

Schöffersstadt Gernsheim
Bebauungsplan: „Feuerwache Heidelberger Straße“

Schutzgut Boden: Gutachten zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Stand: 11.09.2024



Bearbeitung:

Simon Thiedau (M. Sc.)

Ingenieurbüro für Umweltplanung Dr. Theresa Rühl

Am Boden 25 | 35460 Staufenberg
Tel. (06406) 92 3 29-0 | info@ibu-ruehl.de

Inhalt

1	Anlass und Zielsetzung	4
2	Rechtliche und planerische Grundlagen	5
3	Charakterisierung des Untersuchungsgebiets	6
3.1	Historische und aktuelle Nutzung	6
3.2	Naturräumliche Lage, Geologie und Relief	6
3.3	Boden im Untersuchungsgebiet	7
3.4	Bodenempfindlichkeit	9
3.4.1	Verdichtungsempfindlichkeit	9
3.4.2	Erosionsgefährdung	10
3.4.3	Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	11
3.4.4	Vorbelastungen	11
4	Bodenfunktionsbewertung	12
4.1	Bodenfunktionaler Ist-Zustand im Plangebiet	13
5	Auswirkungsprognose	16
5.1	Wirkfaktoren	16
5.2	Minderungsmaßnahmen	16
5.2.1	Vermeidungsmaßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz	17
5.2.2	ID 13 Dachbegrünung extensiv	18
5.2.3	ID 90 Verwendung versickerungsfähiger Beläge	18
5.2.4	ID 100 Bodenkundliche Baubegleitung	19
5.2.5	Kompensationsbedarf nach Abzug der Minderungsmaßnahmen	20
5.3	Ausgleichsmaßnahmen	21
5.3.1	Verbleibender Kompensationsbedarf nach Abzug der Ausgleichsmaßnahmen	22
5.3.2	Weitere Ausgleichsmaßnahmen	22
	Anhang: Ermittlung des Bodenkompensationsbedarfs	25
	Literatur und Quellen	28

Abbildungen

Abb. 1: Auszug aus Bebauungsplan „Feuerwache Heidelberger Straße“ (Stand: 05.09.2024). Quelle: PlanEs.	4
Abb. 2: Historische Luftbilder (links: 1933; rechts: 1952-67) der Umgebung des Plangebietes (rot). (Bildquelle: © GeoBasis-DE / BKG 2018, Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation).....	6
Abb. 3: Geologische Formationen im Plangebiet. (GÜK300)	7
Abb. 4: Bodenhauptgruppen im Plangebiet (Bodenflächenkataster, 1:50.000, HLNUG).	8
Abb. 5: Acker/Grünlandzahl im Plangebiet (rot markiert) und seiner Umgebung.....	9
Abb. 6: Natürliche Erosionsgefährdung der Flächen innerhalb des Geltungsbereiches (rot umrahmt) und seiner Umgebung. Quelle: BodenViewer Hessen, Abfrage vom 18.04.2023.	11
Abb. 7: Bodenfunktionsbewertung im Plangebiet (rot umrahmt) und seiner Umgebung. (BFD5L, HLNUG)	14
Abb. 8: Bodenfunktionsbewertung im Plangebiet (rot umrahmt) und seiner Umgebung. (BFD5L, HLNUG)	15

Tabellen

Tabelle 1: Bodenhauptgruppe im Plangebiet (BodenViewer Hessen, Abfrage vom 18.04.2023)	8
Tabelle 2: Flächenverteilung der Bodenfunktionsbewertungen im Plangebiet.....	14
Tabelle 3: Wertstufen-Gewinn durch ID 13 Dachbegrünung extensiv.....	18
Tabelle 4: Wertstufen-Gewinn durch ID 90 Verwendung versickerungsfähiger Beläge mit der Nutzung von Porenpflaster.....	19
Tabelle 5: Maximaler Wertstufen-Gewinn durch ID 100 Bodenkundliche Baubegleitung. Verringerung der bauzeitlichen Beeinträchtigung auf 10 %.....	20
Tabelle 6: Maximaler Wertstufen-Gewinn durch ID 75 Extensivierungsmaßnahmen Acker/ Maßnahme zur Förderung von Ackerlebensräumen.....	21
Tabelle 7: Maximaler Wertstufen-Gewinn durch ID 43 Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten, insbesondere so weit sie der Herstellung eines Biotopverbunds dienen.....	22
Tabelle 8: Kompensationsbedarf in BWE nach Abzug der Minderungsmaßnahmen.	22
Tabelle 9: Ermittlung der Wertstufen und der Differenz für die Teilflächen der Planung vor und nach dem Eingriff (Auswirkungsprognose)	25
Tabelle 10: Berücksichtigung der Minderungsmaßnahmen und Ermittlung des Kompensationsbedarfs.....	26

1 Anlass und Zielsetzung

Die Stadt Gernsheim möchte die Bebauungspläne „Wohnbauflächen östlich der Ringstraße“ mit dem Bau einer Feuerwache „Feuerwache Heidelberger Straße“ erweitern. Der Geltungsbereich umfasst mit rd. 2,8 ha das Flurstück 48/3 in Flur 10 und Teile des Flurstücks 170/9 der Flur 13 in der Gemarkung Gernsheim. Außerdem umfasst es eine separate Ausgleichsfläche von 1,1 ha auf Flurstück 39/1 der Flur 5 in der Gemarkung Gernsheim.

Die Planung reiht sich in die Entwicklung im Osten von Gernsheim ein, die mit den Bebauungsplänen „Wohnbauflächen östlich der Ringstraße“, Verbindungsspanne Heidelberger Straße und Gemeinbedarfsfläche östlich der Ringstraße, Zweckbestimmung Kindertagesstätte und Sporthalle bisher ihren Abschluss fand. Die Fläche wird zurzeit überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Nördlich im Plangebiet befindet sich die Heidelberger Straße, östlich und westlich grenzen landwirtschaftliche Flächen an das Plangebiet. Im Süden befindet sich eine landwirtschaftliche Fläche mit dem dort ansässigen Tannenhof.

Die Erschließung des Plangebiets erfolgt unmittelbar über die Heidelberger Straße. Eine extra Alarmausfahrt soll einen reibungslosen Verkehr für die Feuerwehr ermöglichen.

Um die Auswirkungen der Nutzungsänderungen und damit einhergehenden Versiegelungen auf die Funktionen des natürlichen Bodens zu bewerten, wird hier eine bodenbezogene Eingriff-Ausgleichsbewertung gemäß Anlage 2 Nr. 2.2.5 der hessischen Kompensationsverordnungen vorgenommen.



Abb. 1: Auszug aus Bebauungsplan „Feuerwache Heidelberger Straße“ (Stand: 05.09.2024). Quelle: PlanEs.

2 Rechtliche und planerische Grundlagen

Für die Aufstellung von Bauleitplänen ist in § 1 Abs. 7 des Baugesetzbuchs (BauGB) verankert, dass die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, zu berücksichtigen sind. Hierzu zählen insbesondere die Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen, Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt.

Die auf Grundlage dieses Paragraphen vorgeschriebene Umweltprüfung zur Analyse der voraussichtlichen Auswirkungen der Umsetzung des Bebauungsplans hat somit auch die Belange des Bodenschutzes zu berücksichtigen. Durch die Verzahnung von BauGB und Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) ist für die Bodenbewertung eine Beurteilung, der im BBodSchG verankerten Bodenfunktionen, erforderlich. Nach § 2 Abs. 2 erfüllt der Boden die

1. natürliche Funktionen als Lebensgrundlage und Lebensraum, als Bestandteil des Naturhaushalts und als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium.
2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie
3. Nutzungsfunktionen als Rohstofflagerstätte, Fläche für Siedlung und Erholung, Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung sowie als Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Nach der Bodenschutzklausel des § 1a (2) BauGB und den Bestimmungen des „Gesetzes zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG) ist ein Hauptziel des Bodenschutzes, die Inanspruchnahme von Böden auf das unerlässliche Maß zu beschränken und diese auf Böden und Flächen zu lenken, die von vergleichsweise geringer Bedeutung für die Bodenfunktionen sind.

Als planerische Hilfsmittel in der Bauleitplanung stehen für die Berücksichtigung des Schutzguts Bodens in der Umweltprüfung die „Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen“ (PETER et al. 2011) zur Verfügung. Der Ermittlung des Kompensationsbedarfs liegt die baurechtliche Eingriffsregelung zugrunde, konkretisiert durch die Anlage 2 der hessischen Kompensationsverordnung (2018). Diese besagt, dass bei einer Eingriffsfläche über 10.000 m² der Eingriff in die natürlichen Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG und die bodenbezogenen Kompensationsmaßnahmen gesondert zu bewerten und bilanzieren sind. Das hier vorliegende Gutachten nutzt zur Ermittlung dieser Auswirkungen und des daraus resultierenden Kompensationsbedarfs die „Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz“ (HLNUG 2023a).

Um die Auswirkungen einer Bauleitplanung auf das Schutzgut Boden zu ermitteln, wird der bodenfunktionale Zustand vor und nach dem Eingriff verglichen. Die Unterschiede der Bodenfunktionsbewertungen stellen dabei die Auswirkungen der Planungsumsetzung bzw. den Kompensationsbedarf dar. Bodenfunktionen, die durch den Eingriff beeinträchtigt werden, sind, wenn möglich, durch geeignete bodenfunktionsbezogene Kompensationsmaßnahmen auszugleichen. Dabei ist für Böden, auf denen die Kompensationsmaßnahmen durchgeführt werden, der Erfüllungsgrad der betroffenen Bodenfunktionen zu erhöhen.

3 Charakterisierung des Untersuchungsgebiets

3.1 Historische und aktuelle Nutzung

Den historischen Luftbildern in Abb. 2 kann entnommen werden, dass das Plangebiet mindestens seit 1933 als Ackerland genutzt wurde. Vor 1952-67 wurden die landwirtschaftlichen Flächen neu geordnet und z. T. zusammengefasst. Der Ort Gernsheim war bis 1933 fast vollständig auf das Gebiet westlich von der Bahnstrecke beschränkt. Auf den Luftbildern aus 1952-67 sind vermehrte, Siedlungsstrukturen im Bereich der heutigen Bensheimer Straße und Karlstraße zu erkennen. Das Plangebiet lag weit außerhalb der Ortslage. Seitdem hat sich die Siedlungsfläche etwa verdoppelt, mit den größten Zuwächsen Richtung Osten und Nordosten, sodass das Plangebiet im Norden direkt an die aktuelle Ortslage angrenzt. Östlich davon verläuft heute die Ortsumgehungsstraße B44.

Auch heute wird die Fläche landwirtschaftlich (Sonderkultur/Erdbeeren) genutzt.



