



STADT
LAND
PLUS+

MODUL FLÄCHE:
FLÄCHENPLANERISCHE
UNTERSTÜTZUNG FÜR DIE
SUCHE NACH
AUFBEREITUNGS- UND
LAGERSTANDORTEN

Tobias Buchwald, Daniel Kretzschmar

MODUL FLÄCHE: HERAUSFORDERUNG UND LÖSUNGSANSATZ

Unter der Annahme einer höheren Recyclingquote mineralischer Baustoffe reichen die aktuell verfügbaren Aufbereitungskapazitäten nicht aus (s. Beitrag im Online-Handbuch [„Zirkuläre Stoffströme mineralischer Baustoffe: Potenziale, Herausforderungen und modulare Lösungen“](#)). Es müssen Standorte für neue Bauschutt-aufbereitungsanlagen gefunden werden, um die benötigten Kapazitäten für zirkuläre Materialflüsse zur Verfügung zu stellen. Entscheidend hierfür ist die Flächenverfügbarkeit in unmittelbarer Nähe zu Orten erhöhten Abfallaufkommens und des Wiedereinsatzes. Im Rahmen des Projekts INTEGRAL wurde das Modul Fläche als ein GIS-basiertes Decision Support System (DSS) zur Standortauswahl unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit von Materiallagern entwickelt. Als Projektgebiet wurde das Land Sachsen gewählt. Das DSS umfasst eine großräumige, automatisierte Standortvorauswahl zur Bestimmung potentieller Flächen für Bauschutt-aufbereitungsanlagen. Ziel ist es, Stadt- und Regionalplaner:innen bei der Identifikation potenzieller Anlagenstandorte und Lagerflächen zu unterstützen und somit Materialflüsse in der Bau- und Abbruchbranche zirkulärer zu gestalten.

Im Zentrum des GIS-Ansatzes des DSS steht die Erreichbarkeit zu Materiallagerzentren. Durch Materialkataster können Materialmengen von Gebäudebeständen und Infrastrukturen beschrieben werden (s. Beitrag im Online-Handbuch [„Modul Material: Erstellung dynamischer Materialkataster sowie deren Ressourcen- und Klimaschutzpotenziale“](#)). Sie bilden eine wichtige Grundlage für die Abschätzung der Materialflüsse. Zur Operationalisierung der Standortsuche wurden mittels Routingverfahren Isochronen (Linien gleicher zeitlicher Entfernung) für Materiallagerzentren erstellt und entsprechend der Materiallagergröße gewichtet. Durch Überlagerung der Isochronen wird ein flächendeckendes Raster erstellt. Die Kombination aus Materialkatastern und Routing ergibt das Eignungskriterium der Materiallager-Erreichbarkeit, welches den Fokus bei der Standortsuche durch das DSS darstellt. Dadurch lassen sich Standorte in Sachsen mit besonders günstigen Transportentfernungen zu Orten mit hohem Materialaufkommen identifizieren (s. Abbildung 1).

AUFBAU UND GRUNDLAGEN

Bauschutt-aufbereitungsanlagen variieren in ihrer technischen Gestaltung je nach Art und Menge der zu behandelnden Abfälle stark. In Abhängigkeit davon unterscheiden sich auch die Standortfaktoren für die notwendige Fläche (Bilitewski und Härdtle, 2012). Basierend auf den Ansätzen der Standortsuche für abfallwirtschaftliche Anlagen von Stolpe (1996) und Tietz (1997) wurden Ausschluss- und Eignungskriterien definiert, um eine großflächige Standortvorauswahl für potenzielle Flächen durchzuführen:

1. Ausschlusskriterien identifizieren Flächen, welche als potenzielle Standorte ungeeignet sind und daher aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.
2. Eignungskriterien ordnen die verbleibenden Flächen nach ihrer Eignung, um daraus optimale Standorte identifizieren zu können.

Die verwendeten Kriterien basieren auf Anforderungen der Raumordnung, des Umweltschutzes sowie auf entsorgungstechnischen und betriebswirtschaftlichen Anforderungen. Sie wurden transdisziplinär mit Praxis- und Planungspartner:innen identifiziert und für ein sequentielles Vorgehen geordnet und gewichtet.

