Herstellung von Baumsubstraten und Praxiserfahrungen

Johannes Prügl
Ingenieurbüro für Böden und Substrate, Münchner Gehölzinstitut e.V.
Moosburger Str. 5, 84072 Au i.d. Hallertau Tel.: 08752-9119 Fax: 08752-9118

Substrat-Arten und -Mengen:

- Seit mehreren Jahren setzen sich in den Ausschreibungen und bei den Bestellungen im südbayerischen Raum als nicht-tragfähige Baumsubstrate die Substrate nach TV-Veg-ABDS und/oder TV-Vegtra-Mü (Sieblinie A) durch, b.z.w. Produkte, die nach diesen Richtlinien hergestellt werden (z.B. Baumgrubensubstrat Fa. GLÜCK, Straßenbaumsubstrat SÜDERDE 31B). Die benötigten Mengen pro Bauvorhaben bewegen sich zwischen 20 cbm und 20.000 cbm, im Durchschnitt ca. 500 cbm.
- Für sehr kleine oder sehr bedeutende Baumstandorte werden hin und wieder Intensivsubstrate ausgeschrieben (z.B. Vulkaperl, SÜDERDE 11I, Baumsubstrat OPTIMA). Dies betrifft meist nur Einzelbäume mit 10 – 30 cbm Substrat.
- Tragfähige (unterbaufähige) Baumsubstrate werden in Südbayern vereinzelt seit ca. 5 Jahren eingesetzt. Dabei wird unterschieden zwischen Substraten, mit denen
  a) Tragfähigkeit bis 120 MN/qm erreicht werden können(z.B. Lavaunterbausubstrat Fa. WECKLER baugleich mit Straßenbaumsubstrat SÜDERDE 32B) und Substraten mit
  b) Tragfähigkeit bis 100 MN/qm (TV-Vegtra Sieblinie B, Baumsubstrat SÜDERDE 34B, Baumsubstrat Stadt Osnabrück nach SCHRÖDER). Nach Entwicklung der Sieblinie B in der TV-Veg-ABDS (und jetzt auch in der TV-Vegtra-Mü) kommen Mengen bis 5000 cbm pro BV zum Einsatz. Durchschnittlich werden momentan ca. 100 – 200 cbm pro Baustelle benötigt.
- Eine neue Variante wird zur Zeit beim Baureferat Tiefbau und beim Baureferat Gartenbau der LHM getestet. Dabei wird der durchwurzelbare Raum erweitert, indem der Raum unter an Baumgräben angrenzende Parkbuchten mit Baumsubstrat Sieblinie A statt mit Kies befüllt wird. Diese Substrat wird nur bis –50 cm unter GOK aufgefüllt und als Planum auf 45 MN/qm Tragfähigkeit verdichtet.. Darauf wird dann der im Straßenbau übliche Oberbau aufgebracht. Daß dies bei trockenem Substrat technisch gut machbar ist, bestätigen eigene Praxistest. Es wird jedoch bezweifelt, daß das Sieblinie-A-Substrat bei dieser Verdichtung noch die geforderten Porenvolumina enthält. Meines Erachtens wird die Lösung in einem Substrat liegen, das irgendwo zwischen den Sieblinien A und B liegt (evtl. ähnlich dem Baumsubstrat nach LIESECKE, und HEIDGER, Uni Hannover).

Ausschreibungen:

Die Qualität der Ausschreibungen und LV-Texte wird bei Anwendung der TV-Veg / TV-Vegtra deutlich besser; die Ausschreibungen sind eindeutiger. Immer noch werden jedoch z.B. tragfähige Substrate mit nicht-tragfähiger Sieblinie A statt B ausgeschrieben.
Abgenommen haben auch die eigenkreierten Substratmischungen einiger Planer, die bei den Herstellern und Ausführenden oft zu großen Irritationen führen, wenn Eigenschaften gefordert werden, die mit den angegebenen Mischungen unmöglich erreicht werden können. Auf vorgegebene Mischungsrezepturen sollte daher zugunsten von vorgegebenen Qualitätsmerkmalen ganz verzichtet werden. Dies gilt vor allem, wenn es sich um Mischungen mit Bodenanteilen handelt. Eine Qualitätskontrolle ist dabei nämlich kaum möglich.

