

HIT2014
Conference

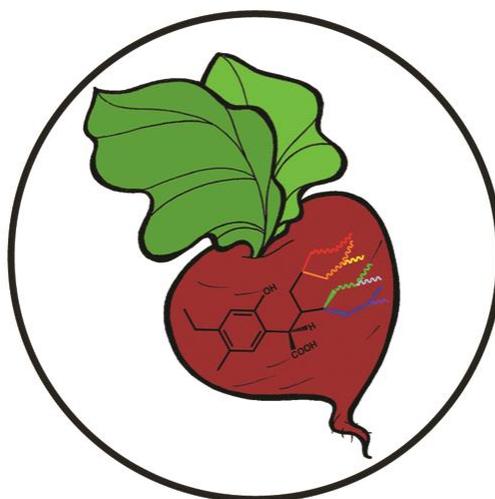
2014
modern concepts for agriculture
daRostim

Tenth International Conference daRostim 2014
Third International Conference of CIS IHSS HIT-2014

**Humic Substances
and Other Biologically Active Compounds
in Agriculture**

Horst Ninnemann, Wolfgang Nowick, Reinhard Sorge

Einfluss amoxidiertes Braunkohle
auf die Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik
- CFD -
von Wein



Sonderdruck

November 19 – 23, 2014, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

HIT-daRostim-2014

Tenth International Conference daRostim 2014
Third International Conference of CIS IHSS HIT-2014

Humic Substances
and Other Biologically Active Compounds
in Agriculture

November 19 - 23, 2014, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia



Book of Abstracts

Edited by

Irina V. Perminova, Natalia A. Kulikova, Olga S. Yakimenko

Desktop publishing by Alexey V. Kudryavtsev

Cover design by Alexander Yu. Polyakov

NP “CBR “Humus Sapiens”

ISBN 978-5-98181-096-1

Moscow – 2014

Einfluss ammoxidiertes Braunkohle auf die Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik - CFD - von Wein

H. Ninnemann¹, W. Nowick², R. Sorge¹

¹ Novihum Technologies GmbH, Dresden, Deutschland

² Privates Institut für angewandte Biotechnologie daRostim, Lichtenstein/Sa., Deutschland

In dieser Arbeit werden vorläufige Ergebnisse einer Studie vorgestellt, welche zum ersten Mal den Einfluss ammoxidiertes Weichbraunkohle (Novihum®), sowie einer Kombination dieser Kohle mit einem Mykorrhiza-Präparat (Cuxin Myko-Aktiv), auf den Kautsky-Effekt zum Gegenstand hat (Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik - CFD). Untersuchungsgegenstand sind Weinpflanzen, die auf einer Braunkohlentagebau-Rekultivierungsfläche angebaut werden. Es zeigt sich, dass ammoxidierte Braunkohle die CFD erhöht und die stärkere Photosyntheseaktivität bis in den Spätsommer erhalten bleibt.

Key words: ammoxidized lignite, CFD, Chlorophyll-Fluorescence-Dynamic, Kautsky effect.

The results of study of the influence of ammoxidized lignite (Novihum®), a high grade permanent humus product) and a compound of ammoxidized lignite with a mycorrhizaformulation (Cuxin Myko-Aktiv) to CFD (Chlorophyll-Fluorescence-Dynamic, Kautsky effect) are presented in this work first time. Investigations were performed by measurements of CFD at vine planted at a recultivated open-cast mining site. Ammoxidized lignite increase the intensity of CFD and it seems that the period of high photosynthetic activity within the vegetation periode can be extended to late summer time.

1. Einleitung

Auch wenn die Huminstoffgehalte von Böden oft nur einige Prozent des Oberbodens ausmachen, haben Huminstoffe (Humine, Huminsäuren, Fulvosäuren) essentiellen Einfluss auf die bodenchemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften sowie auf das mikrobielle Bodenleben und die damit in Verbindung stehenden Bodenfunktionen [1-4]. Niedermolekulare und wasserlösliche Fraktionen wie Fulvosäuren beeinflussen die Pflanzenphysiologie gravierend und wirken als Nährstofftransformatoren [5-6]. Huminsäuren und Humine wiederum werden oft als dauerhaftes Nährstoffreservoir gesehen, ferner verbessern sie den Wasserhaushalt. Der Erhalt und die Schaffung eines standortgerechten Humusstatus sind demnach Kernziele einer nachhaltigen Bodenbearbeitung und Rekultivierungsarbeit [7-8]. Dabei kommen in der Landwirtschaft verschiedene Quellen organischer Substanz zur Anwendung wie Erntereste, Mist, Gülle, Klärschlämme, Komposte und Gründünger. Allerdings unterliegen solche organischen Stoffe in der Regel einer raschen Mineralisation, d.h. einer entsprechend schnellen Nährstofffreisetzung. Da die Aufnahme von Nährstoffen durch die Pflanzen jedoch begrenzt ist, besteht das Risiko einer übermäßigen Nährstoffverfrachtung, nicht zuletzt mit negativen Folgen für die Wasserqualität. Risiken bestehen aber auch hinsichtlich der variierenden Zusammensetzung solche Stoffe und des oft hohen Schadstoffgehaltes [9]. Dennoch ist die Verwendung gerade hochwertiger Kompostes am Ort seiner Erzeugung eine sehr gute Möglichkeit, hohe Erträge zu erzielen und dabei die Bodenqualität zu verbessern oder zu erhalten und nicht zuletzt ein wichtiger Beitrag, nachhaltig Stoffkreisläufe zu schließen [10]. Am effektivsten können Humusdefizite behoben werden, indem mit organischen Substanzen gearbeitet wird, die von sich aus schon hohe Gehalte hochwertiger stabiler Humusstoffe enthalten oder auf einfachem Weg in solche Substanzen umgewandelt werden können.

