

## Bewässerungsdüngung/Fertigation - EC-kontrolliert und -geregelt

### 1. Einleitung

Düngung und Bewässerung können in der intensiven Produktion im Gartenbau nicht mehr voneinander getrennt werden. Der grüne Daumen allein reicht für die bedarfsoptimierte Wasser- und Düngergabe nicht mehr aus. Mit Schnelltestmethoden kann, über die übliche Substratprobe hinaus, jederzeit während des Kulturverlaufes das Ernährungsniveau ermittelt werden.

Mit der Messung der elektrischen Leitfähigkeit ist es möglich, sowohl mit Handmessgeräten Salzgehalte zu ermitteln, als auch die Düngerdosierung zu kontrollieren und zu regeln.

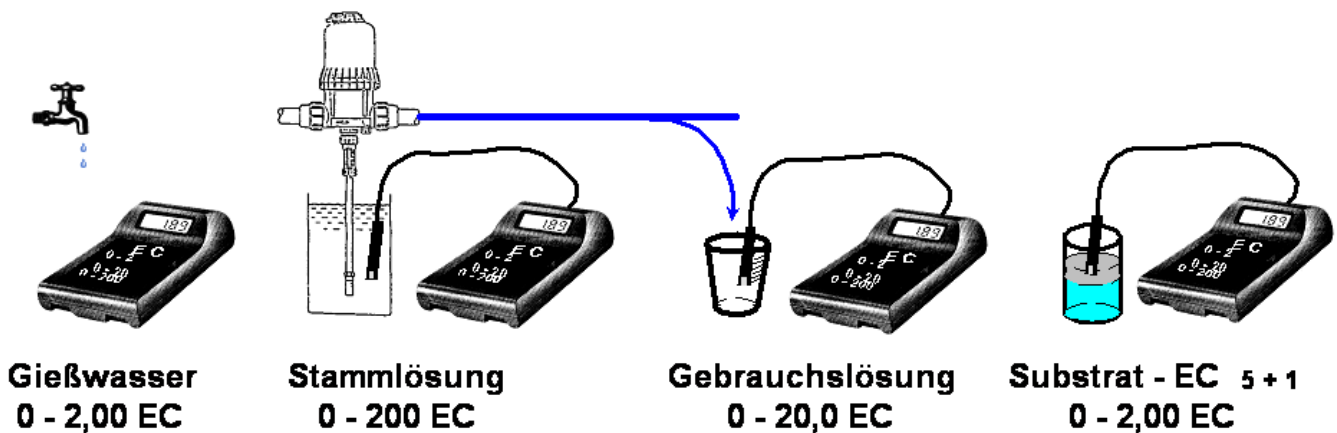


Abb. 1: Übersicht zu den Einsatzmöglichkeiten der Hand-EC-Messgeräte

### 2. Die elektrische Leitfähigkeit

Bei der Leitfähigkeitsmessung für die Bewässerungsdüngung werden die Begriffe EC (= electric conductivity) oder Milli-Siemens, richtiger Milli-Siemens je Zentimeter (= mS/cm) benutzt. Beide Bezeichnungen sind in ihrer Wertigkeit gleichzusetzen:

$$1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ EC}$$

Auf den Handmessgeräten, sind meist unterschiedliche Messbereiche verfügbar, um eine bessere Auflösung zu erhalten:

$$1 \text{ mS/cm} = 1000 \text{ } \mu\text{S/cm}$$

$$0,001 \text{ mS/cm} = 1 \text{ } \mu\text{S/cm}$$

Da, besonders in niederländischen Veröffentlichungen, meist vom EC-Wert gesprochen wird, ist es ratsam, die direkt vergleichbare Größenordnung mS/cm zu verwenden. Diese Zahlen können dann ohne Umrechnung gleichgesetzt werden. Eine Nachkommastelle reicht für gartenbauliche Zwecke völlig aus (z. B. 1,4 EC). Eine zweite Nachkommastelle, z. B. 1,41 mS/cm bzw. 1,41 EC, kann für Trendangaben nützlich sein.

