

**Jahresarbeit im Studienjahr Biologisch-Dynamischer Landbau  
2019/2020**

**Landbauschule Dottenfelderhof Bad Vilbel**

# **Die Grasnarbe**

**Ansätze einer goetheanistischen Betrachtung**



Verfasser: Michel Nehren, B.Sc. Weinbau und Oenologie

Betreuung: Alain Morau, Dipl. Ing. Chemie

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungen	III
1. Einleitung	4
2. Persönliche Motivation	8
3. Der Versuch	9
4. Diskussion	19
5. Fazit	22
6. Persönliches Resümee	23
7. Danksagung	23
8. Literaturverzeichnis	24
9. Anhang	25
9.1. Beobachtungsprotokolle (Vorlagen)	
9.2. Messwerte Bodentemperaturen	

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1 Temperaturverlauf im Boden (Auf dem Kirschberg)	12
Abb. 2 Temperaturverlauf im Boden (Im Hausgarten)	13
Abb. 3 Temperaturverlauf im Boden (An der Nidda)	15
Abb. 4 Anlage der Beobachtungen von Experiment 2	16
Abb. 5 Der Vernarbungsprozess	21

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1 Wetterdaten vom 17.03. - 06.04.2020	10
Tab. 2 Wetterdaten vom 02.05. - 18.06.2020	17

## **Abkürzungen**

s.A.	siehe Anhang
cm	Zentimeter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
°C	Temperatur in Grad Celsius
n.M.	nicht Messbar
ca.	Circa

# 1. Einleitung

Die Grasnarbe ist ein spezieller Lebensraum, der zwischen dem Boden und der Atmosphäre liegt. Sie besteht aus Gräsern und Kräutern, die zu einem dichten Gefüge verwachsen sind. In der Landwirtschaft findet man sie auf den Wiesen und Weiden. Ziel dieser Arbeit ist es, mit diesem Lebensraum in eine Beziehung zu treten und ein Verständnis für die Prozesse zu entwickeln, die bei ihrer Entwicklung eine Rolle spielen.

Um Einblicke in diese Prozesse zu bekommen wurde eine Methode im Sinne goethescher Naturforschung entwickelt. J.W. von Goethe beschreibt in seiner Schrift "Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt" die Grundlagen seiner Herangehensweise.

"Sobald wir einen Gegenstand in Beziehung auf sich selbst und in Verhältnis mit andern betrachten, und denselben nicht unmittelbar begehren oder verabscheuen: so werden wir mit einer ruhigen Aufmerksamkeit uns bald von ihm, seinen Teilen, seinen Verhältnissen einen ziemlich deutlichen Begriff machen können." (GOETHE, 1792, S.11)

Laut Goethe haben wir Menschen von Natur aus die Gabe, in dieser Weise die Dinge um uns herum anzuschauen. Doch sind wir durch die moderne Naturwissenschaft in dem Sinne beeinflusst, das wir außer Acht lassen, wie diese im Verhältnis zu uns selber stehen. Ein moderner Naturwissenschaftler soll seine Beobachtungen frei, ohne Beeinflussung seiner eigenen Gefühle tun. Goethe sieht darinnen jedoch einen Irrtum. Für ihn ist unser Verhältnis zu dem Objekt ein wichtiger Maßstab der Beurteilung. In seinen Beobachtungen schaut er sich die einzelnen Phänomene sehr genau an, geht bis ins kleinste Detail, ohne jedoch den Bezug zur Ganzheit zu verlieren. Bei modernen naturwissenschaftlichen Forschungen wird ein Versuch auf Grundlage einer Theorie, einer Hypothese gemacht. Die Versuche die dann folgen haben zum Ziel, solche Hypothesen zu beweisen. Dies ist laut Goethe ein Irrweg, denn oft werden Teile der Beobachtungen weggelassen oder als unzulänglich erklärt, wenn sie nicht dem Beweis der Theorie dienen. Diese Gefahr besteht vor allem dann, wenn wir sie allein für sich betrachten. Einen Wert haben Versuche nur "durch Vereinigung und Verbindung mit andern." (GOETHE, 1792, S.14) Auch schreibt er das es wichtig ist, seine Erfahrungen während der Forschungen mit Anderen, auch fachfremden Menschen zu teilen. Dies gibt uns die Möglichkeit, früh zu erkennen ob wir noch frei von eigenen Theorien handeln. Der zentrale Aspekt goethescher Naturforschung ist die Rationalität. Eine Erfahrung kann nur dann fruchtbar werden, wenn die Versuche die durchgeführt werden eng aneinander grenzen. Es sollte mit einem einzelnen Versuch begonnen werden, der wiederum Grundlage für den Nächsten wird. Am Ende sollen diese einzelnen Versuche, durch ihre Verknüpfungen untereinander, als ein einziger ganzheitlicher Versuch aufgefasst werden können.

Als Subjekt steht also der Beobachter vor einem Objekt, im Falle dieser Jahresarbeit, der Grasnarbe. Der angelegte Versuch soll nun vermitteln. Dabei verwendet man viele Begriffe wie selbstverständlich, obwohl deren Bedeutung oft nicht wirklich klar ist. Schon der Begriff "Grasnarbe" ist nicht genau definiert. Die zu Beginn dieser Einleitung gegebene Definition beschreibt nur das sinnlich erfahrbare, wenn man den Blick beispielsweise über eine Weide schweifen lässt. Aber wird diese dem Objekt wirklich gerecht?

In der Medizin bezeichnet man als Narbe "ein faserreiches Ersatzgewebe, das im Rahmen der Wundheilung von aktiven Bindegewebszellen (Fibroblasten) gebildet wird." (ANTWERPES et.al. 2020) Der hier definierte Bildungsprozess wird also von einem Teil des Organismus aktiv gestaltet. Dabei entsteht ein Gewebe mit einer bestimmten Struktur. Zudem weist diese Definition auch auf den Auslöser dieses Prozesses hin, eine Wunde.

Wenn man in der Pflanzenkunde die Bildungsprozesse betrachtet, verweist man meist auf das Pflanzenwachstum. Im fünften Vortrag des Landwirtschaftlichen Kurses spricht Rudolf Steiner von einem gemeinsamen Leben, das dem Erd- und Pflanzenwachstum innewohnt. Er beschreibt das es möglich ist, "...zu erkennen, wie der Erdboden, aus dem die Pflanze herauswächst, der ihre Wurzeln umgibt, eine Art Fortsetzung des Wachstums in der Erde ist,..." (STEINER, 1924, S.139) Dies zeigt auf eine Weise, die intime Beziehung der Pflanze mit dem Boden auf dem sie wächst. Der Boden ist ein Abdruck der Pflanze, sichtbar in seinen Strukturen. Die Pflanzen sind, in ihrer standortspezifischen Form, ein Ausdruck des Bodens. Schaut man nun auf die medizinische Definition der Narbe zurück, so wäre einfach gesprochen die Grasnarbe ein faserreiches Ersatzgewebe, welches sich auf einer Wunde des Bodens bildet. Dabei stellt sich jedoch die Frage, was eine Wunde in Bezug auf den Boden eigentlich ist.

Der Kulturimpuls den es brauchte, die Menschen zum Anbau von Ackerfrüchten zu bewegen, wird gemeinhin auf die Legende des Zarathustra zurückgeführt. Er bekam den Auftrag vom Gott Ahura Mazda die Erde zu bebauen. Hierfür übergab ihm Ahura einen Dolch, mit dem er die Erde anritzen sollte um dort Getreide zu säen. Der Mensch verletzt also als erste Kulturhandlung die Erde, verursacht eine Wunde. Gleichzeitig bekommt er aber auch den Auftrag sie mit Kulturpflanzen zu bestellen um sie wieder zu verschließen.

Diesen Aspekt der Pflege findet man auch im Landwirtschaftlichen Kurs. Rudolf Steiner erklärt, welche Bedingungen es gibt zum Gedeihen der Landwirtschaft. Im zweiten Vortrag spricht er über die kosmischen Einflüsse die wirksam sind und welchen Standpunkt man einnehmen muss um eine Landwirtschaft zu betreiben die dem Wesen der Erde gerecht wird. Im dritten Absatz der Mitschrift steht, "...daß wir zur Grundlage der Landwirtschaft den Erdboden haben." (STEINER, 1924, S.52) In diesem Fall ist mit dem Begriff "Erdboden", der obere Horizont, der belebte Oberboden angesprochen. Aus seiner Aussage wird deutlich, dass der Boden die größte Aufmerksamkeit braucht. Seine Gesundheit und Pflege sollten jedem Landwirt eine Herzensangelegenheit sein,

denn ist der Boden nicht gesund, können die Pflanzen nicht gesund wachsen und brauchen viel zusätzliche Pflege. Trotzdem ist vielen Landwirten die genaue Bedeutung des Begriffes nicht klar. Auf die Frage, was "Boden" denn genau ist bekommt man viele verschiedene Antworten, in denen oft verschieden Aspekte angesprochen werden, die jedoch trotzdem nicht den gesamten Umfang erklären. "Boden ist die äußerste Schicht der Erdkruste, die durch Lebewesen geprägt wird. Im Boden findet ein reger Austausch von Stoffen und Energie zwischen Luft, Wasser und Gestein statt. Als Teil des Ökosystems nimmt der Boden eine Schlüsselstellung in lokalen und globalen Stoffkreisläufen ein." Diese Definition der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz aus dem Jahre 1998, stellt sehr anschaulich dar, welche Aufgaben der Boden hat und warum auch Rudolf Steiner die Landwirte auffordert "von der Betrachtung des Erdbodens"(STEINER, 1924, S.53) auszugehen.

