

Planungshilfe

für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von versickerungsfähigen Flächenbefestigungen mit dem TTE®-System von HÜBNER-LEE



Außenanlagen

Bauen im Einklang mit der Natur

Ökologisches Konzept zur Flächenbefestigung

- hohe Tragfähigkeit durch Lastverteilung
- naturnahe dezentrale Versickerungsanlage
- Erhalt der belebten Bodenschicht
- Behandlung belasteter Niederschlagsabflüsse
- Grundwasserschutz und -neubildung

TTE® SYSTEM

für nachhaltiges Bauen

Schutz
des Boden-
lebens



www.tte.eu

HÜBNER-LEE

Einleitung Planungshilfe

Die TTE®-Bauweise stellt eine innovative Bauweise dar, die neue Maßstäbe in der Funktionalität und Ökologie von versickerungsfähigen Pflaster- und Grünflächen setzt. Nach unserem Leitbild "Bauen im Einklang mit der Natur" werden ökologische Funktionen aufrechterhalten und die wertvollen Güter Wasser und Boden geschützt. Niederschlagswasser kann vollständig dezentral versickern.

Diese Planungshilfe dient der korrekten Anwendung des TTE®-Systems und soll somit eine optimale Funktion gewährleisten.



Die TTE®-Bauweise setzt neue Maßstäbe in der Ökologie und Funktionalität von versickerungsfähigen Pflaster- und Grünflächen.

Inhaltsverzeichnis

Benutzerhinweise

Unsere Planungshinweise geben unseren Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung wieder. Verwenden Sie deshalb bitte die jeweils neueste Auflage (im Downloadbereich von www.huebner-lee.de). In Zweifelsfällen setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung.

Diese Planungshilfe ist eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und kann nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können. Deshalb erfolgen die beschriebenen Empfehlungen ohne Haftung. Sie bilden dennoch einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten.

Wir übernehmen für Planungs-, Beratungs- und Verarbeitungshinweise etc. nur dann Haftung, wenn wir Ihnen auf Ihre schriftliche Anfrage hin verbindlich und schriftlich, unter Bezugnahme auf ein bestimmtes, uns bekanntes Bauvorhaben, Vorschläge mitgeteilt haben. In jedem Fall bleiben Sie verpflichtet unsere Vorschläge unter Einbeziehung unserer Ware auf die Eignung für den von Ihnen vorgesehenen konkreten Verwendungszweck hin zu untersuchen.

Sollten Sie in dieser Planungshilfe Fehler oder Uneindeutigkeiten entdecken, die zu einer falschen Anwendung führen können, bitten wir Sie, uns dies mitzuteilen, damit diese schnellstmöglich beseitigt werden können.

Benutzerhinweise	3
Planungsgrundsätze Techn. Vorschriften, Verdichtung	4
TTE®-Bauweisen Klassifizierung, Projektbeispiel	5
Baugrund / Planum Herstellung, Anforderungen	8
Vegetationstragschicht + Bettungssubstrat Baustoffe, Herstellung, Anforderungen	8
Mineralische Tragschicht + Bettung Baustoffe, Herstellung, Anforderungen	11
Verlegehinweise Verlegung, Verbandsarten, Einfassung	12
Deckschicht TTE®-Grün Baustoffe, Herstellung, Anforderungen, Ansaat	14
Deckschicht TTE®-Pflaster Technische Daten TTE®-Pflaster, Einbau	15
Mineralische Deckschichten Kiesflächen, wassergebundene Decken	15
Naturnahe Versickerung Behandlung belasteter Niederschlagsabflüsse, Flächen- und Rigolenversickerung mit TTE®	16
Pflege und Unterhaltung	22
Quellenverzeichnis	23

Planungsgrundsätze

Technische Vorschriften

Die Grundlage für die Planung und Ausführung von Befestigungen mit dem TTE®-System bilden insbesondere folgende technische Regelwerke:

- "Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen" der Forschungsgesellschaft Landesentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL)
- Arbeitsblatt A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
- DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten
- DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- FLL-Fachbericht zu Planung, Bau und Instandhaltung von Wassergebundenen Wegen
- Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen
- RStO 01 / RStO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
- ZTV E-StB 94 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- ZTV SoB-StB 04 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau

Ergänzende Richtlinien und Vorschriften:

- DIN 18318 Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen
- DIN 483 Bordsteine aus Beton (nationale Ergänzungsnorm zu DIN EN 1340)
- DIN EN 1340 Bordsteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren
- FLL-Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2
- FLL-Regel-Saatgut-Mischungen Rasen (RSM)
- Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, 2003
- TL Gestein-StB 04 Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
- TL SoB-StB 04 Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
- ZTV Pflaster-StB 06 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen

Verdichtung

Der Verdichtungsgrad spielt bei der Anwendung des TTE®-Systems eine entscheidende Rolle. Funktionen wie eine dauerhafte Durchlässigkeit, Wasserspeicherefähigkeit und ökologische Funktionalität der Fläche werden bei den angegebenen Verdichtungsgraden gewährleistet.

