



WAGENINGEN UR

*For quality of life*

---

# Zuurstof verbruikssnelheid gemeten met de OUR methode

Venige substraten en toeslagstoffen voor de potgrondindustrie

Annemiek Weerheijm, Chris Blok

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw

### **Samenvatting voor internet**

De afbraaksnelheid van organische substraten is tot nu toe alleen voor veen en compost met een methode te quantificeren. De uitkomsten in 5-6 klassen zijn voor het indelen van substraten nog erg globaal. In dit verslag wordt een nieuwe methode getest die voor meer substraatmaterialen is te gebruiken en die mogelijk meer klassen kan onderscheiden. Het is een van de BOD metingen (Biological Oxygen Demand) afgeleide methode, bekend als OUR meting (Oxygen Uptake Rate). Om ervaring op te doen met de nieuwe methode is een serie metingen door WUR verricht. De methode wordt beschreven inclusief het herkennen en voorkomen van veel meetfouten. De uitkomsten voor Baltisch witveen, kokoschips, kokosvezel, vlasvezel, hennepvezel, rijstekaf, en houtvezel worden getoond en besproken. De door CEN voorgestelde Europese OUR methode is als bijlage opgenomen. Er kunnen met deze methode meer dan 20 klassen worden onderscheiden maar de spreiding in de monsters is groot.

### **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding proef	1
1.2 Principe van de proef	1
2 Methode	3
2.1 Substraten	3
2.2 Submonstername 1	3
2.3 Organische stofgehalte bepaling	3
2.4 Submonstername 2	4
2.4.1 Apparaten	4
2.4.2 Materiaal	4
2.4.3 Reagentia	4
2.5 Meting	4
2.6 Kwaliteitsaspecten	5
2.6.1 Drukopbouw in het vat.	5
2.6.2 Onvoldoende afbraak	5
2.7 Verwerking resultaten	6
3 Resultaten	7
4 Discussie en conclusies	9
4.1 Discussie	9
4.2 Conclusies	9
Bronvermelding	11
Bijlage I Komkommer oplossing	12
Bijlage II Tabel OUR-waarden	13
Bijlage III Grafieken	14
Bijlage IIII CEN rapport	16



# 1 Inleiding

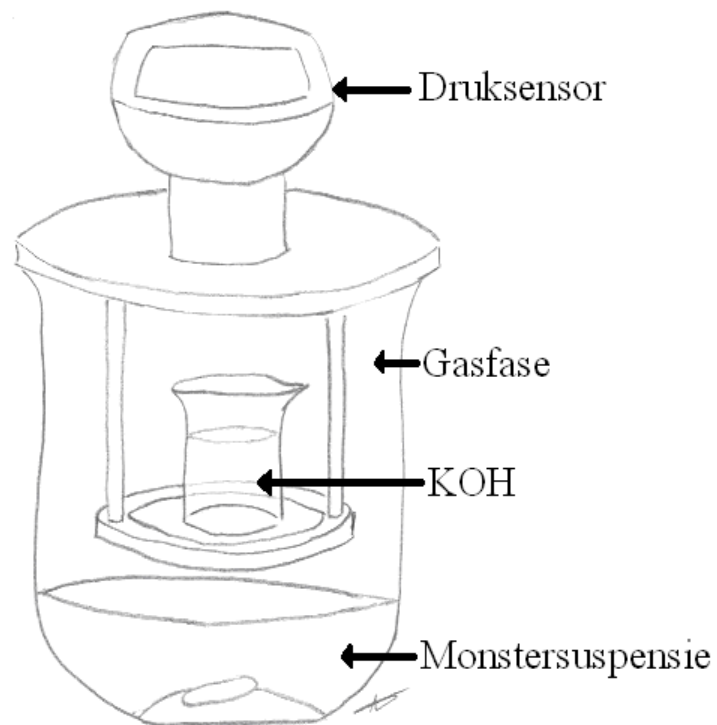
Fysische eigenschappen zijn per groeimedium verschillend. Hierbij kun je denken aan vochtigheid, snelheid van wateropname, de luchtigheid van een groeimedium, maar ook aan de afbraaksnelheid. De afbraaksnelheid van het medium kan grote gevolgen hebben voor de plant die erop groeit. Als een grondstof afgebroken wordt door micro-organismen verandert de structuur van het medium. Dit houdt in dat er bijvoorbeeld meer water en minder zuurstof in het substraat aanwezig is. De plant heeft deze zuurstof uit het substraat nodig om te groeien. De afbraaksnelheid is tegenwoordig goed te meten met een OUR (Oxygen Uptake Rate) meting. Deze methode meet, m.b.v. drukverlies in een gesloten vat, de hoeveelheid mmol zuurstof die per kilo luchtdroog groeimedium verbruikt wordt in één uur. Met deze meting is in vijf dagen te zien hoe stabiel een medium is.

## 1.1 Aanleiding proef

Sinds 1900 is de hoeveelheid koolzuurgas in de lucht sterk toegenomen. Koolzuurgas wordt gezien als een belangrijke oorzaak van de opwarming van de aard atmosfeer. Op dit moment zijn veel bedrijven op zoek naar veenvervangers voor potgrondmengsels (van Leeuwen et al., 2005). Deels om de vernietiging van veenmoerassen te voorkomen, deels om de ermee gepaard gaande uitstoot van koolzuurgas te voorkomen. Als men de veen afgraaft wordt het veen in relatief korte tijd (1-50 jaar) omgezet in voornamelijk koolzuurgas.

