

**Weiterführende Untersuchungen der Wasserdurchlässigkeit von
verschieden begrüntem Versitzbeckenböschungen an
der ÖBB-Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten**



Diplomarbeit

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Universität für Bodenkultur



Martin SOWA
H920 - 0140055

Betreut durch
o. Univ. Prof. Dr. Florin Florineth
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Wien - März 2007

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	4
Abstract	5
1. Einleitung und Aufgabenstellung	6
2. Das Untersuchungsgebiet	8
2.1 Die Versuchsf lächen	10
2.2 Aufbau und Funktion des Versitzbeckens	12
3. Vegetationsaufnahmen	17
3.1 Deckungsgradermittlung	19
3.1.1 Ergebnisse der Deckungsgradermittlung	21
3.1.2 Zusammenfassung der Deckungsgradermittlung	26
3.2 Frequenzermittlung	28
3.2.1 Ergebnisse der Frequenzermittlung	29
3.2.2 Zusammenfassung der Frequenzermittlung	41
3.3 Mittlere Vegetationshöhe	43
4. Wasserdurchlässigkeit der Versuchsf lächen	44
4.1 Methodik der Wasserdurchlässigkeitsmessung	45
4.1.1 Doppelringinfiltrometer	45
4.1.2 Druckpegelsonde	47
4.2 Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsmessungen	48
4.2.1 Darstellung der Messergebnisse	48
4.2.2 Wasserdurchlässigkeitswerte (K_f - Werte)	50
4.3 Zusammenfassung und Interpretation der Wasserdurchlässigkeitsmessungen auf den Versuchsf lächen	82
5. Wasserdurchlässigkeit im Versitzbecken	85
5.1 Direktversuche im Versitzbecken M5	85
5.1.1 Messung des Wasserstandes im Becken	86
5.1.2 Messung der Verdunstung	87
5.1.3 Messung des Niederschlages	88
5.1.4 Ermittlung des Zuflusses	89
5.2 Berechnung und Darstellung der Versickerungsergebnisse	91
5.2.1 Ergebnisse Direktversuch I	92
5.2.2 Ergebnisse Direktversuch II	94
5.2.3 Ergebnisse Direktversuch III	96
5.2.4 Ergebnisse Direktversuch IV	98
5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Direktversuche	100

6. Resümee und Ausblick	102
6.1 Begrünung der Versitzbeckenböschungen	102
6.2 Notwendigkeit der Mahd	104
6.3 Versickerungsgeschwindigkeit	104
6.4 Ausblick	105
7. Literaturverzeichnis und Quellenangaben	106
8. Anhang	108
8.1 Mittlere Vegetationshöhe (inklusive Blühtriebe) – Einzelmesswerte	108
8.2 Rohdaten der Messungen mit der Druckpegelsonde auf den Versuchsflächen F1-F5	110
8.3 Wasserdurchlässigkeit auf Fläche 4 - Klee/Kräuter-Mischung, ungemäht	118
9. Danksagung	119

Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit stellt eine direkte Weiterführung der Diplomarbeit „Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit von verschiedenen aufgebauten Böschungen in einem Versitzbecken der ÖBB – Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten“ von Reinhard KITTEL aus dem Jahr 2006 dar. Versitzbecken dienen der schadlosen Abführung von Oberflächenwässern zur Bahn- und Unterführungsentwässerung. Dabei verdunstet das Wasser im Becken oder versickert über die begrünte Beckenböschung, wobei durch die Böschungsvegetation eine Filtration des Wasser erfolgt.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es zu untersuchen, wie gut sich verschiedene Saatgutmischungen zur Begrünung von Versitzbeckenböschungen eignen. Dazu wurden von Mai bis Oktober 2006 mit verschiedenen Geräten Messungen zur Ermittlung der Wasserversickerungsgeschwindigkeit auf Versuchsflächen sowie direkt in einem Versitzbecken durchgeführt. Außerdem fanden umfassende Vegetationsaufnahmen auf den Versuchsflächen statt (Frequenzanalyse, Deckungsgradermittlung und Ermittlung der Mittleren Vegetationshöhe). Zusätzlich wurden die Auswirkungen der Mahd auf Vegetationsentwicklung und Versickerungsgeschwindigkeit untersucht.

Das wichtigste Ergebnis ist, dass die Versickerungsgeschwindigkeit auf den getesteten Flächen im optimalen Bereich liegt. Der Durchlässigkeitsbeiwert (K_f - Wert) erhöht sich auf den begrünten Flächen im Vergleich zum unbegrünten Bodenfiltersubstrat um ein bis zwei Zehnerpotenzen. Von den getesteten drei Saatgutmischungen zeigte die Gräser-Kräutermischung im Vergleich zur Klee-Kräutermischung beziehungsweise zur reinen Gräsermischung die besten Ergebnisse. Eine regelmäßige Mahd der Beckenböschungen ist unbedingt notwendig, zum einen um ein Aufkommen von Gehölzen zu verhindern, aber auch weil eine regelmäßige Mahd dazu beiträgt die Versickerungsgeschwindigkeit zu erhöhen.

ABSTRACT

The available thesis represents a direct continuation of the thesis „Böschungen in einem Versitzbecken der ÖBB – Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten” by Reinhard KITTEL (year 2006). Seep basins are used for removing water to drain the railroad line and the underpass without harming the environment. The water in the basin evaporates or seeps away through the planted basin embankment. Via the embankment vegetation a filtration of water takes place.

The focus of this work was to be examined how suitable are different seed mixtures for planted seep basin embankments. From May to October 2006 measurements with different measuring instruments were made for finding out the seepage speed of water on testing areas as well as directly in a seep basin. The development of vegetation was observed by analysing the frequency and the covering degrees of the plants and by the determination of the middle vegetation height. Additionally the effects of the mowing on vegetation development and seepage speed were examined.

The most important result is that the seepage speed on the tested areas is in the optimal range. The permeability value (K_f - value) increases on the planted areas in comparison to the non-planted soilfilter substrate by one to two powers of ten. From the three different tested seed mixtures the grass and herbs mixture showed the best results although the species assemblage in the seed mixture still shows improvement potential. A regular mowing of the basin embankments is absolutely necessary to prevent arising from wood and to get an optimal seepage speed.

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des vierspurigen Ausbaues der Westbahn (Wien – Salzburg) durch die Eisenbahn Hochleistungs AG wird gegenwärtig (Fertigstellung 2012) der Abschnitt Wien/Meidling – St.Pölten (42,3km) errichtet. Neben der Bahnanlage und den Bahnbegleitbauten (z.B. Bahnbegleitstraße) werden entlang der Hochleistungsstrecke auch Wasserversitzbecken angelegt. Wasserversitzbecken dienen der schadlosen Abführung von Oberflächenwässern zur Bahn- und Unterführungsentwässerung.

In einem Versitzbecken (siehe Abb.1) kommt es zur Reinigung der Oberflächenwässer durch Absetzen von partikelgebundenen Schadstoffen am Beckengrund, sowie durch Filtration bei Versickerung des Wassers über eine begrünte Bodenfilterschicht (Beckenböschung). In der Beckenböschung befindet sich ein System aus Umlaufdrainagen, die in Sickerschächte münden, in denen das gefilterte Wasser langsam dem Grundwasser zugeführt wird. Ein Versickern über die Beckensole ist nicht möglich, da diese nach unten hin abgedichtet ist. Somit wird auch das Verdunsten kleinerer Abflussmengen ermöglicht.

Eine weitere wichtige Funktion eines Versitzbeckens ist die Möglichkeit des raschen Abpumpens des Beckeninhaltes bei Chemieunfällen.



Abb.1: Versitzbecken des Wirtschaftsweges M5 an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, 03.10.2006

Über die Auswirkungen der Böschungsvegetation auf die Wasserversickerungsgeschwindigkeit in einem Versitzbecken ist bislang noch relativ wenig bekannt. Zwar gab es einige Laborversuche seitens der Eisenbahn Hochleistungs AG, die sich mit dieser Thematik beschäftigten, Ergebnisse aus Feldversuchen fehlten jedoch bislang. Im Jahr 2005 entstand die Diplomarbeit „Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit von verschiedenen aufgebauten Böschungen in einem Versitzbecken der ÖBB – Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten“ von Reinhard KITTEL. Im Rahmen seiner Arbeit untersuchte R.KITTEL, über die Vegetationsperiode 2005 hinweg, die Auswirkungen verschiedener Saatgutmischungen auf die Wasserversickerungsgeschwindigkeit in Versitzbecken sowie die Eignung der Saatgutmischungen zur Böschungsbegrünung (siehe KITTEL, 2006).

Diese Diplomarbeit setzt nun die von R.KITTEL durchgeführten Untersuchungen, um einige neue Aspekte (Auswirkungen der Mahd, Untersuchung der am Standort auftretenden Pioniervegetation) ergänzt, fort.

Die wesentlichen Fragestellungen dabei sind:

- Wie wirken sich unterschiedliche Saatgutmischungen auf die Versickerungsgeschwindigkeit aus?
- Wie hat sich die Vegetation auf den 2005 angelegten Versuchsflächen im Jahr darauf entwickelt?
- Wie werden Vegetation und Versickerungsgeschwindigkeit durch die Mahd, beziehungsweise durch das Ausbleiben der Mahd beeinflusst?

2. Das Untersuchungsgebiet

Um diesen Fragestellungen nachzugehen wurden von Mai bis November 2006 verschiedenste Messungen an einem Versitzbecken sowie an mehreren, 2005 von R. KITTEL angelegten, Versuchsflächen durchgeführt. Es erfolgten Aufnahmen der Vegetation auf sieben Versuchsflächen (Deckungsgrad, Frequenz, Mittlere Vegetationshöhe), die Ermittlung des K_f -Wertes (Durchlässigkeitsbeiwertes) auf fünf Versuchsflächen durch Messungen mit einem Doppelringinfiltrimeter und einer Druckpegelsonde, sowie die direkte Ermittlung des K_f -Wertes durch mehrere Messungen mit einer Druckpegelsonde (inklusive Niederschlags- und Verdunstungsmessung) in einem Wasserversitzbecken.

Die dieser Diplomarbeit zugrundeliegenden Messungen wurden im Bauabschnitt Wien/Meidling – St.Pölten, im Baulos Tullnerfeld 1 durchgeführt, welches sich im südlichen Tullnerfeld von Staasdorf (Wienerwaldtunnel) bis Judenau erstreckt (Einbaukilometer 24,6 – 28,7). Die Abbildungen 2 und 3 zeigen eine Übersicht über die geographische Lage des Versitzbeckens und der Versuchsflächen.

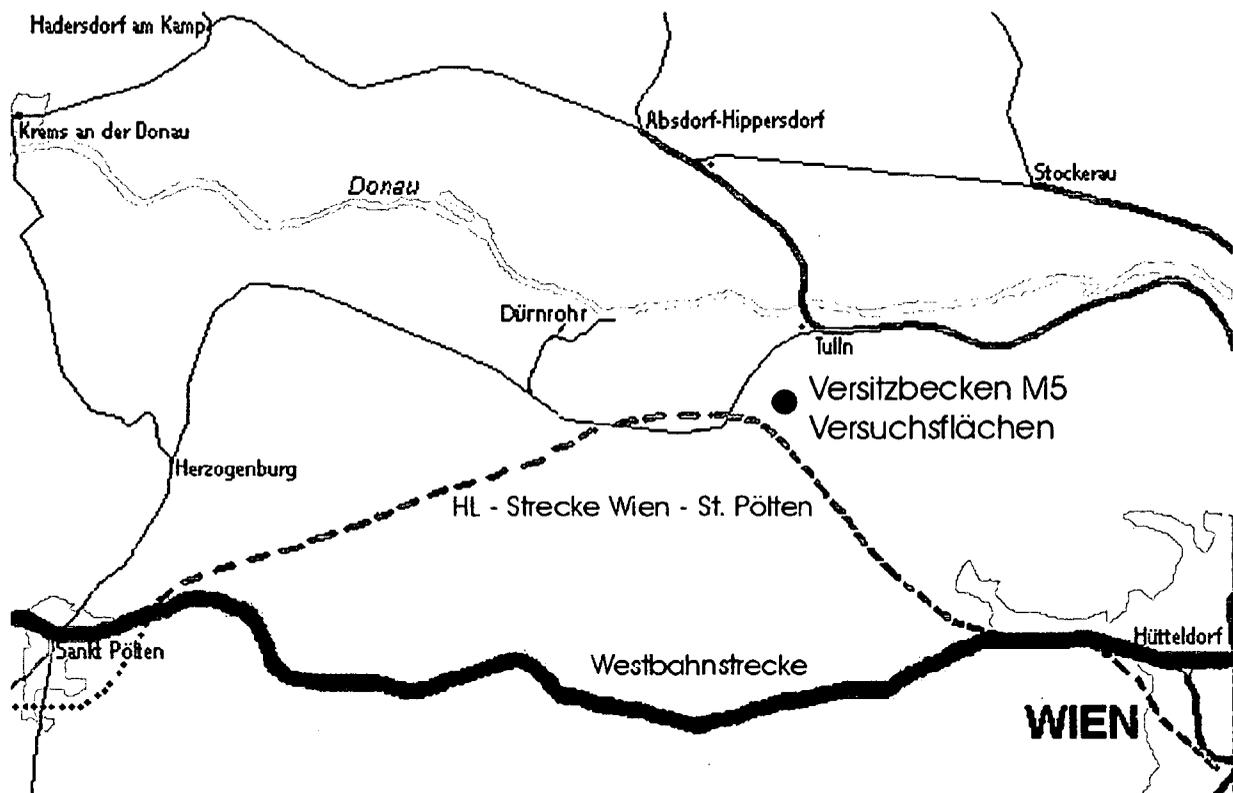
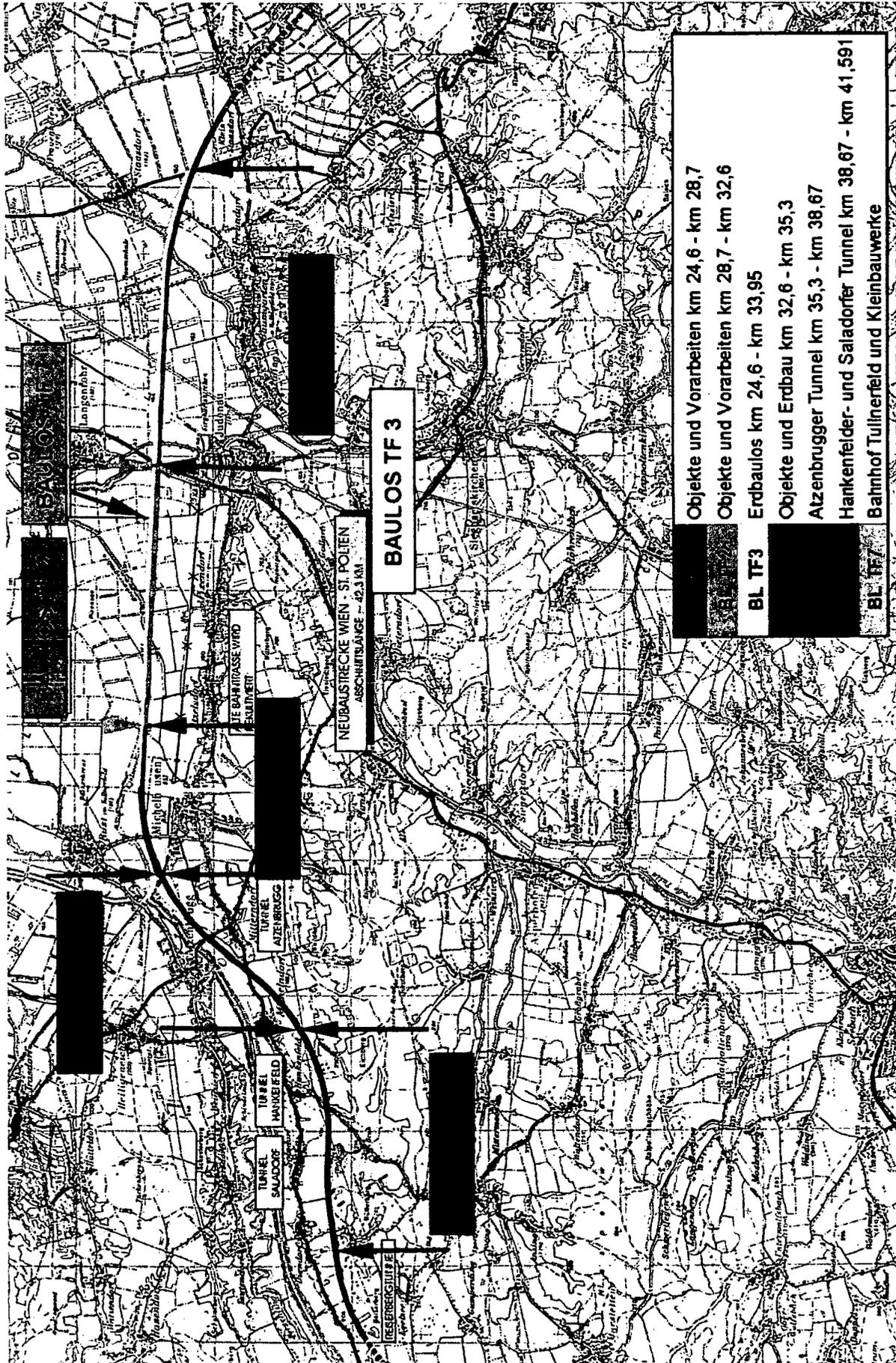


Abb.2: Übersicht Hochleistungsstrecke Wien-St.Pölten, Lage - Versuchsflächen, Versitzbecken M5 (verändert nach: www.bueker.net/trainspotting)

Abb.3: Einreichabschnitt Tullnerfeld; Quelle: RaumUmwelt Planungs-GmbH



2.1 Die Versuchsflächen

Da es schwierig ist, direkt an den, im Regelfall im Verhältnis 1:2 geneigten, Versitzbeckenböschungen Messungen zur Wasserdurchlässigkeit durchzuführen, wurden am 17.05.2005 unter Anleitung von R.KITTEL fünf ebene Versuchsflächen, in weiterer Folge als F1 bis F5 bezeichnet, nahe dem Versitzbecken des Wirtschaftsweges M5, von Arbeitern der Firma Haider hergestellt.

Die drainagierten, ebenen Versuchsflächen weisen ein Innenmaß von 2x2 Metern auf. Nach außen hin abgegrenzt sind sie durch eine 2cm starke Holzeinfassung („Holzkasten“), die bis in circa 40cm Tiefe reicht. Befüllt sind diese Holzeinfassungen mit Bodenfiltermaterial, das auch im Bereich der Versitzbecken für den Böschungsaufbau verwendet wird und sich aus 2/3 Oncophorassanden und 1/3 Sand/Kies-Gemisch zusammensetzt. Darunter erfolgt die Abgrenzung zum Unterboden durch eine 25cm starke, zwischen zwei Vliesen liegende, Schicht aus Drainagekies, in welche ein Drainagerohr (& 25cm) eingebettet liegt. Die Ansaat der unterschiedlichen Saatgutmischungen erfolgte am 22.07.2005. (Baudokumentation siehe KITTEL, 2006 S.25ff)

Zusätzlich zu den fünf ebenen Versuchsflächen wurden von R.KITTEL zwei weitere Flächen, direkt an der Böschung des Beckens, ausgewählt (siehe Abbildung 9) und markiert um Frequenzanalysen und Deckungsgradermittlungen auch unmittelbar im Bereich des Versitzbeckens durchführen zu können. Davon liegt eine Fläche (in weiterer Folge als F6 bezeichnet) am vom Beckenwasser weitgehend unbeeinflussten oberen Böschungsrand und die zweite (F7) näher am Böschungsfuß. Die zweite Fläche ist damit stärker vom im Becken vorhandenen Wasser beeinflusst und nach stärkeren Regenfällen auch teilweise bis gänzlich überflutet.



Abb.4: Die fünf ebenen Versuchsflächen am Versitzbecken M5 im Tullnerfeld, 31.März 2007

Die Tabellen 1 und 2 geben eine Übersicht über die verwendeten Saatgutmischungen:

Versuchsfläche F1:	Nullfläche ohne Saatgutauftrag
Versuchsfläche F2:	Gräser/Kräuter-Mischung der Firma RaumUmwelt Planungs-GmbH, 10g/m ² ohne Kokosnetz
Versuchsfläche F3:	Gräser/Kräuter-Mischung der Firma RaumUmwelt Planungs-GmbH, 10g/m ² mit Kokosnetz (400g/m ²) abgedeckt
Versuchsfläche F4:	BOKU Klee- und Kräutermischung, 10g/m ² mit Kokosnetz (400g/m ²) abgedeckt
Versuchsfläche F5:	BOKU Spielrasenmischung, 10g/m ² mit Kokosnetz (400g/m ²) abgedeckt
Versuchsflächen Becken F6 und F7	Gräser/Kräuter-Mischung der Firma RaumUmwelt Planungs-GmbH, 10g/m ² mit Kokosnetz (400g/m ²) abgedeckt

Tab.1: Übersicht über die verwendeten Saatgutmischungen (vgl. KITTEL,2006, S.21)

Gräser/Kräuter-Mischung (GK)		Klee/Kräuter-Mischung (KK)		Gräsermischung (G)	
	%		%		%
Festuca rubra (horstb.)	20	Lotus corniculatus	40	Festuca rubra (horstb.)	20
Festuca rubra (ausläuferb.)	15	Trifolium repens	40	Festuca rubra (ausläuferb.)	10
Festuca ovina	20	Medicago lupulina	12	Festuca rubra (kurzausl.)	10
Festuca duriuscula	10	Anthyllis vulneraria	2,5	Lolium perenne	30
Poa pratensis	8	Onobrychis viciifolia	2	Poa pratensis	30
Festuca tenuifolia	5	Sanguisorba minor	2		
Lolium perenne	3	Lupinus perennis	1		
Poa compressa	2	Leucanthemum vulgare	0,5		
Trifolium repens	4				
Lotus corniculatus	2,5				
Lotus uliginosus	1				
Achillea millefolium	2				
Sanguisorba minor	2				
Plantago lanceolata	2				
Leucanthemum vulgare	1				
Papaver rhoeas	1				
Coronilla varia	0,5				
Lysmanchia vulgaris	0,5				
Mentha longifolia	0,5				

Tab.2: Zusammensetzung der Saatgutmischungen (Angaben in Gewichtsprozent)

2.2 Aufbau und Funktion des Versitzbeckens

Um nicht ausschließlich Versickerungsdaten von ebenen Versuchsflächen zu erhalten wurde von R.KITTEL im Zuge seiner Diplomarbeit das Versitzbecken des Wirtschaftsweges M5 (in der Folge als Versitzbecken M5 bezeichnet) im Baulos Tullnerfeld 1 ausgewählt, um direkte Messungen in einem fertiggestellten, bereits voll funktionsfähigem Versitzbecken durchführen zu können. Das Versitzbecken wurde im Mai 2005 fertiggestellt und im Juli 2005 mit der Gräser-Kräutermischung der Firma RaumUmwelt, mit Verwendung eines Kokosnetzes begrünt (Baudokumentation des Versitzbeckens siehe KITTEL, 2006, S 16f).

Das Versitzbecken M5 dient der Entwässerung der Unterführung des Wirtschaftsweges M5, der von Tulln-Döttenhengsten (Baumschule Praskac) nach Freundorf führt und die Eisenbahn-Hochleistungsstrecke bei Einbaukilometer 26,3 unterquert. Die auf dem Wirtschaftsweg anfallenden Oberflächenwässer werden zu diesem Zweck über eine Pumpenanlage von der Unterführung in das höher gelegene Versitzbecken gepumpt. Für die Bemessung des Beckens wurde ein 10-jähriges Starkregenereignis von 15 Minuten Dauer angenommen. Die Gesamteinzugsfläche beträgt 1.500m².

Das Versitzbecken (siehe Abb.5-8) besitzt eine ovale bis dreieckige Grundfläche, die an der Beckensohle 412m² beträgt. Die Böschung des Versitzbeckens weist eine Neigung von 1:2, und eine Länge von circa zwei Metern auf. Die Fläche an der Böschungs- (Gelände-) Oberkante beträgt in etwa 780m², das Volumen des Versitzbeckens beträgt ca. 500m³ bei einem Meter Wasserstandshöhe (vgl. KITTEL, 2006, S.92). Bei einem halben Meter Wasserstandshöhe kann ein Volumen von etwa 230m³ angenommen werden. Die von R.KITTEL erstellte Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Abmessungen des Beckens:

Becken M 5:		
geod. Höhe (m)	Fläche (m ²)	Umfang (m)
181,30 (ca. GOK)	777	129,4
180,10 (Sohle)	412	104,6

Tab.3: „Abmessungen des Versitzbeckens M5“ (KITTEL, 2006, S.10)

Die Beckensohle - inklusive der Beckenböschung bis in eine Höhe von 20cm - ist durch ein wasserundurchlässiges Bodensubstrat (K_f - Wert $< 10^{-9}$ m/s) abgedichtet, wodurch ein Versickern des eingeleiteten Oberflächenwassers nach unten nicht möglich ist.

Die Versickerung erfolgt hingegen durch die begrünte Böschung (ab einer Höhe von 20cm), wobei durch die Vegetation eine Filtrierung des Wassers erfolgt. Eine Übersicht der Zusammensetzung des Boden- und Böschungsaufbaues ist in den Abbildungen 6 und 7 gegeben. In der Beckenböschung ist eine Ringdrainage verlegt, über die jenes Wasser, welches die Böschung durchdringt und nicht direkt von den Pflanzenwurzeln aufgenommen wird, in einen Sickerschacht (& 2m) geleitet wird (siehe Abb. 7). Dort kann es kontrolliert ins Grundwasser versickern.

Des Weiteren kommt es durch das Absetzen von partikelgebundenen Schadstoffen am Beckengrund zu einer Reinigung des Wassers. Um eine optimale Entleerungsgeschwindigkeit zu erreichen sollten die begrünten Versitzbeckenböschungen einen K_f - Wert von 10^{-5} m/s aufweisen (vgl. Kap. 4). Während der Verweildauer des Wassers im Becken kommt es natürlich auch zur Verdunstung größerer Wassermengen. Liegt der Wasserspiegel im Becken unter 20cm, also im Bereich des wasserundurchlässigen Bodensubstrates stellt Verdunstung überhaupt die einzige Wasserabgangsquelle im Becken dar.

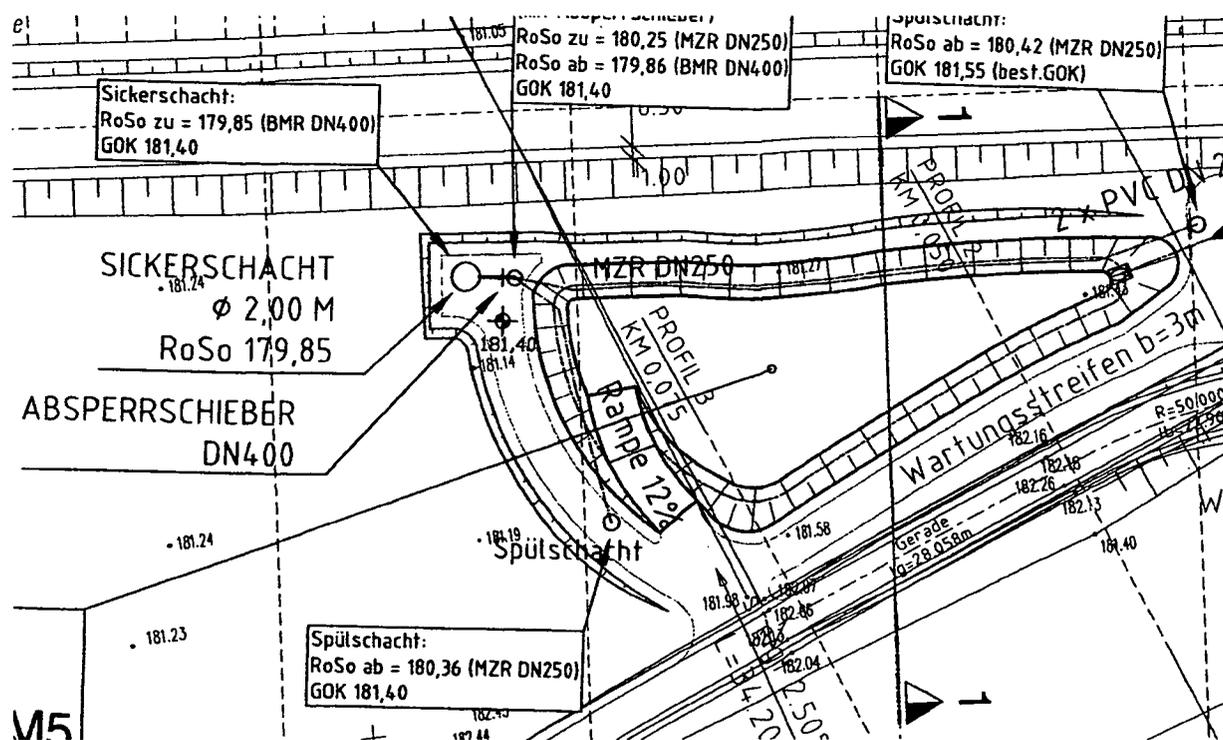


Abb.5: Grundriss - Versitzbecken M5

Quelle: Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG, Wasserbauliche Maßnahmen Ausführung Lageplan

VERSITZBECKEN EB-km 26.290 r.d.B.

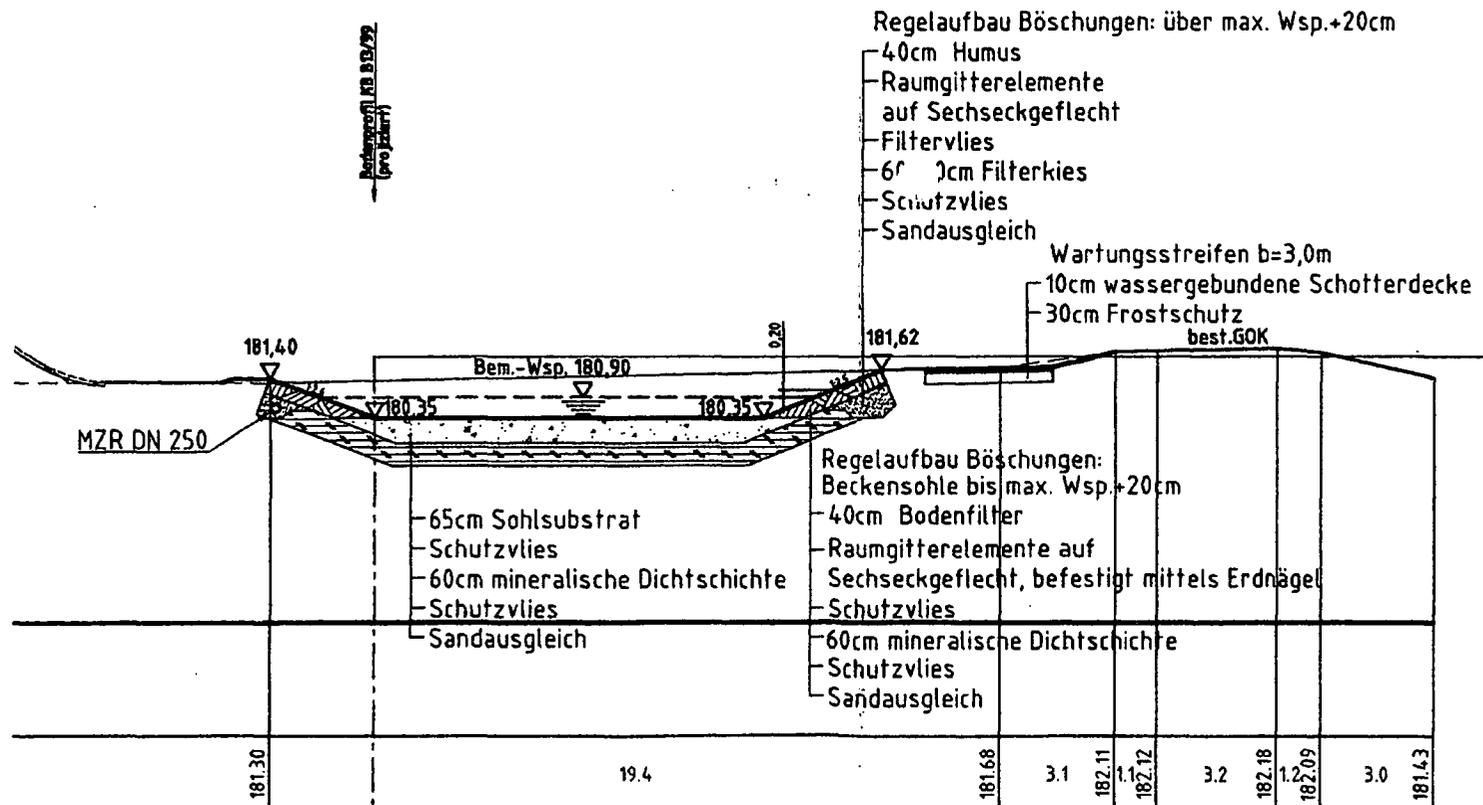


Abb.6: Versitzbecken EB-km 26.290 – M5 - Regelaufbau
 Quelle: Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG, Wasserbauliche Maßnahmen Ausführung

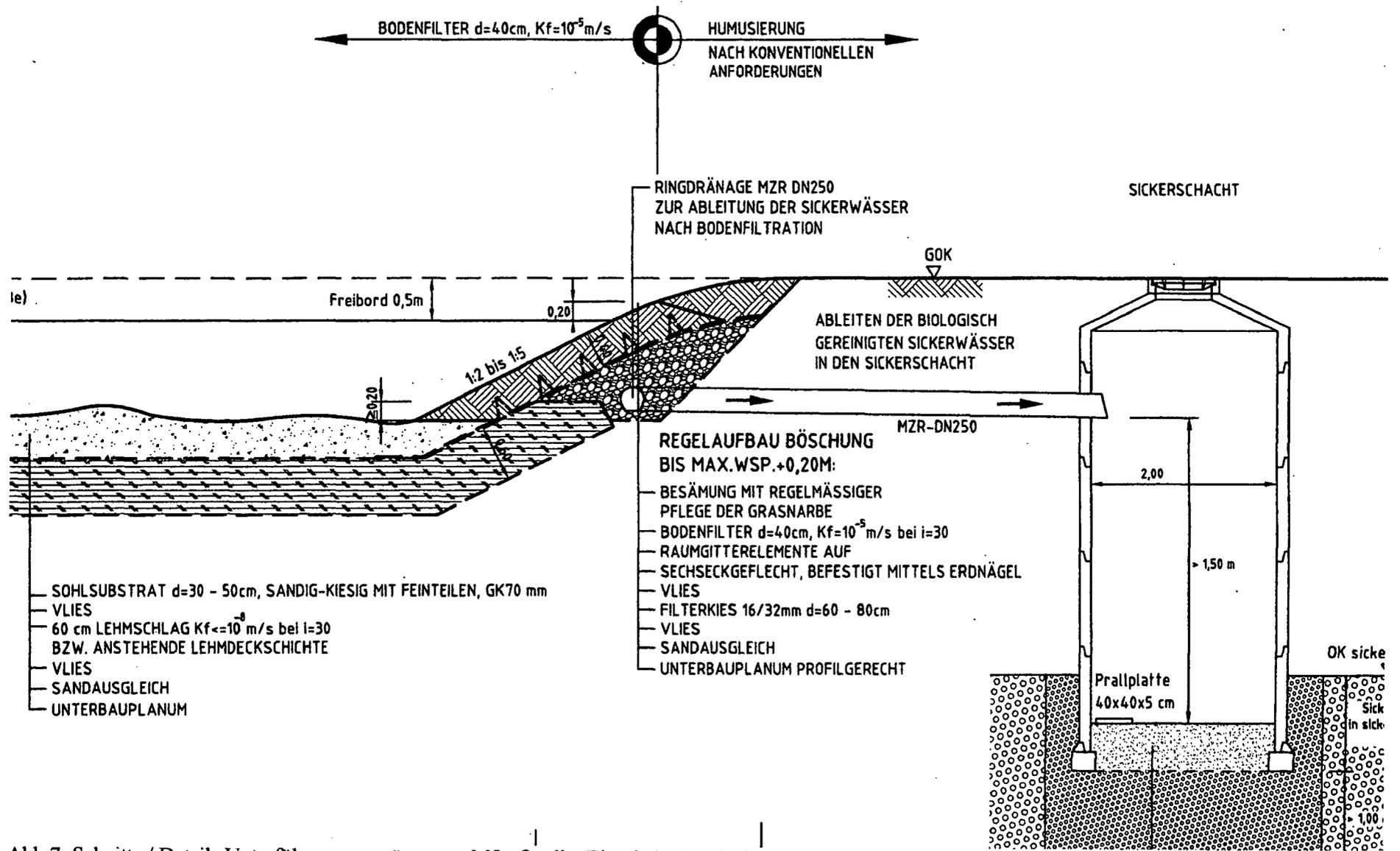


Abb.7: Schnitte / Details Unterföhrungsentwässerung M5; Quelle: Eisenbahn-Hochleistungstrecken AG, Wasserbauliche Maßnahmen Ausführung



Abb.8: Versitzbecken M5, 14.07.2006,
im Hintergrund die Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten



Abb.9: Die Versuchsflächen F6 (links) und F7 am Versitzbecken M5
an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien - St.Pölten,
03.07.2006

3. Vegetationsaufnahmen

Um die Entwicklung der Vegetation im Verlauf der zweiten Vegetationsperiode nach der Ansaat zu dokumentieren, wurden Vegetationsaufnahmen auf den von R. KITTEL im Mai 2005 angelegten und im Juli 2005 begrüntem, fünf ebenen Versuchsflächen (F1 bis F5), sowie auf den zwei Versuchsflächen an der Böschung des Versitzbeckens M5 (F6, F7 – Ansaat ebenfalls im Juli 2005) durchgeführt. Dabei wurden von Mai bis Oktober 2006 mehrmals der Deckungsgrad (Kap.3.1), die Frequenz (Kap.3.2) sowie die mittlere Vegetationshöhe (inklusive Blühtriebe; Kap.3.3) auf den einzelnen Flächen ermittelt.

Einen weiteren Grund für die Durchführung der Vegetationsaufnahmen und für die in Kapitel 4 beschriebenen Messungen der Wasserversickerungsgeschwindigkeit stellte die Fragestellung wie sich die Mahd, beziehungsweise das Ausbleiben der Mahd, auf die Vegetation, beziehungsweise auf die Versickerungsgeschwindigkeit auswirkt, dar.

