

Oberflächenabdichtungssysteme für emissionsarme Deponiekörper - Wasserhaushalt und Methanoxidation in den Dichtungssystemen der Versuchsfelder auf der Altdeponie Kuhstedt

Karsten Hupe, Kai-Uwe Heyer, Astrid Koop, Rainer Stegmann

IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft

Prof. R. Stegmann und Partner

Schellerdamm 19-21, 21079 Hamburg, www.ifas-hamburg.de

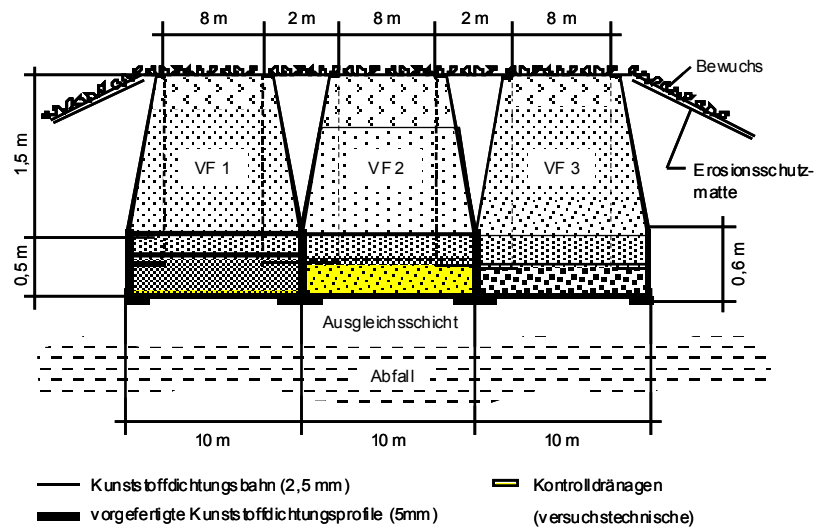
Varianten der Oberflächenabdichtungen Aufbau und Ergebnisse aus 3 Versuchsfeldern

Untersuchungsprogramm und Variationen:

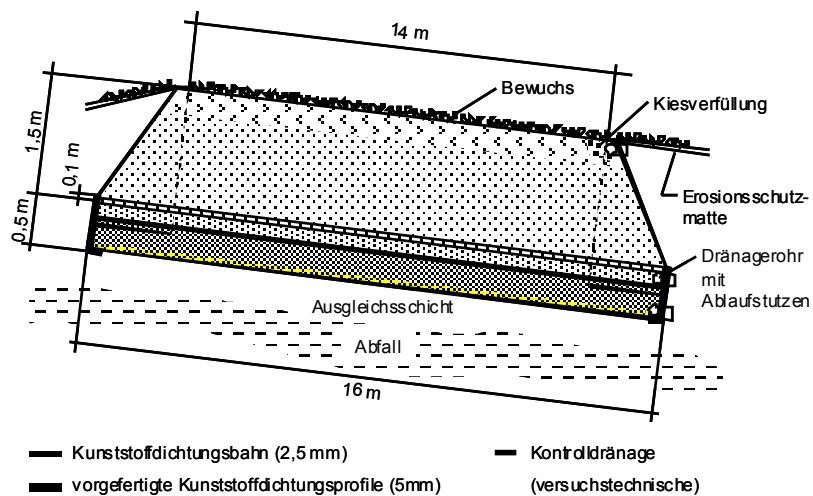
- ☺ **Elemente der Rekultivierungsschicht**
 - ☺ **Schichtmächtigkeiten der Oberbodenschichten**
 - ☺ **Kompostzugabemengen in den Oberbodenschichten**
 - ☺ **Gestaltung und Materialauswahl der Unterbodenschichten**
- ☺ **Dichtungselemente**
- ☺ **Methanoxidation**



Aufbau der Versuchsfelder - Querschnitt



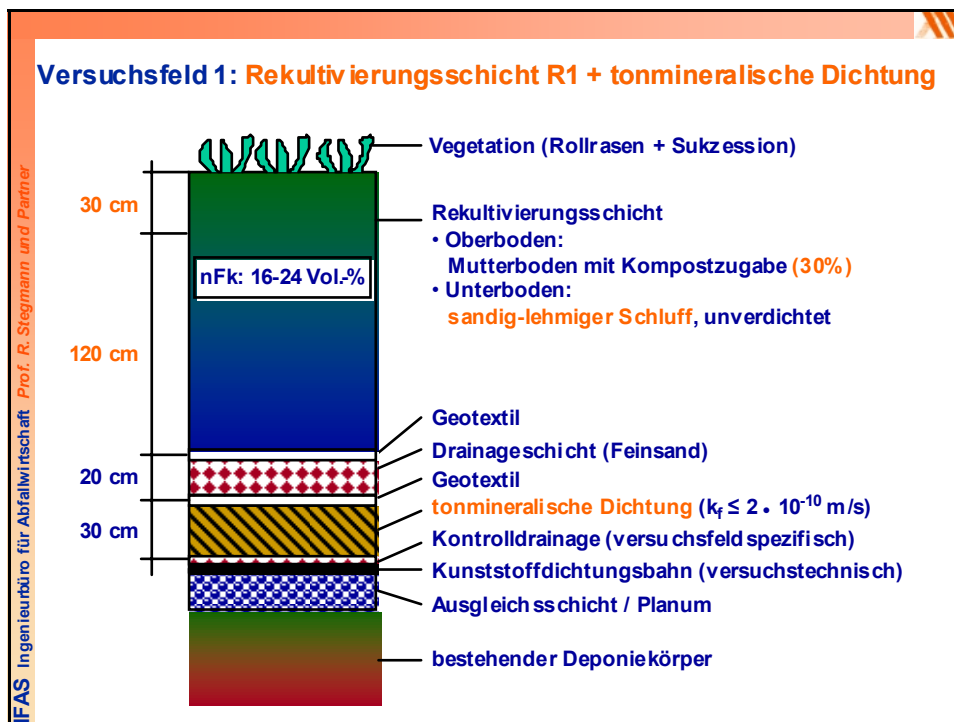
Aufbau der Versuchsfelder - Längsschnitt

