



# Chemische Analyse des Komposts in einem Feldlabor

Dr. Jacques G. Fuchs, FiBL, CH-Frick, 23.01.2025

## 1. Benötigte Ausrüstung: Instrumente

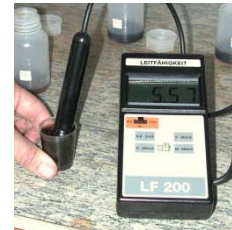
- **Schüttler** (zur Durchführung von Kompostextraktionen), Hin- und Her-Modus
  - z. B.: orbitaler Multiplattformschüttler, PSU-20i, mit Universalplattform, mit verstellbaren Stäben und zwei Befestigungsebenen, 345×430 mm [www.vwr.com](http://www.vwr.com))
  - Möglichkeit, einen eigenen Schüttler zu bauen (Rotationsschüttler)
  
- **Backofen** mit Luftumwälzung
  - um den Kompost 24 Stunden lang bei 105°C zu trocknen
  
- **Trichterhalter** : Eigenkonstruktion
  
- **Präzisionswaage** (Wägebereich 1000 g, Ablesegenauigkeit 0,01 g)
  
- **RQflex-Reflektometer** (zur Messung von NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> und NO<sub>3</sub>) ([www.vwr.com](http://www.vwr.com), Artikel-Nr.: 1.16970.0001)



- **pH-Meter**



- **Leitfähigkeitsmessgerät**  
(um den Salzgehalt des Komposts zu messen)



## 2. Benötigte Ausrüstung: Glaswaren

- **Aluminiumschalen**, um die Trockensubstanz zu bestimmen
  - 10 Schalen à 500 ml



- **1-l-Kunststoffflaschen mit großer Öffnung**, 1000 ml, mit Schraubverschluss
  - 12 Flaschen (ermöglicht die parallele Extraktion von 6 Komposten) (mit zwei Extraktionsmedien)



- **250-ml-Plastikflaschen mit großer Öffnung**, 250 ml, mit Schraubverschluss
  - 12 Flaschen (um die gefilterten Extrakte zu sammeln 6 Komposte parallel) (mit zwei Extraktionsmedien)



- **Trichter** (Durchmesser 120 mm)
  - 12 Trichter (ermöglicht die parallele Filtration von 6 Komposten) (mit zwei Extraktionsmedien)



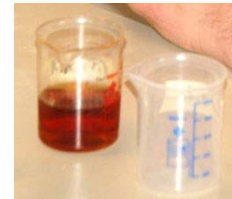
- **Pulvertrichter** (Durchmesser 150 mm)
  - 1 Trichter (um den Kompost in die Extraktionsflaschen zu füllen)



- **Messzylinder**, hoch, aus PP, transparent
  - 1 Zylinder mit 1'000 ml
  - 1 Zylinder mit 500 ml
  - 1 Zylinder mit 100 ml



- **Griffin-Becher**, aus PP, durchsichtig
  - 10 Bechergläser à 100 ml, um die Extrakte ggf. zu verdünnen



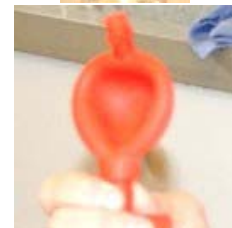
- **Spritzflaschen**, 500 ml, aus PP, transparent
  - 2 Spritzflaschen à 500 ml



- **Messpipetten**, aus PP oder Glas
  - 10 Pipetten zu je 20 ml
  - 10 Pipetten von 2 ml



- **Pipettierball für Pipetten**
  - 1 Pipettierball



### 3. Benötigte Ausrüstung: Verbrauchsmaterial

- **Leitfähigkeitsstandard**, 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , zum Kalibrieren des Leitfähigkeitsmessers
- **pH-Pufferlösungen**, zum Kalibrieren des pH-Meters
  - pH-Wert 7,00
  - pH-Wert 10,01
- **Filterpapier**, Typ: MN 619 eh1/4, Durchmesser 240 mm
- **Demineralisiertes oder destilliertes Wasser**
- **Calciumchlorid-Dihydrat**,  $\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$  (500 g)
- **RQ-flex Teststreifen für Reflectoquant®** ([www.vwr.com](http://www.vwr.com))
  - Ammonium:  $\text{NH}_4$  0.2-7 ppm ([www.vwr.com](http://www.vwr.com), Artikelnummer 1.16892.0001)
  - Nitrit:  $\text{NO}_2$  0.5-25 ppm ([www.vwr.com](http://www.vwr.com), Artikelnummer 1.16973.0001)
  - Nitrat:  $\text{NO}_3$  5-225 ppm ([www.vwr.com](http://www.vwr.com), Artikelnummer 1.16971.0001)

## 4. Bestimmung der Trockensubstanz (TS) von Kompost

### Vorbemerkung

Um den Salzgehalt und den Gehalt an mineralischem Stickstoff richtig vergleichen zu können, ist es hilfreich, sie auf das Trockengewicht der Produkte zu beziehen. Dazu muss zuvor der Trockenmassegehalt des Komposts bestimmt werden. TS=Trockensubstanz.

