

# Humusversorgung im Weinbau – Auswirkungen auf Boden- und Nährstoffhaushalt

Dr. Arnold Schwab und Manfred Peternel

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 97209 Veitshöchheim

Der Rebenanbau ist im Vergleich zum Ackerbau aufgrund seines geringen Bestandsabfalls (Wurzel-, Blatt-, Trieb- und Holzurückstände), ein leicht humus-defizitäres Anbausystem, das der zusätzlichen Humusnachfuhr bedarf. Die Humusnachfuhr ist besonders in leichteren, sandig-lehmigen Böden sowie in Böden mit höherem Gesteinsgehalt zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit notwendig.

Der geschätzte Humusabbau beläuft sich im Weinbau je nach Bodenart im Mittel auf 30 bis 50 dt Trockenmasse (TM) pro Jahr (Ziegler, 2004) während der Bestandsabfall wie Gipfellaub, Blätter, Rebholz auf ca. 15 bis 25 dt TM/ha beziffert werden kann (Ziegler, 2006). Durch Begrünung der Rebgassen kann ein großer Anteil des schnell umsetzbaren Nährhumus wieder ersetzt werden.



Ziel der vorliegenden Versuchsführung war, den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit durch Humusnachfuhr mit verschiedenen nährstoffreichen und nährstoffarmen Materialien in einem 10-jährigen Zeitraum bei dreimaliger Ausbringung der Substrate auf einen flachgründigen und steinreichen Muschelkalkboden (30-50 % Steinanteil) in Marktweidenfeld zu untersuchen.

In Tabelle 1 sind die Prüfvarianten und Ausbringmengen zusammengestellt. Der Schwankungsbereich der Nährstoffgehalte je Charge lag in einem relativ engen Variationsbereich.

# Ergebnisse nach 3-maliger Ausbringung (9 Jahre)

## 1. Einfluss auf Humusgehalt und Stickstoffdynamik im Boden

Zur besseren Beurteilung der Effekte wurde eine Unterteilung der Substrate in **nährstoffreiche** Substrate (Pferde-Stallmist, Bioabfallkompost (BAK) 30 und 50 t TM/ha) und **kohlenstoffreiche** (C-reiche) Substrate (Rindenmulch, Torf, Grünguthäcksel (GGH), Stroh) vorgenommen.

### Humusgehalt

Der Humusgehalt im Oberboden wird durch die nährstoffreichen Substrate im Mittel um 56 % erhöht, während in der Vergleichsparzelle Bodenbearbeitung + H-W-Begrünung der Humusgehalt im Oberboden annähernd gleich gehalten wird (Abbildung 1). Durch die Dauerbegrünung jeder 2-ten Rebgarbe wird der Humusgehalt ebenfalls wie beim Biokompost mit 30 t TM/ha durch die Mulch- und Wurzelmasse um 43 % angereichert (Tabelle 1).

Material/organ. Dünger Nährstoff- u. Humusgehalte im <b>Feinboden</b> , 0-30 cm	Humusgehalt 1999	Humusgehalt 2007	Differenz in %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Gehalt mg/kg 1999	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Gehalt mg/kg 2007	Differenz in %	K <sub>2</sub> O-Gehalt mg/kg 1999	K <sub>2</sub> O-Gehalt mg/kg 2007	Differenz in %
<b>Rindenmulch 30 t TM/ha</b>	2,8	4,6	<b>67</b>	30,5	38,3	<b>25</b>	44,8	30,3	<b>-32</b>
<b>Grünguthäcksel 30 t TM/ha</b>	2,4	5,0	<b>113</b>	35,8	50,8	<b>42</b>	43,8	36,0	<b>-18</b>
<b>Strohabdeckung 70 dt/ha</b>	2,1	3,5	<b>67</b>	30,8	44,3	<b>44</b>	48,0	30,8	<b>-36</b>
<b>Biokompost 30 t TM/ha</b>	2,5	3,6	<b>43</b>	35,0	66,5	<b>90</b>	42,0	58,3	<b>39</b>
<b>Biokompost 50 t TM/ha</b>	3,1	5,1	<b>61</b>	34,5	85,3	<b>147</b>	47,8	58,5	<b>23</b>
<b>Torf 100 m<sup>3</sup>/ha</b>	2,4	4,6	<b>90</b>	30,3	40,5	<b>34</b>	43,5	28,8	<b>-34</b>
<b>Pferde-Stallmist 200 dt/ha</b>	2,4	4,0	<b>65</b>	31,5	67,0	<b>113</b>	41,8	59,5	<b>43</b>
<b>Strohdüngung 40 dt/ha jährl.</b>	2,6	3,1	<b>20</b>	31,8	47,9	<b>51</b>	44,3	31,8	<b>-28</b>
<b>j. 2. Zeile Dauerbegrünung</b>	2,7	3,8	<b>43</b>	40,0	46,0	<b>15</b>	46,3	45,0	<b>-3</b>
<b>Bodenbearb. + HW-Begrünung</b>	2,8	2,9	<b>4</b>	37,5	48,8	<b>30</b>	51,5	23,5	<b>-54</b>