Das insbesondere junge Braunkohlen hohe Huminstoffgehalte aufweisen, ist lange bekannt. Diese Humusstoffe entstanden im Verlaufe der Inkohlung im Wesentlichen aus dem Lignin der Pflanzen. Allerdings enthalten kohlebürtige Huminstoffe nur sehr wenig Stickstoff, d.h. sie haben ein hohes C/N-Verhältnis. Deshalb führt die Anwendung von Braunkohle zur Humusanreicherung insbesondere bei stickstoffarmen Böden zu Wuchsdepressionen infolge von N-Immobilisationsprozessen durch Bodenmikroorganismen [9].

Die oxidative Ammonolyse oder Ammoxidation von Braunkohle wird als ein geeigneter Weg gesehen, hochwertige N-haltige Humusprodukte aus Braunkohle zu erhalten [10]. In den 1930er Jahren von Franz und Palm [11] entwickelt, wurde die Technologie der oxidativen Ammonolyse später von Flaig et al. [12] sowie von anderen Gruppen weiterentwickelt, um technisches Lignin [13-18] oder Braunkohle [18-20] in N-reiche organische Düngemittel umzuwandeln. Die Reaktion findet dabei in wässrigem Ammoniak und in Gegenwart von Oxidationsmitteln statt. Dabei werden die Ligninstrukturen in komplexer und vielfältiger Weise verändert. Infolge der vielfach übereinstimmenden Reaktionen im Vergleich zur natürlichen Humusbildung wird die oxidative Ammonolyse von Lignin und Braunkohle oftmals als künstliche Humifizierung bezeichnet [17-18]. Ein besonders schonendes Verfahren der oxidativen Ammonolyse wurde bis zur Pilotreife von Fischer et al. [21] entwickelt. Mit einer Pilotanlage wurden dabei größere Mengen N-modifizierter Braunkohle hergestellt und unter verschiedenen klimatischen Bedingungen erprobt [8]. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Kennwerte von Novihum® zusammengefasst.

Tabelle 1: Standardparameter von Novihum® [22]

Standardparameter		Mittelwert
pH (KCl)		7.1
Trockengehalt	%	74.1
Organische Substanz	%	94.8
Dichte	g/l	594.7
KAK	mmol _c /100g	140 - 180
C	%	65.84
N	%	5.78
S	%	0.75
C/N-Verhältnis		11.4
N _{min}	mg/kg	4.2

Novihum ist ein schwarzes, nahezu staubfreies Granulat mit einer Schüttdichte von 0,6 kg/Liter. Sein Gehalt an organischer Substanz beträgt nahezu 95% bzw. 66% Kohlenstoff (w/w). Mit seinem C/N-Verhältnis von 11,4 ist es natürlichem, hochwertigem Dauerhumus absolut ähnlich, ebenso bezüglich seiner Kationenaustauschkapazität [22]. Der Stickstoff in Novihum® ist in zeitlich differenziert wirksamen Bindungsformen enthalten und wird kurz- mittel- und langfristig pflanzenverfügbar: Ammonium-N und eine Vielzahl unterschiedlicher amidartiger Stickstoff (Abbildung 1).

Stickstoffbindungsformen in Novihum®

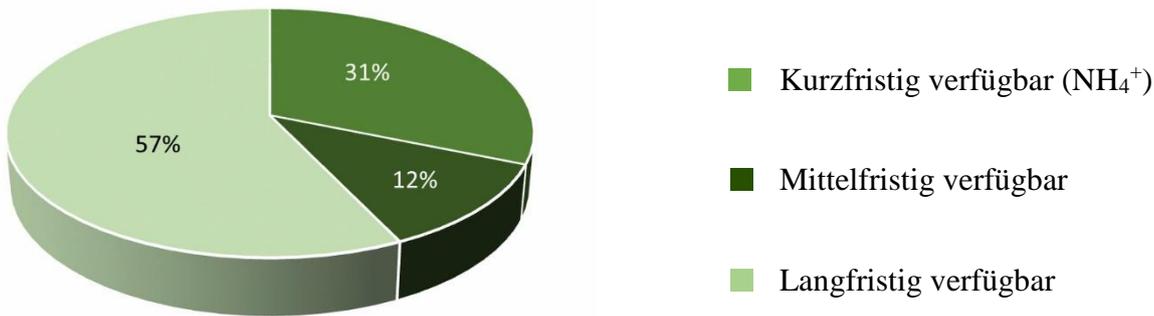


Abb. 1:

Der Stickstoff von Novihum® (5,8%) liegt in zeitlich differenziert wirksamen Bindungsformen vor, die kurz-, mittel- und langfristig pflanzenverfügbar werden [22]

Infolge der hohen KAK und der speziellen Verteilung des Stickstoffs auf zeitlich differenziert wirksame N-Bindungsformen besteht nur eine sehr geringe Gefahr einer N-Überdüngung, selbst wenn hohe, bodenmeliorative Mengen an Novihum® ausgebracht werden. So können bis zu 30 t/ha Novihum® ausgebracht werden, um innerhalb nur eines Prozessschrittes nachhaltig und ausreichend Huminstoffe sowie Stickstoff in Böden zu deponieren, zum Beispiel im Fall von Rekultivierungs-vorhaben oder Landgewinnung in semiariden Klimazonen.