Durch die lastverteilende Funktion der TTE®-Elemente sind die vergleichsweise geringen Anforderungen an die Tragfähigkeit nachweislich ausreichend, um die Ebenheit der Fläche zu gewährleisten.

Für Länder in denen E_{v1} -Werte maßgeblich sind, können die Anforderungen der folgenden Tabelle berücksichtigt werden.

Tab. 1: Anforderungen an die Tragfähigkeit (E_{v1} Werte)

Untergrund	Tragschicht/Vegetationstragschicht	TTE®-Bauweise
$E_{v1} = 7 \text{ MPa}^*$	keine Tragschicht erforderlich	TTE®-Bauweise 1
$E_{v1} = 7 \text{ MPa}^*$	$E_{v1} = 10 \text{ MPa}^*$	TTE®-Bauweise 2
$E_{v1} = 7 \text{ MPa}^*$	$E_{v1} = 15 \text{ MPa}^*$	TTE®-Bauweise 3

*1 MPa = MN/m²

TTE®-Bauweisen

Klassifizierung der Bauweisen

1. Systemlösung für vorgesehene Nutzung wählen
2. TTE®-Bauweise nach Nutzungsbelastung und -intensität zuordnen
3. Aufbau entsprechend der Frostepfindlichkeit des Bodens dimensionieren

Systemlösung

- TTE® Pflaster: für hohe Nutzungsintensität und -belastung (z.B.: Anliegerstraßen, stark frequentierte Fahrgassen und Stellflächen)
- TTE® Grün: für mittlere Nutzungsintensität und vegetationstechnische Belastung (z.B.: Feuerwehrzufahrten, Stellflächen, gering frequentierte Fahrgassen)
- TTE® mit mineralischer Deckschicht: für mittlere bis geringe Nutzungsintensität und -belastung (Parkplätze, gering frequentierte Zufahrten und Hof-/Lagerflächen)



Vegetationstechnische Belastung bei TTE® Grün:

- Nutzungsintensität (Häufigkeit, Dauer)
- Beschattung
- Trockenheit und Hitze unter Fahrzeugen

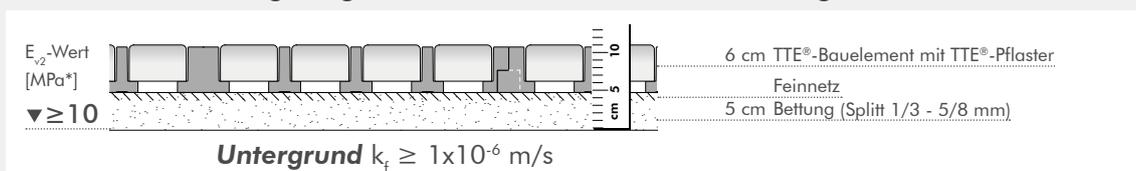
Tab. 2: TTE®-Bauweisen nach Belastung

	bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht	TTE®-Bauweise 1
bis 0,3 Bk	gelegentlich bis 40 t zulässiges Gesamtgewicht	TTE®-Bauweise 2
bis 1,8 Bk	bis 40 t zulässiges Gesamtgewicht	TTE®-Bauweise 3

TTE®-Pflaster Bauweisen

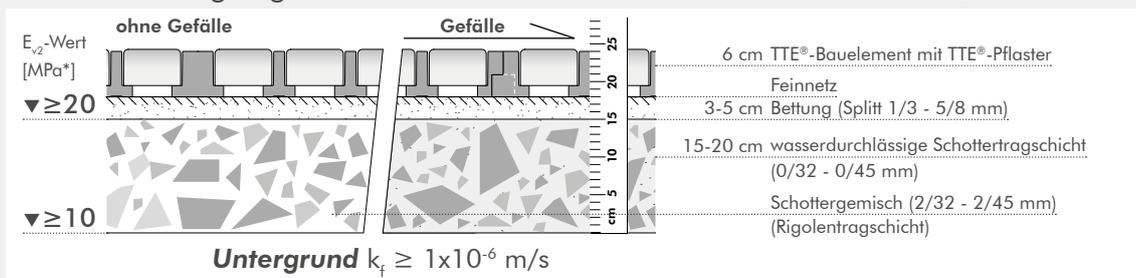
TTE® Pflaster 1

für Personen und geringen Pkw-Verkehr bis 3,5 t Gesamtgewicht



TTE® Pflaster 2

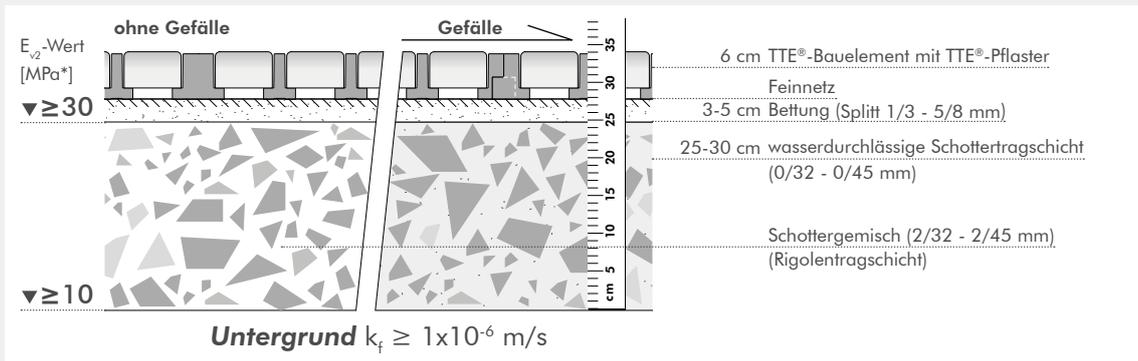
für Pkw- und gelegentlichen Schwerlastverkehr – bis RStO 01 BKL V/VI bzw. RStO 12 Bk 0,3