**Tabelle 1:**

Humusanreicherung im Oberboden (0-30 cm) durch 3-malige Applikation (1999, 2002, 2005) von nährstoffreicher bzw. kohlenstoffreicher organischer Substanz;

Standort: Marktheidenfelder Kreuzberg, Muschelkalk, flachgründig, Südlage, 30% Hangneigung, Silvaner Klon WÜ 92/SO4, Pflanzjahr 1983

(\* gesetzl. Zulässige Menge; \*\* Extremvariante)

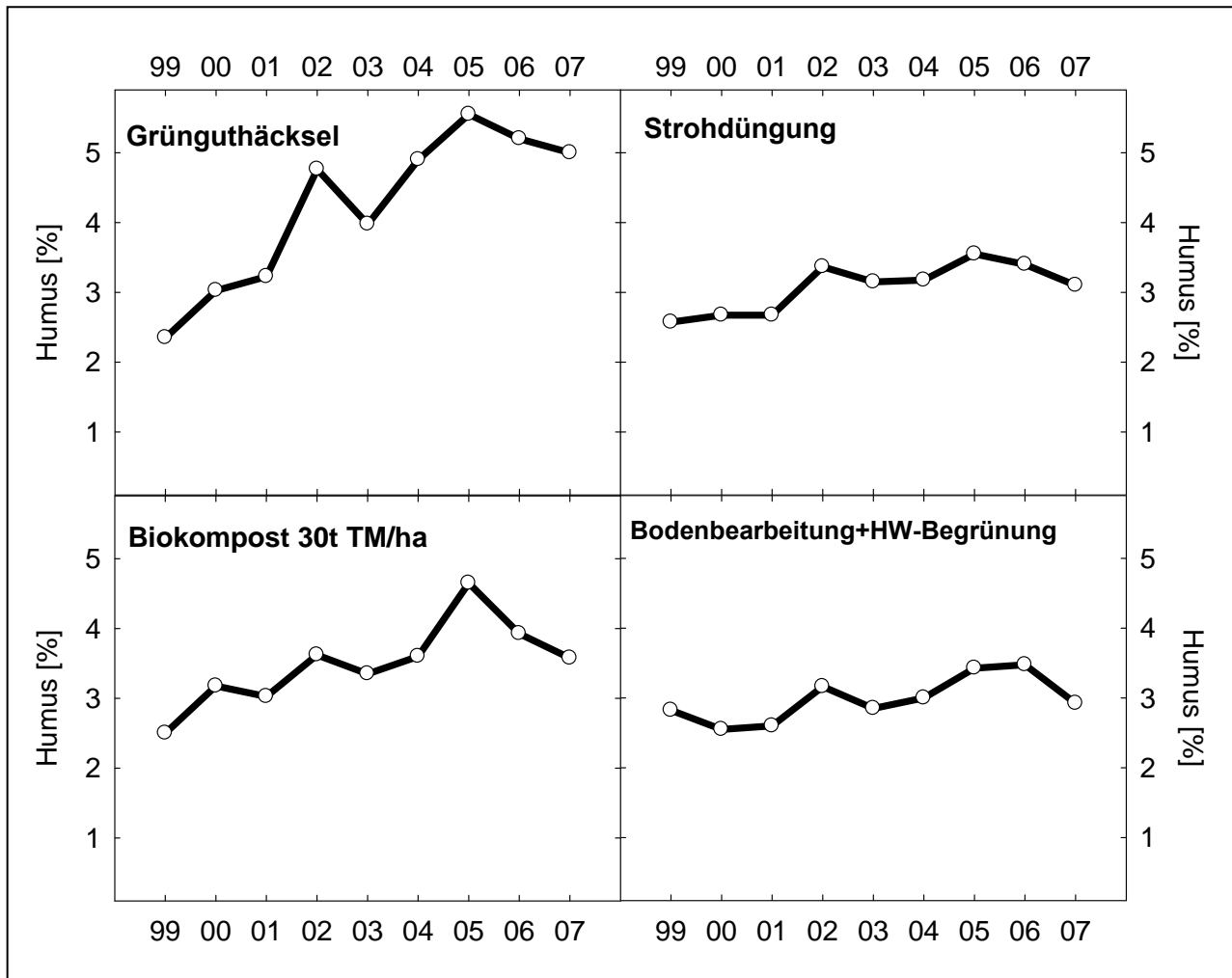
Beim Humusgehalt fallen die Anreicherungen durch Grünguthäcksel und Torf jedoch besonders stark aus. Rindenmulch und Strohabdeckung erhöhten den Humusgehalt im Oberboden um 67 %, während die jährliche Stroheinarbeitung durch die hohen Umsetzungsraten den Humusgehalt nur um 20 % erhöhte (Tab. 1 und Abb.1). Die Dauerbegrünung jeder 2-te Gasse erhöhte ebenfalls den Humuswert um 43 %, während die Variante Bodenbearbeitung + H-W-Begrünung einen rein konservierenden Effekt auf den analysierten Humusgehalt ausübte.