Abb. 2: Historische Luftbilder (links: 1933; rechts: 1952-67) der Umgebung des Plangebietes (rot). (Bildquelle: © GeoBasis-DE / BKG 2018, Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation)

3.2 Naturräumliche Lage, Geologie und Relief

Gemäß Natureg Viewer (HLNUG 2022a) der naturräumlichen Gliederung liegt das Plangebiet im Naturraum Nördliches Oberrheintiefland (22), in der naturräumlichen Haupteinheit „Hessische Rheinebene“ (225), mit der Teileinheit „Jägersburg-Gernsheimer Wald“ (225.4). Der Jägersbug-Gernsheimer Wald wird als Wassergewinnungsgebiet genutzt und ist mit Eichen und Hainbuchen bewachsen. Die Flug- und Dünenandgebiet sind durch Kiefernwälder und Ackerbauflächen geprägt (KLAUSING 1988).

Laut dem Geologie-Viewer (HLNUG, 2022b) liegt das Untersuchungsgebiet im geologischen Nördlicher Oberrheingraben als Teil der Tertiärgräben und -senken (3.1.15). Der hessische Teil des über 300 km langen Oberrheingrabens ist gefüllt mit tertiären Sedimenten mit über 2 000 m Mächtigkeit. Diese sind überdeckt mit quartären Wechselfolgen aus fluviatilen Sedimenten, welche zusammen ebenfalls mehrere Meter Mächtigkeit erreichen können (BECKER UND REISCHMANN 2021).

Laut geologischer Übersichtskarte liegt im Plangebiet die geologischen Einheiten der pleistozänen Flugsande vor (Abb. 3)

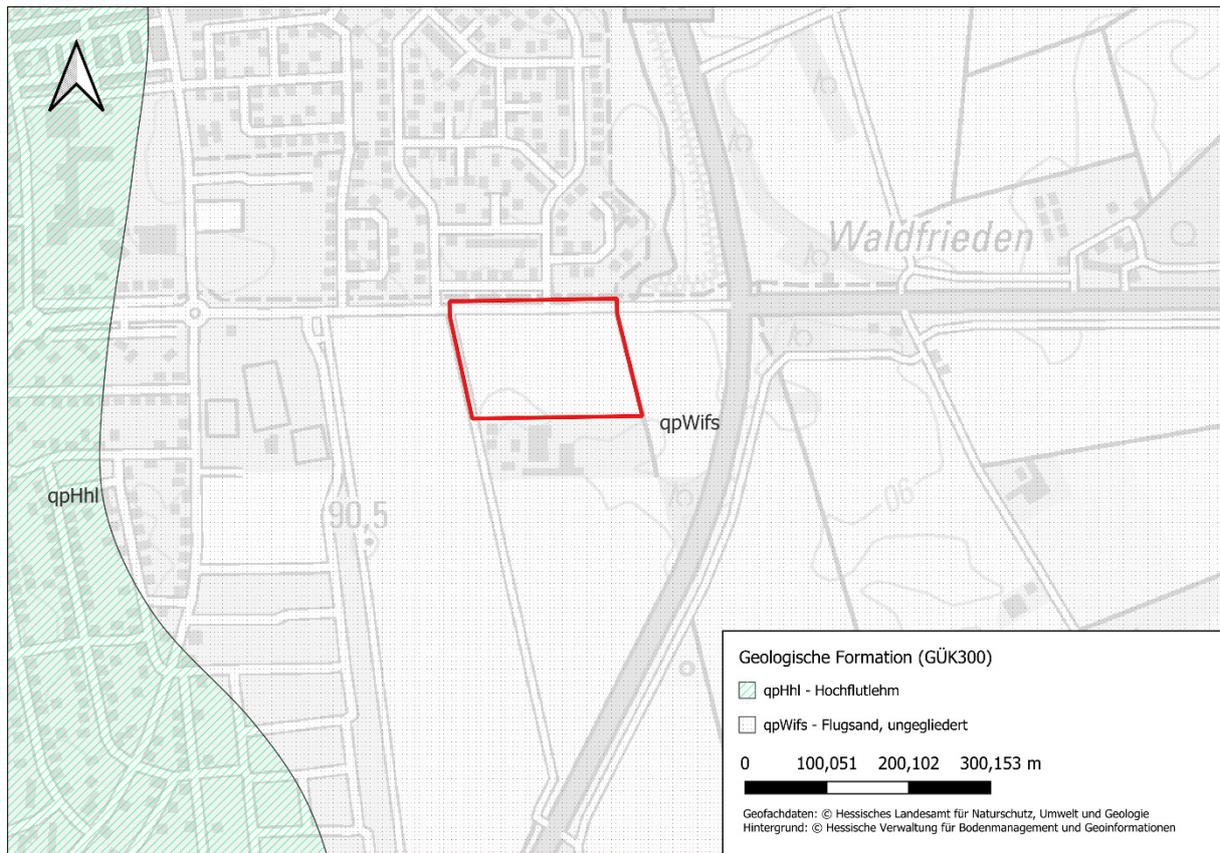


Abb. 3: Geologische Formationen im Plangebiet. (GÜK300)

Die Planfläche liegt zwischen der Heidelberger Straße im Norden und dem Tannenhof im Süden. Sie liegt auf einer Höhe von rd. 90 m ü. NN. und hat keine ausgeprägte Hangneigungen.

3.3 Boden im Untersuchungsgebiet

Die Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50) (s. Abb. 4) des BodenViewers (HLNUG, 2022c) weisen für das Plangebiets „Böden aus sandigen Hochflutsedimenten und/oder solimixtiven Deckschichten“ (2.2.1), mit Pseudogleye und Gley-Pseudogleye mit Parabraunerde-Pseudogleyen aus.

In Pseudogleyen wird Niederschlagswasser im Boden aufgestaut. Durch den Wechsel von Wasserfüllung und Austrocknung bilden sich Verfestigungen und Rostflecken. Pseudogleye sind oft gute Grünland und Waldstandorte. Die landwirtschaftliche Nutzung ist durch die Wasser- und Luftverhältnisse oft erschwert (BLUME et al. 2016).

Gemäß den Bodenkarten BFD5L des BodenViewers Hessen (HLNUG 2022c) werden für das Plangebiet die Bodenarten lehmiger bis stark lehmiger Sand angegeben. Die Acker- bzw. Grünlandzahlen liegen direkt am Standort im niedrigen bis mittleren Bereich zwischen >50 und ≤55 (s. Abb. 5).

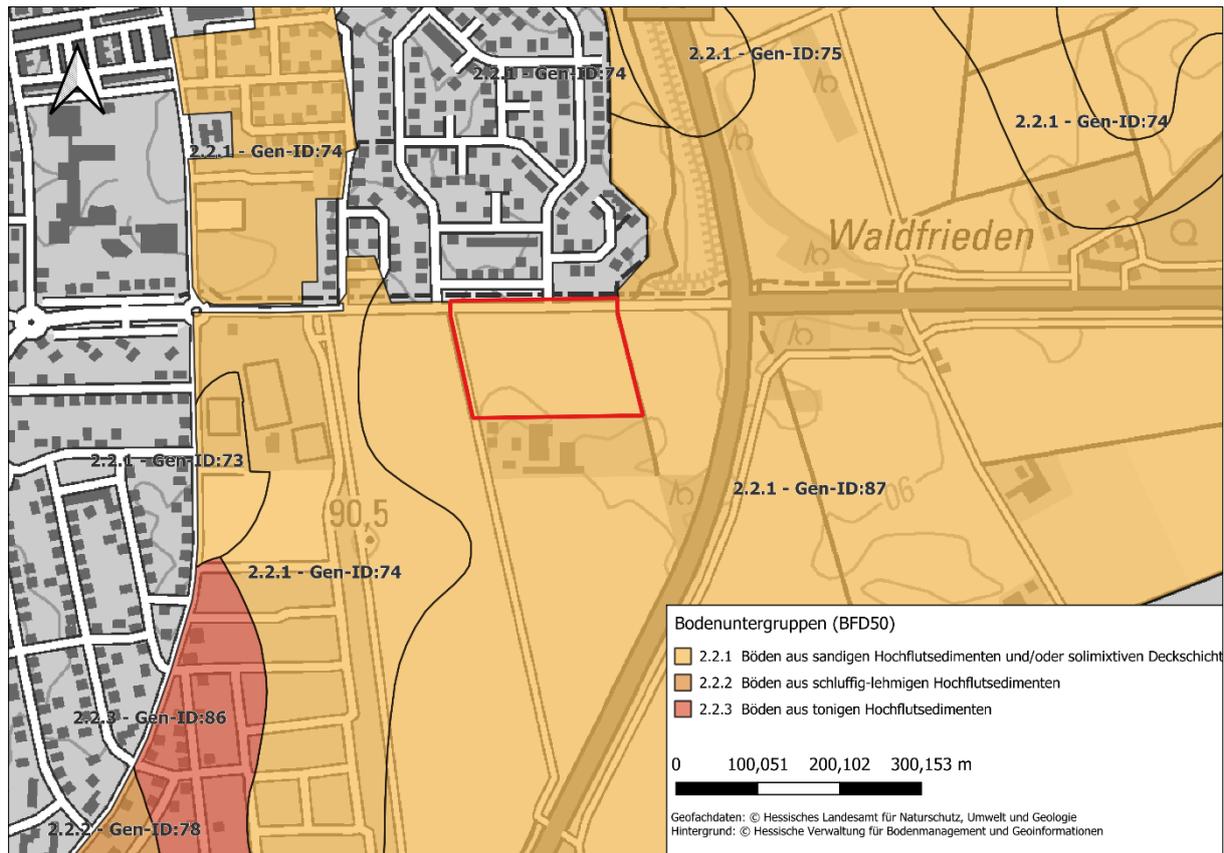


Abb. 4: Bodenhauptgruppen im Plangebiet (Bodenflächenkataster, 1:50.000, HLNUG).