Um die Funktion eines Versitzbeckens zu gewährleisten ist eine regelmäßige Pflege, inklusive Mahd, notwendig. Dazu gibt es von der Eisenbahn Hochleistungsstrecken AG Angaben zur Wartung von Versitzbecken (laut UVP - Vorgaben W52 und W61):

„In den Versitzbecken kommt es im Regelfall durch die Besiedelung mit Röhrichten zu einer langsamen biogenen Verlandung, die im Wesentlichen durch Nährstoff- Windverfrachtung hervorgerufen wird, [...] Eine abschnittsweise vorzunehmende Räumung ist im Abstand von mehreren Jahrzehnten erforderlich, bevor es zu einem dauernden Rückstau in den Zulaufkanal [...] kommt. Eine vorzeitige Teilräumung wird nur im Fall eines Gefahrgutdurchtritts [...] notwendig. Bei Versitzbecken sind die Böschungen bis auf Höhe des max. Wasserstandes zuzüglich 50cm Freibord regelmäßig zu mähen und das Mähgut zu entfernen.“ (Eisenbahn Hochleistungs AG, Wasserbauliche Maßnahmen EB-Operat)

Um zu untersuchen, wie oft eine Mahd der Versitzbeckenböschungen tatsächlich notwendig ist, beziehungsweise ob die Mahd Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Vegetation oder auf die Versickerungsgeschwindigkeit hat, wurde von mir auf den ebenen Versuchsflächen F2-F5 am 30.Juni und am 29.August jeweils eine Mahd der südlichen Hälfte der Flächen (2x1m) durchgeführt. Die nördlichen Versuchsflächenhälften (2x1m) blieben hingegen während der gesamten Vegetationsperiode ohne Mahd. Es wurden deshalb bewusst

die südlichen Hälften für die Mahd ausgewählt, damit die gemähte Flächenhälfte nicht durch die Vegetation der nicht gemähten Flächenhälfte beschattet wird.

Auf der Pionierfläche F1 fand keine Mahd statt, um die Fläche, auf der sich die Pioniervegetation ungestört entwickeln kann, so groß wie möglich zu halten.

Die Vegetation am Versitzbecken M5, einschließlich der beiden Versuchsflächen F6 und F7, wurde am 13.Juni, 21. Juli und 6.Oktober im Auftrag der Eisenbahn Hochleistungs AG gemäht. Diese drei Mahdtermine entsprechen den in den ersten Jahren nach der Fertigstellung von Versitzbecken bislang seitens der Eisenbahn Hochleistungs AG vorgesehenen Pflegemaßnahmen. (vgl. Eisenbahn Hochleistungs AG, Wasserbauliche Maßnahmen EB-Operat)

Mahdtermine 2006	F1	F2-F5	F6 und F7
1. Mahd	-	30.Juni 2006	13.Juni 2006
2. Mahd	-	29.Aug. 2006	21. Juli 2006
3. Mahd	-	-	06.Okt. 2006

Tab.4: Übersicht über die Mahdtermine 2006
(Versuchsflächen an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten)

3.1 Deckungsgradermittlung

Zur Deckungsgradermittlung wurde ein Frequenzrahmen verwendet. Dabei handelt es sich um einen quadratischen Metallrahmen von einem Meter Seitenlänge, in dem jeweils im Abstand von zehn Zentimetern Schnüre gespannt sind, sodass 100 Quadrate von je einem Quadratdezimeter Flächeninhalt entstehen (siehe Abbildung 10). Die Messung erfolgte durch Ablotung an den Schnittstellen der Schnüre des Frequenzrahmens. Dabei wird an 100 Schnittstellen ein Stab senkrecht auf den Boden gestellt. Gezählt wird, wenn der Stab ein Individuum berührt. Die Anzahl der „Treffer“ pro 100 Schnittstellen ergibt den Deckungsgrad als Prozentsatz. (vgl. PFADENHAUER, 1997, S.107)

Wünschenswert für die Böschungen von Versitzbecken wäre eine volle Bedeckung des Bodens mit Vegetation, also ein Deckungsgrad von 100%, möglichst konstant über die gesamte Vegetationsperiode, vor allem um ein Abrutschen von Böschungsmaterial (Erosion) zu verhindern. In der Praxis kann ein Deckungsgrad von durchschnittlich 98% (über die gesamte Vegetationsperiode) als optimal angesehen werden, wobei der Deckungsgrad zu keinem Zeitpunkt unter 95% liegen sollte.

Der Deckungsgrad wurde von Mai bis Oktober 2006 jeweils einmal pro Monat auf jeder Fläche gemessen (insgesamt sechs Messtermine / Fläche). Messtermine waren der 23.Mai, 30.Juni, 14.Juli, 17.August, 20.September und der 22.Oktober 2006. Um den Frequenzrahmen bei jeder Messung exakt an der selben Stelle der Versuchsfläche absetzen zu können wurden die Eckpunkte mit Holzpflocken markiert. Nach der 1. Mahd der ebenen Versuchsflächen (F2 bis F5; 30.Juni 06) wurden diese Flächen neu verpflockt und die Messungen jeweils sowohl auf dem gemähten als auch auf dem nicht gemähten Teil der einzelnen Versuchsflächen durchgeführt. Dies ermöglicht den Deckungsgrad auf gemähten und nicht gemähten Flächen zu vergleichen und somit den Einfluss der Mahd auf den Deckungsgrad zu ermitteln.

Auf der ungemähten Hälfte von Versuchsfläche 4 konnte auf Grund der großen Wuchshöhe von *Melilotus* sp. (siehe Kap.3.3) an den letzten drei Messterminen nur eine Schätzung der Frequenz und keine Messung mit dem Frequenzrahmen erfolgen.



Abb.10: Frequenzrahmen mit Holzpflocken
auf Fläche 5 (Gräsermischung) - vor der ersten Mahd, 16.Juni 2006



Abb.11: Fläche 3 (Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz)
unmittelbar nach der 1. Mahd, neuverplockt, 03.Juli 2006

3.1.1 Ergebnisse der Deckungsgradermittlung (F1-F7)

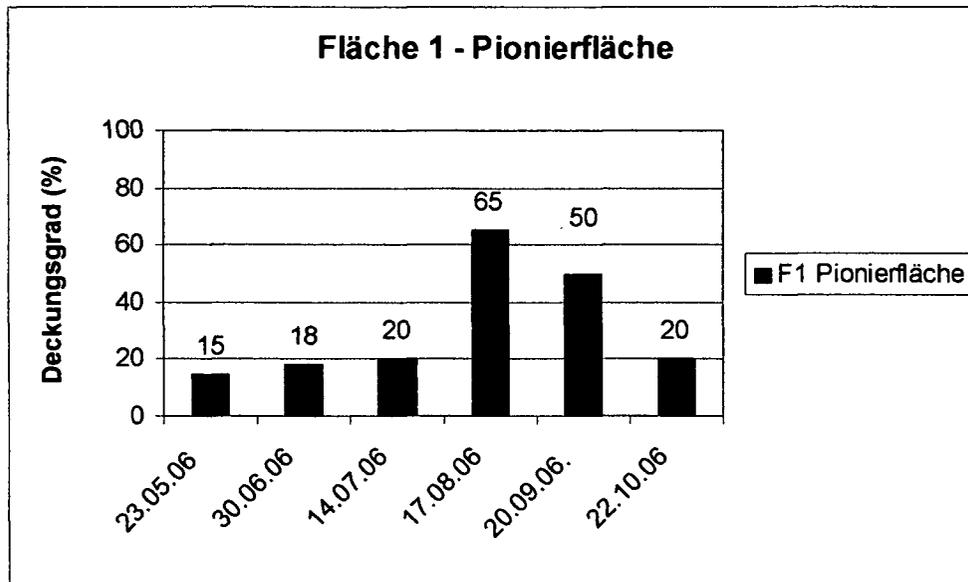


Abb.12: F1-Pionierfläche an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien - St.Pölten, Deckungsgrad in Prozent, eigene Erhebung

Der Deckungsgrad der Pionierfläche ist während der gesamten Vegetationsperiode 2006 im Vergleich zu den anderen Versuchsflächen sehr niedrig. Ein zufriedenstellender Deckungsgrad wird ohne Ausbringen einer Saatgutmischung am Standort also nicht erreicht.

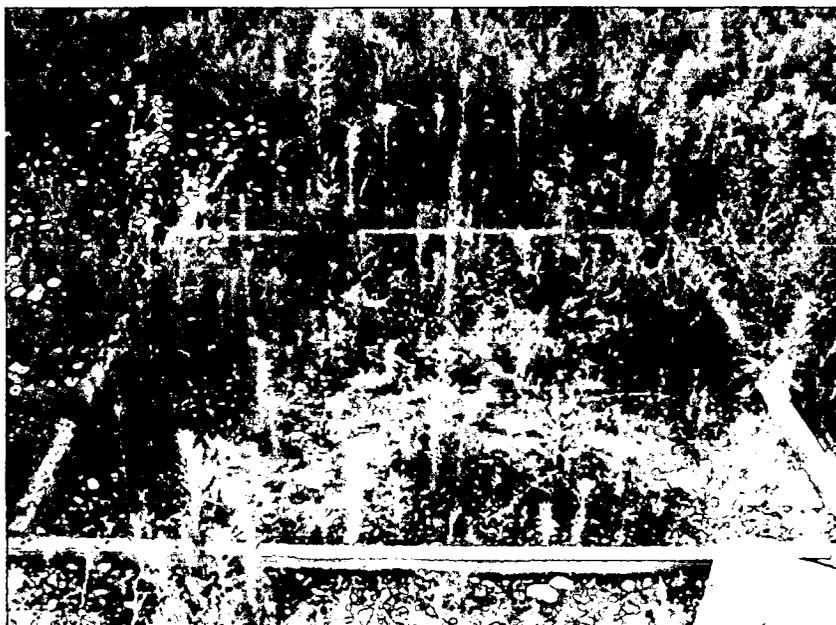


Abb.13: F1- Pionierfläche an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St. Pölten, 30.06.2006

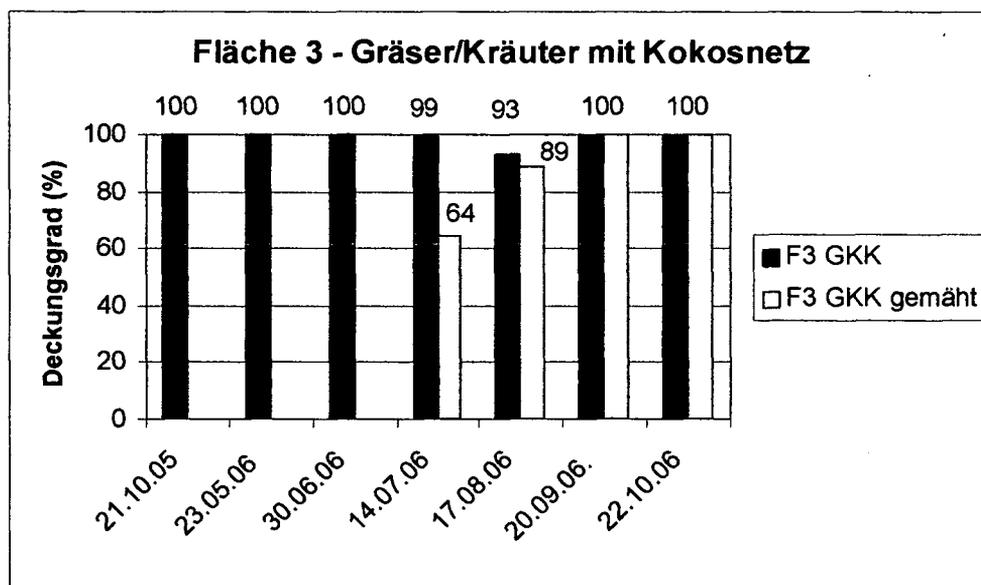
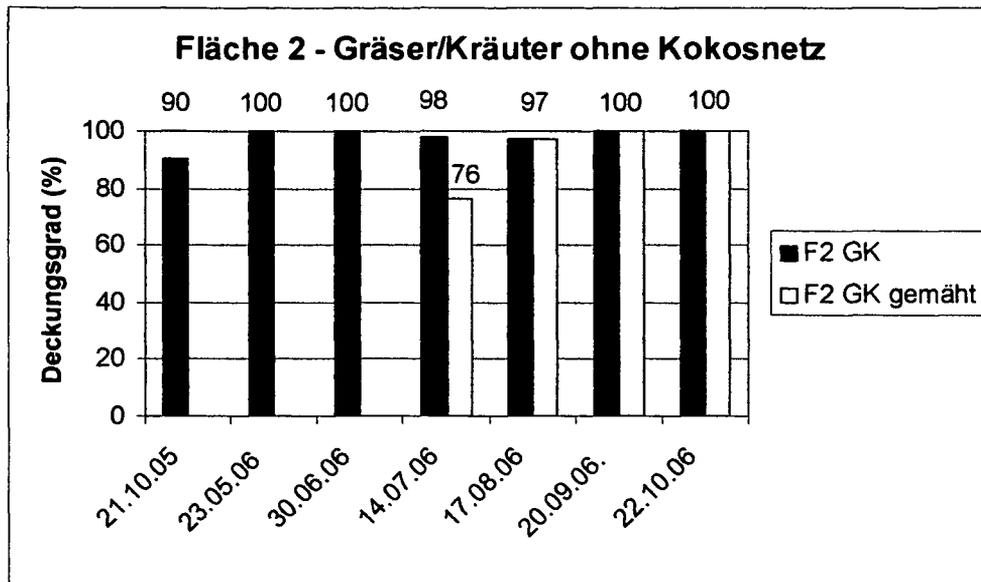


Abb.14 und15: F2- Gräser/Kräuter-Mischung ohne und mit Kokosnetz, Deckungsgrad in Prozent, eigene Erhebung, Daten von 2005 von R.KITTEL (S.120 ff.)

Die Flächen F2 und F3 (Gräser/Kräuter-Mischung ohne bzw. mit Kokosnetz) weisen im zweiten Jahr, wie aus den Abbildungen 14 und 15 ersichtlich wird, keine bemerkenswerten Unterschiede bezüglich des Deckungsgrades auf. Die etwas niedrigeren Werte am 17.08.2006 sind auf die extreme Trockenheit im Juli zurückzuführen unter der vor allem *Trifolium repens* (Weißklee) sehr stark gelitten hat. Dadurch lässt sich auch der niedrige Deckungsgrad auf den gemähten Abschnitten beider Flächen nach der ersten Mahd (30.06.2006) erklären. Die zweite Mahd fand zu einem witterungsmäßig günstigerem Zeitpunkt (29.08.2006) statt und hatte keinen erkennbaren Einfluss auf den Deckungsgrad.

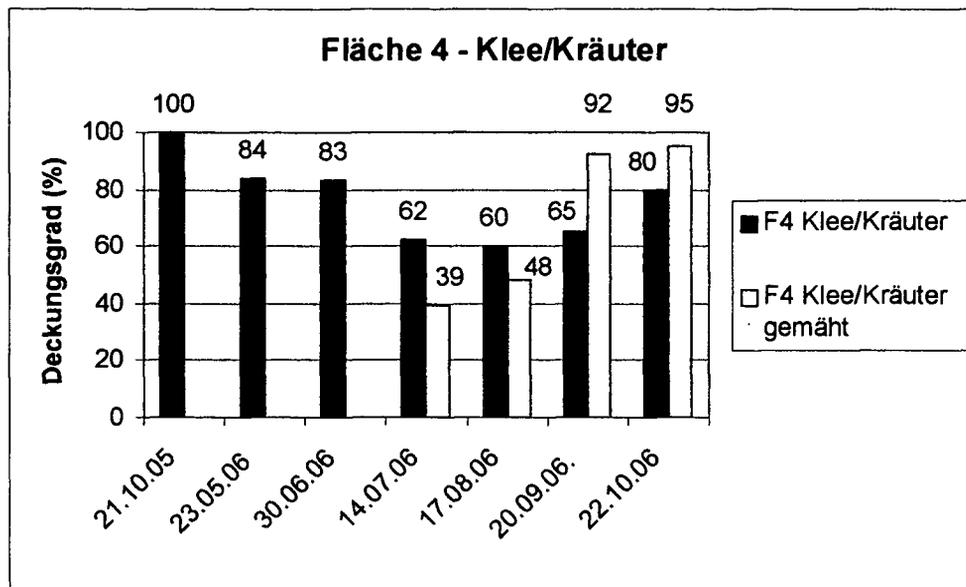


Abb.16: F4 - Klee/Kräuter Mischung, Deckungsgrad in Prozent, eigene Erhebung, Daten von 2005 von R.KITTEL (S.120 ff.)

Der niedrige Deckungsgrad auf Fläche 4 kann vor allem auf die hohe Frequenz von *Melilotus albus* und *Melilotus officinalis* (siehe Kap. 3.2.1.) auf dieser Fläche und die durch die große Wuchshöhe dieser beiden Arten entstehende Beschattung der restlichen Vegetation zurückgeführt werden.

Da beide *Melilotus*-Arten nicht mahdresistent sind und sie somit als Einflussfaktor nach einer Mahd ausfallen steigt auf der gemähten Flächenhälfte, wie in Abbildung 16 deutlich zu erkennen ist, der Deckungsgrad stark an. Das Ansteigen des Deckungsgrades auf der nicht gemähten Flächenhälfte zum Jahresende lässt sich dadurch erklären, dass zu diesem Zeitpunkt die *Melilotus*-Arten schon im Rückzug begriffen waren und durch die damit abnehmende Beschattung die anderen auf der Fläche wachsenden Arten wieder stärker aufkommen konnten.

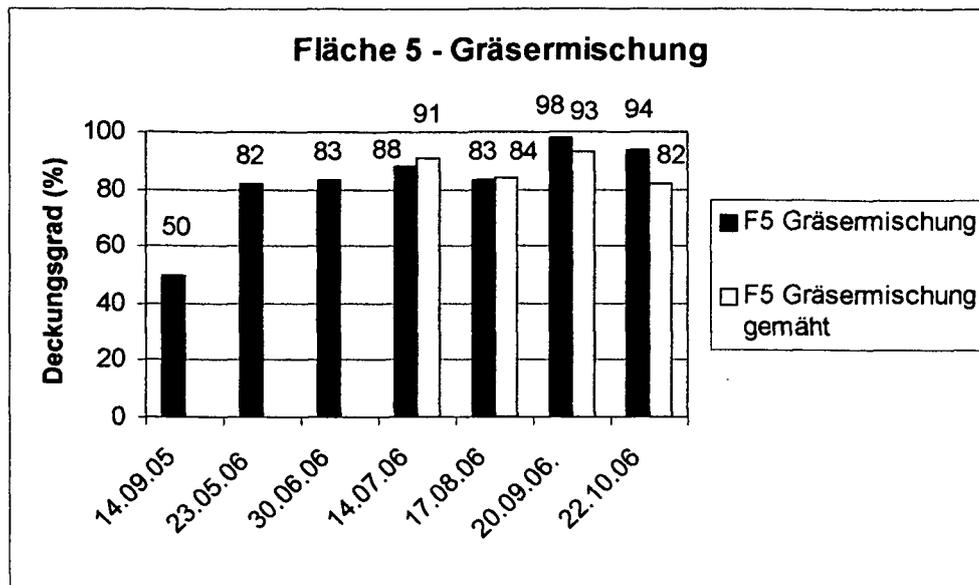


Abb.17: F5-Gräsermischung, Deckungsgrad in Prozent, eigene Erhebung, Daten von 2005 von R.KITTEL (S.120 ff.)

Auf Fläche 5 liegt der Deckungsgrad während der gesamten Vegetationsperiode 2006 ziemlich konstant bei knapp über 80 bis knapp über 90 Prozent. Hier ist zu berücksichtigen, dass sich von den ursprünglich ausgesäten Arten nur *Lolium perenne* (Englisches Raygras) auf der Versuchsfläche entwickeln konnte. Die leichten Veränderungen im Deckungsgrad kommen vor allem durch Arten zustände, die ursprünglich nicht auf der Versuchsfläche vorgekommen, sondern erst im Verlauf des Jahres zugewandert sind. (siehe Kap.3.2.1) Deutliche Unterschiede zwischen gemähter und ungemähter Versuchsflächenhälfte lassen sich auf Fläche 5 in Bezug auf den Deckungsgrad nicht feststellen.



Abb.18: F5 – Gräsermischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, 04.10.2006

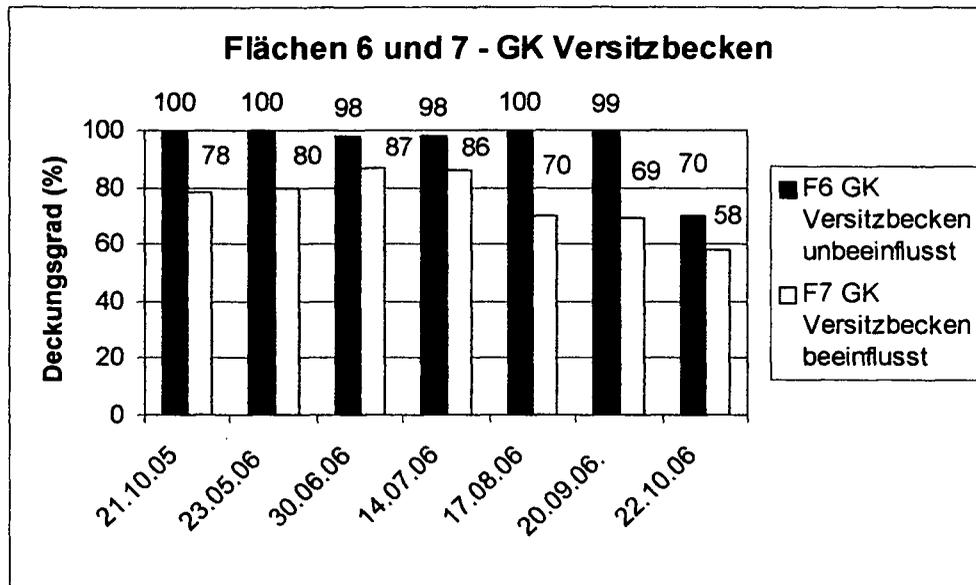


Abb.19: F6/F7-Versitzbecken, Gräser/Kräuter-Mischung, unbeeinflusst / beeinflusst, Deckungsgrad in Prozent, eigene Erhebung, Daten von 2005 von R.KITTEL (S.120 ff.)

Die Gräser-Kräutermischung zeigt auch auf den Flächen am Versitzbecken (F6 und F7) sehr gute Ergebnisse. Die niedrigeren Werte auf der Versuchsfläche F7 erklären sich dadurch, dass ein Teil der Fläche (ca.20%) beinahe ständig überschwemmt ist und hier ein Aufkommen von Vegetation nur schwer und nur kurzfristig möglich ist. Die niedrigen Werte bei der letzten Messung im Oktober (Abbildung 19, Messwert vom 22.10.06) dürften ein Ergebnis des sehr spät gewählten 3. Mahdtermines (06.Oktober 2006) sein, von dem sich die Vegetation gegen Ende der Vegetationsperiode nur noch schlecht erholen konnte.

Auf Grund der Nähe der beiden Flächen zum Wasser im Versitzbecken machten sich hier die hohen Juli-Temperaturen (Trockenheit) nicht so stark bemerkbar wie bei den Versuchsflächen F2 und F3, auf denen ja die selbe Saatgutmischung ausgebracht wurde.

3.1.2 Zusammenfassung der Deckungsgradermittlung

Zusammenfassend ist in Bezug auf den Deckungsgrad festzustellen, dass von den getesteten Saatgutmischungen nur die Gräser-Kräutermischung an diesem Standort zufriedenstellende Ergebnisse liefert (siehe Abb.20). Des Weiteren sieht man deutlich, dass der Mahdzeitpunkt eine entscheidende Rolle spielt. Erfolgt die Mahd zu spät im Jahr (wie bei den Flächen F6 und F7), oder während einer Hitzeperiode hat dies negative Auswirkungen auf den Deckungsgrad.

Anhand der auf der Pionierfläche (F1) erhobenen Daten, sieht man, dass um einen zufriedenstellenden Deckungsgrad zu erreichen, das Ausbringen einer Saatgutmischung zur Begrünung unumgänglich ist.

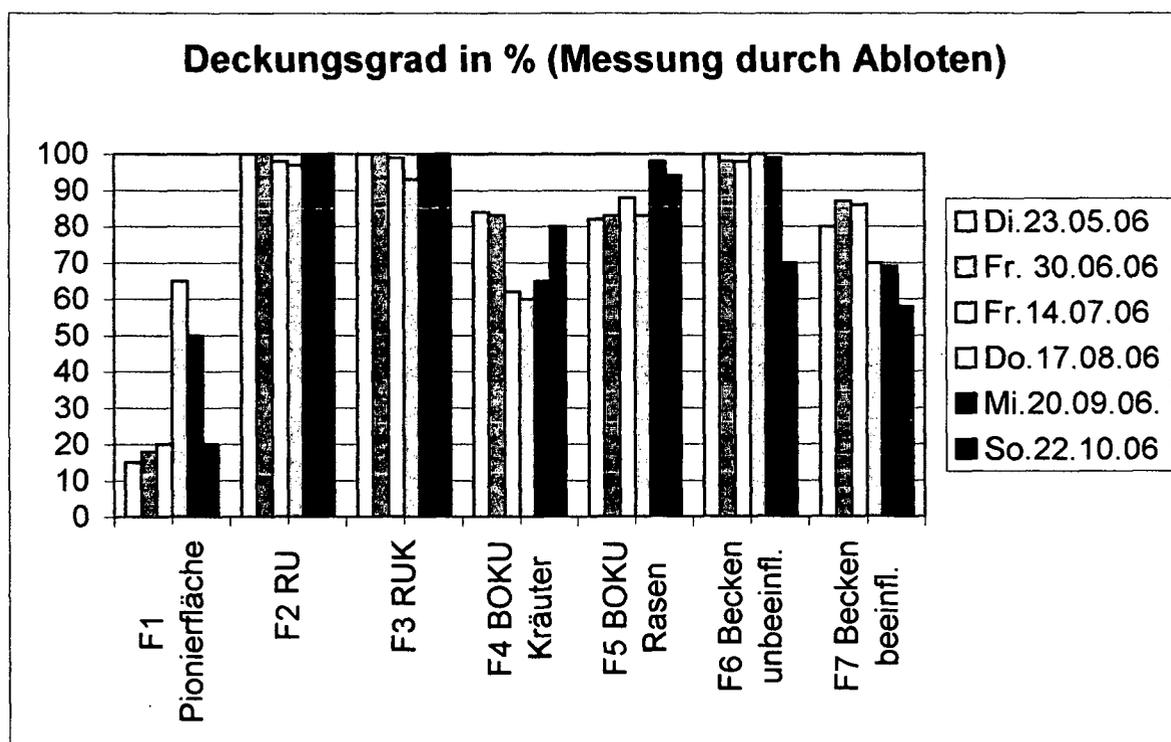


Abb.20: Übersicht über den Deckungsgrad in Prozent auf den Versuchsflächen an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten (F1-F5 ohne Mahd), eigene Erhebung

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über alle aufgenommenen Prozentwerte:

	21.10.05	23.05.06	30.06.06	14.07.06	17.08.06	20.09.06	22.10.06
F1 Pionierfläche		15	18	20	65	50	20
F2 GK	90	100	100	98	97	100	100
F2 GK gemäht				76	97	100	100
F3 GKK	100	100	100	99	93	100	100
F3 GKK gemäht				64	89	100	100
F4 Klee-Kräuter	100	84	83	62	60	65	80
F4 Klee-Kräuter gem.				39	48	92	95
F5 Gräser	50*	82	83	88	83	98	94
F5 Gräser gemäht.				91	84	93	82
F6 GK Becken unbeeinfl.	100	100	98	98	100	99	70
F7 GK Becken beeinflusst	78	80	87	86	70	69	58

Tab.5: Deckungsgrad in Prozent, Ermittelt durch Abloten; eigene Erhebung
 Daten von 2005 von R.KITTEL (S.120 ff.) *Wert vom 14.09.2005

3.2 Frequenzermittlung

„Zur Frequenzermittlung wird eine Aufnahme­fläche in Kleinquadrate unterteilt. Bestimmt wird, in wie vielen der Kleinquadrate eine Art vorkommt. Die Frequenz wird in Prozent eines Stichproben­umfanges angegeben. Die Vorteile dieser Methode liegen darin, dass es sich um ein einfaches, schnelles und gut reproduzierbares Verfahren handelt “ (PFADENHAUER, 1997, S.107).

Zur Ermittlung der Frequenz auf den Versuchsflächen diente wie zur Deckungsgradermittlung der Frequenzrahmen (1x1m). Dabei wurde untersucht in wie vielen der 100 Quadrate des Frequenzrahmens eine bestimmte Art vorkommt und dieser Wert in Prozent ausgedrückt.

Es wurden von Juni/Juli bis Oktober 2006 vier Messungen pro Fläche (F1-F7) durchgeführt. Die einzelnen Messtermine waren der 16. Juni (F6 und F7 am 03.Juli), der 24. August, der 20. September und der 22. Oktober 2006. Der Frequenzrahmen wurde dabei an den selben verpflockten Stellen der Versuchsflächen aufgelegt wie bei der Deckungsgradermittlung. Auch hier wurden, ab der ersten Mahd der ebenen Versuchsflächen (F2-F5) am 30. Juni, die Messungen jeweils sowohl auf dem gemähten als auch auf dem nicht gemähten Teil dieser Versuchsflächen durchgeführt. Auf Fläche 4 konnte zum ersten Messtermin (16.Juli), sowie auf der ungemähten Flächenhälfte auch zu den weiteren Terminen auf Grund der großen Wuchshöhe von *Melilotus* sp. (siehe Kap.3.3) nur eine Schätzung der Frequenz und keine Messung mit dem Frequenzrahmen erfolgen.

Die gemessenen Frequenzwerte sind im Folgenden, für jede Fläche, jeweils in Form einer Tabelle und eines Balkendiagrammes dargestellt. Soweit vorhanden wurden auch die Messergebnisse von R. KITTEL aus dem Jahr 2005 (vgl. KITTEL, 2006, S.130ff) in die Tabellen mit aufgenommen um eine umfangreichere Übersicht über die Entwicklung der Vegetation zu geben. Bei den Daten von R.KITTEL ist zu berücksichtigen, dass bei den Aufnahmen 2005 noch nicht zwischen einzelnen Grasarten differenziert werden konnte und somit sämtliche Gräser (bei den Flächen F2,F3,F6 und F7) in der Tabellenspalte „Summe Gräser“ zusammengefasst sind.

In der jeweils ersten Spalte der Tabellen sind die Gewichtsprozente der einzelnen Arten in den jeweiligen Saatgutmischungen ersichtlich. Da auf der Pionierfläche (F1) keine Ansaat erfolgte, fehlt diese Angabe hier natürlich.

3.2.1 Ergebnisse der Frequenzermittlung

Fläche 1 - Pionierfläche

F1 - Pionierfläche	16.Juni 2006	24.Aug. 2006	20.Sept. 2006	22.Okt. 2006
<i>Conyza canadensis</i> Kanadisches Berufkraut	12%	45%	46%	34%
<i>Tripleurospermum inodorum</i> Geruchlose Ruderalkamille	17%	28%	28%	27%
<i>Sonchus oleraceus</i> Gewöhnliche Gänsedistel	19%	23%	23%	22%
<i>Carex</i> sp. Segge (mehrhäufig, h:10-25cm)	7%	28%	27%	27%

Tab.6: Frequenz auf Fläche 1-Pionierfläche an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, eigene Erhebung

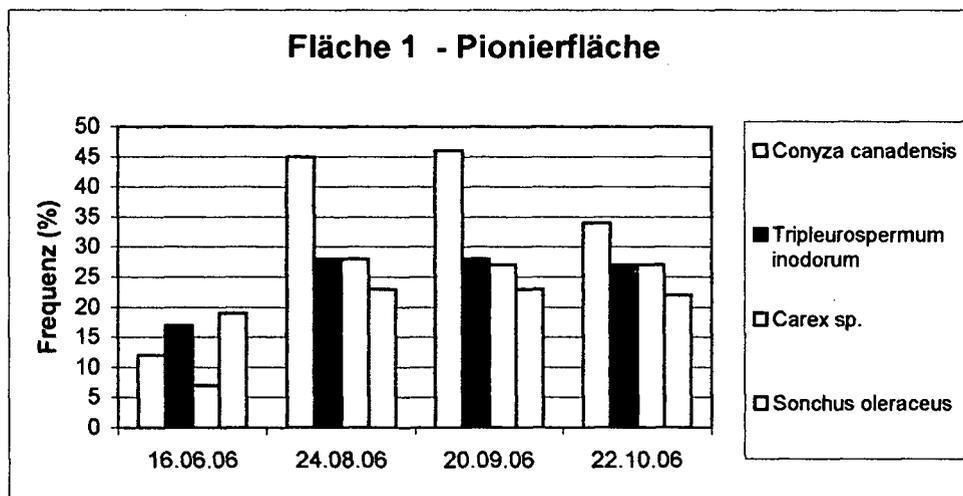


Abb.21: Frequenz auf Fläche 1 – Pionierfläche an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, eigene Erhebung

Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)

F2 Gräser/Kr. ohne Kokos	Prozent im Saatgut	Okt. 2005	16.Juni 2006	24.Aug. 2006 ungem./gem	20.Sept. 2006 ungem./gem	22.Okt. 2006 ungem./gem
Festuca rubra (horstbildend)	20%		Festuca sp. – 10%	-	-	-
Festuca ovina	20%			-	-	-
Festuca duriuscula	10%			-	-	-
Festuca tenuifolia	5%			-	-	-
Poa pratensis	8%		2%	9% / 5%	8% / 5%	12% / 8%
Lolium perenne	3%		12%	-	-	-
Poa compressa	2%		-	-	-	-
Summe Gräser	83%	60%				
Trifolium repens	4%	80%	98%	42% / 56%	59% / 80%	74% / 100%
Lotus sp. (corniculatus u. uliginosus)	3,5%	33%	31%	12% / 44%	11% / 21%	7% / 2%
Coronilla varia	0,5%	3%	3%	1% / 1%	- / 3%	-
Achillea millefolium	2%	17%	2%	24% / 7%	14% / 11%	9% / 17%
Lysmanchia vulgaris	0,5%	-	-	-	-	-
Mentha longifolia	0,5%	2%	-	-	-	-
Sanguisorba minor	2%	23%	12%	35% / 29%	34% / 37%	43% / 29%
Plantago lanceolata	2%	48%	42%	43% / 46%	55% / 41%	46% / 50%
Leucanthemum vulgare	1%	2%	2%	-	-	-
Papaver rhoeas	1%	3%	4%	-	-	-
Summe Kräuter	17%					
Sonchus oleraceus	-	-	-	2% / 1%	2% / 1%	2% / 1%

Tab. 7: Frequenz auf Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, ungemäht und gemäht, eigene Erhebung, Daten von Okt.2005 – von R.KITTEL (S.130ff)

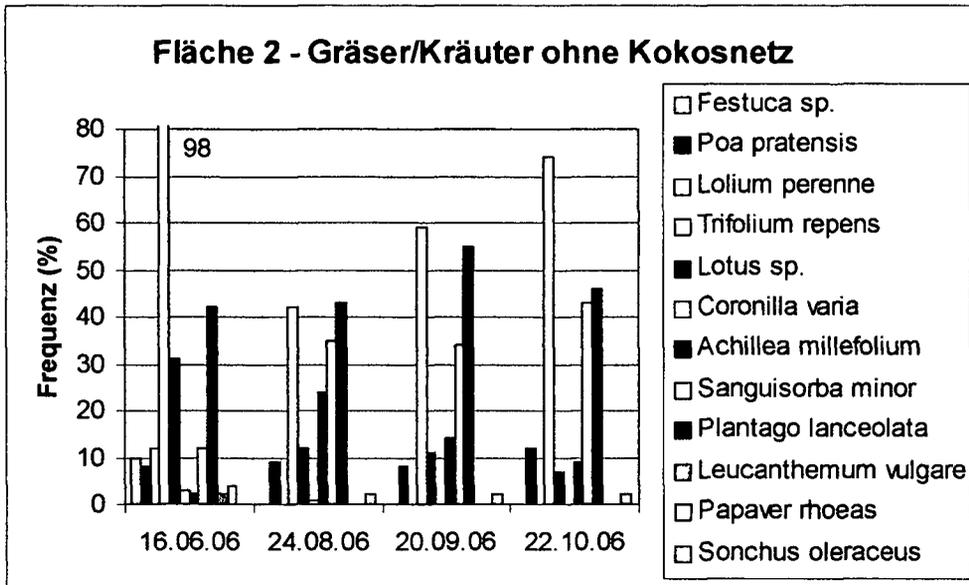


Abb.22: Frequenz auf Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz, an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, ungemäht, eigene Erhebung

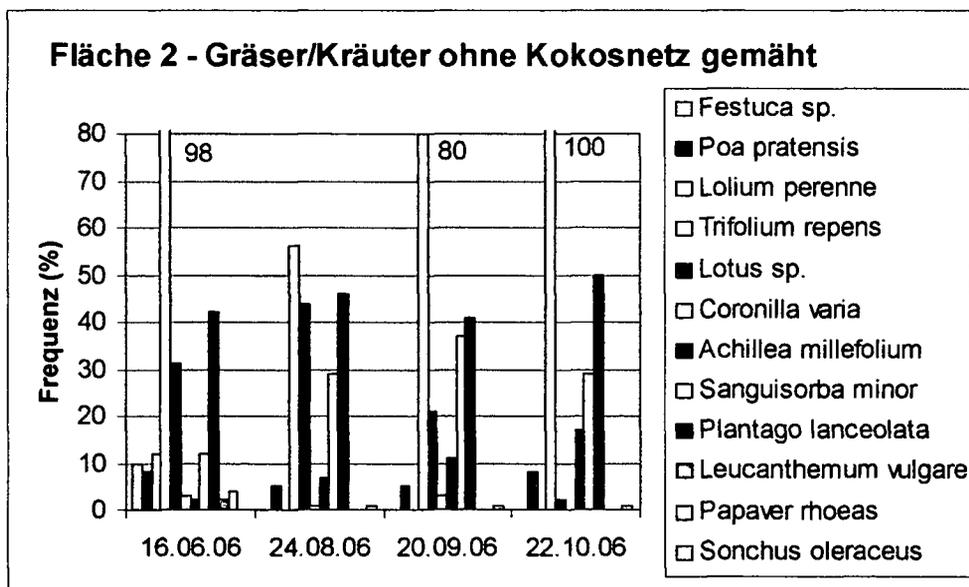


Abb.23: Frequenz auf Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz, an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, gemäht, eigene Erhebung

Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)

F3 Gräser/Kr. mit Kokos	Prozent im Saatgut	Okt. 2005	16.Juni 2006	24.Aug. 2006 ungem./gem	20.Sept. 2006 ungem./gem	22.Okt. 2006 ungem./gem
Festuca rubra (horstbildend)	20%		Festuca sp. – 8%	-	-	-
Festuca ovina	20%			-	-	-
Festuca duriuscula	10%			-	-	-
Festuca tenuifolia	5%			-	-	-
Poa pratensis	8%		2%	7% / 3%	8% / 5%	15% / 15%
Lolium perenne	3%		2%	-	-	-
Poa compressa	2%		-	-	-	-
Summe Gräser	83%	42%				
Trifolium repens	4%	93%	98%	95% / 84%	96% / 98%	98% / 100%
Lotus sp. (corniculatus u. uliginosus)	3,5%	48%	12%	16% / 52%	12% / 21%	5% / 3%
Coronilla varia	0,5%	7%	3%	6% / -	12% / -	16% / -
Achillea millefolium	2%	15%	2%	6% / 11%	8% / 13%	12% / 18%
Lysmanchia vulgaris	0,5%	-	-	-	-	-
Mentha longifolia	0,5%	-	-	-	-	-
Sanguisorba minor	2%	16%	7%	6% / 2%	6% / 4%	18% / 5%
Plantago lanceolata	2%	44%	26%	26% / 28%	32% / 30%	32% / 30%
Leucanthemum vulgare	1%	1%	1%	-	-	-
Papaver rhoeas	1%	2%	6%	-	-	-
Summe Kräuter	17%					