Hauptkomponenten von Novihum®

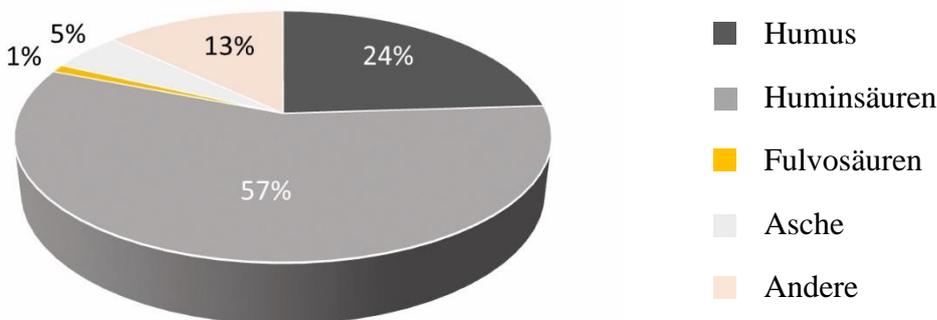


Abb. 2:

Organische Hauptkomponenten von Novihum® [23]

Huminsäuren und Humine bilden die Hauptkomponenten von Novihum® (81%) bei einem geringen Aschegehalt (5%). Der Prozess der oxidativen Ammonolyse führt zu einem Stickstoffeinbau in die chemische Struktur der Kohlehumusstoffe. Gleichzeitig wird der Huminsäuregehalt erhöht. Es wird also nicht lediglich Ammonium-N an die sauren Gruppen des Ausgangsstoffes gebunden, sondern Stickstoff wird zum strukturellen Bestandteil der Huminstoffe von Lignit. Dies zeigt sich daran, dass selbst isolierte und mit Protonen gesättigte Huminsäuren noch 3,9% Stickstoff enthalten (Tabelle 2).

Unter Berücksichtigung des N-Bindungspotentials der sauren Gruppen von Huminsäuren ist deren N-Gehalt als deutlich höher einzuschätzen.

Tabelle 2: N in Huminstofffraktionen von Novihum® [22]