Die Leitfähigkeit wird von der Temperatur stark beeinflusst. Je Kelvin Temperaturveränderung ändert sich die Leitfähigkeit um ca. 2,2 %. Moderne EC-Messgeräte berücksichtigen diese physikalische Abhängigkeit, indem sie alle Messungen automatisch so umrechnen und ausgeben, als wären sie bei einer Temperatur von 25 °C (Bezugstemperatur) ermittelt worden.

Alle Salze zerfallen in wässriger Lösung (Gießwasser, Düngelösung, Stammlösung, Bodenlösung) mehr oder weniger in ihre Bestandteile. Die Ionen in gelöster Form sind in der Lage, den elektrischen Strom zu leiten. Je mehr Ionen in der Lösung sind, umso höher ist die elektrische Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeit stellt ein Abbild des Gesamtsalzgehaltes dar. Einzelne Nährelemente lassen sich dadurch aber nicht unterscheiden. Dieser theoretische Nachteil wirkt sich in der Praxis jedoch nicht aus. Auch die etwas unterschiedliche Leitfähigkeit der Ionen untereinander ist für die Gießwassermessung nicht von Bedeutung. Mit recht guten Ergebnissen kann hier für die Bewertung des Gießwassers folgende Umrechnung benutzt werden:

$$\text{EC- bzw. mS/cm-Wert} \times 528 = \text{mg Gesamtsalzgehalt pro Liter Gießwasser}$$

Für die fertige Düngelösung (Gebrauchslösung) sollte diese Formel nicht angewendet werden, weil die unterschiedliche Leitfähigkeit der Dünger-Nährionen dann doch zu einem falschen Bild führen würde.

Um den Düngegaben die entsprechende Leitfähigkeit zuordnen zu können, sind einige Werte für verschiedene Dünger in dieser EC-Werttabelle zusammengetragen worden. Darin sind Werte für die Gebrauchslösungen sowie für die Stammlösungen zu finden. Fehlende Angaben sind bei den Herstellern oder Lieferanten zu erfragen oder - als Notlösung – durch den Ansatz einer definierten Düngerkonzentration selber zu ermitteln.

Der benutzte Dünger wird in der Tabelle herausgesucht und der EC-Wert der gewünschten Düngekonzentration dazu in der entsprechenden Spalte abgelesen. Zu diesem EC-Wert muss dann noch der Gießwasser-EC-Wert hinzugerechnet werden. Auf diesen Wert ist der Sollwert des EC-Regelgerätes einzustellen bzw. diesen Wert sollte das Hand-EC-Messgerät bei der Kontrolle der Düngerlösung anzeigen.

### 3. Handmessgeräte - verschiedene Einsatzbereiche

Für die bedarfsgerechte Wasser- und Düngerversorgung ist die Anschaffung eines vielseitigen EC-Handmessgerätes für den Produktionsbetrieb unerlässlich.

Hand-EC-Messgeräte lassen sich in unterschiedlichen Bereichen einsetzen:

- Bestimmung des Gießwassersalzgehaltes,
- Bestimmung des Nährstoffniveaus im Substrat (5+1-Substrat-EC-Test),
- Kontrolle der Düngelösung in der Bewässerung (Gebrauchskonzentration),
- Kontrolle der Stammlösung.

#### Messgeräteauswahl

Anbietervergleiche haben gezeigt, dass Geräte, die allen Anforderungen gerecht werden, nicht teurer sein müssen als Geräte mit eingeschränkten Möglichkeiten. Folgendes sollte mindestens enthalten sein:

- drei Messbereiche: 0,00 - 1,99 EC, 0,00 - 19,99 EC und 0 - 199 EC
- "wasserdichte" Messsonde = Kabel untertauchfähig,
- Messbecher für den 5+1-Substrat-EC-Test,
- kleine Bauform der Messsonde, passend für den Messbecher,
- gartenbaugerechte Bedienungsanleitung,
- hohe Langzeitstabilität, ohne die Notwendigkeit der Nachkalibrierung.