## 1.2 Principe van de proef

Bij het starten van de proef wordt er een bekende hoeveelheid groeimedium in een oplossing met komkommervoeding en ATU (N-Allythiourea) gebracht in een gesloten vat waarop een druksensor bevestigd is. Verder wordt er een bekerglas met KOH op een plateautje in het vat gezet. Gedurende vijf dagen wordt deze oplossing m.b.v. een roermoter in beweging gehouden, zodat de beschikbare zuurstof in het vat homogeen door de oplossing verdeeld wordt en verdeeld blijft. De eigen organismen van het groeimedium breken het medium af. Voor deze afbraak is zuurstof nodig en wordt  $\text{CO}_2$  gevormd. De  $\text{CO}_2$  wordt weggevangen uit de gasfase door de KOH. Doordat er zuurstof verbruikt wordt, en het vat zo afgesloten is dat er geen lucht naar binnen kan, ontstaat er onderdruk. De druksensor die op de pot bevestigd is, registreert elke 20 minuten de druk in het vat. Dit resulteert tot een grafiek waarin een S-curve te zien is, waarvan het hellingsgetal staat voor de stabiliteit van het groeimedium. Om te voorkomen dat er naast  $\text{CO}_2$  ook stikstof gevormd wordt, is de ATU toegevoegd.

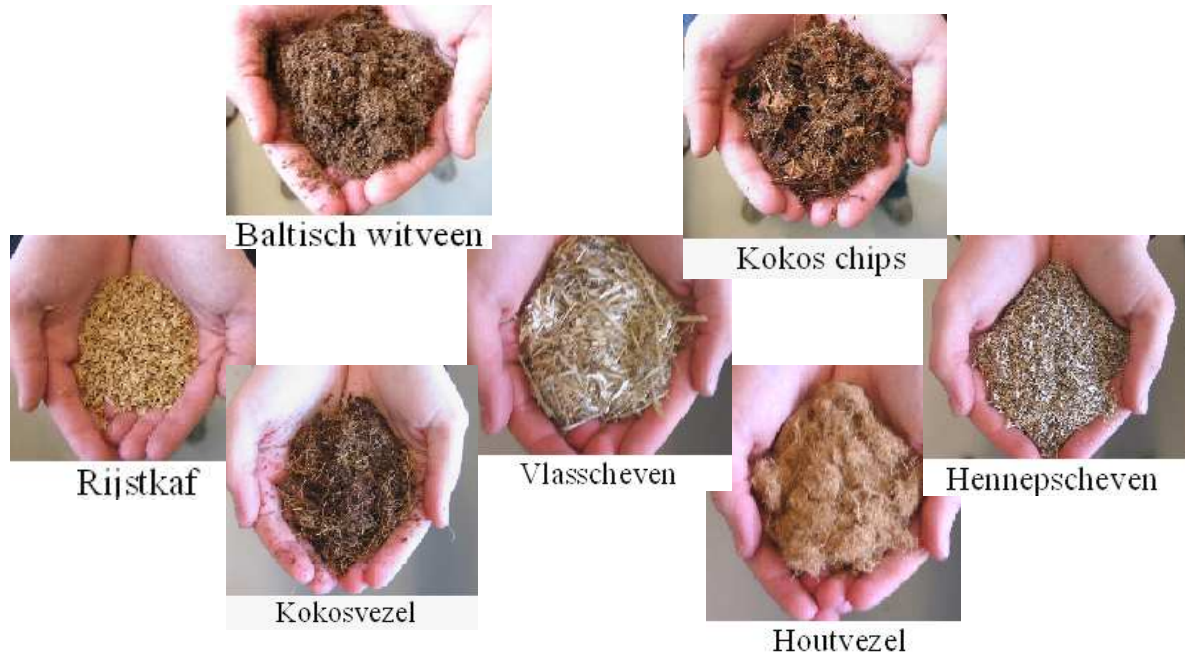


Figuur 1 Opstelling respirietest



## 2 Methode

### 2.1 Substraten



Figuur 2 Gebruikte substraten

De 7 substraten die voor deze proef gebruikt zijn, hebben verschillende afbraaksnelheden. Zo is bekend dat witveen en kokos erg stabiel zijn en dat rijstkaf erg snel afbreekt.

### 2.2 Submonsternamen 1

De te testen organische materialen worden meestal aangeleverd in zakken van 1 tot 50 liter. De materialen worden verder verwerkt zoals aangeboden, ook als dat ongebruikelijk nat of droog is. Met de hand wordt middenuit de zak een submonster genomen van een handvol (meer dan 10 gram).

### 2.3 Organische stofgehalte bepaling

10 gram materiaal van submonster 1 wordt afgewogen +/- 0.1 gram en in een droogstoof gedroogd (70 graden Celsius, 45 minuten). Het droog gewicht wordt bepaald +/- 0.01 gram. Het materiaal wordt vervolgens verast (550 graden Celsius, 8 uur). Het gewicht van de as wordt bepaald +/- 0.01 gram. Hieruit wordt

Het vochtgehalte (W) berekend als;  $W = (G_{nat} - G_{droog}) / G_{nat}$   
 het organische stofgehalte (OS) berekend;  $OS = (G_{droog} - G_{as}) / G_{droog}$ .

## 2.4 Submonstername 2

De zak wordt leeggestort in een bak. Op minimaal vier plekken wordt uit het midden van de laag een hand materiaal genomen. Dit materiaal wordt in een bak luchtig gemengd zó dat eventuele klonten of proppen uiteenvallen. Van het homogene monster wordt op minimaal vier plekken een monster tussen duim en wijsvinger genomen. Dit monster wordt visueel homogeen op een A4 uitgespreid zodat minimaal 5 gram aanwezig is. Hiervan wordt vanaf één zijde zoveel genomen dat 2 gram droge organische stof in dit submonster 2 aanwezig is

### 2.4.1 Apparaten

Klimaatcel van 20 °C

Roermotors

Droogstoof

Respiratiemeter + weckpot

pH-meter

Balans

### 2.4.2 Materiaal

Automatische pipet

Steekpipet

Maatcilinder

Bekerglaasjes

### 2.4.3 Reagentia

Demiwater

KOH (2 M/l)

N-Allythiourea (4 g/l)

Komkommervoeding (met Baskal op pH 7 gebracht)

## 2.5 Meting

Weeg zoveel vers materiaal af dat 2 tot 20 gram organische stof wordt toegevoegd, afhankelijk van de geschatte afbreekbaarheid van de stof, in de glazen Weck pot. Voeg 10 ml komkommervoeding, 190 ml demiwater en 2,5 ml N-Allythiourea aan de grond toe. Vul de bekersglasjes met 40 ml KOH en zet deze op het plateau. Doe de roervlo in het grondmengsel, sluit de pot met de klemmetjes en laat deze een uur acclimatiseren in de klimaatcel. Na een uur wordt de druksensor op de pot bevestigd en wordt de meting gestart.