Tabelle 1: Bodenhauptgruppe im Plangebiet (BodenViewer Hessen, Abfrage vom 18.04.2023)

Hauptgruppe:	2 Böden aus fluviatilen Sedimenten
Gruppe:	2.2 Böden aus Hochflutsedimenten
Untergruppe:	2.2.1 Böden aus sandigen Hochflutsedimenten und/oder solimixtiven Deckschichten
Bodeneinheit:	Pseudogleye und Gley-Pseudogleye mit Parabraunerde-Pseudogleyen
Substrat:	Aus 3 bis 10 dm Fließerde (Hauptlage) oder Hochflutsand, örtl. über 2 bis 6 dm Flugsand, über 2 bis 8 dm Hochflutlehm oder -ton, meist über 2 bis 6 dm Hochflutsand oder -lehm mit Carbonatanreicherungshorizont/ Rheinweiß, über Terrassensand (Pleistozän)
Morphologie:	Terrassenflächen der Oberrhein- und Untermainebene

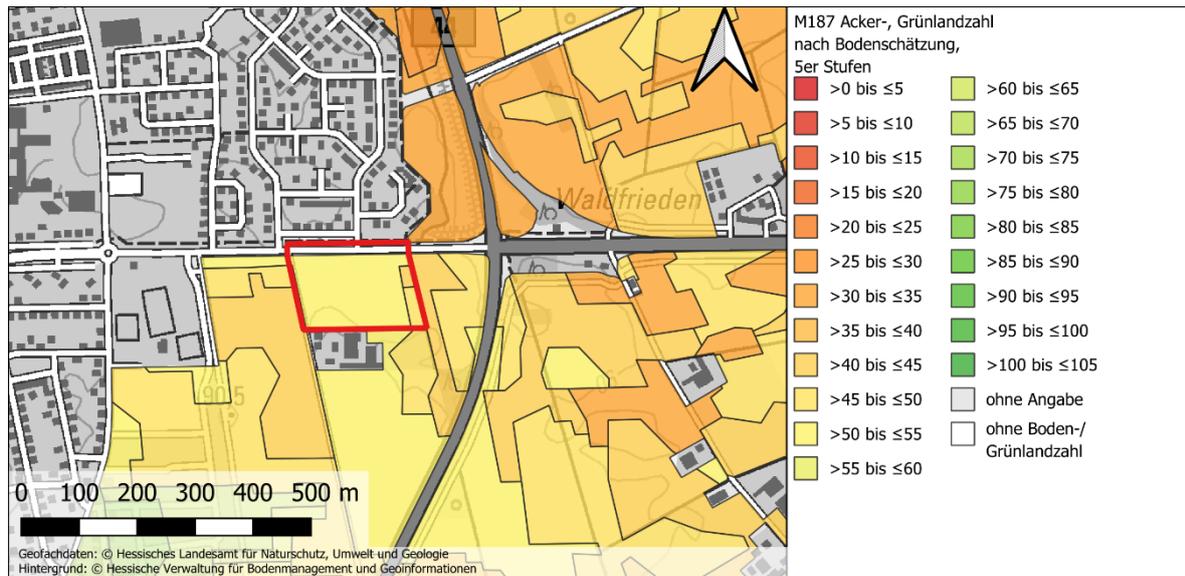


Abb. 5: Acker/Grünlandzahl im Plangebiet (rot markiert) und seiner Umgebung.

3.4 Bodenempfindlichkeit

Bei der Bewertung des Ist-Zustandes (Wertstufe vor dem Eingriff) sind Empfindlichkeiten (gegenüber Verdichtung, Versauerung, Entwässerung etc.), Vorbelastungen sowie Nutzungshistorie der betrachteten Böden einzelfallbezogen zu berücksichtigen, da diese zu einer Beeinträchtigung der Bodenfunktionen führen und somit die Auswirkungsprognose beeinflussen können.

3.4.1 Verdichtungsempfindlichkeit

Die mechanische Bodenverformung oder auch Bodenverdichtung sind Ursache für nachhaltige Bodendegradation (BBodSchG). Sie geht mit einer Änderung des Dreiphasensystems des Bodens (Festphase, Wasser, Gas) einher. Der mit Wasser und Luft gefüllte Porenanteil im Boden nimmt ab, bei gleichzeitigem Anstieg des Volumenanteils der festen Phase. Damit nimmt die Lagerungsdichte zu. Hohlräume und Aggregate werden gestört und horizontal ausgerichtet, Strukturen entstehen. In jedem Fall wird die Wasser-, Luft- und Wärmeleitfähigkeit beeinträchtigt und der Bodenabtrag durch Erosion (s. Kap. 3.4.2) begünstigt. Belastung und Scherung von Böden ist in der landwirtschaftlichen Nutzung durch Überfahren der Böden allgegenwärtig. Auch im Kontext von Baumaßnahmen werden Böden direkt durch Baumaschinen und Lieferverkehr befahren. Der Widerstand eines Bodens gegen zusätzliche Bodenverformung und Degradation ist von der mechanischen Stabilität des Bodens abhängig. Diese wird maßgeblich durch die Vorbelastung und die Bodenfeuchte bestimmt. Besonders bei nassen Verhältnissen ist die Eigenfestigkeit stark herabgesetzt, sodass sich bei diesen Bedingungen eine Belastung extrem schädlich auswirken kann.

Die Bauarbeiten müssen an die, von der Bodenfeuchte abhängigen, Verdichtungsempfindlichkeit zum Zeitpunkt der geplanten Bearbeitung oder Befahrung angepasst werden. Die hier angegebene Verdichtungsempfindlichkeit nach der Matrix zur Bewertung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit (Feldwisch et al. 2017¹) kann nur einen ungefähren, witterungsunabhängigen Trend abbilden und ersetzt nicht die Beobachtung der Bodenverhältnisse vor Ort. Möglicherweise wurde der Boden unter der bisherigen Nutzung vorbelastet, was die Empfindlichkeit gegen Neuverdichtung kleinräumig oder flächig mehr oder weniger stark verringert, dies kann nicht in die Bewertung einfließen.

Pseudogleyen und Gleye können bei nassen Bedingungen stark vernässen. Nach der Matrix zur Bewertung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit (Feldwisch et al. 2017) ist der Boden im Untersuchungsgebiet als hoch empfindlich bis extrem empfindlich gegenüber Verdichtung einzustufen. Die Empfindlichkeit kann sich im Bereich der Terrassensedimente je nach Sand- und Kiesgehalt stark unterscheiden. Etwaige anthropogene Vorverdichtung kann die Empfindlichkeit bereits verringert haben. Die Verdichtungsgefahr ist während der Bauarbeiten, insbesondere bei nassen Bedingungen, extrem erhöht, die Vermeidungsmaßnahmen (s. Kap. 5.2.1) sind dringend zu berücksichtigen.

Sollten empfindliche Böden beeinträchtigt werden, wird nach dem Leitfaden „Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB“ (Peter et al. 2009) zur Verdichtungsvermeidung der Einsatz von Baggermatten sowie die Einrichtung von Bauzäunen zum Schutz vor Befahren empfohlen.

3.4.2 Erosionsgefährdung

Im Erosionsatlas 2023 des BodenViewers (HLNUG 2022c) wird die Erosionsanfälligkeit des Bodens durch Wasser gemäß der allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) eingestuft. Damit wird der zu erwartende mittlere jährliche Bodenabtrag einer Fläche durch Wassererosion schätzt. In die Berechnung gehen die Faktoren Niederschlag- und Oberflächenabflussfaktor (R), Bodenerodierbarkeitsfaktor (K), Hanglängenfaktor (L), Hangneigungsfaktor (S), Bodenbedeckungs- und Bewirtschaftungsfaktor (C) und der Erosionsschutzfaktor (P) ein.

Der Bodenerodibilitätsfaktor (K-Faktor) ist das Maß für die Erosionsempfindlichkeit eines Bodens unter Standardbedingungen. Er beschreibt, wie leicht Bodenmaterial aus dem Aggregatgefüge gelöst und abgetragen wird. Die wichtigsten Einflussfaktoren sind Bodenart, Humusgehalt, Aggregatgefüge, Wasserleitfähigkeit und der Anteil des Grobbodens > 2 mm. Schluffige und feinsandreiche Böden sind im Gegensatz zu Ton- und Sandböden besonders erosionsanfällig. Das Vorhandensein von Humus und Grobboden senkt die Erosionsanfälligkeit genauso wie ein feinkrümeliges Gefüge oder eine hohe Wasserdurchlässigkeit.

Der Bodenerodierbarkeitsfaktor (K-Faktor) ist im Plangebiet niedrig (>0,1- 0,2).

Mit Einbezug der standörtlichen Faktoren R, L und S liegt die natürliche Erosionsgefährdung (ohne Bodenbedeckung) im Großteil des Plangebietes im sehr geringen (Enat1) bis geringen (Enat2) Bereich (s. Abb. 6).

¹⁾ Feldwisch, N. & Tollkühn, T. (2017): Bodenschutz in Hessen: Rekultivierung von Tagebau- und sonstigen Abgrabungsflächen, Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, 108 S.

Unter der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung, mit guter fachlicher Praxis, ist nicht mit Bodenabtrag zu rechnen. Die Erosionsgefahr ist ohne Bodenabdeckung während der Bauarbeiten, insbesondere bei Starkregenereignissen, primär für offene Baugruben und Bodenmieten, leicht erhöht, die Vermeidungsmaßnahmen (s. Kap. 5.2.1) sind zu berücksichtigen.

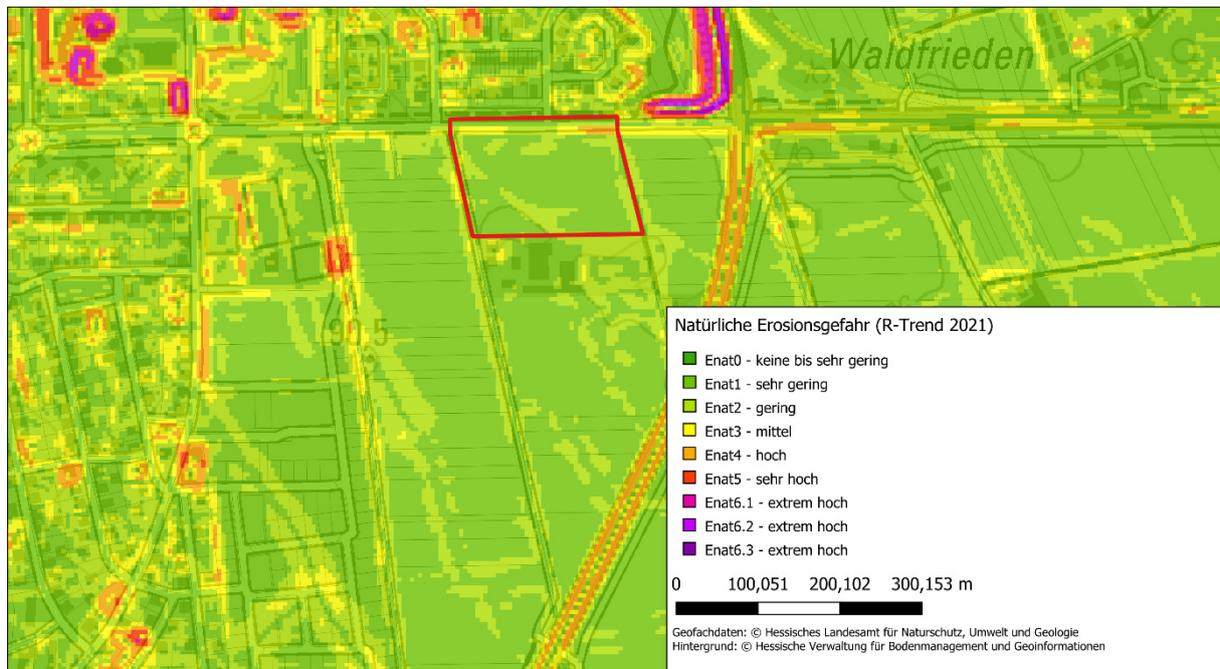


Abb. 6: Natürliche Erosionsgefährdung der Flächen innerhalb des Geltungsbereiches (rot umrahmt) und seiner Umgebung. Quelle: BodenViewer Hessen, Abfrage vom 18.04.2023.