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht bleibt in der Vergleichsvariante Bodenbearbeitung + Herbst-Winterbegrünung der Humusgehalt relativ konstant, während er durch Biokompost und Grünguthäcksel deutlich erhöht wird. Die Strohdüngung führt über die Vergleichsperiode zu keiner stärkeren Humusanreicherung. Nach Beendigung der Humuszufuhr ist auch wieder ein schneller Rückgang des Humusgehaltes zu verzeichnen, der am stärksten bei Biokompost auftritt. Leicht umsetzbarer Nährhumus wird durch die Mikroorganismen schnell abgebaut und führt auch zu einer starken Nitratbildung (s. Abb. 1).

### **Bodenfruchtbarkeit und Stickstoffdynamik**

Bei der Bodenfruchtbarkeit kommt dem Bodenstickstoff die Hauptrolle in Bezug auf die „Fruchtbarkeit“ zu. Nach Scheller (2002) ist die Lieferung von Stickstoff aus dem Abbau von Eiweiß aus der organischen Substanz ein Hauptfaktor der quantitativen Bodenfruchtbarkeit.

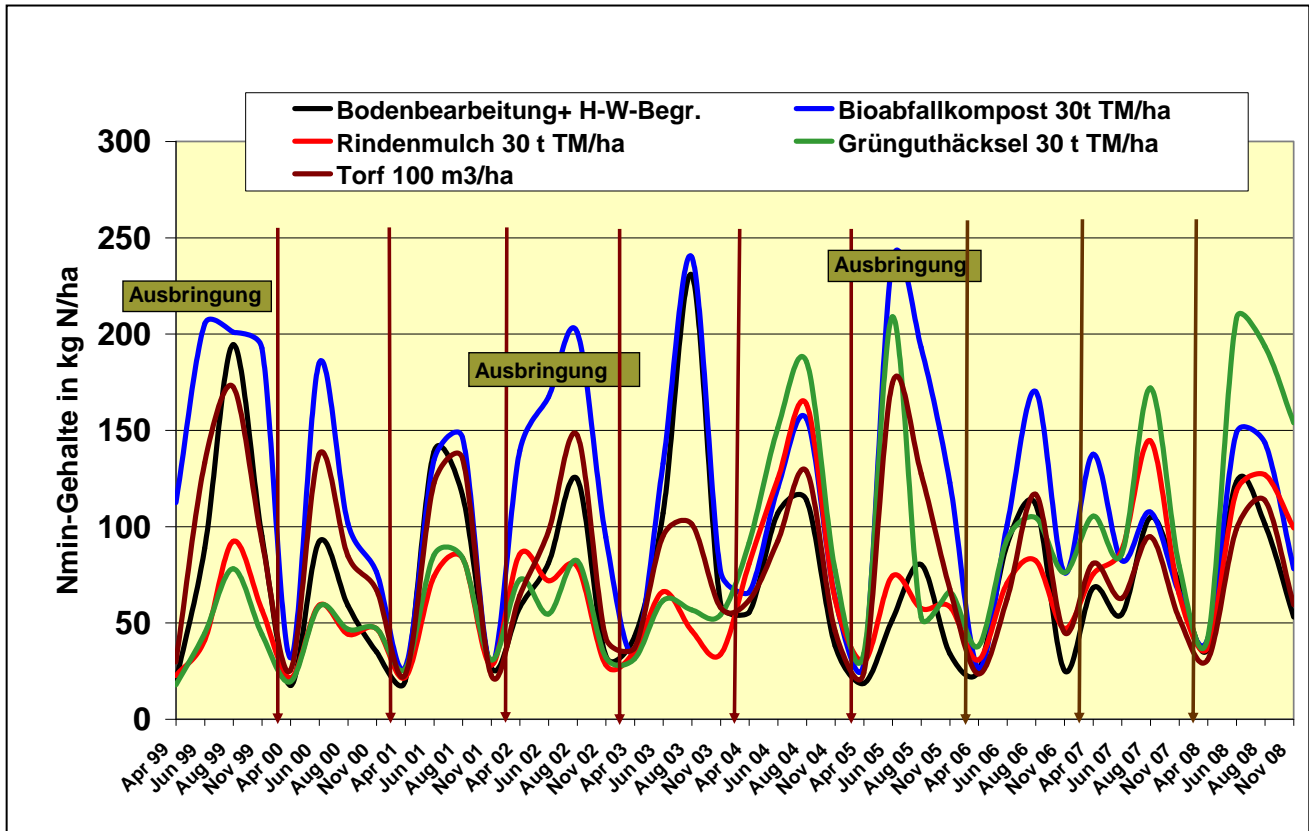
Wie Abbildung 2 verdeutlicht, wird durch die Applikation von organischer Substanz als auch durch Bodenbearbeitung die N-Mineralisation stark beeinflusst. Der normale Verlauf der N-Mineralisationskurve im Oberboden zeigt jahresspezifisch im Frühjahr Gehaltswerte im Mittel von 20-30 kg N/ha. Durch die mikrobielle Umsetzung der N-haltigen organischen Masse wird Nitrat gebildet und erreicht im Hochsommer (Juli/August) seinen Maximalwert. In dieser Zeit liegt auch der höchste N-Bedarf der Rebe. Während die Nitratwerte in der Vergleichsparzelle im Mittel zwischen 30 und 130 kg N/ha schwingen, erreichen N-reiche Substrate Extremwerte bis zu 250 kg N/ha. Starke gasförmige als auch Sickerungsverluste sind bei diesen Mineralisationswerten nicht auszuschließen.