Figuur 3 Handelingen respiratietest

## 2.6 Kwaliteitsaspecten

Een aantal verstoringen van de OUR meting kunnen onderkent of voorkomen worden.

### 2.6.1 Drukopbouw in het vat.

Drukopbouw kan o.a. veroorzaakt worden door  $\text{CO}_2$ - of  $\text{N}_2$ -productie en door temperatuuroptocht. Aangezien deze methode is gebaseerd op de drukval door zuurstofverbruik is het erg vervelend als er door een andere oorzaak een drukverschil ontstaat. Voor elk molecuul zuurstof dat de microorganismen verbruiken, produceren ze een molecuul  $\text{CO}_2$ . Om te voorkomen dat  $\text{CO}_2$  een drukopbouw kan produceren wordt er een overmaat aan KOH in de gasfase van de weckpot geplaatst. De KOH bindt  $\text{CO}_2$  uit de lucht tot  $\text{KHCO}_3$ . Dit proces verloopt voldoende snel om alle  $\text{CO}_2$  uit de lucht te scrubben. De N-Allythiourea zorgt ervoor dat er geen  $\text{N}_2$  kan worden gevormt door de enzymatische omzetting van nitraat naar stikstofgas te blokkeren. Door de potten bij een constante temperatuur te houden in een klimaatcel wordt er ook geen drukschommeling door de temperatuur veroorzaakt.

### 2.6.2 Onvoldoende afbraak

Er zijn ook oorzaken waardoor er minder snel wordt afgebroken dan mogelijk. Dit moet natuurlijk voorkomen worden zodat er betrouwbare resultaten worden verkregen. Mogelijke oorzaken van een onvoldoende afbraak zijn een zuurstoftekort of te weinig vocht in het monster. Bij een zuurstoftekort moet je denken aan het samenklonteren van monster of het aan de rand van de pot kleven van substraat. Op het moment dat er substraat tegen de wand van de pot kleeft, kan de zuurstof alleen het oppervlakte bereiken en niet de onderliggende lagen. Dit samenklonteren kan veroorzaakt worden doordat er in het begin te wild geroerd werd (dit is sterk teruggebracht), ook is er een mogelijkheid dat er tegen het platform waar de potten opstaan is geduwd/gestoten. Op het moment dat het substraat te weinig zuurstof krijgt, zullen de organismen het moeilijk krijgen omdat zij zuurstof gebruiken bij de afbraak van grondstoffen. Op het moment dat er minder grondstof wordt afgebroken dan mogelijk is, zijn de resultaten niet meer betrouwbaar.

Vocht is ook een belangrijk aspect bij de afbraak van grondstoffen. Dit komt omdat de organismen zich voornamelijk in de waterfase begeven. Op het moment dat een gedeelte van

de grondstof droog komt te staan is er dus geen optimale afbraak mogelijk, omdat de micro organismen het vocht nodig hebben om zich te kunnen vermenigvuldigen en verplaatsen. De resultaten zijn dan niet betrouwbaar.

Om deze bovenstaande problemen te voorkomen is het belangrijk dat er dagelijks wordt gecontroleerd hoe het staat met de potten. Zo kunnen mogelijke uitdroging en zuurstoftekort tijdig worden voorkomen, zodat de resultaten optimaal blijven.

## 2.7 Verwerking resultaten

Met een handcontrole apparaat kunnen de gegevens van druksensoren worden opgehaald. Met het programma Achat OC kan de controller worden uitgelezen met de computer. Deze gegevens zijn makkelijk in Excel te plaatsen, zodat ze kunnen gebruik worden gemaakt voor verdere verwerking.

Van de gegevens wordt een grafiek gemaakt, zodat snel te zien is hoe de drukverloop heeft plaatsgevonden gedurende de vijf dagen die gemeten zijn. Van deze grafiek wordt het hellingsgetal berekend, om de OUR-waarde te berekenen.

De drukval in het vat wordt gemeten in hecto Pascal ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N.m}^2$ ). Het vrije volume in het vat is het volume van het vat min het volume van alles erin (toegevoegd water, reagentia en monster). De druk in de atmosfeer is ongeveer 1010 hPa. Globaal geldt  $V_{\text{vat}} = 1000 \text{ ml}$  en  $V_{\text{hulpstoffen}} = 300 \text{ ml}$  dus het gasgevuld volume is 700 ml. In een gasgevulde ruimte van 700 ml is 21% zuurstof aanwezig. Als daarvan de helft wordt verbruikt, neemt het volume af met 11,5% van 700 ml = 80.5 ml. Het drukverlies is dan 11.5% van 1010 hPa = 116 hPa. Het maximale drukverlies is 232 hPa waarbij alle zuurstof is verbruikt. Het lijkt redelijk te verwachten dat ruim voor de zuurstof echt op is, de afbraaksnelheid zal afnemen omdat de zuurstofminnende bacteriën minder actief worden. Bij een drukval van meer dan 120 hPa is het daarom veiliger de helling te bepalen van het deel boven de -120 hPa.

1 Mol koolzuurgas neemt bij gewone druk 22,4 liter in. Als 80.5 ml zuurstof is verbruikt zal er ook ongeveer 80.5 ml koolzuurgas zijn gevormd. Dit komt overeen met 3,6 mmol koolzuurgas. Om dit in te vangen in KOH is dus ( $\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{KHCO}_3$ ) 3,6 mmol KOH nodig. Omdat het mol gewicht van KOH 56 gram is, komt 3,6 mmol overeen met 0,20 gram KOH. Dit betekent dat het reservoir voor de veiligheid minstens 0,5 gram KOH moet bevatten om te voorkomen dat de scrubber verzadigd wordt! 40 ml 2 M KOH bevat 80 mmol KOH (ongeveer 4 gram), hetgeen ruim voldoende is.