Tab.8: Frequenz auf Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz, an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, ungemäht und gemäht, eigene Erhebung, Daten von Okt.2005 von R.KITTEL (S.130ff)

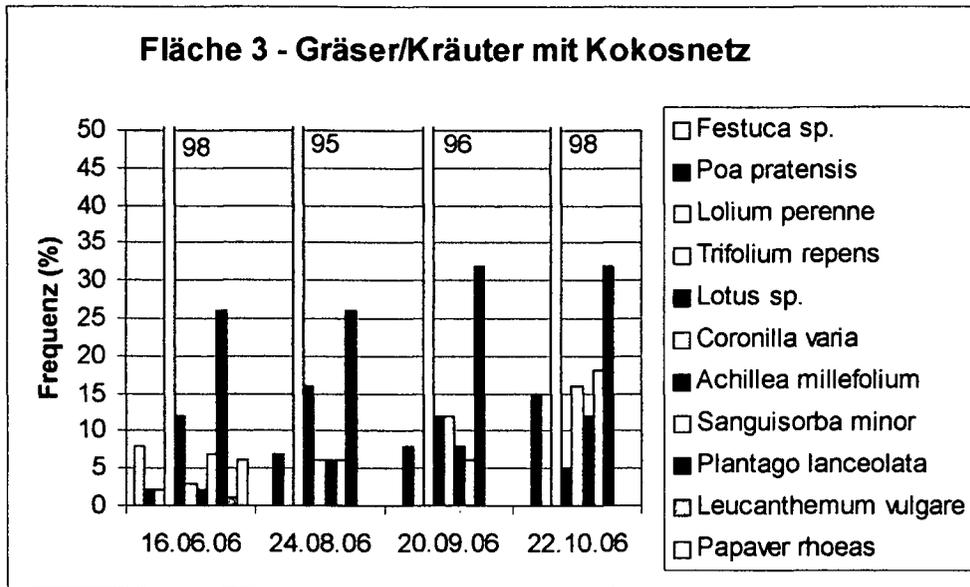


Abb.24: Frequenz auf Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, ungemäht, eigene Erhebung

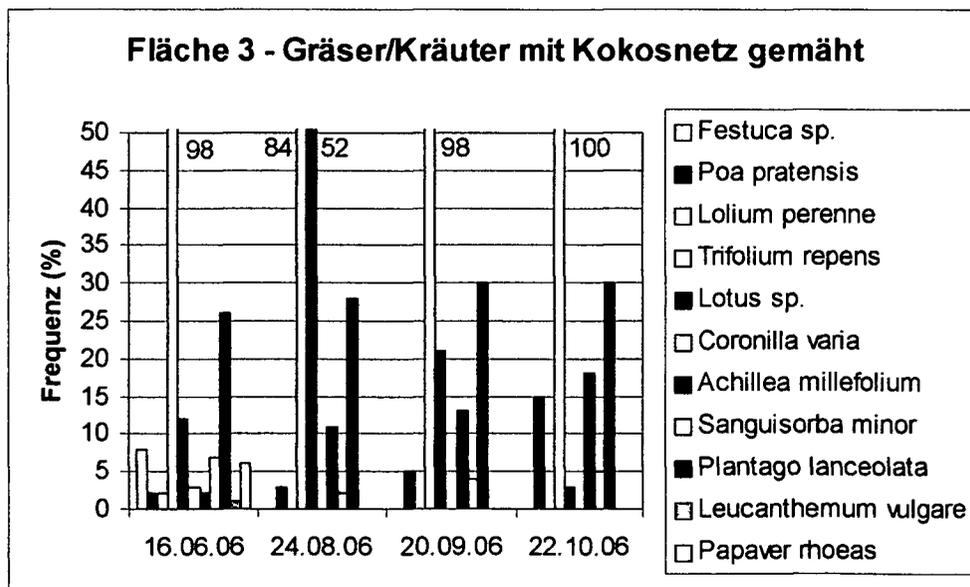


Abb.25: Frequenz auf Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, gemäht, eigene Erhebung

Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung (ungemäht und gemäht)

F4 Klee/Kräuter	Prozent im Saatgut	Okt. 2005	16.Juni 2006	24.Aug. 2006 ungem./gem	20.Sept. 2006 ungem./gem	22.Okt. 2006 ungem./gem
Lotus corniculatus	40%	100%	60%	20% / 49%	25% / 61%	20% / 42%
Medicago lupulina	12%	17%	-	-	-	-
Onobrychis viciifolia	2%	19%	5%	2% / -	2% / -	2% / -
Sanguisorba minor	2%	2%	4%	-	-	-
Trifolium repens	40%	100%	60%	10% / 45%	15% / 74%	35% / 94%
Anthyllis vulneraria	2,5%	2%	1%	-	-	-
Leucanthemum vulgare	0,5%	-	-	-	-	-
Lupinus perennis	1%	-	2%	-	-	-
Summe	100%					
Melilotus albus			40%	45% / 1%	45% / 1%	45% / 1%
Melilotus officinalis			25%	35% / -	35% / -	35% / -
Taraxacum sp.			-	- / 2%	5% / 18%	5% / 14%
Salix sp.			-	- / -	1% / -	1% / -
Carex sp.			-	- / 9%	2% / 5%	2% / 5%

Tab.9: Frequenz auf Fläche 4 – Klee-Kräuter Mischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten , ungemäht und gemäht, eigene Erhebung, Daten von Okt.2005 von R:KITTEL (S.130ff)

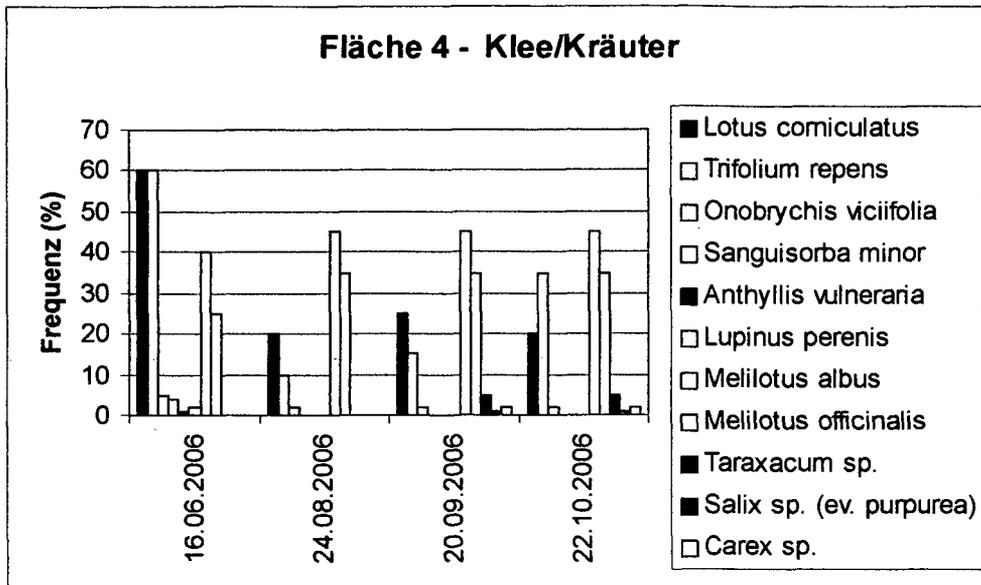


Abb.26: Frequenz auf Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, ungemäht, eigene Erhebung

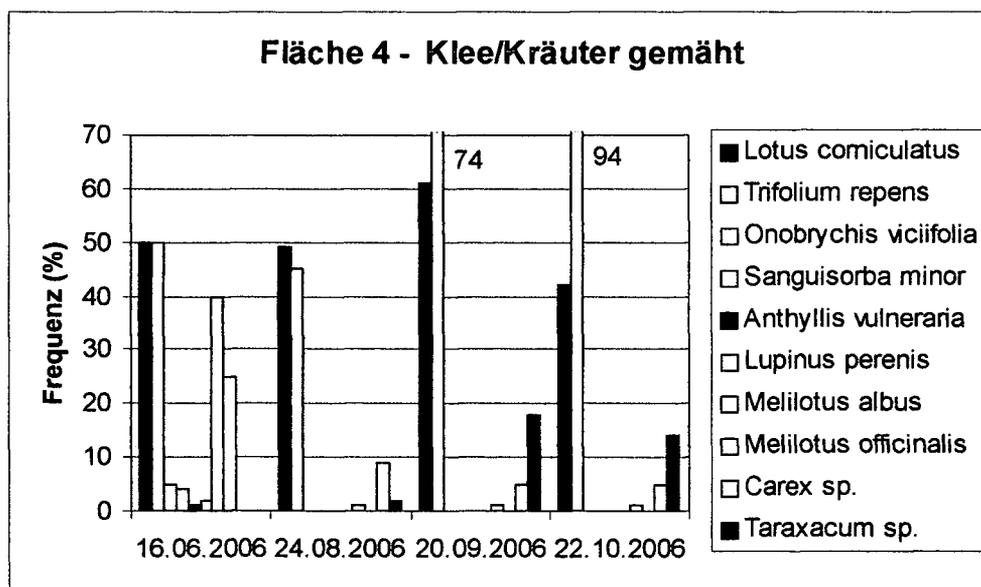


Abb.27: Frequenz auf Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, gemäht, eigene Erhebung

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)

F5 Gräsermischung	Prozent im Saatgut	16.Juni 2006	24.August 2006 ungem./gem.	20.Sept. 2006 ungem./gem.	22.Oktober 2006 ungem./gem.
Festuca rubra horstbildend	20%	-	-	-	-
Festuca rubra ausläuferbildend	10%	-	-	-	-
Festuca trichophylla	10%	-	-	-	-
Lolium perenne	30%	75%	100% / 100%	100% / 99%	100% / 99%
Poa pratensis	30%	-	-	-	-
Summe	100%				
Conyza canadensis		-	25% / 34%	14% / 16%	5% / 6%
Tripleurospermum inodorum		-	4% / 3%	12% / 5%	7% / 5%
Populus sp.		-	1% / -	1% / -	1% / -
Salix sp. (ev. purpurea)		-	1% / 2%	1% / 2%	1% / 1%
Carex sp.		-	1% / 1%	1% / -	1% / -
Trifolium repens		-	-	4% / 2%	9% / 9%
Sonchus oleraceus		-	-	2% / -	2% / -

Tab.10: Frequenz auf Fläche 5 – Gräsermischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten , ungemäht und gemäht, eigene Erhebung, Daten von Okt.2005 von R:KITTEL (S.130ff)

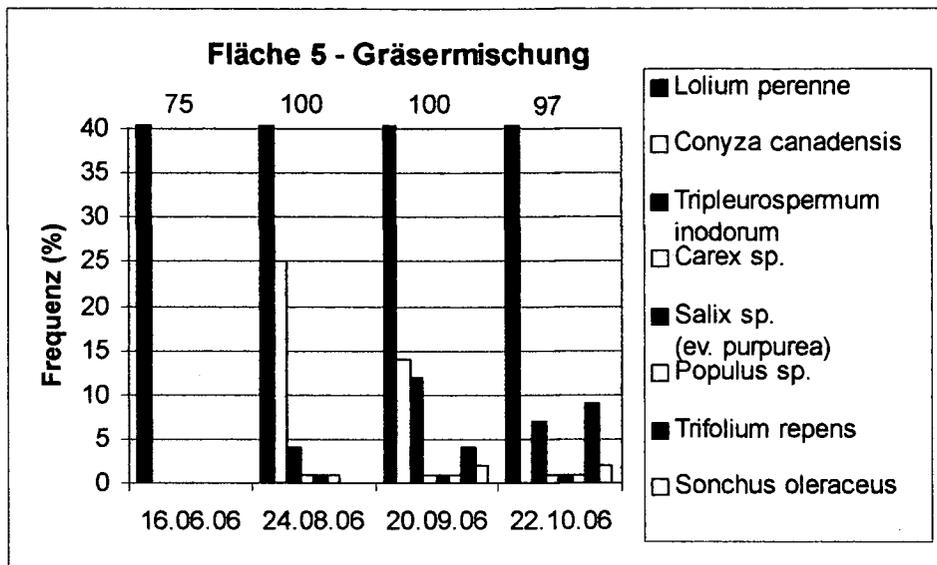


Abb.28: Frequenz auf Fläche 5 – Gräsermischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, ungemäht, eigene Erhebung

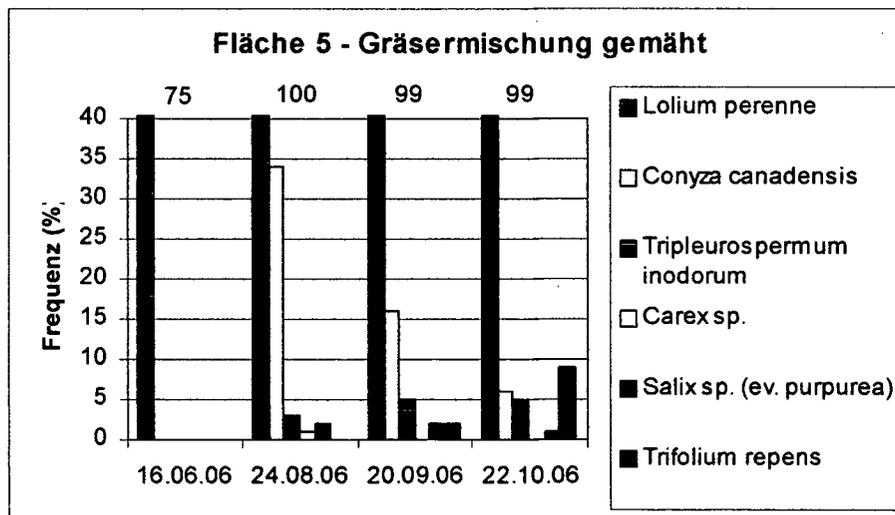


Abb.29: Frequenz auf Fläche 5 – Gräsermischung an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, gemäht, eigene Erhebung

**Flächen 6 und 7 – Gräser/Kräuter-Mischung am Versitzbecken M5
(wasserunbeeinflusst und –beeinflusst)**

F6 Versitzbecken unbeeinflusst	Prozent im Saatgut	Okt. 2005	03.Juli 2006	24.Aug. 2006 ungem./gem	20.Sept. 2006 ungem./gem	22.Okt. 2006 ungem./gem
Festuca rubra (horstbildend)	20%		-	-	-	-
Festuca ovina	20%		-	-	-	-
Festuca duriuscula	10%		-	-	-	-
Festuca tenuifolia	5%		-	-	-	-
Poa pratensis	8%		-	4%	12%	16%
Lolium perenne	3%		2%	3%	-	-
Poa compressa	2%		-	-	-	-
Summe Gräser	83%	69%				
Trifolium repens	4%	95%	84%	98%	100%	98%
Lotus sp. (corniculatus u. uliginosus)	3,5%	59%	22%	5%	1%	-
Coronilla varia	0,5%	12%	-	-	-	-
Achillea millefolium	2%	17%	4%	6%	3%	1%
Lysmanchia vulgaris	0,5%	-	-	-	-	-
Mentha longifolia	0,5%	-	-	-	-	-
Sanguisorba minor	2%	19%	8%	2%	0%	0%
Plantago lanceolata	2%	24%	26%	25%	30%	21%
Leucanthemum vulgare	1%	-	4%	-	-	-
Papaver rhoeas	1%	2%	12%	-	-	-
Summe Kräuter	17%					
Rumex sp.	-	-	-	4%	3%	3%
Taraxacum sp.	-	-	8%	8%	12%	8%

Tab. 11: Frequenz auf Fläche 6 – Gräser/Kräuter-Mischung am Versitzbecken M5 wasserunbeeinflusst, eigene Erhebung, Daten von Okt.2005 von R.KITTEL (S.130ff)

F7 Versitzbecken beeinflusst	Prozent im Saatgut	Okt. 2005	03.Juli 2006	24.Aug. 2006 ungem./gem	20.Sept. 2006 ungem./gem	22.Okt. 2006 ungem./gem
Festuca rubra (horstbildend)	20%		-	-	-	-
Festuca ovina	20%		-	-	-	-
Festuca duriuscula	10%		-	-	-	-
Festuca tenuifolia	5%		-	-	-	-
Poa pratensis	8%		8%	15%	22%	12%
Lolium perenne	3%		-	-	-	-
Poa compressa	2%		-	-	-	-
Summe Gräser	83%	70%				
Trifolium repens	4%	74%	81%	60%	72%	65%
Lotus sp. (corniculatus u. uliginosus)	3,5%	58%	31%	8%	-	-
Coronilla varia	0,5%	3%	-	-	-	-
Achillea millefolium	2%	12%	2%	2%	3%	-
Lysmanchia vulgaris	0,5%	-	-	-	-	-
Mentha longifolia	0,5%	-	-	-	-	-
Sanguisorba minor	2%	7%	-	-	-	-
Plantago lanceolata	2%	37%	19%	18%	20%	5%
Leucanthemum vulgare	1%	-	7%	-	-	-
Papaver rhoeas	1%	2%	12%	-	-	-
Summe Kräuter	17%					
Taraxacum sp.	-	-	-	4%	5%	2%

Tab.12: Frequenz auf Fläche 7 – Gräser/Kräuter-Mischung am Versitzbecken wasserbeeinflusst, eigene Erhebung, Daten von Okt.2005 von R.KITTEL

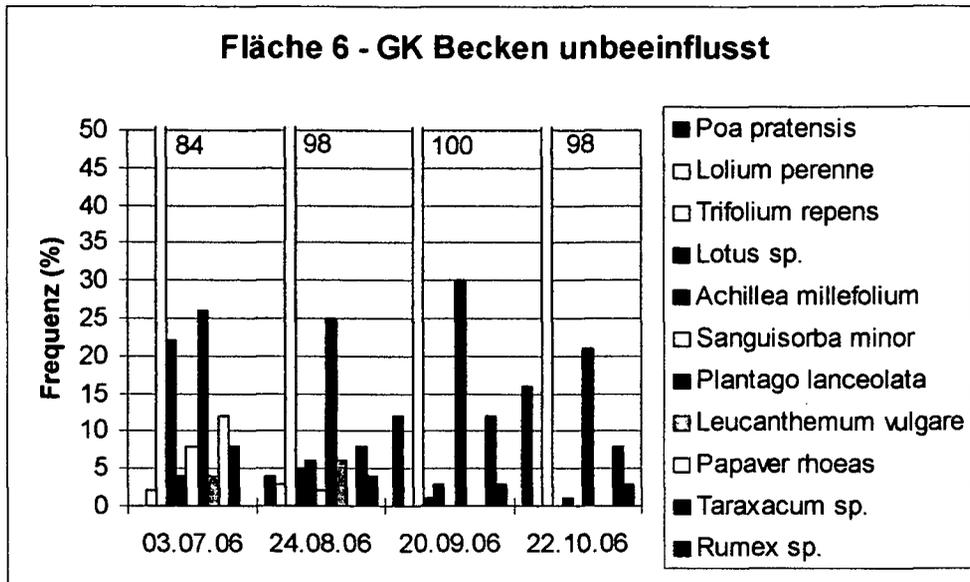


Abb.30: Frequenz auf Fläche 6 – Gräser/Kräuter-Mischung am Versitzbecken M5 an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, wasserunbeeinflusst, eigene Erhebung

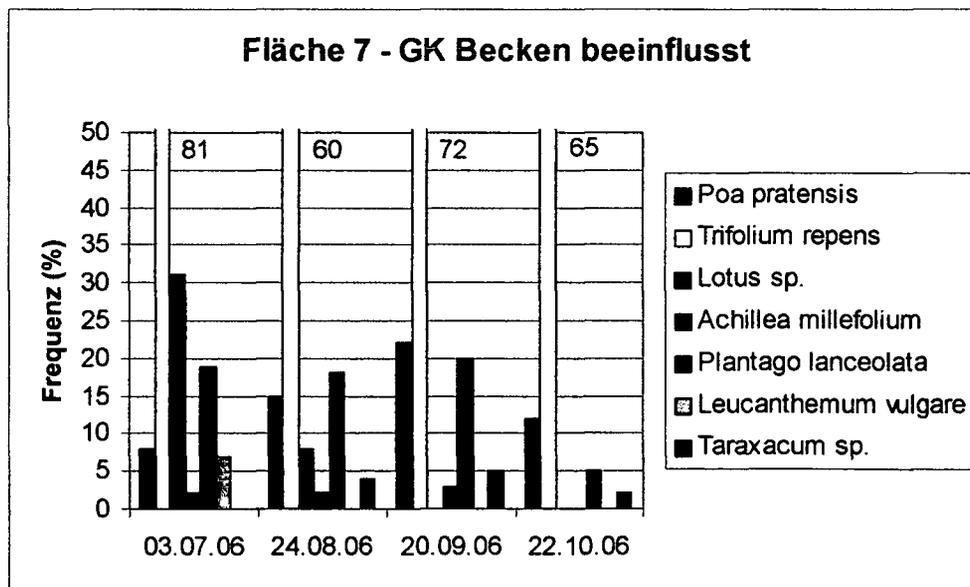


Abb.31: Frequenz auf Fläche 7 – Gräser/Kräuter-Mischung am Versitzbecken M5 an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, wasserbeeinflusst, eigene Erhebung

3.2.2. Zusammenfassung der Frequenzermittlung

Auf der Pionierfläche (F1, Tabelle 6 und Abbildung 21) finden sich im Jahr nach der Anlage der Versuchsflächen nur vier verschiedene Arten. Neben einer mehrjährigen, circa 10-25cm hoch werdenden Seggenart sind dies mit *Conyza canadensis*, *Tripleurospermum inodorum* und *Sonchus oleraceus* drei Vertreter aus der Familie der Asteraceae, die am Standort auch außerhalb der Versuchsflächen häufig anzutreffen sind und allesamt typische Ruderalpflanzen sind. Die Frequenz der einzelnen Arten blieb im Verhältnis zueinander während der gesamten Aufnahmeperiode relativ ähnlich, sodass die Fläche insgesamt einen sehr homogenen Eindruck erzeugte.

Auf den Flächen F2 und F3 (Gräser-Kräutermischung ohne bzw. mit Kokosnetz, Tabellen 7,8 und Abbildungen 22-25) konnten sich die angesäten Gräser, trotz eines Anteils von 83 Gewichtsprozent im Saatgut, mit Ausnahme von *Poa pratensis* nicht behaupten. Die höchste Frequenz weist auf beiden Flächen *Trifolium repens*, mit zumeist 80-100% auf. Die weiteren dominierenden Arten sind *Plantago lanceolata* und *Lotus sp.*, wobei *Lotus sp.* auf den jeweiligen gemähten Flächenhälften eine deutlich höhere Frequenz aufweist als auf den ungemähten und somit offensichtlich von der Mahd profitiert. *Lysmanchia vulgaris* und *Mentha longifolia* konnten 2006 auf keiner der beiden Flächen nachgewiesen werden. Auch konnten, mit Ausnahme von zwei Individuen von *Sonchus oleraceus* auf Fläche 2, keine nicht in der Saatgutmischung vorhandenen Arten aufkommen, was wohl vor allem am hohen Deckungsgrad auf den beiden Flächen liegt.

Interessant ist, dass die Frequenz von *Trifolium repens* auf Fläche 2 auf Grund der Juli-Trockenheit einen starken Rückgang erlebte (Messwerte vom 24.08.) wodurch die anderen Arten begünstigt wurden. Auf Fläche 3 ist dieser Rückgang von *Trifolium repens* wesentlich weniger stark ausgefallen. Daraus Rückschlüsse auf den Zusammenhang mit der Verwendung eines Kokosnetzes bei der Ansaat zu ziehen, erscheint jedoch nicht legitim.

Auf Fläche 4 (Klee/Kräuter Mischung, Tabelle 9 und Abbildungen 26,27) machte sich 2006 eine offensichtliche Verunreinigung in dem auf die Fläche aufgebrachten Saatgut mit *Melilotus albus* und *Melilotus officinalis* bemerkbar. Von einer Verunreinigung des Saatgutes ist auszugehen, da beide Arten in der Umgebung der Versuchsflächen nicht anzutreffen waren und somit ein natürlicher Eintrag der Arten auf die Versuchsfläche nahezu auszuschließen ist.

Durch die Vorherrschaft der beiden *Melilotus* Arten und die von ihnen ausgehende Beschattung der Versuchsfläche konnten sich die anderen Arten nur schwach entwickeln und ab August waren nur noch *Lotus corniculatus* und *Trifolium repens* sowie ein einzelnes Exemplar von *Onobrychis viciifolia* von den ursprünglich angesäten Arten auf der Fläche vorhanden.

Auf Fläche 5 (Gräsermischung, Tabelle 10 und Abbildungen 28,29) konnte von den angesäten Grasarten nur *Lolium perenne* aufkommen. Ob dies am späten Ansaattermin im Juli 2005 oder an mangelhafter Keimfähigkeit des Saatgutes liegt, oder ob der Standort für *Festuca* und *Poa* Arten tatsächlich schlecht geeignet ist, worauf auch die Ergebnisse der anderen Versuchsflächen schließen lassen würden, ist nicht eindeutig feststellbar. *Lolium perenne* weist in jedem Fall ab der Messung im August jeweils eine Frequenz von knapp unter 100% bis 100% auf. Bedeutende Unterschiede zwischen gemähter und ungemähter Flächenhälfte sind nicht auszumachen. Außer *Lolium perenne* treten auf der Versuchsfläche auch noch die selben Ruderalarten wie auf der Pionierfläche (F1) auf. Auch *Salix* (vermutlich *purpurea*) und eine *Populus*art haben sich auf der Fläche in der zweiten Jahreshälfte angesiedelt.

Auf den Flächen 6 und 7 (Gräser-Kräutermischung am Versitzbecken - Tabellen 11,12 und Abbildungen 30,31) zeigt sich ein ähnliches Bild wie auf den Versuchsflächen 2 und 3. *Trifolium repens* dominiert, auch *Plantago lanceolata* kommt mit einer hohen Frequenz von 20-30% vor. Der einzige merkliche Unterschied zu den ebenen Versuchsflächen mit gleicher Saatgutmischung ist die geringere Frequenz von *Lotus* sp. und das Auftreten von Löwenzahn (*Taraxacum* sp.) mit einer Frequenz von bis zu 12%. Von den Gräsern ist auch hier nur *Poa pratensis* zu finden. Die geringere Frequenz der einzelnen Arten auf der wasserbeeinflussten Fläche (F7) hat dieselbe Ursache wie der geringere Deckungsgrad dieser Fläche (vgl. Kap.3.1.1), nämlich die zeitweise auftretende Überstauung der Fläche mit Wasser im Versitzbecken.

3.3 Mittlere Vegetationshöhe

Zusätzlich zur Erhebung des Deckungsgrades und der Frequenz wurde 2006 auch die mittlere Vegetationshöhe auf den Versuchsflächen als zusätzlicher Indikator für die Entwicklung der Vegetation gemessen.

Zur Ermittlung der mittleren Vegetationshöhe (inklusive Blühtriebe) wurden auf jeder Fläche jeweils zwanzig Pflanzen zufällig ausgewählt und ihre Wuchshöhe, inklusive der Blühtriebe, mit einem Maßstab gemessen und danach das arithmetische Mittel der Vegetationshöhe für jede Fläche berechnet. Es wurde von Juli bis Oktober 2006 auf jeder Fläche jeweils eine Messung pro Monat (insgesamt vier Messungen / Fläche) durchgeführt. Die einzelnen Messungen fanden am 15. Juli, am 17. August, am 29. September und am 22. Oktober 2006 statt. Abbildung 32 gibt einen Überblick über die errechneten Mittelwerte (n=20). Eine Übersicht über die einzelnen Messwerte findet sich im Anhang (Kap. 8.1 - Tabellen A1 bis A4)

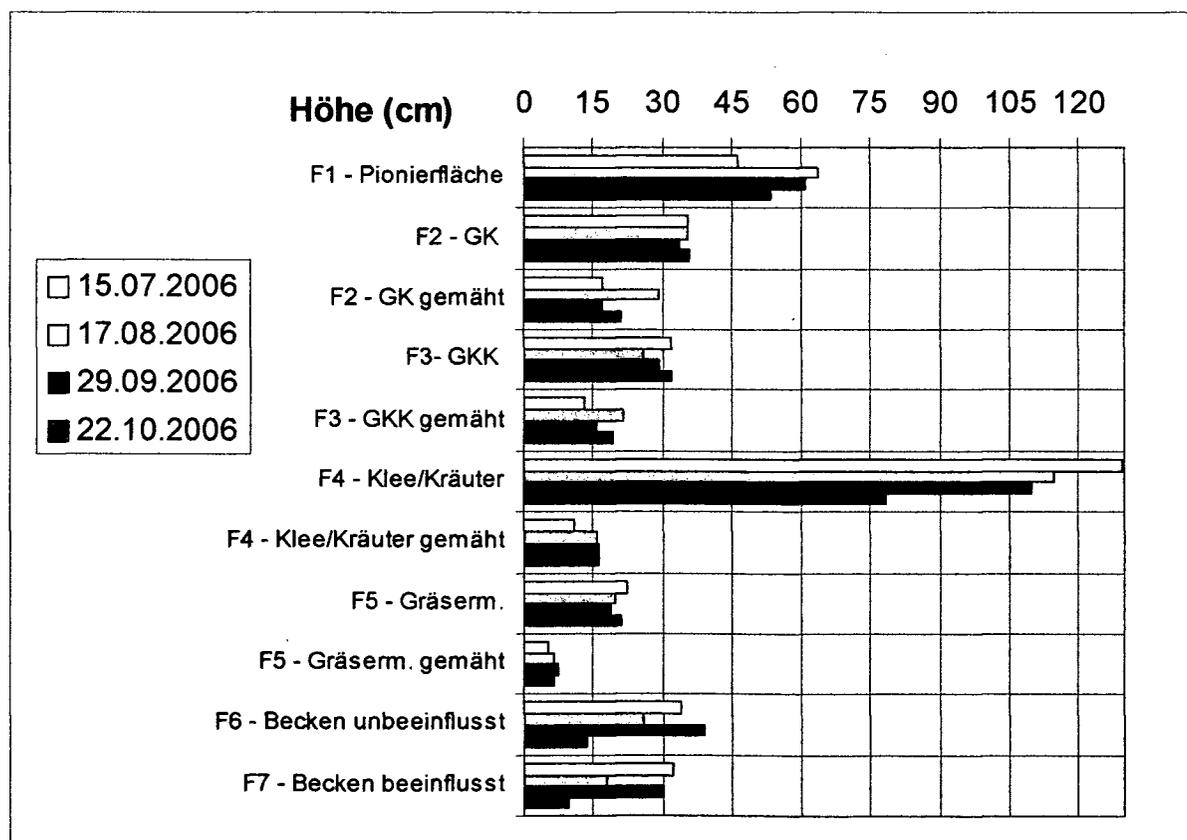


Abb.32: Mittlere Vegetationshöhe (inkl. Blühtriebe) auf den Versuchsflächen (n=20) an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten ,eigene Erhebung

4. Wasserdurchlässigkeit der Versuchsf lächen

Ein wesentlicher Grund für die Anlage der fünf ebenen Versuchsf lächen (F1-F5) durch R.KITTEL war die Möglichkeit, auf ebenen Fl ächen Messungen zur Wasserdurchlässigkeit mit verschiedenen Messger äten relativ unproblematisch durchföhren zu können und somit den Einfluss der unterschiedlichen Saatgutmischungen auf den K_f -Wert (Durchlässigkeitbeiwert) ermitteln zu können. R.KITTEL föhrt 2005 auf den Versuchsf lächen Messungen mit einem Doppelringinfiltrometer, einer Druckpegelsonde und einem Guelp-Permeameter durch.

Die Messungen mit Doppelringinfiltrometer und Druckpegelsonde wurden, um den Aspekt der Mahd erweitert, w ährend der Vegetationsperiode 2006 im Rahmen dieser Diplomarbeit fortgeföhrt. Es wurden auf allen fünf ebenen Versuchsf lächen (F1-F5, sowohl auf den gem ähten, als auch auf den nicht gem ähten Versuchsf lächenh älfen) von Juli bis Oktober jeweils zwei Messungen pro Monat durchgeföhrt (insgesamt acht Messtage, siehe Tabelle 13). Ein Guelp-Permeameter stand 2006 leider nicht zur Verföhung, war aber nicht unbedingt von N öten, da die Messungen mit dem Permeameter 2005 in erster Linie dazu dienten, zu überprüfen, ob die Messungen mit dem Doppelringinfiltrometer zuverlässige Werte liefern. Dies hat sich auf Grund der ann ähernd identen Messergebnisse von Infiltrometer und Permeameter 2005 eindeutig best ätigt (vgl. KITTEL, 2006, S.72ff).

		Juli 06	August 06	September 06	Oktober 06
1.Messtag		07.07.06	10.08.06	11.09.06	07.10.06
2.Messtag		17.07.06	17.08.06	20.09.06	22.10.06

Tab.13: Übersicht Messtage - Wasserdurchlässigkeit auf den Versuchsf lächen an der Eisenbahn Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten

Der K_f - Wert

Der K_f - Wert, auch Durchlässigkeitsbeiwert genannt, bezeichnet einen rechnerischen Wert, der die Wasserdurchlässigkeit von Materialien (zumeist Böden) beschreibt. Durch ihn wird angegeben, mit welcher Geschwindigkeit Wasser, in Abhängigkeit vom Druck, durch einen Stoff strömt.

Berechnet wird der K_f - Wert nach der Formel: $v = h_1-h_2 / t_2 - t_1$ ($m*s^{-1}$)

Das unbegrünte Bodensubstrat an den Versitzbeckenböschungen beziehungsweise auf den Versuchsflächen weist einen K_f - Wert von 10^{-7} m/s auf. Als geeignetster K_f - Wert, um eine optimale Entleerungsgeschwindigkeit im Versitzbecken zu erreichen, gilt für begrünte Versitzbeckenböschungen 10^{-5} m/s. Das heißt, es wurde beim Bau der Versitzbecken davon ausgegangen, dass sich der K_f - Wert durch die Böschungsbegrünung um zwei Zehnerpotenzen erhöht. (vgl. Eisenbahn Hochleistungs AG, Wasserbauliche Maßnahmen EB-Operat)

Um den K_f - Wert zu berechnen ist es notwendig die Infiltration, also die Bewegung des in den Boden eindringenden Wassers, zu messen. Dazu wurden die folgenden beiden Messgeräte verwendet:

4.1 Methodik der Wasserdurchlässigkeitsmessungen

4.1.1 Doppelringinfiltrometer

Ein Doppelringinfiltrometer (siehe Abb. 33) besteht aus zwei konzentrisch zueinander liegenden Stahlzylindern (Innen- und Außenzylinder) mit definiertem Durchmesser. Diese werden soweit in den Boden gedreht (geschlagen), dass kein Wasser mehr von innen nach außen vordringen kann. Danach werden beide Zylinder gleich hoch mit Wasser gefüllt. Das Wasser im Außenzylinder soll eine zu starke laterale Ausbreitung des im Innenzylinder versickernden Wassers verhindern. Im Innenzylinder befindet sich eine Messskala in der die Versickerung pro Zeiteinheit abgemessen werden kann. Eine Messskala im Außenzylinder dient dazu, in beiden Zylindern die selbe Wasserstandshöhe erreichen zu können. Diese Messmethode hat den Vorteil, dass hierbei die Infiltration direkt an der Bodenoberfläche

bestimmt werden kann und somit der Versuch den natürlichen Verhältnissen eines starken Regenereignisses einigermaßen nahe kommt. Außerdem ist dieses Messverfahren relativ einfach in der Anwendung.

Die Messzylinder, die für die Messungen auf den fünf Versuchsflächen verwendet wurden, hatten einen Durchmesser von 60cm (Außenzylinder), beziehungsweise 30cm (Innenzylinder). Die Wandstärke der beiden Zylinder betrug 3mm. Daraus ergibt sich ein Innendurchmesser von 59,40cm (Außen-) und 29,40cm (Innenzylinder). Die Messskala im Innenzylinder ermöglichte eine Messgenauigkeit von 1mm.



Abb.33: Doppelringinfiltrimeter des Instituts für
Ingenieurbiologie und Landschaftsbau an der BOKU Wien

Als Versuchsdauer wurden 30 Minuten pro Messung gewählt, wobei alle fünf Minuten der Wasserstand im Innenzylinder abgelesen wurde. Da es, um die erhaltenen Messwerte zur Berechnung des K_f - Wertes verwenden zu können, notwendig ist, dass der Boden wassergesättigt ist, wurden die Messwerte der ersten zehn Minuten jedes Versuches zwar erfasst, jedoch nicht in die K_f - Wert-Berechnung mit einbezogen. Für die K_f - Wert-Berechnung wurden also nur die Ergebnisse der Minuten zehn bis 30 verwendet.

4.1.2 Druckpegelsonde

Die Druckpegelsonde (Pegeldatenlogger PD-2p, siehe Abb.34) der Firma SOMMER Messtechnik dient normalerweise für das Erfassen und Speichern von Wasserstand und Temperatur in Pegelrohren und Brunnen, sowie in offenen Gewässern und Wasserbehältern. Die Sonde misst den Wasserdruck und schließt daraus auf den Pegelstand. Durch den Datenlogger können bis zu 120.000 Messwerte gespeichert werden. Die Auswertung der Daten erfolgt dann über eine eigene Software (ComWin) ganz einfach durch Anschluss an einen PC oder Laptop. Die erhalten Datensätze lassen sich dann in Excel-Dateien konvertieren und graphisch darstellen. (vgl. www.sommer.at)

Im Rahmen der Diplomarbeit von R.KITTEL war die Druckpegelsonde zunächst nur für den Direktversuch im Versitzbecken vorgesehen. Es zeigte sich jedoch, dass sich das Messgerät auch zur Anwendung - als Ergänzung und Kontrolle der Messungen mit dem Doppelringinfiltrrometer - auf den ebenen Versuchsflächen eignet.

Die Druckpegelsonde misst allerdings nur im Zentimeterbereich und liefert somit bei einer Versuchsdauer von (analog zu Messung mit dem Doppelringinfiltrrometer) 30 Minuten nur sehr grobe Ergebnisse. Um zwischen den Eckdaten, welche von der Sonde geliefert werden, interpolieren zu können wurde die bereits von R.KITTEL in seinen Berechnungen gewählte Methode verwendet und aus den Messwerten, welche die Doppelringinfiltrrometermessung lieferte, die durchschnittliche Sinkrate pro Minute errechnet. (vgl. KITTEL, 2006, S.30 f.)

Die Berechnung der Sinkrate wird anhand der Formel $S = h / (t * 1000)$ durchgeführt. Da die Zeitangaben (t) bei den Infiltrometermessungen in Minuten ausgedrückt sind wird dies in der Sinkraten – Berechnung berücksichtigt:

$$S = h / (t * 60.000)$$

Mit Hilfe der Sinkrate wird zwischen den Messdaten der Druckpegelsonde interpoliert und somit das Erstellen einer Trendlinie ermöglicht. Die Trendlinie (interpolierte Kurve) stellt eine graphische Ergänzung zu den, aus den Doppelringinfiltrrometermessungen berechneten, K_f - Werten dar.