3.4.3 Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Als natur- oder kulturgeschichtlich bedeutsamer oder regional seltener Standort kann der Boden als Archiv der Natur- oder Kulturgeschichte relevant sein.

Werden bei Erdarbeiten archäologische Funde oder Befunde gem. § 2 Abs.2 HDSchG (Bodendenkmäler) bekannt, so ist dies dem Landesamt für Denkmalpflege Hessen (hessenArchäologie) bzw. der zuständigen Unteren Denkmalschutzbehörde unverzüglich anzuzeigen. Der Fund und die Fundstelle sind bis zum Ablauf einer Woche nach der Anzeige im unveränderten Zustand zu erhalten und in geeigneter Weise vor Gefahren für die Erhaltung des Fundes zu schützen (§ 21 HDSchG).

3.4.4 Vorbelastungen

Vorbelastungen sowie Nutzungshistorie der betrachteten Böden ist einzelfallbezogen zu berücksichtigen, da diese zu einer Beeinträchtigung der Bodenfunktionen führen.

Die Böden im Plangebiet besitzen aufgrund der vorwiegend landwirtschaftlichen Nutzung eine geringe Vorbelastung, wodurch ihre Funktionen im Naturhaushalt gerade im Hinblick auf ihre Ertrags-, Filter- und Pufferfunktion relativ ungestört sind. Flächenmäßig handelt es sich um einen verhältnismäßig großen Eingriff von rd. 2,8 ha. Das Gebiet grenzt im Norden an die Heidelberger Straße und Wohnbebauung und im Süden an den „Tannenhof“. Zudem liegt die Fläche innerhalb der Umgehungsstraße B44. Somit kann von mäßiger räumlicher Kontinuität des Ackerlandes gesprochen werden.

Es liegen keine Hinweise auf schädliche Bodenveränderungen bzw. Altablagerungen, Altstandort und/oder Grundwasserschäden vor. Bei allen Baumaßnahmen, die den Boden betreffen, ist auf sensorische Auffälligkeiten zu achten. Werden solche Auffälligkeiten festgestellt, die auf das Vorhandensein von schädlichen Bodenverunreinigungen hinweisen, ist umgehend die zuständige Behörde zu informieren.

4 Bodenfunktionsbewertung

Nach Empfehlungen der "Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen" (PETER et al. 2011) sind in Umweltprüfungen insbesondere die Bodenfunktionen "Lebensraum für Pflanzen", "Funktion des Bodens im Wasserhaushalt" sowie "Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte" zu bewerten.

Das Bewertungsschema folgt der vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz herausgegebenen Methodendokumentation „Bodenschutz in der Bauleitplanung“.

Die Gesamtbewertung der Bodenfunktionen wird aus den folgenden Bodenfunktionen aggregiert:

- Lebensraum für Pflanzen: „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ (M241)

Der Boden, insbesondere sein Wasser- und Nährstoffhaushalt, ist neben den klimatischen, geologischen und geomorphologischen Verhältnissen der entscheidende Faktor für die Ausprägung und Entwicklung von Pflanzengemeinschaften. Böden mit extremen Wasserverhältnissen (sehr nass, sehr wechselfeucht oder sehr trocken) weisen ein hohes bodenbürtiges Potenzial zur Entwicklung wertvoller und schützenswerter Pflanzenbestände auf. Böden mit extremen Standortfaktoren unter landwirtschaftlicher Nutzung besitzen oftmals artenreichere und schützenswertere Pflanzengemeinschaften als benachbarte Böden, da beispielsweise vernässte Teilflächen bei Pflege-, Düngungs- und Erntearbeiten ausgespart werden. Das trifft auf sehr trockene Böden, d. h. Böden mit einer sehr geringen oder geringen nutzbaren Feldkapazität (oftmals verstärkt durch Südexposition), stark vernässte Böden mit einem Wasserüberschuss infolge von Grund-, Stau-, Hang- oder Haftnässe sowie organogene Böden zu. Dieser Zusammenhang gilt gleichermaßen für Acker- und Grünlandböden, setzt aber eine Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung voraus, die die Standorteigenschaften nicht überlagert (HLNUG 2003).

- Lebensraum für Pflanzen: „Ertragspotential“ (M238)

Das Ertragspotential Bodens ist ein weiteres Kriterium für die Funktion nach BBodSchG: „Lebensraum für Pflanzen“ und ergibt sich in erster Linie aus der nutzbaren Feldkapazität des Bodens (nFKdB). Dem liegt die Annahme zugrunde, dass in hessischen Böden die Nährstoffversorgung unter den heutigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen nicht der limitierende Faktor für Pflanzenwachstum ist. Stattdessen wird das Ertragspotential durch die Durchwurzelbarkeit des Unterbodens und die Speicherfähigkeit des Bodens für

pflanzenverfügbares Wasser als entscheidender Faktor herausgestellt. Das standortspezifische Ertragspotenzial beschreibt die Fähigkeit eines Bodens, bei vertretbarem Aufwand in Hinblick auf Technik, Ökonomie und Ökologie, Biomasse zu erzeugen (HLNUG 2002a).

- Funktion des Bodens im Wasserhaushalt: „Feldkapazität des Bodens“ (M239)

Die Feldkapazität (FK) bezeichnet den Wassergehalt eines natürlich gelagerten Bodens, der sich an einem Standort zwei bis drei Tage nach voller Wassersättigung gegen die Schwerkraft einstellt. Die Feldkapazität des Bodens stellt einen Kennwert für die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens dar.

- Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium: „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“ (M244)

Das Nitratrückhaltevermögen beschreibt die Gefahr der Verlagerung von Nitrat mit dem Sickerwasser. Dies ist von großer Bedeutung für die potenzielle Grundwassergefährdung. Die Klassifizierungen leitet sich aus der FKdB als Maß für das Rückhaltevermögen für Bodenwasser ab. Stauwassereinfluss, Trockenrisse und Mineralisierungspotenzial beeinflussen das Rückhaltevermögen für Nitrat (und andere lösliche, nicht sorbierte Stoffe) weiter (HLNUG 2002b).

Die einzelnen Bodenfunktionen werden nach der Methodendokumentation „Bodenschutz in der Bauleitplanung“ (HMUELV 2013) in Klassen von „1 – sehr gering“ bis „5 – sehr hoch“ nach dem Grad der Bodenfunktionserfüllung bewertet. Flächen, für die keine Bodenfunktionsbewertung vorgenommen werden kann, werden mit der Klasse „0 – nicht bewertet“ zusammengefasst. Aus den oben beschriebenen Bodenfunktionen erfolgt eine rechnerische Ergebnisbildung. Die Gesamtbewertung (m242) des Bodens für die Bedeutungseinstufung erfolgt auf Grundlage der vier Bodenfunktionserfüllungsgrade ebenfalls in fünf Klassen. Dabei werden hohe (4) und sehr hohe (5) Einzelfunktionen stärker gewichtet.

Die Flächendaten zu den Bodenfunktionserfüllungsgraden im Untersuchungsraum stützen sich auf die im BodenViewer (HLNUG) verfügbaren „Bodenflächendaten 1:5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L)“, diese werden als primäre Datengrundlage zur Bewertung von Bodenfunktionen und Bodeneigenschaften genutzt. Ggf. werden zusätzlich die Bodenflächendaten der BFD 50 (HLNUG) eingesetzt. Diese liefern weitere Themenkarten für die differenzierten Bodenuntergruppen und zu wichtigen Parametern und Ableitungen wie Feldkapazität (FK), Ertragspotenzial, Standorttypisierung etc.

4.1 Bodenfunktionaler Ist-Zustand im Plangebiet

Da keine besonders trockenen oder vernässten Standorte vorhanden sind, wurde keine Standorttypisierung vergeben, damit wird das bodenbürtige Biotopentwicklungspotential (m241) auf der Fläche durchgehend als mittel (3) angesprochen. Das Kriterium Ertragspotential (m238) für die „Funktion des Bodens als Lebensraum für Pflanzen“ wird primär bedingt durch die nFKdB. Diese liegt bei >140 bis ≤200 mm, daraus resultiert eine hohe (4) Bewertung. Am östlichen Rand liegt die Funktionserfüllung im mittleren (3) Bereich (nFKdB: >90 bis ≤140 mm).

Das Kriterium Feldkapazität (m239) wird mit >130 mm bis ≤260 mm angegeben, daraus resultieren niedrige Bewertungen (2) der „Funktion des Bodens im Wasserhaushalt“ und „als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“.

Für den Großteil der Fläche ergibt sich eine mittlere Gesamtbewertung (3), auf der kleinen Teilfläche im Osten mit mittlerem Ertragspotential ergibt sich eine geringe Gesamtbewertung (2) (s. Abb. 7 und Abb. 8).

Der Straßenbereich erfüllt aktuell keine natürlichen Bodenfunktionen.

Tabelle 2: Flächenverteilung der Bodenfunktionsbewertungen im Plangebiet

Bodenfunktion	Biopotentialentwicklungspotenzial m241	Ertragspotential m238	Feldkapazität m239	Nitratrückhaltevermögen m244	Gesamtbewertung m242	Fläche (m ²)
0000	0	0	0	0	0	3.098
3322	3	4	2	2	3	2.010
3422	3	3	2	2	2	22.990
Summe						28.098