Fraction	Nitrogen, %
Humins	1.7
Humic Acids	3.9
Fulvic Acids	2.1

2. Methoden

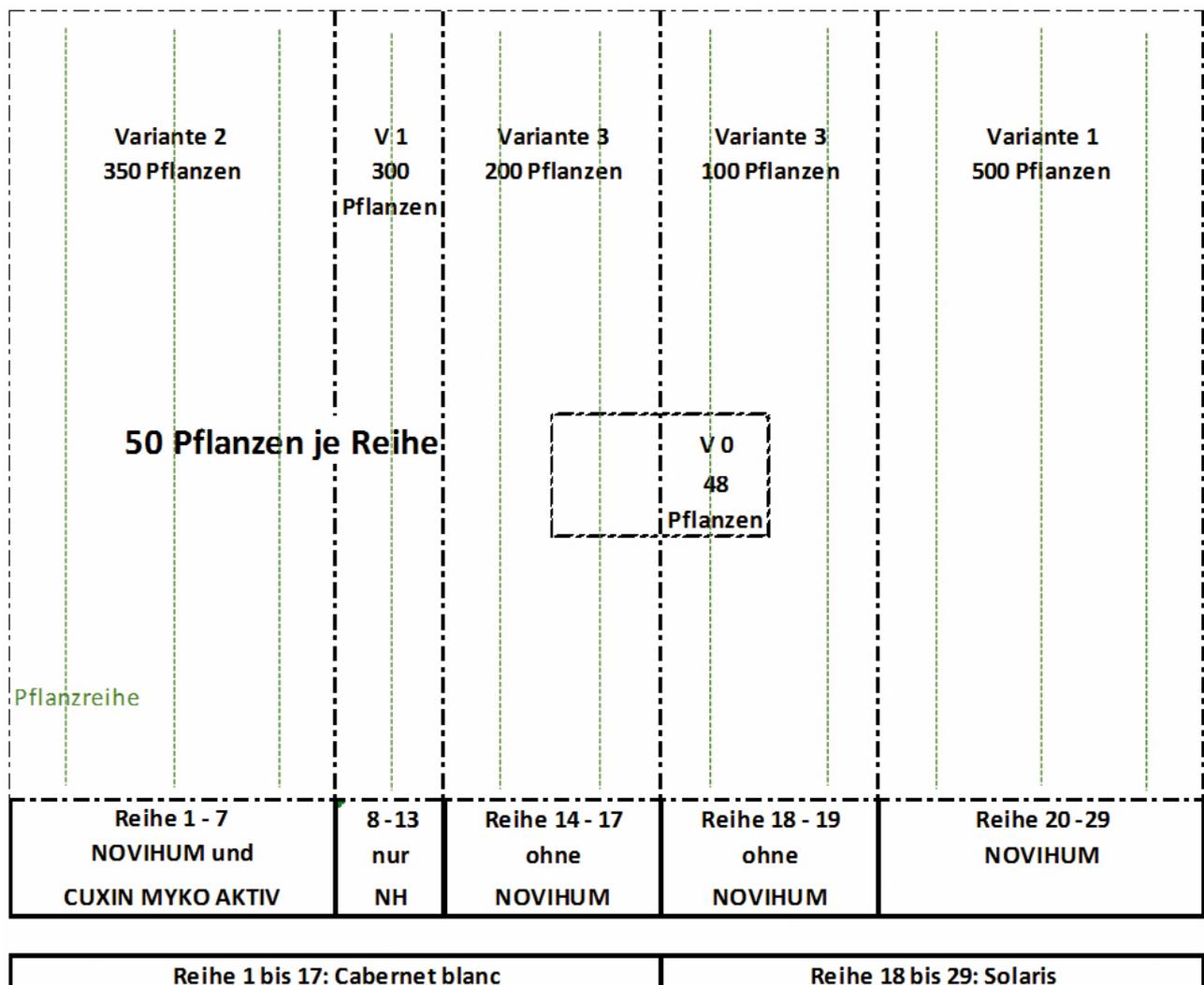
2.1. Feldversuche mit Wein

Die Versuche wurden auf dem Gelände der Landwirtschaftsbetrieb Lindenfeld GbR auf einem rekultivierten Braunkohlebergbaubereich in der Nähe des Grossräscherer Sees angelegt (Pflanzung: 16.05.2013). Es wurden zwei Rebsorten gepflanzt: Cabernet blanc und Solaris.

Varianten:

- Variante 0: Kontrolle, nur Grunddüngung
- Variante 1: Nur Novihum® (470 g/Pflanzloch, ca. 16 Liter)
- Variante 2: Novihum® und Cuxin Myko Aktiv
- Variante 3: Nur organischer Gartendünger

Im Folgenden das Versuchsschema:



3. Messungen zur Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik (CFD) - Kautsky-Effekt

3.1. Messmethodik mit dem System „FloraTest“

Beim Wechsel der natürlichen Beleuchtung eines Pflanzenblattes von dunkel nach hell dauert es eine gewisse Zeit, bis die Photosynthese anläuft. In dieser Phase kann das Chlorophyll das eingestrahelte Licht nur unvollständig zur Photosynthese nutzen und emittiert den Rest als Fluoreszenzlicht. Dieses Fluoreszenzlicht wurde erstmals von Kautsky und Hirsch beobachtet: Kautsky-Effekt [24, 25]. Es zeigt eine charakteristische Dynamik, aus der die Kautsky-Parameter K_1 , K_2 und K_3 definiert werden (Abbildung 3).

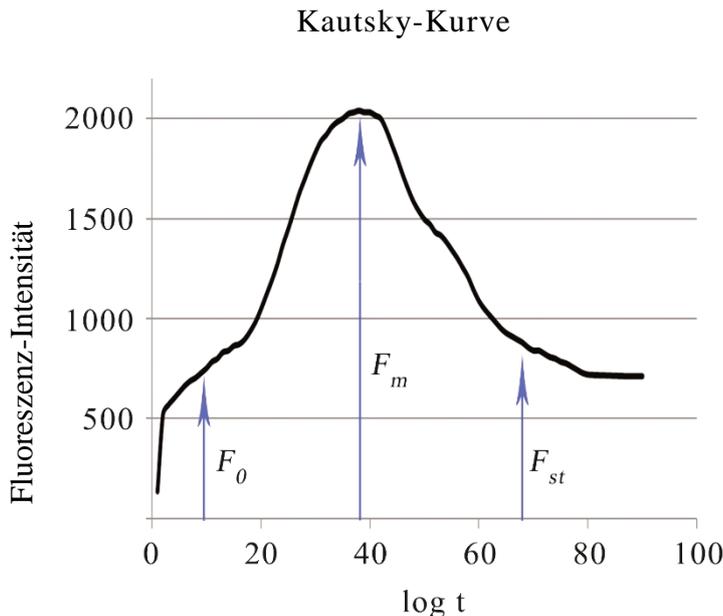


Abb. 3:

Definition der Kautsky-Parameter

$$K_1 = (F_m - F_0) / F_m$$

$$K_2 = (F_m - F_{st}) / F_m$$

$$K_3 = F_{st} / F_m$$

Die Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik (CFD) ist von vielen Faktoren abhängig, so z.B. von der Vitalität und dem Gesundheitszustand der Pflanze, aber auch vom Versorgungsgrad mit Wasser und Nährstoffen. Aus der Messung der CFD können deshalb, sofern man Referenzwerte hat, auch Rückschlüsse über die Wirksamkeit bestimmter agronomischer oder anbautechnischer Maßnahmen gezogen werden. Für Feldmessungen stehen jedoch erst seit wenigen Jahren mobile Messsysteme zur Verfügung, Referenzwerte gibt es praktisch noch nicht. Von uns wurde zur CFD-Messung das Gerät „FloraTest“ aus dem Akademieinstitut für Kybernetik V.M. Glushkov, Kiew, verwendet, welches 2008/09 erstmals auch für Messungen an Wein zum Einsatz kam [26].