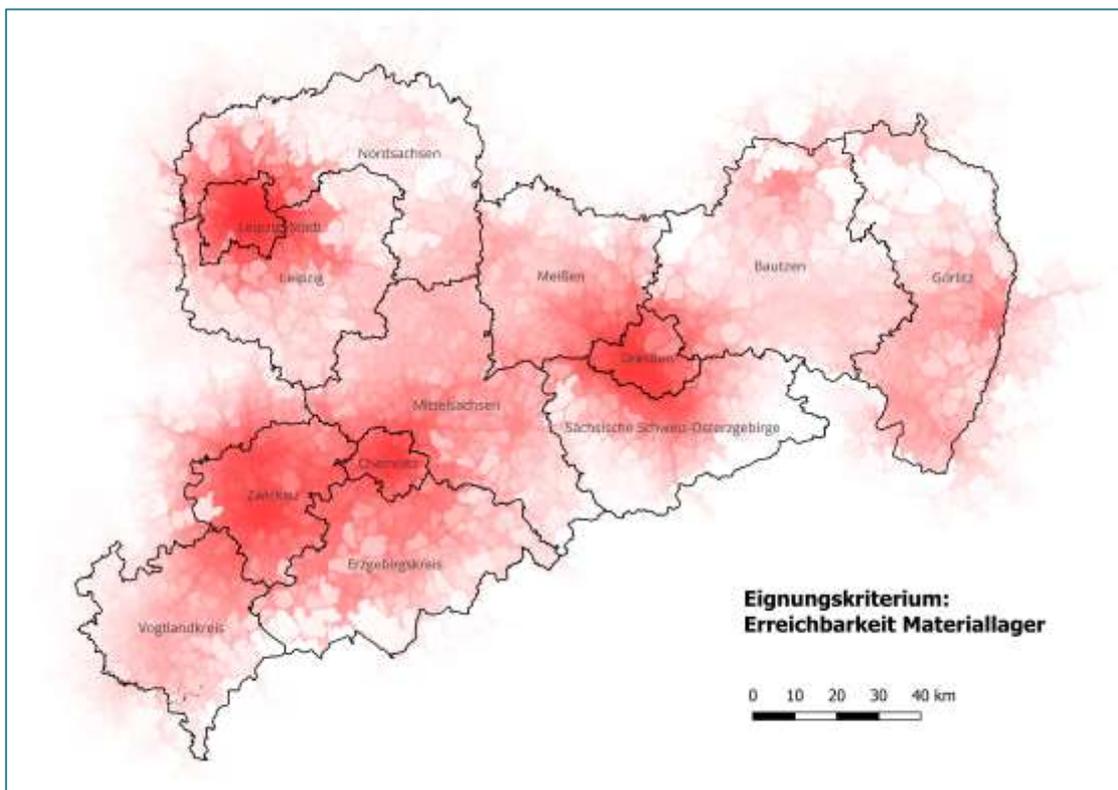


Abbildung 1: Eignungskriterium Materiallagererreichbarkeit

AUSSCHLUSSKRITERIEN

Im Rahmen der Standortsuche durch das DSS werden die Ausschlusskriterien *Außenbereich*, *Wasserflächen*, *Natura2000-Gebiete*, *Wasserschutzgebiete*, *Überschwemmungsgebiete*, *Wohngebiete*, *Flächen besonderer funktionaler Prägung* und *Verkehrsflächen* angewendet (s. Abbildung 2).