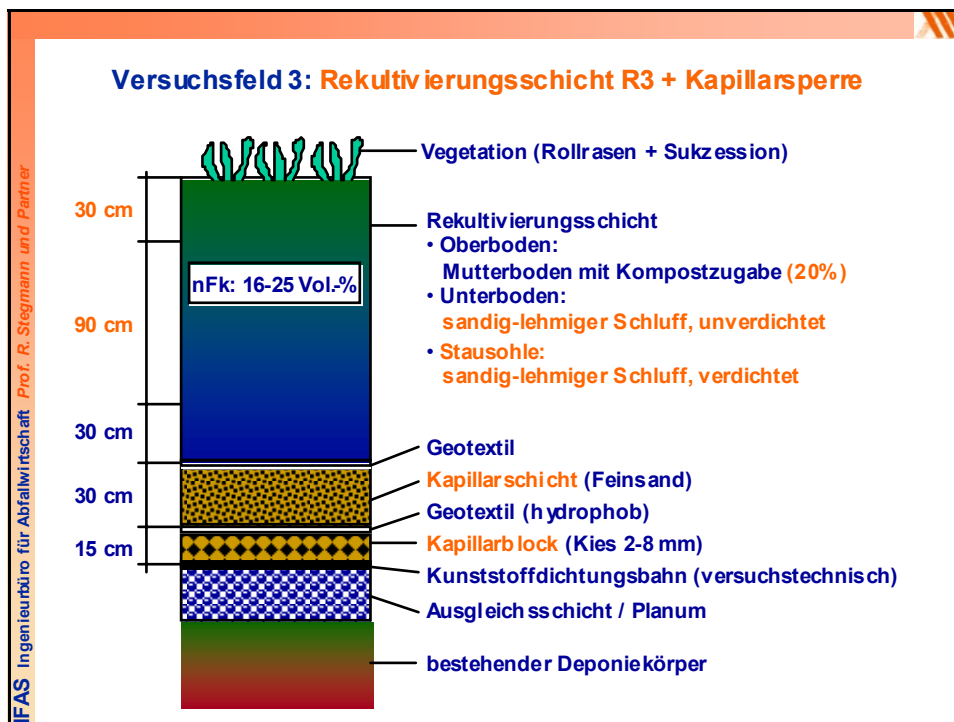
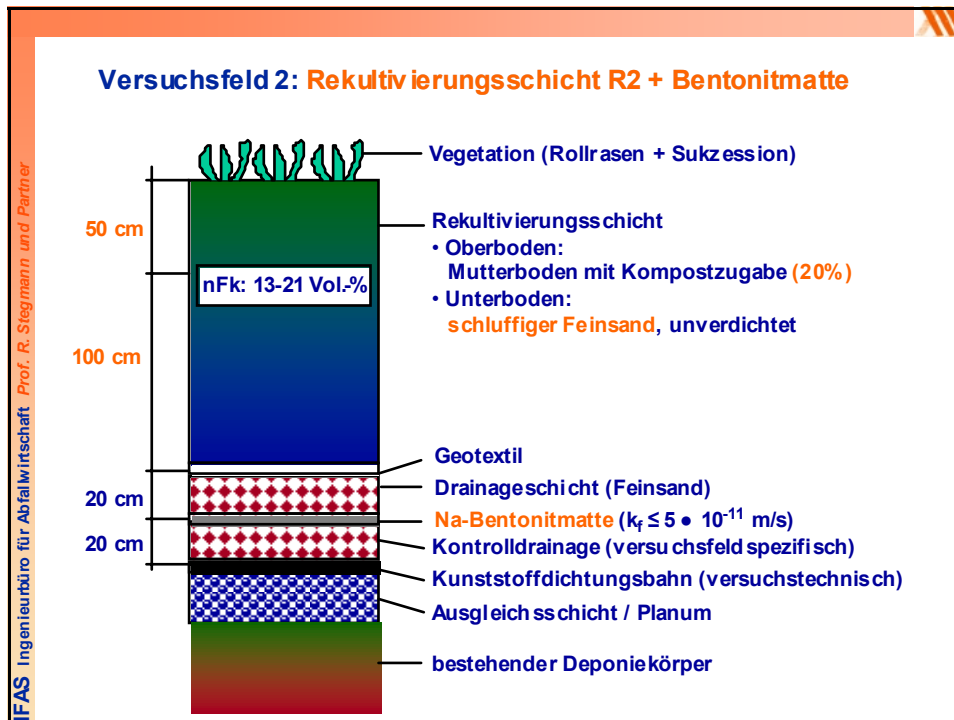


IFAS Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Prof. R. Stegmann und Partner

Aufbau der Oberflächenabdichtungen im Vergleich			
Komponente/ Schicht	Versuchsfeld VF1 R1/D/M	Versuchsfeld VF2 R2/D/B	Versuchsfeld VF3 R3/S/K
Oberboden	30 cm Mutterboden 30% Kompostzugabe	50 cm Mutterboden 20% Kompostzugabe	30 cm Mutterboden 20% Kompostzugabe
Unterboden	120 cm gering verdichteter sandig-lehmiger Schluff	100 cm gering verdichteter schluffiger Feinsand	sandig-lehmiger Schluff: 90 cm gering verdichtet 30 cm hoch verdichtet (Stausohle: $k_f \leq 1,4 \cdot 10^{-8}$ m/s)
Drainage	20 cm Feinsand 0/1	20 cm Feinsand 0/1	30 cm Kapillarschicht Feinsand 0/1
Dichtung	30 cm toniger Schluff $k_f \leq 2 \cdot 10^{-10}$ m/s	Na-Bentonitmatten $k_f \leq 5 \cdot 10^{-11}$ m/s	15 cm Kapillarkies Kies 2/8, Rundkorn



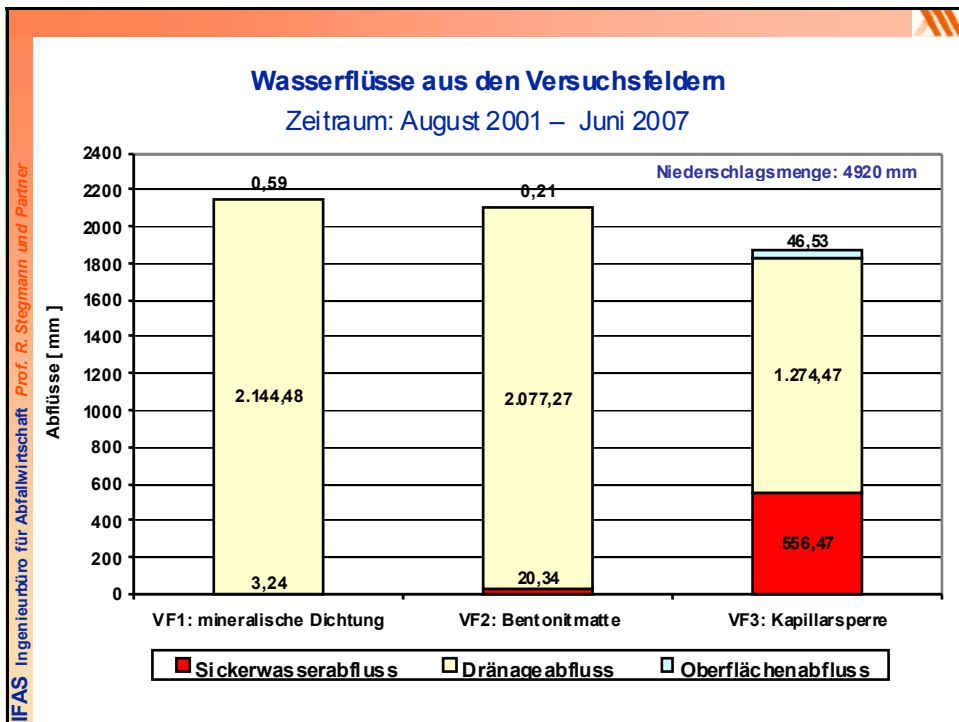


Untersuchungsprogramm / Vergleich der Systeme

- ☺ Vergleich der Rekultivierungsschichten
 - ☺ Abflüsse
 - ☺ Bodenwassergehalte
 - ☺ Wasserspannungen
- ☺ Dichtwirkung der Dichtungselemente
- ☺ Methanoxidation



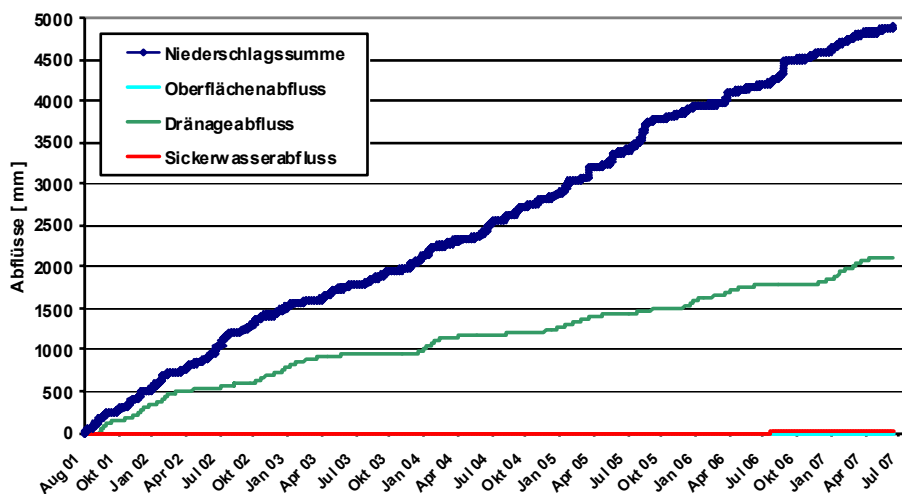
IFAS Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Prof. R. Stegmann und Partner