Het hellingsgetal is een nog niet sluitend omschreven manier om de meest stabiele helling in de grafiek te meten. Globaal is het de drukval vanaf 48 uur tot 120 uur gedeeld door het aantal uren in die periode ( $120-48 = 72$ ).

De drukval wordt dan omgerekend naar ml verdwenen zuurstof. Als de drukval 116 hPa is, is 80,5 ml zuurstof verbruikt. De ml zuurstof worden omgerekend naar mol zuurstof ( $1 \text{ mol} = 22.4 \text{ liter}$ ). 80,5 ml is dus 3,6 mmol zuurstof.

De 3,6 mmol zuurstof wordt dan uitgedrukt per kilogram droge organische stof die is toegevoegd. Bij een monster van 4 gram met 50% organische stof is dat 2 gram. Dat wordt  $3,6/0.002 \text{ kg} = 1800 \text{ mmol/kg}$ .

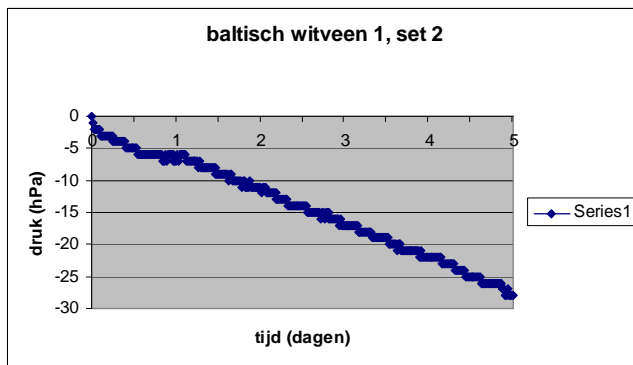
Als laatste stap wordt de afname in mmol zuurstof/kg droge organische stof nog gedeeld door het aantal uren.  $1800/72 = 25 \text{ mmol O}_2 \text{ kg droge organische stof. Uur}$ .

### 3 Resultaten

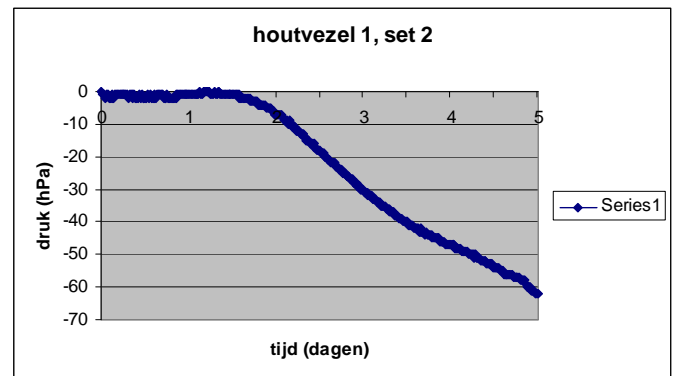
De gegevens zijn gemiddeld. Van de stabiele soorten zijn er 2 waarden, omdat tijdens de eerste proef te weinig grondstof aanwezig was voor een goed en betrouwbaar resultaat.

<b>Grondstof</b>	<b>Gem OUR-waarde (O<sub>2</sub>/kg OM/h)</b>	<b>Kwantiteit waarden</b>	<b>Range</b>
Baltisch witveen	0,59	2	0,58 – 0,59
Houtvezel	33	4	12 – 64
Rijstkaf	33	4	17 – 49
Vlasscheven	27	4	16 – 37
Hennepscheven	55	4	45 – 66
Kokos chips	1,11	2	1,00 – 1,22
Kokos vezel	0,52	2	0,31 – 0,72

