

# Kartierhandbuch zur Biodiversitätserfassung in der offenen Kulturlandschaft

## Regenwürmer



**Autoren:**

**Marion Mittmannsgruber, Edith Gruber, Elisabeth  
Wiedenegger, Dmytro Monoshyn, Kathrin Pascher & Johann G.  
Zaller**

**BOKU University**

**Department für Ökosystemmanagement, Klima und  
Biodiversität**

**Institut für Zoologie**

**Wien, Österreich**

**November 2025**

**Fotos auf Titelseite:**

Links oben: Großer Ackerwurm (*Octolasion lacteum*)

Rechts oben: aus Boden gesammelte Regenwürmer

Links unten: Regenwurm in Trockenruhestadium

Rechts unten: Rötelwurm (*Aporrectodea rosea*)

**Dieses Handbuch wurde erstellt im Rahmen des Projektes  
*BodenBiodiv* (Projektnummer C321079), gefördert von:**



 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie



**Finanziert von der  
Europäischen Union**  
NextGenerationEU

## Inhaltsverzeichnis

1. Regenwürmer als Indikator für Bodenbiodiversität	4
2. Flächenauswahl und Beprobungserlaubnis	4
2.1. Testflächen in Anlehnung an BINATS/ÖBM-K	4
2.2. Vorgehensweise zur Auswahl der Beprobungsflächen für die Regenwurm-Kartierung	5
3. Notwendige Verlegung von Beprobungsflächen vor Ort	5
4. Bedingungen für die Probennahme	6
5. Durchführung der Probennahme	6
5.1. Vorbereitung vor der Freilandarbeit	6
5.2. Durchführung der Regenwurm-Beprobung im Freiland	6
5.3. Die Handauslese der Regenwürmer aus der Bodenprobe	7
5.4. Alternative Erhebungsmethoden	8
5.5. Erhebung zusätzlicher Standortfaktoren	9
5.6. Ausrüstung für die Erhebungen	11
6. Leitlinien zur Harmonisierung von Daten aus Bodenbiodiversitäts-Erhebungen	12
6.1. FAIRe Daten	13
6.2. Datenrepositorien und Metadaten	13
7. Danksagung	14
8. Abbildungsverzeichnis	14
9. Referenzen	15
10. Anhang	17
10.1. Beispiel für bereitgestellte Orientierungskarten	17
10.2. Aufnahmebogen zur Protokollierung	18
10.3. Fragebogen	19

## 1. Regenwürmer als Indikator für Bodenbiodiversität

Das Projekt BodenBiodiv zielt darauf ab, ein Bodenbiodiversitätsmonitoring im offenen Kulturland in ganz Österreich einzurichten. Hierbei liegt der Fokus auf Regenwürmern, da sie üblicherweise den größten Teil der Bodenfauna-Biomasse ausmachen (Fierer et al. 2009) und häufig als Indikatororganismen für die Bodenqualität verwendet werden (Riggi et al. 2025). Wichtige Parameter neben der Biomasse sind auch die Dichte der Regenwürmer pro Flächeneinheit (Abundanz) sowie die Diversität der Regenwurmart am untersuchten Standort. Regenwürmer werden dabei idealerweise in mehreren Bodenproben je Standort, mehrmals im Jahr gesammelt, in einer Konservierungsflüssigkeit aufbewahrt, anschließend auf Artenniveau bestimmt, gezählt und gewogen.

## 2. Flächenauswahl und Beprobungserlaubnis

### 2.1. Testflächen in Anlehnung an BINATS/ÖBM-K

Die Flächenauswahl im Projekt BodenBiodiv von insgesamt 206 Testflächen (Abb. 1) basiert auf den bereits etablierten Biodiversitätsmonitoring-Programmen BINATS (Pascher et al. 2011) und ÖBM-K (Umweltbundesamt 2017), in denen die Diversität von Habitaten, Gefäßpflanzen, Tagfaltern und Heuschrecken in der offenen Kulturlandschaft in Österreich, sowohl im Ackerbaugesamt als auch im Grünland und in höheren Lagen untersucht wird. Die zu beprobenden Flächen zur Regenwurmerhebung befinden sich deshalb in bereits definierten Testflächen (625 x 625 m), welche aus den genannten Vorgängerprojekten stammen (Pascher et al. 2009). Diese Testflächen wurden anhand eines randomisierten Stratifizierungsverfahrens ausgewählt, wobei z.B. der Flächenanteil von Wald <20 % (BINATS) bzw. <50 % (ÖBM-K) betragen durfte, um als offene Kulturlandschaft zu gelten (Pascher et al. 2010, 2011, Umweltbundesamt 2017). Weitere Aspekte, die bei der Testflächenauswahl berücksichtigt wurden, waren die Bodentypenvielfalt, der Grünlandanteil, sowie die mittlere Jahrestemperatur und Jahresniederschlag (Pascher et al. 2010).

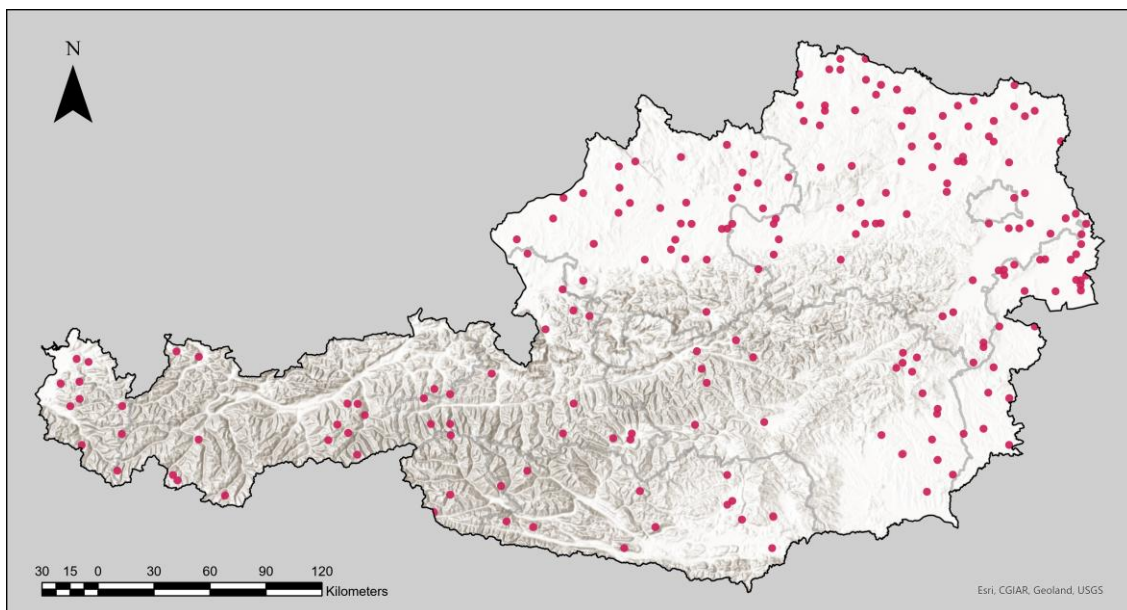


Abbildung 1: Verteilung der 206 Testflächen in Österreich.

