

**BARBARA WITTMANN**

Beethovenstraße 32 a  
86368 Gersthofen

Büro Wittmann-Beethovenstr.32 a-86368-Gersthofen

Telefon 0821 / 2 99 44 01  
0171 / 47 8 47 02  
Telefax 0821 / 2 99 44 02  
e-mail: BueroWittmann@aol.com

Firma  
Weckler GmbH  
Am Heilbrunnen 144/4  
72766 Reutlingen

P-120701

13. August 2001

## Lavaunterbausubstrat als Pflanzsubstrat B

Eignungsprüfung  
gemäß TV-Veg-ABDS / ZTV-Vegtra-Mü  
und ZTVT-StB 95

**Bericht**

## 1. Anlaß

Von der Firma Weckler GmbH, vertreten durch Herrn Weckler, erhielt ich den Auftrag, eine Eignungsprüfung am unterbaufähigen Substrat B gemäß TV-Veg-ABDS / ZTV-Vegtra-Mü durchzuführen. Außerdem sollte das Material auf seine Eignung gemäß ZTVT-StB 95 überprüft werden. Für die Untersuchungen wurde von mir am 11. Juli 2001 eine Bodenprobe mit folgender Bezeichnung entnommen und zur weiteren Bearbeitung ins Labor gebracht:

Probe: Lavaunterbausubstrat, unterbaufähiges Substrat B

An dem Material sollten die geforderten Untersuchungen für unterbaufähiges Substrat (Sieblinie B) durchgeführt werden und die Erfüllung der Vorgaben aus oben genannten Vorschriften überprüft werden.

## 2. Untersuchungen

An dem Material der o.g. Probe wurden im Labor folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Bestimmung der Korngrößenverteilung
2. Bestimmung der organischen Substanz
3. Bestimmung des pH-Wertes
4. Bestimmung des Salzgehaltes
5. Bestimmung der Proctordichte
6. Bestimmung des Wasser- und Lufthaushaltes

### 2.1 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde nach Naßabtrennung der Feinteile nach DIN 18 123 bestimmt, die Ergebnisse sowie die graphische Darstellung als Sieblinie sind der Anlage 1 zu entnehmen. Das Ergebnis der Korngrößenverteilung wurde in das Sieblinienband für Bodensubstrate von Vegetationsschichten gemäß TV-Veg-ABD-S / ZTV-Vegtra-Mü (Anlage 2.1) eingezeichnet und zusätzlich in das Sieblinienband für Schottertragschichten 0/32 gemäß ZTVT-StB 95 (Anlage 2.2)

Gemische aus Schotter, Splitt und Sand müssen mehrere Anforderungen an die Korngrößenverteilung erfüllen um als Frostschuttschicht, auch für die oberen 20 cm der Frostschuttschicht, geeignet zu sein. In der nachfolgenden Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse den Vorgaben der ZTVT-StB 95 gegenüber gestellt. Die Untersuchungsergebnisse wurden aus den Ergebnissen der Korngrößenverteilung, Anlage 1, abgelesen.

Parameter	Vorgabe gem. ZTVT-StB 95	Untersuchungsergebnisse
Gew.-% < 0,063mm	< 5 Gew.-%	4,4 Gew.-%
Gew.-% > 2,0 mm	> 30 Gew.-% und < 85 Gew.-%	78,9 Gew.-%
Gew.-% > 22,0 mm	< 40 Gew.-%	20,3 Gew.-%

## 2.2 organische Substanz

Der organische Anteil wurde bestimmt durch Ermittlung des Glühverlustes bei 550°C nach DIN 18 035, Teil 4. Es wurde folgender Mittelwert festgestellt:

$$\text{org. Anteil } V = 0,2 \text{ \%}$$

Der organische Anteil von Pflanzsubstraten für unterbaufähige Vegetationsschichten soll nach TV-Veg-ABD-S weniger als 1,5 Massen-% betragen.