### 4.1. Bestimme das Taragewicht der Aluminiumschale.

- Wiege die leere Aluminiumschale.
- T= Tara



### 4.2. Wiegen von frischem Kompost

- Geben Sie etwa 200 g Kompost in die Schale und messen Sie das Gewicht (inklusive Gewicht der Schale).
- FS<sub>m</sub>: Frischgewicht



### 4.3. Trocknen des Komposts

- Trockne den Kompost im Trockenschrank für ca. 24 Stunden bei 105°C (bis er ein konstantes Gewicht hat).



### 4.4. Wiegen des trockenen Komposts

- Wiegen Sie den trockenen Kompost einschließlich des Gewichts der Schale.
- TS<sub>m</sub>: Trockengewicht



### 4.5. Ergebnis

- $TS [\% FG] = (TS_m - T) / (FS_m - T) * 100$



## 5. Herstellung des wässrigen Extrakts, des CaCl<sub>2</sub>-Extrakts und Messung des pH-Werts

### Vorbemerkung

Der pH-Wert wird im Extrakt aus CaCl<sub>2</sub> 0,01M (10:1) vor der Filtration gemessen. Der Gehalt an Ammonium, Nitrit und Nitrat wird in diesem Extrakt nach der Filtration der Extrakte analysiert. Der Salzgehalt wird H<sub>2</sub>O-Extrakt nach dessen Filtration analysiert. Die Extrakte sollten sofort analysiert werden. Im schlimmsten Fall können sie einen Tag lang im Kühlschrank (4°C) oder im Gefrierschrank aufbewahrt werden.

### 5.1. Auszug H<sub>2</sub>O

- Fülle 500 ml entmineralisiertes oder destilliertes Wasser in eine 1-Liter-Extraktionsflasche (mit dem Messzylinder).
- Wiege etwa 50 g Kompost ab. Notieren Sie das genaue Gewicht im Laborprotokoll.
- Geben Sie den Kompost in die Extraktionsflasche.
- VerschlieÙe die Flasche luftdicht und stelle sie auf den Schüttler. Schütteln Sie 60 Minuten lang.

### 5.2. CaCl<sub>2</sub>-Extrakt 0.01 M

- Mische 1,47 g CaCl<sub>2</sub> x 2 H<sub>2</sub>O pro Liter entmineralisiertes oder destilliertes Wasser (= CaCl<sub>2</sub>-Extraktionsmedium).
- Fülle 500 ml CaCl<sub>2</sub>-Extraktionsmedium in eine 1-Liter-Extraktionsflasche (mit Messzylinder).
- Wiege etwa 50 g Kompost ab. Notieren Sie das genaue Gewicht im Laborprotokoll.
- Geben Sie den Kompost in die Extraktionsflasche.
- VerschlieÙe die Flasche luftdicht und stelle sie auf den Schüttler. Schütteln Sie 60 Minuten lang.

### 5.3. Bereite die Filter und Trichter vor, während die Flaschen am schüttern sind.

### 5.4. pH-Messung

- Messen Sie den pH-Wert, indem Sie die Elektrode des pH-Meters direkt in CaCl<sub>2</sub>-Extrakt tauchen (vor dem Filtern). Warte, bis der Wert stabil ist, und zeichne ihn auf.

### 5.5. Filtration

- Gießen Sie die Extrakte vorsichtig in den Filter. Das Filtern kann ziemlich lange dauern (1-2 Stunden). Geben Sie regelmäßig Extrakt in den Filter.



## 6. Messung des Salzgehalts, des NH<sub>4</sub>-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>3</sub>-Gehalts von Kompost

### Vorbemerkung

Diese Analysen werden mit den gefilterten Kompostextrakten oder mit Verdünnungen dieser Extrakte durchgeführt. Die Extrakte sollten sofort analysiert werden. Bei Bedarf können sie ein oder zwei Tage im Kühlschrank (bei 4 °C) oder länger im Gefrierschrank aufbewahrt werden.