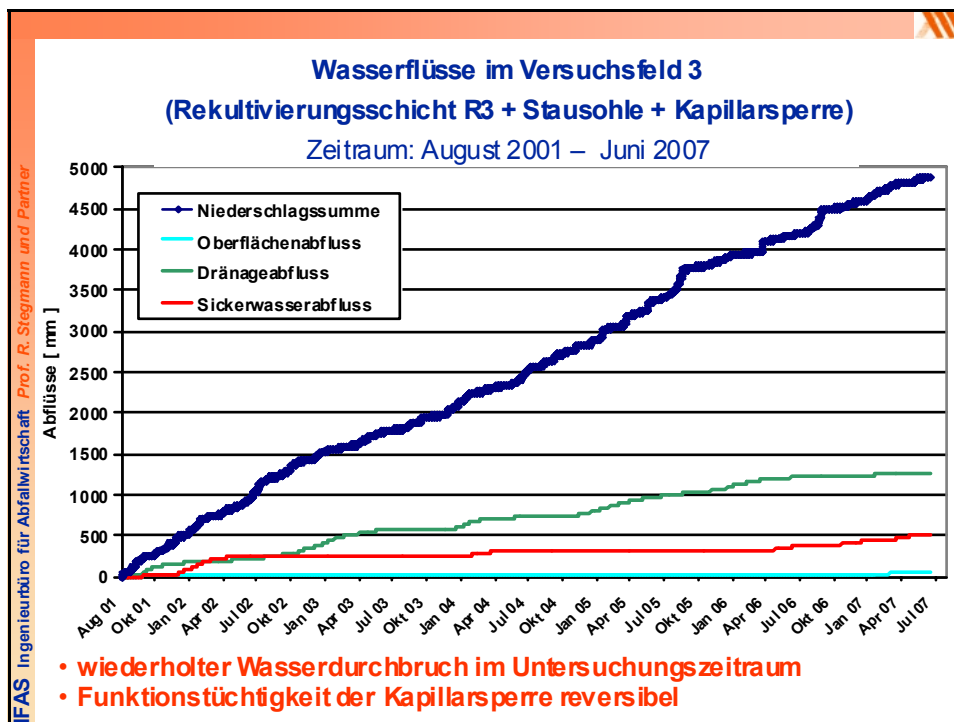
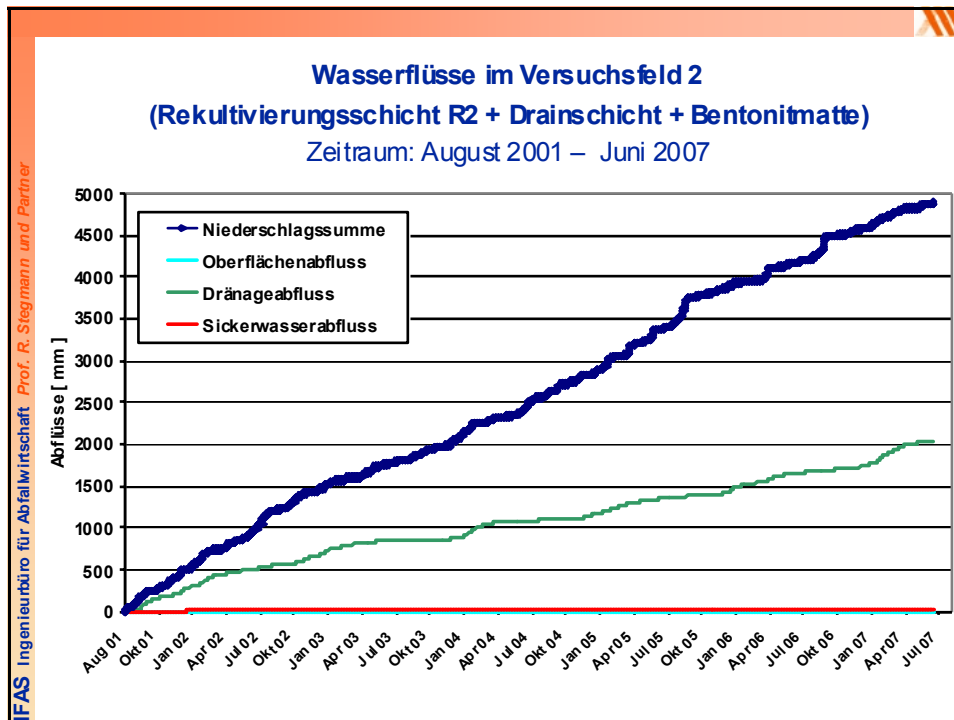


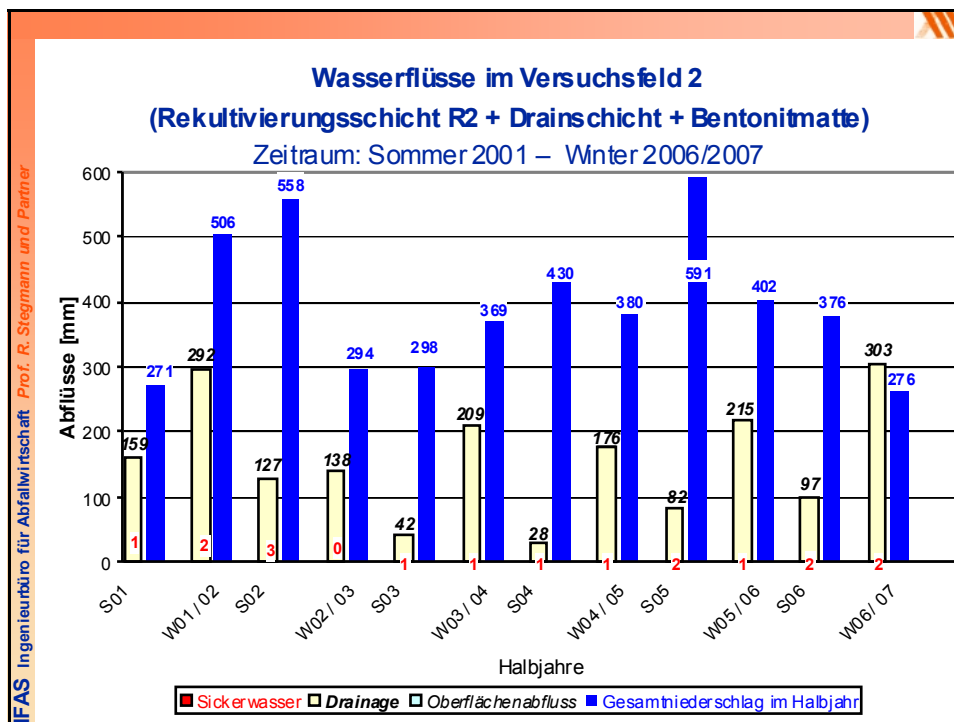
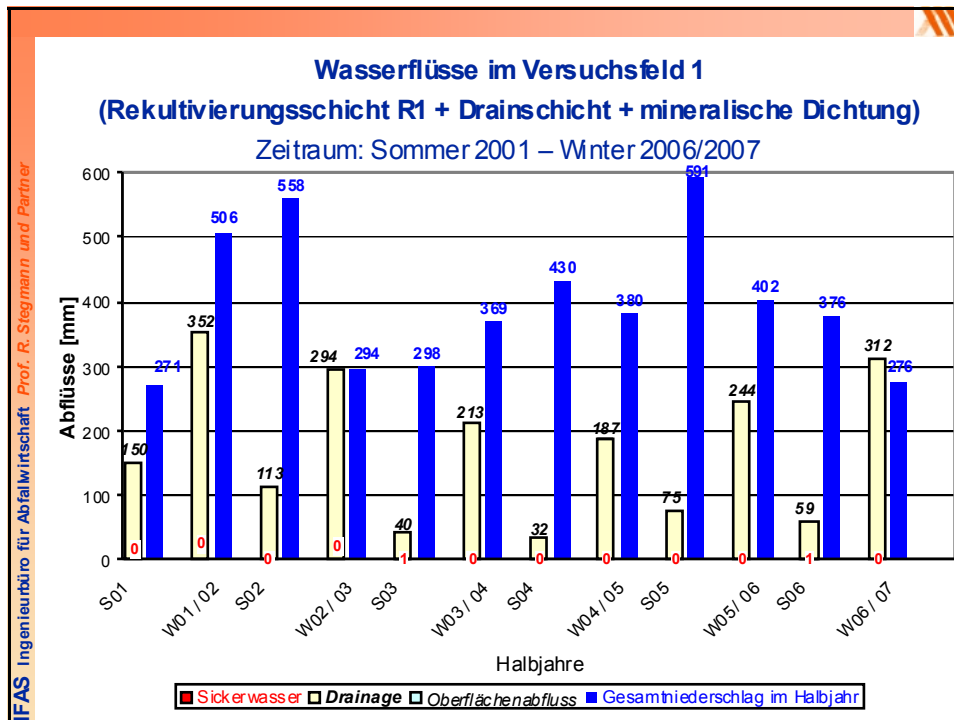
Rekultivierungsbilanz: August 2001 bis Juni 2007