## 2.3 pH-Wert

Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte mittels Glaselektrode in einer 0,01 molaren  $\text{CaCl}_2$ -Aufschlämmung gemäß DIN 18 035, Teil 4. Die ermittelte Bodenreaktion beträgt

$$\text{pH-Wert} = 7,05$$

Der pH-Wert soll nach TV-Veg-ABD-S zwischen pH 5,5 und pH 8,0 liegen.

## 2.4 Salzgehalt

Von der Probe wurde gemäß VDLUFA im wässrigen Auszug die Leitfähigkeit bestimmt und der Salzgehalt als Kaliumchlorid berechnet. Das Ergebnis beträgt

$$134,83 \text{ mg}/100 \text{ g Substrat.}$$

Gemäß VDLUFA wird für kalkfreie Böden als pflanzenschädigender Grenzwert 200 mg Salz pro 100 g Boden angegeben. In Böden mit Kalkgehalt wird von Pflanzen oft bis zum doppelten Salzgehalt toleriert.

## 2.5 Proctordichte

Als Bezugswert für weitere Untersuchungen wurde die Proctordichte gemäß DIN 18 127 ermittelt. Die Darstellung der Ergebnisse als Proctorkurve ist der Anlage 3 zu entnehmen. Als Proctordichte und optimaler Wassergehalt wurden ermittelt:

$$\begin{aligned} \text{Proctordichte} \quad \rho_{\text{pr}} &= 2,041 \text{ g}/\text{cm}^3 \\ \text{opt. Wassergehalt} \quad w_{\text{pr}} &= 9,8 \text{ \%} \end{aligned}$$

Der Wassergehalt beim Einbau sollte geringer als  $w_{\text{pr}}$  sein und optimalerweise zwischen 6,9 und 8,9 % liegen.

Als Einbaudichte empfiehlt die TV-Veg-ABD-S einen Verdichtungsgrad von  $D_{\text{pr}} = 100 \text{ \%}$ , bezogen auf die Proctordichte.

## 2.6 Wasser- und Lufthaushalt

Die Bestimmung der Porenverteilung erfolgte mit der Überdruckmethode. Mit Hilfe von Vibration und Proctorhammer wurde ein Prüfkörper hergestellt mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 106 \%$ . Dieser Verdichtungsgrad ergibt sich aus Geländeversuchen, die nachfolgend noch beschrieben werden. Das Gesamtporenvolumen bei diesem Verdichtungsgrad beträgt, bezogen auf das Probenvolumen:

$$\text{Gesamtporenvolumen bei } D_{pr} = 106 \% = 24,7 \text{ Vol.-%}$$

Nach TV-Veg-ABD-S soll das Gesamtporenvolumen bei einem Verdichtungsgrad  $D_{pr} = 100 \% > 20 \text{ Vol.-%}$  betragen. Für das untersuchte Material ergibt sich folgendes Gesamtporenvolumen:

$$\text{Gesamtporenvolumen bei } D_{pr} = 100 \% = 27,7 \text{ Vol.-%}$$

Anschließend wurde die Probe mit Wasser aufgesättigt, mit Überdruck bei pF 1,8 (60 mbar) entwässert und der Luftgehalt bestimmt. Für den Luftgehalt wurde folgender Anteil bei pF 1,8 ermittelt:

$$11 \text{ Vol.-% am Gesamtvolumen der Probe}$$

Nach TV-Veg-ABD-S soll der Luftgehalt bei  $D_{pr} = 100 \%$  und pF 1,8  $> 10 \text{ Vol.-%}$  am Gesamtvolumen der Probe betragen. Das ermittelte Ergebnis entspricht einem Anteil am Gesamtporenvolumen von 44,5 %.

Anschließend wurde der Porenbereich von pF 1,8 bis pF 3,3 entwässert. Für diesen Anteil der Grob- und Mittelporen mit pflanzenverfügbarem Wasser wurde folgender Anteil ermittelt:

$$4,9 \text{ Vol.-% am Gesamtvolumen der Probe}$$

Das entspricht einem Anteil am Gesamtporenvolumen von 19,8 %. Das Wasserspeichervermögen bei pF 1,8 beträgt insgesamt 55,5 % am Gesamtporenvolumen.

