Bau- und Abbruchtätigkeit. In weiteren Vorgehen der GIS-Analyse konnten 16 Flächen als potenzielle Standorte identifiziert werden. Hierunter fallen Flächen, die derzeit bereits verschiedenen Nutzungen unterliegen. Bei Verkleinerung des Abstands zur Wohnbebauung auf 500 m konnten deutlich mehr (rund 75) Flächen durch die Analyse

<sup>2</sup> dazu gehören: Special-Protection-Area-(SPA)-Gebiete, Flora-Fauna-Schutzhabitat-Gebiete, Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Hochwasserschutzgebiete

<sup>3</sup> dazu gehören: Krankenhäuser, Schulen, Kindertagesstätten und ähnliche

<sup>4</sup> dazu gehören: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Biosphärenreservate, Naturparks

<sup>5</sup> Im Projektgebiet Dresden/Meißen sind nach aktuellem Stand keine Nationalparks ausgewiesen, jedoch trotzdem in den Befragungen berücksichtigt. Gleiches gilt für schutzwürdige Böden, die im Falle einer Verfügbarkeit offener Geodaten ergänzt werden können.



identifiziert werden. Die Abstandsvorgaben zur Wohnbebauung stellen also – nach dem Ausschluss aller Flächen im Außenbereich – die wichtigste Stellschraube für die Flächenverfügbarkeit dar.

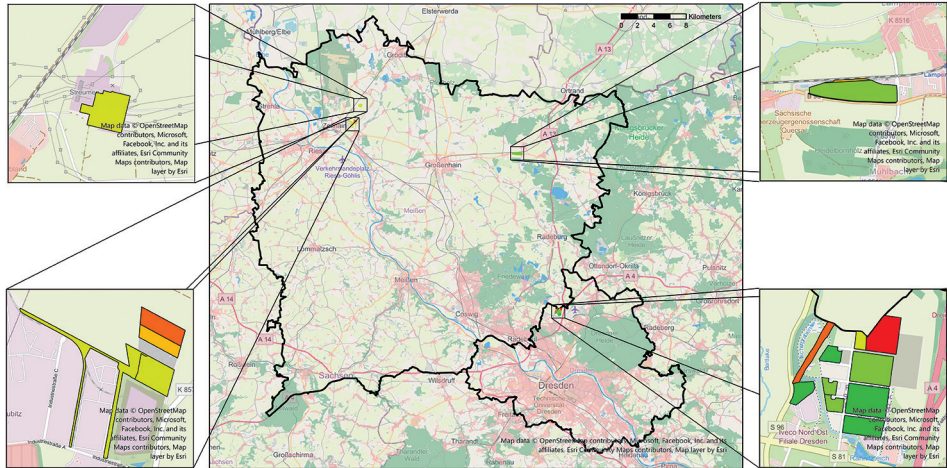


Abb. 3: Beispielhafte Gesamtübersicht aller potenziellen Standorte für Aufbereitungsflächen (Farben entsprechend der Flächeneignung; rot – schlecht, grün – gut) (Quelle: eigene Darstellung)

Der Flächenbuffer zu Natura-2000-Gebieten, Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten und Hochwasserschutzgebieten wurde mit 100 m zunächst gering gewählt und nicht als Ausschlusskriterium definiert. Eine Erhöhung des Flächenbuffers und Definition als Ausschlusskriterium senkte die -Flächenzahl drastisch. Es müssen demnach – im Sinne einer raumplanerischen Abwägung – Kompromisslösungen zu Lasten bestimmter Schutzgüter (Mensch, Wasser, Biodiversität) getroffen werden. Die auf Grundlage der angewandten Kriterien identifizierten Flächen waren häufig kongruent mit bestehenden Aufbereitungsanlagen und grenzten an NATURA-2000-Gebiete. Die Anpassung im Sinne einer Verringerung der Buffergröße für diese Gebiete erscheint daher sinnvoll. Eine weitere Analyse unter veränderten Modellannahmen (Anpassung der Buffergröße für NATURA-2000-Gebiete, Wasser- und Hochwasserschutzgebiete; Buffergröße um Wohngebiete 700 m) führte zu einer kleinen, praxistauglichen Zahl potenzieller Flächen für Bauschutt aufbereitungsanlagen, ohne wesentliche Kriterien des Abstandserlasses NRW zu missachten. Die Flächen wurden für die jeweils getroffenen Annahmen in ein Ranking überführt und die Eignung anhand einer farblichen Darstellung übersichtlich gekennzeichnet.

