

- **Eierkarton + Wurzel (braunes Kompostmaterial) / Moos (grünes Kompostmaterial)**

Im Kompost geschieht genau das, was auch im Boden geschieht: Die grösseren Bodentiere, wie Würmer, Asseln und Schnecken, Springschwänze, Milben etc. zerlegen Pflanzenreste in kleinere Stücke und genau wie in unserem Darm, werden diese Teile dann von einer Vielzahl von Mikroorganismen wie Bakterien, Protozoen, Algen, Pilzen in die Nährstoffe zerlegt, die die Bausteine für alles Leben bilden. Sowieso, unsere Körper sind biologisch gesehen keine Individuen, nie allein, behaust-bewohnt von gut und gern bis zu 39 Tausend Milliarden Bakterien, Einzeller, Pilzarten, ohne Mikroskops nicht sichtbar, also mehr als die 8 Milliarden Menschen auf dem Planeten, machen ca. 2. Kg unseres Körpergewichts aus, organische und anorganische Natur wie die Erdboden-Welt unter unseren Füßen, wir in subtilen Beziehungen mit Anderem, Anderen, multiple Körper eingebettet in diverse Welten.

- **Petersilien-Topf und Bodenmikrofon und Kopfhörern:** un-sichtbare choreografien ist der Titel meiner künstlerischen Umsetzung zu den Bodenorganismen mit Installation, drei Videos mit voice-over, lebenden Organismen unter zwei Mikroskopen sichtbar, Workshop mit Bodenmikrofon und Performance. Hierfür habe ich bildlich gesprochen in der Erde gewühlt und in sie hineingehört. Die Arbeit könnte als ein Manifest für die Bodenorganismen gesehen werden, wenn denn ein Manifest ein Appell an die Zukunft und nach Veränderung und Umdenken ist. Die Arbeit will erzählend und physisch näherbringen, für das was unsichtbar auf und im Boden geschieht.

- **Ästchen/Ast mit Pilzkolonie:** Die Natur ist nicht als ein System von separierten und katalogisierten Lebewesen zu begreifen, sondern als System von Beziehung, von Prozessen, wo die flüssige, sich ständig ändernde Natur der Lebewesen und ihrer Umgebung eine wichtige Rolle spielt, wie das Netzwerk eines Myzels. Alle — Mikroorganismen, Pilze, Pflanzen, Tiere, Menschen — sind in koevolutionäre Prozesse eingebunden und in gegenseitige Abhängigkeiten verstrickt. Aus Darwin's Sicht waren gerade die kleinsten und scheinbar unbedeutendsten Lebewesen der Schlüssel zu den spektakulärsten Vorgängen in der Natur. Und Leonardo Da Vinci meinte: Wir wissen mehr über die Bewegung der Himmelskörper als über den Boden unter unseren Füßen.

• **Pipette / Lupen / Plastikreagenztube / Samplegefäß:** Wir wissen noch wenig im Angesicht der Grösse und Komplexität dieser Welt unter unseren Füßen. Bis vor wenigen Jahrzehnten haben sich nur wenige engagierte Wissenschaftler:innen mit den Bodenorganismen beschäftigt. Die Bodenzologie entwickelte sich lange Zeit ohne näheren Kontakt mit der Bodenkunde; erst nach dem zweiten Weltkrieg kam es zu einer stärkeren Integrierung der bodenzologischen Forschungen in den engeren Bereich der Bodenkunde. Dem Boden angenähert und kundig gemacht habe ich mich Dank Jill Scott (mit ihr leite ich unserer Workshops zu Wasser und Boden und organisieren zusammen Ausstellung zu Umwelt und Gesellschaft). Durch sind Kontakte zu Wissenschaftler:innen der ETH und zum WSL möglich Ruben Ketzschmar, Prof. ETH und Aline Frossard und Irene Cordero zusammen-gearbeitet. Sie haben mich nicht nur mit Fachliteratur versorgt (u.a. mit dem European Atlas on Soil Biodiversity und der Introduction to Soil Biology). Ebenso wichtig ist der direkte Austausch mit Irene Cordero und Aline Frossard von der WSL und die Möglichkeit, bei der Entnahme von Bodenproben und der nachfolgenden Extrahierung im Labor dabei sein zu können. Die Wissenschaftler:innen der WSL untersuchen z.B. den Einfluss von ökologischen und menschengemachten Faktoren auf die biologische Vielfalt der Arten und Lebensräume sowie ihrer Wechselwirkungen sowie die Ökologie von Lebensgemeinschaften (d.h. die Verbreitung und Beziehungen zwischen verschiedenen Gruppen von Lebewesen, den Produzenten, Konsumenten, Detruienten) ihre Nahrungsnetze im Ökosystemen. Sie tun das in Feldeinsätzen in realen Ökosystemen mit experimentellen Einrichtungen im Feld, erheben feldbasierte Daten, die sie molekulargenetischen und mit eDNA-analysieren.