*1 MPa = MN/m²

TTE® Pflaster 3

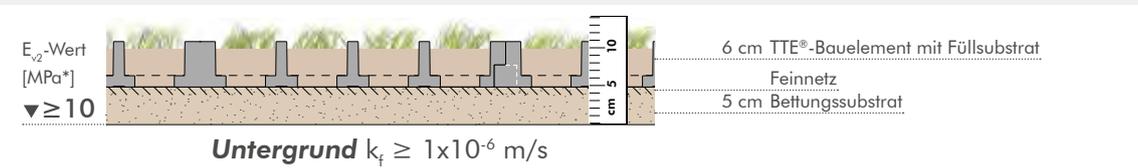
für Schwerlastverkehr bis 40 t – bis RStO 01 BKL III / IV bzw. RStO 12 Bk 1,8



TTE®-Grün Bauweisen

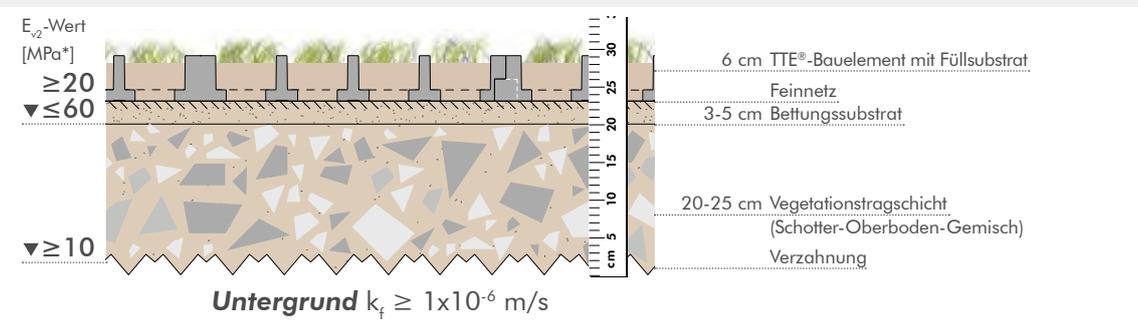
TTE® Grün 1

für geringen Pkw-Verkehr bis 3,5 t Gesamtgewicht



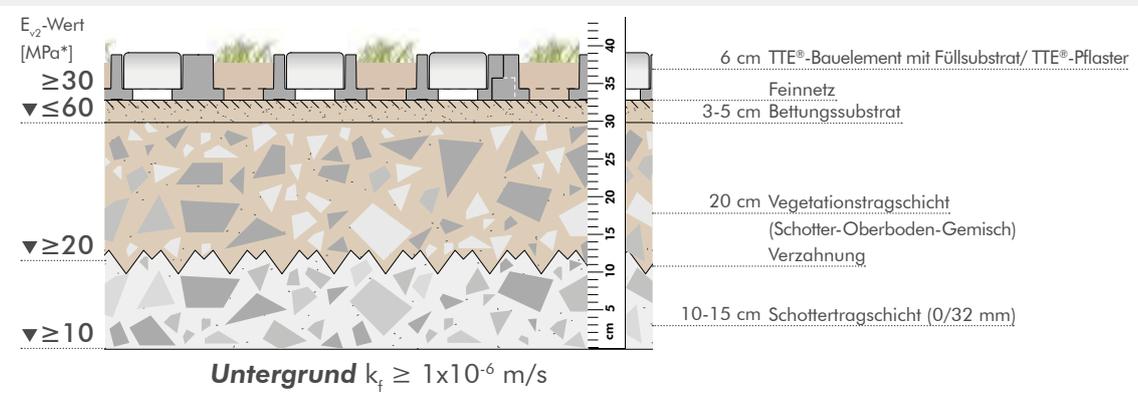
TTE® Grün 2

für Pkw- und gelegentlichen Schwerlastverkehr – bis RStO 01 BKL V/VI bzw. RStO 12 Bk 0,3



TTE® Grün 3

für Schwerlastverkehr bis 40 t – bis RStO 01 BKL III / IV bzw. RStO 12 Bk 1,8



*1 MPa = MN/m²

Beispiel Flughafen-Parkplatz Bern-Belp

TTE® Grün 2 (Vegetationstragschicht durch Bodenverbesserung)