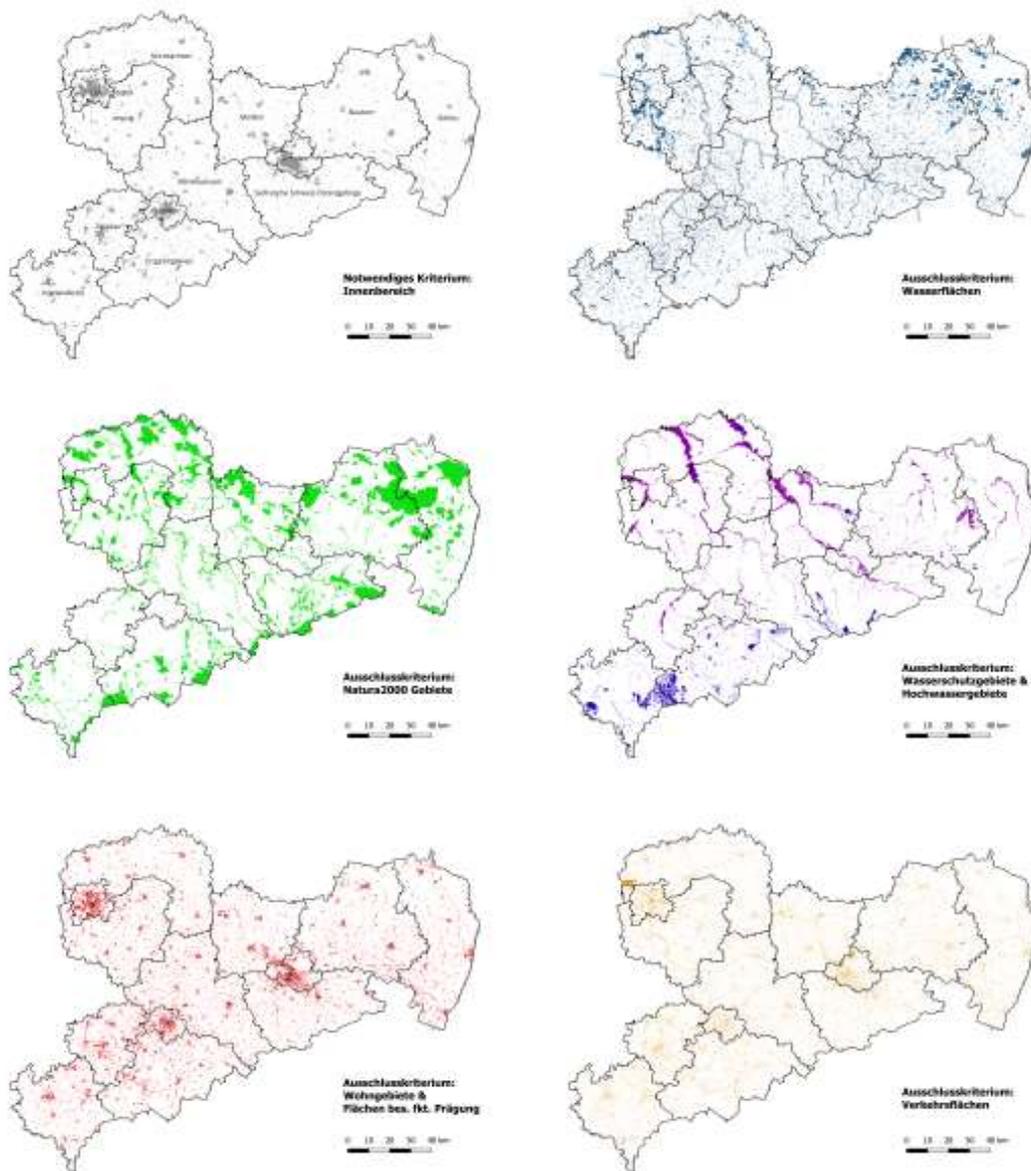


Abbildung 2: Kriterium Innenbereich und Ausschlusskriterien

Die Bauleitplanung unterscheidet zwischen Innen- und Außenbereich, also Flächen innerhalb (§34 BauGB) und außerhalb (§35 BauGB) von im Zusammenhang bebauten Ortsteilen. Für Aufbereitungsanlagen ist ein Standort im Außenbereich auszuschließen (Birk und Busse, 2022). Im Innenbereich stellen primär Industrie- und Gewerbegebiete sowie nach §11 Baunutzungsverordnung ausgeschriebene Sondernutzungsgebiete für Abfallbehandlungsanlagen potenzielle Flächen dar. Wohngebiete sowie Flächen besonderer funktionaler Prägung schließen eine Nutzung durch Aufbereitungsanlagen grundsätzlich aus (BVerwG, 1992; NOVG, 2014). Gemäß §1 4. BImSchV unterliegen Aufbereitungsanlagen für

Bauschutt einer Umweltverträglichkeitsprüfung. Natura2000-Schutzgebiete sowie Wasserschutzgebiete sind als Flächen auszuschließen (DVGW, 2021). Zusätzlich ist auf Grundlage gesetzlicher Regelungen und gültiger Normen ein Mindestabstand zu u. a. Wohn- und Naturschutzgebieten zu beachten.