1_Bodenaufbau nach Aline Frossard's Introduction to Soil Biology

- . O_Streuschicht mit 'Abfall von Blättern, toten Wurzeln, Tieren etc.
- . A_Oberboden oder ca. 30 cm Humus und mineralisch
- . B_mineralischer Unterboden (bis ca. 2 m)
- . C_Gesteinsschicht

In einem Kubikmillimeter Bodenerde würden Tausend unterschiedlich spezialisierte Arten, Millionen von Fadenwürmern, Rädertierchen, Bärtierchen, Tausende Milliarden Bakterien, Protozoen, Pilze leben und miteinander interagieren, in einem Labyrinth-System aus Poren könnten einzelne Mikroorganismen sich nur auf bestimmten Wegen bewegen, so könne es eben sein, dass zwei Bakterien in diesem kleinen Raum zusammenleben, aber einander niemals treffen und somit auch keine Enzyme austauschen.(Enzym oder Ferment: besteht aus Großmolekülen besteht und kann als Katalysator bestimmte chemische Reaktionen beschleunigen). Der Boden ist ein Raum mit Strukturen.

2_Bodenaggregat ist die natürliche Aneinanderlagerung und Verbindung einzelner Bodenpartikel zu Körpern unterschiedlicher Form und Größe und Stabilität, Bodenpartikel sind Mikrohabitat für Organismen, sie bestehen aus Gestein, Kieselsteine, Luft, Wasser, Bakterien, Fadenpilze, Protozoen, Nematoden. Die Erdpartikel sind luftgefüllte Poren mit Wasserfilmen an den Wänden durchzogen, im dem sich Nematoden, also aquatische Wesen bewegen, weshalb wichtig ist, dass Wasser in den Boden dringen kann. Um die Partikel bewegt sich die Mesofauna wie Collembolen, Milben etc. Der Regenwurm ist einer der Schlüsselspezies, er belüftet das Erdreich, ohne sie würde es sich verdichten, wichtig für das Erdaggregat, die Bodenstruktur.

12) **Mikrofauna: Nematode:** Vielzelliger schlanker Fadenwurm mit allen notwendigen Organen, von blossen Auge nicht sichtbar, ca. 0,1 mm und etwas mehr, ist ein aquatisches Wesen, schlängelt sich in den Wasserfilmen der Erdpartikel, hat nur Längsmuskulatur, weshalb sie sich, um die Richtung zu ändern, ihren Körper um fast 360° drehen/winden und sich in die andere Richtung zurückschleudern. Nematoden die am häufigsten vorkommenden mehrzelligen Organismen auf der Erde, überleben in den rauesten Umgebungen, in der Antarktis, in heissen vulkanischen Quellen und in der Wüste. Sind in jeder Stufe der Nahrungskette vertreten, sind Bakterien-, Pilz, und Allesfresser, Pflanzenparasit und Raubtier, ja sie jagen andere Nematoden. Sind schwierig auf Artenebene zu identifizieren, jedoch können ihre verschiedenen Ernährungsgruppen anhand der Form und Grösse der Mundwerkzeuge unterschieden werden, z.B. ein Stachel bei den Pflanzenfressern, ein grosser Hohlzahn bei den Allesfressern. In der WSL wird für die Extraktion der Nematoden der Baerman-Trichter verwendet. Heerscharen von Forschern arbeiten mit der winzigen unscheinbaren Nematode *Caenorhabditis elegans*. Weil er so leicht zu halten ist und nur aus vergleichsweise wenigen individuell bekannten Zellen bestehe, scheine er ein idealer Modellorganismus für Zellbiologen, Neurowissenschaftler und Evolutionsforscher zu sein. Nematoden bestelle ich im Frühjahr bei der Gärtnerei, gegen Dickmaulrüssler, sie sondern im deren Innerem der Larven Bakterien ab und vermehren sich, die Larven sterben dann in wenigen Tagen ab.