## 5 Ausblick

Es ist geplant, diese Anwendung als Baustein des im Rahmen des INTEGRAL-Projekts entwickelten Entscheidungshilfetools als Web-GIS Akteuren der Stadt- und

Fachplanung zugänglich zu machen. Eine beispielhafte Benutzeroberfläche (Mockup) dieses Web-GIS zeigt Abbildung 4.

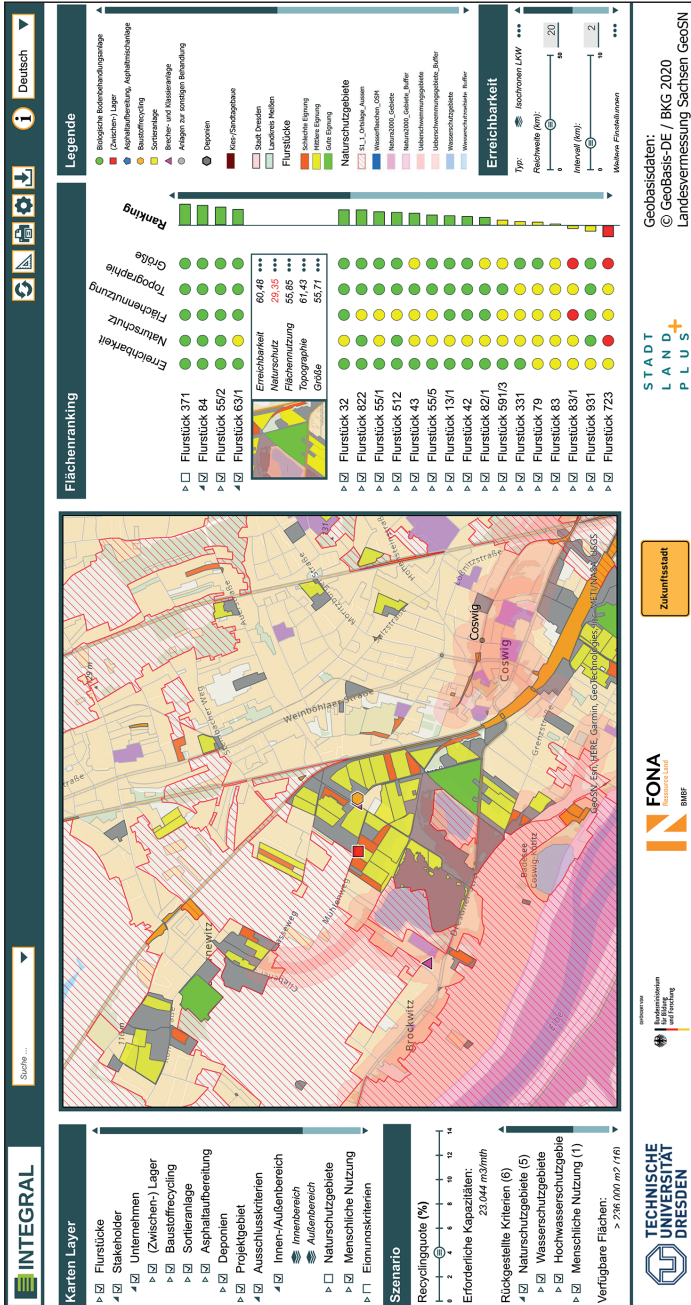


Abb. 4: Mockup der Web-GIS-Anwendung mit exemplarischen Eignungsflächen im Raum Coswig, Flächenranking und Einstellungen zu Parametern, Buffergrößen und szenariobasierter Nachfragesimulation (Quelle: eigene Darstellung)