Besonders der hohe Messbereich bis 200 EC wird von vielen Messgeräten nicht erfasst. Eine „Kalibriermöglichkeit“ deutet bei EC-Messgeräten eher auf mindere Qualität hin.

#### EC-kontrollierte Bewässerungsdüngung

Bevor die Düngekonzentration für die Dosiereinrichtung eingestellt werden kann, muss ermittelt werden, welcher Bedarf vorliegt. Dies darf heute nicht mehr nach einem starren Schema erfolgen, sondern muss pflanzen-bedarfsgerecht bestimmt werden. Im Falle der Bewässerungsdüngung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

1. Wasseranalyse (z. B. durch die LUFA),
2. Salzverträglichkeit der Kultur bestimmen,
3. Auswahl des geeigneten Düngers,
4. Substrat-EC-Schnelltest (Istwert im Substrat),
5. mögliche Nährstoffgabe / Düngermenge,
6. Vollanalyse von Substraten und Erden.

Eine jährliche Labor-Wasseranalyse ist Grundvoraussetzung für die richtige Bewässerungsdüngung. Aufgrund der Analyse kann kulturabhängig die Nährstoffzusammensetzung bestimmt werden. So sollten z. B. hohe Nitratanteile im Brunnen-/Stadtwasser berücksichtigt werden. Auch pH-beeinflussenden Anteilen ist durch die Wahl der Düngerart oder eine Aufkalkung des Substrates vor der Kultur Rechnung zu tragen. So lassen sich extreme Korrekturen oftmals von vornherein vermeiden. Weiterhin bestimmen belastende Salzanteile im Wasser die mögliche Zudüngung. Da sich erfahrungsgemäß auch das Wasser im Jahresverlauf ändern kann, ist eine ständige Kontrolle mit Hilfe des EC-Handmessgerätes durchzuführen. Diese Werte sollten auch in einer Tabelle notiert werden.

Die Salzverträglichkeit der Kultur stellt eine wesentliche Leitgröße für die Bewässerungsdüngung dar. In Tab. 2 sind einige, in der Praxis ermittelte Zahlen zusammengestellt. Sie sind als untere Grenzwerte anzusehen. In späteren Kulturphasen sind höhere Werte vertretbar.

**Tab. 2: Salzverträglichkeit verschiedener Kulturen**

<b>Salzverträglichkeit</b>	<b>Kulturen</b>	<b>Substrat-EC gemessen 5+1</b>
sehr gering= salzempfindlich	Orchideen, Farne, Bromelien, Aussaaten, Vermehrungen, Azaleen, Eriken, Callunen	0,2 – 0,3
niedrig = salzempfindlich	Jungpflanzen, Azaleen, Eriken, Araceen,	0,4 – 0,6
mittel = weniger salz- empfindlich	Anwuchsphase, Begonien, Cyclamen; Freesien; Gebera, Rosen	0,8 – 1,0
hoch = salzverträglich	Chrysantehemen, Nelken	1,5 – 2,0

**Substrat kontrollieren - 5+1-Substrat-EC-Schnelltest**

In der Praxis hat sich seit einigen Jahren der Substrat-EC-Schnelltest bewährt, der jederzeit eine direkte Aussage über den Gesamtsalzgehalt im Kultursubstrat zulässt. Bei Abweichungen von den Zielvorstellungen kann die Düngergabemenge geändert werden. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, sind definierte Bedingungen nötig. Deshalb erfolgt die Messung immer

im gleichen Auflösungsverhältnis. Zu 5 Teilen destilliertes Wasser wird 1 Teil Substratprobe gegeben, gut gemischt und darin mit einem Hand-EC-Messgerät gemessen. Die Ergebnisse sind nun vergleichbar, da:

1. die Probenmenge definiert ist (5 Teile + 1 Teil),
2. der Feuchtegehalt egalisiert wurde,
3. die Temperatur berücksichtigt wird (Bezug: 25 °C).

Für reproduzierbare Messwerte hat sich diese Methode in der Praxis bewährt, weil ohne Zeitverzug sofort eine Aussage über den Pflanzenzustand gemacht werden kann. Diese im Betrieb ermittelten Optimalwerte, nach Kulturalter geordnet, können eine wertvolle Vergleichsgröße für Folgekulturen oder Kollegen darstellen.