13) **Mikrofauna: Tardigrade oder Bärtierchen:** Bodenorganismen wie das Bärtierchen und auch der Regenwurm werden ins Rampenlicht gezerrt. Zurzeit ist der Star unter der Mikrofauna, das weniger als 1 mm grosse Bärtierchen, kann nicht von Auge gesehen werden. Apokalypse und selbst die katastrophalsten astrophysikalischen Ereignisse können die zähen Tiere nicht auslöschen, es wurde bereits 1773 entdeckt, das wirbellose Wassertierchen oder Moos-Schweinchen lebt gerne in Moospolstern, ähnelt einem Staubsaugerbeutel mit 8 Beinen, ist Überlebenskünstler:in par excellence, das Geheimnis liege in seiner DNA, es sei mit nichts auf der Erde verwandt, besässe das damage pressor protein, können im Eiswasser bis minus 273°, in kochendem Wasser, im Vakuum des Weltalls, in radioaktiver Strahlung überleben, können sich zu einer Tönche zuziehen und sich in einen todesähnlichen Zustand der Kryptobiose versetzen, bis zu 30 Jahre lang ohne Wasser und Nahrung überleben und wieder lebendig werden. Bärtierchen würden seit 1000 Millionen Jahren existieren, beim Paaren würde das Männchen sich um den Kopf des Weibchens kralen, dann das Weibchen einen Mantel mit Eiern ausziehen, es gibt zwittrige Bärtierchen, sie befruchten sich selber. Sie sind nicht die einzigen mit aussergewöhnlichen Überlebensstrategien

18) **Mesofauna:** Sie alle sind Arthropoden (Gliederfüsser) und gehören zur Ordnung der Hexapoden (Sechsfüsser). Wobei die **Collembolaen, Springschwänze** die am meisten vorkommenden Hexapoden sind. Was sie auszeichnet: erstaunliche Anpassungsfähigkeit, sind deshalb in jedem terrestrischen Ökosystem auf der Erde zu finden, vertragen bis minus 20°, können sich auf Schnee und Gletschern bewegen, werden starr vor Kälte, weil sie Zucker und Proteine absondern können, die wie Frostschutzmittel wirken, ihr Leben dauert bis zu einem Jahr, bis zur Geschlechtsreife häuten sie sich mehrmals (manche bis zu 40x), sie fressen ihre alten Hüllen auf und das darin enthaltene Protein, sind überbordend reproduktionsfähig, ihre äussere Erscheinung ist vielfältig: von länglich schlank bis kugelig wie eine Erbse. In der oberen Bodenumgebung, also auf dem Boden sind sie deutlich pigmentiert, das Aussergewöhnliche an ihnen ist, sie sind schön anzusehen und auch unverzichtbar. Sie haben eine Sprunggabel (Furka), Reaktionszeit schneller als ein Wimpernschlag, Weltmeister im Sich-Wegkatapultieren, bis zu 150 m, auf Menschen übertragen sicher über den Prime Tower in Zürich, Landung kann unsanft und gefährlich ausfallen, können Antennen am Kopf, die mit Chemorezeptoren ausgestattet sind, verlieren.

Nematoden und Collembolen sind die Beschleuniger des Zersetzungsprozesses, sie bereiten die Nahrung für die Bakterien und die anderen Mikroorganismen vor. Zudem sorgen sie zusammen mit den Milben für das Gleichgewicht unter den Bodenorganismen, sie sind die Boden-Regulatoren.

27) **Makrofauna: Regenwürmer** sind Hermaphroditen und befruchten bei der Paarung gegenseitig ihre Eier. Baumeister des Bodens, Geoaktivist und Erdgestalter, sind sie, sie verschlingen und verdauen riechend und grabend Erde. Darwin nannte sie Pflug der Natur, seine erfolgreiche Publikation: *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with the Observation of their Habitus*. Aristoteles nannte sie Eingeweide der Erde. Das Wort Regenwurm kommt nicht vom Regen, hätte sich im 17. Jh. vom Begriff «reger Wurm» entwickelt. Noch im 18. Jh. sei der Wurm in einem Universallexikon der Agrarwissenschaft als lästiger Schädling beschrieben worden, der auszurotten sei. Als Streuschichtbewohner — epigäisch, sind sie rot oder rotbraun gefärbt. Die Flachgräber – endogäisch, graben im Boden bis zu dreissig Zentimetern Tiefe, kriechen, auch horizontal, sind eher blass, rosa, grünlich blaugrau gefärbt. Die Tiefgräber, die Vertikalbohrer, bohren sich bis zu drei Meter tief ins Erdreich, kommen in der Nacht an die Oberfläche um Pflanzenmaterial in ihre Röhren zu ziehen, sie sind rot-braun, mit dunklem Kopf und hellem Schwanz, die Wurmhäufchen auf der Oberfläche deuten auf sie hin. In Böden mit Pestizid gibt's weniger Würmer: Würmer können sich anpassen und selber entgiften, brauchen aber hierfür viel Energie. Ein durchschnittlicher Boden enthält 4x mehr Würmer als einer mit Pestizid bewirtschafteter, ein ökologisch bewirtschafteter bis zu 150x mehr. Samen können durch ihre Gänge in die Tiefe gelangen, werden dort von den Würmern aufgenommen und an der Oberfläche im Regenwurm Kot wieder hinterlassen, aus dem Samen kann eine Pflanze wachsen. Ohne Würmer verhungern die Vogelkücken. Gemeinsamer Vorfahre hat vor 290 Mio Jahren gelebt, in der Antarktis keine Regenwürmer.