Abb. 4: Messgerät „FloraTest“



Abb. 5: „FloraTest“ Clip am Weinblatt

Standardmäßig wird dabei mit einem Clip das Pflanzenblatt für 10 Minuten verdunkelt. Danach wird eine im Clip installierte Laserdiode eingeschaltet, die das Blatt lokal beleuchtet. Eine Photodiode registriert die Floureszenzlicht-Intensität (FI), dessen zeitlicher Verlauf FI(n) in Form von 90 Einzelwerten FI(n=1 bis n=90) im Speicher des „FloraTest“ abgelegt werden. Insgesamt können bis zu 40 CFD-Messungen gespeichert und später auf den PC übertragen werden. Abbildungen 6 bis 9 zeigen beispielhafte CFD-Messkurven, wie sie an den Weinsorten Cabernet und Solaris, in Blatthöhen von ca. 20cm bzw. 100cm, am 17.07.2014 gemessen wurden. Die Messungen erfolgten sowohl an Novihum[®]-behandelten Pflanzen, wie auch an Kontrollpflanzen der gleichen Weinsorte.

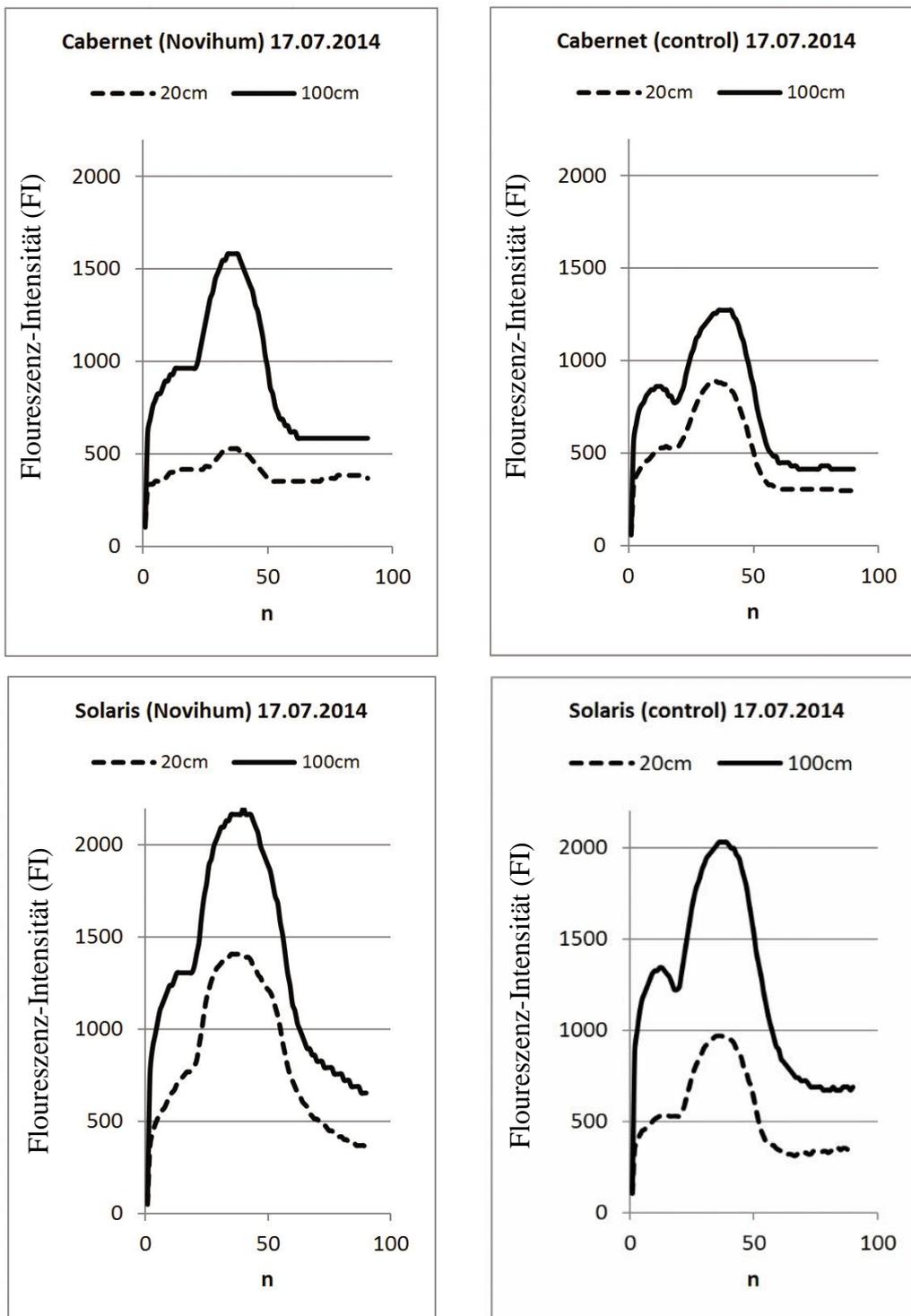


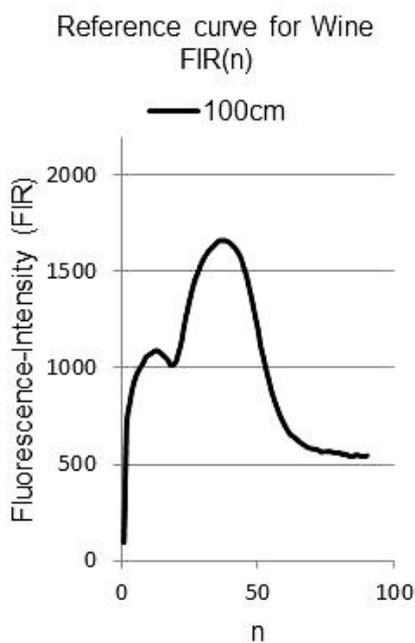
Abb 6. bis Abb. 9: Beispiele für CFD-Messkurven

Sarakhan [27] hat erstmals 2011 über detaillierte CFD-Messungen an mehreren Weinsorten in verschiedenen Wachstumsstadien und Abhängigkeiten der Kautsky-Parameter von äußeren Faktoren wie Trockenstress oder die Behandlung mit Pflanzenwachstumsregulatoren berichtet. Problematisch bei diesen Auswertungen blieb, dass mit dem „FloraTest“ das Fluoreszenzlicht nur für 3 Minuten aufgezeichnet wird und die stationären Werte für die Fluoreszenzlichtintensität (F_{st}) sich in diesem Zeitintervall noch nicht immer eingestellt haben. Die Bestimmung der Kautsky-Parameter K₂ und K₃, die vom stationären Wert F_{st} abhängen, blieb bei diesen Messungen deshalb ungenau.

Ein langsames Relaxationsverhalten der Fluoreszenzlichtintensität wurde von uns auch an anderen Kulturen wie Winterweizen oder Mais beobachtet. [28, 29]. In diesen Fällen ist es zweckmäßiger, eine Auswertung der CFD-Messungen durch Vergleich mit Referenzkurven vorzunehmen. Über diese Methodik haben wir erstmals 2013 am Beispiel von Weizen berichtet [30] und ein analoges Vorgehen nun auch für Wein praktiziert.