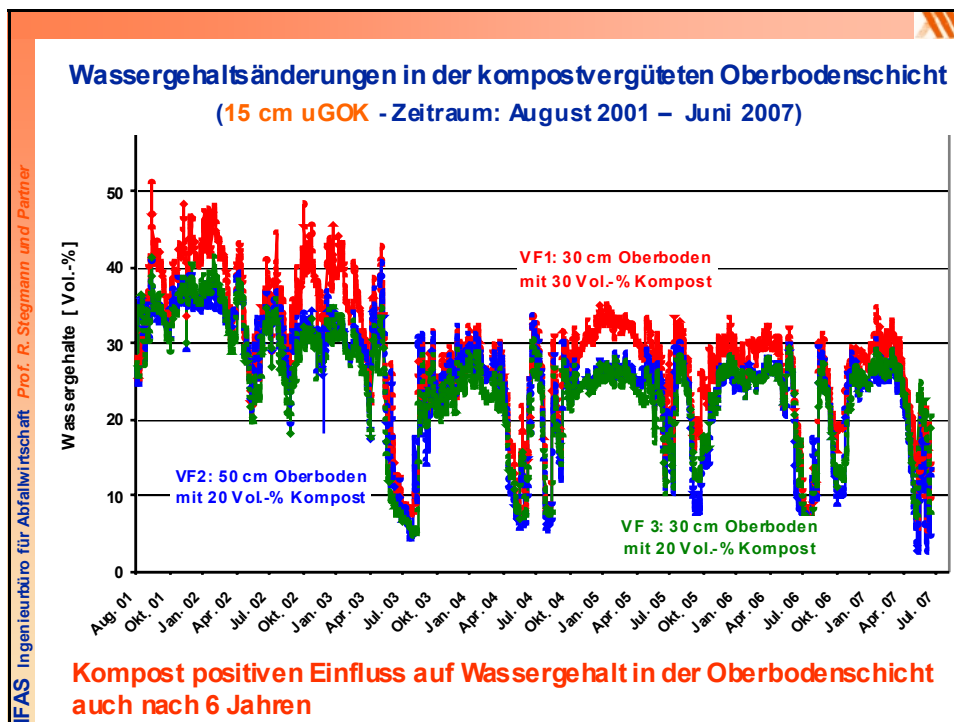
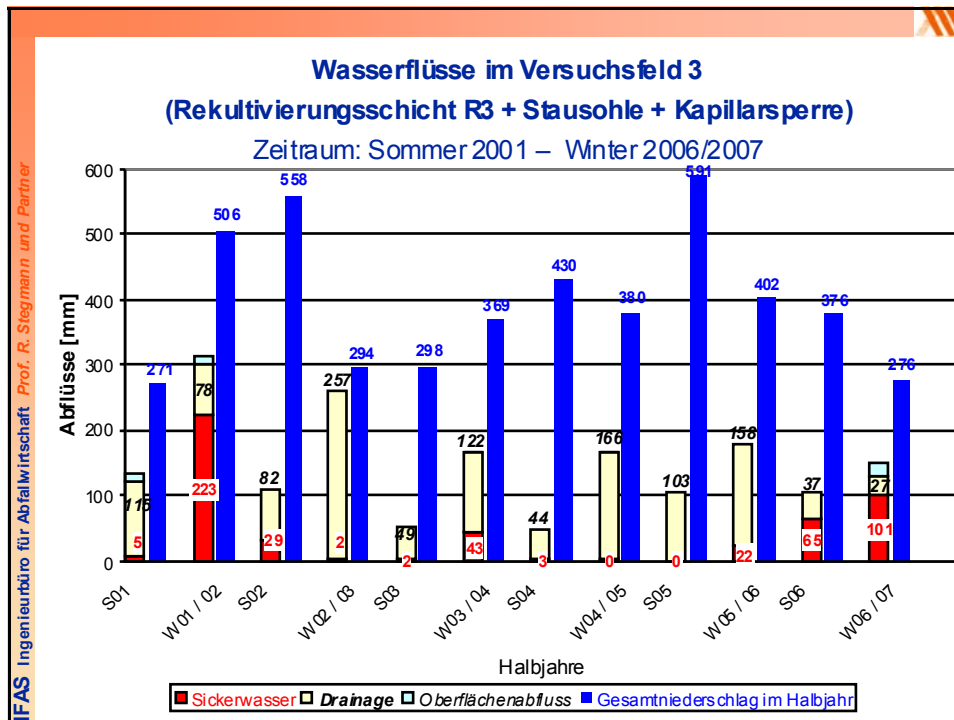
- ☺ Niederschlagsmenge: 4.900 mm (600-1060 mm/a)
- ☺ Drainageabfluss: ca. 2.100 mm – ca. 40% vom Niederschlag (1.550 mm in VF3 – ca. 30% vom Niederschlag)
- ☺ Oberflächenabfluss: < 0,6 mm (< 50 mm in VF3)
- ☺ Wasserdurchbruch = Sickerwasserabfluss: ≤ 20 mm (ca. 550 mm in VF3 – ca. 11% vom Niederschlag)
- ☺ Verdunstung: > 2.700 mm (ca. 60% des Niederschlages) (Wasserspeicherung vernachlässigbar)
- ☺ Ergebnisse entsprechen HELP-Berechnungen für diese Systeme und Niederschlagsregion (s.a. Ramke, 2007)

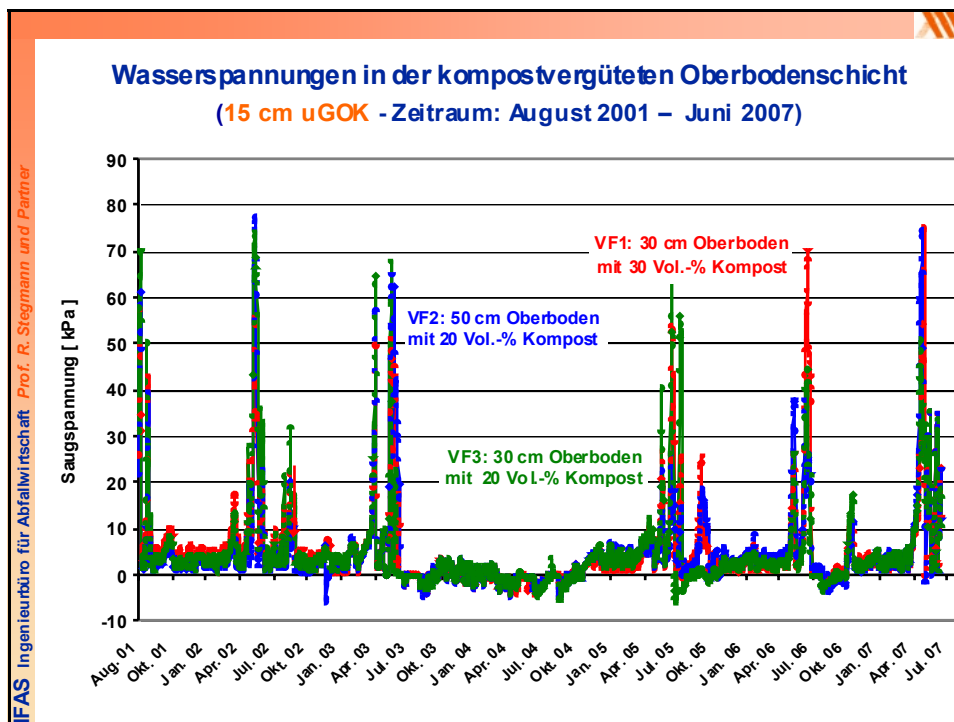
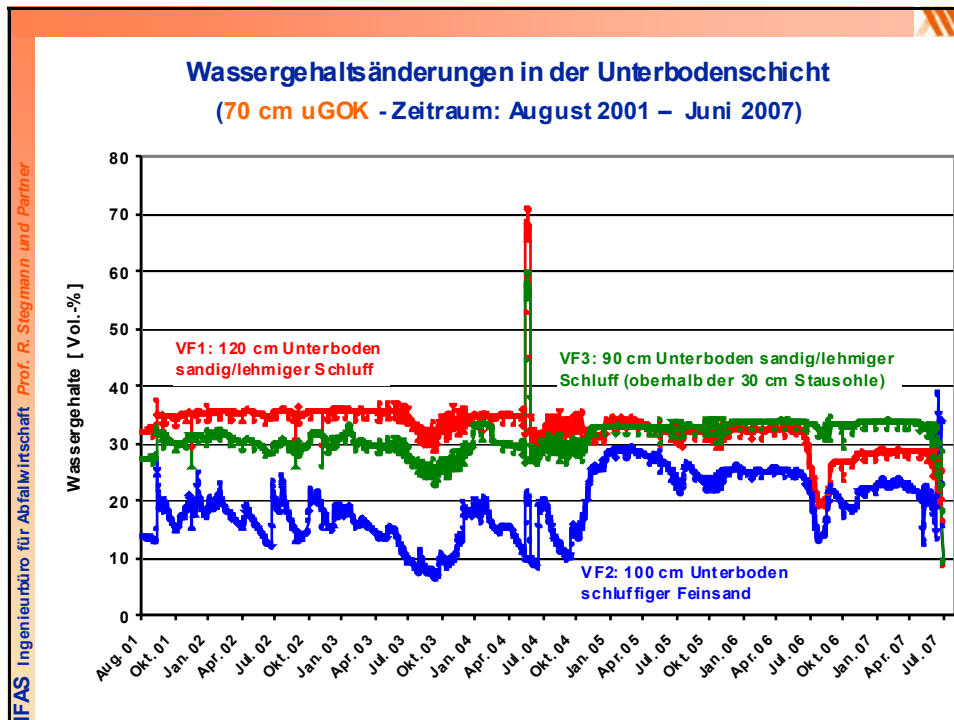
Wasserflüsse im Versuchsfeld 1
(Rekultivierungsschicht R1 + Drainschicht + mineralische Dichtung)
Zeitraum: August 2001 – Juni 2007