EIGNUNGSKRITERIEN

Das DSS verwendet die Eignungskriterien *Materiallagererreichbarkeit*, *Schutzgebiete*, *Relief*, *Gebäudebestand* und *Benachbarte Gebiete* (s. Abbildung 3). Die Nähe zu hohen Materialaufkommen hat entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Standortes (Müller, 2018; Mettke et al., 2019). Folglich stellt die Materiallagererreichbarkeit das primäre Eignungskriterium dar. Die weiteren Eignungskriterien wie der Bebauungsgrad, das Relief, die Größe und Nutzungsarten angrenzender Bereiche fließen dagegen nur untergeordnet in die Gewichtung mit ein. Größere Flächen bieten Potenzial für einen Ausbau der Aufbereitungskapazitäten und zusätzliche Lagermöglichkeiten, sofern diese nach BImSchV auf dieser Fläche genehmigt oder genehmigungsfähig sind (Müller, 2018). Eine höhere Reliefenergie kann zu einem erhöhten Erschließungsaufwand führen (Ding und Forsythe, 2013). Schutzgebiete, welche die Verfügbarkeit einer Fläche nicht grundsätzlich ausschließen, werden als negative Eignung berücksichtigt.

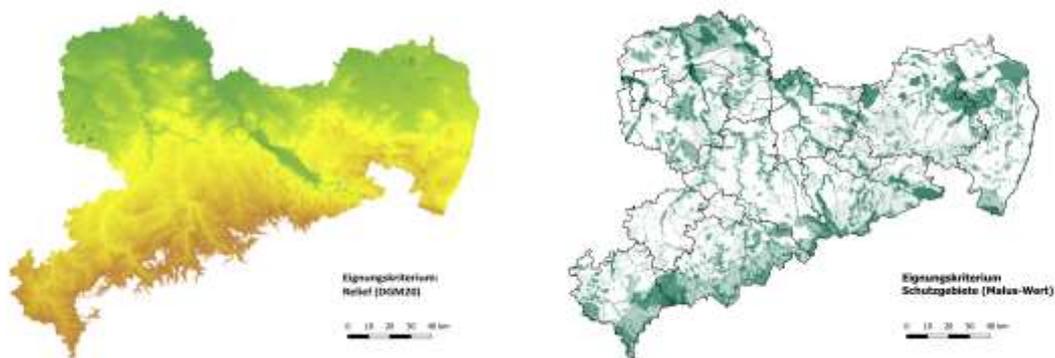


Abbildung 3: Weitere Eignungskriterien Schutzgebiete und Relief

FUNKTIONSWEISE

Um das DSS Anwender:innen kostenlos zur Verfügung stellen zu können, wurden bei der Entwicklung frei verfügbare Software-Pakete und Datensätze verwendet. Das DSS wurde als

Python-basiertes Plugin für QGIS basierend auf der Operationalisierung von Ausschluss- und Eignungskriterien umgesetzt und kann direkt über das GIS-Programm installiert werden. Die Datengrundlage basiert auf offenen Geodaten, welche in einem Daten-Container zur Verfügung gestellt werden.

Das DSS umfasst einen automatisierten Ablauf zur Standortsuche für Bauschuttzubereitungsanlagen anhand der Ausschluss- und Eignungskriterien und der zugehörigen Eingaben durch den:die Anwender:in (s. Abbildung 4).