Außerdem wurde an dem Probenkörper die Wasserdurchlässigkeit in Anlehnung an DIN 18 035, Teil 5, bestimmt. Folgendes Ergebnis wurde ermittelt:

$$0,011 \text{ cm/s}$$

Nach TV-Veg-ABD-S soll die Wasserdurchlässigkeit mindestens 0,001 cm/s betragen.

## 3. Geländeversuch

Mit dem Lavaunterbausubstrat wurde am 11. Juli ein Verdichtungsversuch im Gelände durchgeführt um zu ermitteln, wie weit das Substrat verdichtbar ist und welcher Tragwert  $Ev_2$  erreicht werden kann.

Zu diesem Zweck wurde das Substrat in zwei Lagen eingebaut und verdichtet. Die Witterungsbedingungen waren für einen Verdichtungsversuch nicht optimal. Durch starken Regen wurde das Material durchnässt und der optimale Wassergehalt für das Verdichten überschritten.

An dem verdichteten Material wurde der Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  ermittelt. Gemäß DIN 18 125, Teil 2 wurde mit Hilfe des Ballonersatzverfahrens die Trockendichte bestimmt und bezogen auf die Proctordichte der Verdichtungsgrad in Prozent berechnet.

$$\begin{aligned} \text{Trockendichte} & 2,178 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Verdichtungsgrad } D_{Pr} & : 106,8 \% \end{aligned}$$

Außerdem wurde der Tragwert nach DIN 18 134 mittels Plattendruckversuch gemessen. Die Einzelergebnisse der Messung sowie die Darstellung als Druck-Setzungslinien sind in Anlage 4 dargestellt. Folgender  $Ev_2$ -Wert wurde ermittelt:

$$\text{Tragwert } Ev_2 : 123,0 \text{ MN/m}^2$$

Die ZTVT-StB 95 fordert für Schottertragschichten, die direkt auf dem Planum aufgebaut werden und damit gleichzeitig die Funktion einer Frostschuttschicht erfüllen, einen Tragwert von  $Ev_2 \geq 120 \text{ MN/m}^2$  bei Bauklasse V und VI, gem. RStO 86, sowie  $Ev_2 \geq 150 \text{ MN/m}^2$  bei Bauklasse SV und I bis IV. Die nachfolgende Tabelle zitiert die RStO 86 (Tabelle 2 Seite 7), in der Bauklassen, Straßentypen zugeordnet werden.

<b>Straßentyp</b>	<b>Bauklasse</b>
Schnellverkehrsstraße	<b>SV, I</b>
Schnellverkehrsstraße Industriesammelstraße	<b>I, II</b>
Hauptverkehrsstraße Industriestraße Fußgängerzone mit schwerem Ladeverkehr	<b>II, III</b>
Sammelstraße Fußgängerzone mit Ladeverkehr	<b>IV</b>
Anliegerstraße Fußgängerzone	<b>V</b>
Anliegerstraße Befahrbarer Wohnweg	<b>VI</b>

Das Planum auf dem aufgebaut werden soll, muß einen Tragwert von mindestens  $Ev_2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erfüllen.

#### 4. Beurteilung

Die untersuchte Substratmischung ist als Pflanzsubstrat B (unterbaufähig) geeignet.

Die Körnungslinie des Substratgemisches liegt innerhalb des vorgegebenen Sieblinienbandes B für unterbaufähige Substrate der TV-Veg-ABD-S und im Sieblinienband für Schottertragschichten 0/32 gemäß ZTVT-StB 95.

Die Meßwerte an der Substratmischung für, den organische Anteil, den pH-Wert und den Salzgehalt entsprechen den Anforderungen der TV-Veg-ABD-S.

Die Versuche zum Wasser- und Lufthaushalt wurden bei einem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 106 \%$  durchgeführt. Die ermittelten Ergebnisse für das Gesamtporenvolumen und das Luftporenvolumen bei  $p_F 1,8$  erfüllen die Vorgaben der o.g. Vorschrift auch unter den verschärften Bedingungen. Das Luftvolumen und das Wasserspeichervermögen des Substrates sind auch bei hohem Verdichtungsgrad ausgegogen. Durch die stabilen Grobporen bei höheren Verdichtungsgraden ist das Material besonders geeignet zur Sanierung von Baumstandorten.