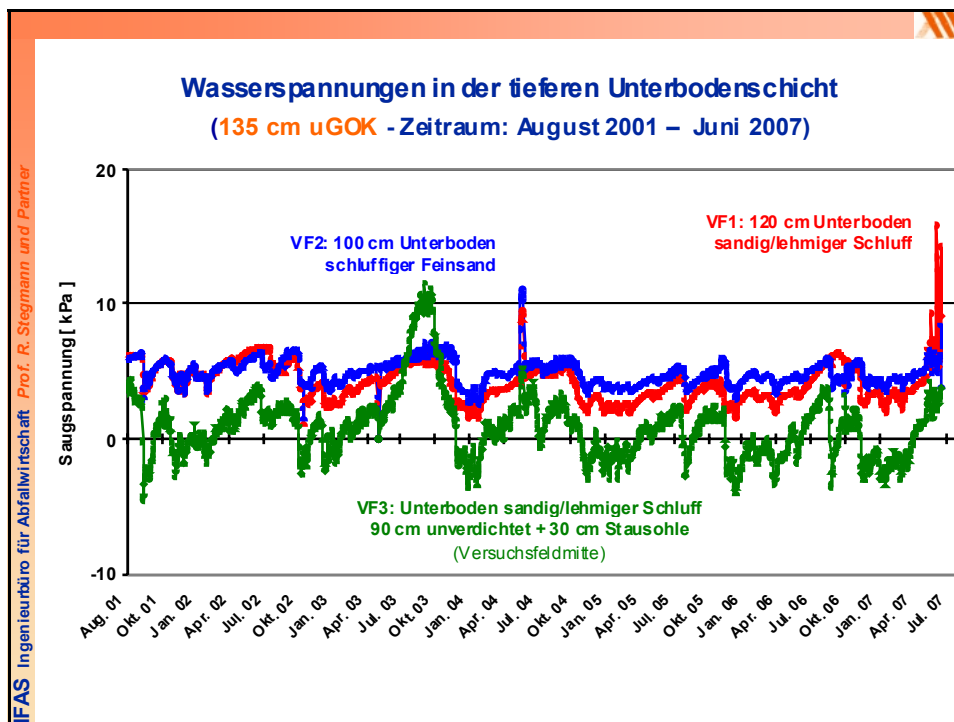
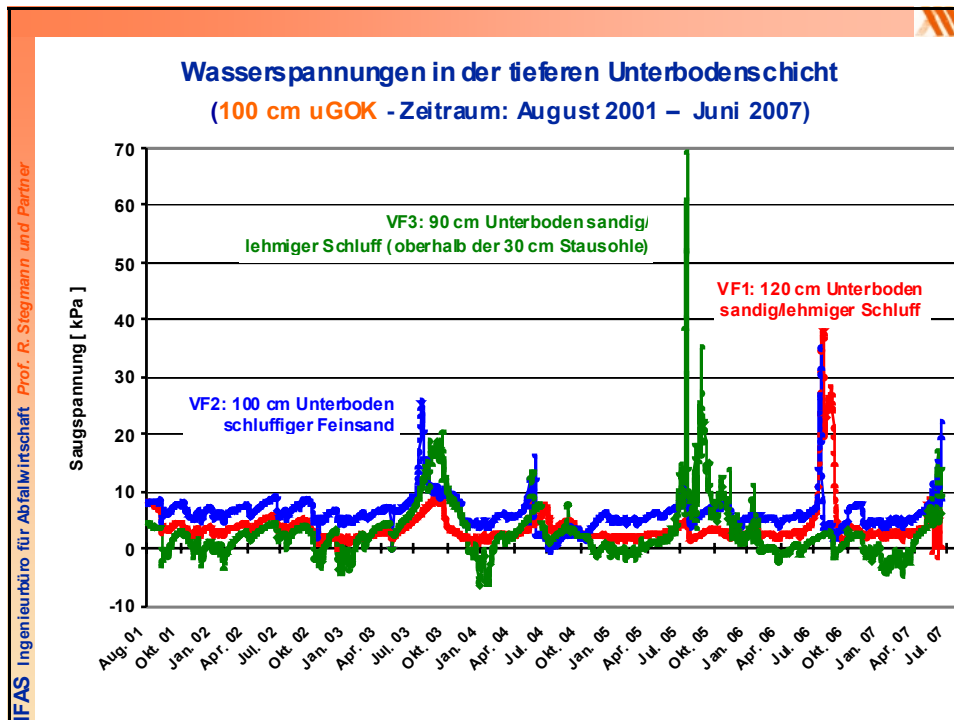














Zusammenfassung der Ergebnisse (Wasserhaushalt)

- Dichtwirkung der mineralischen Dichtung (Einbau auf dem trockenen Ast der Proctorkurve) und der Na-Bentonitmatten sehr gut
Gesamtdurchlässigkeit: < 0,5% der Niederschlagsmenge (< 4 mm/a)
- Funktionstüchtigkeit der Kapillarsperre reversibel (wiederholte Wasserdurchbrüche in den Kapillarblock (= **Sickerwasser**))

Ursache:

- Böschungsneigung mit 1:8 zu gering
- Stausohle oberhalb der Kapillarsperre zu hohe Dichtwirkung (kein gleichmäßiger Wassereintrag bei Dauerregen – sondern Wasserabfluss oberhalb der Stausohle bis zum Fuß des Versuchsfeldes und dort direkter Durchbruch in den Kapillarblock)
- standortbezogen/versuchsfeldbedingt und nicht kapillarsperrenbedingt

Lösung:

- Böschungsneigung mindestens: 1:6
- Verzicht auf Stausohle

IFAS Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Prof. R. Stegmann und Partner

Zusammenfassung der Ergebnisse (Wasserhaushalt)