"Der Erdboden ist ein wirkliches Organ, er ist ein Organ, das wir etwa vergleichen können, wenn wir wollen, mit dem menschlichen Zwerchfell."(STEINER, 1924, S.53)

Das Zwerchfell ist ein Muskelgewebe das sich aus drei verschiedenen Teilen zusammensetzt. Diese werden nach dem Ursprung der verschiedenen Fasern unterschieden. Durch Kontraktion und Relaxation entsteht hier die treibende Kraft für die Atmung. Im Zwerchfell befinden sich mehrere Öffnungen. Hier verlaufen unterschiedliche Organe und Nerven, unter anderem Speiseröhre und Aorta, die den oberen mit dem unteren Teil des Körpers verbinden.

Den Vergleich von Zwerchfell und Erdboden nutzt Steiner um seine Ausführungen über die Landwirtschaftliche Individualität und die Dreigliederung in Bezug auf diese zu vertiefen. Er sagt, das im Verhältnis zum Menschen, der Organismus auf dem Kopf steht. In der Erde finden wir somit "...dasjenige, was ihn aus Atmung und Zirkulation heraus versorgt,..."(STEINER, 1924, S.53) Dazu kommen Nerven und Sinnesorgane. Über der Erde findet die Verdauung statt und auch die Fruchtbarkeit ist hier lokalisiert. Dazwischen steht das Zwerchfell. Natürlich gehören noch weitere Aspekte zu dieser Anschauung, diese können aber in dieser Jahresarbeit außer Acht gelassen werden. Wenn man von Bodenatmung spricht bezeichnet das, den durch Pflanzenwurzeln, Bodentiere und Mikroben bedingten Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen Erdboden und Atmosphäre. Den größten Einfluss auf diesen Prozess nimmt der Jahreslauf. Des weiteren spielen der Anteil von Mineralien und Humus, sowie die Bodentemperatur und -feuchte eine große Rolle.

Die Erkenntnisse, die Rudolf Steiner hier über die Lebensprozesse anspricht, sollen Grundlage sein für eine moderne, zukunftsorientierte Landwirtschaft. Doch wie sieht es in der heutigen Realität aus, fast 100 Jahre nach den Vorträgen in Koberwitz?

Heutzutage wird das Pflanzenwachstum als etwas selbstverständliches angeschaut. Ohne Beachtung der Bodengrundlage werden Pflanzen kultiviert. Der Boden wird auf mechanische Prinzipien reduziert. Er ist das Substrat in dem die Kulturpflanzen wurzeln und halt finden. Ernährt werden sie durch die Düngung. Diese Anschauung ist jedoch nicht erst seit beginn dieses Jahrtausends weit verbreitet. Schon Steiner kritisiert die Landwirte seiner Zeit in diese Richtung. "Dieser Erdboden wird gewöhnlich angesehen als etwas bloß Mineralisches,..."(STEINER, 1924, S.52)

Die Auswirkungen einer solchen Anschauung haben in der Geschichte zu großen Katastrophen geführt. Eine solche war zum Beispiel, die Verwüstung eines großen Teils der Great Plains in den USA, in den 1930er Jahren. Damals wurde mit mechanischen Bearbeitungsgeräten auf großer Fläche die Steppe umgebrochen, um sie Urbar zu machen. Die Folgen waren verheerende Dürre und Sandstürme, die viele Landwirte ihre Existenz und sogar ihr Leben kostete. Daraus habe ich die Zielfrage meiner Jahresarbeit abgeleitet.

*Welche Aufgabe hat eine natürlich gewachsene Grasnarbe im Naturganzem?*

## 2. Persönliche Motivation

Im Weinbau wird das Begrünungsmanagement in den Rebzeilen stark diskutiert. Meistens wurde an der Uni jedoch nur über die Wasser- und Nährstoffkonkurrenz mit der Rebe gesprochen. Im Hang- und Steillagenweinbau wurde auch noch die Frage der Bodenerosion mit in die Diskussion einbezogen. Welche Bedeutung eine intakte Grasnarbe für die Umwelt und das Mikroklima hat wurde dabei vernachlässigt.

Während meines Studiums im Rheingau, konnte ich dann die Auswirkungen dieser Art der Auseinandersetzung mit der Thematik in der Praxis sehr gut beobachten. Oft wurden einzelne Zeilen durch regelmäßigen Einsatz von Eggen und Fräsen offen gehalten. Gerade in den letzten drei Trockenjahren wurde häufig sogar jede Zeile so bearbeitet. Dadurch entsteht ein Bild von grünen Hecken auf braunem Grund. Die Probleme die diese Bearbeitungen mit sich bringen, wurden in den letzten Jahren immer deutlicher. Die Grundwasserverschmutzung durch Nährstoffauswaschungen ist gerade in den Weinbauregionen Deutschlands sehr hoch. Zudem sind an vielen Hängen die Auswirkungen von Bodenerosionen schon deutlich zu erkennen.

Welche Auswirkungen diese Herangehensweise auf die Welt der Flora und Fauna hat blieben mir jedoch immer noch größtenteils verschlossen. Beim Anblick dieser Rebflächen wurde mir aber klar, dass es eine andere Möglichkeit geben muss. Aber wie kann das aussehen? Dieser Frage wollte ich dann eigentlich schon in meiner Bachelorarbeit auf den Grund gehen, das kam aber leider nicht zustande. So war für mich klar das ich mich nach meinem Studium noch intensiver mit den Themen Bodenkunde und Pflanzenernährung auseinandersetzen muss.

Aber eine entscheidende Beobachtung die ich in meinem Leben gemacht habe, hat mich schon vor Beginn meines Studiums bewegt. Egal wo in einer Kulturlandschaft der Boden aufgerissen wird, fängt das Leben sofort an, diese Wunde wieder zu verschließen. Diese Grundgeste unserer Erde war letztendlich der Auslöser, mich in dieser Jahresarbeit tiefer mit der Thematik auseinander zu setzen.

### 3. Der Versuch

Bei den Beobachtungen standen die Bildung einer neuen Grasnarbe und die Entwicklung der Krume im Vordergrund. Dafür wurde ein Versuch durchgeführt, der sich aus zwei getrennten Experimenten zusammensetzt.

Folgende Materialien wurden zur Anlage und Durchführung der Experimente verwendet:

- Flachspaten
- Schaufel
- Handfeger und Kehrschaufel
- Thermometer
- Regenmesser
- Bodensonde

Am Anfang der Beobachtungen stand die Auswahl der Standorte. Für beide Experimente war es wichtig, dass die ausgewählten Standorte bei jeder Witterung zugänglich sind und dass sie während der ersten Wochen nicht durch Kulturmaßnahmen gestört werden. Bei der Standortauswahl wurde in der Umgebung der angedachten Versuchsfelder mit Hilfe einer Bodensonde mögliche Verdichtungen gesucht, um eine Störung des Versuchs zu vermeiden und einen Eindruck von der Struktur zu gewinnen.

Für das erste Experiment wurden drei unterschiedliche Standorte ausgewählt, am Niddafer, im Hausgarten und auf dem Kirschberg. Dabei war es entscheidend, dass diese nicht nur unterschiedliche Bodentypen aufweisen, sondern dass sich auch die Niederschlags- und Grundwasserverhältnisse, sowie der für den Standort typische Pflanzenbestand unterscheiden. Dann wurde 1m<sup>2</sup> der vorhandenen Grasnarbe mit einem Flachspaten entfernt, dabei entstand eine Vertiefung von ungefähr 3cm. Die nach dem Abtragen im Beobachtungsfeld verbliebenen Wurzeln wurden nicht entfernt. Die Fläche wurde nur von losen Grashalmen, Blättern und Stöcken befreit. Der Fokus der darauf folgenden Beobachtungen lag auf der Entwicklung der Krume. Für diese Beobachtungsreihe wurde vorab ein Protokollbogen (s.A.) erstellt. Festgehalten wurden Datum und Uhrzeit der Beobachtung, die Anzahl der Tage seit der Öffnung des Bodens und die Bodentemperatur in 12cm Tiefe. Um später einen Vergleichswert zu haben, wurde die Temperatur zusätzlich noch an wechselnden Stellen außerhalb des Feldes gemessen. Hinzu kamen die drei Themenbereiche Boden, Flora und Fauna. Unter der Überschrift Boden wurden in Stichworten die Farbe, die Krümeligkeit und die Feuchtigkeit der obersten Schicht beschrieben. Die Entwicklung des Bewuchses der Fläche, wurde durch einige Beobachtungen der umliegenden Flora ergänzt. So wurde zwischendurch immer wieder erfasst welche Pflanzen sich im Umkreis befinden und welche gerade blühen. Unter dem Punkt Fauna wurde die gesamte tierische Aktivität auf der Fläche festgehalten. Ein besonderes Augenmerk wurde hierbei auf die Aktivität der Ameisen und

Regenwürmer gelegt. Am Schluss sollte man unter dem Punkt Tagesnotizen festhalten, wie man sich während der Beobachtung gefühlt hat und welche Schwierigkeiten man hatte.

Bei dieser Beobachtungsreihe wurde nach jeder einzelnen Beobachtung das Protokoll abgeheftet und bis zum Abschluss nicht wieder angeschaut. Dadurch wird eine unvoreingenommene Betrachtung der individuellen Situationen ermöglicht.

Während die Beobachtungen liefen, wurden an einem zentralen Ort auf dem Hof die Niederschläge, sowie die minimal und maximal Temperatur erfasst. In der folgenden Tabelle finden sich zwei Niederschlagsangaben in Millimetern. Die obere bezieht sich auf die Niederschläge seit der letzten Messung und die Untere stellt den kumulierten Jahresniederschlag dar.