Abtrag der Grasnarbe; Anlieferung von Schottertragschichtmaterial



Aufbringen und Verteilen des Schottergemischs direkt auf bestehendem Oberboden



Einfräsen des Schottergemischs in den Oberboden



Herstellen des Planums



Ausbringen und Ebnen der Bettung (Splitt-Oberboden- Gemisch)



Verlegen der TTE®-Elemente auf Feinnetz (Verlegehilfe / Trenngewebe)



Einsetzen der TTE®-Pflastersteine in die TTE®-Baulemente als Stellplatzmarkierung und Gehweg



Einbringen des Substrates (Oberboden-Sand-Gemisch) als Kammverfüllung



Ansatz und Fertigstellung

Baugrund / Planum

TTE®-Bauweise 1

Diese Bauweise erfordert keine Tragschicht. Der gesetzte, gewachsene Oberboden bildet den Baugrund, sofern er den Anforderungen entspricht. Belastetes Niederschlagswasser wird durch die belebte Bodenzone vorbehandelt.

TTE®-Bauweise 2+3

Den Oberboden profilgerecht abtragen, ggf. für die spätere Herstellung einer Vegetationstragschicht lagern. Bei der Herstellung der Vegetationstragschicht für die TTE®-Bauweise 2 können durch Bodenverbesserung mineralische Gerüstbaustoffe direkt in den bestehenden Oberboden eingearbeitet werden.

Herstellung

Der Baugrund bzw. das Planum ist nach den Anforderungen der TTE®-Bauweise und den ZTV E-StB herzustellen. Liegt die Tragfähigkeit des Baugrundes höher als erforderlich, kann Tragschichtmaterial gegebenenfalls reduziert werden (Beratung erforderlich). Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit ist zu prüfen. Eine zu starke Verdichtung des Bodens ist zu vermeiden. Bindemittel zur Baugrundverbesserung dürfen nicht verwendet werden.

Anforderungen an Verdichtung und Tragfähigkeit nicht wesentlich überschreiten, um die Versickerungsleistung des Aufbaus nicht zu beeinträchtigen. Bindiger Untergrund: E_{v2} -Wert ≤ 45 MPa*

Tab. 3: Anforderungen an Baugrund / Planum

Eigenschaft	Anforderungen	Prüfung nach
Verdichtungsgrad D_{pr}	$90 \% \leq 93 \%$	DIN EN 13286-2
Verformungsmodul E_{v2}	≥ 10 MPa	DIN 18134
Wasserdurchlässigkeit k_f	$\geq 1,0 \times 10^{-6}$ m/s	DIN 18130-1
Höhenlage	Grenzabweichung von der Nennhöhe ± 2 cm	Nivellement
Ebenheit	Stichmaß als Grenzwert bei Messpunktabstand 4 m ≤ 2 cm	DIN 18202

Vegetationstragschicht

Baustoffe Substrate

Gerüstbaustoff

- Gesteinskörnungen gemäß den TL Gestein-StB
- offenporige, frostbeständige und druckfeste, gebrochene Materialien (bei unebrochenen Gesteinskörnungen muss die Schichtstärke ggf. erhöht werden)
- reine Rundkorngemische sind ungeeignet

Boden

- Bodengruppe 2 und 4 nach DIN 18915
- gesiebter Oberboden 0-20 mm

Schotterrasensubstrat 0/16 bis 0/45 mm nach der FLL¹⁾ als einbaufertige Substratmischung liefern, alternativ als Baustellenmischung (mixed-in-place) oder durch Bodenverbesserung homogen mischen.

Mischungsempfehlung

70 Vol.-% Splitt-Schotter-Gemisch 2/32 bis 2/45 mm oder 0/32 bis 0/45 mm

15 Vol.-% Oberboden Bodengruppe 2 oder 4

15 Vol.-% Fertigkompost gütegesichert

*1) MPa = MN/m² ¹⁾ Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Tab. 4: Bodenhilfsstoffe

Eigenschaft	Bodenhilfsstoff
Wasserspeicherfähigkeit	Lava, Bims, Ziegelsplitt, Fertigkompost gem. FLL ¹⁾ oder mit RAL-Gütezeichen
Förderung des Bodenlebens, der Bindung von Schadstoffen und des Wurzelwachstums	Alginat, Huminstoffe und gleichartige Hilfsstoffe

Herstellung

1. Verzahnung auf Untergrund bzw. der Tragschicht herstellen
2. Vegetationstragschicht in erdfeuchtem Zustand gemäß den Anforderungen der TTE®-Bauweise und FLL-Richtlinie herstellen, einbauen und statisch verdichten

- Entscheidung der Herstellungsweise aufgrund unterschiedlicher Bauabläufe möglichst frühzeitig treffen
- homogene Mischung durch geeignete Geräte (Verwendung von entmischtem und verklumptem Material ist nicht zulässig)
- angegebene Mischbestandteile und Mischungsverhältnis im Einzelfall anhand der verwendeten Materialien prüfen