- Aufbau der Rekultivierungsschichten mit positivem Einfluss auf die Verdunstung mit 50-70% der jährlichen Niederschlagsmenge
- Kompostzugabe in der Oberbodenschicht positiven Einfluss auf Wasserspeicherung und Oberflächenbewuchs
- Qualifizierte Unterböden mit hoher nutzbarer Feldkapazität und erhöhter Schichtmächtigkeit (> 100 cm) positive Wirkung auf den Wasserhaushalt:
 - Gutes Wasserspeichervermögen in vegetationsarmer und niederschlagsreicher Jahreszeit: u.a. Entlastung der Drainschicht und des Dichtungselementes
 - Langzeitspeichervermögen in Vegetationsperiode und niederschlagsarmer Jahreszeit: Verhinderung des Wurzelwachstums in die Drainschicht und das Dichtungselement mit positivem Einfluss auf die langfristige Funktionstüchtigkeit der Drain- und Dichtungswirkung

Methanoxidation in den Rekultivierungsschichten

- Gasvolumenstrom und Gaszusammensetzung (CH_4 , CO_2 , O_2) des zugeführten Deponiegases:
 - 2002 – 2005: 20-30 Vol.-% CH_4 , Flächenbelastung: 0,4-1,0 l $\text{CH}_4/\text{m}^2\text{h}$
 - 2006: 40 Vol.-% CH_4 , Flächenbelastung: 0,8 - 4,0 l $\text{CH}_4/\text{m}^2\text{h}$
- Gaszusammensetzung an den unterschiedlichen Gasmesssonden

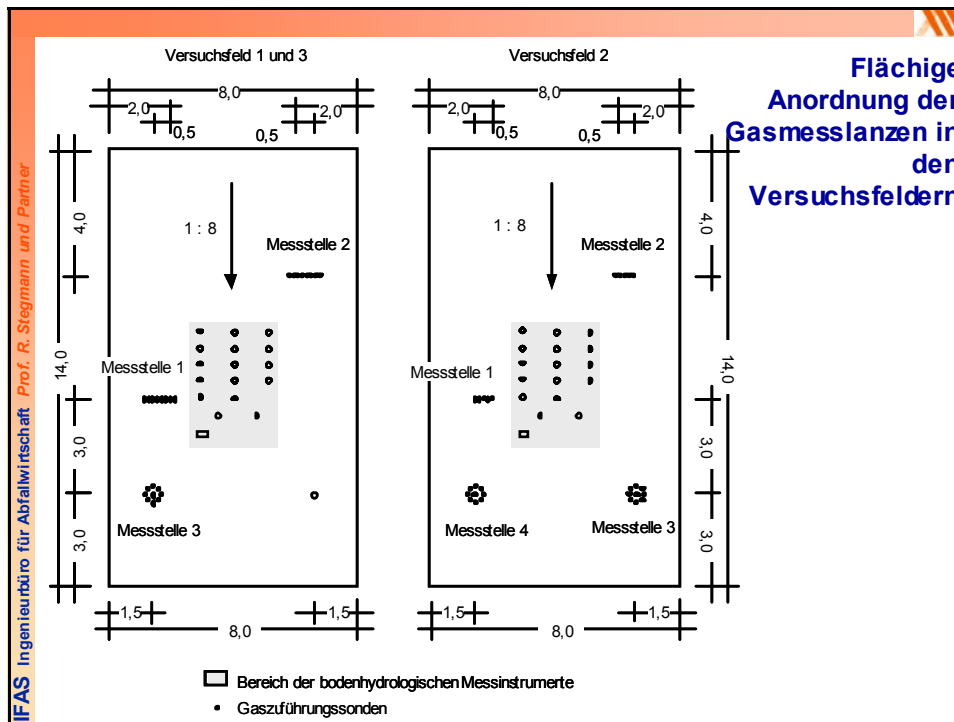
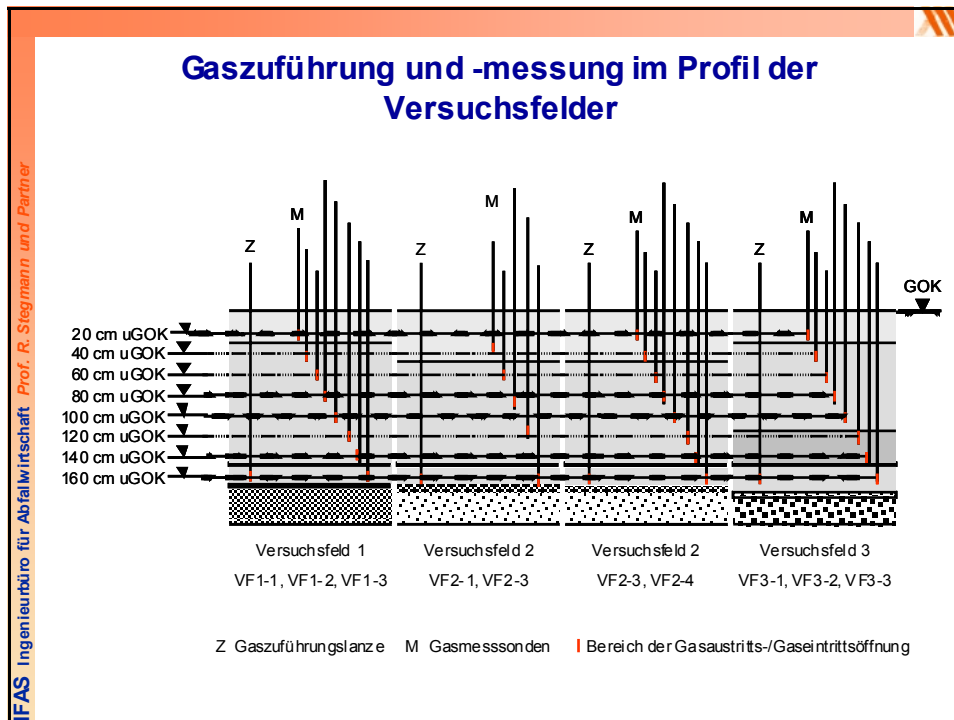


Deponiegasquelle
(2002-2005)



Beschickungseinheit
(2002-2005)