## 2.2. Vorgehensweise zur Auswahl der Beprobungsflächen für die Regenwurm-Kartierung

Für die Regenwurm-Erhebung werden innerhalb der 625 x 625 m BINATS / ÖBM-K Testflächen zwei Beprobungsflächen mittels einer GIS-Software (QGIS oder ArcGIS) ausgewählt. Dabei werden je nach Region Parzellen ausgewählt, die anhand von Satellitenbildern einem bestimmten Landnutzungstyp (Acker, Feldrain, Grünland, Almfläche) angehören. Idealerweise sollen in jeder Testfläche zwei Beprobungsflächen unterschiedlicher Landnutzung festgelegt werden. Zusätzlich werden Grundstücke ausgewählt, die dezidiert nicht von BINATS / ÖBM-K untersucht werden, um die Geduld der GrundeigentümerInnen nicht zu überstrapazieren.

In einem nächsten Schritt werden aus den Katasterkarten und Grundbucheinträgen die GrundeigentümerInnen ermittelt, und die Betretungserlaubnis dieser möglichst noch vor der Freilandarbeit eingeholt. Ist die Kontaktaufnahme im Vorhinein nicht erfolgreich, muss entweder (a) eine andere Beprobungsfläche auf der Testfläche ausgewählt und neue GrundeigentümerInnen/Kontaktpersonen ermittelt werden, oder (b) es wird versucht, durch Kontaktaufnahme vor Ort im Zuge der Beprobung die Betretungserlaubnis einzuholen. In jedem Fall ist eine Beprobung ohne Betretungserlaubnis aus rechtlichen Gründen nicht zulässig.

Zusätzlich müssen für alle Beprobungen auch naturschutzrechtliche Bewilligungen von den zuständigen Naturschutzbehörden in den jeweiligen Bundesländern eingeholt werden. Je nach Bundesland vergeben die zuständigen Abteilungen der Landesregierungen oder die Bezirkshauptmannschaften diese Bewilligung. Für die Einholung der Beprobungsbewilligungen ist ausreichend Zeit einzuplanen. Bei der Planung der Felderhebungen sind auch noch die Möglichkeiten der Zufahrt zu den Beprobungsflächen und etwaiger Erschwernisse abzuklären (z.B. beschränkte Forstwege, zeitliche Zufahrtsbeschränkungen, jagdrechtliche Beschränkungen oder schlechter Zustand der Wege). Dies geschah im Rahmen des Projekts unter Absprache mit dem parallel dazu laufenden Kartierungsdurchgängen von BINATS / ÖBM-K.

Die so ausgewählten Beprobungsflächen für Regenwürmer werden via GPS verortet. Vorsichtshalber wird eine Karte mit Verortung der Testfläche sowie eingezeichneten Grundstücksgrenzen (siehe Anhang, Abbildung 7) mitgeführt, um die Beprobung der korrekten Fläche auch im Freiland zuordnen zu können.

## 3. Notwendige Verlegung von Beprobungsflächen vor Ort

Beprobungsflächen müssen verlegt werden, wenn eine Probennahme im Freiland grundsätzlich nicht möglich ist. Notwendigkeiten zur Flächenverlegung sind, wenn die Fläche mit Weidetieren besetzt ist, oder wenn sie nicht dem erwarteten Landnutzungstyp entspricht. Die Verlegung muss im Aufnahmeprotokoll und der Karte klar vermerkt und begründet werden. Kann die verlegte Fläche nicht demselben/derselben GrundeigentümerIn zugeordnet werden, und auch keine neue Beprobungserlaubnis ad-hoc erworben werden, muss die Beprobung abgebrochen und an einem späteren Zeitpunkt erneut versucht werden.

Auch in Fällen, wenn die konkrete Verortung innerhalb des Grundstücks nicht repräsentativ für den Landnutzungstyp ist, z.B. wenn es sich um eine außergewöhnlich sumpfige Stelle handelt, soll die Probennahme an einem anderen Teil desselben Grundstückes stattfinden. Auch diese Verlegung muss in der mitgeführten Karte klar vermerkt werden.



## 4. Bedingungen für die Probennahme

Die Probennahme soll nur zu für Regenwürmer günstigen Wetterbedingungen stattfinden. Zu trockene und/oder zu heiße Perioden (Lufttemperatur  $>25^{\circ}\text{C}$ ), aber auch zu nasse Perioden sollen möglichst vermieden werden, da die Regenwürmer auf diese Witterungsbedingungen reagieren. Bei Trockenheit sind sie weniger aktiv. Trübes und regnerisches Wetter ist grundsätzlich gut geeignet, wobei zu feuchter Boden das Aussortieren der Würmer aus dem Boden erschwert.

Sofern möglich, sollte auch auf den Klimagradienten in Österreich Rücksicht genommen werden, indem die Beprobungsflächen im Flachland Ostösterreichs (pannonischer warmer Klimaeinfluss) früher im Jahr (ab März/April) beprobt werden als Beprobungsflächen in höhergelegenen kühleren Regionen (z.B. Almen) im Westen Österreichs (ab Mai/Juni).

## 5. Durchführung der Probennahme

### 5.1. Vorbereitung vor der Freilandarbeit

Die für die Probennahme der Regenwürmer notwendigen Werkzeuge und Materialien laut Materialliste (siehe Kapitel 5.6) werden vorbereitet und auf Vollständigkeit geprüft. Darüber hinaus wird zusätzliches Reservematerial für alle Fälle bereitgelegt. Jeder Testfläche wird bereits im Vorhinein ein eindeutiger Code zugewiesen, und die Probenbehälter für die gesammelten Regenwürmer und die Bodenproben entsprechend beschriftet.

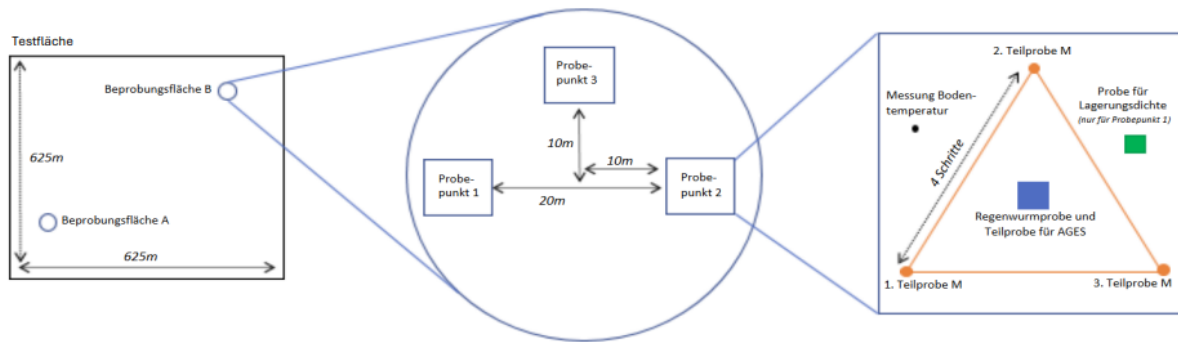
Für die Beschriftung der Probebehälter werden vorgedruckte Klebeetiketten verwendet, welche mit Laserdrucker gedruckt wurden, um das Verwischen durch Ethanol zu vermeiden. Zusätzlich erfolgt eine händische Beschriftung, sollte das Klebeetikett abfallen oder anderweitig unleserlich werden. Im Fall der mit Ethanol befüllten Regenwurmbehälter wird dafür ein Papierstreifen (mit Laserdrucker oder händisch mit Bleistift beschriftet) ins Innere des Behälters gegeben. Im Fall von Plastiksackerln erfolgt eine zusätzliche äußerliche (und leserliche!) handschriftliche Beschriftung mit einem wasserfesten Stift.