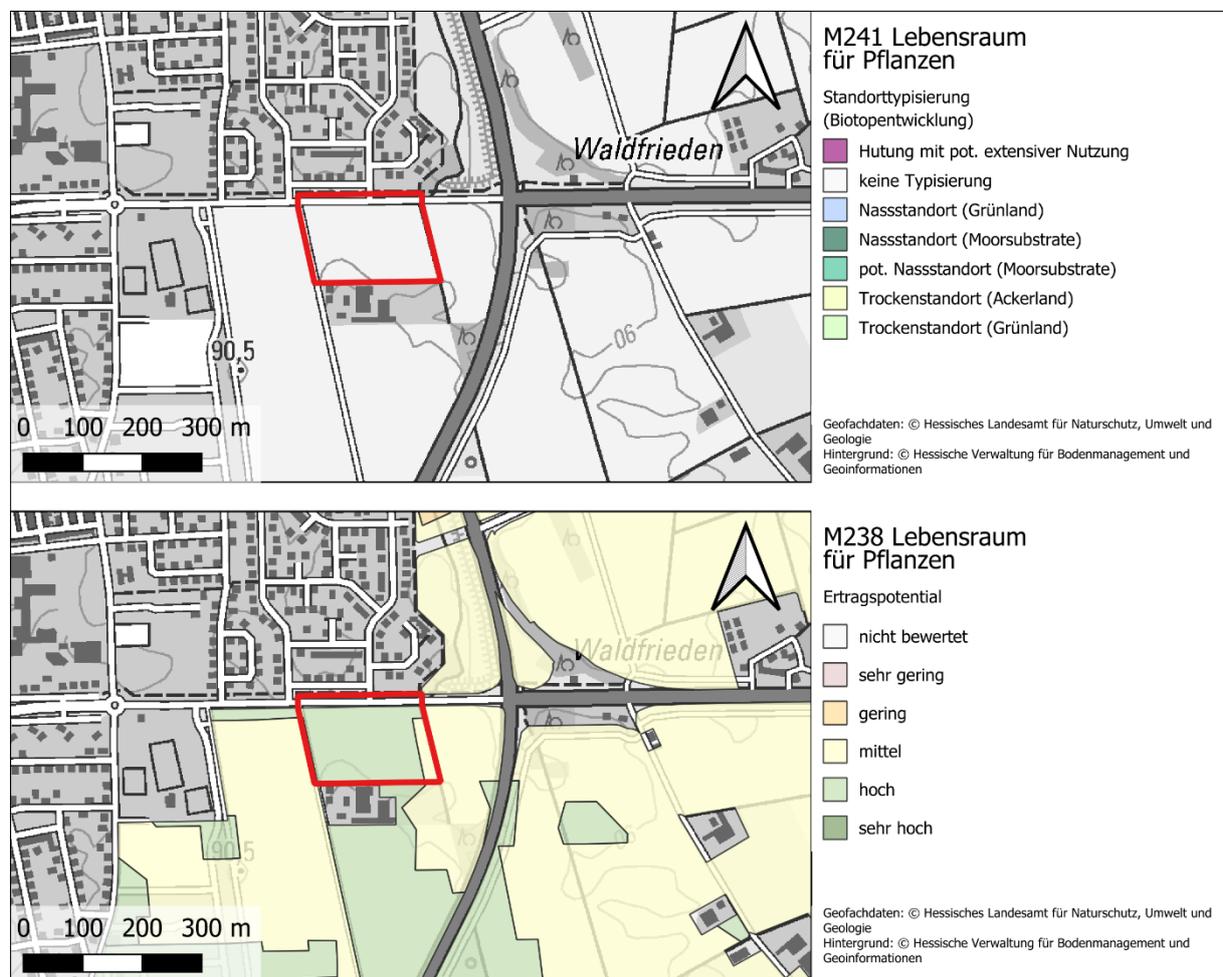


Abb. 7: Bodenfunktionsbewertung im Plangebiet (rot umrahmt) und seiner Umgebung. (BFD5L, HLNUG)

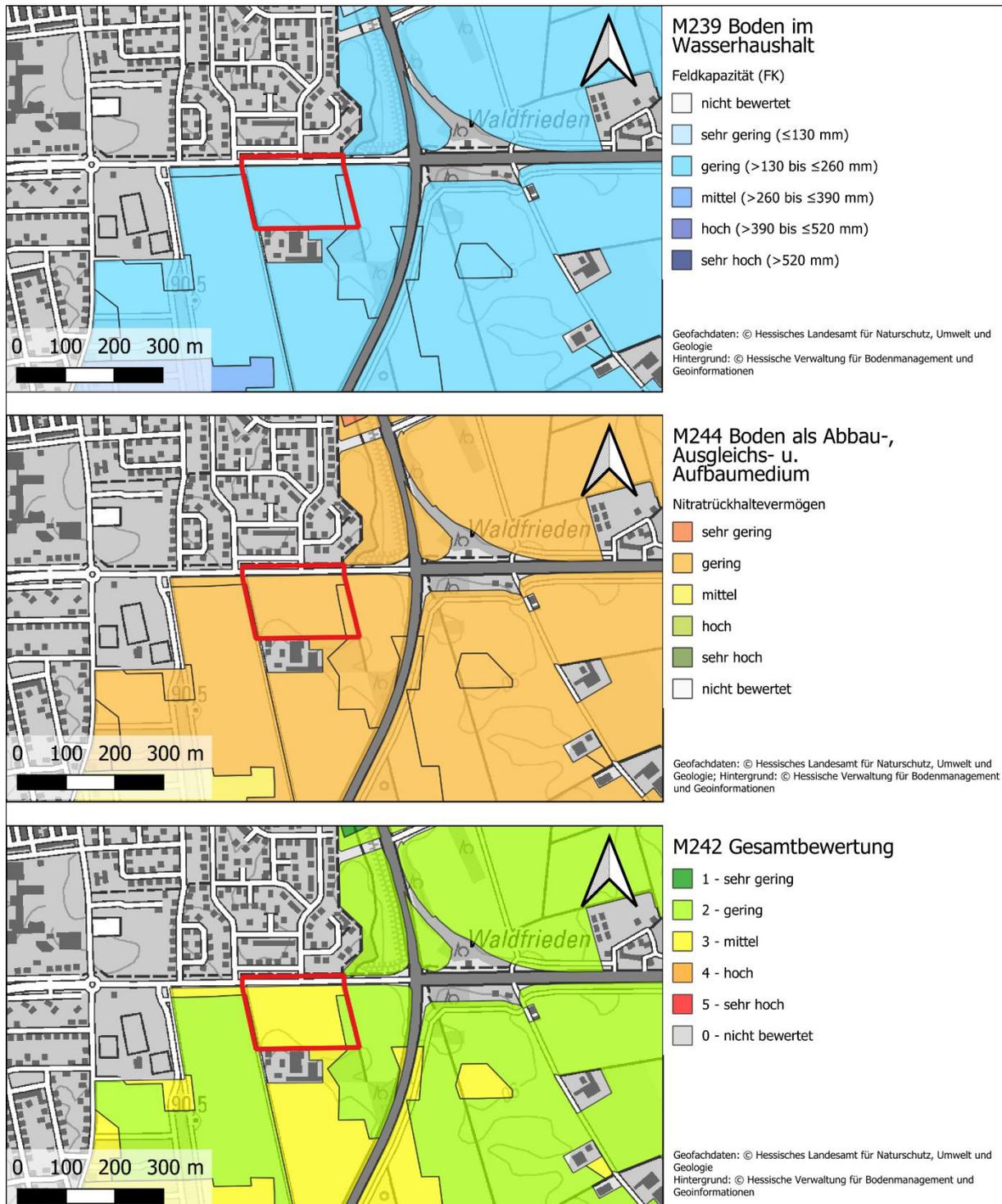


Abb. 8: Bodenfunktionsbewertung im Plangebiet (rot umrahmt) und seiner Umgebung. (BFD5L, HLNUG)

5 Auswirkungsprognose

Die Methode zur Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation gemäß der hier angewendeten Arbeitshilfe sieht vor, zunächst den Ist-Zustand des Bodens mithilfe der Bodenfunktionsbewertung der BFD5L („Bodenflächendaten 1:5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche“) als Wertstufe vor dem Eingriff zu ermitteln (s. Tabelle 2). Daraufhin wird für die Auswirkungsprognose der aktuell zu prüfenden Planung die Einstufung in eine Wertstufe nach dem geplanten Eingriff vorgenommen und mit der Bodenfunktionsbewertung der Bestandsbewertung verglichen (s. Tabelle 9). Die Unterschiede der Bodenfunktionsbewertungen stellen, unter der Berücksichtigung von festgesetzten Minderungsmaßnahmen (s. Aufzählung unten), die Auswirkungen der Planungsumsetzung bzw. den Kompensationsbedarf dar (s. Tabelle 10). Das Ergebnis wird in Bodenwerteinheiten (BWE) ausgedrückt. Diese sind nicht mit den sogenannten Biotopwertpunkten gleichzusetzen, die bei der Bilanzierung des naturschutzrechtlichen Ausgleichsbedarfs gemäß § 15 BNatSchG mithilfe der hessischen Kompensationsverordnung (KV) berechnet werden.

Die Berechnung des Kompensationsbedarfs in Bodenwerteinheiten erfolgt demnach nach folgender Formel:

$$\text{Kompensationsbedarf} = \text{Fläche [ha]} \times (\text{Wertstufe vor Eingriff} - \text{Wertstufe nach Eingriff})$$

5.1 Wirkfaktoren

Bei der Ermittlung der Auswirkungsprognose sind primär folgende Wirkfaktoren relevant:

- Versiegelung,
- Abgrabung/Bodenabtrag,
- Ein- und Ablagerung von Material unterhalb einer oder ohne eine durchwurzelbare Bodenschicht,
- Verdichtung,
- Erosion,
- Stoffeintrag bzw. -austrag mit bodenchemischer Wirkung und
- Bodenwasserhaushaltsveränderungen.

Als Hauptwirkfaktor ist die Vollversiegelung von Teilflächen, für diese wird von einem vollständigen Wertstufenverlust ausgegangen.

Für die bauzeitlich beeinträchtigten Flächen, die jedoch unbefestigt bleiben, wird von einem Wertstufenverlust von 25 % ausgegangen, neben einer Verdichtung und potenziellem Stoffeintrag kann auch die Erosionsgefahr während der Bautätigkeiten relevant werden.

5.2 Minderungsmaßnahmen

Als Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen werden bodenbezogene Maßnahmen bezeichnet, die bei der Umsetzung von Bauvorhaben die Schädigung auf das Schutzgut Boden verringern oder vermeiden. Diese führen zu konkreten WS-Gewinnen in der Bilanz der Bodenfunktionserfüllungsgrade. Die Maßnahmen können auch weitere Schutzgüter betreffen.

Für die hier in Rede stehende Planung werden folgende Minderungsmaßnahmen angesetzt:

5.2.1 Vermeidungsmaßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz

Die obligatorischen Vermeidungsmaßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz sind **in jedem Fall einzuhalten**, daher gehen damit **keine WS-Änderungen** einher.

Vermeidung von Bodenschäden bei Ausbau, Trennung und Zwischenlagerung von Böden

Um eine Beeinträchtigung des Schutzgutes Boden zu gewährleisten, sind Vorgaben nach deutschem Recht zu beachten, welche in den DIN 19639 und DIN 19731 konkretisiert werden. In der DIN finden sich Angaben zu Ausbau, Trennung und Zwischenlagerung von Bodenmaterial, die im Sinne des Bodenschutzes gewährleisten sollen, dass es im Rahmen der Bauarbeiten nicht zu einem Verlust der Bodenfunktion kommt. Oberboden ist getrennt von Unterboden auszubauen und zu verwerten und sowohl Aushub und Lagerung hat in Abhängigkeit von Humusgehalt, Feinbodenart und Steingehalt getrennt zu erfolgen. Um eine Verdichtung des humosen Oberbodenmaterials durch Auflast zu verhindern, darf eine Mietenhöhe von 2 m nicht überschritten werden. Die Miete ist zu profilieren und darf nicht verdichtet werden. Bei Lagerzeiten von mehr als sechs Wochen sollten Bodenmieten begrünt werden, um die Durchlüftung und Entwässerung zu gewährleisten und das Bodenleben sicherzustellen.

Gemäß § 202 BauGB ist Mutterboden in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen. Die Bodenarbeiten sind gemäß DIN 18300 und DIN 18915 durchzuführen.