Tab. 5: Anforderungen an die Vegetationstragschicht

Eigenschaft	Anforderungen	Prüfung nach
Körnung	0/16 bis 0/45 mm	DIN 18123 oder DIN EN 933-1 DIN EN 933-4 DIN EN 932-3
Verformungsmodul E_{v2}	siehe Tab. 6	statisch nach DIN 18134
Verdichtungsgrad D_{pr}	$\geq 93 \% \leq 97 \%$	DIN EN 13286-2
Wasserdurchlässigkeit k_f	$5,0 \times 10^{-5} \text{ m/s} \geq 5,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	DIN 18130-1
Einbauwassergehalt	Erdfeuchter Zustand, im Regelfall mit einem Wassergehalt von 0,5 bis 0,7 W_{Pr}	DIN 18121
Wasserspeicherfähigkeit	$\geq 20 \text{ Vol.-%}, \leq 40 \text{ Vol.-%}$	FLL ¹⁾ -„Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 2“ (jedoch mit mittlerem Prüfzylinder aus Stahl)
Organische Substanz	$\geq 1 \leq 3$ Massenanteile in %	DIN 18128
Salzgehalt	$\leq 150 \text{ mg/100 g}$	VDLUFA A 10.1.1
ph- Wert	5 bis 9	DIN ISO 10390
Höhenlage	Grenzabweichung von der Nennhöhe $\pm 2 \text{ cm}$	Nivellement
Ebenheit	Stichmaße als Grenzwerte bei Messpunktabstand $4 \text{ m} \leq 20 \text{ mm}$	DIN 18202

Tab. 6: Tragschichtdicken und Tragfähigkeit

	F ₁ -Böden	F ₂ /F ₃ -Böden	Tragfähigkeit E_{v2}	Verhältnis E_{v2}/E_{v1}
TTE®-Bauweise 2	20 cm Vegetationstragschicht	25 cm Vegetationstragschicht	$20 \geq 60 \text{ MPa}^*$	$< 2,0$
TTE®-Bauweise 3	20 cm Vegetationstragschicht auf 10 cm Schottertragschicht	20 cm Vegetationstragschicht auf 15 cm Schottertragschicht	$30 \geq 60 \text{ MPa}^*$ $20 \geq 60 \text{ MPa}^*$	$< 2,0$

Die Tragschicht ist möglichst nicht wesentlich stärker zu verdichten als erforderlich.

*1) MPa = MN/m² 1) Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Herstellungsweisen für Vegetationstragschichten

Variante A - fertige Substratgemische

Vegetationstragschicht als werkseitig hergestelltes Schotterrasen-Substrat liefern

Vorteile

- homogene Mischverfahren
- gesicherte Eigenschaften
- konstante Qualität
- erprobte Zusammensetzung

Variante B - Vegetationstragschicht durch Bodenverbesserung

Eignung

- Bauweise 2
- wenn eine Niveauerhöhung der Bestandshöhen möglich ist
- bei ebener Topographie

Vorteile

- direktes Einarbeiten mineralischer Gerüstbaustoffe in den vorhandenen Oberboden der Einbaufäche
- kein vorhergehender Bodenabtrag (ggf. für Höhenanpassung)
- wirtschaftlichste Herstellungsweise der Vegetationstragschicht
- homogene Mischung der Bestandteile
- Verzahnung mit Untergrund

Herstellung

1. Planum auf vorhandenem Oberboden herstellen
2. Schottergemisch und Kompost aufbringen
3. Bodenschichten mit geeigneter Fräse homogen durchmischen
4. Vegetationstragschicht statisch verdichten
5. Planum herstellen

Siehe Projektbeispiel Bern S.7

Bei vorhandener Tragschicht: Einarbeitung von Oberboden in bestehenden Schotter (z. B. Einarbeitung in Baustraßen, Sanierung befestigter Flächen)

Variante C - Baustellenmischung (mixed-in-place)

Eignung:

- TTE®-Bauweise 2, wenn eine direkte Einarbeitung nicht erfolgen kann
- TTE®-Bauweise 3

Herstellung

1. Oberboden für Herstellung der Vegetationstragschicht abtragen, lagern und Planum herstellen
2. nur TTE®-Bauweise 3: Schottertragschicht für zweischichtigen Tragschichtaufbau einbauen
3. Vegetationstragschicht aus Schottergemisch, gelagertem Oberboden und Kompost homogen mischen (z. B. Zwangsmischer) und einbauen
4. Vegetationstragschicht statisch verdichten
5. Planum herstellen

Vorteile

- Wiederverwendung des abgetragenen Oberbodens
- keine Lieferungs- und geringe bis keine Entsorgungsgebühren für den Oberboden

Detaillierte Muster-Ausschreibungstexte sind online verfügbar im Downloadbereich unter: www.tte.eu

Bettungssubstrat

Baustoffe

Bettung 0/4 bis 0/8 mm gemäß FLL¹⁾ als einbaufertiges Substratgemisch liefern, alternativ als Baustellenmischung homogen mischen (geeignete Baustoffe siehe S.8)

Mischungsempfehlung

70 Vol.-% Splitt 2/4 bis 2/8 mm, 4/8 oder 5/8 mm
15 Vol.-% gesiebter Oberboden BG 2 oder BG 4 bis 0-20 mm
15 Vol.-% gesiebter Fertigungskompost, gütegesichert bis 0-20 mm