Ekel wovor sich Menschen unabhängig von Nationalität und kultureller Prägung ekelten. Neben vielen kulturellen Besonderheiten und regionalen Empfindlichkeiten stiessen Forscher:innen offensichtlich auf einen harten Kern von Dingen, die Menschen weltweit abtossend fanden. Dazu gehörten (in keiner besonderen Reihenfolge) Ausscheidungen, Körperteile (Wunden, Leichen, Fussnägel usw.) faulende Lebensmittel, kranke Menschen und interessanterweise Würmer. Ursächlich auf die Genetik oder Evolution zurückzuführen, nämlich sich von bestimmten schädlichen Spezies fernzuhalten, in diesem Fall von menschlichen Darmparasiten wie dem Bandwurm. Ekel daher in unserem Hirn verankert, obwohl die meisten Würmer harmlos sind. Wegen Schiere Not und dann kulturell bedingtem Essen von Würmern sind mit der Zeit wichtige langlebige kulturelle Muster des evolutionären Verhaltens überschrieben worden (Würmer eine Delikatesse und werden medizinisch eingesetzt: z.B. in China als traditionelles Mittel gegen Krämpfe und Asthma).

25) Ausstellung Doro Haufen und Perf, Kühlbox: Wir, die wir Abfall produzieren, ihn aber nicht selber physisch zersetzen und verwerten können, wie die da unten, in diesem viel grösseren Ort als Mensch-Spezie je geschaffen hat. Wo es keinen Abfall gibt, die da unten, die die Hauptrolle spielen im entscheidenden Kampf um aller Fortbestand, Brutstätte und Grab organischen Lebens sind, wo geochemische Prozesse stattfinden, wo sich biologische Grenzen auflösen, wo Körper und anorganische Materie aufeinandertreffen, ihre Eigenschaften austauschen, wo Koevolution die Revolution ist, beim sich gegenseitigen Ernähren, beim Zerfallen, Zerstören und Regenerieren, wo Tod-Absterben Grundlage des Lebens sind.

Nun, wenn die da unten streiken würden, dann würden wir von abgestorbenen Blättern und organischem Material zugedeckt. Sie sind die riesige Recyclingmaschine, sind Dünger und produzieren auch CO₂ für die Photosynthese. Ohne ihre Verdauung kein Bodenhumus, ohne sie kein globaler Kohlenstoffkreislauf, ohne sie kein Pflanzen. Die Erdboden-Welt ist ein unschätzbarer Wert. Sie strotzt vor Vitalität. Bodenorganismen wollen möglichst wenig gestört werden, also nicht umgraben, sie lieben grelles Licht und sensible Erschütterungen nicht.

Das Menschen-Schiff wendet nur langsam, viel zu langsam was die Herausforderung in Bezug auf Klima, Ressourcen, Verteilung auf dem Planeten betreffen. Es braucht die langsame, mühsame Arbeit, eine Politik, viele Politiken zu entwickeln, die neuen Realitäten gerecht wird.

Die Einführung von Programmen zur Überwachung der Bodenbiodiversität ist sowohl durch den zunehmenden Druck auf die Bodenbiodiversität als auch durch den derzeit begrenzten Wissensstand motiviert. Die Hauptfaktoren, die sich auf die Bodenbiodiversität auswirken, sind die Übernutzung oder Veränderungen des klimatischen und hydrologischen Regimes, Veränderungen in der Landnutzung und die Konkurrenz durch invasive Arten. Darüber hinaus kann jede Verschlechterung des Bodens, wie Bodenerosion oder -verdichtung, Bodenverunreinigung und Abnahme der organischen Substanz im Boden, zu einem Verlust der Biodiversität führen.

Grundsätzlich sind bei der Betrachtung der Bodenbiodiversität alle Bodenorganismen und die von ihnen ausgeübten biologischen Funktionen für den Boden relevant.