Öffentliche Planer schreiben die Lieferung/Herstellung und den Einbau der Substrate fast immer zusammen in einer Position aus. Dadurch kommt es nicht selten zu Aufmaß-, Abrechnungs- und Gewährleistungsproblemen zwischen den Substratherstellern und den ausführenden Baufirmen. Freie Architekten vermeiden dies in der Regel durch die Aufteilung in verschiedene Positionen. Sie haben dadurch einen besseren Zugriff auf die Herstellung/Lieferung des Substrates, aber auch einen höheren Aufwand.

Ort der Herstellung:

Viele Baumsubstrate werden direkt an oder in der Nähe der Baustelle hergestellt (*ONSITE* – Herstellung, “mixed-in-place-Verfahren”). Dies ist oft die sinnvollere und kostengünstigere Lösung. Machbar ist eine *ONSITE*- Herstellung immer, wenn bauseits genügend geeignete Gerüstbaustoffe, (v.a. Oberboden, Unterboden, Rotlage, Kies, Sand) vorhanden sind, wenn ein geeigneter Mischplatz auf der Baustelle vorhanden oder herstellbar ist (mind. 30 x 20 m Mischfläche zuzügl. Materiallagerflächen; auch bei feuchter Witterung ausreichend befahrbar für 40-to-Geräte) und wenn mehr als ca. 150 cbm Substrat benötigt werden.
In der Preiskalkulation muß das Herrichten und Rückbauen des Mischplatzes sowie die Abfuhr und Entsorgung des Siebüberlaufes (ca. 5-15% der Substratmenge) berücksichtigt werden. Siebüberlauf fällt fast immer an, da die geforderten Körnungen in der Regel 0/32 mm betragen.

Sollten diese Voraussetzung nicht gegeben sein, ist die Lieferung der fertigen Baumsubstrate von Erdenwerken / Mischplätzen an die Baustelle oft sinnvoller und kostengünstiger als eine onsite – Herstellung (“mixed-in-plant-Verfahren”).

Keine guten Erfahrungen machten wir mit Baumaßnahmen, wo innerstädtisch Baumgruben ausgehoben wurden, das Aushubmaterial an einen nahegelegenen Mischplatz transportiert wurde, dort sofort zu Baumsubstrat verarbeitet werden sollte, um sofort wieder eingebaut zu werden. Abgesehen von der äußerst komplizierten Logistik ist es fast unmöglich, mit vielen Kleinmengen am Schluß ein über die ganze Baustelle einheitliches Substrat herzustellen. Solche Baumaßnahmen müssen von einem externen Mischplatz mit einheitlichem Material beliefert werden.

Gerüstbaustoffe für Sieblinie-A-Substrate:

Die optimalen Gerüstbaustoffe für TV-Vegtra-A-Baumsubstrate sind **steinige Oberböden oder Unterböden** (sog. "Rotlage"). Diese Stoffe können im Großraum München in der Regel ca. 60 – 85 % der Substratbestandteile stellen. Dieser mögliche Oberbodenanteil mußte manchmal nur aufgrund seines hohen Anteils an organischer Substanz auf unter 50% gedrückt werden. Fast durchweg Probleme bereiten die hohen pH-Werte der hiesigen Kalkböden (bis 7,9 gemessen). Ein natürlich entstandener zu hoher pH-Wert konnte bisher den Einsatz eines Oberbodens oder einer Rotlage nicht beschränken; es war dann jedoch über die Art der Zuschlagstoffe und sonstigen Gerüstbaustoffe darauf zu achten, daß er wieder niedriger wurde.

Stichprobenartige Untersuchungen von Böden auf Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe, die an der Bodenbörse München-West durchgeführt wurden, ergaben bisher in keinem Fall irgendwelche Kontaminationswerte über LAGA Z0.