ACHTUNG: Kein rein mineralisches Material verwenden (starke Beeinträchtigung der Wasser- und Nährstoffversorgung)

Herstellung

Bettungssubstrat in erdfeuchtem Zustand mit 3-5 cm Schichtdicke plan abziehen

Tab. 7: Anforderungen an Bettungssubstrat / Verfüllung

Eigenschaft	Anforderungen	Prüfung nach
Körnung Verfüllung	0/2 - 0/4 mm	DIN EN 933-1
Körnung Bettung	0/4 - 0/8 mm	DIN EN 933-1
Organische Substanz	≥ 1 ≤ 3 Massenanteile in %	DIN 18128
Wasserdurchlässigkeit k_f	$5,0 \times 10^{-5} \text{ m/s} \geq 5,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	FLL-„Empfehlung für Baumpflanzungen – Teil 2“ ²⁾
Einbauwassergehalt	erdfeuchter Zustand, i.d.R. mit Wassergehalt von 0,5 bis 0,7 w_{Pr}	DIN 18121
Wasserspeicherfähigkeit	≥ 20 Vol.-%, ≤ 40 Vol.-%	FLL-„Empfehlung für Baumpflanzungen – Teil 2“ ²⁾
Salzgehalt	≤ 150 mg/100g	VDLUFA A 10.1.1

Mineralische Tragschicht

Baustoffe

- druckfeste und frostbeständige Gesteinskörnungen 0/32 bis 0/45 gemäß TL Gestein-StB und TL SoB-StB, Feinanteil < 0,063 mm ≤ 3 M.-% (UF3)
- grobporige Baustoffe 2/32 bis 2/45 gemäß TL Gestein-StB sind als Rigolentragschicht mit höherer Wasserspeicherfähigkeit zulässig (Flächen ohne Gefälleausbildung)

Herstellung

Der Einbau der Baustoffgemische hat grundsätzlich nach den Anforderungen der TTE®-Bauweise und den ZTV SoB-StB zu erfolgen.

Bei wechselnden Teilflächen aus TTE® Pflaster und TTE® Grün kann der Bauablauf durch eine durchgehende Vegetationstragschicht vereinfacht werden. Bettungsmaterialien entsprechend der Bauweise verwenden.

¹⁾ Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. ²⁾ jedoch mit mittlerem Prüfzylinder aus Stahl

Tab. 8: Anforderungen an Tragschichten ohne Bindemittel

Eigenschaft	Anforderungen	Prüfung nach
Körnung	0/32mm bis 0/45mm o. 2/32 bis 2/45, 5/45, UF ₃ (0,063 mm ≤ 3 M.-%)	DIN EN 933-1
Verformungsmodul E _{v2}	siehe Tab. 9	DIN 18134
Verdichtungsgrad D _{Pr}	≥ 95 %	DIN EN 13286-2
Wasserdurchlässigkeit k _f	≥ 5,0 × 10 ⁻⁵ m/s	FLL- „Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 2“ (jedoch mit mittlerem Prüfzylinder aus Stahl)
Höhenlage	Grenzabweichung von der Nennhöhe ± 2 cm	Nivellement
Ebenheit	Stichmaß als Grenzwert bei Messpunktstand 4 m ≤ 2 cm	DIN 18202

Tab. 9: Tragschichtdicken und Tragfähigkeit

	F ₁ -Böden	F ₂ /F ₃ -Böden	Tragfähigkeit E _{v2}	Verhältnis E _{v2} /E _{v1}
TTE®-Bauweise 2	15 cm Schottertragschicht	20 cm Schottertragschicht	≥ 20 MPa*	< 2,0
TTE®-Bauweise 3	25 cm Schottertragschicht	30 cm Schottertragschicht	≥ 30 MPa*	< 2,0

Bettung Pflaster

Baustoffe

druckfeste und frostbeständige Gesteinskörnungen 1/3, 2/4, 2/5, 2/8, 4/8, 5/8 (filterstabil zur Tragschicht) gemäß TL Gestein-StB und MVV³⁾

Herstellung

Bettung aus grobporigem Splitt mit 3-5 cm Schichtdicke plan abziehen

Verlegen TTE®-System

1. Feinnetz (Verlegehilfe / Trenngewebe) parallel zum Verlegevorgang ca. 20 cm überlappend auf Bettung auslegen
2. Abstandshalter (z.B. Dachlatten) für Dehnfugen an Einfassung / Einbauten anlegen
3. verfüllte TTE®-Elemente fluchtgerecht und im vorgeschriebenen Verband vor Kopf verlegen
4. TTE®-Gitterelemente im kraftschlüssigen Verbund möglichst eng aneinanderfügen (OHNE Fugen)
5. Dehnfugen gemäß Bauweise herstellen
6. Abrütteln der vollständig verlegten Fläche mit mittelschwerer Rüttelplatte mit Schürze
Setzung ca. 1,5 - 2 cm