### 6.1. Messung des Salzgehalts

- Tauche die Elektrode des Leitfähigkeitsmessgeräts in den H<sub>2</sub>O-Extrakt und notiere den Wert.
- Der gemessene Wert ist in mS/cm des Extrakts (=EC) angegeben. Er muss mit der folgenden Formel in KCl<sub>eq</sub>/kg TS umgerechnet werden:



$$\text{Salzgehalt (in KCl}_{eq}\text{/kg TS)} = \text{EC (in mS/cm)}/\text{TS (in \% FS)} \times 583,4$$

### 6.2. Messung des NH<sub>4</sub>-, NO<sub>2</sub>- und NO<sub>3</sub>-Gehalts mit dem RQ-flex

- Ein Kalibrierungsstreifen wird mit jeder Packung Teststreifen mitgeliefert. Kalibrieren Sie das RQ-flex mit diesem Teststreifen (siehe auch die Gebrauchsanweisung für das RQ-flex). Diese Kalibrierung muss für jeden Test und für jede neue einzeln durchgeführt werden.



#### 6.2.1. Verdünnung von Kompost-Extrakten

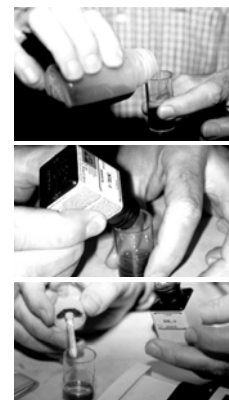
- Ein zu dunkler Extrakt kann die Messungen stören. In diesem Fall, oder wenn der Nährstoffgehalt zu hoch ist (der RQ-flex zeigt das Ergebnis "hi" an), sollte der Extrakt mit entmineralisiertem oder destilliertem Wasser verdünnt werden (mit Hilfe der Messpipetten).
- 5-fache Verdünnung: 1 Teil Extrakt+ 4 Teile Wasser.
- 10-fache Verdünnung: 1 Teil Extrakt+ 9 Teile Wasser.

#### 6.2.2. Bestimmung des Ammoniumgehalts (NH<sub>4</sub>-N)

- Fülle das Testglas (im Lieferumfang des NH<sub>4</sub>-Tests enthalten) bis zum ersten Strich mit dem 0,01M CaCl<sub>2</sub>-Extrakt.

Gib 10 Tropfen des NH<sub>4</sub>-1-Reagenz in das Testglas und mische es unter leichtem Schütteln. Achtung: Eine sehr aggressive Chemikalie, die nicht mit der Haut in Berührung kommen darf.

- Gib einen gestrichenen blauen Messlöffel des NH<sub>4</sub>-2-Reagenz in das Testglas und mische es unter leichtem Schütteln, bis sich das Reagenz aufgelöst hat.



- Wählen Sie den NH<sub>4</sub>-Test auf dem RQ-flex aus. Überprüfen Sie, ob der Code des RQ-flex-Tests mit dem Kalibrierungsband übereinstimmt. Drücken Sie die Taste "Start". Die Dauer des Tests wird angezeigt. Tauchen Sie den Teststreifen in den Extrakt ein und drücken Sie gleichzeitig ein zweites Mal auf die Taste "Start". Die Testdauer wird heruntergezählt.
- Etwa 30 Sekunden vor Ablauf der Testzeit den Teststreifen gut abtropfen lassen und in die Messzelle einführen (siehe auch RQ-flex Gebrauchsanweisung). Lesen Sie das Ergebnis ab. Tragen Sie das Ergebnis sowie die Verdünnung des Extrakts in das Laborjournal ein.
- Der vom RQ-flex angegebene Wert ist in ppm NH<sub>4</sub>-N Extrakt. Um diesen Wert in die Menge an NH<sub>4</sub>-N pro kg TS Kompost umzurechnen, verwendet man folgende Formel:
  - Bei= ppm NH<sub>4</sub> Extrakt
  - B= Gewicht des extrahierten Komposts (in g/500 ml)
  - C = Verdünnungsfaktor
  - D= TS des Komposts (in % FS)



$$\underline{\text{mg NH}_4\text{-N / kg TS} = \text{A: B} \times \text{C: D} \times 50000: 1.2879}$$

### 6.2.3. Bestimmung des Nitritgehalts (NO<sub>2</sub>-N)

- Wählen Sie den NO<sub>2</sub>-Test auf dem RQ-flex aus. Überprüfen Sie, ob der Code auf dem RQ-flex-Test mit dem Kalibrierungsband übereinstimmt. Drücken Sie die Taste "Start". Die Dauer des Tests wird angezeigt. Tauchen Sie den Teststreifen in den Extrakt ein und drücken Sie gleichzeitig ein zweites Mal auf die Taste "Start". Die Testdauer wird heruntergezählt.
- Nach etwa 2 Sekunden den Teststreifen gut abtropfen lassen und in die Messzelle einführen (siehe auch RQ-flex Gebrauchsanweisung). Lesen Sie das Ergebnis ab. Das Ergebnis sowie die Verdünnung des Extrakts im Laborjournal festhalten.
- Der vom RQ-flex angegebene Wert ist in ppm NO<sub>2</sub>-N Extrakt. Um diesen Wert in die Menge NO<sub>2</sub>-N pro kg TS Kompost umzurechnen, verwendet man folgende Formel:
  - A= ppm NO<sub>2</sub> Extrakt
  - B= Gewicht des extrahierten Komposts (in g/500 ml)
  - C = Verdünnungsfaktor
  - D= TS des Komposts (in % FS)



$$\underline{\text{mg NO}_2\text{-N / kg TS} = \text{A: B} \times \text{C: D} \times 50000: 3.2844}$$