Abbildung 4: Funktionsweise des DSS zur Standortsuche

Nach Start des QGIS-Plugins öffnet sich die Benutzeroberfläche (s. Abbildung 5). Hier müssen durch den:die Anwender:in zunächst folgende Angaben gemacht werden:

- + Arbeitsverzeichnis: Angabe des Speicherorts des Daten-Containers
- + Projektgebiet: Definition des untersuchten Gebiets. Zur Auswahl stehen die 13 Landkreise und kreisfreien Städte des Landes Sachsen

Einstellungen zu Anlagentyp, Genauigkeit, Bufferung von Ausschlusskriterien und der Gewichtung von Eignungskriterien sind voreingestellt, lassen sich aber über die Aktivierung des fortgeschrittenen Modus wie folgt ändern:

- + Anlagentyp: Standard (Bauschutttaufbereitungsanlage) oder (Zwischen-)Lager.
- + Genauigkeit der Berechnung: legt die Größe der Berechnungskacheln fest. Zur Auswahl stehen „sehr gering“ (300 m), „gering“ (200 m), „mittel“ (100 m) und „hoch“ (50 m).
- + Bufferung Ausschlusskriterien: Mindestabstände zwischen 0 und 1.000 m möglich.
- + Bufferung Innenbereich: Ausweitung zwischen 0 und 1.000 m möglich.

Gewichtung Eignungskriterien: Relative Gewichtung zwischen 0 und 200 % möglich.

Nach Anpassung der Parameter durch den:die Anwender:in lässt sich die Standortsuche starten. Die verwendeten Einstellungen werden für den nächsten Durchlauf zwischengespeichert und können je nach Bedarf wiederverwendet oder zurückgesetzt werden.

Ausgangslage für die automatisierte Standortsuche sind Flächen im Innenbereich, welche je nach Benutzer:inneneingabe noch gebuffert werden. Zunächst erfolgt die Anwendung der Ausschlusskriterien. Die Flächen der Ausschlusskriterien werden gebuffert und nacheinander durch eine geometrische Differenz mit den Innenbereichsflächen verschnitten. Die verbliebenen Flächen werden in Rasterkacheln umgewandt, welche die Grundlage für die Anwendung der Eignungskriterien darstellen.

Die Eignungskriterien *Erreichbarkeit des Materiallagers*, *Schutzgebiete 2. Ordnung*, *Gebäudebestand* und *Relief* liegen jeweils in einem Raster-Format vor. Durch eine Überlagerung der Bewertungskacheln mit den Rasterdaten kann das Eignungskriterium für jede Kachel berechnet werden. Das Eignungskriterium *Einfluss benachbarter Gebiete* beschreibt die Lage einer Fläche innerhalb eines größeren Verbundes von Bewertungskacheln, um den Vorteil von Clustern und größeren Flächen zu berücksichtigen. Über die Eignung angrenzender Kacheln wird ein Durchschnittswert errechnet, welcher das Eignungskriterium *Einfluss benachbarter Gebiete* darstellt. Basierend auf der angegebenen Gewichtung für die einzelnen Eignungskriterien kann für jede Bewertungskachel ein Gesamtranking ermittelt werden.

Nach Abschluss der Flächenanalyse werden die Ergebnisse in Ampeldarstellung angezeigt (positiv bewertet = Grün, durchschnittlich bewertet = Gelb, negativ bewertet = Rot). Zusätzlich wird die Platzierung der Fläche im Ranking dargestellt und eine Attributtabelle ausgegeben. Letztere

enthält neben einer ID und dem Gesamtranking auch die Rankings der einzelnen Eignungskriterien. Zur Orientierung werden zusätzlich zu den Ergebniskacheln die Landkreise, Gebäudedaten, topographische Basisinformationen und Bebauungs- und Flächennutzungspläne angezeigt. Ergänzt wird die Kartenansicht um bestehende Deponiestandorte und wichtige Stakeholder der Abfallwirtschaft im Land Sachsen (s. Abbildung 6).