Ohne Zusatz von **Sand** als Gerüstbaustoff konnte bisher von uns noch kein TV-Veg-Substrat hergestellt werden. Die Zugaben bewegten sich zwischen 10 und 35 %. Einsetzbar sind meist nur Natursande 0/2 mm bis 0/4 mm mit geringem Schlämmkorn- und Kalkgehalt. Gebrochene Sande können das Substrat verhärten, so daß die Wasserduchlässigkeit und der Verdichtungsgrad nicht mehr stimmen. Sande mit zuviel freiem Kalkgehalt führen zu überhöhten pH-Werten. Optimal geeignet ist der Manchinger Donausand 0/4mm, der hier in den Sandspielplätzen verwendet wird. Andere gute Sande tauchen vereinzelt im tertiären Hügelland zwischen Schotterebene und Donautal auf. Als weitgehend ungeeignet erwiesen sich die in München beim U-Bahn-Bau zutage tretenden tertiären Sandschichten. Dieser Sand hat eine stark plattige Kornform und führt im Substrat zu übermäßigen Verdichtungen; meist ist auch der Schlämmkorn-Gehalt viel zu hoch (über 30% gemessen).

Fehlende **Kiesanteile** werden durch ortsüblichen schlämmkornarmen Kies 0/32 ergänzt. Gebrochenes Material ist nicht nötig.

Zuschlagstoffe für Sieblinie-A-Substrate:

Zur Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit wird bisweilen **Perlit** eingesetzt. Zwar ist die geforderte Wasserspeicherfähigkeit von 20 % bei optimaler Korngrößenverteilung auch ohne Zuschlagstoffe erreichbar, aber für manche Einsätze werden doch höhere Werte gewünscht. Bei der Substratherstellung konnte durch Zumischen von Perlit feuchter Boden deutlich besser verarbeitet werden.

Auch **organische Polymere** (Wassergele wie z.B. STOCKOSORB) fanden schon Verwendung und zeigten optisch auch Wirkungen. Aufgrund der hohen Preise und der zeitlich begrenzten Wirkung wird dies aber momentan von keinem AG verlangt und bezahlt.

Die Zugabe von **Kompost** ist nur in Ausnahmefällen (Verwendung von organik-freiem Unterboden) und auch nur in geringem Maß nötig. Die Frage, ob ohne Organik im Boden die für das Baumwurzelwachstum nötigen Mykorrhiza – Pilze entstehen können, muß extra diskutiert werden. Aus Praktikerkreisen ist uns bekannt, daß entgegen den Regeln der TV-Vegtra bei der Baumpflanzung Kompost in das Pflanzloch zugegeben wird. Diese Kompostgabe soll als Startdüngung wirken und den Bäumen ein optisch sichtbares besseres Anwachsen ermöglichen. Auch dies muß m.E. noch diskutiert werden.

Dünger wird bei der Substratherstellung grundsätzlich nicht zugegeben, da eine bedarfsgerechte Düngung bei der Baumpflanzung weitaus wirkungsvoller ist. Außerdem kann zwischen Substrateinbau und Baumpflanzung über ein Jahr vergehen, so daß fast jeder Dünger ausgewaschen wird.

Gerüstbaustoffe für Sieblinie-B-Substrate:

Der Hauptanteil dieser Substrate besteht aus nahezu schlämmkornfreiem F**rostschutzkies** oder Betonkies 0/32 mm, der die in der ZTVT StB geforderte Körnungslinie einhält.

Sollte statt der bisher geforderten Tragfähigkeit des Substrates im verdichteten Zustand von100 MN/qm ein Wert von 120 MN/qm gewünscht werden, so kann dies ohne Verringerung des Porenvolumens durch Zugabe von **Splitt** 2/5 erreicht werden; dies ergaben eigene Praxisversuche.

Zur Verbesserung der Wasserspeicherfähigkeit wird gerne schlämmkorn- und kalkfreier **Feinsand** zugemischt, jedoch nur im Rahmen der vorgegebenen Sieblinie.