### 6.2.3. Bestimmung des Nitratgehalts (NO<sub>3</sub>-N)

- Ein Nitritgehalt > 0,5 ppm stört die Nitratmessung. Verdünne den Extrakt ggf. so, dass der NO<sub>2</sub>-Gehalt unter diesem Grenzwert liegt.
- Wählen Sie den NO<sub>3</sub>-Test auf dem RQ-flex aus. Überprüfen Sie, ob der Code auf dem RQ-flex-Test mit dem Kalibrierungsband übereinstimmt. Drücken Sie die Taste "Start". Die Dauer des Tests wird angezeigt. Tauchen Sie den Teststreifen in den Extrakt ein und drücken Sie gleichzeitig ein zweites Mal auf die Taste "Start". Die Testdauer wird heruntergezählt.
- Nach etwa 30 Sekunden den Teststreifen gut abtropfen lassen und in die Messzelle einführen (siehe auch RQ-flex Gebrauchsanweisung). Lesen Sie das Ergebnis ab. Das Ergebnis sowie die Verdünnung des Extrakts im Laborjournal festhalten.
- Der vom RQ-flex angegebene Wert ist in ppm NO<sub>3</sub>-N Extrakt. Um diesen Wert in die Menge NO<sub>3</sub>-N pro kg TS Kompost umzurechnen, verwendet man folgende Formel
  - A= ppm NO<sub>3</sub> Extrakt
  - B= Gewicht des extrahierten Komposts (in g/500 ml)
  - C = Verdünnungsfaktor
  - D= TS des Komposts (in % FS)

$$\underline{\text{mg NO}_3\text{-N / kg TS} = \text{A} : \text{B} \times \text{C} : \text{D} \times 50000 : 4.4266}$$



## 7. Interpretation der Analysen von NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N

Vorhandensein der Form von N <sub>min</sub> <sup>1</sup>			Interpretation
NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	
-	-	-	Kein N verfügbar. Zu kohlenstoffreiche Mischung, oder das gesamte NH <sub>4</sub> -N ist aufgrund von Feuchtigkeitsmangel verloren gegangen. Wenn der Kompost reich an Kohlenstoff: Risiko der Immobilisierung von Stickstoff auf dem Feld im Feld. Empfehlung: N-reiches Material in die Mischung mischen (Gärreste, Gras, Hühnereinstreu usw.).
+++++	-	-	Junger Kompost (oder Gärgut). Die Nitrifikation hat noch nicht begonnen Empfehlung: Halten Sie die Mischung ausreichend feucht, um NH <sub>4</sub> -N-Verluste zu vermeiden und die Nitrifikation zu ermöglichen.
+++++	++	+ / ++	Beginn des Nitrifikationsprozesses. Empfehlungen: Halten Sie den ausreichend feuchte Mischung, um NH <sub>4</sub> -N-Verluste zu vermeiden; sicherstellen, dass die Mischung ständig ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird.
+	+++	++ / +++	Der Nitrifikationsprozess schreitet voran. Empfehlung: Achten Sie darauf, dass die Mischung ständig mit ausreichend Sauerstoff versorgt wird.
-	-	++ / +++	Der Nitrifikationsprozess ist abgeschlossen. Empfehlung: Achten Sie darauf, dass die Sauerstoffzufuhr in der Mischung konstant ausreichend ist. Der Kompost ist reif und kann verwendet werden
-	+++++	++	Problem durch Sauerstoffmangel. Empfehlung: Verbessern Sie die Belüftung des Kompostes.

<sup>1</sup> -: keine (< 10 mg N / kg TS); +: geringe Menge (10-50 mg N / kg TS); ++: mittlere Menge (50-200 mg N / kg TS); +++: hohe Menge (> 200 mg N / kg TS).  
Quelle: Van der Wurff, A.W.G., Fuchs, J.G., Raviv, M., Termorshuizen, A.J. (Editors) 2016. Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture. BioGreenhouse COST Action FA 1105, www.biogreenhouse.org, 106 pp.