### 5.2. Durchführung der Regenwurm-Beprobung im Freiland

Die Testfläche wird anhand der gegebenen GPS-Koordinaten und unter Berücksichtigung des jeweiligen ausgedruckten Kartenausschnitts aufgesucht. Ist die Beprobungsfläche in der Nähe des Hauses der BesitzerInnen/BewirtschafterInnen, so ist es ratsam, sich dort kurz vorzustellen, die Beprobungen anzukündigen und eine kurze Information zu den Tätigkeiten zu geben. Die offiziellen Dokumente zur Erklärung und Legitimität des Projekts müssen jederzeit mitgeführt werden, um diese auf Nachfrage vorweisen zu können. Im geparkten Fahrzeug sollte ein Hinweis auf die Tätigkeit, Projektname inkl. Kontaktadresse gut sichtbar angebracht werden. Darüber hinaus sollte sich jeder/jede KartiererIn ausweisen können.

Grundsätzlich setzt sich die Beprobung der Beprobungsflächen (A und B) aus jeweils drei Probepunkten zusammen, um die Heterogenität des Bodens auszugleichen. Um Randeffekte zu vermeiden, sollten die drei Probepunkte mindestens 10 m voneinander, sowie mindestens 10 m vom Rand der Testfläche entfernt sein. Ausgenommen sind hier schmale lineare Elemente, wie Feldraine, wo die Probepunkte entlang eines Transsektes angelegt werden müssen. Weitere Details können dem schematischen Probennahmeplan entnommen werden (Abbildung 2).

### Probennahmeplan (weitläufige Beprobungsfläche):



### Verteilung der einzelnen Proben im Probepunkt (schmale Beprobungsfläche):

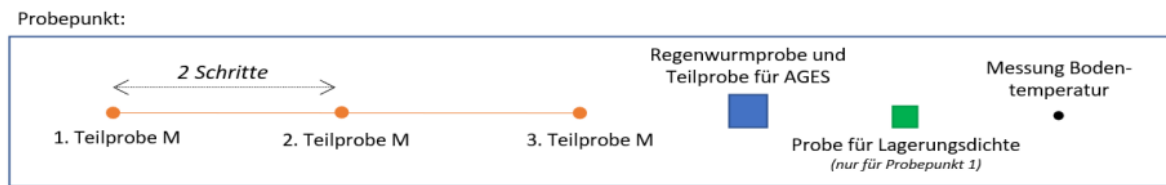


Abbildung 2: Schematischer Probennahmeplan zur Durchführung der Regenwurmerhebung im Freiland.

Jede Probennahme muss unbedingt anhand eines Aufnahmebogens protokolliert werden (siehe Anhang, Abbildung 8), dessen Vollständigkeit vor Beendigung der Probennahme überprüft werden muss. Am Aufnahmebogen werden Datum, Namen der KartiererInnen, Wetter, Lufttemperatur und Bodentemperatur eingetragen, sowie eine Checkliste aller notwendigen Proben /durchzuführenden Schritte abgehakt. Zusätzlich wird von jeder Beprobungsfläche zumindest ein Foto gemacht, das einen guten Überblick über die Beprobungsfläche gibt (Vegetation, Umgebung, Horizont sollen zu sehen sein). Aufnahmebogen und Fotos werden so bald wie möglich im Anschluss an die Projektorganisation übermittelt (z.B. geteilter online Ordner, dezierte Projekt-Mailbox). Die originalen Aufnahmebögen werden im Anschluss an die Probenahmen ebenfalls übergeben.

## 5.3. Die Handauslese der Regenwürmer aus der Bodenprobe

An jedem der drei Probepunkte der Beprobungsfläche wird zunächst mit einem Spaten ein Bodenwürfel ausgehoben (Maße: 20 x 20 x 20 cm). Eine Markierung am Spaten unterstützt die Einhaltung der korrekten Tiefe. Der entnommene Boden wird auf eine Plastikplane geleert und die im Bodenwürfel vorhandenen Regenwürmer vorsichtig händisch aussortiert (Abbildung 3). Der Boden wird entweder für mindestens 10 Minuten systematisch durchsucht, oder so lange bis der gesamte Boden einmal durchsucht ist. Bei sehr tonigen, verwurzelten oder verdichteten Böden kann das bis zu 30 Minuten oder länger dauern.



*Abbildung 3: Für die Handauslese wird mit dem Spaten ein Bodenwürfel ausgehoben und händisch nach Regenwürmern durchsucht.*

Die Regenwürmer werden in einem Behälter mit ca. 100 ml Ethanol (70-80% Konzentration) und dichtem Schraubverschluss gesammelt. Zur weiteren Aufbewahrung der Regenwürmer sollte das Ethanol so bald wie möglich gewechselt werden (am besten noch am selben Tag), da die Körperflüssigkeit der Regenwürmer das Ethanol verdünnt. Das ist besonders bei Fläschchen mit vielen Regenwurmindividuen wichtig.

Die Regenwürmer werden im Labor bestimmt, gezählt, und gewogen. Für Regenwürmer in Österreich empfehlen sich die Bestimmungsschlüssel von Christian und Zicsi (1999), sowie Csuzdi and Zicsi (2003). Die Bestimmung auf Artniveau ist oft nur für adulte Regenwürmer möglich, da sie nur dann alle bestimmungsrelevanten Merkmale ausgebildet haben. Zur Bestimmung wird ein Auflichtmikroskop (10 bis 50fache Vergrößerung) verwendet, und darauf geachtet, dass die aus den Behältern entnommenen Regenwürmer möglichst rasch bestimmt werden, um nicht auszutrocknen. Bei Bedarf kann Ethanol hinzugefügt werden. Beim Zählen der Würmer (=Bestimmen der Abundanz) sollen Körperteilstücke nur dann als einzelne Regenwürmer gewertet werden, wenn sie anhand ihrer Bestimmungsmerkmale und anderen Eigenschaften (z.B. Dicke, Färbung, mehrere Vorderteile, etc.) nicht vom selben Wurm stammen können.