**Abbildung 1:**

Anreicherung des Humusgehaltes im Boden durch 3-malige Applikation (1999, 2002, 2005) von Bioabfallkompost-30 im Vergleich zur Variante Bodenbearbeitung + H-W-Begrünung sowie GG-häcksels im Vergleich zur jährlichen Strohdüngung

Im Jahr der Ausbringung der Substrate traten zu Reifebeginn (N-min-Augustwert) die höchsten N-min Werte besonders in den Varianten mit N-stoffreichen Substraten auf. Dieser als Primingeffekt bezeichnete Vorgang spiegelt die fördernde Wirkung des Nährhumuses auf die Umsetzungsarbeit der Mikroorganismen wieder. In den beiden Folgejahren kam es wieder zu einer deutlichen Angleichung der Mineralisationsdynamik in der Vegetationsperiode. Je nach klimatischen Bedingungen (Bodentemperatur und Bodenfeuchte) zeigen sich die Mineralisationskurven recht jahresspezifisch. So trat 2007 neben der üblichen hohen Mineralisation im Juli bzw. August bereits im April eine Mineralisationsspitze auf, eine Folge der relativ hohen Apriltemperaturen. Bei Vergleich der Kurvenverläufe fällt auf, dass in den ersten 5 Jahren BAK und Torf eine hohe N-Mineralisationsdynamik aufweisen, während in den letzten 5 Jahren die Mineralisation aus dem GG-häcksels aufgrund der zunehmenden Humusanreicherung im Oberboden (siehe Abb. 1) immer stärker zunimmt.