Als Wasserspeicher hat sich auch **Ziegelsand** 0/5 oder 0/8 mm bewährt. Hier kann Recyclingziegel verwendet werden; er sollte aber gewaschen sein, da eventuelle Mörtelreste den ohnehin zu hohen pH-Wert des Kieses über alle Toleranzgrenzen hinweg anheben. Guter Ziegelsand muß einen pH-Wert unter 8,0 aufweisen.

Zuschlagstoffe für Sieblinie-B-Substrate

Der Zuschlag von **Perlit** als Wasserspeicher ist sehr beliebt, da dieses Material aufgrund seines geringen Gewichtes die vorgegebene Sieblinie kaum beeinflußt. Außerdem wird die geforderte Wasserspeicherfähigkeit von >10 Vol.-% mit den beschränkten Ziegel- und Feinsand-Zugaben kaum zu erreichen sein.

Auch auf eine leichte **Kompost**gabe wird im Rahmen der Vorgaben gerne zurückgegriffen. Wir erwarten uns dadurch einen etwas besseren Start des Wurzelwachstums.

Für den **Dünger** gelten die Aussagen wie vor.

Misch – Techniken:

In der TV-Vegtra wird eine Herstellung mittels **Zwangsmischer** gefordert. Laut Definition hat ein Zwangsmischer eine feststehende Trommel mit einem angetriebenen Rührwerk. In der Erdaufbereitung sind solche Geräte nicht im Einsatz, trotzdem haben wir bisher immer sehr gute Mischergebnisse erzielt. Am häufigsten sind als Mischgeräte **Freifall – Trommelmischer** im Gebrauch.. Diese haben den Vorteil, daß sie als Trommelsiebmaschinen auch gleichzeitig die geforderte Korngröße einstellen können. Auch mit **Überfahr - Mietenumsetzern** oder mit schweren **Kompoststreuern** werden heute Substrate gemischt. Dringend abgeraten werden muß von einer reinen Mischung ausschließlich mit der **Radlader-Schaufel**. Nur ausgezeichnete Maschinenführer, die die Technik des "Über-Kopf-auf-Kegel-Mischens" richtig beherrschen und diesen Vorgang mindestens 4mal pro Mischung wiederholen, können hier gute Misch – Ergebnisse erzielen.

Qualitätseigenschaften:

Körnungslinie:

Die vorgegebenen Bandbreiten der Sieblinienbänder A und B sind groß genug, um auch Substrate mit sehr inhomogenem Ausgangsboden sicher zu mischen (betrifft v.a. Sieblinienband A). Solche Gerüstbaustoffe müssen jedoch vorher in sich homogenisiert (vermischt) werden; dies ist nur möglich, wenn eine genügend große Menge vorhanden ist, die idealerweise als Kegel aufgehaldet worden ist. Ein exaktes Mischen von einzelnen Kleinmengen ist kaum möglich.

Wassergehalt:

Die Forderung eines maximalen Wassergehaltes von Wpr bereitet uns in der Praxis oft Probleme. Gerade im Frühjahr und Spätherbst sind die Ausgangsböden oft nässer. Oft werden die zu verwendenden bauseitigen Böden bei zu feuchter Witterung abgetragen und aufgehaldet; solche

denden bauseitigen Böden bei zu feuchter Witterung abgetragen und aufgehaldet; solche Böden können dadurch auf lange Zeit unverarbeitbar bleiben. Auch nach Regenfällen dauert es lange, bis die Wassergehalte unter Wpr sinken. Eine Trocknung der Böden oder eine komplette Herstellung der Substrate unter Dach ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich. Hier können Substrate nur mit großem Sachverstand und Fingerspitzengefühl hergestellt werden (Verwendung trockener Bodenschichten aus unteren Lagen,; Verwendung trockener Sande und Kiese; Ausführung nur bei optimaler Witterung; absolut verdichtungsloser Einbau; evtl. Bedenkenanmeldung).

pH – Wert:
Unsere Ausgangsböden und Gerüstbaustoffe haben fast immer einen sehe hohen pH-Wert. Daher ist die richtige Auswahl der fehlenden Gerüstbaustoff und Zuschlagstoffe entscheidend.(saure Sande, saure Komposte, möglichst Kalkfreier Ziegelsplitt).