Verlegehinweise

- TTE®-Pflasterflächen dürfen nicht abgesandet werden
- Flächenmaße möglichst auf Rastermaß 40,15 cm + Dehnfugen + ggf. Verbundzähne (1,5 cm) abstimmen
- palettierte TTE®-Elemente und TTE®-Pflastersteine zur Befüllung paarweise zusammenstellen und regelmäßig zum Verlegeort nachrücken
- Verlegen i.d.R. quer zur Fahrtrichtung
- starke Fahrbewegungen und hohe Belastungen auf Flächen die nicht fertiggestellt sind, sollten vermieden werden
- Fahrzeuglasten sind entsprechend der zulässigen Belastungsgrenzen der Bauweisen einzuhalten

Dehnfugen

TTE®-Pflaster: Dehnfugen (Sand 0/2) zwischen Einfassung und TTE® (z.B. Hofbefestigung) jeweils 0,00025 x Flächenlänge (Mindestfuge 2 cm), Dehnfugen innerhalb der TTE®-Fläche (z.B. Straße ab 100 m Länge) 1 cm pro 20 m

TTE®-Grün: Dehnfuge (Füllsubstrat) zwischen Einfassung und TTE® ≥ 2 cm

³⁾ Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen

Verlegeleistung TTE®-Pflaster: ca. 5-7 m²/Person/Std.

Befüllung mit TTE®-Pflaster und Verlegen der TTE®-Elemente (Format 80x40 cm, ca. 28 kg/Stk. befüllt)

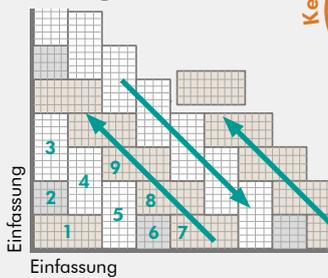
Verlegeleistung TTE®-Grün: ca. 15-20 m²/Person/Std.

Befüllung mit TTE®-Pflaster und Verlegen der TTE®-Elemente (Format 80x40 cm, ca. 8,7 kg/Stk. befüllt)



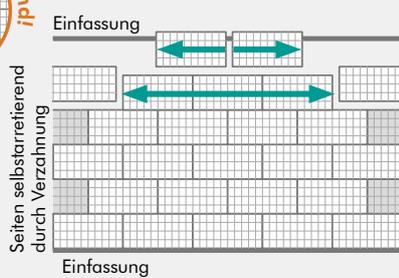
Verbandsarten

Fischgrätverband



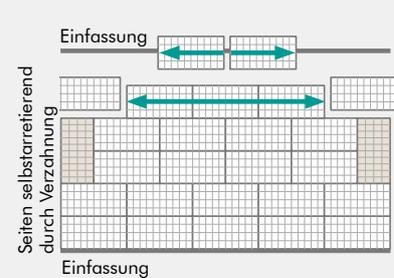
- **flächige Beanspruchung** (z.B. Hof-/Lagerflächen)
- Verlegung diagonal in abwechselnden Reihen
- umlaufende Einfassung erforderlich

Läuferverband



- **lineare Beanspruchung** (z.B. Straßen)
- Verlegung quer zur Fahrtrichtung
- Verlegung mehrerer Reihen gleichzeitig möglich
- Einfassungen bis Bauweise 2 lediglich parallel zur Verlegerichtung erforderlich (Verlegebeginn/-ende)

Versetzter Blockverband



- **geringe Beanspruchung** (z.B. Pkw-Parkplätze)
- Verlegung quer zur Fahrtrichtung
- kein schneiden von Randplatten
- Verlegung mehrerer Reihen gleichzeitig möglich
- Einfassung i.d.R. lediglich parallel zur Verlegerichtung erforderlich (Verlegebeginn/-ende)

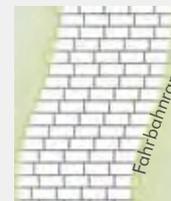
Richtungswechsel

- Schnitte innerhalb der Fläche möglichst vermeiden (Verlust des Verbunds)
- Schnitte in Randbereichen i.d.R. nicht notwendig



scharfe Kurven

- Drehung des Verbands um 90°
- bei hohen Belastungen einseitige Einfassung
- halbe Platten ggf. punktuell fixieren



leichte Kurven

- leichte Richtungswechsel durch Versatz herstellen (mind. 2 Kammern Überschneidung)
- überstehende Ränder bei natürlichen Anschlussbereichen z.B. begrünen

Einfassung

Einfassungen / Randbefestigungen

Produkte müssen der DIN EN 1340 und der DIN 483 entsprechen. Bordsteine und sinngemäß auch Rand- u. Einfassungssteine sind gemäß DIN 18318 einzubauen.