**Abbildung 2:**

Stickstoffmineralisationskurven (N-min-Gehalte im Feinboden in 0-30 cm) in den einzelnen Versuchspartellen (Ausbringung Frühjahr 1999, 2002, 2005) im Verlauf der Versuchsjahre (4 Probetermine im April, Juni, August, November)

Durch die vier N-min Analysenzeitpunkte ist auch der Rückgang des N-min-Gehaltes über Winter in den Parzellen zu beobachten. Bei den nährstoffreichen Substraten Pferde-Stallmist, BAK 30 und 50 t TM/ha wurde die Nitrat-N-Verlagerung aus der Bodenkreme in 0-30 cm im Vergleich zu den beiden begrüneten Parzellen nahezu verdoppelt. Bei der Gegenüberstellung von N-min-Herbstwert und N-min-Frühjahrswert des Folgejahres im Mittel von 6 Untersuchungsjahren konnten somit bei BAK 50 t TM/ha mehr als 25 kg Nitrat-N nicht mehr in der Bodenschicht 0-30 cm wiedergefunden werden. Von einer Tiefverlagerung des Nitrat-N ist auszugehen, wobei jedoch nicht von einer vollständigen Auswaschung ins Grundwasser gesprochen werden kann, da der Wurzelraum der Rebe auch die tieferliegenden Bodenschichten erfasst.

Im Gegensatz zu den nährstoffreichen Substraten liegt die Nitrat-N-Verlagerung aus der Bodenkreme bei den C-reichen Substraten im Normalbereich, d.h. zwischen 10-15 kg N/ha wie sie auch auf unbewirtschafteten Flächen auftritt.

## 2. Auswirkungen der Substrate auf die Nährstoffgehalte im Oberboden

### Nährstoffanreicherung

In den erosionsgefährdeten weinbaulichen Hanglagen stellt der Phosphatgehalt des Bodens eine umweltrelevante Gefahr für eine stärkere Eutrophierung von Oberflächengewässern dar. Wie aus Tabelle 1 beim Vergleich der Nährstoffgehalte und des Humusgehaltes im Oberboden zwischen Versuchsbeginn 1999 und Versuchs-ende 2007 hervorgeht, haben die  $P_2O_5$ -Gehalte im Feinbodenanteil sich im Mittel der 3 nährstoffreichen Substrate (BAK und Stallmist) mehr als verdoppelt.

Der Anstieg an  $P_2O_5$  im Oberboden ist bei den C-reichen Substraten deutlich geringer als bei den nährstoffreichen Substraten. Im Mittel der 5 C-reichen Varianten wird der Phosphatgehalt im Feinboden durch diese Substrate im Zeitraum von 1999 bis 2007 um 39 % erhöht. Die jährliche Strohdüngung führte dabei zur höchsten Anreicherung von 51 Prozent. Auch in den Vergleichsparzellen kam es zu einer leichten Zunahme der Phosphatwerte im Oberboden. Die  $P_2O_5$ -Gehalte erreichen jedoch nach 3-maliger Substrateinbringung auch einen grenzwertigen Gehalt von 50 mg/100 g Boden. Torf (+ 34 %) und Rindenmulch (+ 25 %) verzeichnen die geringsten Phosphatanreicherungstendenzen.

Beim Kaligehalt ist bei den C-reichen Substraten ein deutlicher Gehaltsrückgang im Oberboden zu verzeichnen. BAK 30 bzw 50 dt/ha und Stallmist führen zu einer Anreicherung von 23 bis 43 %. Bei den nährstoffreichen Substraten steigt der  $K_2O$ -Gehalt im Oberboden im Mittel um 35 % an, während er bei der Dauerbegrünung jeder 2-ten Rebasse gleich bleibt, was mit einem besseren Wurzelaufschluss begründet werden kann. Der Rückgang des Kaligehaltes um 54 % in der Vergleichsparzelle zeigt, wie rasch die Kaligehalte auf eine fehlende Nährstoffnachfuhr reagieren.