Hier kann der Anwender selbstständig Bedingungen justieren, um eine Abwägung zwischen unterschiedlichen, oft entgegengesetzten Nutzungsansprüchen an den Raum treffen zu können. Gleichzeitig können Szenario-gestützte Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der gebauten Umwelt im Projektgebiet getroffen werden. Hierbei stützt sich das Web-GIS unter anderem auf Informationen weiterer Teile des INTEGRAL-Tools, welches typische Prozessketten der Verarbeitung von Bauschutt modelliert. Gekoppelt mit Annahmen zur Entwicklung der IÖR-Dynamikparameter können auf diese Weise plausible Zukunftsbilder über die Entwicklung des Materialaufkommens gezeichnet werden. Die hier vorgestellte Systematik für die Berechnung eines Flächenrankings kann beliebig über zusätzliche Kriterien erweitert werden. In der zweiten Projektphase ist geplant, das Untersuchungsgebiet auszuweiten, um das Dresdner Umland lückenlos zu erfassen.

## 6 Diskussion

Die Untersuchungen zeigen einen Mangel an potenziellen Flächen für Bauschuttaufbereitungsanlagen auf Grundlage der aktuellen Flächennutzungspläne. Eine steigende Nachfrage nach Sekundärmaterialien könnte so nicht durch ein wachsendes Angebot gedeckt werden. Viele Flächen liegen in der Nähe zu Naturschutzgebieten und in deren Buffergebieten. Eine Anpassung der Kriterien ist notwendig, um ausreichend Flächen zur Kapazitätssteigerung zu identifizieren. Grundlage dafür sind weitere Sensitivitätsuntersuchungen der Anzahl geeigneter Fläche auf einzelne Kriterien und ihre Buffergrößen.

Die Deckung der Flächenbedarfe ist im planerischen Innenbereich schwer zu realisieren. Zur Schaffung der planerischen und rechtlichen Voraussetzungen sind daher neue Ansätze notwendig. Neben einer sinnvollen, vorausschauenden Flächennutzungsplanung ist eine Privilegierung der Bauschutttaufbereitung als Rohstofflieferant denkbar, um entstehende Abfallströme sinnvoll zu verwerten, die Rohstoffversorgung zu sichern und gleichzeitig Primärressourcen zu schonen. Das vorgestellte Tool bietet das Handwerkszeug, um essenzielle Informationen für diese Prozesse bereitzustellen.

## 7 Literatur

- Becker, G.; Häusler, A.; Schütz, N.; Weppel, J. (2020): MinRessource. Deponiebedarf für mineralische Abfälle im Freistaat Sachsen bis 2035. (Hrsg.): LfULG – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden.
- Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg.) (2008): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. Rohn Verlag. Dortmund.
- Gandenberger, C. (2021): Innovationen für die Circular Economy – Aktueller Stand und Perspektiven. Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der deutschen Umweltinnovationspolitik. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Umwelt, Innovation, Beschäftigung. 01/2021. Dessau-Roßlau.

- Higgs, G. (2006): Integrating multi-criteria techniques with geographical information systems in waste facility location to enhance public participation. In: *Waste Management & Research* 24: 105-117.  
<https://doi.org/10.1177/0734242X06063817>
- MLV NRW – Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2022): Abstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung und sonstige für den Immissionsschutz bedeutsame Abstände (Abstandserlass). Anlage 1. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - V-3 - 8804.25.1 v. 6.6.2007.
- Raumplanungsinformationssystem Sachsen (RAPIS) (2022): Themenseite der Landesdirektion Sachsen zum Raumplanungsinformationssystem RAPIS des Freistaates Sachsen.  
<https://www.rapis.sachsen.de/> (Zugriff: 07.08.2022).
- Zelenović Vasiljević, T.; Srdjević, Z.; Bajčetić, R.; Vojinović Miloradov, M. (2012): GIS and the Analytic Hierarchy Process for Regional Landfill Site Selection in Transitional Countries: A Case Study From Serbia. In: *Environmental Management* 49: 445-458.  
<https://doi.org/10.1007/s00267-011-9792-3>