Abstimmung der Baumaßnahmen auf die Bodenfeuchte

Die Umlagerungseignung (Mindestfestigkeit) von Böden richtet sich nach dem Feuchtezustand. Es ist darauf zu achten, dass kein nasses Bodenmaterial umgelagert wird. Böden mit weicher bis breiiger Konsistenz – stark feuchte (Wasseraustritt beim Klopfen auf den Bohrstock) bis nasse (Boden zerfließt) Böden – dürfen nicht ausgebaut und umgelagert werden (siehe DIN 19731). Fühlt sich eine frisch freigelegte Bodenoberfläche feucht an, enthält aber kein freies Wasser, ist der Boden ausreichend abgetrocknet und kann umgelagert werden.

Vermeidung und Minimierung von Bodenverdichtungen während der Bauphase

Im Rahmen der Baumaßnahmen ist darauf zu achten, dass die tiefer gelegenen Unterbodenschichten, die sich unterhalb der ausgebauten Bodenhorizonte befinden, nicht verdichtet werden, was zunächst zu einer Verminderung der Bodenfunktion oder gar irreversiblen Schädigung führen kann. Da Pflanzenwachstum nur auf ungestörtem Boden uneingeschränkt möglich ist, gilt dies insbesondere für temporär angelegte Flächen sowie Flächen, die rekultiviert werden sollen. Um Bodenverdichtungen entgegenzuwirken, ist auf die Witterungsverhältnisse zu achten und unnötiges Befahren des Bodens ist zu unterlassen. Ggf. muss der Boden auf zukünftigen Vegetationsflächen vor Auftrag des Mutterbodens (Oberbodens) tiefgründig gelockert werden.

Vermeidung und Minimierung von Bodenerosion während und nach der Bauphase

Bodenerosion ist im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes generell zu vermeiden. Dies betrifft sowohl den direkten Eingriffsbereich als auch an die Eingriffsflächen angrenzende Areale. Um Bodenerosion effektiv vermeiden zu können, ist es wichtig, während der Bauphase ein möglichst flächendeckendes Wasserhaltungs- und Wasserableitungsmanagement zu realisieren. Um Bodenerosion nach der Durchführung der Arbeiten effektiv vorbeugen zu können, sind freiliegende Bodenflächen mit einer Hangneigung >4 % mit einer regionaltypischen Ansaat schnellstmöglich wiederzubegrünen. Dabei ist jedoch nur die Hälfte der empfohlenen Saatstärke zu verwenden, um dem bodenbürtigen Samenpotenzial ebenfalls die Gelegenheit zum Auflaufen zu geben.

Verwertung von Bodenaushub

Anfallender Oberboden soll nach Möglichkeit im Plangebiet wiederverwertet werden. Das Material soll dabei zur Begrünung der Böschungen, zur Überdeckung von Anlagen im Boden sowie bei der Rekultivierung von temporär genutzten Flächen genutzt werden. Sollte danach noch Oberbodenmaterial übrig bleiben, sollten weitere Verwendungsmöglichkeiten außerhalb des Plangebietes gesucht werden. Wenn keine geeignete Verwendung zu finden ist, muss das Material fachgerecht entsorgt werden.

Auch ausgebaute Unterboden sollte nach Möglichkeit wiederverwertet werden. Wenn sich der Boden als geeignet herausstellt, kann dieser zur Verfüllung der Baugruben und zum Ausgleich der Höhenunterschiede im Plangebiet genutzt werden. Für den restlichen Bodenabtrag ist eine Wiederverwendung außerhalb des Plangebietes zu prüfen, ansonsten ist eine ordnungsgemäße Entsorgung durchzuführen.

Vermeidung von Stoffeinträgen während der Bauphase

Um baubedingte Schadstoffeinträge in Boden und Wasserhaushalt zu vermeiden, sind die Schutzbestimmungen für Lagerung und Einsatz von wasser- und bodengefährdenden Stoffen, z. B. über Öl, Schmier- oder Treibstoffe, zu beachten. Die Lagerung dieser Stoffe ist auf befestigte Flächen zu beschränken.

5.2.2 ID 13 Dachbegrünung extensiv

Die Maßnahme wird im „Maßnahmensteckbrief Boden- Dachbegrünung extensiv“ (HLNUG 2019a) beschrieben. Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die Bodenfunktionen (§ 2 BBodSchG) teilweise zu erfüllen und Lebensraum für Flora und Fauna zu schaffen.

Auf Flach- und Schrägdächern mit 5 % bis 15 % Neigung kann eine extensive Dachbegrünung eingesetzt werden, um die Bodenfunktionen im geringen Maße auszuüben. Dafür wird eine 5 bis 20 cm dicke Substratschicht über einem Filtervlies und einer Drainageschicht aufgebaut. Optimalerweise wird diese mit anspruchlosen standortgerechten Gewächsen begrünt, die bei den extremen Standortbedingungen wie extremen Temperaturen und Strahlungen, sowie Trockenheit und Windexposition, mit minimalem Aufwand gedeihen.

Plangebiet: Dachform und Dachneigung: Zulässig sind Flachdächer und flach geneigte Dächer mit einer Neigung von max. 10°. Flachdächer und flach geneigte Dächer sind extensiv zu begrünen. Es wird von einer 80%igen Bedeckung der Dächer ausgegangen. Gegenüber einem unbegrünten Dach wird der WS-Verlust insgesamt um **0,6 WS/ha** vermindert.

Tabelle 3: Wertstufen-Gewinn durch ID 13 Dachbegrünung extensiv

	Biotopentwicklungspotenzial (m241)	Ertragspotenzial (m238)	Feldkapazität (m239)	Nitratrückhaltevermögen (m244)	Summe
Maximal	0	0,4	0,2	0	0,6
Plangebiet	0	0,4	0,2	0	0,6

5.2.3 ID 90 Verwendung versickerungsfähiger Beläge

Die Maßnahme wird im „Maßnahmensteckbrief Boden- Verwendung versickerungsfähiger Beläge“ (HLNUG 2019b) beschrieben.

Das Ziel dieser Maßnahme ist die Verminderung von versiegelten Flächen, der Erhalt von Teilen der natürlichen standorttypischen Bodenfunktion (§ 2 BBodSchG) und darüber hinaus verbessert diese das Kleinklima und entlastet die Entwässerung. Die Belagart sollte abhängig von der Intensität der Nutzung gewählt und bei dem notwendigen Unterbau und der Dränung sollte die Beschaffenheit des Bodens beachtet werden.

Die Versickerungsfähigkeit ist abhängig von der Wasserdurchlässigkeit des Belags. Der WS-Gewinn nimmt vom Schotterrasen, über Rasengitter hin zu Pflaster mit Rasenfugen ab.

Plangebiet: Gehwege, Stellplätze sowie Feuerwehrumfahrten und Hofflächen auf den Baugrundstücken sind in wasserdurchlässiger Bauweise zu befestigen, z. B. mit Rasenkammersteinen, wassergebundener Decke, Fugen- oder Porenpflaster. Die Festsetzung gilt nicht für Fahrspuren, Aufstellbereiche sowie Anlieferungszonen und – sofern dies aus Gründen der Betriebssicherheit erforderlich ist – für die Feuerwehr bzw. den Bauhof genutzte Hofflächen und Stellplätze. Aufgrund der umfassenden Ausnahmen in den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans kann nicht mit einer Verringerung des WS-Verlustes gerechnet werden.

Tabelle 4: Wertstufen-Gewinn durch ID 90 Verwendung versickerungsfähiger Beläge mit der Nutzung von Porenpflaster

	Biotopentwicklungspotenzial (m241)	Ertragspotenzial (m238)	Feldkapazität (m239)	Nitratrückhaltevermögen (m244)	Summe
Maximal	1	0	0,2	0	1,2
Plangebiet	0	0	0	0	0

5.2.4 ID 100 Bodenkundliche Baubegleitung

Das Ziel dieser Maßnahme ist, die Beeinträchtigung der natürlichen standorttypischen Bodenfunktion (§ 2 BBodSchG) so weit wie möglich zu begrenzen bzw. diese zu erhalten und ggf. wiederherzustellen. Durch die Bestellung einer Bodenkundlichen Baubegleitung (nach DIN 19639) wird gewährleistet, dass im Rahmen der Baumaßnahme, der Baufeldräumung sowie der begleitenden bzw. daran anschließenden Flächenwiederherstellung, insbesondere auch im Bereich der Anlagenstandorte, die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes erfasst, bewertet und negative Auswirkungen (stoffliche und physikalische) auf das Schutzgut Boden durch Einleitung geeigneter Maßnahmen vermieden bzw. minimiert werden.

Vor Beginn der Baumaßnahme ist ein geeignetes Bodenschutzkonzept (BSK) zu erstellen, das Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen gegen das Entstehen baubedingter schädlicher Bodenveränderungen sowie die Aufgaben der projektbegleitenden Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) festlegt. Mit dem Konzept soll sichergestellt werden, dass die Ziele des vorsorgenden Bodenschutzes sowohl im Rahmen der Planung des Vorhabens als auch bei der Umsetzung der Planung in ausreichendem und zuverlässigem Maße berücksichtigt werden.

Die BBB soll möglichst frühzeitig in die Planung des Vorhabens eingebunden werden und bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses und der Ausschreibungsunterlagen beteiligt werden.

Grundsätzlich soll die beauftragte bodenkundliche Baubegleitung die Umsetzung des Vorhabens vor Ort begleiten. Ziel ist die Vermeidung bzw. Minderung möglicher Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen durch unsachgemäßes Arbeiten im Zuge von Baumaßnahmen. Die BBB muss deshalb im Rahmen der Bauüberwachung vor Ort auf den Baustellen regelmäßig präsent sein, um den Umgang mit den Böden überwachen zu können.

Die beauftragte BBB soll von dafür ausgebildeten Personen mit der entsprechenden Fachkunde vorgenommen werden. Sie muss die erforderliche Sachkunde aufweisen und darf grundsätzlich nicht durch eine Person, die für die Bauleitung oder Überwachung verantwortlich ist, ausgeführt werden, um Interessenkonflikte zu vermeiden und die Unabhängigkeit der Baubegleitung zu gewährleisten.

Mindestens drei Wochen vor Beginn der ersten Bauarbeiten ist dem Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Umwelt Darmstadt, Dezernat Bodenschutz die BBB namentlich zu benennen und der Nachweis über die erforderliche Sachkunde zu erbringen. Die BBB kann schutzgutübergreifend durch die ökologische Baubegleitung wahrgenommen werden, wenn die entsprechende Sachkunde nachgewiesen werden kann.

Im Zuge der Bauüberwachung hat die BBB ein Bautagebuch führen, in dem alle bodenrelevanten Belange dokumentiert werden. Das Bautagebuch ist der Bodenschutzbehörde auf Verlangen vorzulegen. Über Unregelmäßigkeiten oder besondere Vorkommnisse ist die Bodenschutzbehörde kurzfristig zu informieren.