Beobachtungstage	17.03	19.03	21.03	23.03	25.03	27.03	30.03	01.04	03.04	06.04
Temperatur minimum (°C)	6,5	2,8	2	-1,5	-4	0	-3	-4	1,5	0,5
Temperatur maximum (°C)	16,5	19	8	9,5	13	18,5	10	12	12	23
Niederschlag (mm)	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0,5
Jahresniederschlag (mm)	149			152						152,5

Tab. 1 Wetterdaten vom 17.03. - 06.04.2020

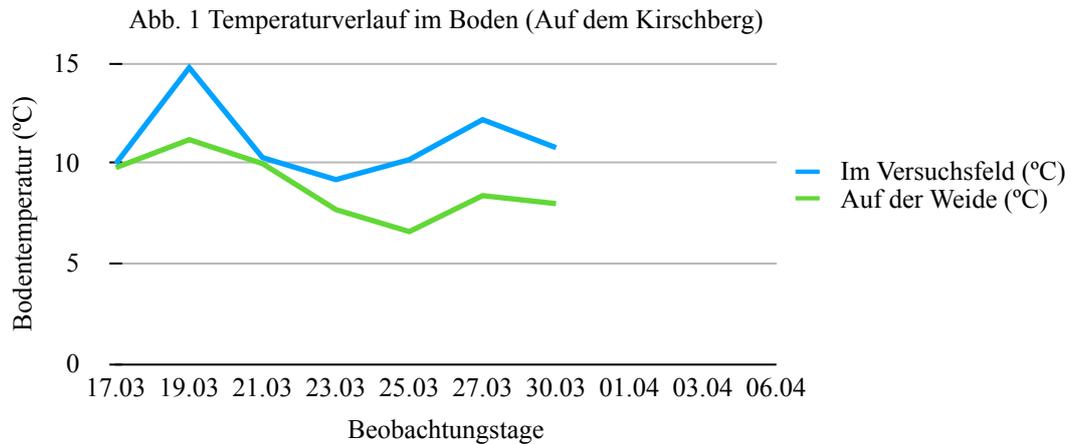
### Die Beobachtungen auf dem Kirschberg

Der Kirschberg gehört zu den Weideflächen des Hofes, die für Jungrinder und als Pferdekoppel dienen. Manchmal wird er auch von Schafen beweidet. Das Versuchsfeld wurde auf dem höher gelegenen Teil des Kirschberges auf ebenem Boden angelegt. In seiner Nähe befanden sich eine Hecke und mehrere alte Apfelbäume.

Die Grasnarbe im Versuchsfeld war geprägt von Löwenzahn, Schafgarbe, Rotklee und verschiedenen Weidegräsern. Beim Ablösen war eine deutliche Grenze zu erkennen. Das obere Wurzelgeflecht (ca. 3cm) war sehr stark in einander verwachsen und löste sich einheitlich vom Boden. Zu Beginn (17.03.) war die Oberfläche im Versuchsfeld gleichmäßig hellbraun gefärbt und feucht. Beim zerreiben zwischen den Fingern war der Boden schmierig und leicht klebrig. Insgesamt waren auf der Fläche wenige Steine zu sehen und die Wurzelreste waren gleichmäßig verteilt. Während des Abtragens der Grasnarbe kamen einige Regenwürmer zum Vorschein. Diese lagen eingewickelt am Übergang zwischen Wurzelgeflecht und Erdreich. Am 19.03. waren 30% der Fläche mit mittleren bis groben Krümeln bedeckt. Der Rest der Fläche war leicht verkrustet. Die Färbung variierte von hellbraun bis braungrau. Die Grautöne traten vor allem bei den Krümeln auf, die schon weitestgehend trocken waren. Unter den Krümeln war die Erde feucht. Auf der Fläche waren einzelne Regenwurmhaufen zu erkennen und es waren wenige Ameisen dort aktiv. Bei der folgenden Beobachtung am 21.03. war der Boden komplett feucht. Zu diesem Zeitpunkt waren 50% der Fläche mit Krümeln bedeckt, der Rest war verschmiert aber leicht brüchig. Es fiel auf, dass das Eindringen mit dem Thermometer in den Boden recht schwierig war, im Vergleich zu der umliegenden Weide. An diesem Tag waren viele neue Regenwurmhaufen vorhanden.

An wenigen Stellen konnte man kleine Keimblätter erkennen. Dies waren Gräser, die aus den vorhandenen Wurzeln neu austrieben. Der Großteil der verbliebenen Wurzeln war jedoch am absterben. Zwei Tage später, am 23.03. war die obere Erdschicht komplett ausgetrocknet. Der Großteil der Fläche war braungrau verfärbt. Nur an einer kleinen Stelle konnte man noch Feuchtigkeit an der Oberfläche durch eine dunklere Färbung erkennen. Insgesamt waren die Krümel deutlich feiner als zu Beginn. Es waren erneut viele frische Regenwurmhaufen zu sehen. Sie waren sehr gut von den Alten zu unterscheiden, da diese schon sehr trocken waren. Während der Beobachtung bewegten sich einige Ameisen über das Feld. Hierbei handelte es sich um eine sehr kleine, komplett schwarze Art. Der Pflanzenbestand war unverändert. Am fünften Beobachtungstag (25.03.) war fast die komplette Fläche mit feinen Krümeln bedeckt. Diese waren ausgetrocknet und ergraut, darunter die Erde war feucht. Es war erneut eine hohe Regenwurmaktivität zu beobachten. Von den schon vorher beobachteten Ameisen bewegten sich während dieser Beobachtung nur wenige über das Feld. Die Gräser waren zu diesem Zeitpunkt ungefähr 3-4 cm gewachsen. Keimlinge die nicht aus alten Wurzeln hervorgingen, waren nicht vorhanden. Bei der Beobachtung am 27.03. bedeckte die gesamte Fläche eine Schicht aus feinen, hellbraunen Krümeln. Ein Zuwachs bei den Gräsern war nicht zu erkennen. Es gab einige frische Regenwurmhaufen, aber keine Ameisen auf der Fläche. Am 30.03. war erstmals ein Samenkeimling zu erkennen, ein Löwenzahn. Die Blätter der Gräser waren mittlerweile 8-10 cm lang. Unter einer, ungefähr 1cm mächtigen feinen Krümeldecke hatte sich eine geschlossene, jedoch leicht brüchige Oberfläche gebildet. Der Boden war bis an diese Schicht heran feucht. Trotz der Feuchtigkeit war die Temperaturmessung aufgrund der Festigkeit des Bodens sehr schwierig. Am nördlichen Rand des Feldes haben Ameisen in der Erde einen Bau angelegt. Es handelte sich hierbei um eine andere sehr kleine, schwarzbraune Ameisenart. Es waren auch wieder frische Regenwurmhaufen auf der Fläche. Am 01.04. war die Bodendecke stark ausgetrocknet und grau verfärbt. Die weitere Messung der Temperatur war nicht möglich, da das Thermometer nicht mehr in den Boden eindringen konnte. In der Oberfläche zeigte sich ein ungefähr 30cm langer, 5mm breiter Riss. Die Aktivität der Ameisen war sehr groß. An vier Stellen war zu beobachten wie sie beim Ausbau ihres Baues, kleine Erdkrümel nach draußen befördern. Die Regenwürmer waren nur noch wenig aktiv. Der schon am 30.03. beobachtete Löwenzahn hatte 2 kleine Blütenknospen und 9 kleine Blätter gebildet. Daneben kamen noch zwei weitere Löwenzähne. Die Farbe der Blätter der Gräser war deutlich verblasst, sie waren trotzdem ein bisschen gewachsen. Bei der neunten Beobachtung (03.04.) waren deutlich weitere Risse im Boden sichtbar. Die gesamte Fläche war ausgetrocknet und einige der feinen Krümel wurden verweht. Die vorhandene Flora entwickelte sich weiter, es waren keine neuen Keimlinge zu sehen. Bei den Ameisen blieb die Aktivität hoch und auch von den Regenwürmern waren wieder mehr frische Haufen zu sehen. Die letzte Beobachtung des ersten Experiments fand am 06.04. statt. Die Risse im Boden waren immer noch gut zu erkennen. Die Verwehung der Feinkrümel hatte stark zugenommen. Die Oberfläche, wie auch die Krümel waren komplett ausgetrocknet und zerfielen bei leichtem Druck zu sehr feinem Staub. Die Gräser wuchsen weiter. Von den Löwenzähnen war nur der Erste noch grün. Die zwei weiteren beobachteten Pflanzen

waren eingegangen. Es waren nur wenige Ameisen zur Zeit der Beobachtung aktiv. Auf der Fläche fanden sich trotz der Trockenheit frische Regenwurmhaufen.