Am Probenkörper wurde des weiteren die Wasserdurchlässigkeit ermittelt, sie erfüllt mit  $0,011 \text{ cm/s}$  die Vorgaben der TV-Veg-ABD-S / ZTV-Vegtra-Mü. Die Durchlässigkeit erfüllt den Grenzwert von  $0,001 \text{ cm/s}$  auch bei einem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 106 \%$ .

Das Material ist außerdem geeignet als Schottertragschicht 0/32 gemäß ZTVT-StB 95. Das Material in der vorliegenden Zusammensetzung erfüllt die Anforderungen an eine Frostschuttschicht und kann auch für die oberen 20 cm der Frostschuttschicht verwendet werden. Bei den Anforderungen an die Qualität, gemäß TL Min-StB, der verwendeten mineralischen Ausgangsstoffen wird auf die Güteüberwachung der Materialien durch den jeweiligen Lieferanten verwiesen.

Im Geländeversuch wurde trotz der starken Regenfälle eine Tragwert von  $E_{v_2} = 123,0 \text{ MN/m}^2$  ermittelt. Das Verdichtungsverhältnis  $E_{v_2}/E_{v_1}$  konnte unter den herrschenden Bedingungen nicht erfüllt werden. Aufgrund der Ergebnisse, v.a. dem Verdichtungsgrad von  $D_{pr} = 106 \%$ , wird davon ausgegangen, dass bei Einbau mit geeignetem Gerät und unter besseren Wetterbedingungen auch Werte von  $E_{v_2} > 150 \text{ MN/m}^2$ , mit jeweils zugehörigem Verdichtungsverhältnis gemessen werden können. Das Material wird als geeignet beurteilt, auch für den Einbau als Tragschicht in Strassen der Bauklassen mit Schwerlastverkehr.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das empfohlene Substrat in der vorliegenden Zusammensetzung die gültigen Anforderungen der TV-Veg-ABD-S / ZTV-Vegtra-Mü erfüllt und als Schottertragschicht 0/32 für den Straßenbau geeignet ist.

Gersthofen, den 13. August 2001

Barbara Wittmann

Verteiler: Firma Weckler GmbH, Reutlingen

# Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:  
1

Projektnummer: 120701

Auftraggeber: Fa. Weckler  
Bezeichnung: Pflanzsubstrat

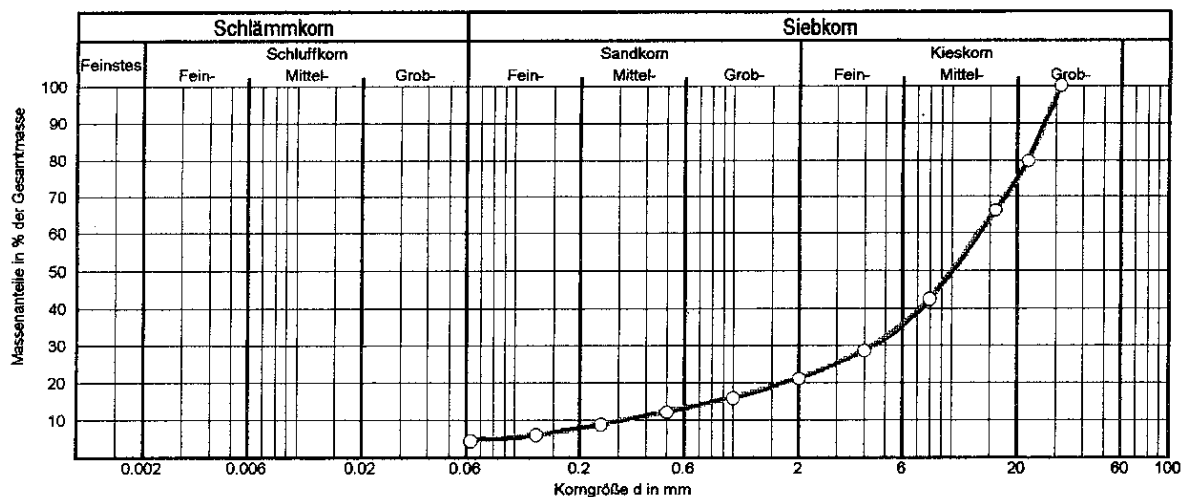
Lage: Substrat B  
Tiefe:  
Bodenart:  
Labornummer:  
ausgeführt am: 17.07.01  
durch: Wi