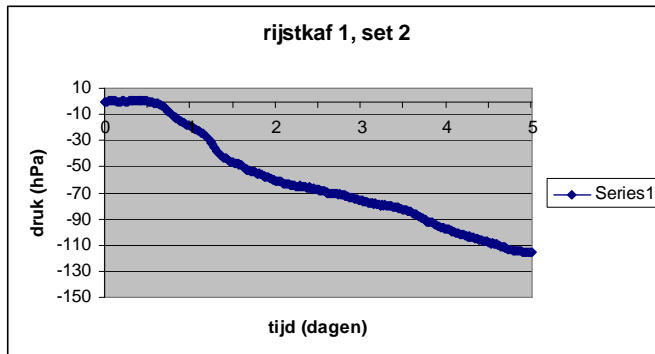
Tabel 1 OUR-waarden grondstoffen



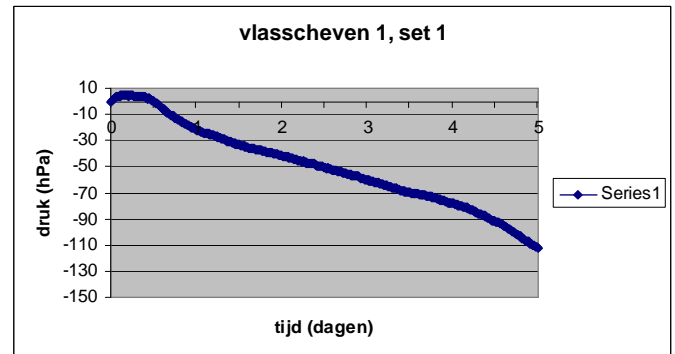
Grafiek 1 Rustige en kleine drukval



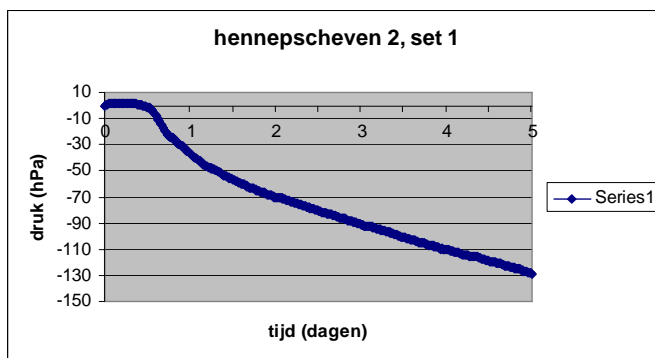
Grafiek 2: Snelle en sterke drukval



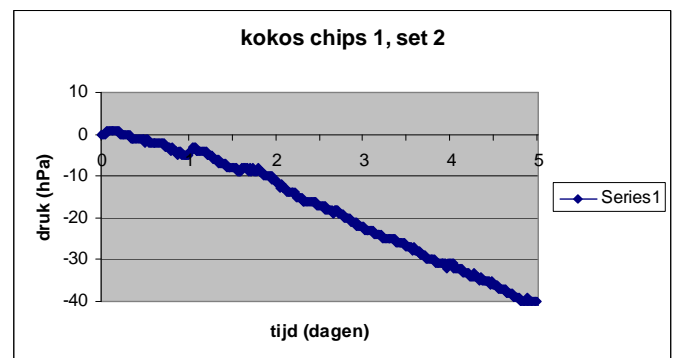
Grafiek 3 Na sterke drukval geleidelijkere afbraak



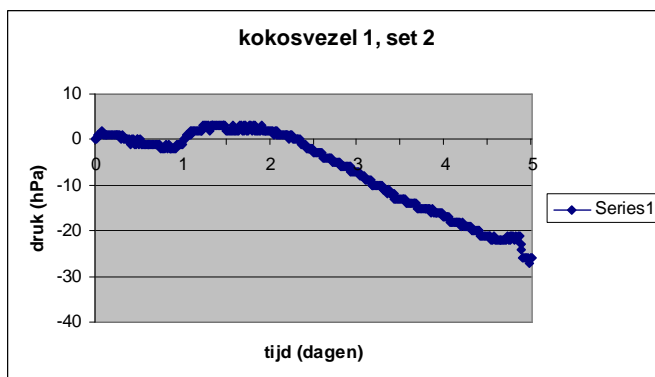
Grafiek 4 Geleidelijke sterke drukval



Grafiek 5 Na sterke drukval geleidelijkere afbraak



Grafiek 6 Rustige en kleine drukval



Grafiek 7 Na drukval weer drukopbouw, daarna rustige en kleine drukval

## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Discussie

Een goed afbreekbaar substraat dat uit maar één type molecuul bestaat, breekt in de OUR af met een typerende S kromme van drukafname tegen de tijd (Reuschenbach, 2000). De aanloop naar het steile deel van de kromme is de tijd nodig voor het opbouwen van een voldoende grote populatie micro organismen. Het steile deel is de maximale afbraaksnelheid die bij overmaat van microorganismen en voeding alleen afhankelijk is van het gekozen materiaal. Het tweede vlakkere deel van de kromme is de afbraaksnelheidsafname doordat het substraat op raakt. In de hier gekozen opstelling wordt dat laatste vlakke deel niet gehaald; het afbreken van alle materiaal kan 20-30 dagen duren terwijl de OUR test maar 5 dagen duurt.

De gemeten waarden voor Baltisch witveen zijn met 0.5-1.0 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h lager dan de in de literatuur genoemde 1-2 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h (Veeken ea, 2003). De waarden voor Baltisch witveen lagen in de eerste bepaling zó laag dat de grafieklijnen trapsgewijze verspringingen toonden, veroorzaakt door de minimal meetbare drukstap grootte van 2 kPa. Daarom is de monsterhoeveelheid in de tweede set met een factor tien verhoogd. Dit was ruim voldoende om het drukstappatroon minder zichtbaar te maken. In het vervolg is voor naar verwachting stabiele materialen een monsterhoeveelheid van 5 maal het de voorgeschreven hoeveelheid voldoende. Ook de waarden voor kokoschips waren met 1.0-1.5 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h ruim 2 keer zo laag als de gebruikelijke 2-3 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h. Het lijkt er dus op dat de gebruikte methode een overschatting van de stabiliteit van veen en kokos geeft.

De houtvezelmonsters tonen met 15-60 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h een onstabiel materiaal met grote schommelingen in gevonden waarden. Deze schommelingen hangen mogelijk samen met de monstername. De veronderstelling is dat het in dit geval erg dottige materiaal in de dotted stabiel is dan in het omringende kleinere gruis. De spreiding in de zorgvuldiger bemonsterde tweede set is met 15-40 nog steeds erg hoog. In andere onderzoeken vond WUR waarden tussen 10 en 20 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h voor grovere houtvezels en 10-15 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h voor het stabielere schors. De gevonden waarden lijken dus reël.

Rijstekaf is een onstabiel materiaal met een spreiding van 20-50 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h. Wat opvalt en ook een deel van de spreiding verklaart, is het voorkomen van een duidelijke knik in de helling van de twee materialen. Dit kan duiden op twee verschillende componenten in rijtekaf. Bijvoorbeeld een fractie met de zichtbare vliezen en een fractie met veel beter afbreekbaar gruis. Waarschijnlijker is dat in het kaf een relatief matig verteerbaar deel zit en een relatief snel verteerbaar deel (mogelijk een zetmeel rest). De gevonden waarden lijken reël.

Vlasscheven (20-30 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h) en hennepscheven (40-50 mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h) zijn beiden zeer onstabiel. Uit eerder onderzoek was dit al naar voren gekomen, inclusief de grotere afbreekbaarheid van hennepscheven.

### 4.2 Conclusies

- De uitgevoerde test is bruikbaar voor het meten van de stabiliteit van substraten in de tuinbouw.
- De basishoeveelheid voor vooraf bekende stabiele producten kan beter 5 keer zo hoog gekozen worden.

- De stabiliteit van de geteste materialen is in mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h;
  - Kokos vezel 0.3-0.8 zeer stabiel
  - Baltisch witveen 0.5-1.0 zeer stabiel
  - Kokos chips 1-1.5 zeer stabiel
  - Houtvezel 15-60 stabiel tot zeer onstabiel
  - Rijstekaf 20-50 onstabiel tot zeer onstabiel
  - Vlasscheven 20-30 onstabiel tot zeer onstabiel
  - Hennepscheven 40-50 zeer onstabiel
- Rijstekaf toont een dubbele helling met een zeer onstabiel en een stabiel deel.