3.2. Definition einer CFD-Referenzkurve für Wein: FIR(n)

Da in der Literatur Referenzkurven für Wein noch nicht beschrieben wurden, wurde von uns für Vergleichszwecke eine Referenzkurve FIR(n) definiert, die als formaler Mittelwert von 7 CFD-Einzelmessungen errechnet wurde, die am 17.07.2014 in einer Blatthöhe von ca.100cm an den beiden Sorten Cabernet und Solaris gemessen wurden.



n	FIR(n)										
1	93	16	1057	31	1587	46	1469	61	673	76	565
2	713	17	1042	32	1607	47	1405	62	654	77	565
3	811	18	1017	33	1622	48	1342	63	644	78	560
4	889	19	1017	34	1636	49	1268	64	634	79	560
5	944	20	1032	35	1651	50	1204	65	619	80	560
6	978	21	1081	36	1661	51	1116	66	609	81	550
7	1003	22	1135	37	1661	52	1057	67	600	82	555
8	1027	23	1219	38	1661	53	993	68	590	83	545
9	1057	24	1288	39	1656	54	939	69	585	84	541
10	1066	25	1351	40	1646	55	880	70	580	85	541
11	1076	26	1410	41	1632	56	835	71	580	86	550
12	1086	27	1460	42	1617	57	796	72	575	87	545
13	1091	28	1494	43	1592	58	757	73	565	88	541
14	1081	29	1533	44	1563	59	727	74	565	89	541
15	1071	30	1563	45	1514	60	698	75	565	90	545

Abb. 10:
Wein-Referenz FIR(n)
(Mittel aus 7 Messwerten)

Tabelle 3:
Zahlenwerte für die Wein-Referenz FIR(n)
nach Abb 10

3.3. Definition von Photosynthesepotential PHS, Kurzzeit- und Langzeitvitalität V₁, V₂

Um die CFD-Messwerte FI(n) einer Probe mit den Werten der Referenzkurve FIR(n) vergleichen zu können, wurden Vergleichsparameter für drei charakteristische Zeitintervalle der Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik eingeführt:

1. Zeitintervall (n=1 bis n=37)

Das 1. Zeitintervall beschreibt den Anstieg der Fluoreszenz-Intensität von FIR(n=1) bis zum Maximum bei FIR(n=37) und liefert als Vergleichsparameter das relative Photosynthesepotential PHS.