Die BBB berichtet dem Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Umwelt Darmstadt, Dezernat Bodenschutz in regelmäßigen Abständen über den Fortgang der bodenrelevanten Tätigkeiten bei der Bauausführung und der Einhaltung der im Genehmigungsantrag vorgesehenen und in diesem Bescheid festgesetzten Bodenschutzmaßnahmen. Die erforderlichen Mindestinhalte der Berichte sowie deren Häufigkeit sind mit dem Dezernat Bodenschutz abzustimmen bzw. sind im BSK für die BBB festgeschrieben.

Innerhalb von 4 Wochen nach Abschluss der Bodenarbeiten einschließlich etwaiger Wiedereinbau- oder Rekultivierungsmaßnahmen ist von der BBB ein Abschlussbericht in Form eines Abnahmeprotokolls in Text, Karte und Fotodokumentation zu verfassen und dem Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Umwelt Darmstadt, Dezernat Bodenschutz zur Prüfung vorzulegen. Mängel sind im Abnahmeprotokoll zu dokumentieren und in Abstimmung mit der Behörde geeignete Maßnahmen zu deren Beseitigung zu ergreifen.

Tabelle 5: Maximaler Wertstufen-Gewinn durch ID 100 Bodenkundliche Baubegleitung. Verringerung der bauzeitlichen Beeinträchtigung auf 10 %.

	Biotopentwicklungspotenzial (m241)	Ertragspotenzial (m238)	Feldkapazität (m239)	Nitratrückhaltevermögen (m244)	Gesamt
Maximal	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %
Plangebiet	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %

5.2.5 Kompensationsbedarf nach Abzug der Minderungsmaßnahmen

Im Ergebnis beträgt der gesamte Wertstufenverlust für das Schutzgut Boden bedingt durch die vorliegende Planung **14,02 Bodenwerteinheiten**. Dabei sind die einzelnen Bodenfunktionen wie folgt betroffen:

- Ertragspotenzial: **6,84** Wertpunkte,
- Feldkapazität: **3,48** Wertpunkte und
- Nitratrückhaltevermögen: **3,70** Wertpunkte.

5.3 Ausgleichsmaßnahmen

Für den Ausgleich des berechneten Wertstufenverlusts sind, so weit möglich, bodenfunktionsbezogene Kompensationsmaßnahmen umzusetzen. Dafür werden aufwertbare Standorte benötigt, auf denen die Maßnahmen durchgeführt werden können, um die Erfüllungsgrade der betroffenen Bodenfunktionen zu erhöhen.

Im Rahmen der Planung werden auf den Ausgleichsflächen A1, A2 und A3 naturschutzfachliche Maßnahmen mit schutzgutübergreifender Wirkung geplant. Die ausführliche Maßnahmenbeschreibung findet sich im Umweltbericht (IBU 2024); im Folgenden werden ausschließlich die bodenfunktionalen Auswirkungen betrachtet.

ID 75 Extensivierungsmaßnahmen Acker/ Maßnahme zur Förderung von Ackerlebensräumen

Das Ziel dieser Maßnahme ist die Verbesserung der natürlichen, standorttypischen Bodenfunktion (§ 2 BBodSchG). Die Ackerlebensräume sollen durch Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutzmittel, weitere Reihenabstände, pfluglose oder unterlassene Bodenbearbeitung, Stoppelbrache, Ernteverzicht, Anlage von Lerchenfenstern, Ackerwildkräutern, mehrjährige Wildpflanzen, Blühstreifen etc. gefördert werden.

Planung: Ausgleichsfläche A 1 Anlage einer mehrjährigen Ackerbrache

Die zuvor intensiv ackerbaulich genutzte Fläche (Spargelfeld) soll ergänzend zu A2 ökologisch aufgewertet werden. Dafür wird eine mehrjährige Brache mit jährlicher Mahd eingeführt. Die Maßnahme fördert dabei insbesondere Offenlandarten und bietet einem breiten Spektrum an Arten ein Nahrungshabitat.

Tabelle 6: Maximaler Wertstufen-Gewinn durch ID 75 Extensivierungsmaßnahmen Acker/ Maßnahme zur Förderung von Ackerlebensräumen

	Biotopentwicklungs- potenzial (m241)	Ertragspotenzial (m238)	Feldkapazität (m239)	Nitratrückhalte- vermögen (m244)	Summe
Maximal	1	0	0	0,5	1,5
A1 Ackerbrache	1	0	0	0,5	1,5

ID 43 Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten

Das Ziel dieser Maßnahme ist die Verbesserung der natürlichen, standorttypischen Bodenfunktion (§ 2 BBodSchG). Es wird bei naturschutzfachlichen „Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten, insbesondere soweit sie der Herstellung eines Biotopverbunds dienen“, die auf eine Verbesserung des Lebensraums für Bodenbrüter und Feldhamster abzielen, von einer Erhöhung des bodenbürtige Biotopentwicklungspotential des Bodens ausgegangen.

Planung: Ausgleichsfläche A 2 Schaffung eines Reproduktionsgewässers für die Kreuzkröte

Bei der Planung ist von einer Betroffenheit der Kreuzkröte auszugehen. Um eine Gefährdung der Population auszuschließen, sowie zur Förderung und langfristigen Sicherung der betroffenen Population, wird am südöstlichen Rand im Bebauungsplan ein Reproduktionsgewässer angelegt.

Die Schaffung des Gewässers soll durch Abtrag des Oberbodens und eine gezielte Verdichtung des Untergrunds erreicht werden. Außerdem soll auf 40 m² Sand- und Kieshaufen angelegt werden.

Das bodenbürtige Biotopentwicklungspotential wird entsprechend ID 43 um eine BWE erhöht angenommen. Gleichzeitig findet jedoch auch eine Beeinträchtigung der Bodenfunktionen statt. Die weiteren Bodenfunktionen werden durch die Abgrabung entsprechend dem Wirkfaktor ID 2 um je eine BWE reduziert. Außerdem wird die Minderungswirkung der BBB (s. Kap. 5.2.4) auf diese Fläche nicht angewandt, um die gezielte Verdichtung zu berücksichtigen.

Planung: Ausgleichsfläche A 3 Anlage einer Blühfläche für das Rebhuhn

Um die kontinuierliche ökologische Funktionalität für das Rebhuhn im Planungsraum zu erhalten, wird vorlaufend zum Eingriff eine artspezifische Ausgleichsmaßnahme umgesetzt. Durch die Anlage einer Blühfläche wird das lokale Bruthabitatpotenzial für Rebhühner optimiert, da auf den verbleibenden Ackerflächen durch eine Minderung des Konkurrenzdrucks eine deutlich höhere Siedlungsdichte möglich wird. Darüber hinaus wird ein erweitertes Nahrungsangebot geschaffen, welches allen Offenlandarten zugutekommt.

Es wird der maximale Wertstufengewinn entsprechend ID 43 angenommen.

Tabelle 7: Maximaler Wertstufen-Gewinn durch ID 43 Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten, insbesondere so weit sie der Herstellung eines Biotopverbunds dienen.

	Biotopentwicklungs- potenzial (m241)	Ertragspotenzial (m238)	Feldkapazität (m239)	Nitratrückhalte- vermögen (m244)	Summe
Maximal	1	0	0	0,5	1,5
A3 Rebhuhn	1	0	0	0,5	1,5
A2 Kreuzkröten	1	-1	-1	-1	-2

5.3.1 Verbleibender Kompensationsbedarf nach Abzug der Ausgleichsmaßnahmen

Insgesamt kann durch die Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten eine Ausgleichswirkung von 1,94 BWE erreicht werden. Nach Verrechnung mit dem Kompensationsbedarf verbleibt ein Defizit von **12,08 BWE** (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Kompensationsbedarf in BWE nach Abzug der Minderungsmaßnahmen.

Eingriff	Kompensationsbedarf	Ausgleichsmaßnahmen	Verbleibendes Defizit
Summe	14,02	1,94	12,08

5.3.2 Weitere Ausgleichsmaßnahmen

Für einen vollständigen bodenfunktionalen Ausgleich sollten weitere Ausgleichsmaßnahmen durchgeführt werden. Mögliche Maßnahmen werden in Anhang 4 der Arbeitshilfe zur Kompensation des Schutzguts Boden

(HLNUG 2023a) aufgelistet und in „Maßnahmensteckbriefe Schutzgut Boden“ (HLNUG 2023b) ausführlich beschrieben. Diese können planintern oder planextern durchgeführt werden.

Im Folgenden werden Beispiele für funktionsbezogene Maßnahmen vorgestellt. Dabei wird jeweils der Bedarf an aufwertbaren Flächen zur vollständigen Kompensation genannt.

Es verbleibt bei der Planung ein Defizit von 12,08 BWE, diese sind bestenfalls durch bodenfunktionale Kompensationsmaßnahmen auszugleichen:

Voll- (ID 01) oder Teilentsiegelung (ID 02) und Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (ID 77)				
Ziel:	Vollständige Entfernung von versiegelten Flächen und die Wiederherstellung der natürlichen standorttypischen Bodenfunktion (§ 2 BBodSchG).			
Maximaler WS-Gewinn pro ha	Biotop-entwicklungs-potential	Ertragspotential	Feldkapazität	Nitratrückhalte- vermögen
	3	4	3	3
Flächenbedarf zum vollständigen Ausgleich:		0,93 ha		

ODER

Teilentsiegelung und anschließender Einbau wasserdurchlässiger Beläge (ID 72)				
Ziel:	Entsiegelung mit Entfernung von Versiegelungen und Unterbau, aber nach der Entsiegelung Einbau wasserdurchlässiger Beläge.			
Maximaler WS-Gewinn pro ha	Biotop-entwicklungs-potential	Ertragspotential	Feldkapazität	Nitratrückhalte- vermögen
	1	0,5	1	1
Flächenbedarf zum vollständigen Ausgleich:		3,45 ha		

ODER

Auftrag humosen Oberbodens (ID 73)				
Ziel:	Auftrag von Oberboden zur Verbesserung von Bodenfunktionen. Ausschlussflächen nach § 12 BBodSchV müssen beachtet werden. Ausgleichswirkung ist von Bodenart und Mächtigkeit abhängig.			
Maximaler WS-Gewinn pro ha	Biotop-entwicklungs-potential	Ertragspotential	Feldkapazität	Nitratrückhalte- vermögen
	0	1	0,6	0,6
Flächenbedarf zum vollständigen Ausgleich:		5,49 ha		
Hinweis: Im Rahmen der möglichst hochwertigen Verwertung von Bodenmaterial soll auch eine Verwertung des Oberbodens zur Verbesserung von landwirtschaftlicher Nutzfläche geprüft werden.				

Es sind auch weitere Maßnahmen und verschiedene Kombination zu prüfen.