## Bronvermelding

- van Leeuwen, G.J.L., G. Wever, C. Blok, J.B.G.M. Verhagen, and H. Barendse, 2005. New Growing Media Pilot Potplanten in New Growing Media - Fase B.
- Messelink, G.J., P. Paternotte, C. Blok, G.v. Leeuwen, and J. Postma. 2008. Substraateffecten op plagen en ziekten in potplanten. Resultaten van kasproeven in 2006 en 2007.
- Pagga, U., 2000. The significance of standardized degradation tests in the testing of substances. 1st symposium on "Biological degradability" 1:1-12.
- Reuschenbach, P., 2000. Carrying out the manometric respiration test in the Oxitop Control test system. 1st symposium on "Biological degradability" 1:13-19.
- Veeken, A.H.M., de Wilde, V., Hamelers, H.V.M., Moolenaar, S.W , Postma, R., 2003 OxiTop® measuring system for standardised determination of the respiration rate and N-mineralisation rate of organic matter in waste material. WUR/NMI, Wageningen.

## Bijlage I Komkommer oplossing

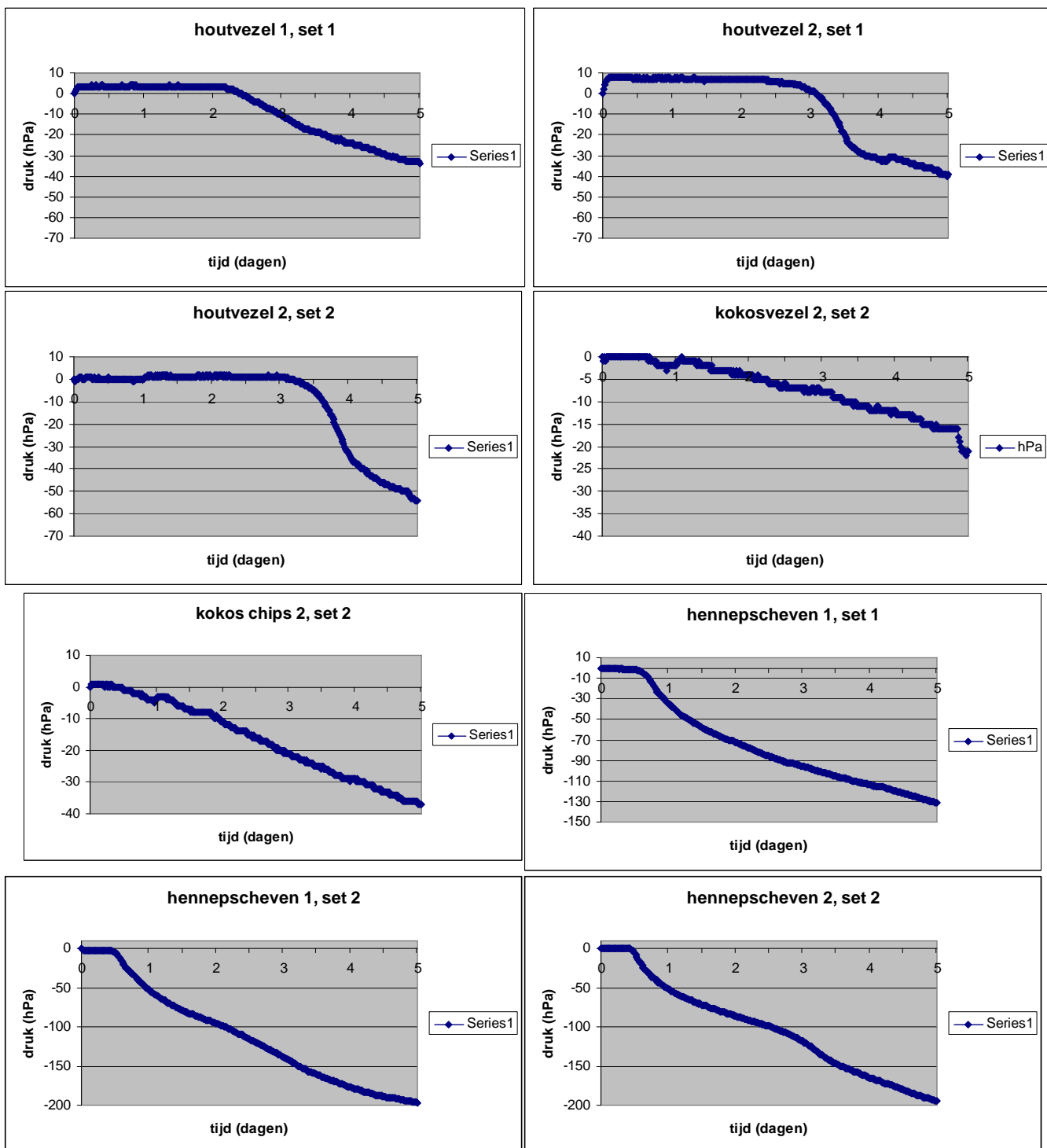
Stof		mmol in bak
Kalisapeterzuur	NH <sub>4</sub> :	1.250
Kalizwavelzuur	K :	13.042
Kalifosforcarbonaat	Ca :	6.521
Kalksalpeter	Mg :	2.242
Magnesiumnitraat	NO <sub>3</sub> :	25.455
Kalicarbonaat	SO <sub>4</sub> :	2.188
Ammoniumnitraat	P :	1.989
Borax	B :	25.000
Kopersulfaat	Cu :	0.750
Natriummolybdaat	Mo :	0.500
Zinksulfaat	Zn :	5.000
Mangaansulfaat	Mn :	10.000
Ijzerchelaat DTPA 7%	Fe :	15.000