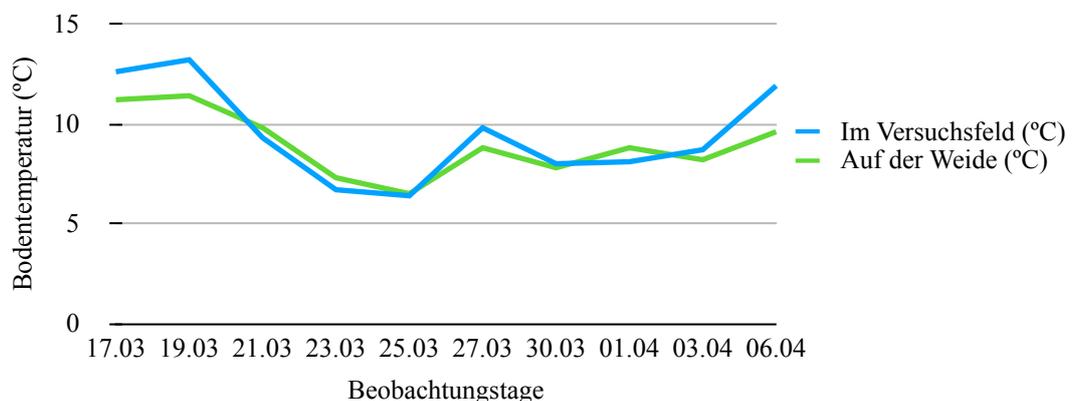
### Die Beobachtungen im Hausgarten

Der Hausgarten des Dottenfelder Hofes ist eine vielseitig genutzte Fläche. Neben Beeten für Gemüse und Blumen, befinden sich hier auch noch privat angelegte Gartenbereiche und eine große Rasenfläche, bewachsen mit Gräsern und Kräutern. In einem ruhigeren Teil des Hausgartens wurde die Versuchsfläche auf dieser angelegt. Durch die Umliegenden Bäume und Gebäude wurde der Standort morgens noch recht lange beschattet.

Den primären Bewuchs dieser Versuchsfläche bildeten verschiedene Gräser und Spitzwegerich. Im näheren Umfeld befand sich eine kleine mit Brennesseln bewachsene Fläche und einzelne Löwenzähne waren vorhanden. Die Grasnarbe war zwar eine durch die Wurzeln fest verbundene Schicht, löste sich aber nur teilweise Gleichmäßig vom darunter liegenden Boden. Oft blieben Erdklumpen beim Ausheben an den Wurzeln haften. Der offenliegende Boden war gleichmäßig dunkel braun durchgefärbt. Bei leichtem Druck hinterließ er auf den Fingern einen feuchten Abdruck und verschmierte nur leicht. Die gesamte Oberfläche war verkrümelte. Nur wenige größere Krümel fielen auf, der Rest war sehr gleichmäßig. Der Hauptanteil waren Stücke bis zu 2cm Durchmesser. Spuren von Regenwürmern waren nur in Form von offenen Röhren, unterschiedlicher Stärken, sichtbar. Am 17.07. lagen größtenteils abgetrocknete Krümel oben auf. Der Boden darunter war immer noch feucht und dunkelbraun. Aus den verbliebenen Wurzeln waren erste frische Keimblätter gewachsen. Es waren kaum Insekten zu sehen und es gab keine Regenwurmhaufen auf der Fläche. Am 21.03. war der Boden sehr dunkelbraun, fast schwarz gefärbt. Nur an wenigen Stellen an der Oberfläche gab es leichte Verschlammungen, ansonsten war es immer noch Krümelig. Insgesamt war der Boden sehr feucht. Die Sprossen der Graswurzeln trieben weiter aus und wurden zahlreicher. An drei Stellen war ein Ansatz von Moos sichtbar. Deutlich zu erkennen waren diesmal einige frische Regenwurmhaufen entstanden. Während der Beobachtung war ein Regenwurm aktiv. Bis zum 23.03. hatte die Regenwurmaktivität deutlich zugenommen. Es waren viele Haufen auf der Fläche zu finden und sehr viele Röhren. Der Boden hatte seine Farbe nicht verändert, nur die feineren Krümel an der Oberfläche waren leicht eingetrocknet und damit

etwas aufgehellt. Die Gräser waren kaum mehr gewachsen und das Moosaufkommen blieb auch in etwa gleich. Am 25.03. war das Versuchsfeld komplett mit Krümeln bedeckt, wobei die Hälfte ungefähr trocken und die andere Hälfte feucht waren. Das Wachstum der vorhandenen Gräser blieb gering und neue Keimlinge gab es keine. Die Aktivität der Regenwürmer war dagegen sehr hoch. Bei der sechsten Beobachtung (27.03.) waren die Krümel alle oberflächlich leicht vertrocknet. Darunter lag feuchter sehr krümeliger Boden. Die Gräser waren ein paar Zentimeter gewachsen, das Moos verkümmert und trocken. Weiterhin waren sehr viele Regenwürmer aktiv und dieses Mal auch ein paar Ameisen. Insgesamt war die Insektenaktivität jedoch sehr gering. Am dreizehnten Tag seit der Öffnung des Bodens war die komplette Oberfläche durchsetzt von Regenwurmröhren unterschiedlicher Größen. Es waren auf der gesamten Fläche nur noch feinere Krümel vorhanden. Dort wo die frischeren Haufen und Röhren der Regenwürmer waren, waren die umliegenden Krümel komplett feucht. Nur auf einem kleinen Teil der Fläche waren die Krümel angetrocknet. Neben den Regenwürmern waren jetzt auch sehr viele Ameisen unterwegs. Ein Ameisenbau in der Fläche konnte jedoch nicht ausgemacht werden. Trotz der Feuchtigkeit im Boden, war Wachstum bei den Pflanzen auf der Fläche nicht erkennbar. Am 01.04. war die gesamte Oberfläche angetrocknet und gräulich verfärbt. Unter den Krümeln hat sich eine dünne geschlossene Bodendecke gebildet. Darunter kam direkt dunkler feuchter Boden. Die Regenwurmakktivität erschien insgesamt mäßig, die Ameisen waren fast komplett von der Fläche verschwunden. Auch die Gräser wuchsen nur geringfügig weiter. Bei der Beobachtung am 03.04. vielen sofort einige feuchte Stellen am Boden auf. Diese waren dort, wo viele Regenwurmröhren und Haufen zu sehen waren. Der Rest der Oberfläche war trocken. Im gesamten Feld verteilt konnten kleine keimende Pflanzen ausgemacht werden. Zudem wuchsen die Gräser wieder mehr. Es waren auch wieder einige Ameisen auf der Fläche unterwegs. Insgesamt war die Insektenaktivität bei diesem Mal sehr hoch. Die letzte Beobachtung fand auch hier am 06.04. statt. Die Oberfläche war zum Abschluss feinkrümelig. Einzelne Krümel zerfielen bei leichtem Druck zu feiner Erde, wobei kaum Staub entstand. Die Feuchtigkeit war direkt unter der Krümeldecke spürbar. Auf dem gesamten Versuchsfeld waren Pflanzen am Keimen, davon die meisten Gräser, aber auch Disteln und Spitzwegerich waren darunter. Sowohl die Regenwürmer als auch Ameisen und andere Insekten waren sehr aktiv.

Abb. 2 Temperaturverlauf im Boden (Im Hausgarten)

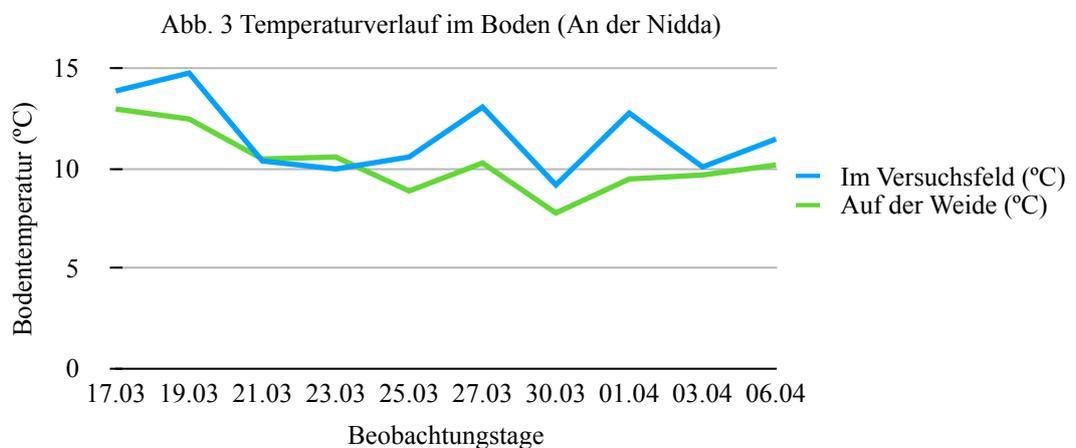


### Die Beobachtungen an der Nidda

Dieser Standort liegt auf den Hauptweideflächen für das Milchvieh des Dottenfelder Hofes. Er ist geprägt vom Fluss, der die Eigenart besitzt durch Witterungsereignisse stark schwankende Wassermengen zu führen. Das Versuchsfeld wurde hier, zwischen einer kurzen Hecke und dem Fluss, in einem leicht zum Fluss hin geneigten Hang angelegt. Es lag ungefähr einen Meter vom Flussbett entfernt.