Art der Probe: Eimer  
Art der Entnahme: gestört  
Entnommen am: 11.07.01  
Entnommen durch: Wi  
Eingang am: 11.07.01

## Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	100.0
16.0 - 22.4	79.7
8.00 - 16.0	66.1
4.00 - 8.00	42.4
2.00 - 4.00	28.5
1.00 - 2.00	21.1
0.500 - 1.00	15.8
0.250 - 0.500	12.1
0.125 - 0.250	8.8
0.0630 - 0.125	6.0
< 0.0630	4.4

## Sedimentation:



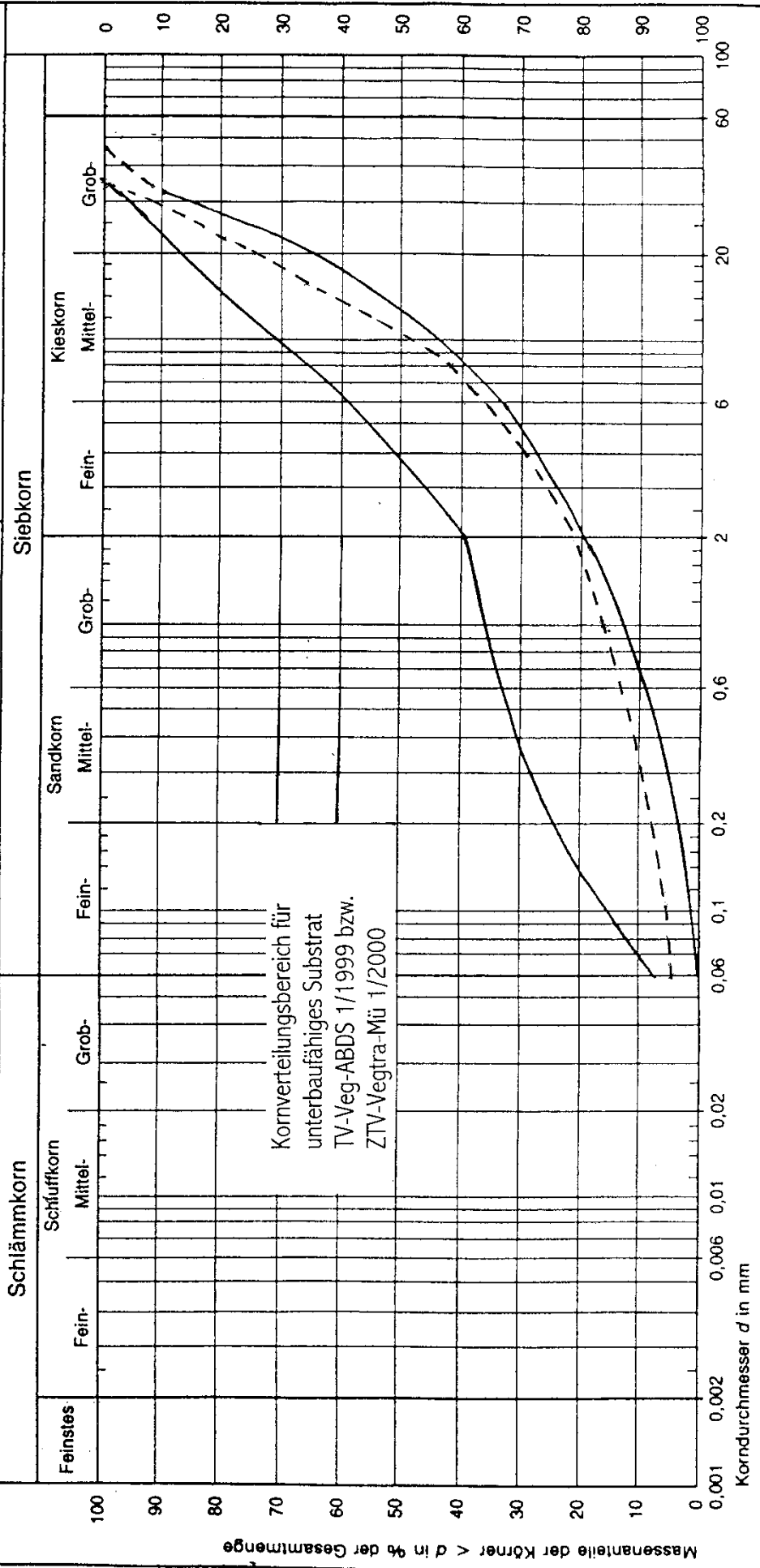
Wassergehalt  $w = 5.4 \%$   
Ungleichförmigkeitszahl  $U = 41.5$   
Krümmung  $C_c = 4.46$