## 5.4. Alternative Erhebungsmethoden

Bei der Handauslese handelt es sich wohl um die einfachste und praktikabelste Methode zur Erhebung von Regenwürmern, jedoch werden vor allem tiefgrabende Regenwurmartarten bei dieser Methode selten oder gar nicht erfasst. Alternativen sowie Ergänzungen zur Handauslese sind die ergänzende Austreibung der Regenwürmer durch irritierende Stoffe (z.B. Formalin, Senf) (Čoja et al. 2008), oder die Austreibung durch Strom (Kerschbaumer et al. 2024, Zaller und Arnone 1999) oder Hitze. Die richtige Wahl der Methode hängt vom Zweck der Studie ab, sowie von den lokalen Gegebenheiten, wie z.B. die Erreichbarkeit der Beprobungsfläche mit einem Fahrzeug, da bei diesen Methoden mehr Material (z.B. mehrere Kanister Wasser, Autobatterie) mitgeführt werden muss.

Weiters kann die Dichte bzw. Aktivität der Regenwürmer indirekt durch die Zahl ihrer Häufchen an der Bodenoberfläche ermittelt werden (Zaller und Arnone 1999, Arnone und Zaller 2014). Zuletzt gibt es die Möglichkeit, Regenwurmartarten indirekt mittels molekularer Methoden anhand von Umwelt-DNA (auch eDNA), die aus Bodenproben extrahiert wird, zu erfassen (Llanos et al. 2025).



## 5.5. Erhebung zusätzlicher Standortfaktoren

Zusätzlich ist es bei Erhebungen zur Bodenfauna wichtig, den Boden als maßgebliche Lebensgrundlage der Organismen zu charakterisieren. Dazu zählen chemisch-physikalische und biologische Charakteristika, die eng mit den Regenwurmgemeinschaften in Zusammenhang stehen, ganz abgesehen von der Bewirtschaftung der Fläche, die auch relevant ist.

### 5.5.1. Chemische und physikalische Bodenparameter

Zu den chemisch und physikalischen Bodenparametern zählen pH-Wert, Humusgehalt, Nährstoffgehalte einerseits, und Textur, Bodentemperatur, Bodenfeuchte und Lagerungsdichte andererseits.

Die Analyse von Bodenparametern erfolgt am zuverlässigsten von spezialisierten und zertifizierten Analyselabors (in Österreich zum Beispiel von der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, AGES; <https://www.ages.at/>). Dafür werden die Bodenproben nach einem vorgegebenen Schema im Feld erhoben (siehe Beprobungsschema, Abbildung 2) und im Anschluss gesammelt zum Analyselabor (AGES) gebracht. Um die Bodenheterogenität auszugleichen, wird eine Mischprobe des Bodens aus allen drei Probepunkten genommen. Dazu wird jeweils ein Teil des bereits durchmischten Materials des Bodenwürfels gesammelt, aus der zuvor die Regenwürmer entnommen wurden. Dadurch wird dieselbe Bodentiefe charakterisiert, aus der auch die Regenwürmer stammen. Wichtig ist es dabei, genug Bodenmaterial für alle Analysen zu sammeln. Eine Menge von 0,5 bis 1 kg ist für die genannten Bodenparameter ausreichend, auch je nachdem wieviel Grobmaterial (Steine) enthalten ist.

Andere relevante Bodenparameter können vergleichsweise einfach erhoben werden, wie die Bodentemperatur, die Bodenfeuchte und die Lagerungsdichte. Die Messung der Bodentemperatur erfolgt gleich im Freiland, wobei ein Thermometer mit Einstechsonde verwendet wird (Abbildung 4A). Bei steinigen Böden sollte das Einstichloch vorgebohrt werden (z.B. mit einem Schraubenzieher) um die Sonde nicht zu beschädigen. Die Temperatur wird einmal pro Probepunkt (Abbildung 2) gemäß der angebrachten Markierung am Messgerät in einer Tiefe von 10 cm gemessen und direkt am Aufnahmebogen vermerkt.

Zur Berechnung von Bodenfeuchte und Lagerungsdichte wird pro Beprobungsfläche ein Bodenwürfel mithilfe eines genormten Bodenausstechers entnommen (Abbildung 4B). Die Bodenfeuchte berechnet sich später aus der Differenz von Frischgewicht zu Trockengewicht des Bodenwürfels (im Labor getrocknet bei 105°C für 24h), und die Lagerungsdichte ( $\text{g/cm}^3$ ) aus dem Trockengewicht relativ zum bekannten Volumen des Bodenwürfels. Um das Austrocknen des Bodenwürfels zu verhindern und das Frischgewicht bis zur Messung im Labor zu bewahren, muss der Behälter zur Aufbewahrung des Würfels luftdicht verschlossen werden.

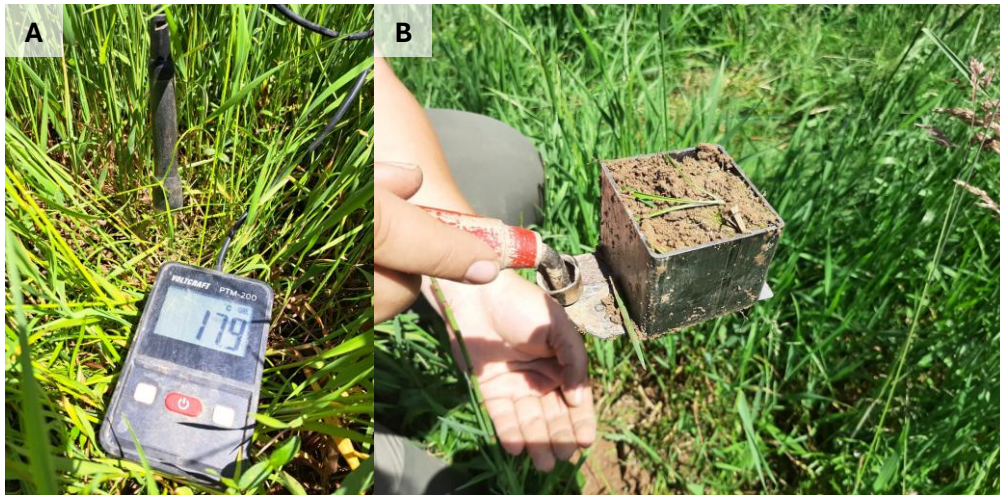


Abbildung 4: Die Messung der Bodentemperatur erfolgt direkt im Feld (A). Für Lagerungsdichte und Bodenfeuchte wird ein Bodenquader zur Auswertung mit ins Labor genommen (B).

### 5.5.2. Weitere biologische Bodenaspekte

Mikrobielle Biomasse und Nekromasse geben einen Einblick in die Aktivität der Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) des Bodens und können wichtige kontextbezogene Daten zu den Regenwurmdaten darstellen, da sie eine Nahrungsgrundlage für Regenwürmer darstellen (Bonkowski et al. 2000, Curry und Schmidt 2007). Da die Mikroorganismen hauptsächlich im Oberboden aktiv sind, werden dafür nur die obersten 10 cm des Bodens beprobt.