Das Versuchsfeld war mit verschiedenen Gräsern, Scharbockskraut und Hahnenfuß bewachsen. Im Umkreis dominierten die Gräser. Einzelne Brennnesseln, sowie ein wenig Scharbockskraut und Gänseblümchen waren auch vertreten. Nach dem Abtragen der Grasnarbe, zeigte sich ein sehr feuchter, dunkel brauner Boden. Die Grasnarbe war sehr dicht verwachsen und gut im Boden verwurzelt. Beim Ausheben kam ein kleiner Teil der tieferen Wurzeln mit Erdklumpen daran mit heraus. Der Boden war sehr klebrig. Bei der Fingerprobe verschmierte er sehr stark. Es waren nur sehr wenige Insekten zu sehen und keine eindeutigen Anzeichen für Regenwürmer zu erkennen. Nach zwei Tagen waren die Krümel, die 60% der Fläche bedeckten, abgetrocknet und haben sich hellbraun bis gräulich verfärbt. Der Boden darunter war sehr feucht und größtenteils dunkel braun. Stellenweise wies er hellere Flecken auf. Es war kein Pflanzenwachstum erkennbar und nur sehr wenig Insektenaktivität, vor allem Fliegen, zu beobachten. Am vierten Tag (23.03.) war der Boden immer noch sehr feucht und an einigen Stellen durch den Spaten verschmiert. Die meisten Krümel waren größer als 2cm im Durchmesser. Die Gräser waren am Austreiben und nur wenige andere Keimlinge waren auf der Fläche sichtbar. Eine genaue Bestimmung war zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht möglich. Es fanden sich auch einige Regenwurmhaufen auf der Fläche. In der Nähe war das Scharbockskraut mitten in der Blüte. Am 25.03. war, bis auf an zwei Stellen, der Oberboden krümelig. Die zwei Stellen waren eindeutig vom Ausheben verschmiert. Es war zwar immer noch sehr feucht, aber die Oberfläche war leicht ausgetrocknet. Die vorhandenen Keimlinge waren nicht viel mehr gewachsen, es waren jedoch mehrere neue sichtbar. In der Umgebung waren Gänseblümchen und Fuchsschwanzgras in die Blüte gekommen. Auf der Fläche waren viele neue Regenwurmhaufen zu sehen. Zwei Tage später (27.03.) war das gesamte Versuchsfeld mit mittelgroßen bis feinen Krümeln bedeckt. Diese waren hellbraun und komplett ausgetrocknet. Von den keimenden Pflanzen haben nur die Gräser deutlich an Blattmasse zugelegt. In der Fläche haben sich Ameisen angesiedelt. Dazu waren noch einige Spinnennetze auf dem Boden gesponnen. Die Regenwürmer waren auch aktiv, es waren mehrere frische Haufen auf dem Feld verteilt. Am zehnten Tag nach der Öffnung des Bodens bestand die oberste Schicht aus größtenteils mittelgroßen Krümeln, um die 2cm im Durchmesser. Diese waren komplett ausgetrocknet. Direkt unter der leichten Auflage war der Boden sehr feucht. An diesem Tag waren keine frischen Regenwurmhaufen sichtbar. Die Ameisen waren als einzige in der Fläche aktiv. Deutlich sichtbar war der junge Aufwuchs der Gräser. Am 30.03. war der Anteil an feinen Krümeln auf der Oberfläche deutlich größer als zuvor. Die gesamte Fläche war nun mit einer leichten Schicht aus trockenen Krümeln bedeckt. Der Boden darunter war feucht. In der Nähe des Versuchsfeldes ging

die Blüte des Scharbockskrautes langsam zu Ende, dafür nahm die Brennnesseldichte deutlich zu und vereinzelt blühten Gänseblümchen. Die Gräser in der Fläche wuchsen ein wenig weiter. Anzeichen für aktive Regenwürmer fanden sich keine. Es waren nur ein paar Ameisen und Fluginsekten zu beobachten. Zwei Wochen nach der Aushebung (01.04.) war die oberste Schicht aus Krümeln trocken und recht hart. Unter dieser hatte sich eine Kruste gebildet. Feuchtigkeit war erst ca. 2cm darunter anzutreffen. An diesem Beobachtungstag war gut zu erkennen das die Gräser weiter gewachsen sind. Hinzu kamen viele Keimlinge auf der gesamten Fläche, ein Teil davon ganz frisch. Die Ameisen waren wieder aktiv auf der Fläche. Für Regenwurmaktivitäten ließen sich keine deutlichen Anzeichen erkennen. Im Umkreis waren viele Fluginsekten zu beobachten. Am 03.04. waren keine größeren Krümel mehr auf der Fläche zu finden. Die darunter liegende Schicht wies viele feine Risse auf. Es war eine sehr große Keimaktivität zu sehen. Die tierische Aktivität war sehr ruhig. Es waren nur noch ältere Regenwurmhaufen vorhanden und auch Ameisen waren an diesem Tag sehr wenige zu beobachten. Auf einer Seite, bis direkt an die Grenze des Versuchsfeldes hatten sich Brennnesseln stark ausgebreitet. Es blühten Gänseblümchen, einzelne Löwenzähne und der Wiesen-Fuchsschwanz. Am letzten Beobachtungstag war der Boden trocken. Die oberen Krümel zerfielen bei leichtem Druck zu feinem Staub. Die feine Schicht unter den Krümeln war immer noch mit leichten Rissen durchzogen. Der Bewuchs war deutlich stärker als zuvor. Einige Grashalme waren bräunlich rot verfärbt. Auf der Fläche und im Umkreis waren sehr viele Insekten aller Art zu beobachten.



Das erste Experiment und die dazugehörigen Beobachtungen über einen Zeitraum von 21 Tagen waren am 06.04. abgeschlossen. Damit waren erste Erfahrungswerte für die methodische Entwicklung gesammelt. Diese war ein essentieller Teil dieser Arbeit, da im Vorfeld keine goetheanistischen Forschungsergebnisse speziell zu diesem Themenkomplex gefunden werden konnten. Daher wurde vor allem während der ersten Beobachtungsreihe in der Durchführung einiges verändert.

Gleich zu Beginn der Beobachtungen ist ein ganzes Element entfallen. Es war geplant, während des gesamten Beobachtungszeitraums regelmäßig Bodenproben mit dem Bohrstock zu ziehen. Dies

wurde am Anfang im Beobachtungsfeld auf dem Kirschberg gemacht. Dabei ist aber ein deutliches Loch zurück geblieben. Bei regelmäßiger Durchführung wäre meiner Ansicht nach der Einfluss dieser Maßnahmen auf die Lebensprozesse zu groß gewesen.

Im weiteren Verlauf der Beobachtungen wurde die Witterung zum Problem bei der Messung der Bodentemperatur. Ab dem 01.04.2020 konnte die Temperatur auf dem Kirschberg nicht mehr gemessen werden, da der Boden so stark verfestigt war. Zudem ist das Thermometer vier Tage später bei der letzten Messung an der Nidda kaputt gegangen und war nicht mehr reparabel. Es gab daraufhin die Überlegung, für die Messungen eine stärkere Bodensonde mit Temperaturfühler zu verwenden. Das auf dem Hof vorhandene Messgerät war aber leider zu dieser Zeit nicht einsatzfähig.

Nach Abschluss der ersten Beobachtungen, haben Herr Morau und Ich die Methodik noch einmal durchgesprochen. Aus diesem Gespräch entstand die Frage, wie sich die Krume entwickelt, wenn auch der belebte Oberboden entfernt wird. Danach kam bei mir noch die Frage hinzu was passiert, wenn eine intakte Grasnarbe verschüttet wird. Gemeinsam haben wir dann die im zweiten Experiment ausgeführte Methode entwickelt. Hier wurde eine vergleichende Betrachtung angestrebt.

Das zweite Experiment fand zentriert an einem Ort statt, auf dem Kieskopf. Hier wurden vier 1m<sup>2</sup> große Beobachtungsfelder angelegt. Folgende Grafik veranschaulicht die praktische Anlage.

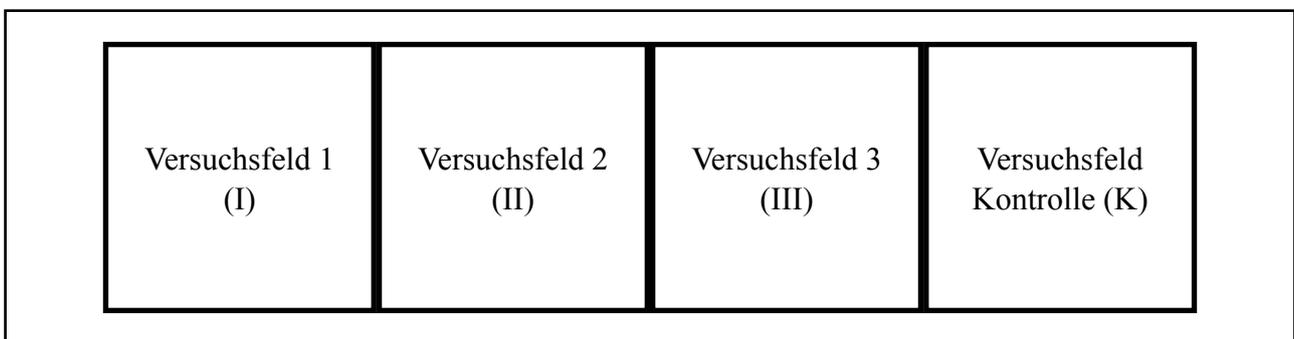


Abb. 4 Anlage der Beobachtungen von Experiment 2

Der Kieskopf ist ein Hügel an der Grenze des Hofes, in Richtung Bad Vilbel. Die Fläche wurde dieses Jahr zum Heuen genutzt. Nach dem ersten Schnitt diente sie als Weide für Jungrinder. Die Versuchsfelder lagen nahe an der Grenzhecke des Hofes. Hinter dieser Hecke verläuft direkt die Büdinger Straße, auf der zu Stoßzeiten viel Verkehr herrscht. Zur anderen Seite stehen drei große Eichen ein gutes Stück von dem Experiment entfernt. Auf die Versuchsfelder fiel kein Schatten, da die Hecke im Norden liegt.