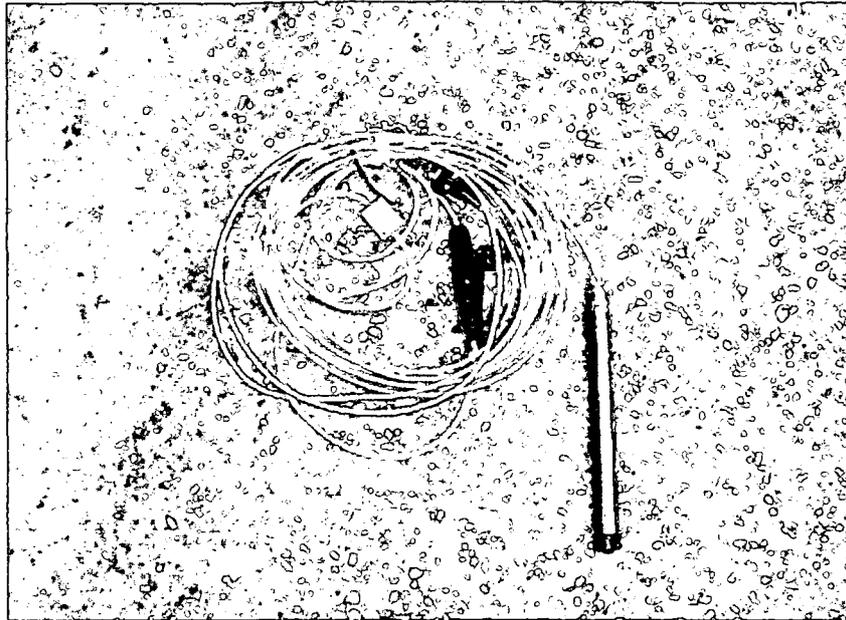


Abb.34: Druckpegelsonde (Pegeldatenlogger PD-2p)

4.2 Ergebnisse der Wasserdurchlässigkeitsmessungen

4.2.1 Darstellung der Messergebnisse

Im Folgenden (Kap.4.2.2) sind die Ergebnisse der Messungen mit Doppelringinfiltrometer und Druckpegelsonde aufgelistet. Dabei wurde, um einen unkomplizierten Vergleich zwischen den beiden Diplomarbeiten zu ermöglichen, die Darstellungsmethode von R.KITTEL in leicht abgewandelter Form übernommen. (vgl. KITTEL, 2006, S.30ff)

Eine Tabelle zeigt die Ergebnisse der jeweiligen Messung mit dem Doppelringinfiltrometer. Dabei sind jene Messwerte, die in die Berechnung von K_f -Wert und Sinkrate eingeflossen sind, grün hinterlegt und jene, die auf Grund der noch nicht erreichten Wassersättigung des Bodens (in den ersten 10min) nicht in die Berechnung eingeflossen sind, rot hinterlegt. Des Weiteren sind in den Tabellen die errechneten Sinkraten (inklusive den Teilergebnissen) angegeben. Blau hinterlegt ist der errechnete K_f -Wert der jeweiligen Messung vermerkt.

Bei jenen Flächen, auf denen eine Mahd stattfand (Ausnahme F4) sind jeweils die Messungen des selben Messtages auf ungemähter (linke Tabellenseite) und gemähter Flächenhälfte (rechte Tabellenseite) in einer gemeinsamen Tabelle zusammengefasst. Bei der Pionierfläche

(F1) und der gemähten Hälfte der Fläche 4 (Klee/Kräuter-Mischung) sind jeweils zwei Messtage in einer Tabelle zusammengefasst. Zusätzlich zu den Tabellen wurde, mit Hilfe der errechneten Sinkraten, durch Interpolation zwischen den durch die Messung mit der Druckpegelsonde erhaltenen Eckdaten, eine ergänzende Grafik (Trendlinie) erstellt, die jeweils direkt unterhalb der entsprechenden Tabelle zu sehen ist. Die von der Druckpegelsonde gelieferten Rohdaten der einzelnen Messungen finden sich im Anhang (Kap.8.2).

Auf der ungemähten Hälfte der Fläche 4 war eine Messung mit dem Doppelringinfiltrimeter auf Grund der Wuchshöhe von *Melilotus* sp. nur zum letzten Messtermin am 22.10.06 möglich. Ansonsten fand auf dieser Fläche jeweils am zweiten Messtermin jedes Monats (17.07., 17.08., 20.09. 2006) eine Messung nur mit dem Innenring des Infiltrimeters statt. Da diese Werte nicht direkt mit jenen der anderen Messungen vergleichbar sind, und überdies, auf Grund der von der ursprünglich aufgebrauchten Saatgutmischung gänzlich abweichenden Vegetation auf dieser Flächenhälfte (siehe Kap.3), über keine allzu große Aussagekraft verfügen, werden sie hier nicht näher behandelt. Die Infiltrimeter-Messergebnisse der ungemähten Hälfte der Fläche 4 sind stattdessen im Anhang (Kap.8.3) aufgelistet. Messungen mit der Druckpegelsonde fanden auf dieser Flächenhälfte nicht statt.

4.2.2 Wasserdurchlässigkeitswerte (K_f – Werte)

Fläche 1 – Pionierfläche Messungen 1 und 2 – 07./17.Juli 2006

Doppelringinfiltrometer	min	Messung 1 mm	Messung 1 Sinkrate	Messung 2 mm	Messung 2 Sinkrate
gemessen					
Sink. = mm/min*60000			S15: 0,0000078		S15: 0,00001
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000058		S20: 0,0000083
			S25: 0,0000053		S25: 0,0000073
			S30: 0,0000044		S30: 0,0000066
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000005825		(S15 - S30): 0,00000805
		Messung 1 mm		Messung 2 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		5,243		7,245	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,349		0,483	
Berechneter K_f – Wert		0,1 mm/min		0,25 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	

Tab.14: Messungen Doppelringinfiltrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert; F1 – Pionierfläche Messungen 1 und 2, 07.07.2006 und 17.07.2006, eigene Erhebung/Berechnung

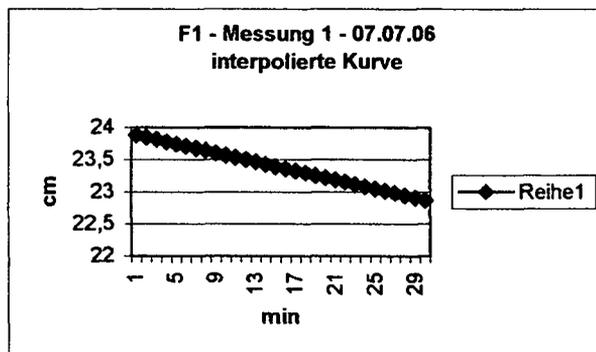


Abb.35: F1-Pionierfläche, Messung 1- 07.07.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 12 Minuten

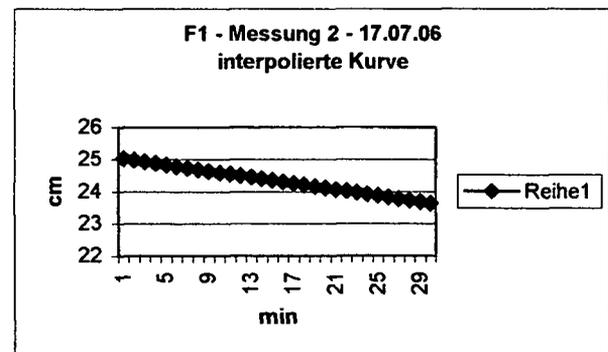


Abb.36: F1-Pionierfläche, Messung 2 – 17.07.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24,5cm bei 12 Minuten

Fläche 1 – Pionierfläche Messungen 3 und 4 – 10./17.August 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 3 mm	Messung 3 Sinkrate	Messung 4 mm	Messung 4 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000011		S15: 0,0000044
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000016		S20: 0,0000033
			S25: 0,000002		S25: 0,0000033
			S30: 0,0000022		S30: 0,0000028
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000001725		(S15 - S30): 0,00000345
		Messung 3 mm		Messung 4 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		1,553		3,105	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,104		0,207	
Berechneter K_f – Wert			0,2 mm/min		0,1 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.15: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert; F1 – Pionierfläche Messungen 3 und 4, 10.08.2006 und 17.08.2006, eigene Erhebung/Berechnung

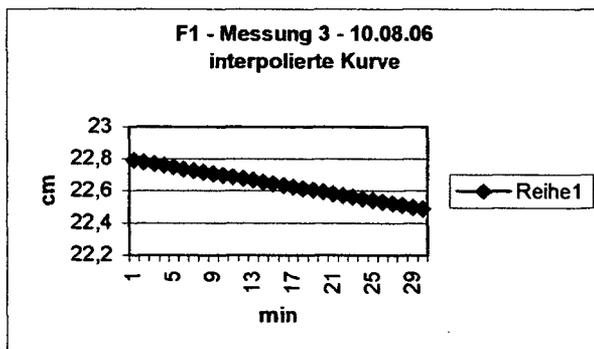


Abb.37: F1-Pionierfläche, Messung 3 - 10.08.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 22,5cm bei 29 Minuten

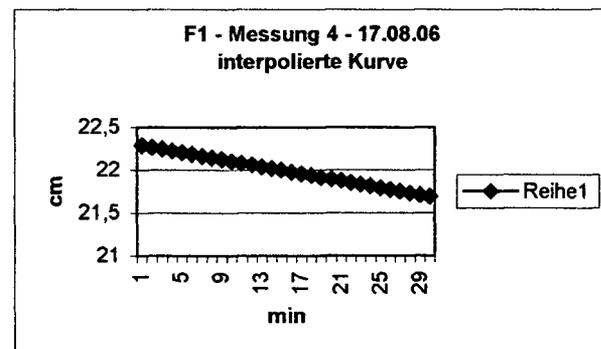


Abb.38: F1-Pionierfläche, Messung 4 - 17.08.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 22cm bei 15 Minuten

Fläche 1 – Pionierfläche Messungen 5 und 6 – 11./20. September 2006

Doppelringinfiltrometer	min	Messung 5 mm	Messung 5 Sinkrate	Messung 6 mm	Messung 6 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000056		S15: 0,0000078
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000042		S20: 0,0000067
			S25: 0,000004		S25: 0,000006
			S30: 0,0000033		S30: 0,0000056
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,00000425		(S15 - S30): 0,000006525
		Messung 5 mm		Messung 6 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		3,825		5,873	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,255		0,392	
Berechneter K_f – Wert		0,1	mm/min	0,25	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.16: Messungen Doppelringinfiltrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert; F1 – Pionierfläche Messungen 5 und 6, 11.09.2006 und 20.09.2006, eigene Erhebung/Berechnung

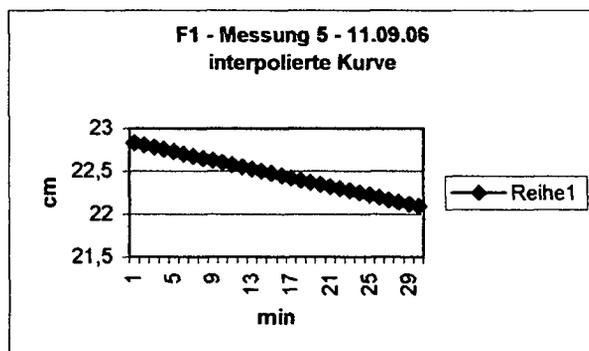


Abb.39: F1-Pionierfläche, Messung 5 - 11.09.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 22,5cm bei 14 Minuten

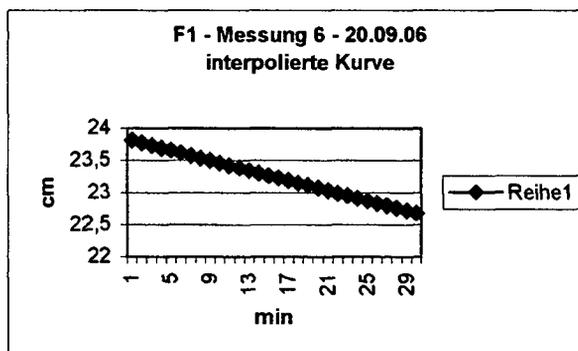


Abb.40: F1-Pionierfläche, Messung 6 - 20.09.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 9 Minuten

Fläche 1 – Pionierfläche Messungen 7 und 8 – 07./22. Oktober 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 7 mm	Messung 7 Sinkrate	Messung 8 mm	Messung 8 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000033		S15: 0,0000011
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000025		S20: 0,0000017
			S25: 0,0000027		S25: 0,000002
			S30: 0,0000022		S30: 0,0000017
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000003675		(S15 - S30): 0,000001625
		Messung 7 mm		Messung 8 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		2,408		1,463	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,161		0,098	
Berechneter K_f – Wert			0,1 mm/min		0,15 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.17: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert; F1 – Pionierfläche Messungen 7 und 8, 07.10.2006 und 22.10.2006, eigene Erhebung/Berechnung

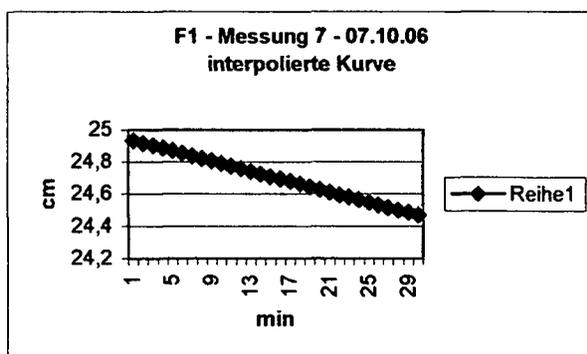


Abb.41: F1-Pionierfläche, Messung 7 - 07.10.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24,5cm bei 28 Minuten

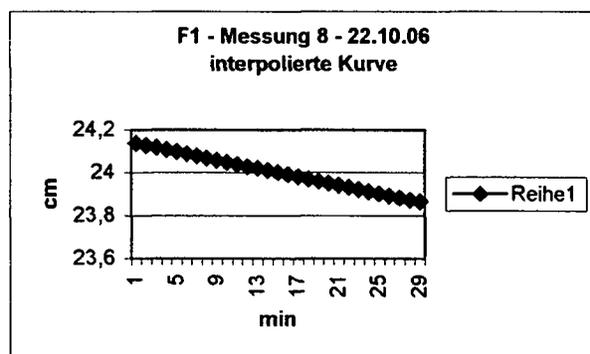


Abb.42: F1-Pionierfläche, Messung 8 - 22.10.06
Interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24cm bei 15 Minuten

**Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 1–07.Juli 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 1ug mm	Messung 1ug Sinkrate	Messung 1g mm	Messung 1g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,00001		S15: 0,00001
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,00001		S20: 0,00001
			S25: 0,0000093		S25: 0,0000093
			S30: 0,0000083		S30: 0,0000089
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,0000094		(S15 - S30): 0,0000095
		Messung 1ug mm		Messung 1g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		8,460		8,595	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,564		0,573	
Berechneter K_f – Wert		0,4 mm/min		0,45 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.18: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 1, 07.07.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

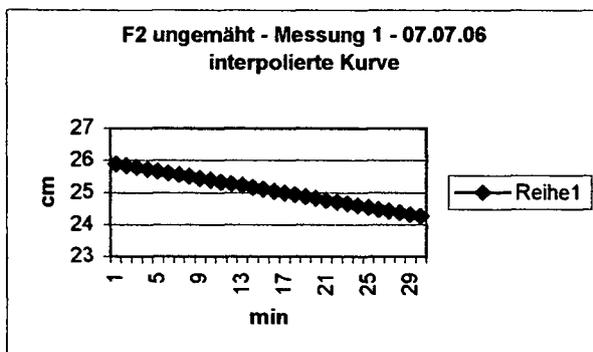


Abb.43: F2-GK ohne Kokosnetz
ungemäht, Messung 1 - 07.07.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25,5cm bei 8 Minuten

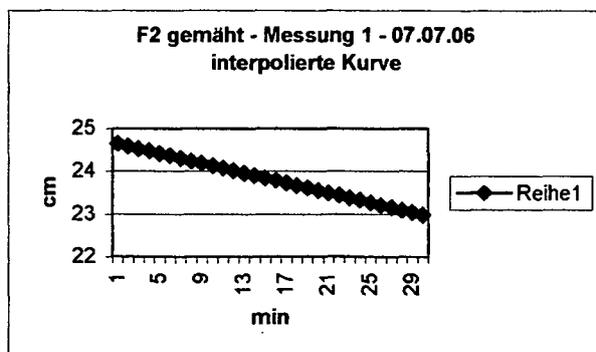


Abb.44: F2-GK ohne Kokosnetz
gemäht, Messung 1 - 07.07.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 21 Minuten

**Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 2–17.Juli 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 2ug mm	Messung 2ug Sinkrate	Messung 2g mm	Messung 2g Sinkrate
gemessen					
Sink.=mm/min*60000			S15: 0,000018		S15: 0,00002
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,000017		S20: 0,0000192
			S25: 0,000016		S25: 0,0000193
			S30: 0,000015		S30: 0,0000189
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,0000165		(S15 - S30): 0,00001935
		Messung 2ug mm		Messung 2g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		14,85		17,415	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,99		1,161	
Berechneter K_f – Wert		0,75	mm/min	1,1	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.19: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 2, 17.07.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

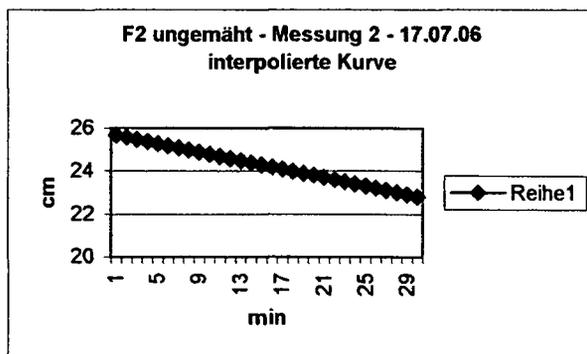


Abb.45: F2-GK ohne Kokosnetz
ungemäht, Messung 2 - 17.07.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 23 Minuten

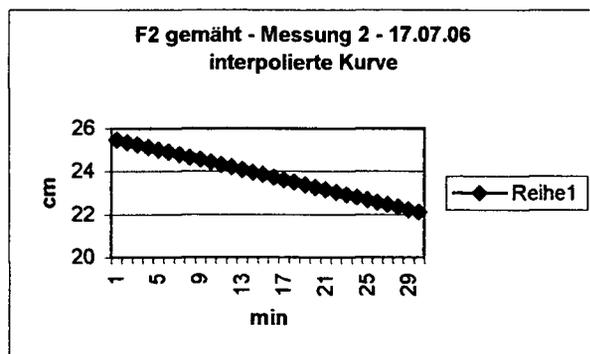


Abb.46: F2-GK ohne Kokosnetz
gemäht, Messung 2 - 17.07.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 18 Minuten

Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 3–10.August 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 3ug mm	Messung 3ug Sinkrate	Messung 3g mm	Messung 3g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000111		S15: 0,0000111
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,0000117		S20: 0,0000117
			S25: 0,0000113		S25: 0,0000113
			S30: 0,0000111		S30: 0,0000111
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,0000113		(S15 - S30): 0,0000113
		Messung 3ug mm		Messung 3g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		10,17		10,17	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,678		0,678	
Berechneter K_f – Wert		0,7 mm/min		0,7 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.20: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 3, 10.08.2006,
 eigene Erhebung/Berechnung

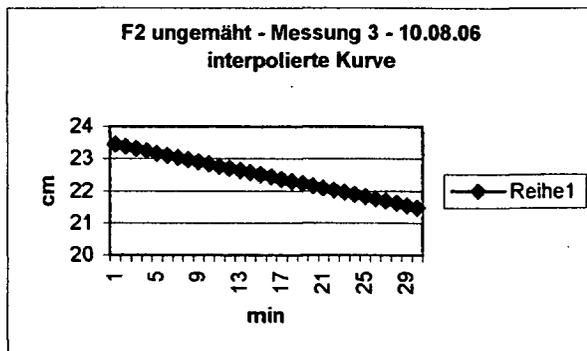


Abb.47: F2-GK ohne Kokosnetz
 ungemäht, Messung 3 - 10.08.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 22,5cm bei 15 Minuten

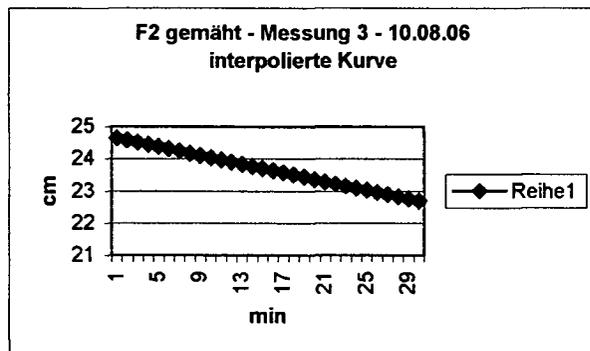


Abb.48: F2-GK ohne Kokosnetz
 gemäht, Messung 3 - 10.08.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 23,5cm bei 18 Minuten

**Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 4–17.August 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 4ug mm	Messung 4ug Sinkrate	Messung 4g mm	Messung 4g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,000022		S15: 0,000089
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,000033		S20: 0,000092
			S25: 0,000004		S25: 0,000087
			S30: 0,000044		S30: 0,000083
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,00003475		(S15 - S30): 0,00008775
		Messung 4ug mm		Messung 4g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		3,128		7,898	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,209		0,527	
Berechneter K_f – Wert			0,3 mm/min		0,45 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab21.: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F2 –Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 4, 17.08.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

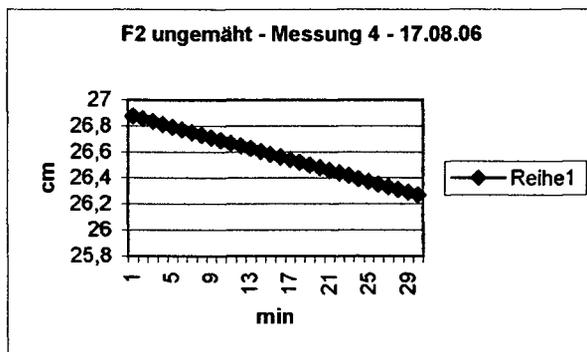


Abb.49: F2-GK ohne Kokosnetz
ungemäht, Messung 4 - 17.08.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 26,5cm bei 19 Minuten

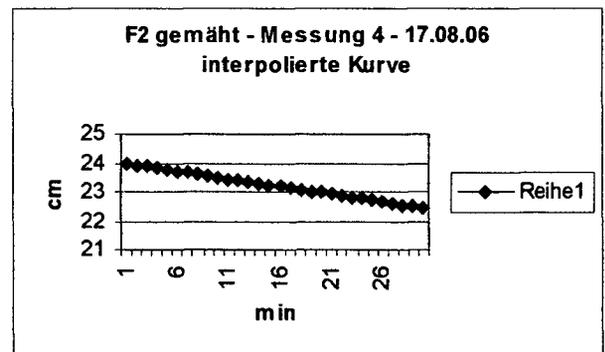


Abb.50: F2-GK ohne Kokosnetz
gemäht, Messung 4 - 17.08.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 10 Minuten

Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 5–11. September 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 5ug mm	Messung 5ug Sinkrate	Messung 5g mm	Messung 5g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000067		S15: 0,0000067
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000067		S20: 0,0000067
			S25: 0,000006		S25: 0,000006
			S30: 0,0000061		S30: 0,0000056
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000006375		(S15 - S30): 0,00000625
		Messung 5ug mm		Messung 5g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		5,738		5,625	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,383		0,375	
Berechneter K_f – Wert		0,35	mm/min	0,3	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.22: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 5, 11.09.2006,
 eigene Erhebung/Berechnung

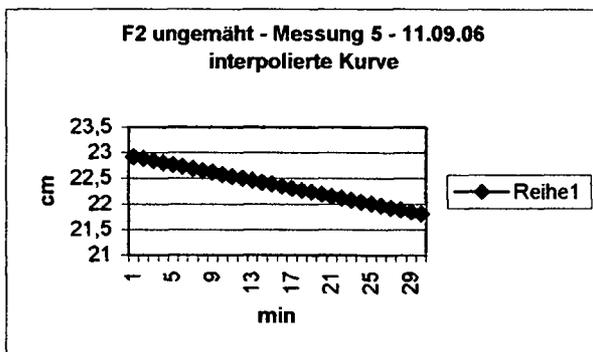


Abb.51: F2-GK ohne Kokosnetz
 ungemäht, Messung 5 - 11.09.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 22,5cm bei 12 Minuten

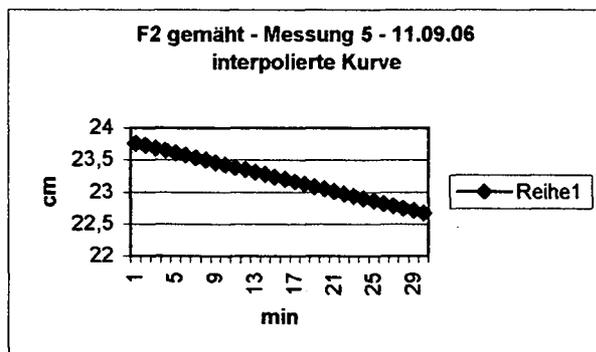


Abb.52: F2-GK ohne Kokosnetz
 gemäht, Messung 5 - 11.09.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 23,5cm bei 8 Minuten

**Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 6 – 20. September 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 6ug mm	Messung 6ug Sinkrate	Messung 6g mm	Messung 6g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000156		S15: 0,0000244
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000133		S20: 0,0000233
			S25: 0,0000127		S25: 0,0000227
			S30: 0,0000117		S30: 0,0000222
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000013325		(S15 - S30): 0,00002315
		Messung 6ug mm		Messung 6g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		11,993		20,835	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,8		1,389	
Berechneter K_f – Wert		0,45	mm/min	1,2	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.23: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 6, 20.09.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

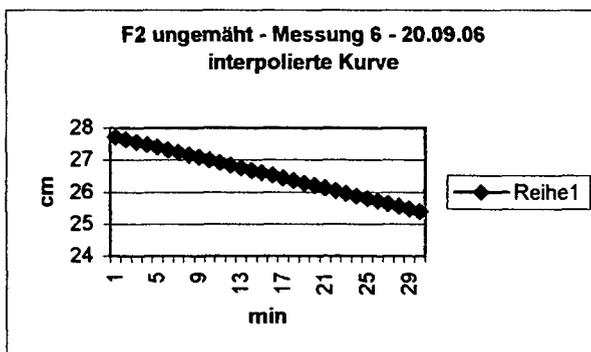


Abb.53: F2-GK ohne Kokosnetz
ungemäht, Messung 6 - 20.09.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 27cm bei 10 Minuten

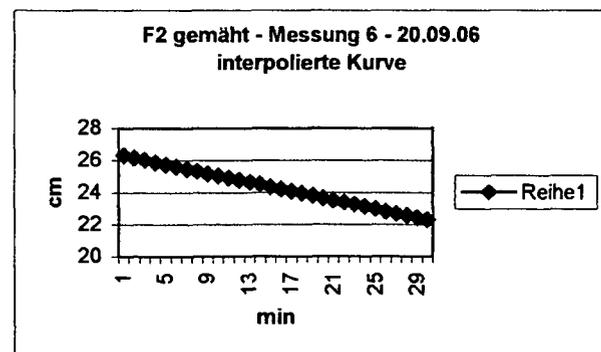


Abb.54: F2-GK ohne Kokosnetz
gemäht, Messung 6 - 20.09.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24,5cm bei 14 Minuten

**Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 7 – 07.Oktober 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 7ug mm	Messung 7ug Sinkrate	Messung 7g mm	Messung 7g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000156		S15: 0,0000256
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,000015		S20: 0,0000242
			S25: 0,0000147		S25: 0,000024
			S30: 0,0000144		S30: 0,0000233
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000014925		(S15 - S30): 0,000024275
		Messung 7ug mm		Messung 7g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		13,433		21,848	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,896		1,457	
Berechneter K_f – Wert			0,8 mm/min		1,3 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.24: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 7, 07.10.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

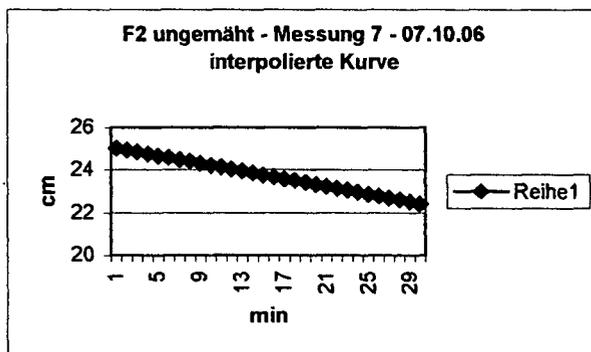


Abb.55: F2-GK ohne Kokosnetz
ungemäht, Messung 7 - 07.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 18 Minuten

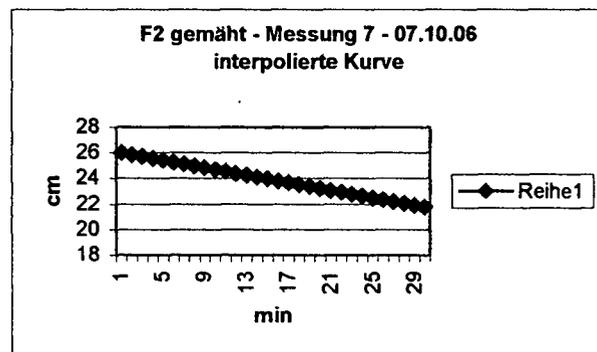


Abb.56: F2-GK ohne Kokosnetz
gemäht, Messung 7 - 07.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 22,5cm bei 25 Minuten

**Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 8 – 22.Oktober 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 8ug mm	Messung 8ug Sinkrate	Messung 8g mm	Messung 8g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000 mm=Sink. *min*60000			S15: 0,0000144 S20: 0,0000142 S25: 0,000014 S30: 0,0000133		S15: 0,0000233 S20: 0,0000225 S25: 0,0000275 S30: 0,0000217
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000013975		(S15 - S30): 0,00002375
		Messung 8ug mm		Messung 8g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		12,578		21,375	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,839		1,425	
Berechneter K_f – Wert		0,75 mm/min		1,25 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.25: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 8, 22.10.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

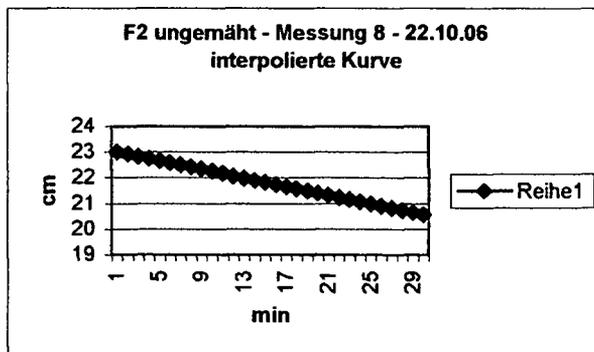


Abb.57: F2-GK ohne Kokosnetz
ungemäht, Messung 8 - 22.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 22,5cm bei 7 Minuten

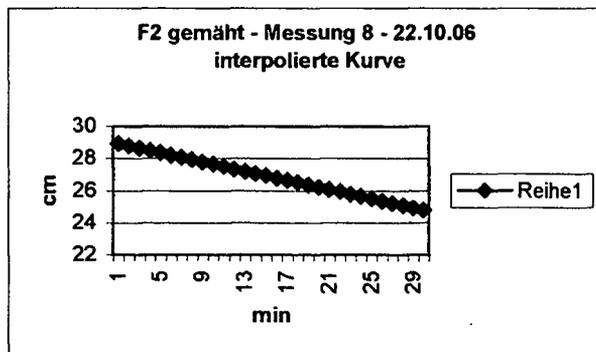


Abb.58: F2-GK ohne Kokosnetz
gemäht, Messung 8 - 22.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 28,5cm bei 5 Minuten

Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 1 – 07.Juli 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 1ug mm	Messung 1ug Sinkrate	Messung 1g mm	Messung 1g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000122		S15: 0,0000156
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000117		S20: 0,0000158
			S25: 0,0000113		S25: 0,0000147
			S30: 0,0000106		S30: 0,0000133
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,00001145		(S15 - S30): 0,00001485
		Messung 1ug mm		Messung 2g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		10,305		13,365	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,687		0,891	
Berechneter K_f – Wert		0,55 mm/min		0,7 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.26: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 1, 07.07.2006,
 eigene Erhebung/Berechnung

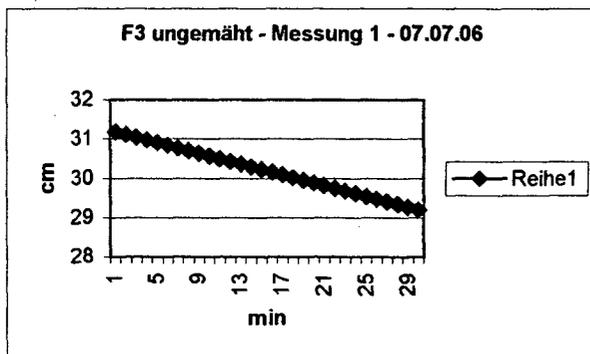


Abb.59: F3-GK mit Kokosnetz
 ungemäht, Messung 1 - 07.07.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 30,5cm bei 11 Minuten

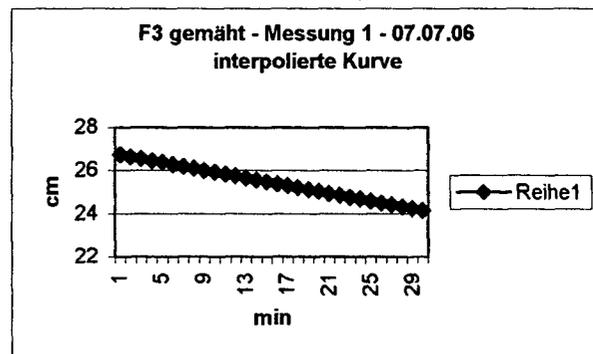


Abb.60: F3-GK mit Kokosnetz
 gemäht, Messung 1 - 07.07.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 24,5cm bei 26 Minuten

**Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 2 – 17.Juli 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 2ug mm	Messung 2ug Sinkrate	Messung 2g mm	Messung 2g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,000089		S15: 0,000189
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,000092		S20: 0,000175
			S25: 0,000093		S25: 0,000173
			S30: 0,000094		S30: 0,000167
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000092		(S15 - S30): 0,000176
		Messung 2ug mm		Messung 2g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		8,28		15,84	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,552		1,056	
Berechneter K_f – Wert		0,6 mm/min		0,9 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.27: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 2, 17.07.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

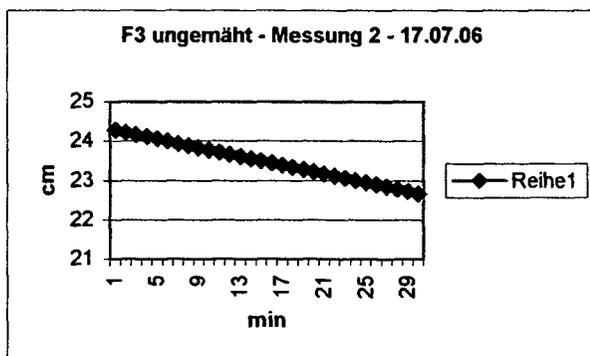


Abb.61: F3-GK mit Kokosnetz
ungemäht, Messung 2 - 17.07.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 15 Minuten

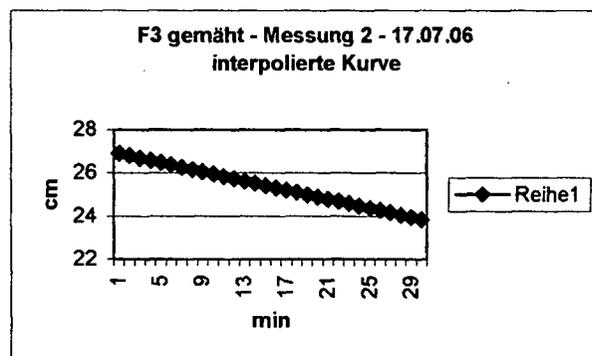


Abb.62: F3-GK mit Kokosnetz
gemäht, Messung 2 - 17.07.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25cm bei 19 Minuten

**Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 3 – 10. August 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 3ug mm	Messung 3ug Sinkrate	Messung 3g mm	Messung 3g Sinkrate
gemessen					
Sink.=mm/min*60000			S15: 0,000067		S15: 0,000089
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,000067		S20: 0,000092
			S25: 0,000067		S25: 0,000093
			S30: 0,000067		S30: 0,000089
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000067		(S15 - S30): 0,00009075
		Messung 3ug mm		Messung 3g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		6		8,168	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,4		0,545	
Berechneter K_f - Wert			0,4 mm/min		0,55 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.28: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 3, 10.08.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

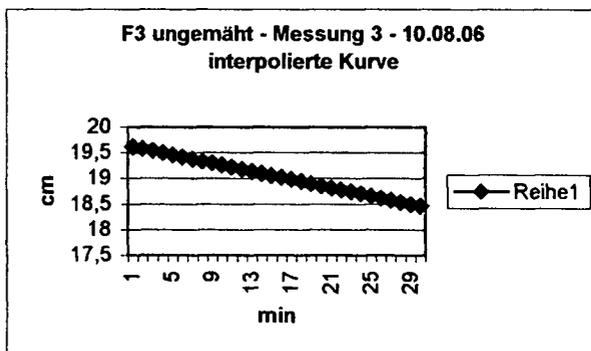


Abb.63: F3-RaumUmwelt mit Kokosnetz
ungemäht, Messung 3 - 10.08.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 19,5cm bei 4 Minuten

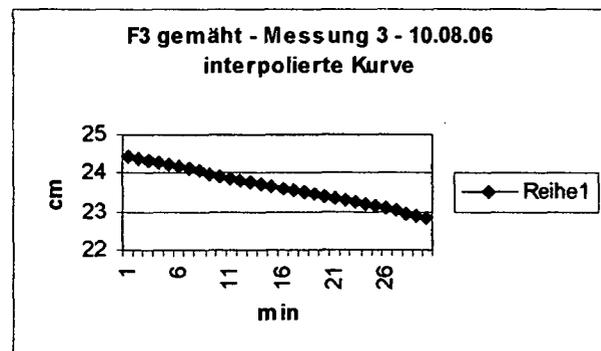


Abb.64: F3-RaumUmwelt mit Kokosnetz
gemäht, Messung 3 - 10.08.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 18 Minuten

**Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 4 – 17. August 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 4ug mm	Messung 4ug Sinkrate	Messung 4g mm	Messung 4g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,000022		S15: 0,0000111
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,000025		S20: 0,00001
			S25: 0,000002		S25: 0,00001
			S30: 0,000017		S30: 0,0000094
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000021		(S15 - S30): 0,000010125
		Messung 4ug mm		Messung 4g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		1,89		9,113	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,126		0,608	
Berechneter K_f – Wert			0,1 mm/min		0,5 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.29: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 4, 17.08.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

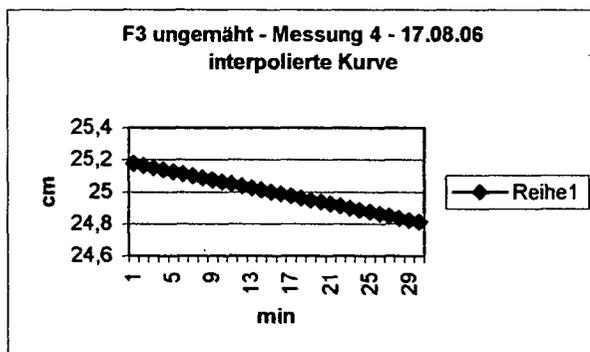


Abb.65: F3-KG mit Kokosnetz
ungemäht, Messung 4 - 17.08.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25cm bei 15 Minuten