Ist es nicht möglich, einen schutzgutbezogenen Ausgleich vollständig vorzunehmen, so kann das verbleibende Defizit bei den Bodenwerteinheiten (BWE) wie folgt in Biotopwertpunkte (BWP) umgerechnet werden, um einen Ausgleich über die Funktionen anderer Schutzgüter zu erbringen (Battfeld 2019):

$$\text{BWE pro ha} \cdot 2\,000 = \text{BWP/m}^2$$

Gemäß dieser Berechnungsformel ist aufgrund des Eingriffs in das Schutzgut Boden ein Kompensationsdefizit von zusätzlich **24.160 Biotopwertpunkten** auszugleichen. Beim Ausgleich über BWP ist auf eine Korrelation der Maßnahmen zur Verbesserung von Böden und Bodenfunktionen zu achten. Keinesfalls soll es durch die Maßnahmen zu einem weiteren Verlust von funktionalen Böden kommen.



Staufenberg, den 11.09.2024

Ingenieurbüro für Umweltplanung Dr. Theresa Rühl

Im Boden 25 | 35460 Staufenberg

Anhang: Ermittlung des Bodenkompensationsbedarfs

Tabelle 9: Ermittlung der Wertstufen und der Differenz für die Teilflächen der Planung vor und nach dem Eingriff (Auswirkungsprognose)

Teilflächen der Planung nach Wertstufen vor dem Eingriff	Wirkfaktor	Wertstufe	Fläche m ²	Fläche ha	Wertstufen vor Eingriff			Wertstufen nach Eingriff			Wertstufendifferenz des Eingriffs		
					Ertrags- potenzial (m238)	Feld- kapazität (m239)	Nitrat- rückhalte- vermögen (m244)	Ertrags- potenzial	Feld- kapazität	Nitratrück- halte- vermögen	Ertrags- potenzial	Feld- kapazität	Nitrat- rückhalte- vermögen
GEMEINBEDARF Gebäude (0,6) mit Dachbegrünung (0,8)	**	3322	841,2	0,084	3	2	2	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	2,00
GEMEINBEDARF Gebäude (0,6) mit Dachbegrünung (0,8)	**	3422	9.992,5	0,999	4	2	2	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	2,00
GEMEINBEDARF Gebäude (0,6) ohne Dachbegrünung (0,2)	**	3322	210,3	0,021	3	2	2	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	2,00
GEMEINBEDARF Gebäude (0,6) ohne Dachbegrünung (0,2)	**	3422	2.498,1	0,250	4	2	2	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	2,00
GEMEINBEDARF Nebenanlagen (0,2)	**	3322	350,5	0,035	3	2	2	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	2,00
GEMEINBEDARF Nebenanlagen (0,2)	**	3422	4.163,5	0,416	4	2	2	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	2,00
GEMEINBEDARF Freifläche (0,2)	*	3322	350,5	0,035	3	2	2	2,25	1,50	1,50	0,75	0,50	0,50
GEMEINBEDARF Freifläche (0,2)	*	3422	4.163,5	0,416	4	2	2	3,00	1,50	1,50	1,00	0,50	0,50
Öffentliche Grünfläche	*	3422	2.010,5	0,201	4	2	2	3,00	1,50	1,50	1,00	0,50	0,50
Öffentliche Grünfläche: Kreuzkröte	*	3322	257,5	0,026	3	2	2	2,25	1,50	1,50	0,75	0,50	0,50
Öffentliche Grünfläche: Kreuzkröte	*	3422	161,8	0,016	4	2	2	3,00	1,50	1,50	1,00	0,50	0,50
Straßenverkehrsflächen		0	3.097,8	0,310	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*25 % WS-Verlust durch bauzeitliche Beeinträchtigung

** Vollversiegelung

Tabelle 10: Berücksichtigung der Minderungsmaßnahmen und Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Teilflächen der Planung	Wertstufe	Minderungs- maßnahmen (MM)	Fläche ha	Wertstufendifferenz des Eingriffs			Wertstufendifferenz nach Berücksichtigung der MM			Kompensationsbedarf		
				Ertrags- potenzial	Feld- kapazität	Nitrat- rückhalte- vermögen	Ertrags- potenzial	Feld- kapazität	Nitrat- rückhalte- vermögen	Ertrags- potenzial	Feld- kapazität	Nitrat- rückhalte- vermögen
Gemeinbedarf Gebäude (0,6) mit Dachbegrünung (0,8)	3322	ID 13	0,084	3,00	2,00	2,00	2,60	1,80	2,00	0,22	0,15	0,17
Gemeinbedarf Gebäude (0,6) mit Dachbegrünung (0,8)	3422	ID 13	0,999	4,00	2,00	2,00	3,60	1,80	2,00	3,60	1,80	2,00
Gemeinbedarf Gebäude (0,6) ohne Dachbegrünung (0,2)	3322		0,021	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,06	0,04	0,04
Gemeinbedarf Gebäude (0,6) ohne Dachbegrünung (0,2)	3422		0,250	4,00	2,00	2,00	4,00	2,00	2,00	1,00	0,50	0,50
Gemeinbedarf Nebenanlagen (0,2)	3322		0,035	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,11	0,07	0,07
Gemeinbedarf Nebenanlagen (0,2)	3422		0,416	4,00	2,00	2,00	4,00	2,00	2,00	1,67	0,83	0,83
Gemeinbedarf Freifläche (0,2)	3322	ID 100	0,035	0,75	0,50	0,50	0,30	0,20	0,20	0,01	0,01	0,01
Gemeinbedarf Freifläche (0,2)	3422	ID 100	0,416	1,00	0,50	0,50	0,40	0,20	0,20	0,17	0,08	0,08
Öffentliche Grünfläche	3422	ID 100	0,201	1,00	0,50	0,50	0,40	0,20	0,20	0,08	0,04	0,04
Öffentliche Grünfläche: Kreuzkröte	3322		0,026	0,75	0,50	0,50	0,75	0,50	0,50	0,02	0,01	0,01
Öffentliche Grünfläche: Kreuzkröte	3422		0,016	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,02	0,01	0,01
Straßenverkehrsflächen	0		0,310	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe Ausgleichsbedarf nach Bodenfunktionen (BWE)										6,84	3,48	3,70
Gesamtsumme Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)										14,02		

ID 13: Dachbegrünung extensiv (-0,4|-0,2|0)

ID 100 Bodenkundliche Baubegleitung Reduktion der bauzeitlichen Beeinträchtigung von 25 % auf 10 %.

Ausgleichsmaßnahmen (AM)	Kompensationsmaßnahme	WS-Gruppe	Fläche (ha)	Wertstufendifferenz der Ausgleichsmaßnahme(n)					
				Biotopentwicklungspotential	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	Kompensationswirkung (BWE)	
ID 75 Extensivierungsmaßnahmen Acker	Ausgleichsfläche A 1 Anlage einer mehrjährigen Ackerbrache			1	0	0	0,5	0,30	
ID43 Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten	Ausgleichsfläche A2 Schaffung eines Reproduktionsgewässers für die Kreuzkröte		0,04	1	-1	-1	-1	-0,08	
	Ausgleichsfläche A 3 Anlage einer Blühfläche für das Rebhuhn		1,15	1	0	0	0,5	1,72	
Summe Ausgleichswirkung (BWE)									1,94
Gesamtsumme Kompensationsbedarf Schutzgut Boden (BWE)									14,02
Verbleibendes Defizit									12,08

Literatur und Quellen

- BAUGESETZBUCH (BauGB) i. d. F. vom 3. November 2017. BGBl. I S. 3634, zuletzt geändert durch Gesetz vom 04.01.2023 (BGBl. I Nr. 6) m. W. v. 01.02.2023.
- BECKER, R. UND T. REISCHMANN (2021): Geologie von Hessen: 705 S.
- BLUME, H. P., BRÜMMER, G. W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R. UND B. M. WILKE (2016). Scheffer/ Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde.
- FELDWISCH, N. UND T. TOLLKÜHN (2017): Bodenschutz in Hessen: Rekultivierung von Tagebau- und sonstigen Abgrabungsflächen, Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV): 108 S.
- GESETZ ZUM SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN BODENVERÄNDERUNGEN UND ZUR SANIERUNG VON ALTLASTEN (Bundes-Bodenschutzgesetz -BBodSchG) vom 17. März 1998. BGBl. I S. 502, zuletzt geändert durch § 13 Abs. 6 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 308).
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, HRSG., 2002a): Ertragspotential des Bodens. Verfahrenssystematik.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, HRSG., 2002b): Nitratrückhaltevermögen des Bodens. Verfahrenssystematik.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, HRSG., 2003): Standorttypisierung für die Biotopentwicklung. Verfahrenssystematik
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, HRSG., 2019a): Maßnahmen Steckbrief Boden Dachbegrünung extensiv, 2019, <https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/Planung/Kompboden/msb-013-dachbegrueung.pdf>, abgerufen am 24.02.2023
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, HRSG., 2019b): Maßnahmen Steckbrief Boden Verwendung versickerungsfähiger Beläge, 2019, <https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/Planung/Kompboden/msb-090-versickerungsfahige-belaege.pdf>, abgerufen am 24.02.2023
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, 2022a): Natureg-Viewer. Hessisches Naturschutzinformationssystem. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. <https://natureg.hessen.de>
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, 2022b): Geologie Viewer Hessen. Fachinformationssystem Geologie, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. <https://geologie.hessen.de>
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, 2022c): BodenViewer Hessen. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. <https://bodenviewer.hessen.de>
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG, 2023a): Kompensation des Schutzguts Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren – Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz: 52 S.

HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (HLNUG,2023b): Maßnahmensteckbriefe Schutzgut Boden: HRSG. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: 46 S.

Ingenieurbüro für Umweltplanung Dr. Theresa Rühl (2024): Schöfferstadt Gernsheim Bebauungsplan „Feuerwache Heidelberger Straße“ und Änderung des Flächennutzungsplanes im Bereich des Bebauungsplanes „Feuerwache an der Heidelberger Straße“ – Umweltbericht mit integrierter Grünordnungsplanung: 44 S.

KLAUSING, O. (., 1988): Die Naturräume Hessens mit einer Karte der naturräumlichen Gliederung 1:200 000. Hessische Landesanstalt für Umwelt, HRSG 46 S.

PETER, M., MILLER, R., HERRCHEN, D. UND T. GOTTWALD (2011): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV): 140 S.

VERORDNUNG ÜBER DIE DURCHFÜHRUNG VON KOMPENSATIONSMAßNAHMEN, DAS FÜHREN VON ÖKOKONTEN, DEREN HANDELBARKEIT UND DIE FESTSETZUNG VON ERSATZZAHLUNGEN (Kompensationsverordnung - KV) Aufgrund des § 34 Satz 1 Nr. 2 und Nr. 3 des Hessischen Ausführungsgesetzes zum Bundesnaturschutzgesetz vom 20. Dezember 2010 (GVBl. I S. 629), zuletzt geändert durch Gesetz vom 28. Mai 2018 (GVBl. S. 184) und des § 17 Abs. 11 des Bundesnaturschutzgesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Gesetz vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434)