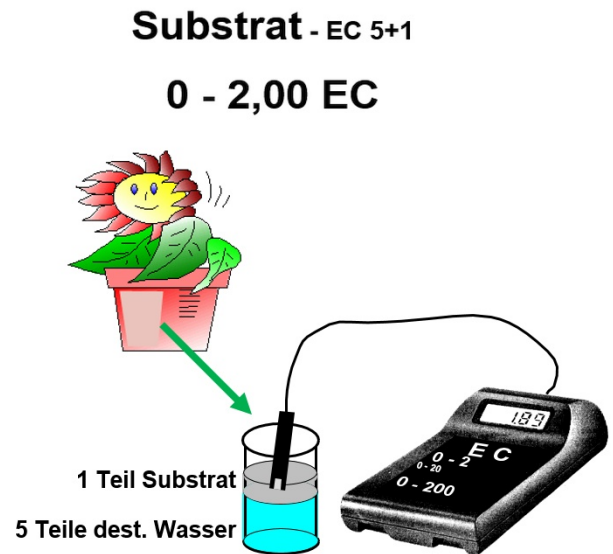
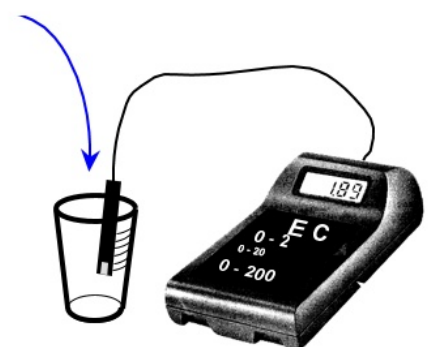
Das Mischungsverhältnis „5 + 1“ gilt für torfhaltige Proben. Ähnliche Schnelltestmethoden, wie z. B. die Aktivitätsmessung, sind in ihrer Genauigkeit kritischer einzuordnen. Die definierten Größen Bodenfeuchte und Temperatursausgleich werden dabei methodenbedingt nicht berücksichtigt. Wenn diese Methode als Ergänzung zum definierten Substrat-EC-Schnelltest gesehen wird, kann durch das schnelle Durchmessen eines ganzen Bestandes mit dem Aktivitätsmessgerät sicherlich eine wertvolle Aussage über Niveauunterschiede im Bestand gemacht werden. Stellen sich Unterschiede ein, so ist dies jedoch mit dem Substrat-EC-Schnelltest 5+1 zu bestätigen.

## Gebrauchslösung

0 - 20,0 EC

### Gebrauchslösung kontrollieren, Düngerdosierung

Die beschriebenen Möglichkeiten führen zu einer Düngerezudosierung bestimmter Höhe. Fehlfunktionen der Dosiereinrichtung können hier kulturgefährdenden Situationen verursachen. Umfangreiche Praxismessungen haben dies leider zu oft bestätigt. Eine wachsame Kontrolle der Düngelösung ist deshalb dringend anzuraten. Auch hierzu kann das Hand-EC-Messgerät eingesetzt werden. In den Bewässerungseinheiten, an den Tropfschläuchen,



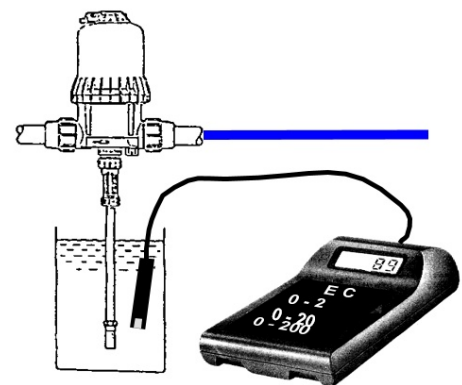
Düsensträngen usw. werden kleine Becher aufgestellt, die während der Bewässerungsdüngung einen Teil des Düngewassers auffangen. Nun kann mit dem Handmessgerät einfach im Becher der EC-ermittelt werden. Aus der EC-Werttabelle der Dünger kann zur entsprechenden Konzentration die Leitfähigkeit abgelesen werden. Zu diesem Wert wird der EC-Wert des Gießwassers hinzugezählt und mit dem am Handmessgerät abgelesenen Wert verglichen. Eine Abweichung von  $\pm 0,1$  EC ist unkritisch.