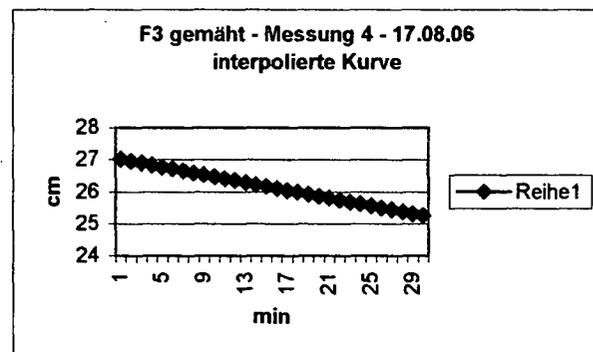


Abb.66: F3-KG mit Kokosnetz
gemäht, Messung 4 - 17.08.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25,5cm bei 26 Minuten

Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 5 – 11. September 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 5ug mm	Messung 5ug Sinkrate	Messung 5g mm	Messung 5g Sinkrate
gemessen					
Sink.=mm/min*60000			S15: 0,00001		S15: 0,0000144
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,0000091		S20: 0,0000142
			S25: 0,0000093		S25: 0,0000133
			S30: 0,0000089		S30: 0,0000133
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000009325		(S15 - S30): 0,0000138
		Messung 5ug mm		Messung 5g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		8,393		12,42	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,56		0,828	
Berechneter K_f – Wert		0,5	mm/min	0,75	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.30: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 5, 11.09.2006,
 eigene Erhebung/Berechnung

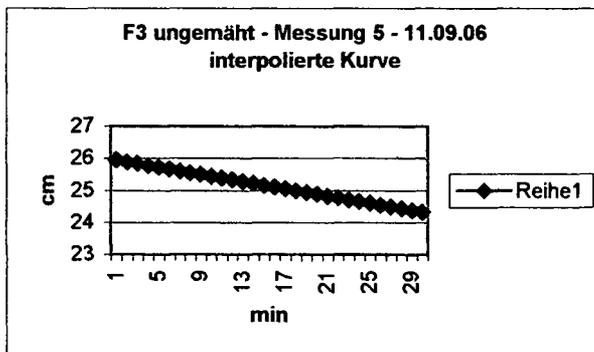


Abb.67: F3-GK mit Kokosnetz
 ungemäht, Messung 5 - 11.09.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 25,5cm bei 9 Minuten

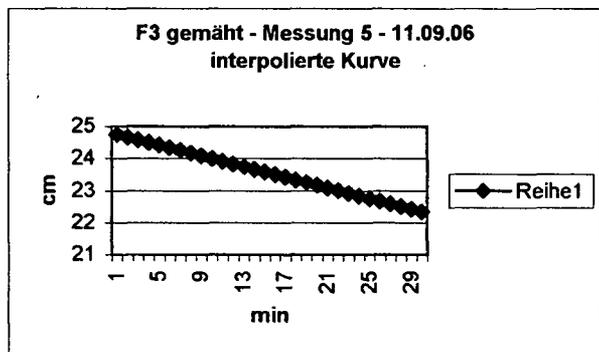


Abb.68: F3-GK mit Kokosnetz
 gemäht, Messung 5 - 11.09.06
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 24,5cm bei 4 Minuten

**Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 6 – 20. September 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 6ug mm	Messung 6g Sinkrate	Messung 6g mm	Messung 6g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000 mm=Sink. *min*60000			S15: 0,0000067 S20: 0,0000067 S25: 0,0000053 S30: 0,000005		S15: 0,0000233 S20: 0,0000217 S25: 0,00002 S30: 0,0000189
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000005925		(S15 - S30): 0,000020975
		Messung 6ug mm		Messung 6g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		5,333		18,878	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,356		1,259	
Berechneter K_f – Wert		0,2 mm/min		0,9 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.31: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 6, 20.09.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

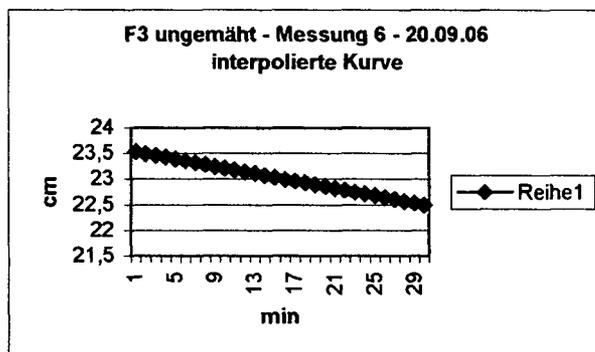


Abb.69: F3-KG mit Kokosnetz
ungemäht, Messung 6 - 20.09.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 22,5cm bei 30 Minuten

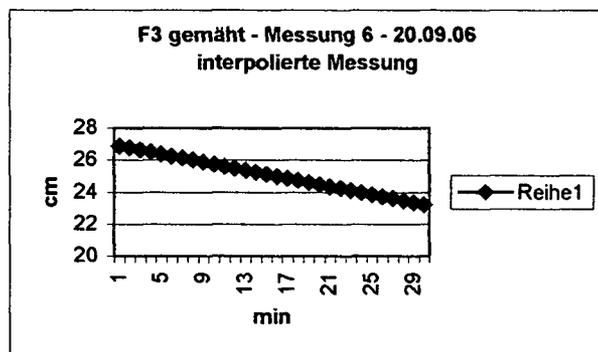


Abb.70: F3-KG mit Kokosnetz
gemäht, Messung 6 - 20.09.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 26 cm bei 8 Minuten

**Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 7 – 07. Oktober 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 7ug mm	Messung 7ug Sinkrate	Messung 7g mm	Messung 7g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000 mm=Sink. *min*60000			S15: 0,0000156 S20: 0,000015 S25: 0,0000147 S30: 0,0000144		S15: 0,0000222 S20: 0,0000208 S25: 0,0000207 S30: 0,0000194
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000014925		(S15 - S30): 0,000020775
		Messung 7ug mm		Messung 7g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		13,433		18,698	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,896		1,247	
Berechneter K_f – Wert		0,8 mm/min		1,05 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.32: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 7, 07.10.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

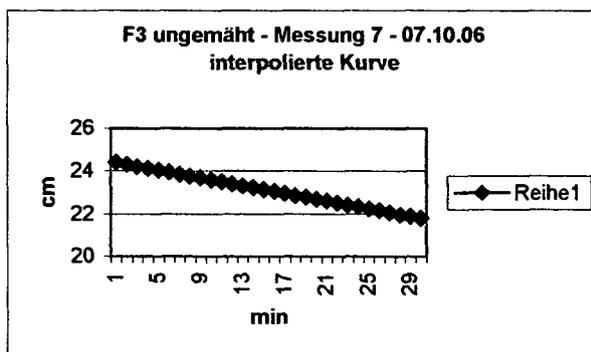


Abb.71: F3-KG mit Kokosnetz
ungemäht, Messung 7 - 07.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 11 Minuten

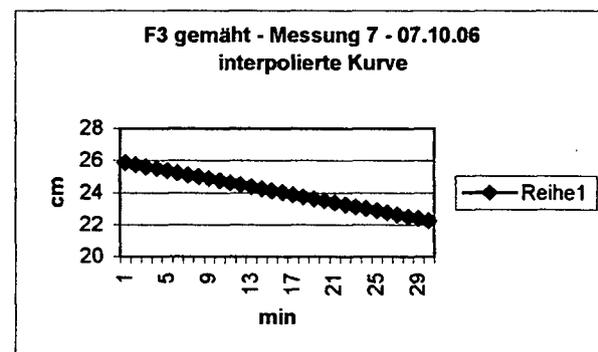


Abb.72: F3-KG mit Kokosnetz
gemäht, Messung 7 - 07.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25cm bei 8 Minuten

**Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)
Messung 8 – 22. Oktober 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 8ug mm	Messung 8g Sinkrate	Messung 8g mm	Messung 8g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000144		S15: 0,0000211
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000142		S20: 0,0000208
			S25: 0,0000133		S25: 0,00002
			S30: 0,0000133		S30: 0,00002
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,0000138		(S15 - S30): 0,000020475
		Messung 8ug mm		Messung 8g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		12,42		18,428	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,828		1,229	
Berechneter K_f – Wert		0,75	mm/min	1,15	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.33: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht) – Messung 8, 22.10.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

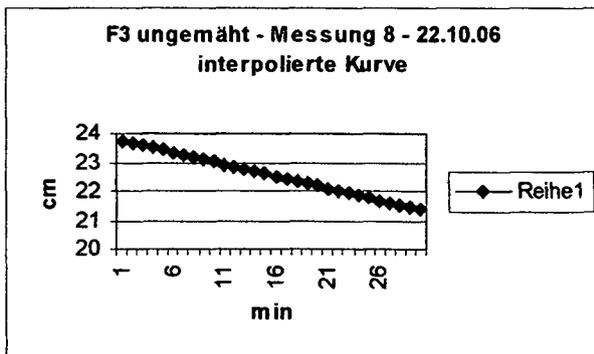


Abb.73: F3-KG mit Kokosnetz
ungemäht, Messung 8 - 22.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23,5cm bei 4 Minuten

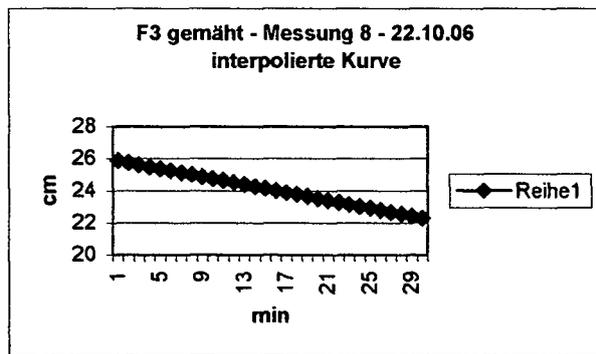


Abb.74: F3-KG mit Kokosnetz
gemäht, Messung 8 - 22.10.06
interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25cm bei 8 Minuten

Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) - Messungen 1 und 2 – 07./17. Juli 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 1 mm	Messung 1 Sinkrate	Messung 2 mm	Messung 2 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000211		S15: 0,0000189
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,00002		S20: 0,0000175
			S25: 0,0000187		S25: 0,000016
			S30: 0,0000183		S30: 0,000015
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000019525		(S15 - S30): 0,00001685
		Messung 1 mm		Messung 2 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		17,573		15,165	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		1,172		1,011	
Berechneter K_f – Wert		0,95	mm/min	0,65	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.34: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F4 – Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) – Messungen 1 und 2, 07.07.2006 u. 17.07.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

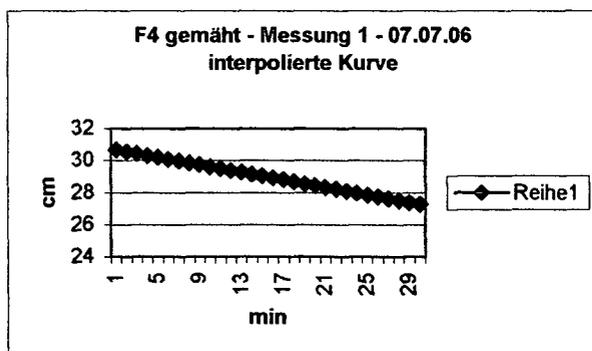


Abb.75: F4 - KK, gemäht
Messung 1 - 07.07.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 29,5cm bei 11 Minuten

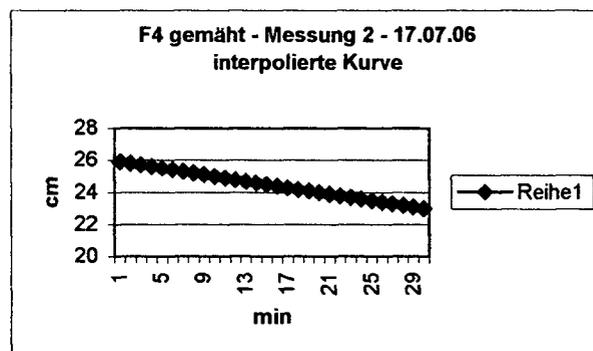


Abb.76: F4 – KK, gemäht
Messung 2 - 17.07.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25,5cm bei 5 Minuten

Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) - Messungen 3 und 4 – 10./17. August 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 3 mm	Messung 3 Sinkrate	Messung 4 mm	Messung 4 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,000044		S15: 0,0000111
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,000058		S20: 0,0000108
			S25: 0,000053		S25: 0,0000107
			S30: 0,000005		S30: 0,00001
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000005125		(S15 - S30): 0,00001065
		Messung 3 mm		Messung 4 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		4,613		9,585	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,308		0,639	
Berechneter K_f – Wert		0,4 mm/min		0,55 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.35: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F4 – Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) – Messungen 3 und 4, 10.08.2006 u. 17.08.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

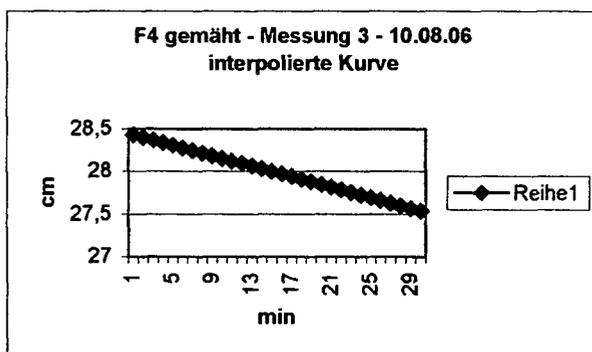


Abb.77: F4-KK, gemäht
Messung 3 - 10.08.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 28cm bei 15 Minuten

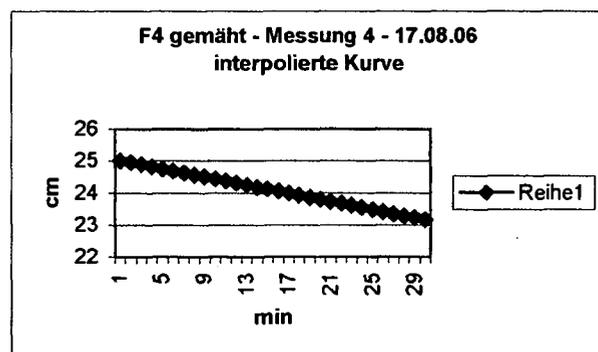


Abb.78: F4-KK, gemäht
Messung 4 - 17.08.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24,5cm bei 9 Minuten

**Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) –
Messungen 5 und 6 – 11./20. September 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 5 mm	Messung 5 Sinkrate	Messung 6 mm	Messung 6 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,000056		S15: 0,0000167
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,000005		S20: 0,0000158
			S25: 0,0000047		S25: 0,000016
			S30: 0,0000044		S30: 0,0000156
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000004925		(S15 - S30): 0,000016025
		Messung 5 mm		Messung 6 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		4,433		14,423	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,296		0,962	
Berechneter K_f – Wert		0,25	mm/min	0,9	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.36: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F4 –Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) – Messungen 5 und 6, 11.09.2006 u. 20.09.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

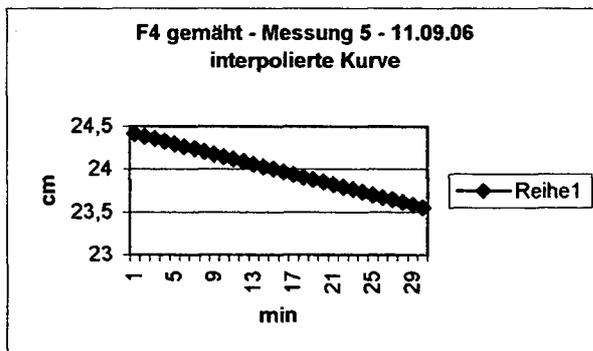


Abb.79: F4-KK, gemäht
Messung 5 - 11.09.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24cm bei 15 Minuten

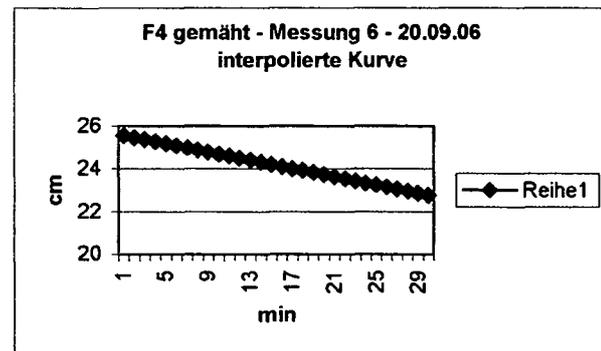


Abb.80: F4-KK, gemäht
Messung 6 - 20.09.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24,5cm bei 12 Minuten

**Fläche 4 – Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) –
Messungen 7 und 8 – 07./22. Oktober 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 7 mm	Messung 7 Sinkrate	Messung 8 mm	Messung 8 Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,00002		S15: 0,00002
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000192		S20: 0,0000192
			S25: 0,0000193		S25: 0,0000187
			S30: 0,0000189		S30: 0,0000189
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,00001935		(S15 - S30): 0,0000192
		Messung 7 mm		Messung 8 mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		17,415		17,28	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		1,161		1,152	
Berechneter K_f – Wert			1,1 mm/min		0,9 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.37: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F4 –Klee/Kräuter-Mischung (gemäht) – Messungen 7 und 8, 07.10.2006 u. 22.10.2006,
eigene Erhebung/Berechnung

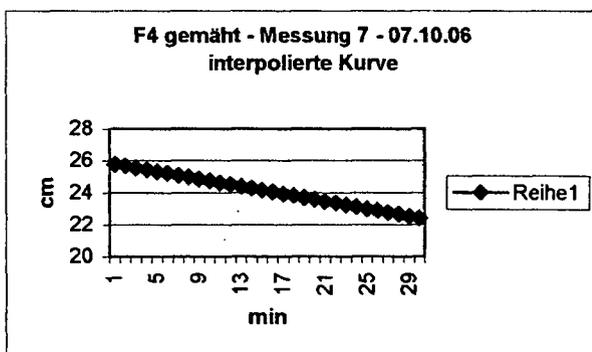


Abb.81: F4-KK, gemäht
Messung 7 - 07.10.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 23cm bei 25 Minuten

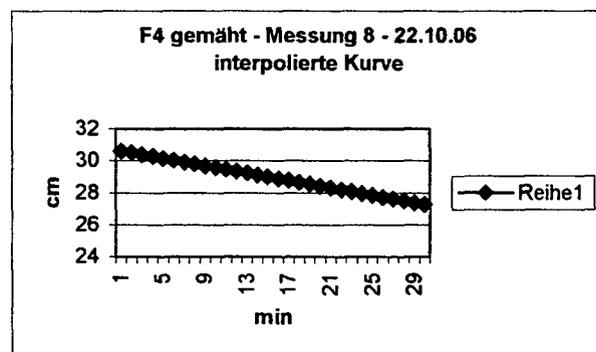


Abb.82: F4-KK, gemäht
Messung 8 - 22.10.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 29cm bei 15 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 1 – 07. Juli 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 1ug mm	Messung 1ug Sinkrate	Messung 1g mm	Messung 1g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000033		S15: 0,0000044
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000033		S20: 0,000005
			S25: 0,0000033		S25: 0,0000053
			S30: 0,0000033		S30: 0,000005
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,0000033		(S15 - S30): 0,000004925
		Messung 1ug mm		Messung 1g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		2,97		4,433	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,198		0,296	
Berechneter K_f – Wert			0,2 mm/min		0,35 mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.38: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 1, 07.07.2006, eigene Erhebung/Berechnung

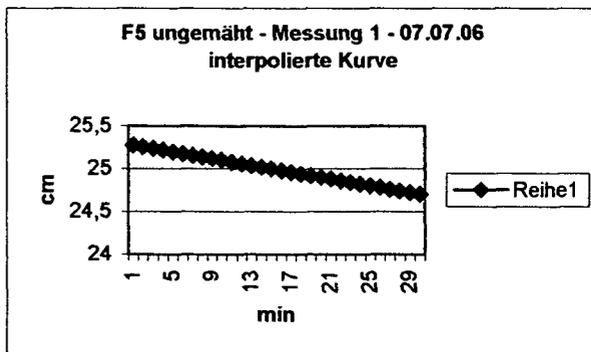


Abb.83: F5-G, ungemäht
 Messung 1 - 07.07.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 25cm bei 15 Minuten

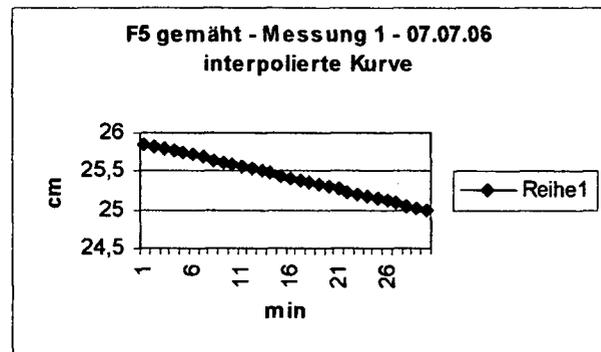


Abb.84: F5-G, gemäht
 Messung 1 - 07.07.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 25,5cm bei 13 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 2 – 17. Juli 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 2ug mm	Messung 2ug Sinkrate	Messung 2g mm	Messung 2g Sinkrate
gemessen					
Sink. = mm/min * 60000			S15: 0,000067		S15: 0,000089
mm = Sink. * min * 60000			S20: 0,000058		S20: 0,000075
			S25: 0,000053		S25: 0,000073
			S30: 0,00005		S30: 0,000067
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000057		(S15 - S30): 0,000076
		Messung 2ug mm		Messung 2g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		5,13		6,84	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,342		0,456	
Berechneter K_f – Wert		0,2 mm/min		0,3 mm/min	
$v = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.39: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 2, 17.07.2006, eigene Erhebung/Berechnung

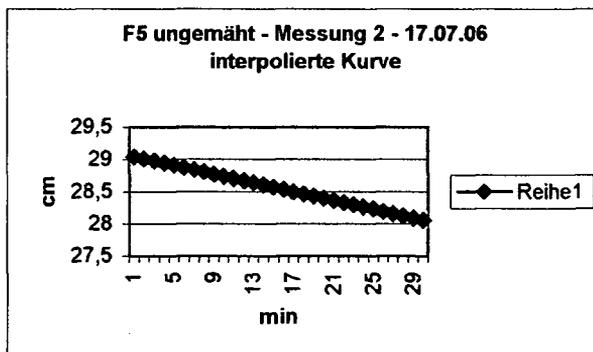


Abb.85: F5-G, ungemäht
 Messung 2 - 17.07.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 28,5cm bei 17 Minuten

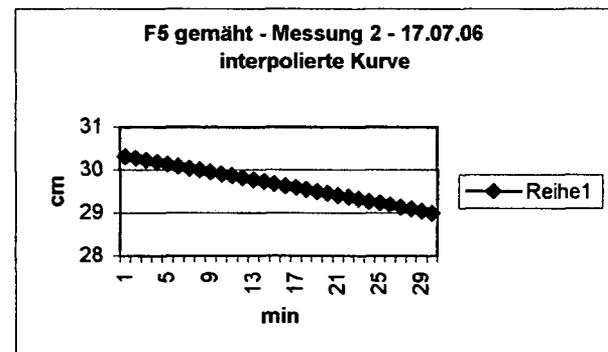


Abb.86: F5-G, gemäht
 Messung 2 - 17.07.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 29,5cm bei 19 Minuten

**Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 3 – 10. August 2006**

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 3ug mm	Messung 3ug Sinkrate	Messung 3g mm	Messung 3g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000 mm=Sink.*min*60000			S15: 0,000033 S20: 0,000033 S25: 0,000033 S30: 0,000033		S15: 0,000044 S20: 0,000005 S25: 0,000047 S30: 0,000005
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000033		(S15 - S30): 0,00004775
		Messung 3ug mm		Messung 3g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		2,97		4,298	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,198		0,287	
Berechneter K_f – Wert		0,2 mm/min		0,35 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.40: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 3, 10.08.2006, eigene Erhebung/Berechnung

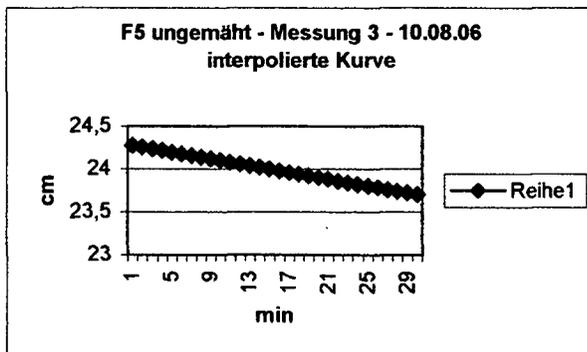


Abb.87: F5-G, ungemäht
Messung 3 - 10.08.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 24cm bei 15 Minuten

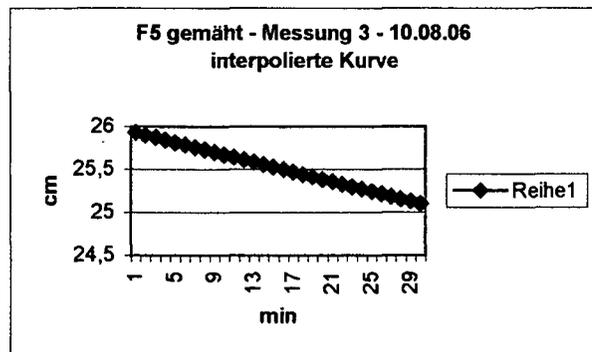


Abb.88: F5-G, gemäht
Messung 3 - 10.08.06, interpolierte Kurve
Ausgangswert: 25,5cm bei 16 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 4 – 17. August 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 4 μ g mm	Messung 4 μ g Sinkrate	Messung 4g mm	Messung 4g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000 mm=Sink. *min*60000			S15: 0,0000011 S20: 0,0000017 S25: 0,000002 S30: 0,0000017		S15: 0,0000022 S20: 0,0000025 S25: 0,0000027 S30: 0,0000022
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000001625		(S15 - S30): 0,0000024
		Messung 4 μ g mm		Messung 4g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		1,463		2,16	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,098		0,144	
Berechneter K_f – Wert		0,15 mm/min		0,1 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.41: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 4, 17.08.2006, eigene Erhebung/Berechnung

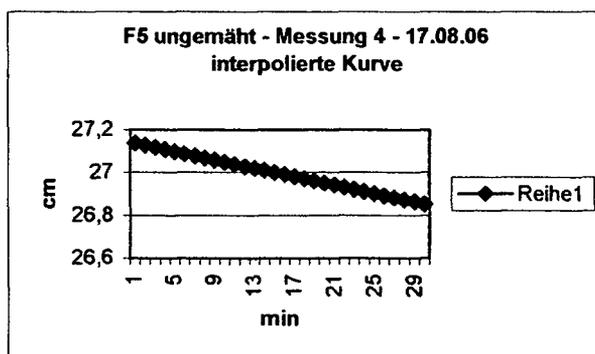


Abb.89: F5-G, ungemäht
 Messung 4 - 17.08.06, interpolierte Kurve
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 27cm bei 15 Minuten

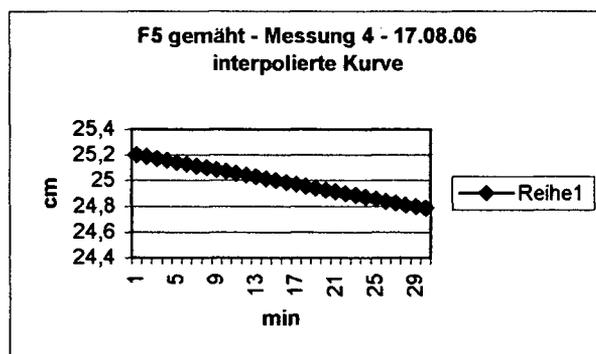


Abb.90: F5-G, gemäht
 Messung 4 - 17.08.06, interpolierte Kurve
 interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 25cm bei 15 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 5 – 11. September 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 5ug mm	Messung 5ug Sinkrate	Messung 5g mm	Messung 5g Sinkrate
gemessen					
Sink.=mm/min*60000			S15: 0,000011		S15: 0,000044
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,000008		S20: 0,000005
			S25: 0,000013		S25: 0,000047
			S30: 0,000011		S30: 0,000044
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,00001075		(S15 - S30): 0,00004625
		Messung 5ug mm		Messung 5g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		0,968		4,163	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,065		0,278	
Berechneter K_f – Wert		0,05 mm/min		0,3 mm/min	
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.42: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 5, 11.09.2006, eigene Erhebung/Berechnung

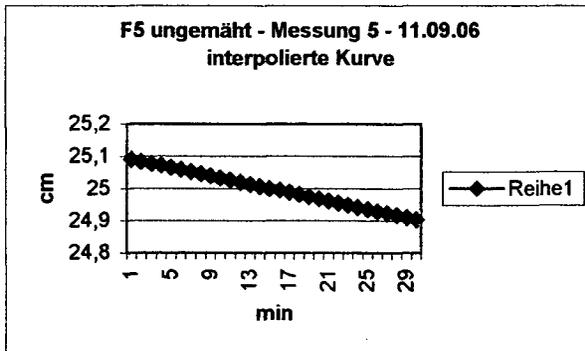


Abb.91: F5-G, ungemäht
 Messung 5 - 11.09.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 25cm bei 15 Minuten

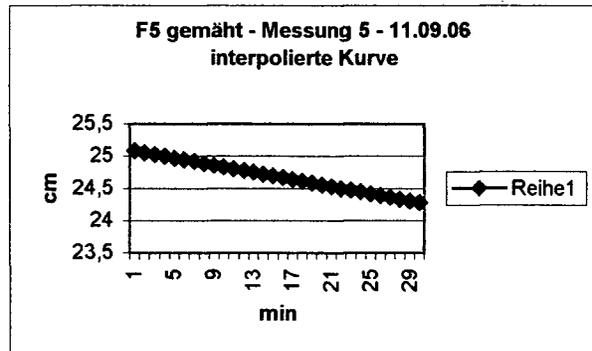


Abb.92: F5-G, gemäht
 Messung 5 - 11.09.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 24,5cm bei 22 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 6 – 20. September 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 6ug mm	Messung 6g Sinkrate	Messung 6g mm	Messung 6g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000067		S15: 0,0000078
mm=Sink. *min*60000			S20: 0,0000058		S20: 0,0000075
			S25: 0,000006		S25: 0,0000073
			S30: 0,0000056		S30: 0,0000067
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000006025		(S15 - S30): 0,000007325
		Messung 6ug mm		Messung 6g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		5,423		6,593	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,362		0,440	
Berechneter K_f – Wert		0,3	mm/min	0,35	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.43: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 6, 20.09.2006, eigene Erhebung/Berechnung

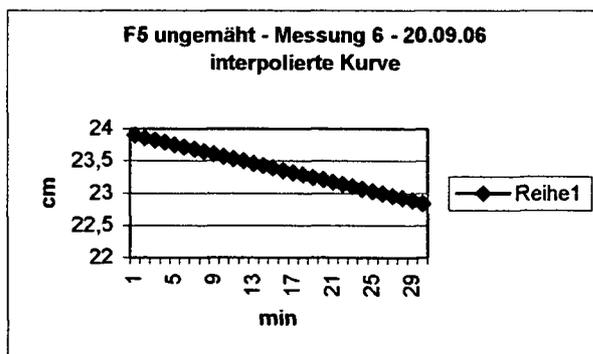


Abb.93: F5-G, ungemäht
 Messung 6 - 20.09.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 23,5cm bei 12 Minuten

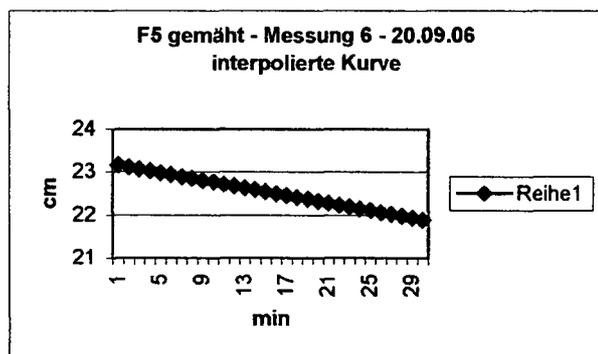


Abb.94: F5-G, gemäht
 Messung 6 - 20.09.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 22,5cm bei 16 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 7 – 07. Oktober 2006

Doppelringinfiltrrometer	min	Messung 7ug mm	Messung 7ug. Sinkrate	Messung 7g mm	Messung 7g Sinkrate
gemessen					
Sink. =mm/min*60000			S15: 0,0000044		S15: 0,0000056
mm=Sink.*min*60000			S20: 0,0000042		S20: 0,000005
			S25: 0,0000033		S25: 0,0000047
			S30: 0,0000033		S30: 0,0000044
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,0000038		(S15 - S30): 0,000004925
		Messung 7ug mm		Messung 7g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		3,42		4,433	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,228		0,296	
Berechneter K_f – Wert		0,15	mm/min	0,25	mm/min
$v = \frac{h_1-h_2}{t_2-t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.44: Messungen Doppelringinfiltrrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 7, 07.10.2006, eigene Erhebung/Berechnung

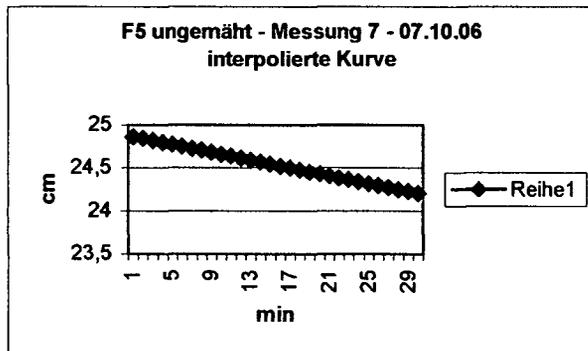


Abb.95: F5-G, ungemäht
 Messung 7 - 07.10.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 24,5cm bei 17 Minuten

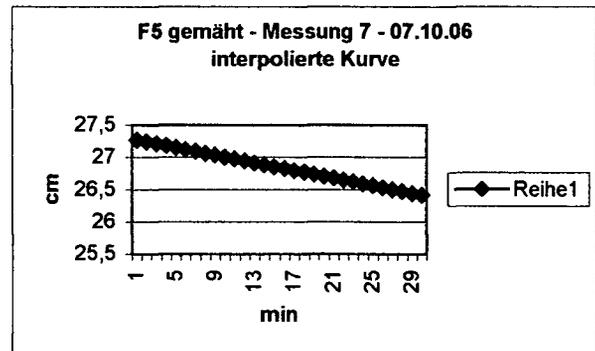


Abb.96: F5-G, gemäht
 Messung 7 - 07.10.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 26,5cm bei 27 Minuten

Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)
Messung 8 – 22. Oktober 2006

Doppelringinfiltrometer	min	Messung 8ug mm	Messung 8ug Sinkrate	Messung 8g mm	Messung 8g Sinkrate
gemessen					
Sink. = mm/min * 60000			S15: 0,0000033		S15: 0,0000033
mm = Sink. * min * 60000			S20: 0,0000025		S20: 0,0000042
			S25: 0,000002		S25: 0,000004
			S30: 0,0000017		S30: 0,0000044
Sinkrate durchschnittlich			(S15 - S30): 0,000002375		(S15 - S30): 0,000003975
		Messung 8ug mm		Messung 8g mm	
Durchschnittliche Sinkrate in 15min		2,138		3,578	
Durchschnittliche Sinkrate in 1min		0,143		0,239	
Berechneter K_f – Wert			0,05 mm/min		0,3 mm/min
$v = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1}$	$K_f =$		m/s	$K_f =$	m/s

Tab.45: Messungen Doppelringinfiltrometer, Sinkrate und errechneter K_f -Wert;
 F5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht) – Messung 8, 22.10.2006, eigene Erhebung/Berechnung

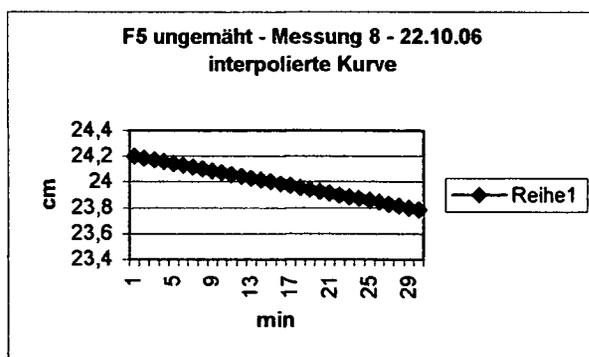


Abb.97: F5-G, ungemäht
 Messung 8 - 22.10.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 24cm bei 15 Minuten

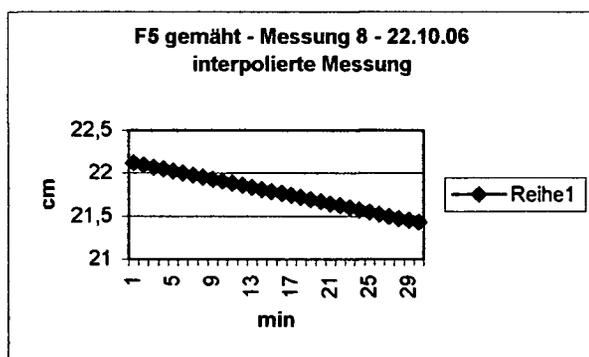


Abb.98: F5-G, gemäht
 Messung 8 - 22.10.06, interpolierte Kurve
 Ausgangswert: 21,5cm bei 27 Minuten

4.3 Zusammenfassung und Interpretation der Wasserdurchlässigkeitsmessungen auf den Versuchsflächen

Die Abbildungen 99 und 100 zeigen eine Übersicht über die errechneten K_f -Werte auf den verschiedenen Versuchsflächen. Die Verbindungslinien zwischen den einzelnen Messwerten dienen lediglich zur besseren Orientierung in den Darstellungen und beruhen nicht auf tatsächlichen Messergebnissen.