Im ersten Feld (I) wurde bei der Anlage wie oben schon beschrieben vorgegangen. In diesem Falle war die Aushubtiefe mit 5cm etwas tiefer. Vom Zweiten (II) wurde zusammen mit der Grasnarbe auch noch der oberste Horizont abgetragen, durchschnittlich 14cm mächtig. Dazu wurde zuerst mit dem Flachspaten und einer Schaufel der Oberboden bis kurz über die Grenze zum nächsten Horizont ausgehoben. Der verbleibende Boden wurde dann vorsichtig mit Handfeger und Schaufel

entfernt. Auch in diesem Feld wurden nur lose aufliegende Pflanzenreste entfernt und die noch vorhandenen Wurzeln gelassen. Das dritte Feld (III) wurde mit einer 3cm dicken Schicht aus feinem Löss-Sand-Gemisch zugedeckt.

Das Gemisch war durchfeuchtet und konnte somit gut verfestigt werden. Hierzu wurde die Schaufel verwendet. Aufgrund der Lage auf einer Heuwiese wurde als Viertes noch eine Kontrollfläche (K) integriert.

Der Fokus dieses Experimentes lag auf der Frage, welche Gemeinsamkeiten es in der Krumenentwicklung gibt, zwischen den aufgerissenen Feldern (I,II), dem zugedeckten Feld (III) und der gewachsenen Grasnarbe (K). Diese Beobachtungen wurden in freier Textform festgehalten, ohne vorgefertigtes Protokoll. An jedem Beobachtungstag wurden Datum, Uhrzeit und die Niederschläge erfasst. Darauf folgte die Beschreibung der Beobachtung und eine kurze Erfassung der eigenen Gemütslage. Da es in dieser Beobachtungsreihe um eine direkte Beschreibung des Entwicklungsprozesses ging, wurden die vorherigen Beschreibungen immer zur Vorbereitung durchgelesen.

Beobachtungstage	03.05	05.05	07.05	11.05	13.05	20.05	26.05	07.06	18.06
Temperatur minimum (°C)	5,5	4,5	3	4,5	2	13	6,5	9	15
Temperatur maximum (°C)	18,5	17	22	14	15	26	20	19	23
Niederschlag (mm)	11	2,5	0	10	0	0	4,5	26	36
Jahresniederschlag (mm)	172,5	175		185			189,5	215,5	251,5

Tab. 2 Wetterdaten vom 02.05. - 18.06.2020

Am 02.05. wurde der Versuchsstandort auf dem Kieskopf abgesperrt und einen Tag später das Experiment gestartet. Beim Abheben der Grasnarbe, fiel bei beiden Feldern (I,II) die starke Verwurzelung in den oberen 2-3cm Boden auf. Die Grasnarbe war scheinbar nur durch wenige Wurzeln mit dem Erdboden richtig verbunden, sie ließ sich leicht großflächig entfernen. Der darunter liegende Boden war feucht und krümelig. Beim Ausheben des zweiten Beobachtungsfeldes (II) kamen auffällig viele Regenwürmer verschiedener Arten zum Vorschein. Die Grenze zum B-Horizont war sehr eindeutig sicht- und spürbar. Im Kontrast zum Oberboden war er sandig hell und stark verdichtet. Auf dem dritten Feld (III) wurde die Schicht aus Löss-Sand-Gemisch so aufgetragen das kein Grün mehr von unten hindurch kam und dann ordentlich verfestigt. Diese musste an einigen Stellen am 03.05. noch ausgebessert werden. Zu Beginn war auffällig, dass in allen drei Untersuchungsflächen die oberen Zentimeter Erde abgetrocknet waren. Dort wo nur die Grasnarbe abgehoben wurde, war die Eintrocknung deutlich geringer als in den anderen zwei Feldern. Es war zu erkennen das durch eine verkrümelte Oberfläche weniger verdunstet als wenn die Oberfläche fest ist. Deutlich wurde der Unterschied im zweiten Feld (II), wo an wenigen Stellen ein paar Krümel liegen geblieben sind. War auf dem Rest der Fläche eine angehende Verkrustung zu erkennen, blieb der Boden unter den Krümeln weich. Die verdichtete Abdeckung auf dem dritten

Feld (III), wurde sofort trocken und rissig. Schon am zweiten Beobachtungstag (05.05.) waren hier größere Risse erkennbar. Auch im mittleren Feld entstanden früh Risse in der verkrusteten Oberfläche, jedoch sehr viel feinere.

Schon am Anfang der Beobachtungen waren viele kleine, komplett schwarze Ameisen auf den Flächen und in der Umgebung unterwegs. Im ersten Beobachtungsfeld (I) waren direkt Anzeichen für ihre Anwesenheit erkennbar. Schon während der zweiten Beobachtung (05.05.) war ganz deutlich, dass sie in der Fläche mehrere Ein- und Ausgänge für ihren Bau angelegt hatten. Dagegen waren sie im Nachbarfeld (II) nur an den Rändern und im Bedeckten (III) noch gar nicht anzutreffen. Mit jedem Regenereignis war eine Veränderung im Verhalten der Ameisen zu erkennen. Kurz vor einem Regenschauer haben die Ameisen die Eingänge zu ihrem Bau mit Erdklümpchen und dem eigenen Körper verschlossen. Schon bevor es gänzlich aufgehört hatte, waren sie wieder aktiv mit dem Ausbau beschäftigt. Wurde durch den Regen ein Gang offengelegt, haben sie diesen meistens aufgegeben. Einmal konnte beobachtet werden, wie Ameisen mit kleinen Halmen und Holzstücken einem aufgespülten Gang ein Dach gebaut haben. Dabei haben sie zu erst die Halme und Holzstücke über der Öffnung verlegt, sodass sie sehr gleichmäßig rechts und links über den Rand ragten. Danach wurde das Ganze noch mit feinen Bodenkrümeln bedeckt. Mit dem nächsten Regen wurden die Krümel leicht verschlämmt und es war wieder eine feste Bedeckung über dem Gang. Interessanterweise waren die Krümel die vor den Eingängen des Baues liegen blieben nicht verschlämmt. Obwohl beim Aushub des Oberbodens im Feld II viele Regenwürmer offen gelegt wurden, blieben frische Regenwurmhaufen auf allen Flächen in der Beobachtungszeit sehr selten. Es konnten nur nach stärkeren Regenereignissen kurz aufkommende Aktivitätsphasen beobachtet werden. Auch die Beobachtung des Bewuchses war ein wichtiger Teil dieses Experimentes. Zehn Tage nach der Öffnung (13.05.) konnten hier erste Entwicklungsschritte beobachtet werden. Im ersten Feld (I) waren zu diesem Zeitpunkt erste keimende Pflanzen zu sehen, aus den Altwurzeln heraus gab es keine Sprossen. Zudem haben sich einzelne Pflanzen durch die Risse des bedeckten Feldes (III) hindurch gedrückt. Im mittleren Feld (II) waren bei dieser Beobachtung noch keine juvenilen Pflanzen zu sehen. Am 20.05. war die Entwicklung der Pflanzen die sich frisch im ersten Beobachtungsfeld (I) angesiedelt hatten noch nicht nennenswert fortgeschritten.

Im Feld daneben (II), waren zu diesem Zeitpunkt auch erste keimende Pflanzen zu sehen. Eine genaue Bestimmung aller Keimlinge war in beiden Fällen noch nicht möglich. Von den Pflanzen, die sich durch die Deckschicht des dritten Feldes (III) gedrückt hatten, begann die Schafgarbe aufzublühen. Eine Woche später (20.05.), waren die Pflanzen in den ersten zwei Feldern (I,II) deutlich gewachsen. Dort, wo neben der Grasnarbe auch der Oberboden entfernt wurde (II), zeigte sich das stärkste Wachstum. Neben zwei Spitzwegerichen, waren aus drei Stellen Ackerwinden hervorgetreten. Diese zeigten bereits zwischen sechs und zehn Blätter. An der Stärksten war auch schon eine Blütenanlage erkennbar. Auf dem ersten Beobachtungsfeld (I) waren mehrere Disteln, eine kleine Schafgarbe, eine Kleeart und auch Ackerwinde vertreten. Die Ackerwinden in diesem Feld hatten vier bis sechs Blätter gebildet. Auch auf dem mit Löss-Sand-Gemisch bedeckten Feld (III) waren junge Pflanzen zu erkennen, unter anderem auch Ackerwinde. Hier war diese jedoch gerade erst über die Keimblätter hinaus gewachsen. In der darauf folgenden Beobachtung (26.05.)

waren alle frisch gekeimten Pflanzen deutlich in ihrer Entwicklung voran geschritten. An diesem Tag zeigte sich zwischen den Pflanzen der drei Versuchsfelder ein interessanter Unterschied. Dieser wurde vor allem in der Ackerwinde sichtbar. Im ersten Feld (I) hatten alle Pflanzen eine Tendenz zur Aufrichten, auch die einzelnen Triebe der Ackerwinde standen Senkrecht. Im Feld daneben (II) waren die Ackerwinden am Boden entlang gewachsen. Hier waren auch die Blätter des Spitzwegerich eher flach am Boden liegend. Auf der bedeckten Fläche (III) waren beide Tendenzen vertreten, bei den Ackerwinden sogar in jeder einzelnen Pflanze. Im Vergleich zur ersten Fläche (I) war das Wachstum in den beiden Anderen (II,III) üppiger, die Blätter zeigten ein dunkleres Grün und die Triebe erschienen fester. Die verschiedenen Tendenzen konnten am nächsten Beobachtungstermin (07.06.) nicht weiter verfolgt werden. In allen Flächen hatte sich das Wachstum deutlich in beide Richtungen ausgebildet. Bis zu diesem Zeitpunkt war der Boden in den drei Flächen stetig im Wandel. Mit jedem Regen kam es zu oberflächlichen Verschlämmungen. Im ersten Feld (I) wurden die meisten Krümel beim abtrocknen immer feiner. Einige erschienen jedoch fast unverändert. Es entstand zu keiner Zeit eine beständige Kruste. Im mittleren Feld (II) zeigte sich dort, wo die Oberfläche mit Krümeln bedeckt war ein ähnliches Bild. Wo keine Auflage vorhanden war entstanden Areale die immer wieder verkrusteten und rissig wurden. Über den gesamten Zeitraum war hier eine Zunahme der mit Krümeln bedeckten Fläche zu erkennen. Diese Entwicklung war jedoch sehr langsam. Die dritte, bedeckte Fläche (III) verkrustete immer am schnellsten. Bis zum Schluss gab es in diesem Feld keine sich entwickelnde Krümelaufgabe.