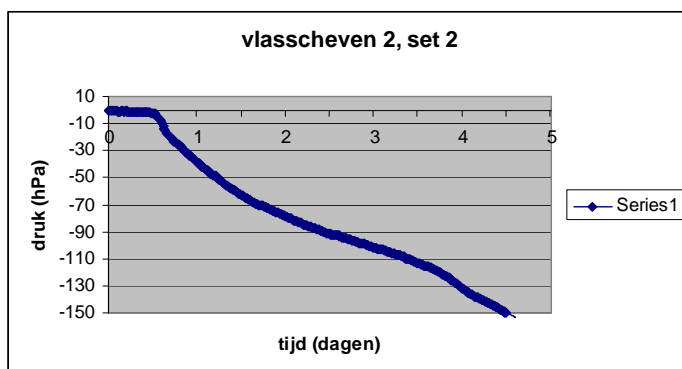
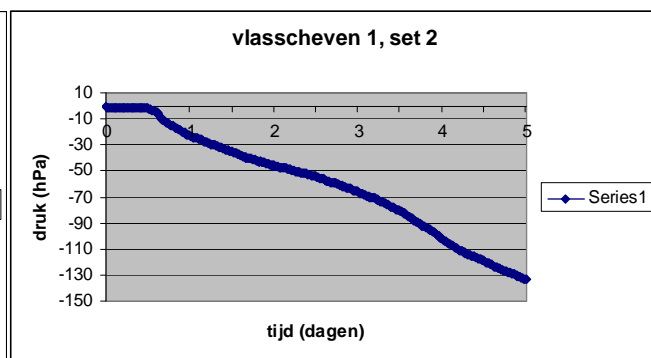
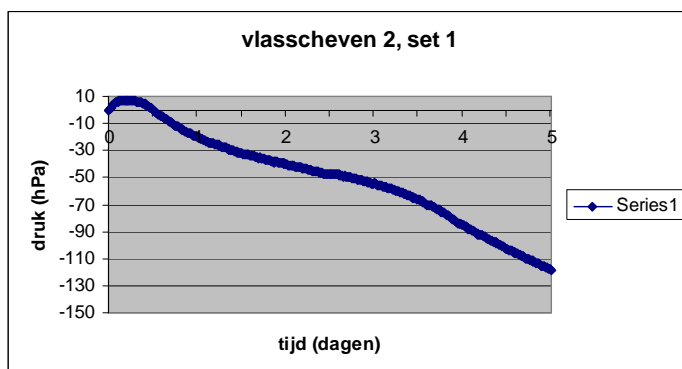


## Bijlage II Tabel OUR-waarden

<b>Grondsoort</b>	<b>mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h helling 1</b>	<b>mmol O<sub>2</sub>/kg OM/h helling 2</b>	<b>stabiliteit</b>
Baltisch witveen set 2	0,59	0,40	Zeer stabiel
Baltisch witveen set 2	0,58	0,53	Zeer stabiel
Houtvezel set 1	12		Stabiel
Houtvezel set 1	64		Zeer onstabiel
Houtvezel set 2	17	11	Onstabiel
Houtvezel set 2	38		Zeer onstabiel
Rijstkaf set 1	17		Onstabiel
Rijstkaf set 1	28		Zeer onstabiel
Rijstkaf set 2	37	15	Zeer onstabiel
Rijstkaf set 2	49	17	Zeer onstabiel
Vlasscheven set 1	23		Zeer onstabiel
Vlasscheven set 1	31		Zeer onstabiel
Vlasscheven set 2	16	25	Onstabiel
Vlasscheven set 2	37	17	Zeer onstabiel
Hennepscheven set 1	50		Zeer onstabiel
Hennepscheven set 1	45		Zeer onstabiel
Hennepscheven set 2	66	33	Zeer onstabiel
Hennepscheven set 2	61	22	Zeer onstabiel
Kokos chips set 2	1,22	1,00	Zeer stabiel
Kokos chips set 2	1,00	0,88	Zeer stabiel
Kokos vezel set 2	0,72		Zeer stabiel
Kokos vezel set 2	0,31		Zeer stabiel

# Bijlage III Grafieken





# Bijlage III CEN rapport

CEN V XXXX:2007-06

## 1 Scope

This European standard describes a method to determine the aerobic biological activity by measuring the oxygen uptake rate (OUR). The oxygen uptake rate is an indicator of the extent to which biodegradable organic matter is being broken down within a specified time periode. The method is not suitable for material with a content of particle sizes > 10 mm exceeding 20%.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 13039

EN 13040

ISO 3696 (water)

## 3 Principle

The material is suspended in water. The respiration rate (i.e. oxygen uptake rate) is estimated by measuring the pressure drop in the headspace (i.e. gas phase above the closed space above the water phase). The produced CO<sub>2</sub> (carbon dioxide) is removed by a suitable alkaline absorbent. The measurements are performed under defined conditions.

## 4 Apparatus

4.1 Temperature controlled room, climate cabinet or water bath, temperature adjustable to 30 °C ± 2 °C

4.2 Pressure transducer, operating range 500 - 1100 hPa (accuracy ± 4 hPa) and recorder for measuring 2 to 4 times per hour for 7 days.

4.3 CO<sub>2</sub>-absorbent containing unit

4.4 Reaction vessel (figure A1) 1000-2500 ml with a CO<sub>2</sub>-absorber unit (4.3) and the pressure transducer (4.2) gastight connected

4.5 Shaking table approx. 120 rpm or magnetic stirrer

4.6 Balance with a scale interval of 0.01 g

4.7 pH meter with slope adjustment and temperature control

4.8 Suitable Dispensers or pipettes (adjustable units of 0.5 ml)

4.9 Glassware beakers and measuring cylinder

4.10 Screen, 10 mm mesh size

## 5 Reagents

5.1 Demineralised water of class 2 acc. ISO 3696

5.2 pH buffer (A) 86 g/l  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 89 g/l  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , mix ratio 1:1 for pH 7; the solution is stable for 2 months if stored at  $3 \pm 2^\circ\text{C}$

5.3 Nutrient solution containing macro nutrients (B) 4.3 g/l  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 5.4 g/l  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 4.3 g/l  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.03 g/l  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and micro nutrients (C) 5.0 g/l EDDHA 6% iron chelate, 1.4 g/l  $\text{MnSO}_4$ , 1.1 g/l  $\text{ZnSO}_4$ , 4.2 g/l  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , 0.2 g/l  $\text{CaSO}_4$ , 0.13 g/l  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ , 1 ml HCl (36%)

Add 1 ml of micro nutrients solution (C) to 1l of macro nutrient solution (B). The solution is stable for 2 months if stored at  $3 \pm 2^\circ\text{C}$

### Standard nutrient solutions

5.4 ATU nitrification inhibitor (D) 4 g/l ATU (N-Allylthiourea,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{N}_2\text{S}$ )

Note: Safety precaution!!!