$d_{10} = 0.33 \text{ mm}$   
 $d_{25} = 3.0 \text{ mm}$   
 $d_{50} = 4.4 \text{ mm}$   
 $d_{60} = 14 \text{ mm}$

Prüfungs-Nr.: 120701  
 Probe entnommen am: 11.07.01  
 Art der Entnahme:  
 Arbeitsweise:

**Körnungslinie B**  
 Bauvorhaben: Lavaunterbauschubstrat

Ausgeführt durch: Wj Datum: 17.07.01



Anlage: 2.1.  
 zu:

Barbara Wittmann  
 Beethovenstraße 32 a  
 86368 Gersthofen  
 Tel: 0821 / 2 99 44 01  
 Fax: 0821 / 2 99 44 02  
 e-mail: BuroWittmann@aol.com

Kurve Nr.: ---  
 Bodenart: Lavaunterbauschubstrat  
 Tiefe:  
 U =  $d_{90}/d_{10}$ :  
 Entnahmestelle/Ort:



# Körnungslinie

Bauvorhaben: Lavaunterbaustsubstrat

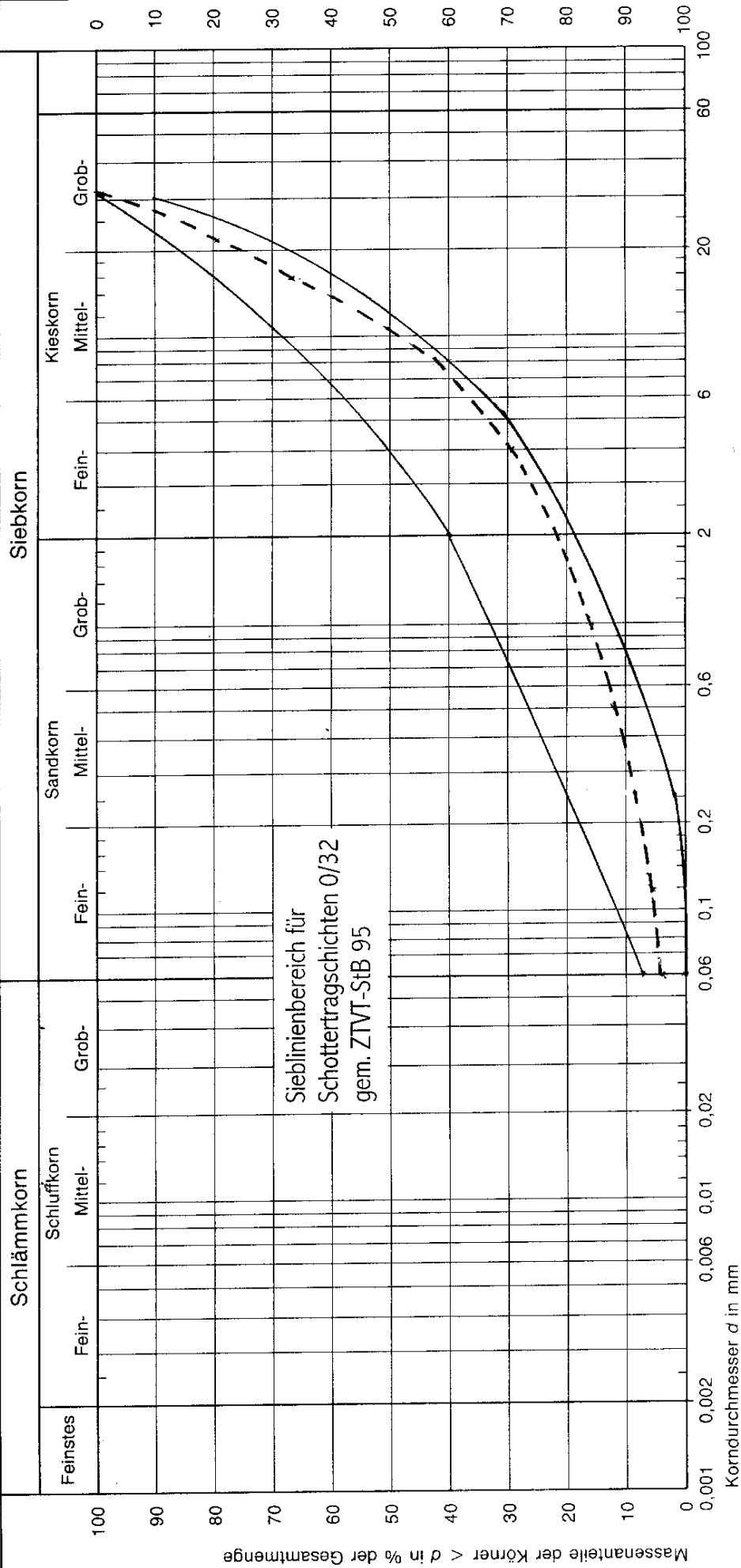
Prüfungs-Nr.: 120701

Probe entnommen am: 14.07.01

Art der Entnahme:

Arbeitsweise:

Ausgeführt durch: Wj Datum: 17.07.01



Anlage: **2.2**

zu:

Barbara Wittmann  
 Beethovenstraße 32 a  
 86368 Gersthofen  
 Tel: 0821 / 2 99 44 01  
 Fax: 0821 / 2 99 44 02  
 e-mail: BueroWittmann@aol.com

Kurve Nr.: ---

Bodenart: Lavaunterbaustsubstrat

Tiefe:

$U = d_{60}/d_{10}$ :

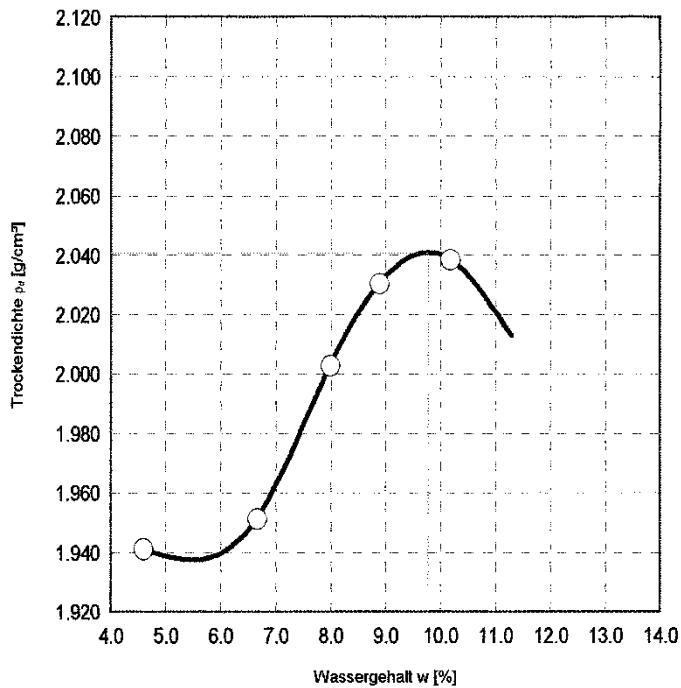
Entnahmestelle/Ort:

Projektnummer: 120701

Auftraggeber: Fa. Weckler  
Bezeichnung: Pflanzsubstrat

Lage: Substrat B  
Tiefe:  
Bodenart: Lavaunterbausubstrat  
Labornummer:  
ausgeführt am: 18.07.01  
durch: Wi

Art der Probe: Eimer  
Art der Entnahme: gestört  
Entnommen am: 11.07.01  
Entnommen durch: Wi  
Eingang am: 11.07.01



## Ergebnisse:

Proctordichte = 2.041 g/cm³  
opt. Wassergehalt = 9.8 %

Projektnummer: 120701

Auftraggeber: Fa. Weckler  
Bezeichnung: Pflanzsubstrat

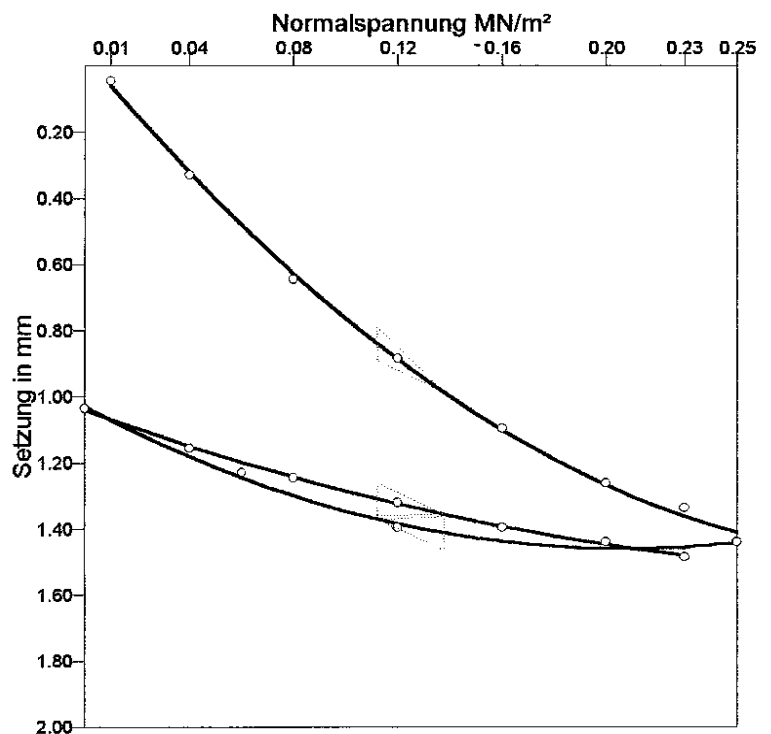
Lage: Substrat B  
Höhe:  
Meßstelle angegeben durch:  
Bodenart: Lavaunterba substrat  
Witterung: Regen  
Labornummer:

Versuch Nr.: 0  
ausgeführt am: 11.07.01  
durch: Wi  
Plattendurchmesser: 300 mm  
Plattenunterlage: Sand

### Meßwerte:

Normalspannung $\sigma_0$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Setzung s [mm]
0.01	0.05
0.04	0.33
0.08	0.65
0.12	0.89
0.16	1.09
0.20	1.26
0.23	1.33
0.25	1.44
0.12	1.40
0.06	1.23
0.00	1.03
0.04	1.16
0.08	1.25
0.12	1.32
0.16	1.40
0.20	1.44
0.23	1.49

### Setzungsdiagramm:



### Kurvenparameter:

	Erstbelastung	Zweitbelastung
$\sigma_{max}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	0.25	0.25
$a_1$ [mm/(MN/m <sup>2</sup> )]	9.393	2.875
$a_2$ [mm/(MN <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> )]	-14.470	-4.182

### Meßergebnis:

	Istwerte	Sollwerte
$E_{v1}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	39.0	
$E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	123.0	$\geq 120.0$
$E_{v2}/E_{v1}$	3.16	$\leq 2.2$