#### **4. Diskussion**

Die Entwicklung der Krümeldecke folgte in allen Versuchsflächen des ersten Experimentes, sowie im ersten Versuchsfeld (I) des Zweiten einem gemeinsamen Muster. Das Gefüge bestand nach dem Abheben der Grasnarbe immer aus einem inhomogenen Gemisch verschieden großer Krümel. Mit jedem Tag wurde dies gleichmäßiger. Durch die Witterung wurden vor allem die vorhandenen Krümel immer feiner. Hinzu kamen die durch Ameisen an die Oberfläche getragenen feinen Körner. Auch der Regenwurm Kot wurde Teil dieses Gemenges. Nach einiger Zeit bildete sich immer eine geschlossene Krümeldecke. Ab diesem Zeitpunkt konnte darunter eine Haut entstehen. Es gab vorher immer wieder einzeln sprießende Pflanzen aus den Altwurzeln, doch erst mit der geschlossenen Krümeldecke begannen neue Samen zu keimen. Die Pflanzen die dabei auftraten waren jeweils Standortspezifisch.

Die Grasnarbe ist ein lebendiges Organ der Erde. Sie besteht aus einem komplexen Zusammenspiel aus Bodenentwicklung, Pflanzen- und Tierleben. Die in der Einleitung angesprochene Verwüstung in den USA zeigt, dass eine ihrer zentralen Aufgaben der Schutz des Bodens vor Erosion ist. Dies konnte auch während der Beobachtungen immer wieder gesehen werden. Durch Regen wurde die freie Bodenoberfläche immer wieder verschlammmt. Nur dort wo das Leben einen Zugriff auf das Bodengefüge hatte, konnten diese teilweise wieder aufgelöst werden. Wo das Leben keinen Zugriff

mehr hatte, bildete sich meist eine feste undurchdringbare Kruste. Feinere Krümel die nicht Teil dieser Kruste wurden, gingen dann durch Winde oder weiteren Regen unwiederbringlich verloren. Wo solche Witterungsereignisse auf offen Boden in Hanglage treffen, stellt alleine schon der Regen eine große Gefahr dar. Die Grasnarbe scheint zudem Schutz zu bieten, vor dem Austrocknen des oberen Horizonts. Obwohl die Pflanzen für ihr Wachstum Wasser benötigen, war in den Trockenphasen, während des ersten Experiments, in der noch bewachsenen Fläche die Feuchtigkeit in den oberen Zentimetern des Bodens deutlich länger vorhanden. Mit dem Verlust von Wasser, geht immer auch ein Verlust von Lebenskraft einher.

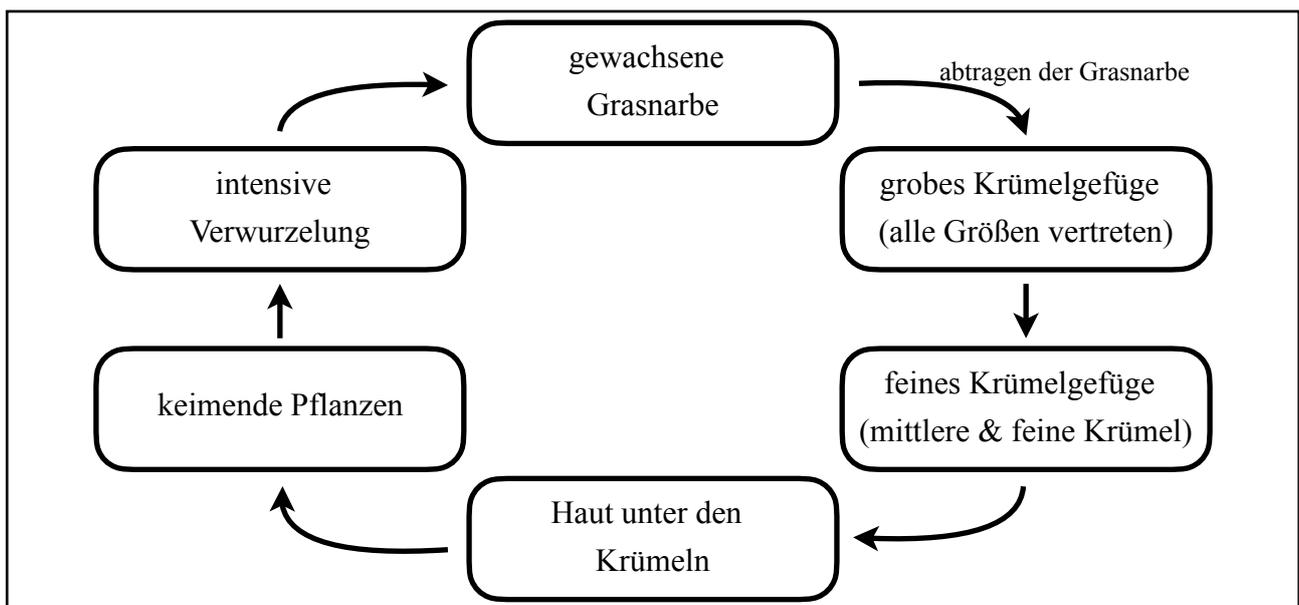
Bei den genauen Beobachtungen der lebendigen Grasnarbe im zweiten Experiment wurde erkennbar, dass ein gewisser Bezug besteht zwischen den Vernarbungsprozessen wie sie in der Medizin definiert sind und denen der Erde. Die Pflanzen zeigen in ihrer Entwicklung ein ständiges Werden und Vergehen. Neue Blätter und Stängel werden gebildet und zur gleichen Zeit sterben andere ab. Die abgestorbenen Pflanzenteile bilden dadurch eine faserreiche Schicht auf dem Boden. Von oben nach unten nimmt der Grad der Verrottung stetig zu. In diesem Prozess spielen die Witterungsverläufe eine zentrale Rolle. Das richtige Verhältnis zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit sowie die Temperatur sind dabei entscheidende Einflussfaktoren auf die Art der Rotte. Auch niedere Pflanzen wie Moose, scheinen einen großen Einfluss zu nehmen. Am Übergang zwischen Narbe und Boden beginnt dann das Bodenleben die Hauptrolle in der weiteren Verstoffwechslung zu übernehmen. Ein besonderes Augenmerk liegt in dieser Zeit auf der Aktivität von Ameisen und Regenwürmern. Ihre Gänge bringen Luft auf direktem Wege tief in den Boden. Ameisen nutzen das Pflanzenmaterial zum Ausbau ihrer Höhlen. Dabei bringen sie viel Material tief in die Erde, wo es in ihren Kammern abgelegt weiter verrottet. Daher sind sie ständig damit beschäftigt, mehr davon in ihren Bau zu tragen. Zudem bringen sie immer neue Erde von Unten mit. Die Krümel die dabei an die Oberfläche gelangen sind sehr klein und stabil. Sie tragen dort, wo die Pflanzendecke nicht mehr vorhanden ist, erheblich zum Aufbau einer schützenden Krümeldecke bei. Regenwürmer ziehen dagegen Stängel und Blätter in ihre Röhren. Dort lassen sie diese verpilzen um sie daraufhin zu verstoffwechseln. Das Produkt dieser Stoffwechselftigkeit, ihren Kot, legen sie in kleinen Haufen an der Oberfläche ab. Die Regenwurmhaufen weisen immer runde Flächen auf. Es war sehr interessant zu beobachten, dass im Laufe des Versuchs immer ein Unterschied erkennbar war, zwischen Krümeln die von Ameisen oder Regenwürmern stammen und jenen die durch mechanische Arbeiten oder Witterungseinflüsse entstanden sind.

Der vorher angesprochene Regenwurm Kot ist Ursache dafür, dass Regenwürmer in der Bodenentwicklung eine besondere Rolle einnehmen. Auch durch die moderne Wissenschaft ist bekannt, dass er zu großen Teilen Ton-Humus-Komplexe enthält. In beiden Experimenten war zu beobachten das dort wo die Regenwurmaktivität hoch war, auch der Pflanzenbewuchs deutlich schneller in seiner Entwicklung vorangeschritten ist. Die Verlebendigung des Bodens, hängt somit sehr stark von ihrem Aufkommen ab. Dies unterstreicht die Aussage Rudolf Steiners aus dem fünften Vortrag, in welcher er den Humus als besonderen Träger der Lebendigkeit bezeichnet.

Beim Abheben der Grasnarbe wurde ihre Bedeutung als Lebensraum sehr deutlich. Es war überraschend wie klar sie vom Boden getrennt ist und trotzdem fest mit ihm verbunden. Durch diese Trennung entsteht ein Schutzraum für viele Insekten und andere niedere Tiere, diese stellen ein wichtigen Teil in der Nahrungskette. Ihr Vorkommen in den Versuchsflächen war deutlich geringer als in der Umgebung. Aber auch einige höhere Lebewesen, wie zum Beispiel Mäuse, brauchen den Schutz den die Grasnarbe bietet um möglichst Gefahrlos ihren Bau zu verlassen und auf Nahrungssuche zu gehen.