Der Wert von PHS errechnet sich als mittlerer Quotient aus den Fluoreszenz-Intensitäten der Probe FI(n) und der Referenz FIR(n) in diesem Intervall:

$$PHS (\%) = \sum_{n=0}^{n=37} \left(\frac{FI(n)}{FIR(n)} * 100\% \right)$$

2. Zeitintervall (n=37 bis n=56)

Das 2. Zeitintervall beschreibt den Abfall der Fluoreszenz-Intensität vom Maximum bei FIR(n=35...39) bis auf 50% dieses Wertes bei FIR(n=54...58). Es liefert als Vergleichsparameter die Kurzzeit-Vitalität (short-term vitality) V₁. Der Wert von V₁ setzt die relativen Änderungen der Fluoreszenz-Intensität von Probe und Referenz im 2. Zeitintervall der CFD-Kurve in ein prozentuales Verhältnis.

$$V_1 = \frac{\left(\sum_{n=35}^{n=39} (FI(n)) - \sum_{n=54}^{n=58} (FI(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FI(n))}{\left(\sum_{n=35}^{n=39} (FIR(n)) - \sum_{n=54}^{n=58} (FIR(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FIR(n))} * 100\%$$

3. Zeitintervall (n=37 bis n=90)

Das 3. Zeitintervall beschreibt den Abfall der Fluoreszenz-Intensität vom Maximum bei FIR(n=35...39) bis zum Ende des FloraTest-Messzyklus bei drei Minuten FIR(n=86-90). Es liefert als Vergleichsparameter die Langzeit-Vitalität (long-term vitality) V₂. Der Wert von V₂ setzt die relativen Änderungen der Fluoreszenz-Intensität von Probe und Referenz im 3. Zeitintervall der CFD-Kurve in ein prozentuales Verhältnis.

$$V_2 (K) = \frac{\left(\sum_{n=35}^{n=39} (FI(n)) - \sum_{n=86}^{n=90} (FI(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FI(n))}{\left(\sum_{n=35}^{n=39} (FIR(n)) - \sum_{n=86}^{n=90} (FIR(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FIR(n))} * 100\%$$

3.4. Vergleich der verschiedenen Varianten

Messungen zur Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik wurden am 17.07.2014 und danach zweimal im Abstand von jeweils 4 Wochen (14.08.2014 und 13.09.2014) an allen Versuchsvarianten ausgeführt. In Tabelle 3 sind die aus den Messkurven bestimmten Werte für PHS, V1 und V2 aufgelistet.

Datum	Parameter	Variante	Variante	Variante	Variante	Variante
		Cabernet Novihum + Cuxin	Cabernet Novihum	Cabernet Kontrolle	Solaris Novihum	Solaris Kontrolle
14/07/07	PHS	84.7	90.3	77.5	124.9	122.5
	V1	111.2	101.1	108.9	86.8	98.1
	V2	106.8	91.7	101.1	103.1	98.9
14/08/14	PHS	75.9	95.4	39.9	81.6	58.8
	V1	60.7	62.4	56.9	40.0	74.0
	V2	54.3	79.0	55.1	73.6	60.9
14/09/13	PHS	42.5	69.3	48.7	76.2	54.8
	V1	23.8	40.9	39.5	31.3	34.5
	V2	67.3	97.8	82.9	74.4	73.5

4. Zusammenfassung

In dieser Studie wurde zum ersten Mal der Einfluss hochwertigen Dauerhumus, d.h. amoxidierte Weichbraunkohle, auf Vitalitätsparameter von Wein untersucht und erste Befunde vorgelegt. Dazu wurden Chlorophyll-Fluoreszenz-Dynamik-Untersuchungen (CFD) an zwei Wein-Sorten durchgeführt (Solaris, Cabernet blanc). Die Pflanzungen befinden sich auf einem rekultivierten Tagebaugelände in der Lausitz (Sachsen) und wurden 2013 angelegt. Die Pflanzen wurden mit einem neuartigen Dauerhumusprodukt, Novihum® bzw. mit einer Kombination aus Novihum® und einem Mykorrhiza-Präparat behandelt (Cuxin Myko-Aktiv). Als Vergleich diente die Best-Practice-Variante, die mit Gartendünger behandelt wurde. Im Jahr 2014 wurden zu drei Terminen die CFD gemessen (14.7.2014, 14.8.2014, 13.9.2014).

Grundsätzlich zeigten die mit Novihum behandelten Pflanzen das größte Photosynthesepotential sowie den dynamischsten CFD-Verlauf. Beides lässt auf eine deutlich bessere Vitalität und intensiveres Wachstum der Pflanzen schließen und war auch an den Pflanzen selbst direkt zu sehen. Eine zusätzliche Behandlung mit dem Mykorrhiza-Präparat führte im Vergleich zur Behandlung nur mit Novihum® zu keinen Vitalitäts- und Wachstumsunterschieden. Die nur mit Novihum® behandelten Pflanzen zeigten zusätzlich eine bis in den Spätsommer reichende signifikant ausgeprägtere CFD. Dies lässt auf eine bessere Nutzung photosynthetisch aktiver Strahlung gerade zur Reifezeit der Trauben schließen.

5. Danksagung

Diese Arbeit wurde ermöglicht durch Fördermittel der Sächsischen Aufbaubank - Förderbank und durch die Unterstützung der Landwirtschaftsbetrieb Lindenfeld GbR und Dr. Andreas Wobar.