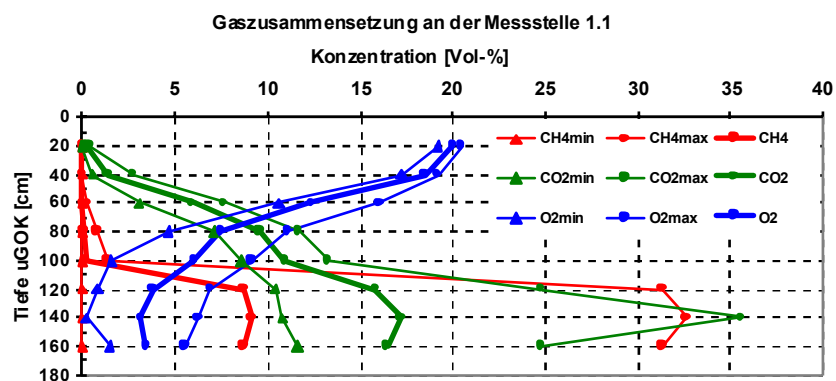




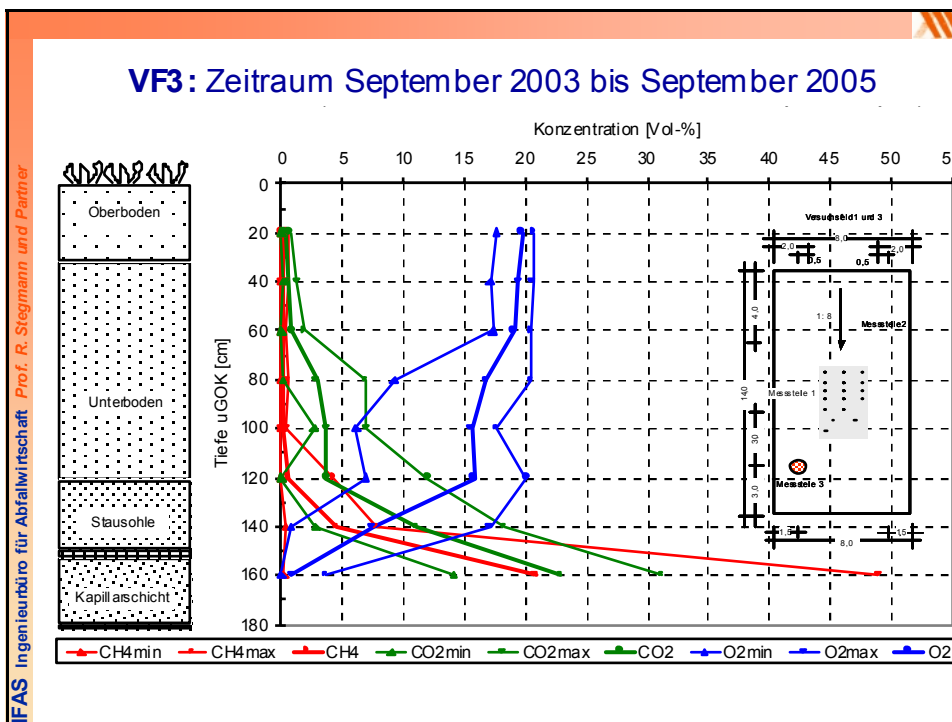
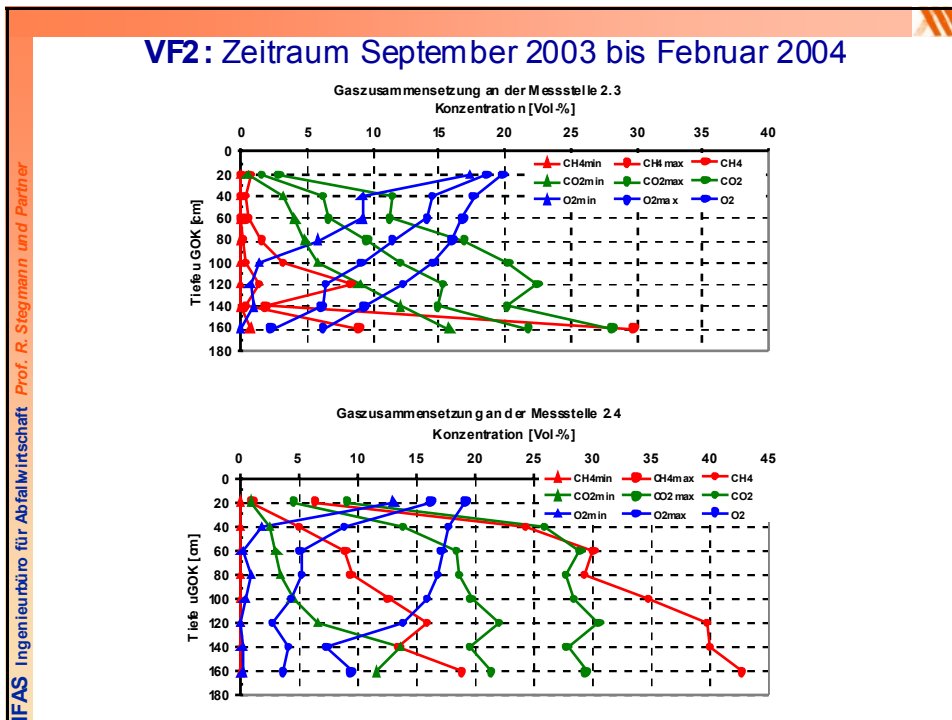
Methanoxidationsversuche mit Deponieschwachgas

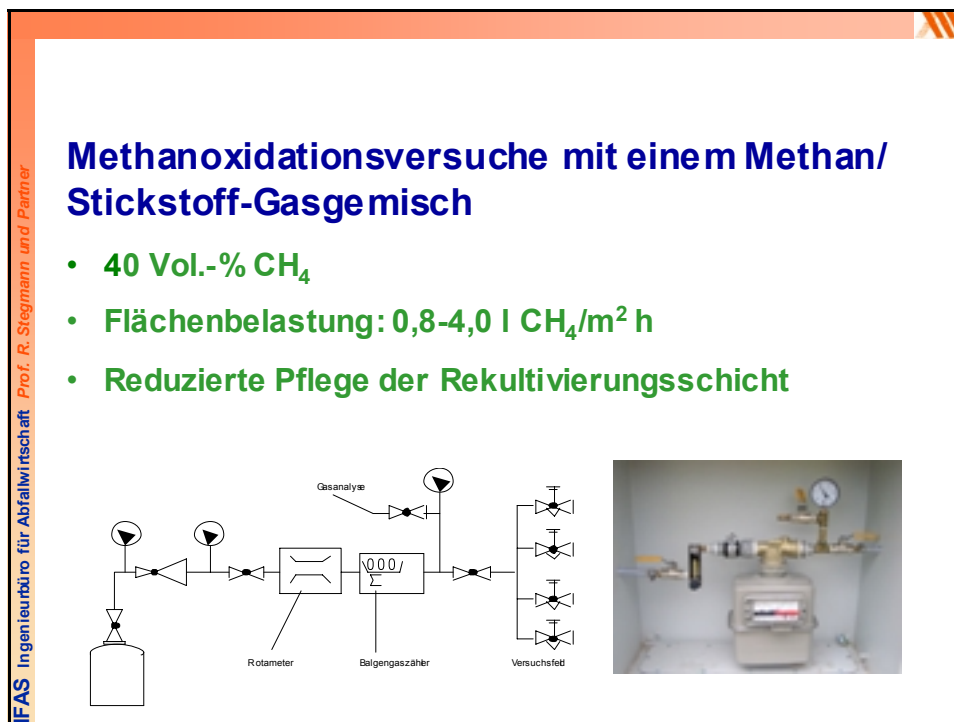
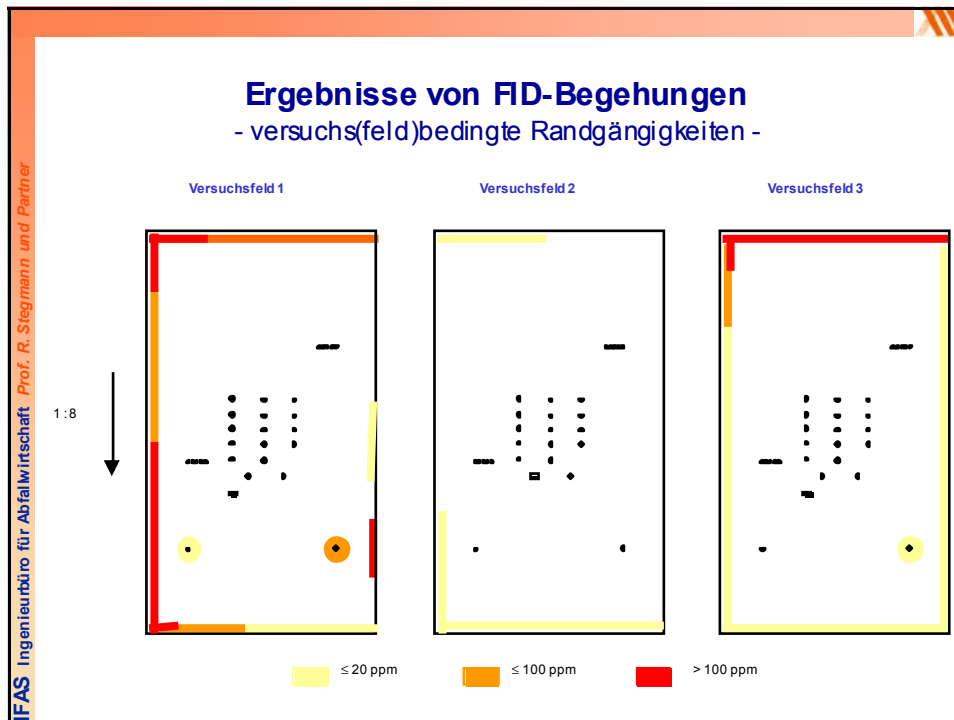
- 20-30 Vol.-% CH_4
- Flächenbelastung: 0,4-1,0 l $\text{CH}_4/\text{m}^2 \text{ h}$