Salzgehalt:
Die Grenzwerte werden fast nie überschritten. Gefahr besteht bei Verwendung von zu salzhaltigem Kompost oder Ziegelmaterial.

Kalkgehalt:
Die Grenzwerte werden fast nie überschritten, da sie auf gutem Grund sehr hoch gesetzt sind. Der Einsatz von Recyclingmaterial aus Betonbruch ist aber dadurch beschränkt. Achtung auch bei Recycling – Ziegelsplitt.

Anteil organischer Substanz:
Moorböden, Mooserden, stark anmoorige Böden sind aufgrund ihres hohen Anteils an organischer Substanz als Gerüstbaustoffe nahezu ausgeschlossen.

Porenvolumen und Porenverteilung (Luftgehalt, Wasserspeicherfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit:): Hier können wir bisher bestätigen, daß durch das Erreichen der vorgegebenen Korngrößenverteilungen auch alle diese Parameter erreicht wurden. Vorsicht ist jedoch geboten, wenn die Körnungslinien zu sehr am Rand der Sieblinienbänder liegen.

Prüfungen:
Eignungsprüfungen:

Die Eignungsprüfungen erfordern einen hohen Aufwand. Wir wären den AG dankbar, wenn sie bei ähnlichen Gerüstbaustoffen und bei bisheriger erfolgreicher Herstellung nicht für jede Mischung eine neue Eignungsprüfung fordern würden.
Eigenüberwachungsprüfungen:
Die neue Fassung der TV-Vegtra-Mü fordert eine Eigenüberwachungsprüfung arbeitstäglich. Dies kann in den Labors zu Problemen führen, da z.B. allein die Ermittlung der Korngrößenverteilung einen mehrstündigen Aufenthalt der Bodenprobe im Trocknungsofen erfordert. Die Praktikabilität dieser Vorschrift bleibt abzuwarten.

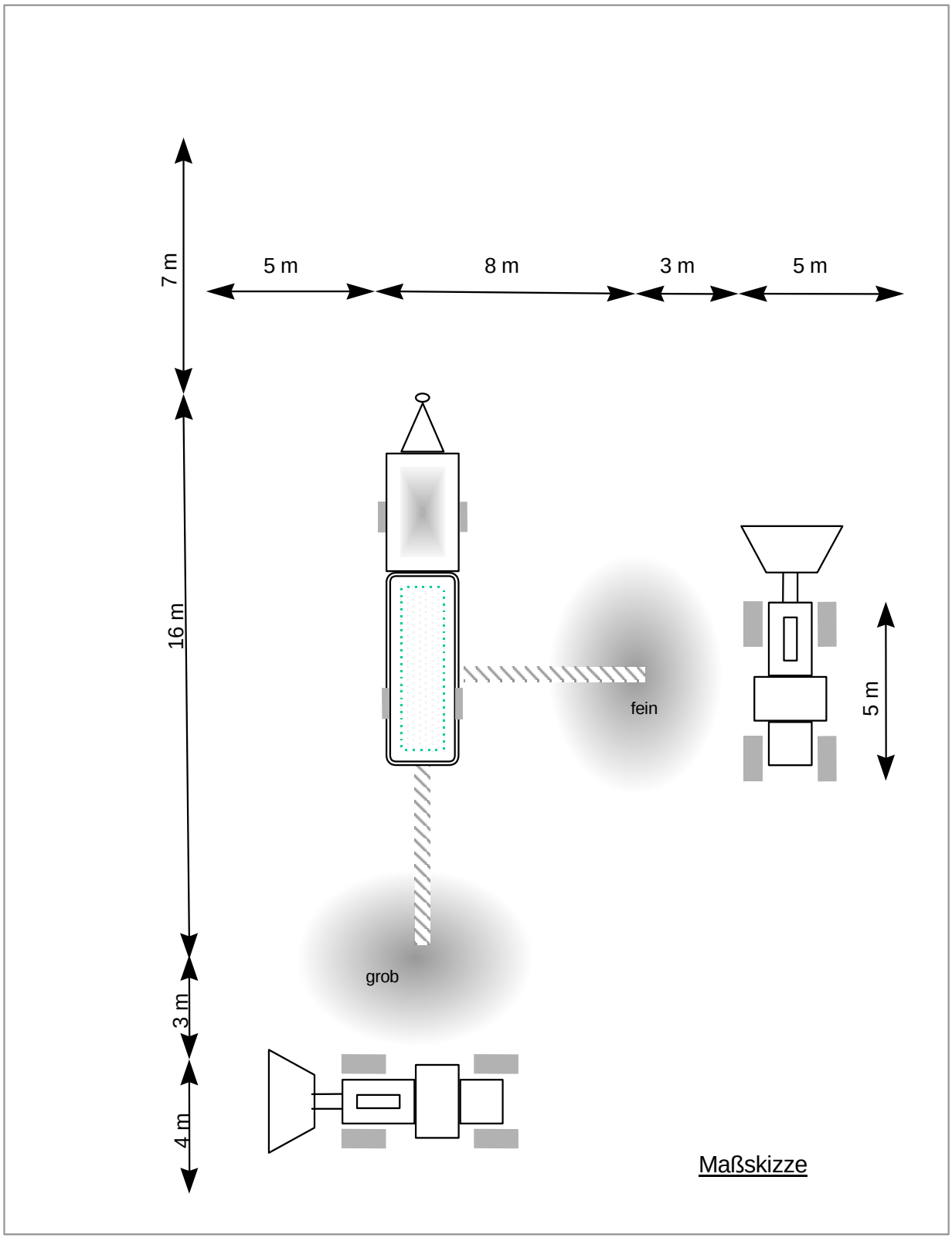
Einbau von Straßenbaumsubstraten:
Grundsätzliches:
Die ausgeschriebenen Mengen stimmen bei Baumgräben und Baumgruben fast nie. Meist wird der Regelquerschnitt nicht eingehalten (Böschungswinkel, Einbautiefe).