Konkret werden dazu mit einem Bodenbohrer (Abbildung 5, Innendurchmesser 2 cm) drei Teilproben je Probepunkt als Mischprobe entnommen, d.h. neun Teilproben je Beprobungsfläche (Abbildung 2). Wichtig ist auch hier die richtige Aufbewahrung der Bodenprobe. Diese muss bereits im Feld in einer Kühltasche mit Kühlaggregaten eingekühlt, und auch bis zur weiteren Verarbeitung im Kühlschrank (4°C) aufbewahrt werden.



Abbildung 5: Zur Erhebung der mikrobiellen Biomasse und Nekromasse werden mehrere Bodenzylinder je Beprobungsfläche mithilfe eines Bodenbohrers entnommen, welche als Mischprobe im Labor weiterverarbeitet werden.

### 5.5.3. Bewirtschaftungsaspekte

Die Nutzung und Bewirtschaftung der Beprobungsflächen stellt eine wichtige Information dar, die die Analyse und Interpretation der Dichte und Diversität der Regenwürmer unterstützt. Diese relevanten Informationen werden im Idealfall schon im Vorhinein im Rahmen der Kontaktaufnahme mit den Bewirtschaftern erhoben, können aber auch ggf. direkt vor Ort erfragt werden. In beiden Fällen wird ein vorgegebener Fragebogen verwendet, entweder online oder ausgedruckt (siehe Anhang, Abbildung 9).

Konkret beziehen sich die Fragen auf biologische Zertifizierung von Flächen, ausgebrachte Düngemittel und Pestizide, die Intensität der Bewirtschaftung (Schnittintensität und Beweidung bei Grünland; Bodenbearbeitungsintensität, Fruchtfolge und die aktuelle Ackerfrucht bei Ackerkulturen).

## 5.6. Ausrüstung für die Erhebungen

Zur Beprobung wird eine Vielzahl von Werkzeugen und Material benötigt, welches schon im Vorhinein vorbereitet werden muss (Abbildung 6). Dazu gehören:

### Hilfreiche Unterlagen gesammelt in einer Mappe (1)

- Anreise zur Testfläche: Übersichtstabelle mit den zu bearbeitenden Testflächen und Beprobungsflächen inklusive Kartenmaterial und GPS-Daten sowie die Kontaktdaten der EigentümerInnen
- Kartenausschnitt zur Lage der Beprobungsflächen zur Groborientierung und QR-Codes verlinkt mit GoogleMaps (siehe Anhang, Abbildung 7)
- Aufnahmebögen zur Protokollierung (siehe Anhang, Abbildung 8)
- Fragebögen für Befragungen zur Bewirtschaftung vor Ort (siehe Anhang, Abbildung 9)
- Etiketten zur Beschriftung von Regenwurmbehältern und Plastiksackerln
- Führerschein oder Personalausweis, damit man sich ausweisen kann
- Informationsblatt für anfragende LandwirtInnen im Feld
- Dokument zum Hinterlegen hinter der Windschutzscheibe zur Information
- Erhebungsprotokoll zur Anleitung
- Telefonnummern der koordinierenden ProjektmitarbeiterInnen

### Sonstige Ausrüstung

- Handy oder anderweitiges Gerät mit GPS-Funktion zur Orientierung
- Handy oder Kamera für Foto-Dokumentation der Erhebung
- Zollstock (2)
- Taschenmesser oder Schere
- Schreibzeug: wasserfester/alkoholfester Stift für die Beschriftung der Plastikbehälter, sowie Bleistift und Kugelschreiber (3)
- Erste Hilfe Material
- Evtl. 1 Kanister mit H<sub>2</sub>O (für Reinigung)
- Schutzkleidung (Handschuhe, feste Schuhe, Regen/Sonnenschutz)
- 1 große Tragetasche oder Rucksack zum Transport der Ausrüstung (4)

### Regenwurmerhebung

- 1 Spaten 20 cm Breite (5)
- 1 Plastikplane zum Aussortieren der Regenwürmer (6)



- 3 Schraubgefäße pro Testfläche bereits befüllt mit 70-80 % Ethanol (je ca. 100ml) (7)

#### Weitere Bodenproben

- 1 Bodenausstecher (5x5x5cm) + Gummihammer + Holzstück + Spachtel für Lagerungsdichte/Bodenfeuchte (8)
- 1 Bodenbohrer für mikrobielle Biomasse/Nekromasse (9)
- 1 Temperaturmessgerät mit Einstechsonde und Schraubenzieher zum Vorstechen (10)
- Mehrere Plastiksackerl für die Aufbewahrung der verschiedenen Bodenproben (11)
- 1 Kühlbox mit gefrorenen Kühlakkus zur Aufbewahrung der Proben für die mikrobielle Biomasse/Nekromasse (12)



Abbildung 6: Benötigte Ausrüstung für die Erhebung von Regenwürmern und Bodenproben.

## 6. Leitlinien zur Harmonisierung von Daten aus Bodenbiodiversitäts-Erhebungen

Um die Vergleichbarkeit der gewonnen Daten über verschiedene Studien, Länder und auch Zeiträume hinweg zu gewährleisten, ist es besonders wichtig, sowohl in der Planung und Durchführung der Probennahmen als auch in der Nachbereitung und Verarbeitung die folgenden Maßnahmen zu ergreifen.



## 6.1.FAIRe Daten

Das Akronym FAIR steht für **F**indable, **A**ccessible, **I**nteroperable und **R**eusable – also auf Deutsch auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar. Um den größtmöglichen Nutzen aus Felderhebungen zu ziehen, insbesondere aus groß angelegten Monitoring-Kampagnen wie im Projekt BodenBiodiv, sollen Daten also nicht nur für die unmittelbare Auswertung genutzt werden, sondern für zukünftige Analysen zur Verfügung stehen, was durch die FAIR Prinzipien gewährleistet werden soll.

## 6.2.Datenrepositorien und Metadaten

Am einfachsten ist es dabei, die Daten in sogenannten Datenrepositorien zu hinterlegen. Dabei wird dem Datensatz ein einzigartiger doi (engl.: **d**igital **o**bject **i**dentifier) zugewiesen, wodurch Studien basierend auf dem Datensatz sich konkret auf ihn beziehen können und vice-versa. Gleichzeitig steht der Datensatz auch im Zusammenhang mit seinen ErstellerInnen und BesitzerInnen und der dazugehörigen Institution, was die Validität des Datensatzes unterstützt. Ein beliebtes allgemeines Datenrepositorium ist z.B. [zenodo](#), während es auch spezifische Repositorien für Daten zur Biodiversität ([GBIF](#) oder der [österreichische Biodiversitätsatlas](#)) oder sogar Bodenbiodiversität ([Edaphobase](#)) gibt.

Idealerweise erlaubt man als DatenbesitzerIn auch den Zugriff auf die Daten unter der Datenlizenz CC BY 4.0 International - also den freien Zugriff auf jegliche Verwendung der Daten für kommerzielle und private Nutzung, mit der einzigen Gegenleistung, als DatenbesitzerIn (z.B. als Mitautor der Veröffentlichung) genannt oder zitiert (doi) zu werden.