Wie schon in der Einleitung beschrieben, bezeichnet Rudolf Steiner den Erdboden als Zwerchfell der Erde. Diese Aussage würde ich nach meinen Beobachtungen nicht als zutreffend bezeichnen. Vielmehr sehe ich in der Grasnarbe das Zwerchfell. Sie vermittelt zwischen der Atmosphäre und dem Erdreich und ist nach meinen Erkenntnissen treibende Kraft bei der Atmung der Erde.

Aus den gesammelten Beobachtungen habe ich folgendes Schaubild entwickelt, um den Prozess der Vernarbung der Erde einmal übersichtlich darzustellen. Es handelt sich hierbei nur um einen



Überblick, ohne den Anspruch diesen im Detail wiederzugeben.

Abb. 5 Der Vernarbungsprozess

## 5. Fazit

Der durchgeführte Versuch war im Hinblick auf die Fragestellung sehr erfolgreich. Die Entwickelte Methodik stellt in meinen Augen eine gute Grundlage für weitere Forschungen in dem behandelten Themengebiet dar. An einigen Stellen sehe ich jedoch Verbesserungsbedarf. Hier ist für mich vor allem bei der Standortauswahl wichtig, dass die Beobachtungen des zweiten Experimentes an einem Standort durchgeführt werden, der auch schon vorher beobachtet wurde. Dies würde eine bessere Vergleichbarkeit bedeuten. Auch wäre die Verwendung einer professionellen Sonde zur Messung der Bodentemperatur in unterschiedlichen Tiefen sehr interessant. Insgesamt finde ich es wichtig, dass ein jeder der anstrebt solche Untersuchungen zu machen, die Methodik weiter entwickelt.

Es kann zwar keine abschließende Antwort auf die Frage nach der Aufgabe der Grasnarbe im Naturganzes gegeben werden, doch sehe ich in den Experimenten erste Schritte dahingehend. Um ganz im Sinne goethescher Naturforschung zu arbeiten, sollten nun mit der entwickelten Methodik weitere Faktoren genau untersucht werden, um das Bild zu vervollständigen. Durch die Beobachtungen war es möglich erste Faktoren sehr klar zu erkennen und diese auch zu diskutieren. Die Hauptaufgabe der Grasnarbe ist es wohl die Lebendigkeit an einem Ort zu halten und zu mehren. Das sie nicht einfach nur der Bedeckung des Bodens dient, haben die Beobachtungen gezeigt. Für die landwirtschaftliche Praxis sind diese Erkenntnisse sehr interessant. Man findet häufig große unbewachsene Bodenflächen zwischen den Kulturpflanzen. Für die tägliche Arbeit soll diese Arbeit ein Anstoß sein, die Grasnarbe nicht mehr nur als Bewuchs zu betrachten und beim Begehen oder Befahren achtsamer zu sein. Die Schäden die durch einen falschen Umgang entstehen, bleiben lange Zeit sichtbar und stören die Lebensprozesse in größerem Ausmaß als durch das bloße Auge erkennbar ist. Für die Auswirkungen der Zerstörung der Grasnarbe gibt es schon genug historische Beispiele.

Am Anfang der Einleitung wurde Goethe, in Bezug auf die Beobachtungsgabe und Begriffsfindung zitiert. Er spricht dort von einer ruhigen Aufmerksamkeit und einer neutralen Haltung, die es braucht um einen Gegenstand zu erkennen und seine Idee zu durchdringen. Dies habe ich im Laufe meiner Arbeit sehr häufig feststellen können. Es war sehr schwierig ohne eine vorgefasste Idee in die Beobachtungen hinein zu gehen. Erst als dies geklappt hat, kam ich zu einem Verständnis der Prozesse die bei der Entstehung der Grasnarbe ablaufen. Für mich war das eine zentrale Erkenntnis meiner Arbeit an diesem Projekt.

## **6. Persönliches Resümee**

Zu Beginn dieses Resümees möchte ich noch einmal auf die Methodik blicken. Das Ziel, in Beziehung zu treten mit der Grasnarbe, konnte für mich auf jeden Fall erreicht werden. Durch die Experimente war es möglich intensive Einblicke in verschiedene Aspekte der Grasnarbe zu gewinnen. Die von Goethe geforderte Strenge in der Beobachtung konnte ich jedoch nur im ersten Experiment beweisen. Bei der zweiten Beobachtungsreihe waren einige Tage dabei, an denen ich entweder nur sehr kurze oder sogar keine Beschreibung notiert habe. Außerdem habe ich zum Ende hin den Standort auf dem Kieskopf nur noch sehr unregelmäßig besucht. Hier wäre es meines Erachtens auch interessanter gewesen, diese Beobachtungen zusätzlich an einem, schon im ersten Durchgang besuchten Standort, durchzuführen.

Ich konnte an der goetheschen Beobachtungsweise viel für mein tägliches Leben lernen. Ich habe mit großer Begeisterung studiert wie er seine Methoden entwickelt hat und welche Erkenntnisse er aus seinen Beobachtungen gezogen hat. Ich werde auch in Zukunft der Zielfrage weiter nachgehen und in der von mir entwickelten Weise weiter forschen. Ich denke das die Experimente so wie sie aufgebaut sind, sehr viele Möglichkeiten und Ansätze zur Forschung am Boden bieten.

## **7. Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich nun bedanken.

Ich bin sehr froh dieses Thema gewählt zu haben und durch meinen Mentor Alain einen Ansatz gefunden zu haben die Welt mit neuen Methoden zu entdecken. Alain hat meinen Prozess mit sehr viel Geduld und Ruhe begleitet und mir immer wieder mit Rat und Tat zur Seite gestanden. Im Winter hat er durch Buchempfehlungen und regelmäßigen Austausch das kennen lernen von Goethes Forschungsmethoden für mich sehr gut strukturiert. Er hat sich stets Zeit genommen, auf meine Fragen und Anregungen reagiert und bei der einen oder anderen Tasse Kaffee mit mir philosophiert. Auch hat er meinen Intellekt immer wieder gefordert und durch kleine Impulse meine Aufmerksamkeit auf die vielen Faktoren rund um die Bodenentwicklung gelenkt. Es hat viel zum Erfolg beigetragen das er selbst großes Interesse an dem Thema dieser Arbeit hatte und auch mal mit mir bei meinen Versuchsstandorten vorbei geschaut hat. Im Sommer hat er mir dann den Raum gegeben den ich brauchte um meine Arbeit zu verfassen. Er hat diesen Prozess mit sehr viel Fingerspitzengefühl begleitet und mich immer wieder aus der Verzweiflung geholt. Vielen Dank Alain für die wunderbare Zeit.

Auch möchte ich mich bei Dr. Ben Schmähe für die zur Verfügung gestellten Wetterdaten bedanken. Ich konnte damit meine eigenen Aufzeichnungen vervollständigen.

Insgesamt bin ich den Menschen hier am Hof sehr dankbar, dass ich meine Versuche ohne weiteres durchführen konnte und das sie in ihrer Arbeit so viel Rücksicht auf meine Experimente genommen haben.

## 8. Literaturverzeichnis

GOETHE, Johann Wolfgang v. (1792): Band 13 Naturwissenschaftliche Schriften I, 8. Auflage  
Hamburger Ausgabe von 1981

ANTWERPES, Frank/ MENZEL, René/ SCHMIDT, Esther (2020): Narbe, Abgerufen von  
<http://flexikon-mobile.doccheck.com/de/Narbe> am 14.07.2020

STEINER, Rudolf (1924): Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft,  
6. Auflage Rudolf Steiner Taschenbücher von 2016

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ (1998): Bodendefinition, Abgerufen  
von [http://www.soil.ch/cms/fileadmin/Medien/Was\\_ist\\_Boden/boden\\_definition98d.pdf](http://www.soil.ch/cms/fileadmin/Medien/Was_ist_Boden/boden_definition98d.pdf)  
am 16.08.2020

## 9. Anhang

### 9.1. Beobachtungsprotokolle (Vorlagen)

Die beiden verwendeten Protokollbögen befinden sich auf den nächsten Seiten.

### 9.2. Messwerte Bodentemperaturen

Tabelle 1: Auf dem Kirschberg

Beobachtungstage	17.03	19.03	21.03	23.03	25.03	27.03	30.03	01.04	03.04	06.04
Im Versuchsfeld (°C)	10,0	14,8	10,3	9,2	10,2	12,2	10,8	n.M.	n.M.	n.M.
Auf der Weide (°C)	9,8	11,2	10,0	7,7	6,6	8,4	8,0	n.M.	n.M.	n.M.

Tabelle 2: Im Hausgarten

Beobachtungstage	17.03	19.03	21.03	23.03	25.03	27.03	30.03	01.04	03.04	06.04
Im Versuchsfeld (°C)	12,6	13,2	9,3	6,7	6,4	9,8	8,0	8,1	8,7	11,9
Im Umfeld (°C)	11,2	11,4	9,8	7,3	6,5	8,8	7,8	8,8	8,2	9,6

Tabelle 3: An der Nidda

Beobachtungstage	17.03	19.03	21.03	23.03	25.03	27.03	30.03	01.04	03.04	06.04
Im Versuchsfeld (°C)	13,9	14,8	10,4	10,0	10,6	13,1	9,2	12,8	10,1	11,5
Auf der Weide (°C)	13,0	12,5	10,5	10,6	8,9	10,3	7,8	9,5	9,7	10,2