6. Literatur

1. Kuntze, H, Roeschmann, G., Schwerdtfeger, G. (eds.), *Bodenkunde*, 5th edn., Ulmer, Stuttgart (1994).
2. Scheffer, F., Schachtschabel, P. (eds.), *Lehrbuch der Bodenkunde*, 15th edn., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2002).
3. Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., MacCarthy, P., (eds.), *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water*, John Wiley and Sons, New York (1985).
4. Stevenson, F.J. (ed.), *Humus Chemistry*, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York (1994).
5. Canellas, L.P., Olivares, F.L., Okorokova-Façanha, A.L., Façanha, A.R., *Plant Physiology* 130, 1951 (2002).
6. Pizzeghello, D., Nicolini, G., Nardi, S., *New Phytologist* 151, 647, (2001).
7. Katur, J., Fischer, K., Böcker, L., Tonder, K., Liebner, C., *Archives of Agronomy and Soil Science* 48, 647 (2002).
8. Liebner, F., Fischer, K., Katur, J., Böcker, L., ERSEC Ecological Book Series III, edited by UNESCO Office Beijing, Tsinghua, University Press and Springer, Beijing (2006), pp. 183–207.
9. Magdoff, F., van Es, H.m (eds.), *Building Soils for Better Crops*, 2nd edn., Sustainable Agriculture Network (2000), pp. 80–82.
10. Gottschall, R., *Kompostierung: Optimale Aufbereitung und Verwendung organischer Materialien im ökologischen Landbau, Alternative Konzepte*, 5th edn., edited by Müller and Karlsruhe (1992), p. 45.
11. Franz, A., Palm, A., German Patent No. 561,487, February 1930.
12. Flaig, W., Hingst, G., Wesselhoeft, P., German Patent 1,745,632, January 1959.
13. Hingst, G., Aalrust, P., Bratzler, K., Schäfer, H., German Patent 1,302,961, June 1962.
14. Wiesner, P.H., *Wochenblatt für Papierfabrikation* 18, 741 (1971).
15. Schiene, R., Pruzina, K.-D., Wienhaus, O., Fischer, F., *Zellstoff und Papier* 28/4, 163 (1979).
16. Fiedler, H.-J., Schmidt, S., *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden* 30/1, 197 (1981).
17. Fischer, K., Katur, J., Liebner, F., Schiene, R., *Ipw—Das Papier*, 48/4 (2002).
18. Fischer, K., Schiene, R., *Chemical Modification, Properties and Usage of Lignin*, edited by T. Hu, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York (2002), pp. 167–198.
19. Gürüz, K., *Fuel* 59, 772 (1980).
20. Coca, J., Aivarez, R., Fuertes, A.B., *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.* 23, 620 (1984).
21. Fischer, K., Schiene, R., Katur, J., European Patent 1,144,342, December 1999.
22. Katur, J., Fischer, K., Böcker, L., Liebner, F., Schiene, R., *Kennwerte und Eigenschaften der auf Braunkohlebasis durch oxidative Ammonolyse hergestellten Humusdüngestoffe*, *Ach. Acker- Pfl. Boden. Vol. 2*, pp. 637-646 (2002).
23. Ninnemann, H., Fischer, K., Brendler, E., Liebner, M., Rosenau, T., Liebner, F., *Characterisation of umic Matter Fractions Isolated from Ammonoxidised Miocene Lignite*, *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, Vol. 5, 241–252, 2011.
24. Kautsky H., Hirsch A., *Zeitschrift Naturwissenschaften*, 1931
25. Kautsky H., Hirsch A., *Biochemische Zeitung.*, p. 422, 1934
26. Romanov V., Galelyuka I., Hrusha V., Sarakhan et all, *Proceedings 5th Radostim Conference*, p.153, Dnepropetrovsk 2010, Ukraine
27. Sarakhan E.V. *Proceedings 7th Radostim Conference*, p. 150, Minsk 2011, Belarus
28. Nowick W., Nowick H, Romanov V., *Proc. 8th daRostim Conf.*, p.202, Kiev 2012, Ukraine

daRostim[®]
*research and development * scientific events
commerce and services * Tandem^{12/21}*

Wolfgang Nowick

daRostim[®]
Privates Institut für angewandte Biotechnologie
Am Eichenwald 15
D-09350 Lichtenstein/Sa.

www.darostim.de

info@darostim.de

Tel.: +49 (0) 37 204 / 60 98 08
Tel. mobil: + 49 (0) 172 70 34 615
Fax: +49 (0) 37 204 / 60 98 09



NOVIHUM[®]
TECHNOLOGIES

Horst Ninemmann
Reinhard Sorge

Novihum[®] Technologies GmbH
Blasewitzer Straße 41
01307 Dresden

www.novihum.de

info@novihum.de

Tel.: +49 (0) 351 / 45 04 213
Fax: +49 (0) 351 / 45 04 200

Gestaltung, Design und Druckvorbereitung:

daRostim[®]
*research and development * scientific events
commerce and services * Tandem^{12/21}*

Valentina Klebanova

daRostim[®]
Agentur für Internationalen Technologie-, Wissens- und Bildungstransfer

Am Eichenwald 15
D-09350 Lichtenstein/Sa.

www.darostim.de

info@darostim.de

Tel.: +49 (0) 37 204 / 60 98 10
Fax: +49 (0) 37 204 / 60 98 09



NATURAL
ORGANIC
MATTER
RESEARCH



daRostim

MODERN CONCEPTS FOR AGRICULTURE
- DIGITALLY ASSISTED



NOVIHUM
TECHNOLOGIES



Agilent Technologies



НАУЧНО-ВНЕДРЕНЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

БАШИНКОМ



www.lgt.tw

Land Green and Technology