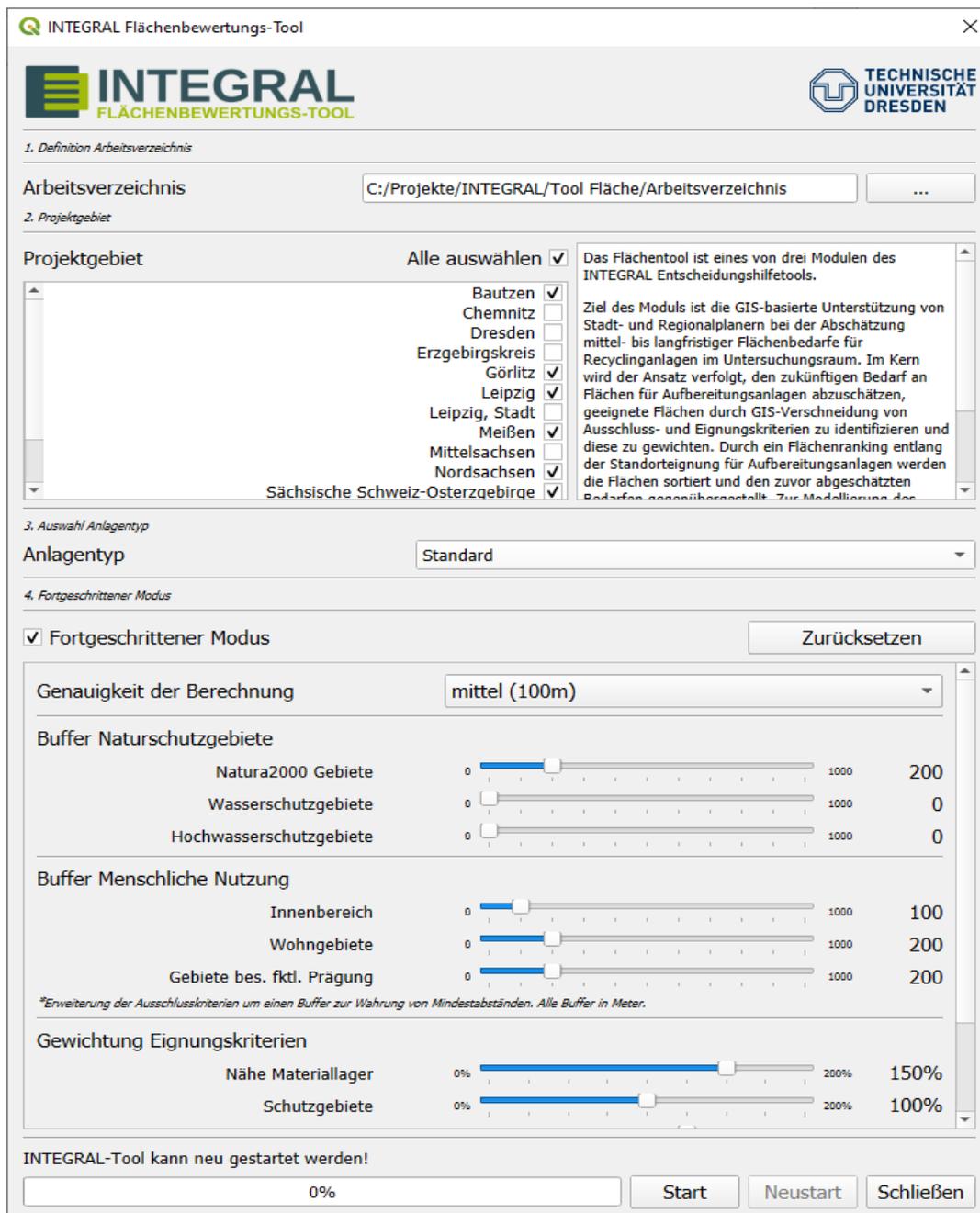


Abbildung 5: Benutzeroberfläche in QGIS

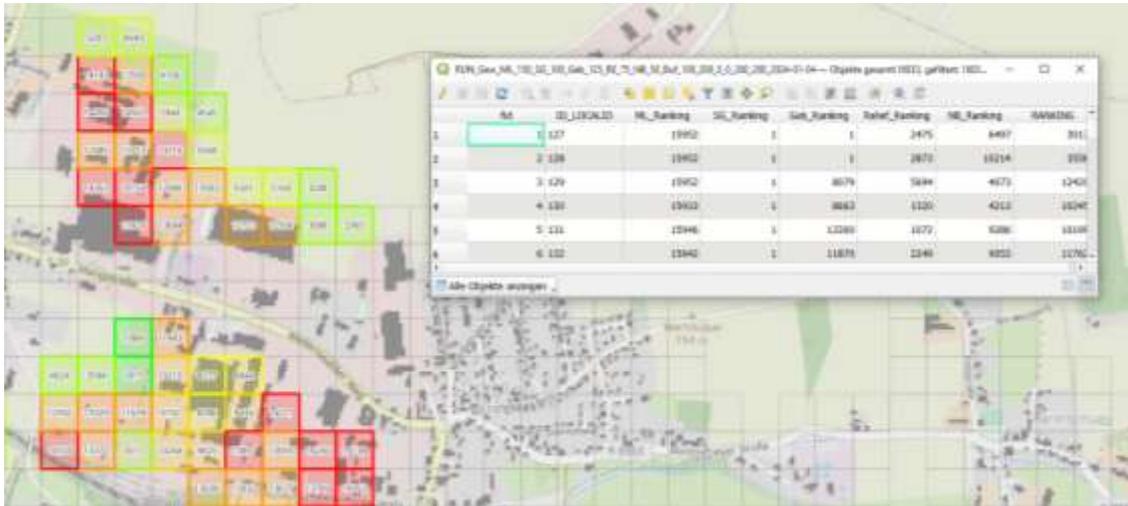


Abbildung 7: Ergebnisanzeige der Standortsuche in QGIS

LITERATUR

Bilitewski, B.; Härdtle, G. (2012): Abfallwirtschaft. Heidelberg: Springer, Berlin.

Birk, H.-J.; Busse, J. (2022): Baugesetzbuch. Kommentar. 4. Auflage. Hrsg. v. W. Spannowsky und M. Uechtritz. München: C.H. Beck.

Ding, G.; Forsythe, P. J. (2013): Sustainable construction: life cycle energy analysis of construction on sloping sites for residential buildings. In: Construction Management and Economics 31 (3), S. 254–265.

DOI: 10.1080/01446193.2012.761716.

DVGW, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2021): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete Teil 2, Schutzgebiete für Talsperren.: DVGW, Bonn 2021.

Mettke, A.; Arnold, V.; Schmidt, S. (2019): Erste Schritte zum Urban Mining. In: W. Leal Filho (Hrsg.): Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum | Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 113–133.

Müller (2018): Baustoffrecycling: Entstehung - Aufbereitung - Verwertung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Niedersächsisches OVG (2014): Niedersächsisches Oberverwaltungsgericht, Beschluss v. 01.09.2014, Az.: 12 LA 255/13.