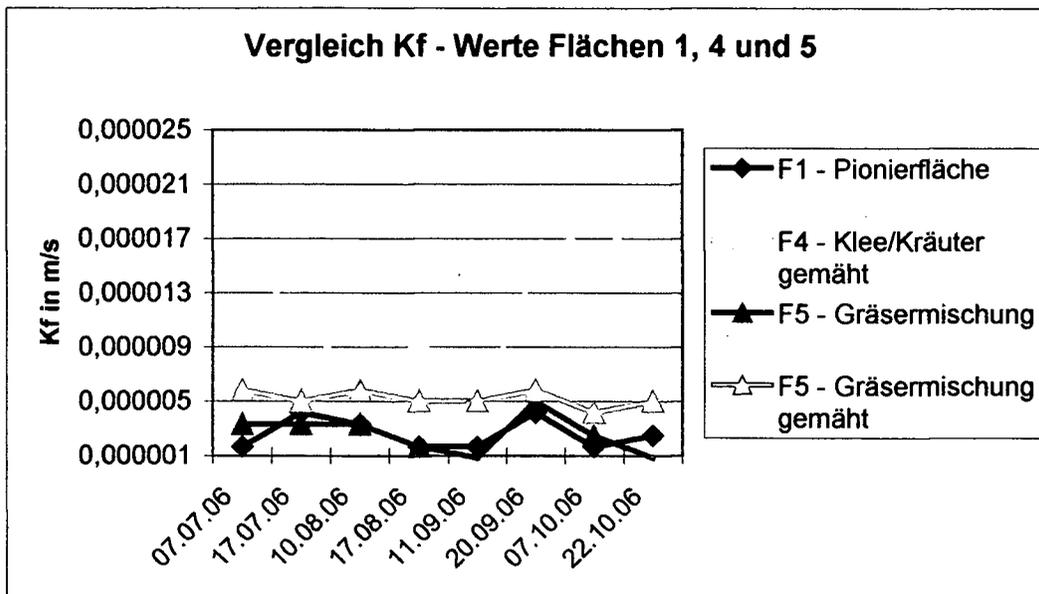


Abb.99: Vergleich K_f -Werte der Flächen F1, F4 und F5 – Messung mit Doppelringinfiltrrometer

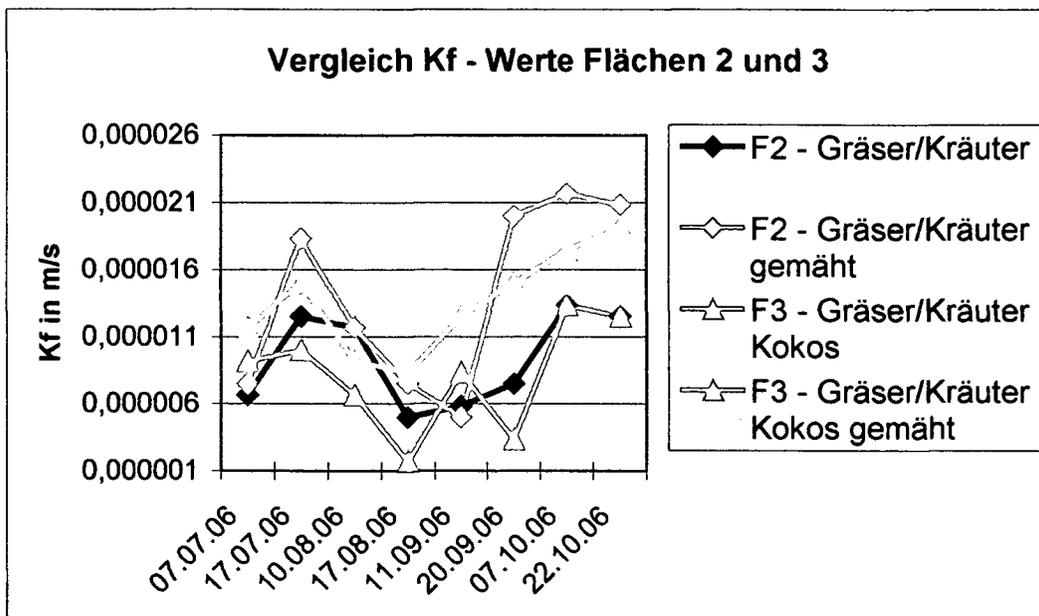


Abb.100: Vergleich K_f -Werte der Flächen F2 und F3 – Messung mit Doppelringinfiltrrometer

Es ist deutlich zu erkennen, dass der K_f -Wert auf allen Flächen in etwa im Bereich des von der Eisenbahn Hochleistungs AG angenommenen Wertes von 10^{-5} m/s liegt. Am höchsten liegt er bei den beiden Flächen mit der Gräser-/Kräutermischung mit Spitzenwerten knapp über 10^{-5} m/s , während er auf der Pionierfläche und der reinen Gräserfläche bei etwas über 10^{-6} m/s liegt. Dass die Gräser-Kräutermischung die höchsten Werte liefert ist nicht weiter verwunderlich, da hier die unterschiedliche Wurzeltiefe der verschiedenen Pflanzen dieser Mischung zu tragen kommt. Abbildung 101 veranschaulicht dies.

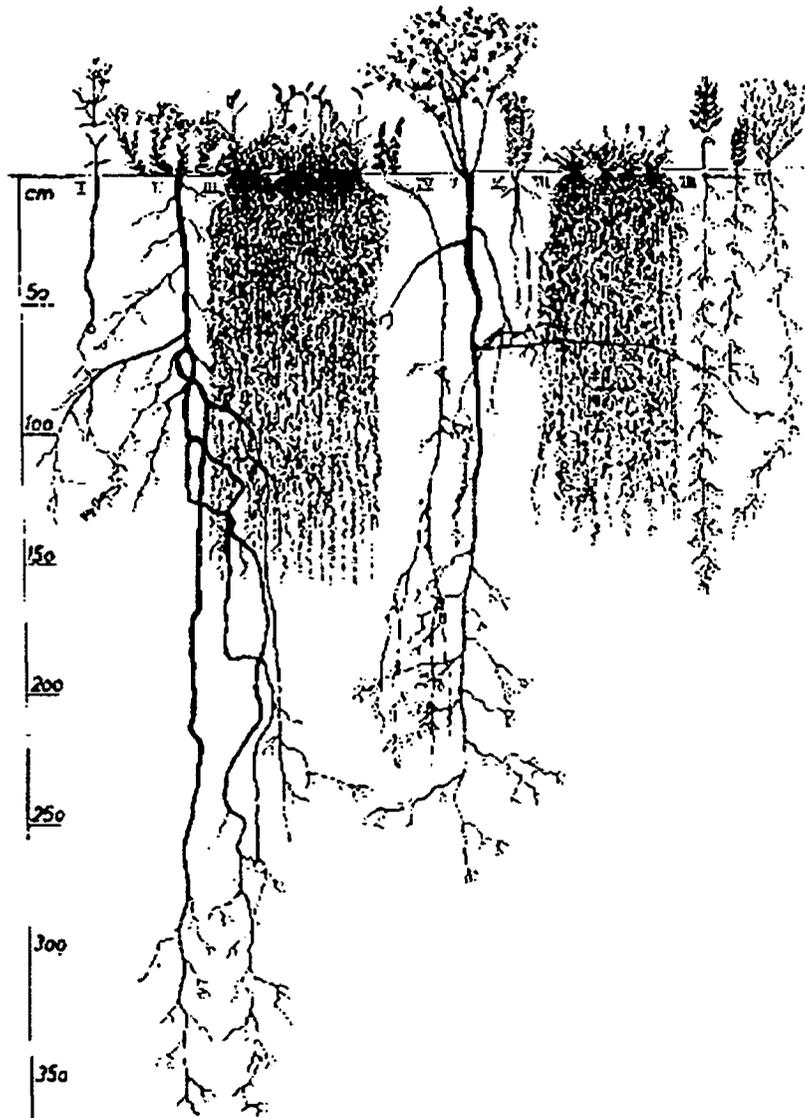


Abb.101: Wurzelentwicklung verschiedener Kräuter (Quelle: KUTSCHERA, 1960, S.22)

Es ist also auf Grund der Messergebnisse anzunehmen dass der Einfluss der Vegetation auf den K_f -Wert tatsächlich so groß ist, wie von der Eisenbahn Hochleistungs AG angenommen. Es ist davon auszugehen, dass durch die Vegetation der K_f -Wert um ein bis zwei Zehnerpotenzen im Vergleich zum unbegrünten Bodensubstrat ansteigt.

Interessant ist, dass auch was die Versickerungsgeschwindigkeit betrifft, vor allem auf den Flächen 2 und 3 ein deutlicher Einknick im August zu erkennen ist (siehe Abb. 100). Dies scheint direkt mit dem geringeren Deckungsgrad und dem Absterben vieler Individuen in Folge der Trockenperiode im Juli (vgl. Kap.3) zusammenzuhängen.

Vergleicht man die Ergebnisse auf den ungemähten Flächenhälften mit jenen auf den gemähten ist festzustellen, dass der K_f -Wert auf den gemähten Flächenhälften im Allgemeinen etwas höher liegt als auf den entsprechenden ungemähten. Es kann daher darauf geschlossen werden, dass durch die Mahd die Versickerungsgeschwindigkeit erhöht wird. Eine Ursache dafür könnte sein, dass auf Grund der Mahd die Wurzelbildung der Pflanzen angeregt wird, und sie somit einerseits größere Wassermengen aufnehmen, andererseits durch die zusätzlichen Wurzeln mehr Hohlräume im Boden entstehen, durch die Wasser versickern kann. Dazu wären allerdings umfassende Untersuchungen der Wurzelbildung auf den Versuchsflächen notwendig gewesen, die im Rahmen dieser Diplomarbeit jedoch nicht durchgeführt werden konnten da die Versuchsflächen zur Gänze für die Messungen der Wasserdurchlässigkeit beziehungsweise für die Vegetationsaufnahmen beansprucht wurden.

Eine Ursache für die niedrigere Versickerungsgeschwindigkeit auf nicht gemähten Flächen liegt sicherlich darin, dass bei hoher Vegetation diese durch das Wasser niedergedrückt wird und somit das Eindringen von Wasser in den Boden erschwert wird.

5. Wasserdurchlässigkeit im Versitzbecken

5.1. Direktversuche im Versitzbecken M5

Zusätzlich zu den Messungen auf den Versuchsflächen wurden von Juli bis Oktober 2006, insgesamt vier Direktversuche im Versitzbecken M5 durchgeführt um auch Versickerungsdaten direkt aus einem Versitzbecken zu erhalten. Die Versuchsdauer betrug bei allen vier Messungen jeweils knapp sechs Tage. Tabelle 46 gibt eine Übersicht über die einzelnen Messtermine.

	Versuch I – Juli 06	Versuch II – August 06	Versuch III – September 06	Versuch IV – Oktober 06
Beginn der Messung	11.07.2006 10.00 Uhr	11.08.2006 10.00 Uhr	14.09.2006 10.00 Uhr	13.10.2006 10.00 Uhr
Ende der Messung	17.07.2006 08.00 Uhr	17.08.2006 08.00 Uhr	20.09.2006 08.00 Uhr	19.10.2006 08.00 Uhr

Tab.46: Messtermine – Direktversuche im Versitzbecken M5, 2006

Um die Messungen durchzuführen wurde das Versitzbecken jeweils vor Messbeginn bis in etwa 40cm Höhe, von einem Traktor mit Wassertank-Anhänger, mit Wasser befüllt. Im Versitzbecken waren die Druckpegelsonde (Sommer Pegeldatenlogger PD-2p), zur Messung des Wasserstandes sowie eine Verdunstungspfanne mit integriertem Niederschlagsmesser zur Messung von Verdunstungs- und Niederschlagsmengen angebracht. Etwaige, durch Niederschlagsereignisse während der Messung bedingte, Zuflüsse von der Einzugsfläche des Beckens in das Becken konnten mit Hilfe der gemessenen Niederschlagsmengen aus Listen der Ziviltechnikerpartnerschaft W.Radlegger und O.Kral, welche die Planung des Beckens durchführte, abgelesen werden.

Die Messungen setzten sich also aus jeweils vier Einzelkomponenten zusammen:

- Messung des Wasserstandes im Becken
- Messung der Verdunstung
- Messung des Niederschlages
- Ermittlung des Zuflusses

5.1.1 Messung des Wasserstandes im Becken

Die Messung des Wasserstandes im Versitzbecken M5 über den zeitlichen Verlauf des jeweiligen Versuchs hinweg erfolgte mit Hilfe der Druckpegelsonde (Sommer Pegeldatenlogger PD-2p), die auch bei den Wasserdurchlässigkeitsuntersuchungen auf den Versuchsflächen (siehe Kap. 4) Anwendung gefunden hat. Die Sonde wurde dazu in ein von R.KITTEL konstruiertes Pegelrohr, welches fix im Versitzbecken verankert wurde, gehängt (siehe Abb.102). Das Messintervall der Sonde wurde für die Messungen jeweils auf eine Minute eingestellt. Dadurch wurden bei einer Messdauer von sechs Tagen über 8.000 Einzelmesswerte erhalten.

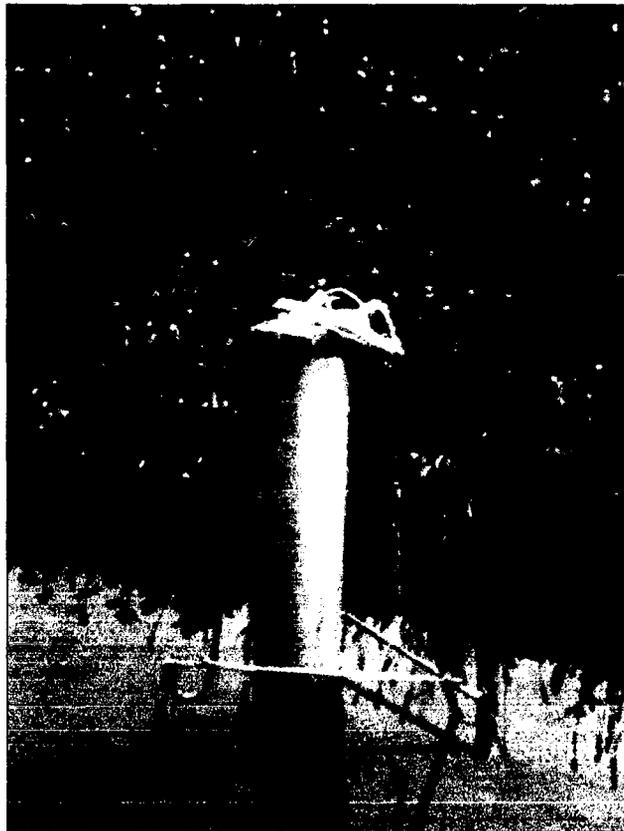


Abb.102: Pegelrohr mit Druckpegelsonde im Versitzbecken M5, 17.Juli 2006

5.1.2 Messung der Verdunstung

Zur Messung der Verdunstung (Evaporation) im Becken wurde von R.KITTEL überlegt nach den Formeln von PENMAN oder HAUDE vorzugehen, also die Verdunstung mit Hilfe einer Verdunstungsformel zu berechnen (vgl. HÄCKEL,1999, S.85 und KITTEL,2006, S. 82ff). Beide Varianten wurden jedoch von R.KITTEL auf Grund fehlender Messinstrumente bzw. eines zu umständlichen Messvorganges verworfen und anstelle dessen eine Verdunstungsmessung mit Hilfe einer Verdunstungspfanne durchgeführt (vgl. KITTEL 2006, S.83f).

Eine Verdunstungspfanne ist ein Behältnis mit bekannten Abmessungen, welches man so gestaltet, dass es schwimmt und circa 20% seines Volumens sich unter der Wasseroberfläche befinden. So bekommt das Wasser im Behältnis die selbe Temperatur wie das Wasser im Versitzbecken. Es gibt also keine unterschiedlichen Energiebilanzen wie es der Fall wäre, wenn man die Verdunstungspfanne neben dem Versitzbecken aufstellte.

Da die von R.KITTEL bei seinen Messungen 2005 verwendete Verdunstungspfanne im Jahr 2006 nicht mehr einsatzfähig war, musste für die Direktversuche eine neue Verdunstungspfanne konstruiert werden. Dazu wurde ein Kunststoffbehältnis („Pfanne“) mit einem Innenmaß von 57 x 37 x 31cm verwendet. Diese Pfanne wurde durch eine 10cm starke, 100 x 50cm große Styroporplatte stabilisiert und schwimmtauglich gemacht (siehe Abb.103).

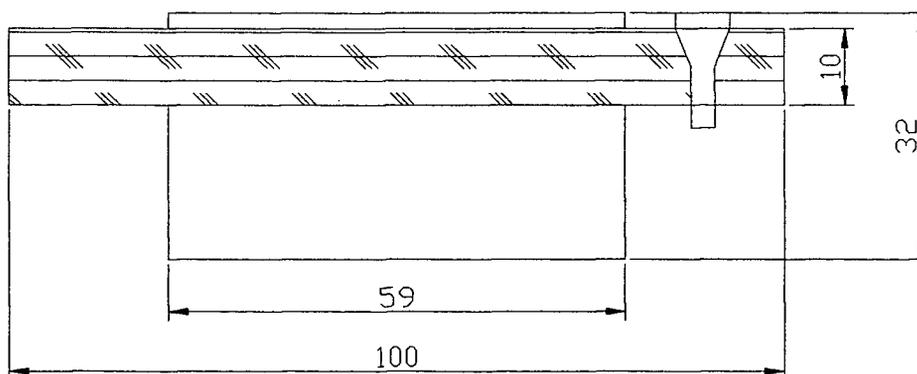


Abb.103: Verdunstungspfanne/ Niederschlagsmesser (Außenmaße in cm)

In der Pfanne wurde ein Maßstab (Genauigkeit 1mm) angebracht. Während der Messungen wurde die Pfanne bis in 10cm Höhe mit Wasser gefüllt. Die Ablesung der Verdunstung erfolgte während den Versuchen täglich zweimal, um 08.00 Uhr und um 20.00 Uhr, wobei verdunstetes Wasser unmittelbar nach der Ablesung nachgefüllt wurde. Abbildung 104 zeigt die Verdunstungspfanne, noch nicht optimal stabilisiert, im Testeinsatz vor der ersten Messung.

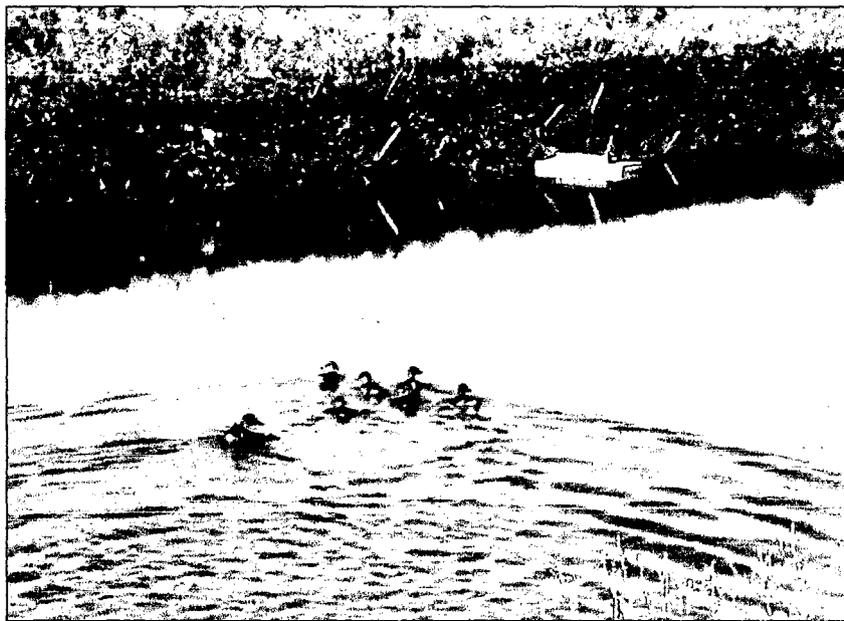


Abb.104: Verdunstungspfanne – Test im Versitzbecken M5
an der Eisenbahn hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, 02.07.06

5.1.3 Messung des Niederschlages

Der auftretende Niederschlag wurde mit Hilfe eines an der Verdunstungspfanne angebrachten Regenmesser gemessen, der eine Erfassung der Niederschlagsmengen auf halbe Millimeter genau zulässt. Die Niederschlagsmengen wurden ebenfalls täglich um 08.00 Uhr und um 20.00 Uhr abgelesen.

5.1.4 Ermittlung des Zuflusses

Neben jenem Wasser, welches direkt durch Niederschlag in das Versitzbecken gelangt, muss auch das Wasser berücksichtigt werden, welches im Zuge eines Niederschlagsereignisses von der Einzugsfläche des Beckens, also dem Wirtschaftsweg M5, in das Becken geleitet (gepumpt) wird. Hierzu können Listen der Ziviltechnikerpartnerschaft W.Radlegger und O.Kral, welche die Planung des Beckens durchführte, verwendet werden (siehe Tab.47). Auf Grund der gemessenen Niederschlagsmenge kann durch diese Listen die Zuflussmenge in das Versitzbecken ermittelt werden. Aus den Listen lässt sich die Formel –

NS-Menge[mm] / 0,435 = Zufluss [m³] –
ableiten.

Im Zuge der Messungen konnte zudem beobachtet werden, dass bei geringen Niederschlagsmengen (ca. < 5mm/12h) kein Zufluss zum Becken erfolgt, da das Wasser in diesem Fall bereits auf der Einzugsfläche verdunstet.

NS-Dauer t [min]	NS-Menge [mm]	Zufluß zum Becken [m ³]	Versickerung [m ³]	Verf [m ³]	Entleerungszeit [Std] *)
15	35,6	82	3	79	16
30	46,1	106	6	100	20
45	53,6	123	8	114	23
60	59,7	137	11	125	25
120	77,4	177	22	155	31
240	100,2	229	45	185	37
360	116,6	267	67	200	40
720	151	346	135	211	42
1080	175,7	402	202	200	40
1440	195,7	448	270	179	35
*) Maximale Entleerungszeit von 168 Stunden (= 1 Woche) soll nicht überschritten werden					
Versitzbecken Ausgeführt					
NI = 250 m ³					

Tab.47/1: Unterführungsentwässerung Wirtschaftsweg M5
Ziviltechnikerpartnerschaft W. Radlegger, O. Kral

Unterführungsentwässerung Wirtschaftsweg M5

a) Einzugsflächen:

		Abflußbeiwert	Bahntrasse	Böschungen	Wege	Straßen	Summe
			0,7	0,6	0,9	1	-
			[m ²]				
einjähriges Ereignis						1500	
zehnjähriges Ereignis						1500	
Summe Ared (1)		-	0	0	0	1500	1500
Summe Ared (10)		-	0	0	0	1500	1500

b) Bemessungswassermengen für Sammelkanäle

Einjähriger Bemessungsniederschlag r 1,15:	203	[l/s.ha]
Zehnjährlicher Bemessungsniederschlag r 10,15:	396	[l/s.ha]
Hundertjähriger Bemessungsniederschlag r 100,15:	588	[l/s.ha]
max Q1 = Ared * r 1,15/10.000 =	30,5	[l/s]
max Q10 = Ared * r 10,15/10.000 =	59,4	[l/s]
max Q100 = Ared * r 100,15/10.000 =	88,2	[l/s]

d) Versitzbecken EB-km 26.290 r.d.B.

Reduzierte Fläche	1.500	m ²
Fläche Versitzbecken	790	m ²
Versickerungsfläche	80	m ²
Ared ges	2.290	m²
Bemessungsereignis	HQ 10	

Tab.47/2: Unterführungsentwässerung Wirtschaftsweg M5
Ziviltechnikerpartnerschaft W. Radlegger, O. Kral

5.2 Berechnung und Darstellung der Versickerungsergebnisse

Nach dem Erhalt der Messdaten wurde zur von der Druckpegelsonde gelieferten Pegelstandskurve eine aus den abgelesenen Verdunstungsdaten erstellte Verdunstungskurve addiert um den theoretischen Pegelstand, unter der Annahme es würde keine Verdunstung stattfinden, zu erhalten. Durch Gegenüberstellung dieser fiktiven Pegelstandslinie mit der originalen kann einfach ausgedrückt werden, wie viel Prozent der Pegelstandsabnahme während des Direktversuchs auf Verdunstung und wie viel Prozent tatsächlich auf Versickerung zurückgeführt werden können. Vor der Gegenüberstellung wurden beide Kurven um Niederschlag und Zufluss bereinigt.

Außerdem kann die Versickerungsgeschwindigkeit (Versickerungsdauer) zwischen den vier Versuchen verglichen werden, in dem man von einem bestimmten Pegelstand ausgeht und betrachtet, welches Zeitintervall es benötigt damit allein durch Versickerung ein bestimmter tiefer liegender Pegelstand erreicht wird. Wenn man das Volumen des Beckens bei einem Wasserstand von einem halben Meter mit 230m^3 annimmt (vgl. Kap.2.2), lässt sich zusätzlich auch annäherungsweise ausdrücken, welche Wassermenge tatsächlich in einem bestimmten Zeitraum über die Beckenböschung versickert. Die erhaltenen Ergebnisse können dann im Zusammenhang mit der Entwicklung der Vegetation auf den Beckenböschungen gesehen werden.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der vier Direktversuche dargestellt. Zuerst sind jeweils die gemessenen Daten von Niederschlag und Verdunstung aufgelistet, danach wenn vorhanden (Direktversuch I) die berechnete Zuflussmenge. Darauf folgt die von der Druckpegelsonde bei der jeweiligen Messung gelieferte Originalkurve. In einer weiteren Darstellung sind die Originalkurve (blau) und die fiktive Pegelstandskurve (grün), die den theoretischen Wasserstand im Becken wenn es keine Verdunstung gäbe zeigt, dargestellt. Abschließend sind jeweils die berechneten Versickerungswerte kurz beschrieben und in einer Tabelle vermerkt. Eine Zusammenfassung aller Ergebnisse erfolgt in Kapitel 5.3.

5.2.1 Ergebnisse Direktversuch I

Direktversuch I 11.-17.07. 2006	Datum / Uhrzeit	Verdunstung (mm)	Niederschlag (mm)	Pegelstand (cm)
Versuchsbeginn	11.07.2006 10:00			44
	11.07.2006 20:00	20	-	41
	12.07.2006 08:00	2	-	39
	12.07.2006 20:00	6	-	36
	13.07.2006 08:00	11	-	34
	13.07.2006 20:00	12	-	32
	14.07.2006 08:00	7	-	30
	14.07.2006 20:00	4	21	39
	15.07.2006 08:00	-	14	54
	15.07.2006 20:00	7	-	35
	16.07.2006 08:00	2	-	33
	16.07.2006 20:00	11	-	31
Versuchsende	17.07.2006 08:00	5	-	30

Berechneter Zufluss	14.07.2006	15.07.2006
Kubikmeter:	48,275 m ³	32,184m ³
Anstieg im Becken:	96,55mm	64,360mm

Tab.48: Direktversuch I, Verdunstung, Niederschlag und Zufluss, eigene Erhebung

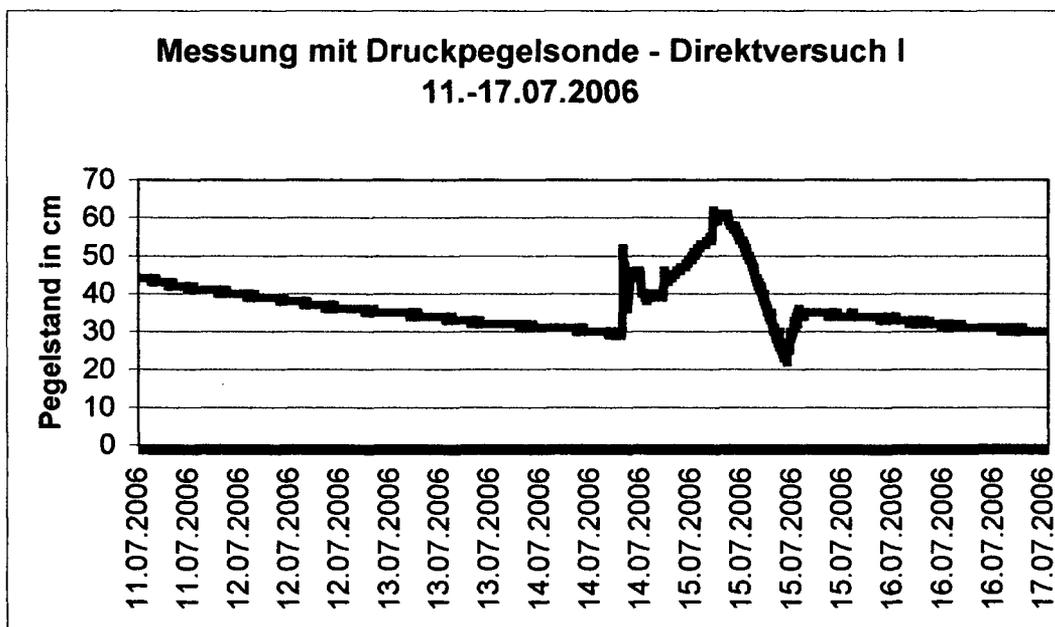


Abb.105: Direktversuch I, 11.-17.07.2006, Pegelstandsmessung mit Druckpegelsonde, eigene Erhebung

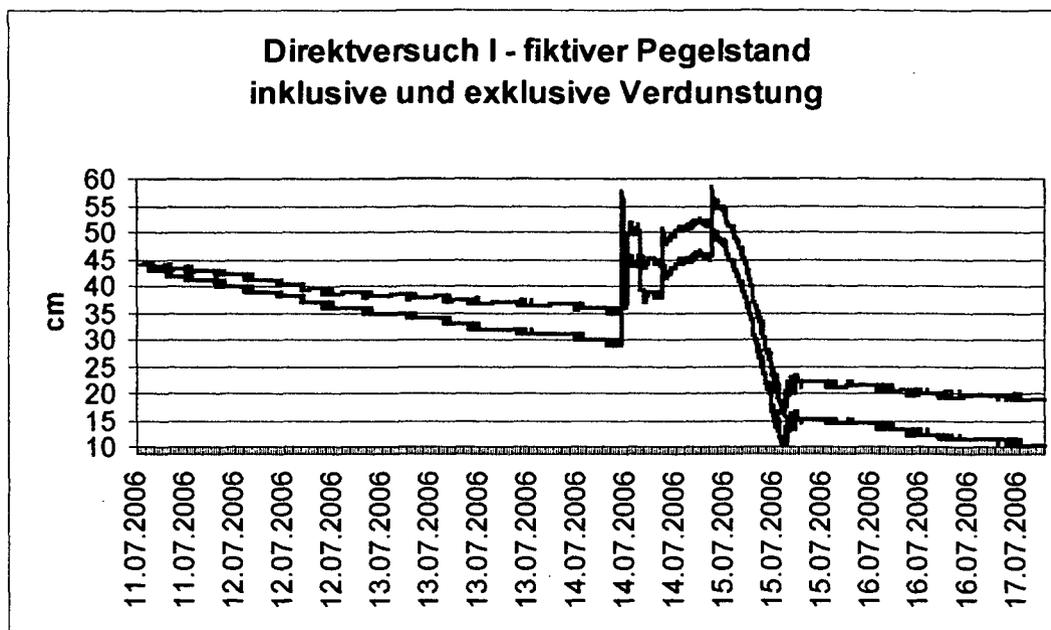


Abb.106. Direktversuch I – 11.-17.07.2006,
Vergleich Pegelstand inklusive Verdunstung (blau) und exklusive Verdunstung (grün)
niederschlags- und zuflussbereinigte Kurven, eigene Erhebung

Die Ergebnisse des Direktversuchs I sind auf Grund der starken Niederschlagsereignisse am 14. und 15. Juli nur bedingt mit jenen der anderen Direktversuche zu vergleichen. Da die Niederschlagsmessung nur zweimal täglich erfolgte, mussten die erhaltenen Messwerte bei der Berücksichtigung in der Pegelstandskurve jeweils über zwölf Stunden verteilt werden. Damit war es jedoch nicht möglich die Kurve gänzlich zu glätten, sondern lediglich eine Abflachung der Kurve zu erreichen. Die Abnahme des Pegelstandes während des Direktversuchs II beträgt insgesamt 33,68cm (von 44 auf 10,32cm), davon entfallen 8,69 cm auf Verdunstung (30,64%) und 24,99cm auf Versickerung (69,36%). Die Dauer des Pegelrückganges ausschließlich durch Versickerung von einem Pegelstand von 44cm bis zu einem Pegelstand von 34cm beträgt bei Direktversuch I drei Tage und 11 Stunden.

Direktversuch I	Pegelrückgang (cm)	Prozent des Gesamtrückgangs	Kubikmeter (m ³)	Liter (l)
durch Verdunstung	8,69	30,64%	39,974	399.740
durch Versickerung	24,99	69,36%	114,954	1.149.540
gesamt	33,68	100%	154,928	1.549.280
durch Verdunstung / Stunde	0,061		0,282	2815
durch Versickerung / Stunde	0,176		0,810	8095
gesamt / Stunde	0,237		1,920	10.910

Tab.49: Übersicht Versickerungsdaten Direktversuch I – 11.-17.07.2006, eigene Berechnung

5.2.2 Ergebnisse Direktversuch II

Direktversuch II	Datum / Uhrzeit	Verdunstung (mm)	Niederschlag (mm)	Pegelstand (cm)
	11.-17.08.2006			
Versuchsbeginn	11.08.2006 10:00			38
	11.08.2006 20:00	5	-	36
	12.08.2006 08:00	4	-	34
	12.08.2006 20:00	7	-	35
	13.08.2006 08:00	4	1	34
	13.08.2006 20:00	5	-	32
	14.08.2006 08:00	3	-	31
	14.08.2006 20:00	-	2	30
	15.08.2006 08:00	1	-	29
	15.08.2006 20:00	3	-	28
	16.08.2006 08:00	1	-	27
	16.08.2006 20:00	3	-	26
Versuchsende	17.08.2006 08:00	1	-	26

Tab.50: Direktversuch II, Verdunstung und Niederschlag, eigene Erhebung

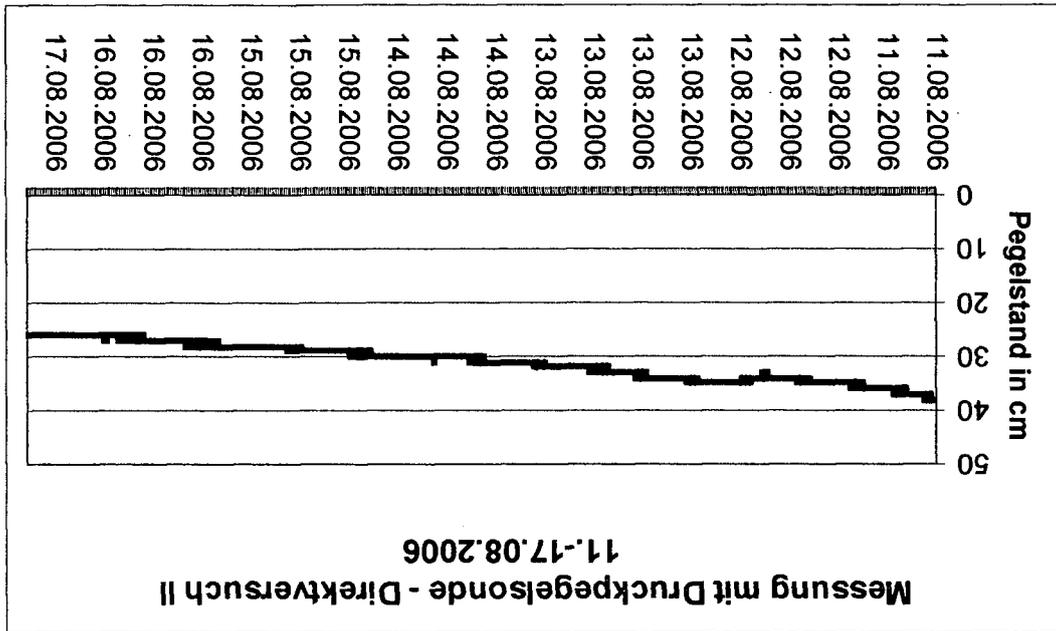


Abb.107: Direktversuch II, 11.-17.08.2006, Pegelstandsmessung mit Druckpegelsonde, eigene Erhebung

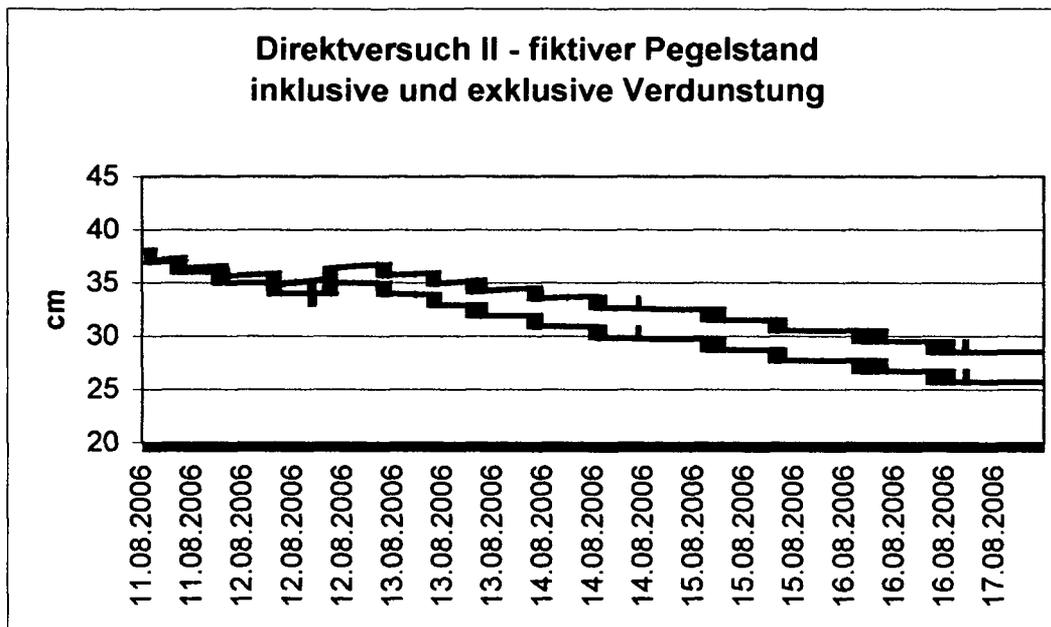


Abb.108: Direktversuch II – 11.-17.08.2006,
Vergleich Pegelstand inklusive Verdunstung (blau) und exklusive Verdunstung (grün)
niederschlags- und zuflussbereinigte Kurven, eigene Erhebung

Die Abnahme des Pegelstandes während des Direktversuchs II beträgt insgesamt 12,3cm (von 38 auf 25,7cm), davon entfallen 2,8 cm auf Verdunstung (22,8%) und 9,5 cm auf Versickerung (77,2%). Die Dauer des Pegelrückganges ausschließlich durch Versickerung von einem Pegelstand von 38cm bis zu einem Pegelstand von 28cm beträgt bei Direktversuch II über sechs Tage.