EC-geregelte Dosiergeräte haben zwar eine Alarmierung, sollten dennoch auf die beschriebene Art zusätzlich beobachtet werden. Je nach Wasserqualität kann der Messfühler verschmutzen und so zu kulturgefährdenden Überdosierungen führen. Die Kontrolle mit dem Handmessgerät kann dies schnell aufzeigen. Dementsprechend sind dann die Reinigungsintervalle für die EC-Fühler zu wählen. Eine Reinigung der Sonden z. B. mit 5%iger Essigsäure (Oxalsäure) sollte dann für ca. 48 Stunden erfolgen. 2 Stunden, wie in einigen Gebrauchsanweisungen erwähnt, reichen hier oft nicht aus.

Mechanisch, mengenproportional arbeitende Dosiergeräte können auch durch ein eigenes, ständig messendes EC-Kontrollgerät mit Alarmausgang kontrolliert werden. Um einen brauchbaren Messwert zu erhalten, ist hier eine Mischstrecke (großer, grober Filter) nötig. Diese Mischstrecke hilft bei Kleinmengenabnahme, wie sie z. B. für einen 1/2"-Schlauch üblich sind, die Düngerkonzentrationsstöße zu vermeiden.

### Stammlösung kontrollieren

Menschliches Versagen führt, wie Kontrollmessungen gezeigt haben, immer wieder zu Fehlern beim Ansetzen der Stammlösung. Dabei lässt sich die richtige Konzentration der Stammlösung mit dem Hand-EC-Messgerät einfach überprüfen: hohen Bereich (0 - 200 EC) einschalten, Sonde in die Stammlösung tauchen, EC-Wert für z.B. 10%ige Stammlösung ablesen und mit dem Wert aus der EC-Werttabelle für den entsprechenden Dünger vergleichen. Hier ist ein wasserdichtes Kabel der Messsonde nötig, um auch Konzentrationsunterschiede im Stammlösungsbehälter in mehreren Tiefen zu erkennen. Die Werte können sehr unterschiedlich sein, tägliches Rühren oder ein Rührwerk sind kein Luxus. Halb entleerte Stammlösungsbehälter lassen sich so auch ohne genaues



**Stammlösung  
0 - 200 EC**

Auslitern oder Abwiegen, nur über den EC-Wert, nachfüllen. Nach der Messung sollte die Sonde sofort mit klarem Wasser nachgespült werden, damit die nächste Messung nicht durch Salzreste verfälscht wird.

#### 4. EC-kontrollierte, mengenproportionale Düngerdosierung

In vielen Einsatzbereichen ist sicherlich der Einsatz eines Volldüngers mit einem mengenproportional arbeitenden Dosiergerät die richtige Lösung. Die beschriebene Schnelltestmethode, bei der mit einem Hand-EC-Messgerät die Gebrauchslösung in einem Becher geprüft wird, reicht für solche Anlagen nicht immer aus. In diesen Fällen ist es ratsam, hinter dem Dosiergerät eine Kontroll-EC-Messung mit Alarmierung zu installieren. Auch hier muss mit einer Mischstrecke für eine gute Vermischung des Düngers mit dem Gießwasser gesorgt werden. Gegenüber den EC-geregelten Dosiergeräten bieten die mengenproportionalen Düngerdosierer, wie Dosatron, Dosmatic, Gewa, MSR usw., im Kleinabnahmebereich oft eine erheblich bessere Mengenabhängigkeit, da sie auf eine Änderung der Abnahmemenge sofort reagieren. Weiterhin ist gerade in der Kleinabnahme (1/2"-3/4"-Schlauch = 0,5 bis 4 m<sup>3</sup>/h) diese Dosiertechnik einfacher zu handhaben.



Stand: 04.12.2020