Stolpe, H. (Hrsg.) (1996): Standortsuche und Standortüberprüfung von Deponien. Praxisempfehlungen und Erläuterungen des Arbeitskreises "Standortsuche für

Abfallentsorgungsanlagen" für Neuplanung und Sanierung. Arbeitskreis Standortsuche für Abfallentsorgungsanlagen. Berlin: Erich Schmidt (Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 87).

Tietz, H. P. (1997): Standortsuchverfahren für thermische Abfallbehandlungsanlagen. In: L. Schimmelpfeng und S. Gessenich (Hrsg.): Standortplanung für thermische Abfallbehandlungsanlagen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 45–62.

WEITERE BEITRÄGE DES PROJEKTS INTEGRAL IM ONLINE-HANDBUCH „STADT-LAND-PLUS“:

- + [Magdalena Werner, Leonie Gerking, Brenda Franz: Zirkuläre Stoffströme mineralischer Baustoffe: Potenziale, Herausforderungen und modulare Lösungen](#)
- + [Georg Zinder, Karin Gruhler, Jörg Hennersdorf, Georg Schiller: Modul Material: Erstellung dynamischer Materialkataster sowie deren Ressourcen- und Klimaschutzpotenziale](#)
- + [Brenda Franz, Leonie Gerking: Modul Qualität: Unterstützung der Bauplanung zur systematischen Berücksichtigung des Einsatzes mineralischer Recycling-Baustoffe](#)