Direktversuch II	Pegelrückgang (cm)	Prozent des Gesamtrückgangs	Kubikmeter (m ³)	Liter (l)
durch Verdunstung	2,8	22,8	12,88	128.800
durch Versickerung	9,5	77,2	43,7	437.000
gesamt	12,3	100%	56,58	565.800
durch Verdunstung / Stunde	0,019		0,091	907
durch Versickerung / Stunde	0,067		0,307	3.077
gesamt / Stunde	0,086		0,398	3.984

Tab.51: Übersicht Versickerungsdaten Direktversuch II – 11.-17.08.2006, eigene Berechnung

5.2.3 Ergebnisse Direktversuch III

Direktversuch I 14.-20.09. 2006	Datum / Uhrzeit	Verdunstung (mm)	Niederschlag (mm)	Pegelstand (cm)
Versuchsbeginn	14.09.2006 10:00			46
	14.09.2006 20:00	3	-	43
	15.09.2006 08:00	5	-	40
	15.09.2006 20:00	2	-	38
	16.09.2006 08:00	1	-	36
	16.09.2006 20:00	2	-	34
	17.09.2006 08:00	1	-	32
	17.09.2006 20:00	4	-	31
	18.09.2006 08:00	1	-	29
	18.09.2006 20:00	-	2	28
	19.09.2006 08:00	-	-	27
	19.09.2006 20:00	3	-	26
Versuchsende	10.09.2006 08:00	-	1	26

Tab.52: Direktversuch III, Verdunstung und Niederschlag, eigene Erhebung

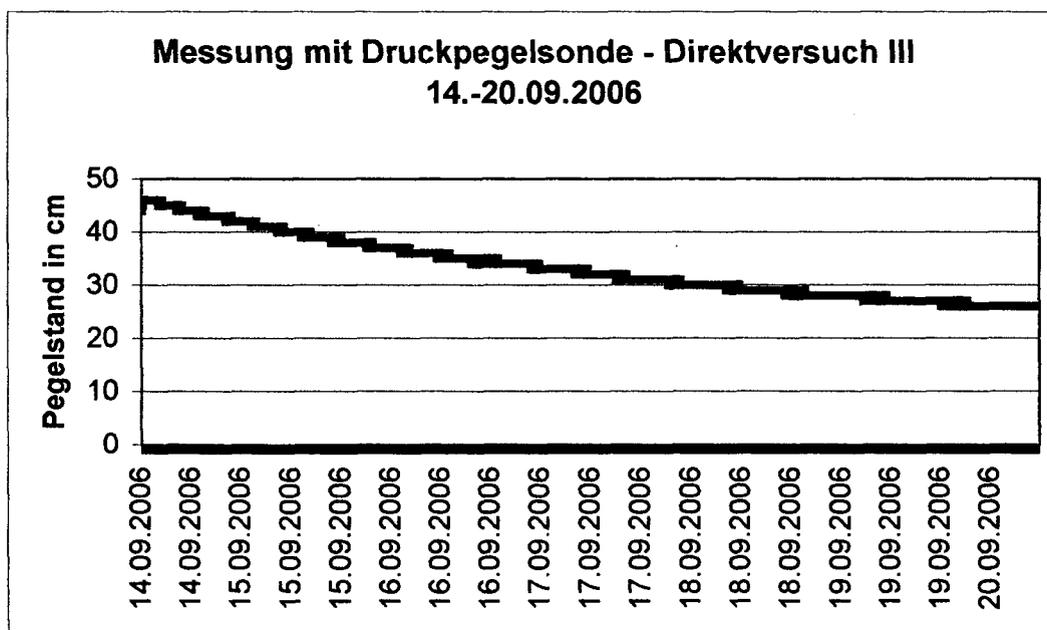


Abb.109: Direktversuch III, 14.-20.09.2006,
Pegelstandsmessung mit Druckpegelsonde, eigene Erhebung

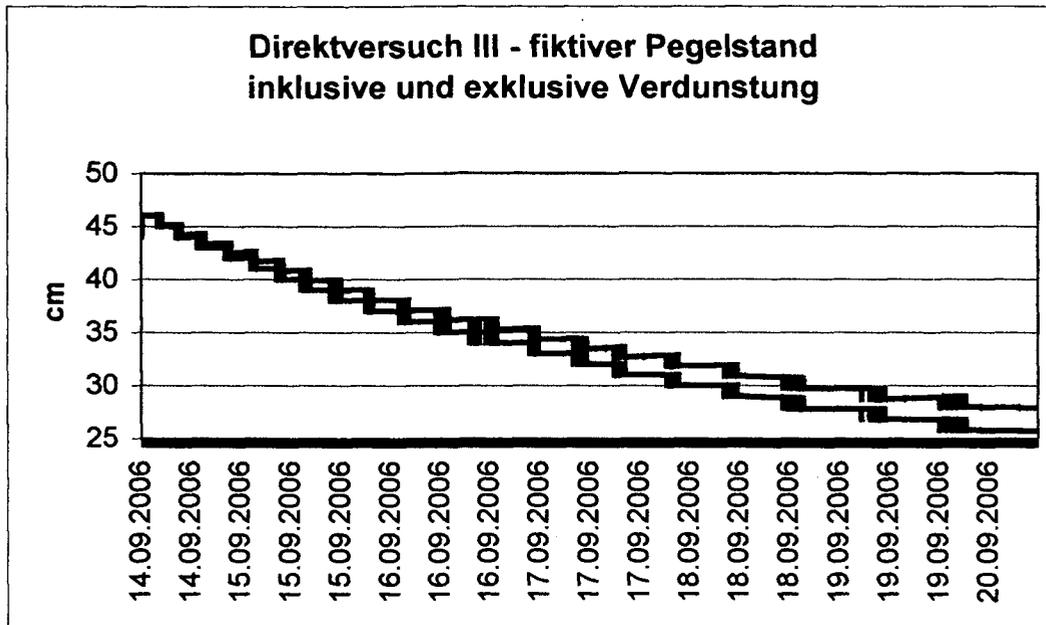


Abb.110: Direktversuch III – 14.-20.09.2006,
Vergleich Pegelstand inklusive Verdunstung (blau) und exklusive Verdunstung (grün)
niederschlags- und zuflussbereinigte Kurven, eigene Erhebung

Die Abnahme des Pegelstandes während des Direktversuchs III beträgt insgesamt 18,3cm (von 44 auf 25,7cm), davon entfallen 2,2cm auf Verdunstung (12%) und 16,1cm auf Versickerung (88%). Die Dauer des Pegelrückganges ausschließlich durch Versickerung von einem Pegelstand von 40cm bis zu einem Pegelstand von 30cm beträgt bei Direktversuch IV drei Tage und vier Stunden.

Direktversuch III	Pegelrückgang (cm)	Prozent des Gesamtrückgangs	Kubikmeter (m ³)	Liter (l)
durch Verdunstung	2,2	12%	10,12	101.200
durch Versickerung	16,1	88%	74,06	740.600
gesamt	18,3	100%	84,06	841.800
durch Verdunstung / Stunde	0,016		0,071	710
durch Versickerung / Stunde	0,113		0,522	5.220
gesamt / Stunde	0,129		0,593	5.930

Tab.53: Übersicht Versickerungsdaten Direktversuch III – 14.-20.09.2006, eigene Berechnung

5.2.4 Ergebnisse Direktversuch IV

Direktversuch I 13.-19.10. 2006	Datum / Uhrzeit	Verdunstung (mm)	Niederschlag (mm)	Pegelstand (cm)
Versuchsbeginn	13.10.2006 10:00			44
	13.10.2006 20:00	2	-	42
	14.10.2006 08:00	1	1	40
	14.10.2006 20:00	2	-	38
	15.10.2006 08:00	1	1	37
	15.10.2006 20:00	2	-	35
	16.10.2006 08:00	1	-	34
	16.10.2006 20:00	1	-	33
	17.10.2006 08:00	1	-	32
	17.10.2006 20:00	2	-	31
	18.10.2006 08:00	-	-	30
	18.10.2006 20:00	2	-	30
Versuchsende	19.10.2006 08:00	-	-	29

Tab.54: Direktversuch IV, Verdunstung und Niederschlag, eigene Erhebung

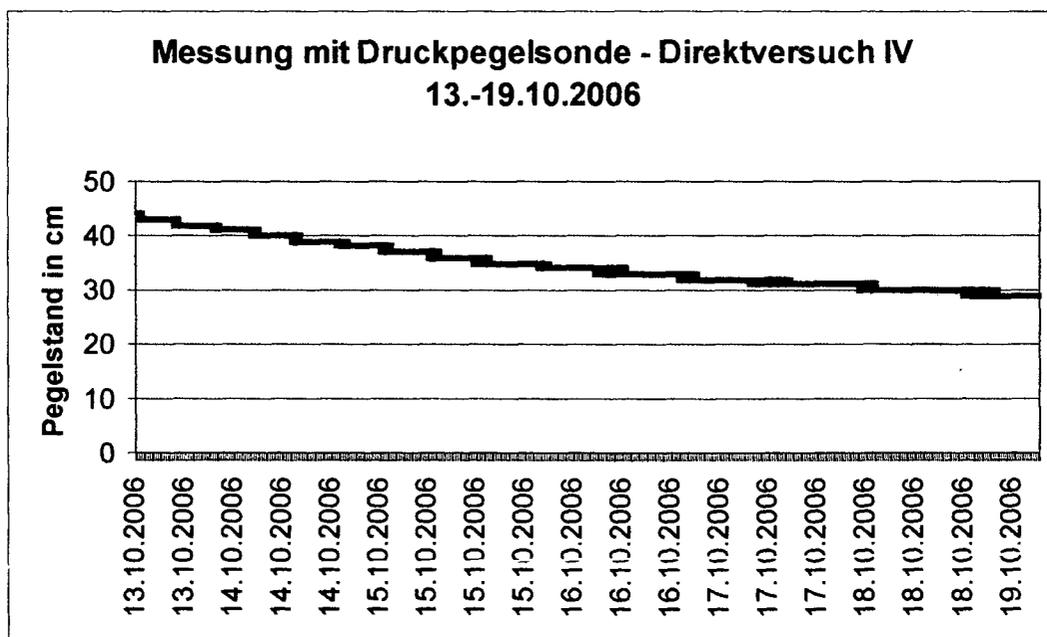


Abb.111: Direktversuch IV, 13.-19.10.2006,
Pegelstandsmessung mit Druckpegelsonde, eigene Erhebung

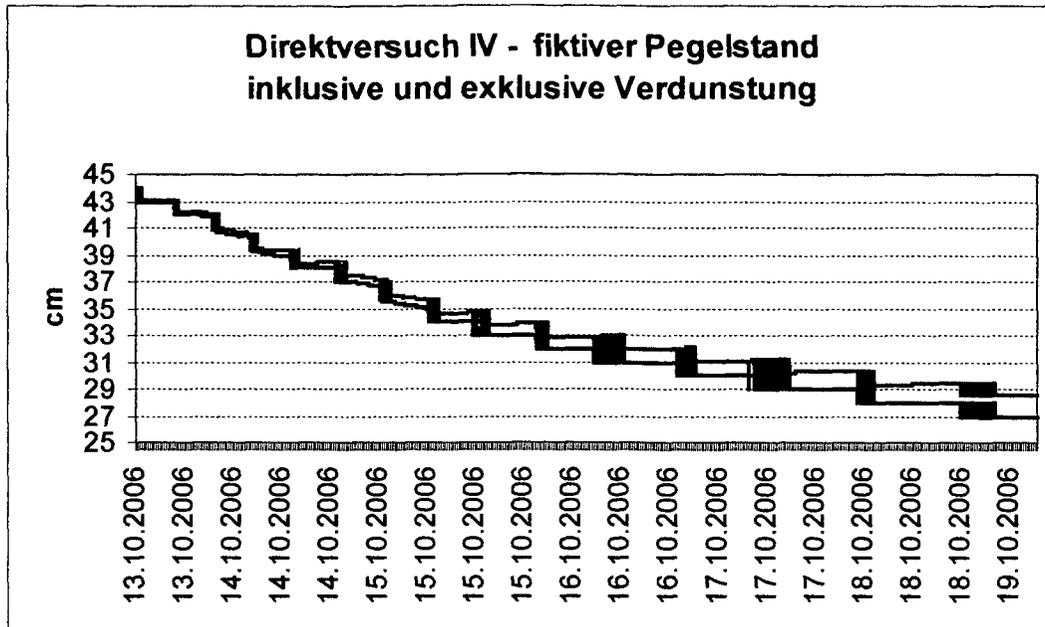


Abb.112: Direktversuch IV – 13.-19.10.2006,
Vergleich Pegelstand inklusive Verdunstung (blau) und exklusive Verdunstung (grün)
niederschlags- und zuflussbereinigte Kurven, eigene Erhebung

Die Abnahme des Pegelstandes während des Direktversuchs IV beträgt insgesamt 17,01cm (von 44 auf 26,99cm), davon entfallen 1,5cm auf Verdunstung (8,8%) und 15,51cm auf Versickerung (91,2%). Die Dauer des Pegelrückganges ausschließlich durch Versickerung von einem Pegelstand von 40cm bis zu einem Pegelstand von 30cm beträgt bei Direktversuch IV drei Tage und zehn Stunden.

Direktversuch IV	Pegelrückgang (cm)	Prozent des Gesamtrückgangs	Kubikmeter (m ³)	Liter (l)
durch Verdunstung	1,5	8,8%	6,9	69.000
durch Versickerung	15,52	91,2%	71,392	713.920
gesamt	17,01	100%	78,292	782.920
durch Verdunstung / Stunde	0,016		0,049	486
durch Versickerung / Stunde	0,011		0,503	5.028
gesamt / Stunde	0,027		0,552	5.514

Tab.55: Übersicht Versickerungsdaten Direktversuch IV – 13.-19.10.2006, eigene Berechnung

5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Direktversuche

Bei allen Kurven ist zu sehen, dass sich die Pegelstandskurven zum Versuchsende hin abflachen. Dies liegt einerseits am geringer werdenden Druck andererseits an der immer kleiner werdenden Beckenböschungfläche über die Wasser versickern kann. Dies hat zur Folge, dass der untere Bereich der Beckenböschung, über das Jahr hinweg betrachtet, lange Zeiträume unter Wasser steht. Aus diesem Grund kann sich hier (bis in ca. 35cm Höhe), wie schon bei den Vegetationsaufnahmen (vgl.Kap.3) zu erkennen war, Vegetation nicht dauerhaft halten. Unter einer Wasserstandshöhe von 20cm kann überhaupt kein Wasser mehr versickern da der wasserdichte Beckensohlenbereich erreicht wird. Hier erfolgt die Wasserabgabe ausschließlich über Verdunstung.

Der Anteil der Verdunstung am gesamten Pegelstandsrückgang ist naturgemäß während der Sommermonate (Juli: 30,64%) deutlich höher als im Herbst (Oktober: 8,8%). Die Verdunstung ist jedoch sehr stark von der jeweiligen Witterungslage (Wind, Sättigung der Luft, vorhandene Energie) abhängig. „Zusammenfassend gilt: Die Verdunstungsrate (gemeint ist damit die pro Fläche und Zeit verdunstete Wassermenge) ist umso größer, je mehr Wasser und je mehr Energie vorhanden sind, je größer das Sättigungsdefizit der Luft und je höher die Windgeschwindigkeiten sind“ (HÄCKEL, 1999, S.83). Daher können anhand der vier Direktversuche keine allgemein gültigen Aussagen zum Anteil der Verdunstung in Bezug auf den Pegelstandsrückgang im Versitzbecken getroffen werden. Es ist aber zu erkennen, dass ein geringerer Verdunstungsanteil einen langsameren Gesamtrückgang zur Folge hat. Das heißt je geringer die Verdunstung desto geringer der Gesamtrückgang, desto länger die Entleerungsdauer des Beckens (vgl. Tab.56). Direktversuch II darf in diese Aussage nicht mit einbezogen werden, da hier der Ausgangspegelstand (38cm) geringer war als bei den anderen Direktversuchen (44cm) und somit die erhaltenen Werte nicht direkt vergleichbar sind.

Vergleich	Direktversuch I Juli 06	Direktversuch II August 06	Direktversuch III September 06	Direktversuch IV Oktober 06
Versickerung (m ³)	114,954	43,7	74,06	71,392
Prozent des Gesamtrückgangs	69,36%	77,2%	88%	91,2%
Gesamtrückgang (m ³)	154,928	56,58	84,06	78,292

Tab.56: Vergleich der Ergebnisse der Direktversuche I-IV, eigene Berechnung

Interessant ist der starke Gesamtrückgang bei Direktversuch I. Obwohl hier so weit wie möglich versucht wurde die fiktive Pegelstandskurve um Niederschlag und Zufluss zu bereinigen, zeigt das starke Niederschlagsereignis von 14./15. Juli (35mm in 15 Stunden) hier deutliche Auswirkungen auf das Versickerungsverhalten. Durch das rasante Ansteigen des Wassers im Becken stehen plötzlich Teile der Beckenböschung unter Wasser stehen die zuvor deutlich oberhalb des Wasserspiegels gelegen sind, mehr oder weniger beckenwasserunbeeinflusst waren, und nur eine geringe Wassersättigung aufweisen konnten. Diese Flächen haben daher ein sehr starkes Wasseraufnahmepotential, was sich in einer viel stärkeren, schneller ablaufenden, Versickerung nach Starkregenereignissen auswirkt. Dieses Phänomen wird noch durch den größer werdenden Wasserdruck auf Grund des höheren Pegelstandes verstärkt. Auch die in höherer Böschungslage stärker ausgebildete Vegetation und die damit auch stärkere Durchwurzelung in diesem Bereich sollten einen verstärkenden Einfluss haben.

6. Resümee und Ausblick

6.1 Begrünung der Versitzbeckenböschungen

Auf Grund der Beobachtung der nur spärlichen Entwicklung der Vegetation auf der Pionierfläche hat sich gezeigt, dass das Ausbringen von Saatgut auf den Versitzbeckenböschungen zum Erreichen eines zufriedenstellenden Deckungsgrades unumgänglich ist. Werden die Beckenböschungen nach der baulichen Fertigstellung sich selbst überlassen und erfolgt keine Ansaat, kann auch am Ende der zweiten Vegetationsperiode nicht mit einem zufriedenstellenden Deckungsgrad gerechnet werden. Auch die Artenvielfalt nimmt sich mit vier Arten, darunter zwei Neophyten, sehr bescheiden aus.

Von den getesteten Saatgutmischungen lieferte jene die Gräser-/Kräutermischung die besten Ergebnisse. Sie zeigt sowohl in Hinblick auf die Versickerungsgeschwindigkeit als auch auf den Deckungsgrad eine sehr gute Eignung zur Begrünung von Versitzbeckenböschungen. Trotzdem gibt es bei der Zusammensetzung der Saatgutmischung noch Verbesserungspotential. Die starke Dominanz von *Trifolium repens* (Weißklee) kann sich vor allem bei länger andauernden Trockenheitsperioden negativ auf den Deckungsgrad auswirken wenn viele Individuen absterben, wie sich im Juli 2006 auf den Versuchsflächen gezeigt hat. Die anderen in der Saatgutmischung vorkommenden Arten, mit Ausnahme von *Lotus sp.*, *Sanguisorba minor* und *Plantago lanceolata*, wurden von *Trifolium repens* stark verdrängt oder konnten gar nicht aufkommen. Vor allem die in der Saatgutmischung vorhandenen Gräser konnten sich, mit Ausnahme von *Poa pratensis*, weder auf den Versuchsflächen noch an den Böschungen des Versitzbeckens M5 durchsetzen. Eine Reduktion des *Trifolium repens*-Anteils in der Saatgutmischung wäre also auf jeden Fall zu überlegen - einerseits um die Trockenheitsanfälligkeit der Vegetation zu minimieren - andererseits um die Artenvielfalt an den Versitzbecken zu erhöhen.

In der Folgenden Tabelle (Tab.57) ist ein Vorschlag für eine solche Saatgutmischung gegeben:

Art	Gewichtsprozent (%)
Festuca rubra (horstb.)	20
Festuca rubra (ausläuferb.)	15
Festuca ovina	15
Festuca duriuscula	10
Poa pratensis	10
Festuca tenuifolia	4
Lolium perenne	3
Poa compressa	4
Trifolium repens	2
Lotus corniculatus	4,5
Achillea millefolium	2
Medicago lupulina	2
Achillea millefolium	2
Sanguisorba minor	2
Plantago lanceolata	2
Leucanthemum vulgare	1
Papaver rhoeas	1
Coronilla varia	0,5

Tab.57: Vorschlag für eine Saatgutmischung zur optimalen Begrünung von Versitzbeckenböschungen

Unterschiede zwischen der Versuchsfläche, auf welcher bei der Ansaat ein Kokosnetz verwendet wurde und der Fläche ohne Kokosnetz konnten 2006, im Gegensatz zum Jahr davor, nicht mehr festgestellt werden. Die Verwendung von Kokosnetzen ist dennoch zu empfehlen, da sie ja in erster Linie unmittelbar nach der Ansaat ihre unterstützende Wirkung zeigen wie auch die Untersuchungsergebnisse von R.KITTEL ergeben. „Das Ergebnis der Versuchsfläche RaumUmwelt Planungs-GmbH [Gräser/Kräuter-Mischung] verdeutlicht wie wichtig die Kokosnetzabdeckung ist, da es ohne Kokosnetz zu einer Deckungsgradveringerung von 10% kommt“ (KITTEL, 2006, S.137). Hinzu kommt noch, dass der Vergleich zwischen Ansaat mit und ohne Kokosnetz auf ebenen Versuchsflächen durchgeführt wurde. Auf den geneigten Beckenböschungen sind die positiven Auswirkungen der Kokosnetze sicherlich höher einzuschätzen.

Die Ergebnisse der Versuchsflächen mit der Klee/Kräuter-Mischung und der Gräser-Mischung sind auf Grund der Saatgutverunreinigung beziehungsweise des späten

Ansaattermins nicht allzu aussagekräftig. Auch hier zeigt sich jedoch auf beiden Flächen die starke Dominanz von *Trifolium repens* (Weißklee) am Standort. Gegen Ende des Jahres ist *Trifolium repens* sogar auf der reinen Gräser-Fläche anzutreffen obwohl er in der hier verwendeten Saatgutmischung nicht vorhanden war.

6.2 Notwendigkeit der Mahd

Die Ergebnisse der K_f -Wert Messung haben gezeigt, dass sich durch eine regelmäßige Mahd der K_f -Wert im Vergleich zu einer nicht gemähten Fläche etwas erhöhen lässt. Wird also bei dem gegebenen Bodensubstrat ($K_f = 10^{-7} \text{m/s}$) im begrüneten Zustand ein K_f -Wert von 10^{-5}m/s angestrebt, ist eine regelmäßige Mahd zu empfehlen.

Auch ist die Mahd notwendig um ein Aufkommen von Gehölzen zu verhindern. Auf den Versuchsflächen F4 und F5 konnten schon in der zweiten Vegetationsperiode nach der Aussaat erste Gehölze (*Populus* und *Salix*) nachgewiesen werden. Eine Beeinträchtigung der Funktion der Versitzbecken durch Gehölze kann durch die Bildung von Hohlräumen in der Beckenböschung im Zuge des Wurzelwachstums entstehen. Langfristig besteht sogar die Gefahr, dass durch Durchwurzelung undichte Stellen am Beckengrund entstehen. Aufgrund der Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen und der K_f - Wert - Ermittlung auf den Versuchsflächen erscheint eine zweimal jährliche Mahd optimal. Die Mahdtermine sollten so gewählt werden, dass sich die Vegetation rasch von der Mahd erholen kann und es nicht zu einem Ausfall von Individuen durch den „Mahdstress“ kommt. Es sollte dabei darauf geachtet werden, dass die Mahd nicht während Hitzeperioden und nicht zu spät im Jahr erfolgt. Ich würde eine erste Mahd Anfang Juni und eine zweite Mahd Ende August bis Anfang September empfehlen.

6.3 Versickerungsgeschwindigkeit

Hinsichtlich des Durchlässigkeitsbeiwertes (K_f -Wert) hat sich gezeigt, dass er durch die Vegetation im Vergleich zum unbegrüneten Bodenfiltermaterial um, je nach Versuchsfläche, eine Zehnerpotenz bis knapp über zwei Zehnerpotenzen ansteigt. Den höchsten K_f -Wert weisen die beiden Versuchsflächen mit der Gräser/Kräuter-Mischung mit knapp über 10^{-5}m/s auf. Bei allen Versuchsflächen liegt der K_f -Wert jeweils auf den gemähten Flächenhälften knapp höher als auf den ungemähten.

Die Direktversuche im Versitzbecken M5 haben gezeigt, dass die Versickerungsintensität sehr stark von der sich im Becken befindenden Wassermenge abhängt. Rückschlüsse auf die Böschungsvegetation sind nicht möglich, da diese sich in jenem Bereich der Böschung, in der die Direktversuche wirksam wurden (bis ca. 60 cm Höhe), im Jahresverlauf kaum verändert hat.

6.4 Ausblick

Weitere Untersuchungen der Vegetation auf den Versuchsflächen am Versitzbecken M5 sind nicht notwendig, einerseits weil der momentane Zustand der Versuchsflächen nur noch wenige Rückschlüsse auf die ursprünglich ausgebrachten Saatgutmischungen zulässt, andererseits weil sich in den beiden Versuchsjahren 2005 und 2006 die Gräser/Kräuter-Mischung als gut eignet für die Böschungsbegrünung der Versitzbecken bewiesen hat, und diese Saatgutmischung nun ohnehin schon an den Becken entlang der Eisenbahn-Hochleistungsstrecke verwendet wird. Für zukünftige ähnliche Untersuchungen ist es auf jeden Fall zu empfehlen größere Versuchsflächen anzulegen um mehr Spielraum bei der Anordnung der unterschiedlichen Messungen zu haben.

Um ein allgemein gültiges Modell für die Versickerung in Versitzbecken zu erstellen wäre es notwendig einen Experten (Kulturtechniker) in einer eigenständigen Arbeit, die sich ausschließlich mit dieser Thematik beschäftigt, zu befragen.

7. Literaturverzeichnis

- ADLER, A. et al. : Exkursionsflora von Österreich; Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien, 1994.
- AICHELE, D., SCHWEGLER: Unsere Gräser – Süßgräser, Sauergräser, Binsen; Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 11.Auflage 1998
- FLORINETH, F.: Ingenieurbioogie – Studienblätter zur Vorlesung, Universität für Bodenkultur Wien, 2006
- FLORINETH, F., MARGELIK, E.: Vegetationstechnik – Studienblätter zur Vorlesung, Institut für Ingenieurbioogie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien 2006
- HÄCKEL, H.: Meteorologie, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 4.Auflage 1999
- HÖRANDL, E., FLORINETH, F., HADACEK, F.: Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten; Eigenverlag des Arbeitsbereiches Ingenieurbioogie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 2002
- KITTEL, R.: Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit von verschieden aufgebauten Böschungen in einem Versitzbecken der ÖBB-Hochleistungsstrecke Wien – St.Pölten, Diplomarbeit, Institut für Ingenieurbioogie und Landschaftsbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 2006
- KLAPP, E., OPITZ v. BOBERFELD, W.: Taschenbuch der Gräser; Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 12.Auflage 1990
- KLAPP, E., OPITZ v. BOBERFELD, W.: Kräuterbestimmungsschlüssel für die häufigsten Grünland- und Rasenkräuter, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1988
- KUTSCHERA, L.: Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen; DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main 1960
- PFADENHAUER, J.: Vegetationsökologie; IHW Verlag, 2.Auflage 1997
- TRAXLER, A.: Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Teil A: Methoden Umweltbundesamt, Wien, 1997
- TREMP,H.: Aufnahme und Analyse Vegetationsökologischer Daten, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 2005

Sonstige Quellen:

Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Tulln an die Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG.
Kennzeichen 9-N-2454-2001

Eisenbahn Hochleistungsstrecken AG – Wasserbauliche Maßnahmen EB-Operat
NBM-EB-WB4-0000-0001-1

Eisenbahn Hochleistungsstrecken AG – Ausbau zur viergleisigen Westbahn: Wien – St.Pölten
Streckenkarte Maßstab 1:50.000; Stand August 2004

SOMMMER MESS-SYSTEME: Bedienungsanleitung ComWin für PD-2 – Dokumentation

Stellungnahme aus Wasserbaulicher Sicht zur Herstellung von Bodenfiltern
Dipl.Ing. Wolfgang Radlegger, Zivilingenieur für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

Ziviltechnikerpartnerschaft W. Radlegger, O. Kral: Unterführungsentwässerung
Wirtschaftsweg M5 – Bemessungsgrundlagen

www.hydroskript.de letzter Zugriff 18.06.2006

www.geo.tu-freiberg.de/hydro letzter Zugriff 22.08.2006

www.sommer.at letzter Zugriff 16.12.2006

www.bueker.net/trainspotting letzter Zugriff 23.03.2007

8. Anhang
8.1 – Mittlere Vegetationshöhe (inklusive Blühtriebe),
Einzelmesswerte

15. Juli 2006	cm																				ξ
F1	55	15	49	37	99	97	53	22	24	78	23	44	45	17	37	108	12	14	37	60	46
F2 ng	59	17	57	19	32	61	16	14	65	24	55	16	41	18	37	38	15	61	23	43	36
F2 g	37	11	12	12	5	9	19	9	42	12	10	32	40	22	8	16	20	6	9	11	17
F3 ng	64	19	41	21	76	35	22	43	66	21	21	20	56	16	18	30	17	12	16	21	32
F3g	40	16	5	21	10	6	9	8	17	10	16	4	10	6	30	11	5	8	9	18	13
F4 ng	192	154	139	230	173	119	40	181	22	9	155	174	180	20	160	128	164	21	149	180	130
F4 g	11	5	17	4	12	11	10	16	26	11	9	9	22	4	7	13	12	8	5	5	11
F5 ng	62	27	37	39	3	7	27	38	4	21	25	7	4	5	47	3	41	3	7	37	22
F5 g	6	5	3	4	7	9	3	2	4	4	7	5	4	6	5	7	4	6	7	7	5,3
F6	35	76	38	40	38	18	78	32	25	27	30	32	27	28	19	32	47	17	13	32	34
F7	60	30	24	30	14	22	47	25	46	22	12	23	32	37	36	25	32	31	23	75	32

17. Aug. 2006	cm																				ξ
F1	82	74	107	112	63	49	102	37	92	14	58	36	63	12	100	26	106	35	56	44	63
F2 ng	105	15	13	28	66	40	28	30	22	42	55	42	27	43	29	8	10	33	65	11	36
F2g	42	37	9	8	30	23	36	50	13	39	21	38	27	53	59	25	19	10	28	21	29
F3 ng	65	21	12	54	11	23	14	33	12	47	46	7	14	12	40	10	32	34	6	22	26
F3g	51	21	26	8	20	15	17	30	12	17	19	13	44	22	23	22	30	13	12	11	21
F4 ng	245	210	160	166	183	13	180	12	178	159	181	156	15	31	8	23	184	14	160	15	115
F4 g	30	18	12	14	13	8	21	3	18	17	28	21	7	24	23	12	14	8	19	8	16
F5 ng	46	10	32	7	30	25	23	42	8	7	16	22	43	6	4	3	8	26	7	26	20
F5 g	6	8	6	4	7	8	13	12	4	5	5	4	5	8	6	5	7	4	4	6	6,4
F6	21	23	50	22	14	23	18	46	12	14	16	28	24	38	18	23	33	32	26	36	26
F7	16	17	9	10	15	18	10	38	18	3	46	25	6	19	21	29	21	19	18	5	18

Tabellen A1 und A2 – Mittlere Vegetationshöhe inklusive Blühtriebe in cm,
 Einzelmesswerte 15. Juli und 17. August 2006

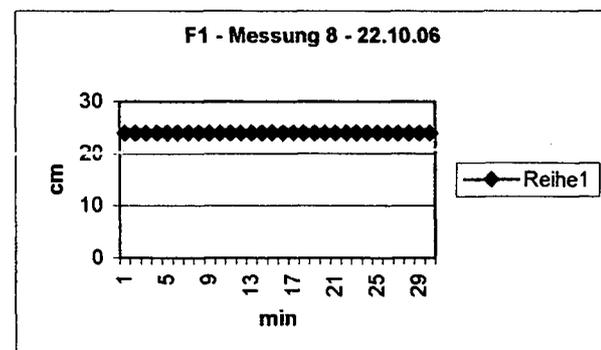
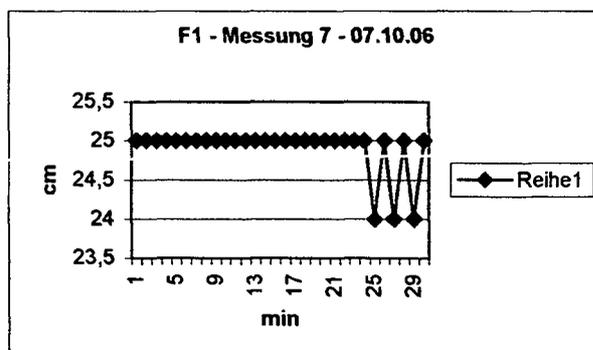
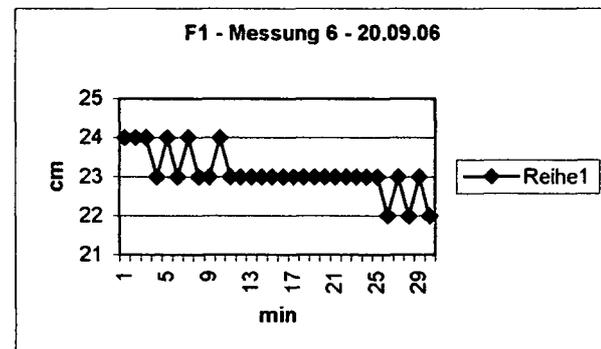
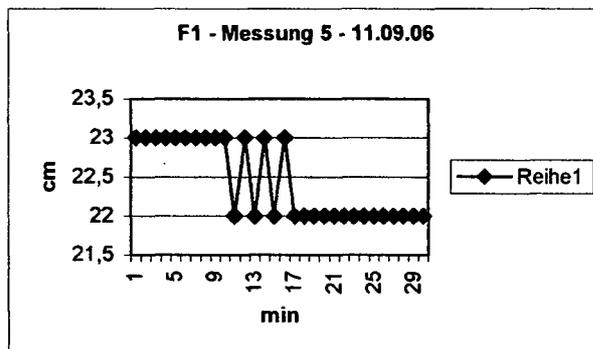
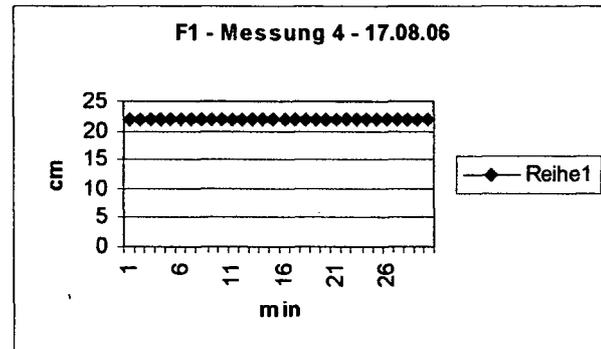
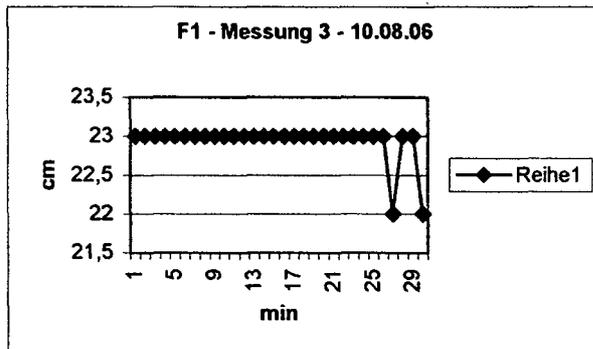
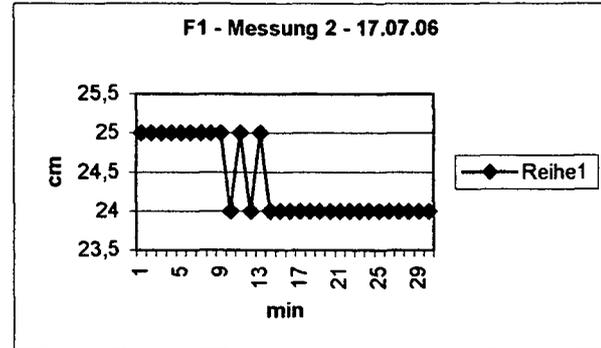
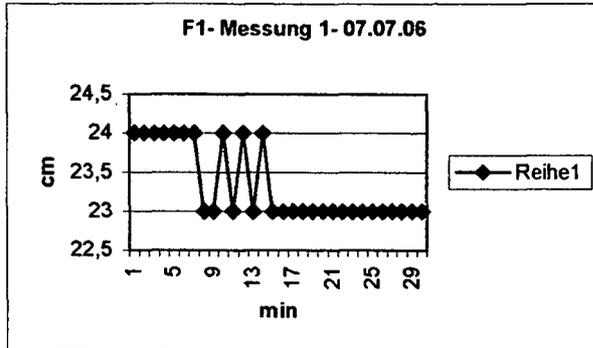
29.Sept. 2006	cm																					ξ
F1	80	64	70	78	98	100	103	18	62	34	36	63	101	73	54	19	12	54	42	57		61
F2 ng	52	70	37	19	59	23	18	15	59	38	33	22	17	30	28	61	18	24	16	37		34
F2g	16	18	14	16	25	16	16	19	10	19	20	21	16	17	21	11	9	18	17	21		17
F3 ng	55	40	21	20	20	25	40	26	21	18	65	55	22	31	17	15	24	29	28	17		29
F3g	22	27	13	12	17	13	12	20	18	8	19	12	19	16	11	15	15	13	11	19		16
F4 ng	220	200	144	56	20	22	140	188	129	25	181	164	17	25	144	29	168	11	149	167		110
F4 g	24	17	28	12	10	20	30	24	23	8	6	16	15	15	13	12	9	12	14	19		16
F5 ng	32	7	22	23	14	7	11	39	22	4	37	36	19	11	3	7	31	32	5	12		19
F5 g	8	5	7	7	4	11	10	4	6	5	13	7	10	8	7	6	12	4	5	6		7,3
F6	37	77	30	30	36	38	102	34	39	40	26	17	31	35	38	60	33	29	29	16		39
F7	61	31	32	17	28	27	35	33	41	26	24	31	33	16	31	35	19	32	20	30		30

22.Okt. 2006	cm																					ξ
F1	90	35	58	58	51	14	5	43	85	95	54	100	52	46	63	10	48	58	29	76		54
F2 ng	33	30	24	39	100	30	32	28	22	33	22	40	26	64	31	22	24	33	25	64		36
F2g	21	24	22	25	18	21	27	21	18	16	20	20	24	24	30	20	11	22	18	16		21
F3 ng	45	24	22	34	22	62	26	41	23	24	23	24	33	19	21	47	27	63	25	30		32
F3g	20	14	18	19	12	26	19	19	21	18	20	18	19	14	28	25	18	22	17	21		19
F4 ng	170	108	21	180	64	19	32	19	23	149	12	8	30	94	173	161	160	18	17	105		78
F4 g	19	26	14	13	11	24	19	21	13	11	15	28	14	13	27	9	13	14	12	12		16
F5 ng	21	6	45	7	40	38	17	30	5	7	27	21	6	19	19	23	21	32	18	14		21
F5 g	6	8	5	4	6	6	6	9	6	7	7	6	8	5	6	10	6	8	4	8		6,6
F6	13	10	26	14	6	12	4	19	14	17	31	15	15	14	17	3	9	10	14	9		14
F7	14	10	6	17	6	6	7	6	5	8	26	7	13	11	7	19	9	11	4	3		9,8