Besonders wichtig ist für diese potenzielle Wiederverarbeitung (Reusability) der Daten, dass die Daten durch dazugehörige Metadaten beschrieben werden (Wilkinson et al. 2016). Zum Beispiel:

- Wem gehören die Daten? Von welcher Institution kommen sie?
- Von wann stammen die Daten?
- Gibt es eine Versionierung des Datensatzes, die klar erkennbar ist? (z.B. bei Aktualisierungen)
- Welche Methoden wurden in der Probennahme, Analyse, und Datenverarbeitung angewandt? Bei Regenwurmdaten insbesondere:
  - Die Erhebungsmethode (Handauslese, elektrische Austreibung, Austreibung durch Chemikalien etc.)
  - Welche Fläche bzw. welches Volumen von Boden untersucht wurde
  - Zeitpunkt der Probennahme
  - Verwendete Bestimmungsliteratur
  - Metadaten zu zusätzlich erhobenen Standortfaktoren wie z.B. standardisierte Protokolle für die Auswertung der Bodendaten oder allgemeine Details zur Methodik
- Informationen zur geographischen Verortung der Testflächen

Der letzte Punkt ist besonders wichtig, da basierend darauf kontextbezogene Daten aus großen GIS-basierten Datenbanken abgeleitet werden können; wie zu Klima (z.B. von Copernicus, Geosphere Austria), Boden (z.B. WRB-Bodentypen, eBod), Habitat (Klassifikation nach Corine Land Cover Classes, Rote Listen der Biotoptypen Österreichs, oder European Nature Information System - EUNIS). All diese Daten können im Anschluss mit den Regenwurmdaten verschnitten werden und in weitreichendere Auswertungen zur Biodiversität einfließen.

Gleichzeitig ist es bei der Veröffentlichung der GPS-Daten wichtig, die Genauigkeit der Koordinaten zu verringern, indem man z.B. die Nachkommastellen kürzt (auf 1-2 Nachkommastellen). Das ist sowohl im Sinne der Privatsphäre der GrundeigentümerInnen als auch um das konkrete Vorkommen seltener Arten zu verschleiern.

## 7. Danksagung

Das Projekt BodenBiodiv hätte nicht ohne die wertvolle Vorarbeit der Projekte BINATS und ÖBM-K stattfinden können. Wir bedanken uns bei Kathrin Pascher, und bei Stefan Schindler vom Umweltbundesamt Wien, der seit 2023/24 gemeinsam mit Kathrin Pascher BINATS/ÖBM-K als ein nunmehr kombiniertes Biodiversitätsmonitoring-Programm in der offenen Kulturlandschaft von Österreich leitet, für die konstruktive Zusammenarbeit. Ebenso bedanken wir uns bei den Naturschutzbehörden der Bundesländer für die Erteilung der Sammelgenehmigungen.

Darüber hinaus bedanken wir uns bei allen beteiligten Studierenden und HelferInnen im Freiland, die die österreichweite Beprobung erst möglich gemacht haben. Zu guter Letzt bedanken wir uns bei allen teilnehmenden GrundstückseigentümerInnen für deren Kooperation, die übermittelten Bewirtschaftungsdaten sowie den Zugang zu ihren Feldern und Wiesen.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der 206 Testflächen in Österreich. _____	4
Abbildung 2: Schematischer Probennahmeplan zur Durchführung der Regenwurmerhebung im Freiland. _____	7
Abbildung 3: Für die Handauslese wird mit dem Spaten ein Bodenwürfel ausgehoben und händisch nach Regenwürmern durchsucht. _____	8
Abbildung 4: Die Messung der Bodentemperatur erfolgt direkt im Feld (A). Für Lagerungsdichte und Bodenfeuchte wird ein Bodenquader zur Auswertung mit ins Labor genommen (B). _____	10
Abbildung 5: Zur Erhebung der mikrobiellen Biomasse und Nekromasse werden mehrere Bodenzylinder je Beprobungsfläche mithilfe eines Bodenbohrers entnommen, welche als Mischprobe im Labor weiterverarbeitet werden. _____	10
Abbildung 6: Benötigte Ausrüstung für die Erhebung von Regenwürmern und Bodenproben. ____	12
Abbildung 7: Beispiel für verwendete Karten zur Verortung von Beprobungsflächen im Freiland, mit QR-Codes die direkt zu GoogleMaps verlinkt sind (hier zensiert). _____	17
Abbildung 8: Aufnahmebogen zur Protokollierung der Probennahmen im Freiland. _____	18
Abbildung 9: Fragebogen zur Erfassung von Informationen zur Bewirtschaftung von Beprobungsflächen. _____	19

## 9. Referenzen

- Arnone, J.A.; Zaller, J.G. (2014): Earthworm effects on native grassland root system dynamics under natural and increased rainfall. In *Frontiers in plant science* 5, p. 152. DOI: 10.3389/fpls.2014.00152.
- Bonkowski, M.; Griffiths, B.S.; Ritz, K. (2000): Food preferences of earthworms for soil fungi. In *Pedobiologia* 44 (6), pp. 666–676. DOI: 10.1078/S0031-4056(04)70080-3.
- Christian, E.; Zicsi, A. (1999): Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae). In *Die Bodenkultur* 50 (2).
- Čoja, T.; Zehetner, K.; Bruckner, A.; Watzinger, A.; Meyer, E. (2008): Efficacy and side effects of five sampling methods for soil earthworms (Annelida, Lumbricidae). In *Ecotoxicology and environmental safety* 71 (2), pp. 552–565. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2007.08.002.
- Csuzdi, C.; Zicsi, A. (2003): Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae). Budapest: Hungarian Natural History Museum and Systematic Zoology Research Group of the Hungarian Academy of Sciences (Pedozoologica Hungarica. Taxonomic, zoogeographic and faunistic studies on the soil animals, 1).
- Curry, J.P.; Schmidt, O. (2007): The feeding ecology of earthworms – A review. In *Pedobiologia* 50 (6), pp. 463–477. DOI: 10.1016/j.pedobi.2006.09.001.
- Fierer, N.; Strickland, M.S.; Liptzin, D.; Bradford, M.A.; Cleveland, C.C. (2009): Global patterns in belowground communities. In *Ecology Letters* 12 (11), pp. 1238–1249. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01360.x.
- Kerschbaumer, G.; Karrer, G.; Gruber, E.; Zaller, J.G. (2024): Soil and Vegetation Characteristics of Grassland Have a Greater Influence on the Abundance and Diversity of Earthworms than the Mowing Intensity in a Managed Nature Reserve. In *Land* 13 (5), p. 627. DOI: 10.3390/land13050627.
- Llanos, J.; Hipperson, H.; Horsburgh, G.; Lappage, M. G.; Maher, K. H.; Burke, T. et al. (2025): Environmental DNA is more effective than hand sorting in evaluating earthworm biodiversity recovery under regenerative agriculture. In *The Science of the total environment* 968, p. 178793. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2025.178793.
- Pascher, K.; Moser, D.; Sachslehner, L.; Höttinger, H.; Sauberer, N.; Dullinger, S.; Traxler, A.; Frank, T. (2009): Kartierhandbuch zur Biodiversitätserfassung im Agrarraum. Gefäßpflanzen, Tagfalter, Heuschrecken, sowie Zuordnung von Landschaftsstrukturen zu ausgewählten Biotoptypen. Bundesministerium für Gesundheit. Wien. Online verfügbar unter: <https://dafne.at/content/publication/47cd0e07-41dc-4499-b342-1aa6988f25bb.pdf>
- Pascher, K.; Moser, D.; Dullinger, S.; Sachslehner, L.; Gros, P.; Sauberer, N.; Traxler, A.; Frank, T. (2010): Biodiversität in österreichischen Ackerbaugebieten im Hinblick auf die Freisetzung und den Anbau von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen (BINATS – Biodiversity-Nature-Safety). Forschungsbericht im Auftrag der Bundesministerien für Gesundheit, Sektion II und für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien: pp. 107. [https://dafne.at/content/report\\_release/620c2356-2c0b-49b7-8858-45f707ae1987\\_0.pdf](https://dafne.at/content/report_release/620c2356-2c0b-49b7-8858-45f707ae1987_0.pdf)
- Pascher, K.; Moser, D.; Dullinger, S.; Sachslehner, L.; Gros, P.; Sauberer, N.; Traxler, A.; Grabherr, G.; Frank, T. (2011): Setup, efforts and practical experiences of a monitoring program for genetically modified plants - an Austrian case study for oilseed rape and maize. In *Environmental Sciences Europe* 23 (1). DOI: 10.1186/2190-4715-23-12.
- Riggi, L.G.A.; Pérès, G.; Aponte, C.; Bispo, A.; Bragato, G.; Cluzeau, D. et al. (2025): Establishing assessment criteria for soil bioindicators: insights from case studies in Europe. In *Ecological Indicators* 178, p. 114063. DOI: 10.1016/j.ecolind.2025.114063.