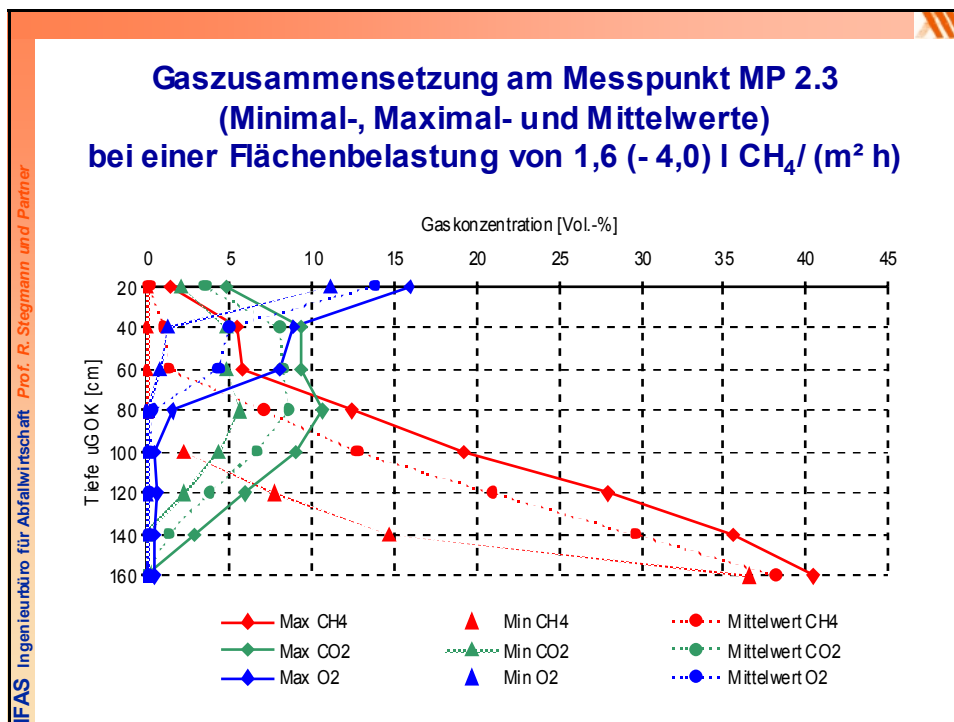
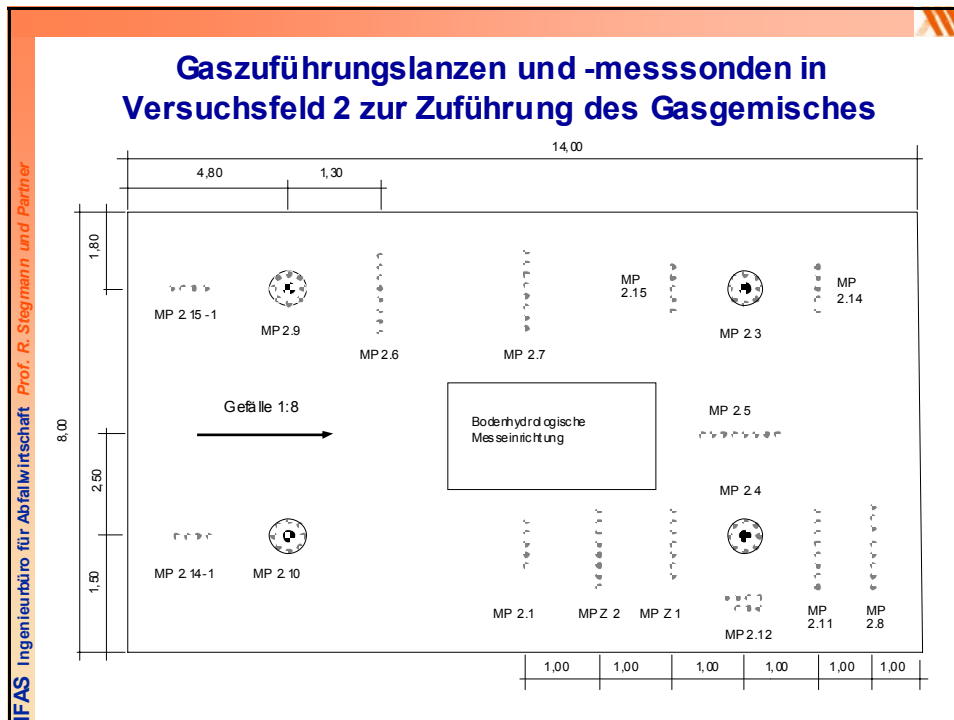
VF1 : Zeitraum September 2003 bis Februar 2004



Anmerkung: Sauerstoffgehalte in den tieferen Bodenschichten aufgrund der Nutzung von realem Deponieschwachgas aus dem Deponiekörper und der Belüftung benachbarter Gasbrunnen

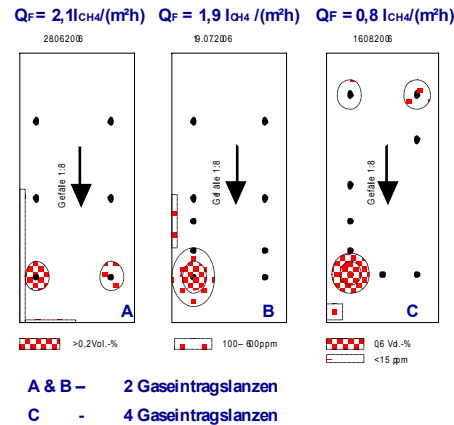






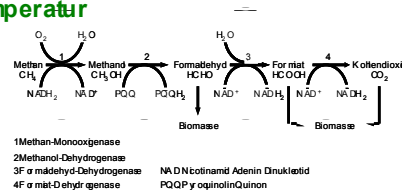
Ergebnisse der FID-Begehung

- Methanemissionen an den Randzonen des VF2 und in unmittelbarer Nähe der Gaseintragslanze
- Eingebrachte Gasvolumenströme hatten Einfluss auf die Emissionsaustritte an der Oberfläche der Rekultivierungsschicht



Ergebnisse der Untersuchungen zur Methanoxidation

- gewählter Schichtenaufbau und gewählte Bodenmaterialien der Rekultivierungsschicht gut geeignet für Methanoxidation, bei Schichtmächtigkeit von 1,5 m
- Methanoxidationspotenzial ausreichend für eventuelle Restgasmigrationen (Flächenbelastung von $0,8 - 4,0 \text{ l CH}_4/\text{m}^2\text{h}$ vollständig oxidiert)
- Methanumsetzung bei gewählten Rekultivierungsschichten und Methanvolumenströmen zwischen 20 und 160 cm uGOK - abhängig von:
 - Sauerstoffversorgung und Methanzufuhr
 - Bodenstruktur, Bodenfeuchte und -temperatur



Ergebnisse der Untersuchungen zur Methanoxidation

- Kapillarsperre bzw. Drainschichten unter den Rekultivierungsschichten gut geeignet als gasverteilende Schicht
- Methanoxidaionsleistung zeitweise reduziert bei hohen Wassergehalten aufgrund von Regenereignissen (siehe auch Jager, 2004)
- Trockenphasen im Sommer haben bei 1,5 m Rekultivierungsschicht nur geringe bzw. keine Auswirkungen auf Methanoxidaionsleistung
- Reduzierte Pflege der Rekultivierungsschicht (Mähen, Mäuse, Maulwürfe) hatte keine Verschlechterung der Methanoxidation zur Folge

Dank an alle Mitwirkenden:

- Landkreis Rotenburg (Wümme) – insbesondere: Herr Landrat Luttmann, Herr Anders, Herr Engelhardt, Herr Holtermann, Herr Dr. Lühring, Herr Schröder
- Projektträger Jülich - insbesondere: Herr Wittmann, Frau Rossmeisl
- Fachbeirat – insbesondere: Herr Arndt, Herr Babendreier, Herr Bräcker, Herr Weyer
- Jan-Folke Becker, Oliver Brühling, Rainer Hiemstra, Wladislaw Huttenlocher, Mohamet Omar Johansyah, Ronald Lüneburg, Hendrik Mönninkhöver, Theodor Neufeld, Sven Nötzel, Florian Rettmer, Dirk Ritschel, Joachim Sparr, Ousmane Traore, Andre Unger
- Herr Bernd Fürst und seine KollegInnen der Fa. UGT Müncheberg
- Prof. Rainer Horn und seine MitarbeiterInnen des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität Kiel
- Dr. Kai Heining, Planung und Beratung in der Verfahrenstechnik Nindorf
- Herr Andrew-Oliver Groß und seine KollegInnen der Fa. Air Liquide Bremen
- Mitarbeiter der Fa. Jelabau, Bremen