5.5  $\text{CO}_2$  – absorbent: NaOH-pellets or KOH-pellets with colour indicator

Note: Safety precaution!!!

5.6 NaOH (0,5 mol/l)

5.7 HCl (0,5 mol/l)

## 6 Procedure

6.1 Sample preparation

The sample shall be homogenised by hand. Break up lumps and agglomerates and sieve on a 10mm screen.. Insert the squeezing test from the self heating test. The moist sample shall be stored at  $3 \pm 2^\circ\text{C}$ .

6.2 Determination moisture and organic matter content

The moisture content shall be determined according to EN 13040 and the organic matter content according to EN 13039.

6.3 Starting the procedure

Weigh an equivalent of 2 g organic matter per litre capacity of the reaction vessel from the sample (NOTE 1). Place the sample in the clean reaction vessel (4.4). Add 180 ml water and 10 ml nutrient solution (B with C) using a dispenser (4.8). Add 10 ml pH buffer (A) using a dispenser (4.8). Add 2.5 ml ATU (D) using a dispenser (4.4). Place the sample on the shaking table (4.5) and let it stand for 4 to 8 hours on the shaking table or magnetic stirrer in the conditioned room (4.1). Do not close the bottles.

Note: If a larger vessel (e.g. 2 litres) is used, the amounts of sample and liquids have to be proportionally changed.

Then measure the pH of the suspension. The value should be between 6.5 and 7.5. If this is not the case base or acid should be added (5.6).

The analyses should be performed at least in duplicate.

**NOTE 1** At first instance an equivalent of 2 g organic matter shall be used for analysis. If it appears during the test that the pressure drop during the first 3 days is not higher than 20 hPa, then the amount of organic matter shall be increased but with a maximum of 20 g dry matter. If on the other hand the pressure drop during the first 3 days is more than 50 hPa, the amount of organic matter should be diluted to 1 g.

**NOTE 2** Some materials are more or less sterile. For inoculation 2 ml of a water extract of an active compost can be used.

Cc  
by

## 6.5 Respiration measurement

Fill the CO<sub>2</sub>-absorber unit (4.3) with absorbent-pellets (5.5). The pellets can be used several times. Before every use they shall be inspected for colour changes. If the colour has changed they shall be replaced. Close the reaction vessels airtight, place it on the shaking table (4.5) or magnetic stirrer and let them stand for 4 to 8 hours in the temperature controlled room, climate cabinet or water bath (4.1) and measure the pressure during 7 days and record the pressure 2 to 4 times per hour during 7 days with the connected pressure transducer (4.2). The measurement ends in principle after 7 days but can be ended if the pressure difference between the maximum and minimum value is more than 100 hPa.

## 7 Calculations

### 7.1 Theoretical background

The pressure drop (pressure as measured from start) as a function of time looks in principle like figure A2. The first period (0-8 h) the pressure rises by the rising pressure of water vapour in the headspace. Thereafter is a short period (0-12 h) in which the pressure is more or less stable. This is the growing phase of micro-organisms and is depending on the amount of active micro-organisms initially present. In the third period the pressure drops linearly and in the fourth phase the pressure drop decrease to become constant. In the final phase the oxygen runs out.

From the pressure drop in the third period the respiration rate is determined. The pressure drop maybe not more than 100 hPa (this is a decrease of the oxygen content from 20 % to 10 %) because at a higher pressure drop the oxygen supply to the water can be limiting (Veecken, 2003).

Cc  
me

### 7.2 Calculations

The oxygen consumption (O<sub>c</sub> in mmol O<sub>2</sub>/kg OM) is calculated from the pressure drop (ΔP) in the headspace according to:

$$O_c = \frac{\Delta P}{R \times (273.15 + T)} \times \frac{V_{\text{gas}} \times 10000}{W \times DM \times OM}$$

where:

O<sub>c</sub> oxygen consumption (mmol O<sub>2</sub>/kg OM)

ΔP is the pressure drop in the headspace (hPa)

R Gas constant (83.14 LkPa.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>)

T temperature the measurement is performed (°C)

W is the initial weight of the sample (kg)

DM dry matter content of the sample (%-w)

Fo

OM organic matter content of the sample (%-w)

$V_{\text{gas}}$  volume of the gas phase (ml)

$$V_{\text{gas}} = V_{\text{vessel}} - \frac{W \times OM \times 10000}{\rho} - V_{\text{liquid}}$$

where:

$V_{\text{vessel}}$  Total volume of vessel (ml)

$V_{\text{liquid}}$  All added liquids (water, nutrient solution, pH buffer and ATU solution (ml)

$\rho$  sample density ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

$$\rho = \frac{1}{\frac{OM/100}{1550} + \frac{(100-OM)/100}{2650}}$$

The oxygen uptake rate (OUR,  $\text{mmol O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{OM} \cdot \text{hour}^{-1}$ ) is calculated from  $Q_c$  and the related time period.

$$\text{OUR} = \frac{Q_c}{\Delta t}$$

where:

$\Delta t$  time  $\Delta P$  is taken (h)

## 8 Precision

The measurement is performed in duplicate. For a homogeneous sample the relative standard deviation shall be less than (10%). If not the analyses should be repeated entirely.

Comme  
tit

## 9 Test report

The test report shall contain at least the following:

- a) a reference to this standard;
- b) all data required for a complete identification of the sample;
- c) the results of the test, rounded to one decimal place;
- d) details of all work cycles not contained in this standard or that were considered optional, as well as all factors that may have influenced the results.