- Umweltbundesamt (2017): Österreichisches Biodiversitätsmonitoring (ÖBM) – Kulturlandschaft: Konzept für die Erfassung von Status und Trends der Biodiversität. Umweltbundesamt. Wien. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0635.pdf>.
- Wilkinson, M.D.; Dumontier, M.; Aalbersberg, I.J.J.; Appleton, G.; Axton, M.; Baak, A. et al. (2016): The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. In *Scientific data* 3, p. 160018. DOI: 10.1038/sdata.2016.18.
- Zaller, J.G; Arnone, J.A (1999): Earthworm and soil moisture effects on the productivity and structure of grassland communities. In *Soil Biology and Biochemistry* 31 (4), pp. 517–523. DOI: 10.1016/S0038-0717(98)00126-6.



## 10. Anhang

### 10.1. Beispiel für bereitgestellte Orientierungskarten

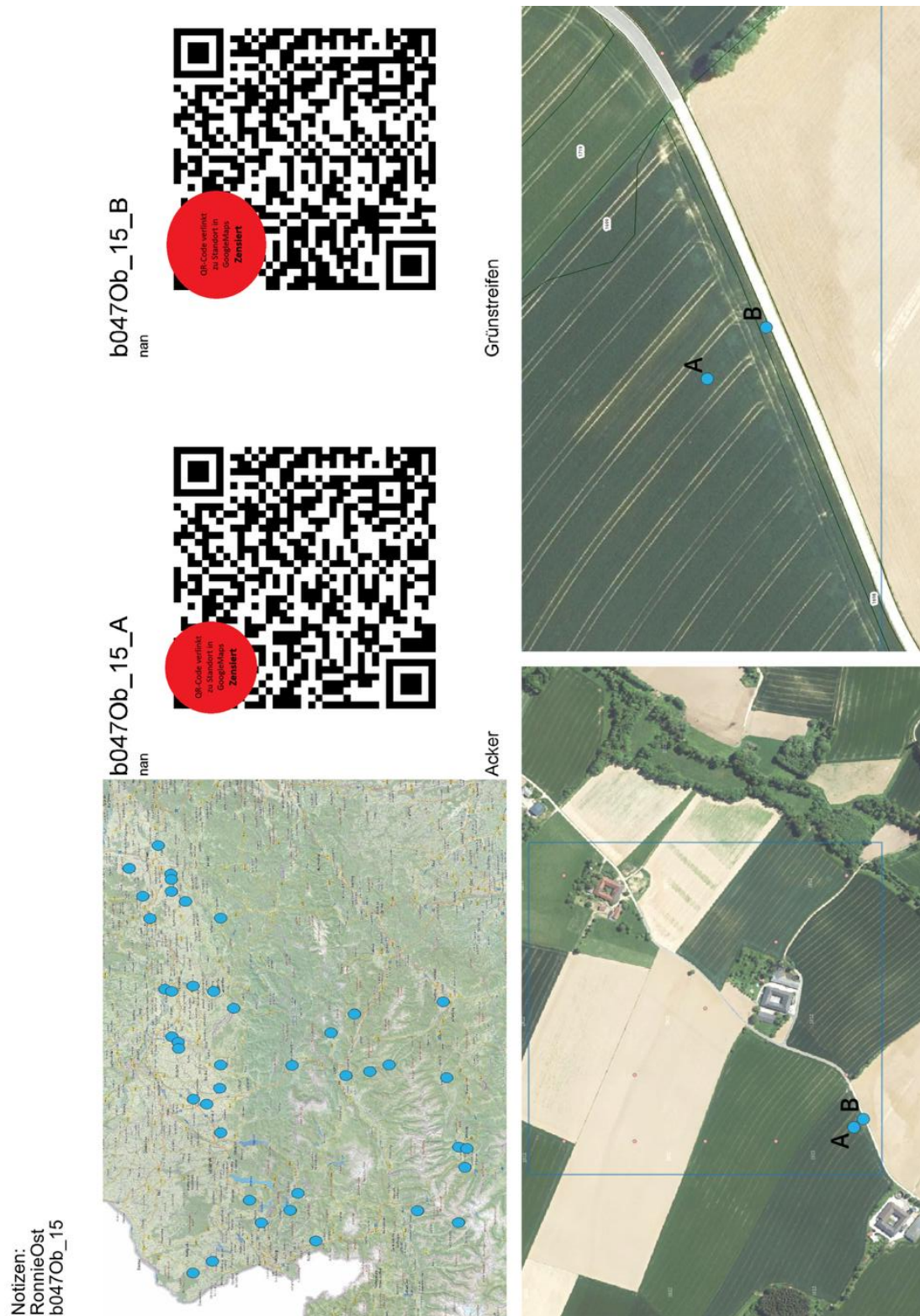


Abbildung 7: Beispiel für verwendete Karten zur Verortung von Beprobungsflächen im Freiland, mit QR-Codes die direkt zu GoogleMaps verlinkt sind (hier zensiert).