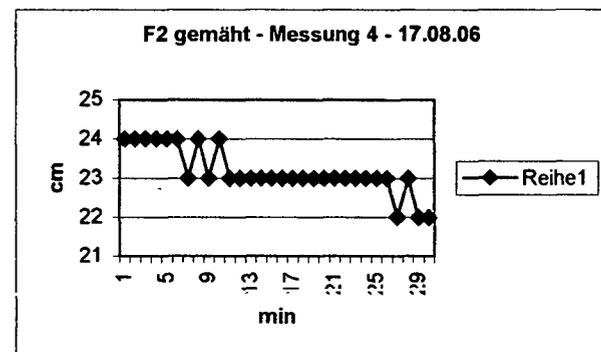
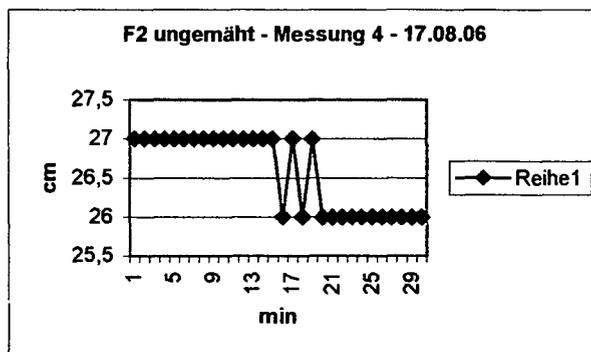
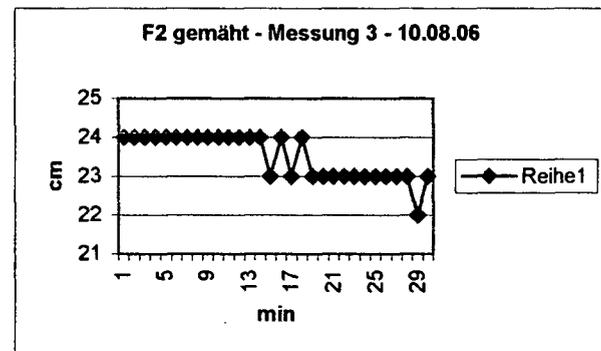
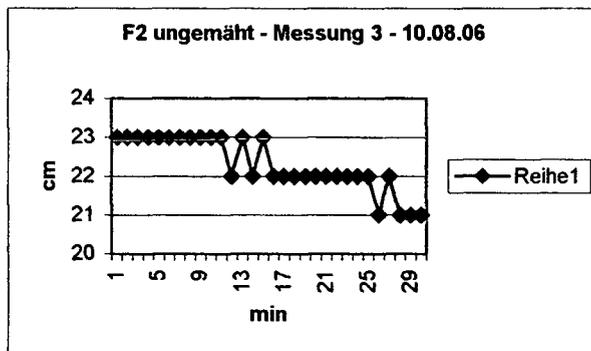
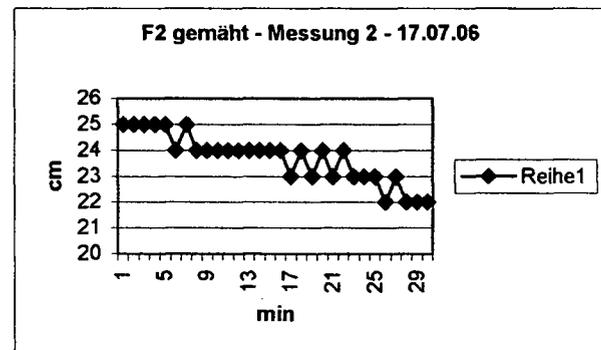
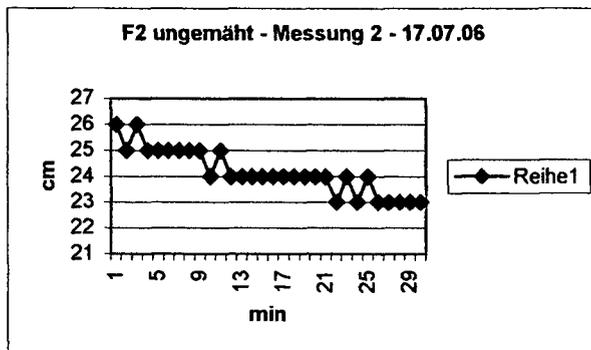
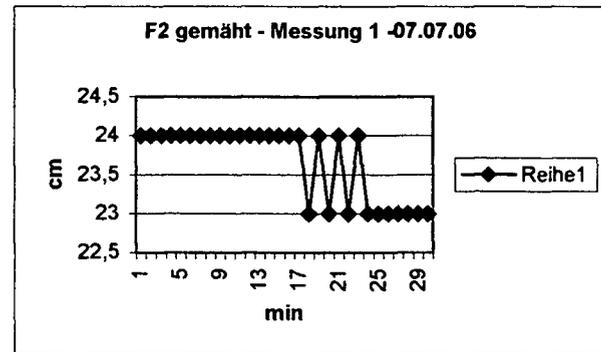
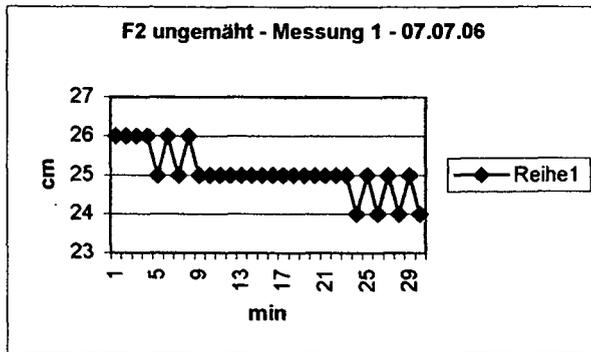
Tabellen A3 und A4 – Mittlere Vegetationshöhe inklusive Blühtriebe in cm,
Einzelmesswerte 29.September und 22. Oktober 2006

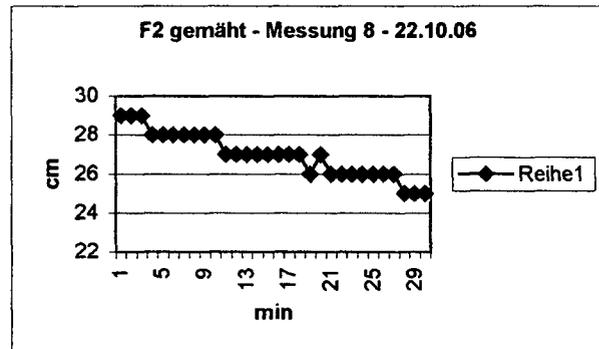
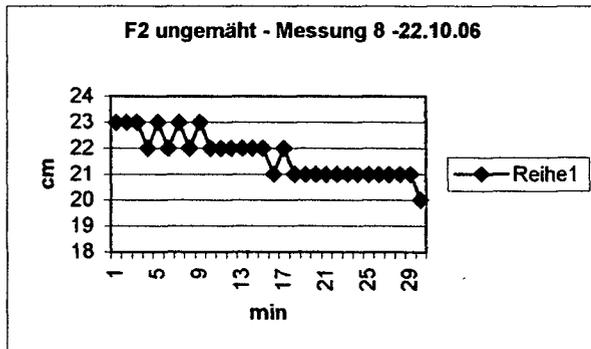
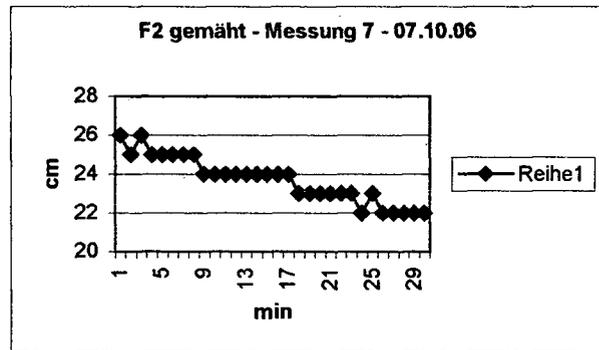
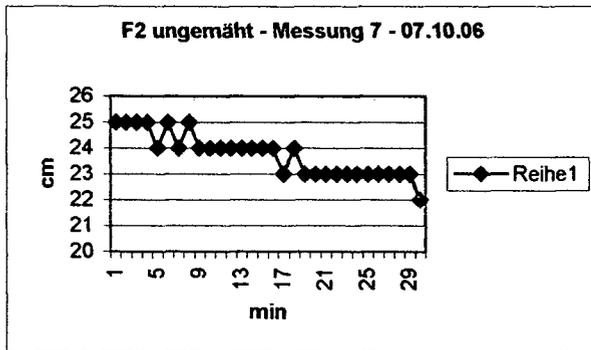
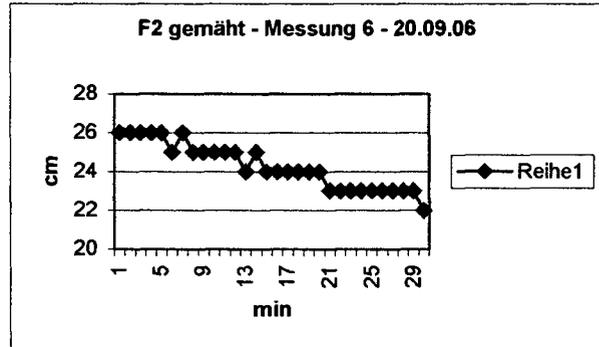
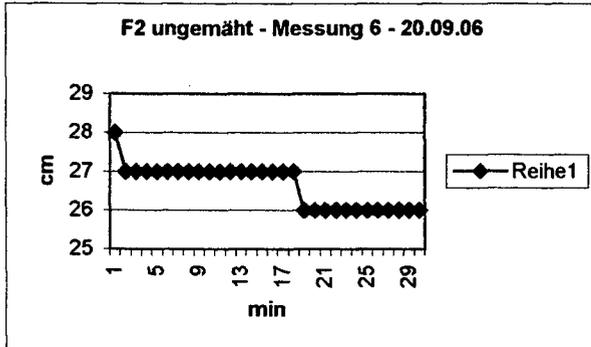
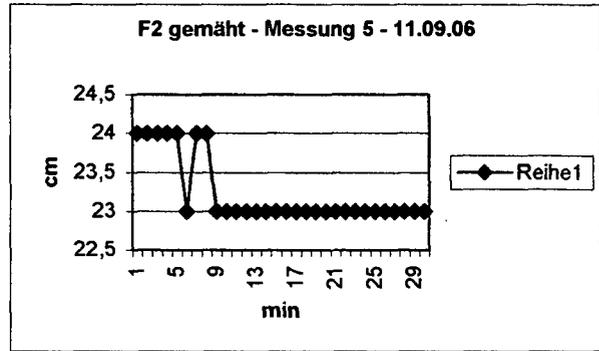
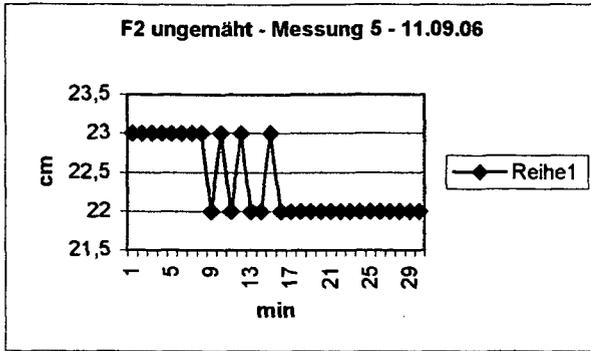
8.2 Rohdaten der Messungen mit der Druckpegelsonde auf den Versuchsflächen F1 bis F5

Fläche 1 - Pionierfläche

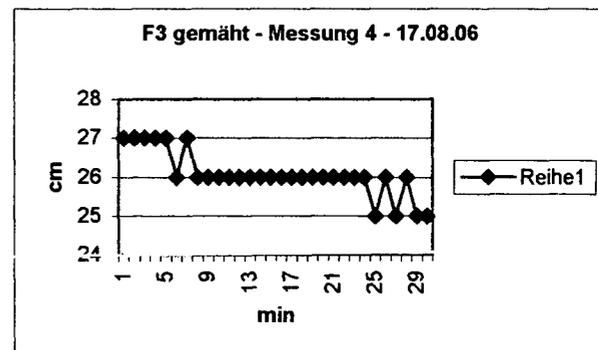
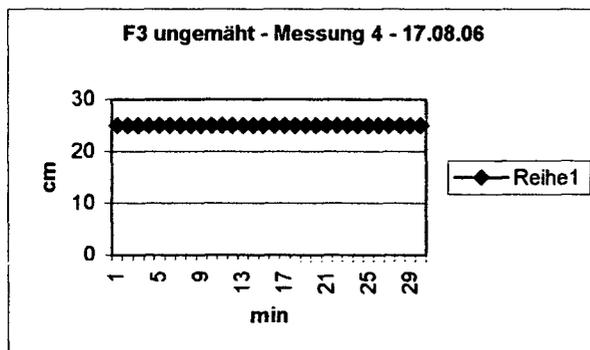
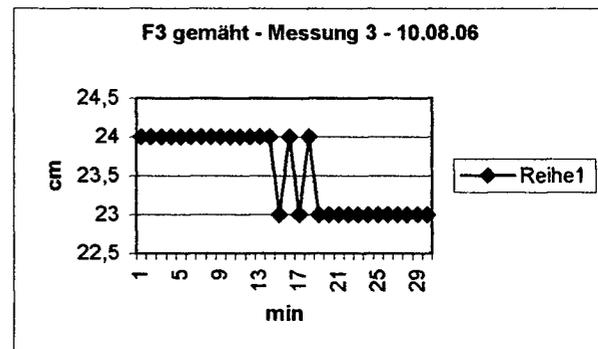
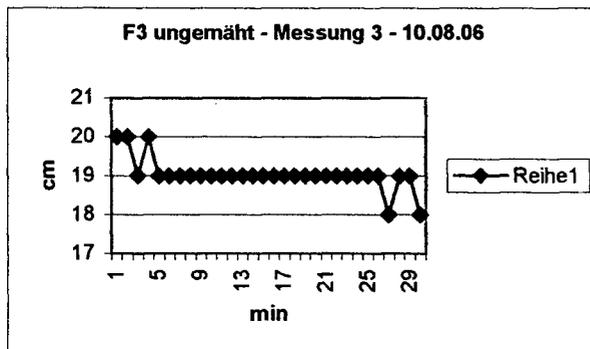
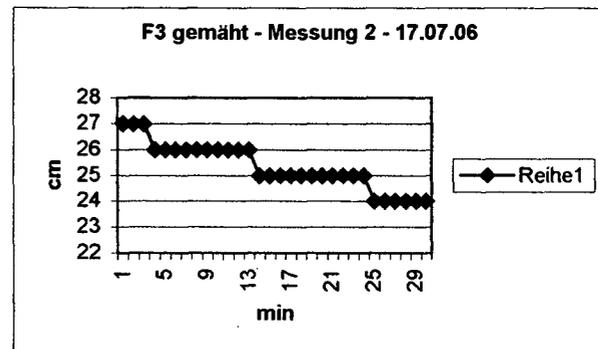
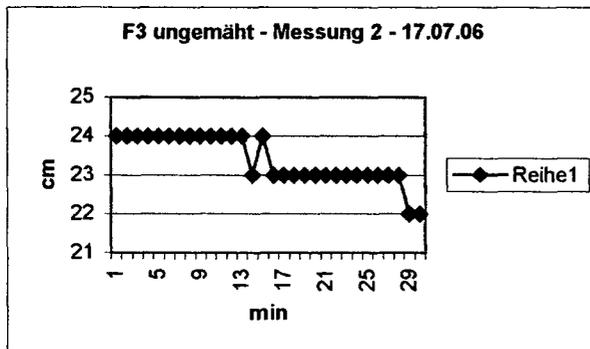
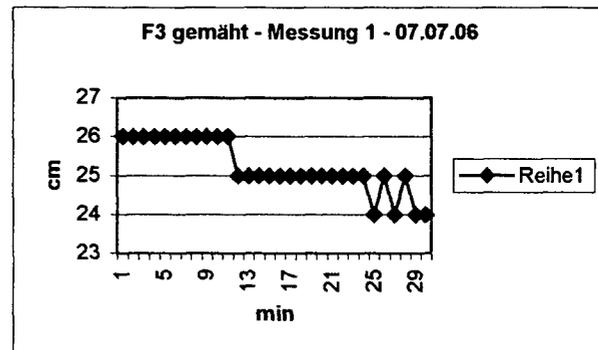
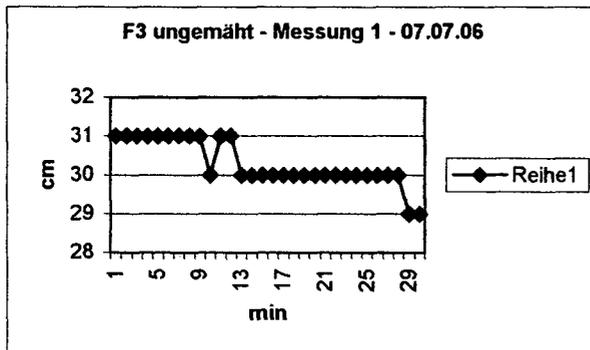


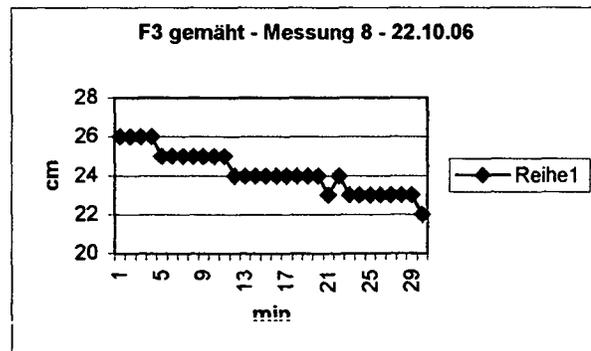
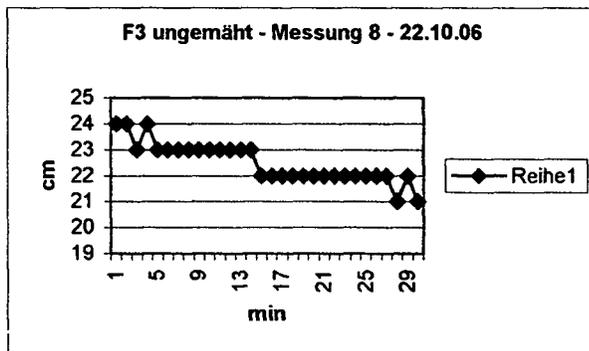
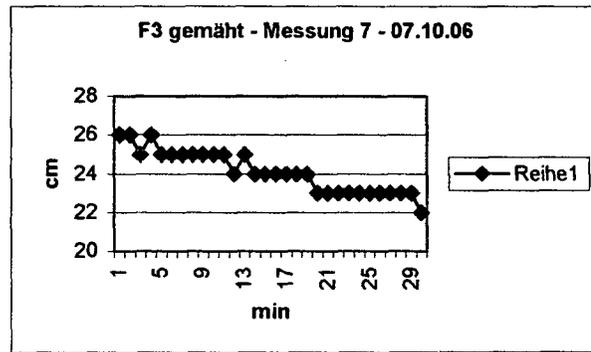
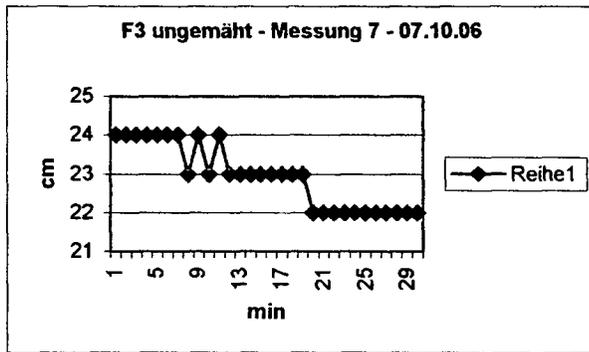
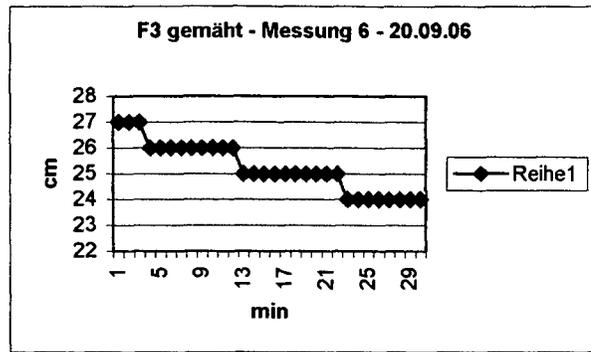
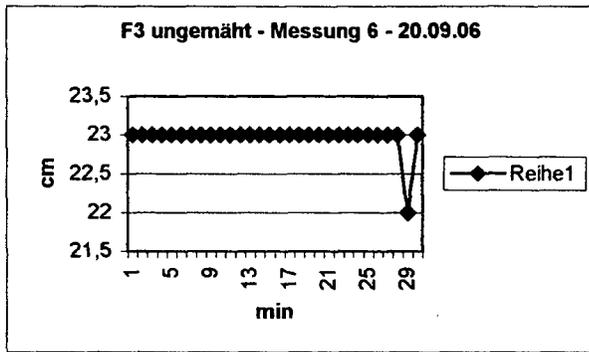
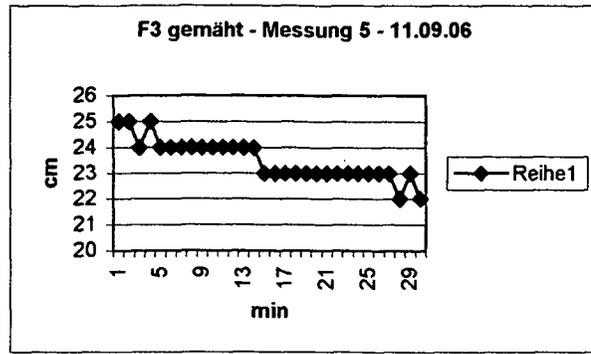
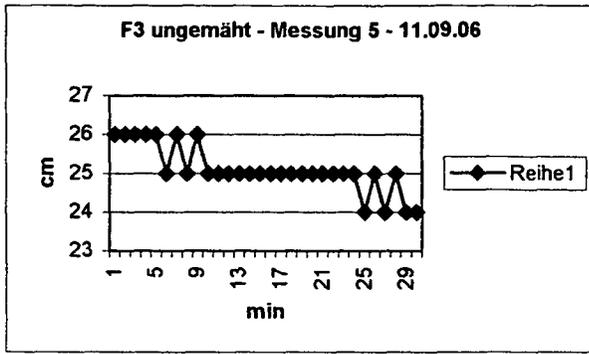
Fläche 2 – Gräser/Kräuter-Mischung ohne Kokosnetz (ungemäht und gemäht)



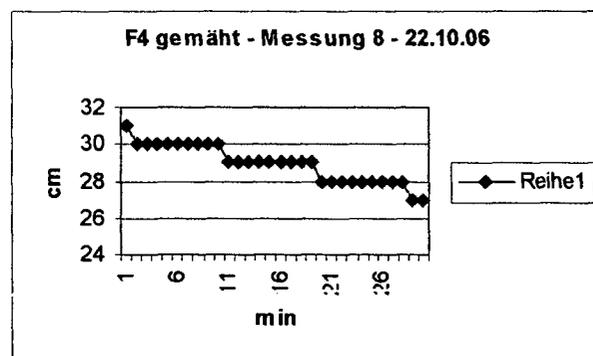
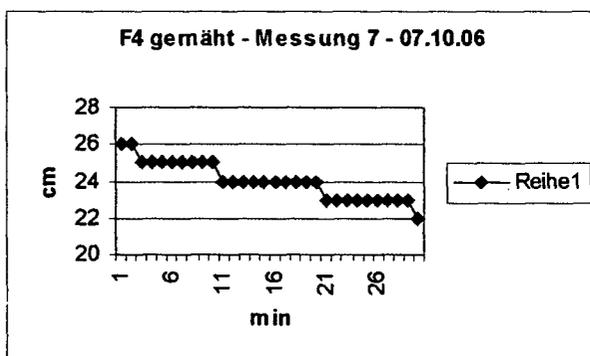
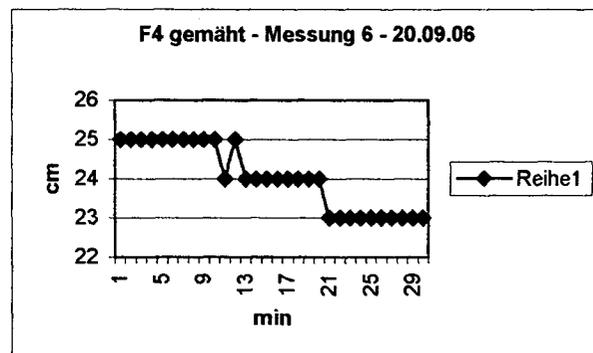
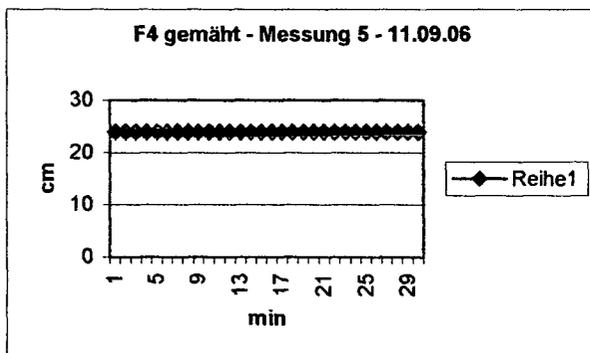
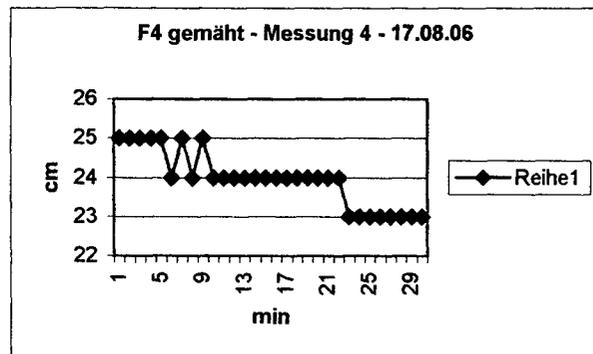
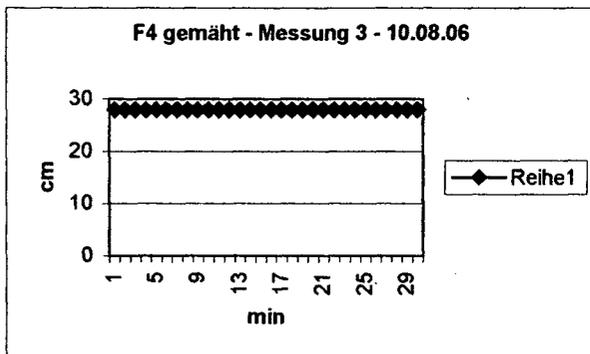
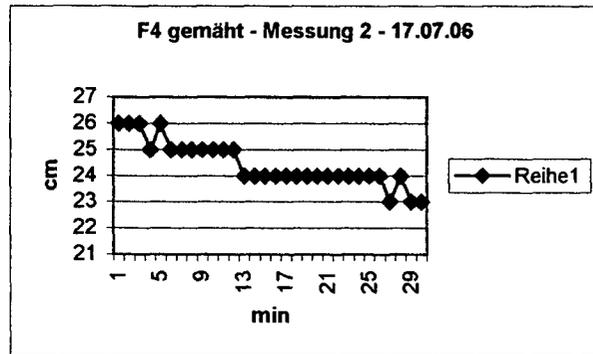
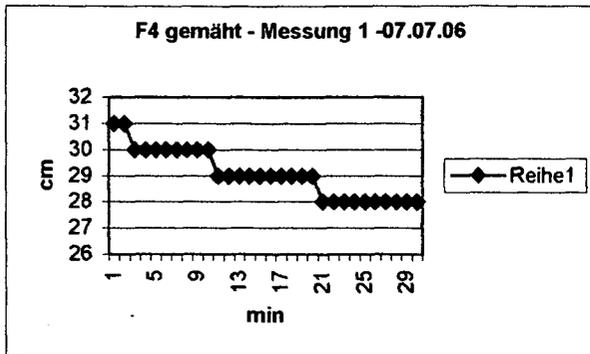


Fläche 3 – Gräser/Kräuter-Mischung mit Kokosnetz (ungemäht und gemäht)

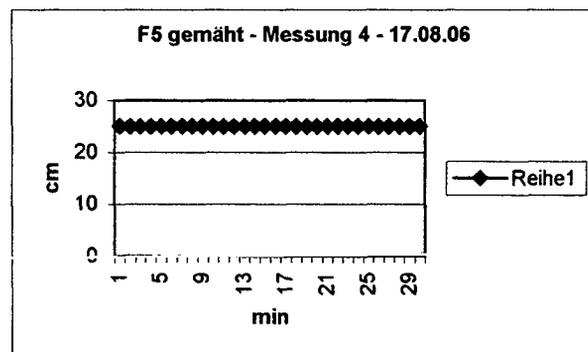
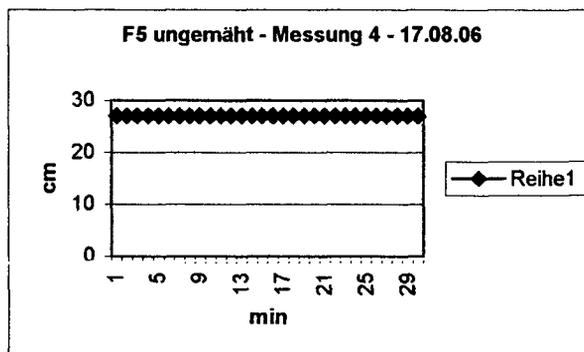
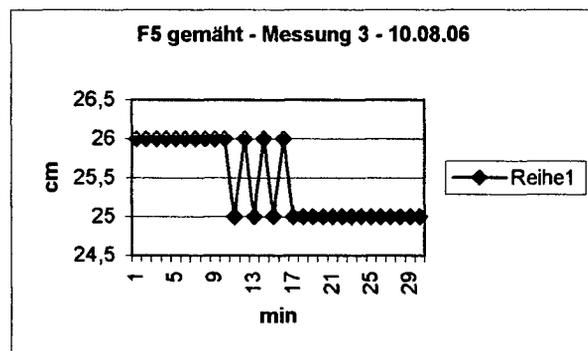
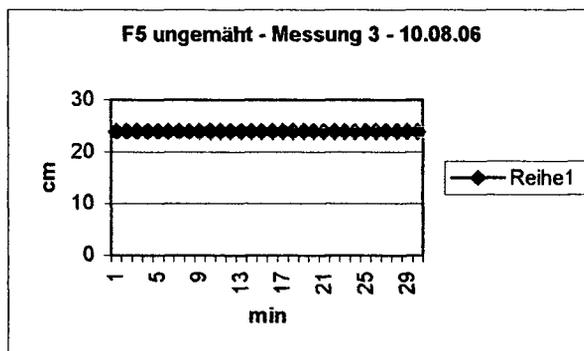
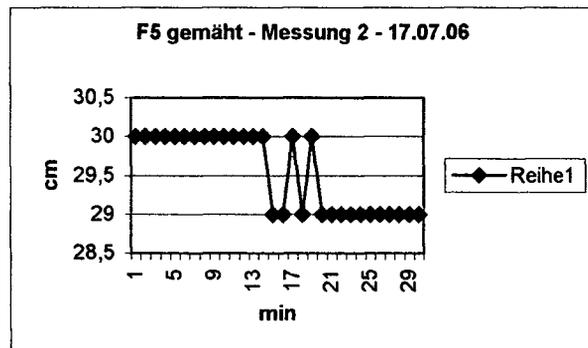
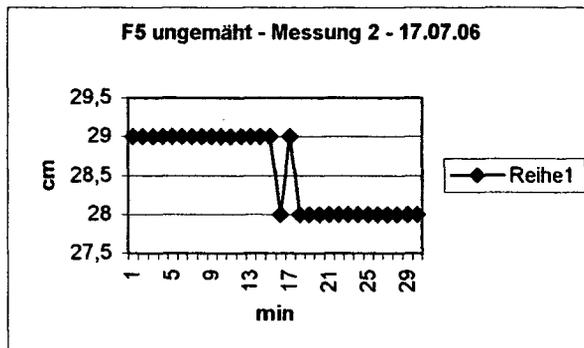
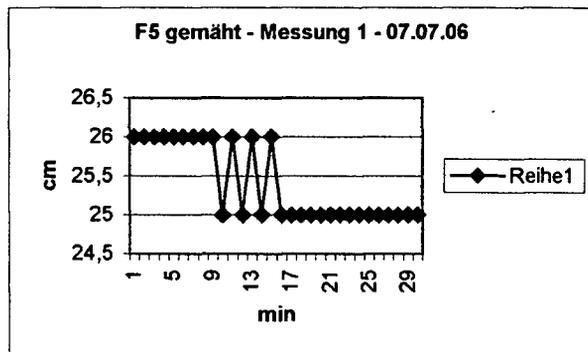
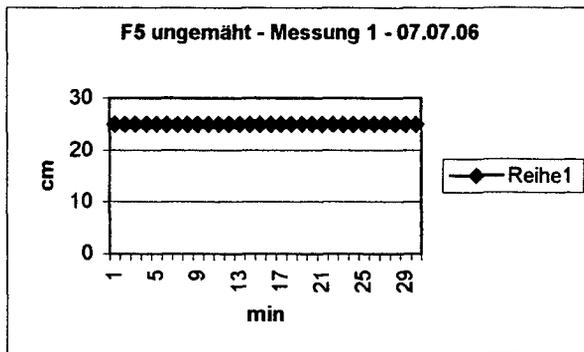


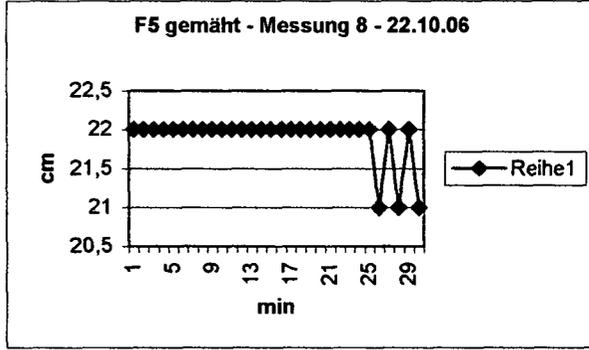
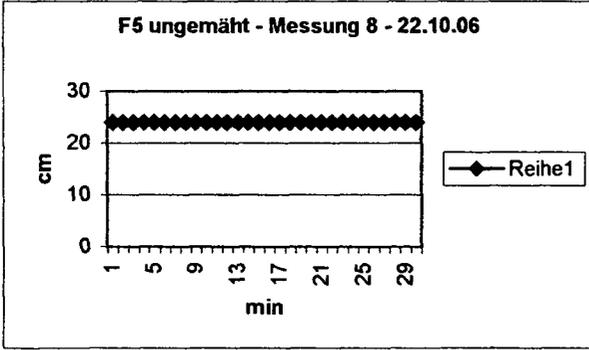
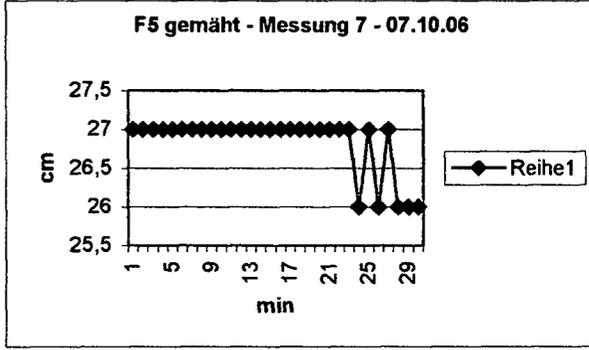
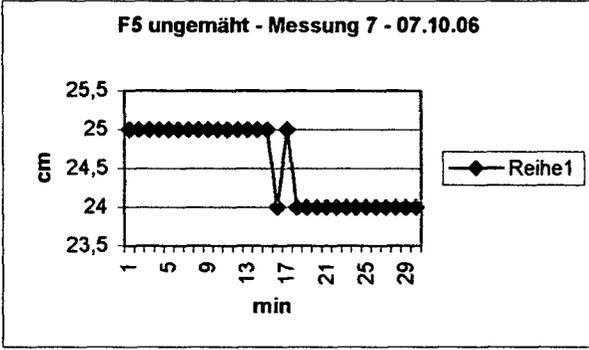
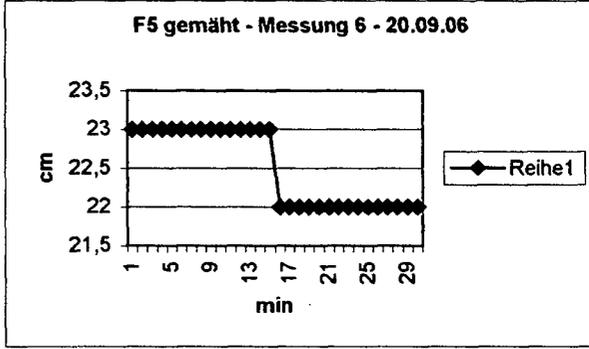
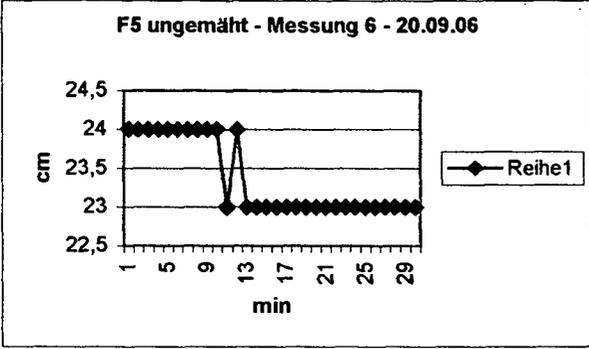
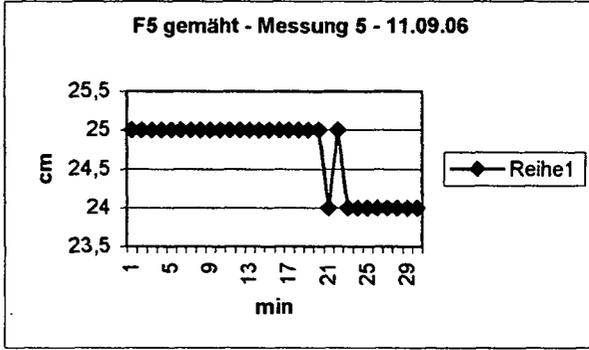
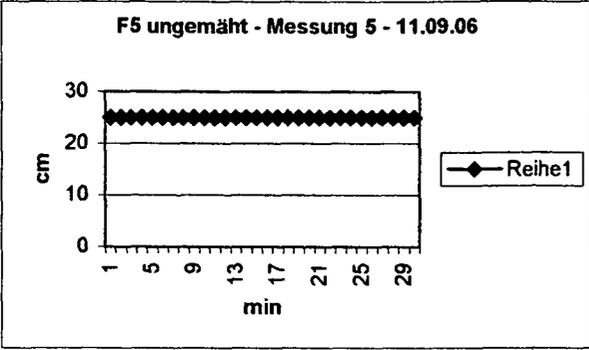


Fläche 4 – Klee/Kräuter - Mischung (gemäht)



Fläche 5 – Gräsermischung (ungemäht und gemäht)





8.3 Wasserdurchlässigkeit auf Fläche 4 Klee/Kräuter-Mischung (ungemäht)

Infiltrometer (Innenring) gemessen	min	Messung 2 17.07.2006 mm	Messung 4 17.08.2006 mm	Messung 6 20.09.2006 mm	Messung 8 22.10.2006* mm
Berechneter K _f – Wert	K _f = (m/s)				

Tab.A5: Messungen Infiltrometer (Innenring) und errechneter K_f – Wert,
F4 - Klee/Kräuter (ungemäht) – Messungen 2, 4, 6 und 8; Eigene Erhebung
* Messung 8 mit Doppelringinfiltrometere

9. Danksagung

Mit besonderem Dank

an

DI M.Fischer und DI G.Janisch

und

an DI Jakob Grohmann

die das Zustandekommen dieser Diplomarbeit durch ihre
Unterstützung ermöglicht haben

sowie

an meine Freundin Katharina Lapin

für Ihre Hilfe bei den Messungen

und für Ihre Geduld

während der Ausarbeitung dieser Diplomarbeit