Sieblinienband-A-Substrate:
Je nach Einbauweise unterscheidet sich der Setzungsgrad erheblich. Bei Einbau mit Bagger und mäßigem Andrücken setzten sich die Substrate bisher um ca. 5%. Ein nachträgliches Auffüllen war nie nötig. Dies geht jedoch nur bei trockenem Material, da sonst die Verdichtungswerte sofort überschritten werden. Bei einfachem Kippen des Substrats in die Baumgräben hatten wir Setzungsfaktoren bis max. 20%. Die Nachbesserungsarbeiten sind dann erheblich, allerdings bleibt die Verdichtung gering.

Sieblinienband-B-Substrate:
Der Einbau geht ähnlich vonstatten wie der Einbau von sonstigem Frostschutz- oder Tragschichtmaterial (lagenweise Einbau und Verdichtung). Das Substrat soll hier auf über 100 MN/qm Tragfähigkeit verdichtet werden. Eine Überverdichtung (120 – 150 MN/qm) ist möglich, muß aber von der Bauleitung unbedingt verhindert werden, da sonst kein ausreichendes Porenvolumen mehr vorhanden ist. Die Verdichtung sollte statisch erfolgen. Beim Einbau ist absolute Trockenheit erforderlich, da feuchtes Material schnell zu “schwimmen” beginnt.

Zusammenfassung:
Bodensubstrate nach Sieblinienband A oder B sind sehr einfache und kostengünstige Substrate, da zur Herstellung vorhandener Boden und meist heimische Gerüstbaustoffe verwendet werden können und sollen. Im Unterschied zu fertigen Schüttgutsubstraten mit standardisierten Materialien

(Lava, Blähton, Blähschiefer, Bims, Perlit, Ziegel u.ä.) erfordert die Herstellung ein hohes Maß an Fachwissen und Fingerspitzengefühl von allen Beteiligten, den Labors, den Bauleitern, den Ingenieurbüros und vor allem den Maschinenführern.

Anlage:

Platzbedarf für Onsite-Herstellung von Bodensubstraten