## 10.2. Aufnahmebogen zur Protokollierung

Aufnahmebogen Projekt BodenBiodiv		
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="text-align: center; font-size: 0.8em;">[hier Pickerl mit Quadranten-ID]</div>	<b>KartiererIn:</b> _____  <b>Datum:</b> _____	
	Testfläche A	Testfläche B
<b>Ist die Testfläche weitläufig (W) oder schmal (S)?</b>		
<b>Außentemperatur (°C)</b>		
<b>Wetter</b>	<input type="checkbox"/> sonnig <input type="checkbox"/> (leichter) Regen <input type="checkbox"/> bedeckt <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> sonnig <input type="checkbox"/> (leichter) Regen <input type="checkbox"/> bedeckt <input type="checkbox"/> _____
<b>Grad der Bodenbedeckung durch Vegetation</b>	<input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen <input type="checkbox"/> lückig	<input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen <input type="checkbox"/> lückig
<b>Checkliste Probepunkt 1:</b>	<input type="checkbox"/> RW-Probe <input type="checkbox"/> Bodentemperatur: _____	<input type="checkbox"/> RW-Probe <input type="checkbox"/> Bodentemperatur: _____
<b>Checkliste Probepunkt 2:</b>	<input type="checkbox"/> RW-Probe <input type="checkbox"/> Bodentemperatur: _____	<input type="checkbox"/> RW-Probe <input type="checkbox"/> Bodentemperatur: _____
<b>Checkliste Probepunkt 3:</b>	<input type="checkbox"/> RW-Probe <input type="checkbox"/> Bodentemperatur: _____	<input type="checkbox"/> RW-Probe <input type="checkbox"/> Bodentemperatur: _____
<b>Checkliste Testflächen:</b>	<input type="checkbox"/> AGES Mischprobe <input type="checkbox"/> Mikrobielle Mischprobe <input type="checkbox"/> Lagerungsdichte Probe <input type="checkbox"/> Testfläche fotografiert	<input type="checkbox"/> AGES Mischprobe <input type="checkbox"/> Mikrobielle Mischprobe <input type="checkbox"/> Lagerungsdichte Probe <input type="checkbox"/> Testfläche fotografiert
<b>Anmerkungen:</b> (z.B. Testfläche unzugänglich, keine Würmer gefunden, Boden zu steinig, etc.)		

Abbildung 8: Aufnahmebogen zur Protokollierung der Probennahmen im Freiland.

## 10.3. Fragebogen

Fragebogen BodenBiodiv

Offline-Version

Quadrant:  Testfläche(n):

Gesprächspartner:  Tel.Nr.:

E-Mail:  Datum:

Befragt von:  Fragebogen digitalisiert? ☐

Fragen:		Testfläche A		Testfläche B	
1.	Worum handelt es sich bei der Testfläche?	<input type="checkbox"/> Dauerkultur <input type="checkbox"/> Acker	<input type="checkbox"/> Grünland <input type="checkbox"/> Ungenutztes Grünelement	<input type="checkbox"/> Dauerkultur <input type="checkbox"/> Acker	<input type="checkbox"/> Grünland <input type="checkbox"/> Ungenutztes Grünelement
2.	Ist die Fläche bio-zertifiziert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
	Falls ja: Wie lange schon?				
3.	Welche Düngemittel wurden 2023 auf der Fläche ausgebracht? (gerne auch konkret welche Dünger)	<input type="checkbox"/> keine Düngung <input type="checkbox"/> anorganische Düngemittel:	<input type="checkbox"/> organische Düngemittel: <input type="checkbox"/> Kalkung	<input type="checkbox"/> keine Düngung <input type="checkbox"/> anorganische Düngemittel:	<input type="checkbox"/> organische Düngemittel: <input type="checkbox"/> Kalkung
4.	Welche Pflanzenschutzmittel wurden 2023 ausgebracht? (gerne auch konkret welche Pflanzenschutzmittel)	<input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> Fungizide:	<input type="checkbox"/> Herbizide: <input type="checkbox"/> Insektizide:	<input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> Fungizide:	<input type="checkbox"/> Herbizide: <input type="checkbox"/> Insektizide:
<b>Nur bei Dauerkulturen (Wein-/Obstbau)</b>					
5.	Wie lange besteht die Kultur schon?				
6.	Wird der Boden in den Fahrgassen regelmäßig bearbeitet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
7.	Wird die Anlage beweidet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
	Falls ja: Von welchen Tieren?				

Fragebogen BodenBiodiv

Offline-Version

Fragen:		Nur bei Grünland		Nur bei Acker	
8.	Wie viele Schnitte gab es 2023 auf der Fläche?	<input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> 3 - 4	<input type="checkbox"/> 1 - 2 <input type="checkbox"/> 5+	<input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> 3 - 4	<input type="checkbox"/> 1 - 2 <input type="checkbox"/> 5+
9.	Wie lange ist es her, seit die Fläche zuletzt umgebrochen wurde?	<input type="checkbox"/> 2 Jahre oder weniger <input type="checkbox"/> 6 - 10 Jahre	<input type="checkbox"/> 3 - 5 Jahre <input type="checkbox"/> Mehr als 10 Jahre	<input type="checkbox"/> 2 Jahre oder weniger <input type="checkbox"/> 6 - 10 Jahre	<input type="checkbox"/> 3 - 5 Jahre <input type="checkbox"/> Mehr als 10 Jahre
10.	Wird die Fläche beweidet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
	Falls ja: Welche Tiere weiden auf der Fläche?				
	Falls ja: Handelt es sich um eine Dauerweide?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<b>Nur bei Acker</b>					
11.	Gibt es eine Fruchtfolge?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
	Falls ja: Beschreiben Sie bitte kurz die Fruchtfolge:				
	Falls ja: Werden Zwischenfrüchte angebaut?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
12.	Was war 2023 auf der Fläche angebaut?				
13.	Wieviel Ertrag (in dt) gab es 2023 auf der Fläche? (Wichtig für Düngempfehlung!)				
14.	Was war die intensivste Form der Bodenbearbeitung, die 2023 auf der Fläche angewandt wurde?	<input type="checkbox"/> Wendend (Pflug) <input type="checkbox"/> Strip tillage (Streifenbearbeitung)	<input type="checkbox"/> Nicht-wendend (z.B. Grubber) <input type="checkbox"/> No-till (keine Bodenbearbeitung)	<input type="checkbox"/> Wendend (Pflug) <input type="checkbox"/> Strip tillage (Streifenbearbeitung)	<input type="checkbox"/> Nicht-wendend (z.B. Grubber) <input type="checkbox"/> No-till (keine Bodenbearbeitung)
15.	Wann wurde der Boden zuletzt bearbeitet?				
16.	Wie können wir Ihnen die Bodenanalyse zukommen lassen?				

Abbildung 9: Fragebogen zur Erfassung von Informationen zur Bewirtschaftung von Beprobungsflächen.