Beim Magnesiumgehalt ist durch die Substrate eine leichte Anreicherungstendenz zu verzeichnen.

### Zusammenfassung

#### **Periodische Humusversorgung mit 6 unterschiedlichen organischen Substraten und deren Auswirkungen auf Boden- und Nährstoffhaushalt**

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die periodische Humusgabe der Humusgehalt in der Bodenkrume (0-30 cm) im Untersuchungszeitraum um 20 (jährliche Strohdüngung) bis zu max. 113 % (GG-häcksel) erhöht und damit die Wasserspeicherfähigkeit und der Nährstofffluss verbessert werden kann. In Weinbergböden mit einer relativ hohen Befahrhäufigkeit und somit hoher Lagerungsdichte, ist der Humusabbau deutlich langsamer als im Ackerbau. Starke Bodenerwärmung und die damit verbundene Austrocknung der oberen

Bodenschicht, ein z.T. hoher Steingehalt, eine meist fehlende Abschattwirkung durch deckende Pflanzen spielen dabei eine konservierende Rolle. In sandigen Böden mit hohem Luftanteil erfolgt eine raschere Umsetzung der organischen Substanz. In kalten schluff- und tonreichen Böden (Keuper) erfolgt die Umsetzung deutlich langsamer weshalb eine gute Herbst-Winterbegrünung zusammen mit dem gehäckselten Rebholz und der Blatt- und Gipfelmasse weitgehend ausreicht, den Humuskreislauf aufrecht zu erhalten. Auch die längerfristige Begrünung jeder zweiten Gasse mit Wechsel nach 4-6 Jahren führt zu einer Humusanreicherung und somit zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit.

Nährstoffreiche Substrate verstärken das Wachstum und führen zu einem stärkeren Nitrataustrag im Winterhalbjahr. Kohlenstoffreiche Substrate erhöhen den Humusgehalt, binden anfänglich Stickstoff und verringern die Nitratauswaschung in den ersten Jahren. Bei weiterer Anreicherung steigen jedoch die Nitratwerte auch deutlich an. Eine nährstoffreduzierte Mischung aus Bioabfallkompost mit GG-häcksel oder Koniferen-Rindenmulch könnte u. E. bei Ausbringung in längeren Zeitabständen von 4-6 Jahren die weinbaulichen Bedürfnisse auf leichten und mittelgründigen Standorten am besten abdecken.

Hauptproblem stellt die Phosphatanreicherung im Oberboden und damit die Eutrophierungsgefahr von Oberflächengewässern dar. Biokompost und Stallmist im 3-jährigen Turnus können den Phosphatgehalt verdoppeln und den Grenzdüngewert (50 mg/100 g Boden) erreichen. Auf Weinbergsböden mit Phosphatgehalten über 20 mg/kg Boden ist deshalb bei einem mittleren Humusgehalt keine phosphatanreichernde organische Düngung zu empfehlen. Besonders Kali als auch Magnesium müssen jedoch je nach Bodenanalyse und Bodenbewirtschaftung nachgeführt werden, um Wachstum und Traubenqualität nicht negativ zu beeinflussen.

Auf leichteren Böden mit höherem Humusumsatz sollte neben dem verbleibenden Rebhäcksel der Humusgehalt im Boden mit einer Strohdüngung oder mit einer zusätzlichen Einbringung von Häckselgut alle 4-5 Jahre stabilisiert werden. Die dabei auftretende leichte N-Fixierung beugt einem höheren Fäulnisbefall in der Reifephase vor und verringert den Austrag von klimaschädigendem Lachgas ( $N_2O$ ) aus dem Boden (Leick, 2003).

Eine periodische Analyse von Nährstoff- und Humusgehalt im Boden liefert die besten Informationen über die Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit und hilft Defizite und Ungleichgewichte zu vermeiden.

In einem Folgeartikel wird auf den Einfluss der periodischen organischen Düngung auf Traubenertrag sowie Most- und Weinqualität eingegangen.

**Literatur beim Verfasser erhältlich ([arnold.schwab@lwg.bayern.de](mailto:arnold.schwab@lwg.bayern.de))**