Plattenschnitte vermeiden

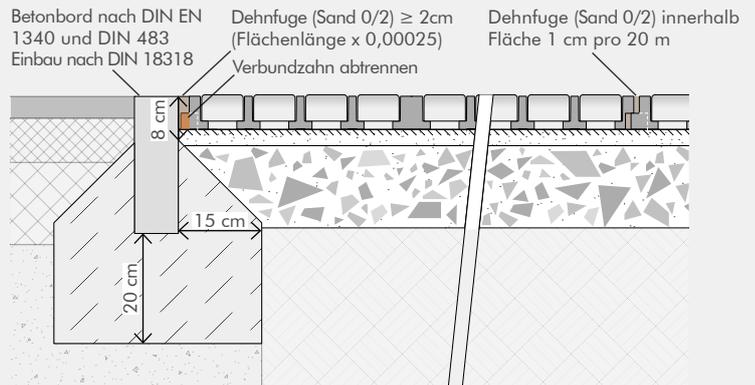
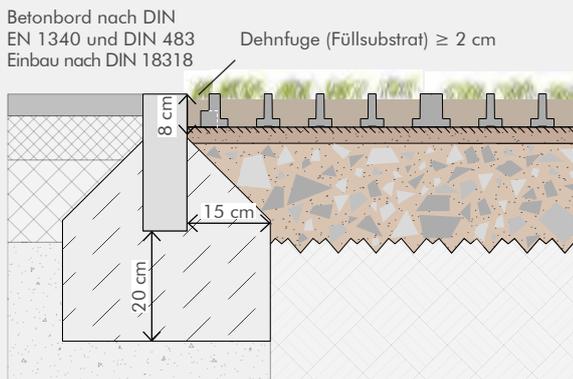
Flächenmaße = Rastermaß 40,15 cm x X Reihen + 2 x Dehnfuge (jeweils ≥ 2 cm) + 2 x Verbundzähne (jeweils 1,5 cm)

TTE®-Pflaster: für möglichst schmale Dehnfugen, die äußeren Verbundzähne abschneiden



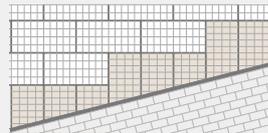
Einfassungen sind erforderlich:

- i.d.R. am Verlegebeginn/-ende bzw. parallel zur Verlegerichtung (siehe Verbandsarten)
- an Übergängen zu anschließenden Belägen und Bereichen die Überfahren werden
- in Bereichen die durch starke Scher- und Schubkräfte beansprucht werden (z.B. scharfe Kurven, Schwerlastverkehr)

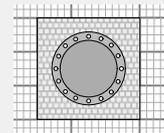


Schnitte und Einpassung

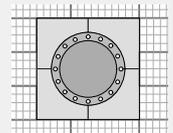
- Schnittkanten TTE®-Pflaster in befülltem Zustand mit Trennschleifer und Trennschleifscheibe für Beton
- Schnittkanten TTE®-Grün in unverfülltem Zustand mit Tisch-/ Handkreissäge mit HM Widia Holzägeblatt herstellen (Stichsäge für Aussparungen etc.)
- Randplatten / halbe Platten durch halbieren der Elemente



Abschließende Reihe längs verlegen, wenn Plattenbreite bei Einpassung < 2 Kammern



TTE®-Pflaster: Einpassung um runde Einbauten mittels Kleinsteinpflaster in ungebundener Bauweise oder Pflastersätze



Deckschicht TTE®-Grün

Füllsubstrat

Baustoffe

Verfüllung 0/2 bis 0/5 mm gemäß FLL¹⁾ (Anforderungen an Bettungssubstrat / Verfüllung siehe S. 11, Tab. 7) als einbaufertiges Rasensubstrat liefern, alternativ als Baustellenmischung homogen mischen (geeignete Baustoffe siehe S.8)

Herstellung

Füllsubstrat in Kammern und Dehnfuge ca. 1,5 - 2 cm unter Gitteroberkante einkehren

Mischungsempfehlung

- 50 Vol.-% gesiebter Oberboden Bodengruppe 2 oder 4, 0-20 mm
- 30 Vol.-% Sand 0/2 mm gewaschen
- 20 Vol.-% gesiebter Fertigkompost gütegesichert 0-20 mm

Materialbedarf Verfüllung [m³]
 $\approx \text{Fläche [m}^2\text{]} \times 0,04 \text{ m}$



Zum Schutz der Vegetation ist das **Substrat ca. 1,5 - 2 cm unter Gitteroberkante einzukehren**

Ansaat

- Saatgutmischungen müssen den Anforderungen der DIN 18917 bzw. der FLL-„Regel-Saatgut-Mischungen Rasen (RSM)“ entsprechen
- Ansaat bei Bodentemperaturen von mind. 8 ° C und ausreichender Bodenfeuchte (i.d.R. Mai bis September)
- Saatgut mit geringer Menge Füllsubstrat durchmischen und gleichmäßig ansäen

für gering beanspruchte Flächen, kann auch artenreiches Saatgut verwendet oder ergänzt werden z.B. RSM 2.4 Gebrauchsrasen – Kräuterrasen oder RSM 6.1 Extensive Dachbegrünung

Tab. 10: Saatgut

empfohlenes Saatgut	Saatgutmenge
RSM 5.1 "Parkplatzrasen"	25 g/m ²
RSM 2.2 "Gebrauchsrasen-Trockenlagen" Variante 2	35 g/m ²

¹⁾ Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Deckschicht TTE[®]-Pflaster

TTE[®] Pflaster:

Die Pflastersteine sind in den Farben hellgrau, rubinrot und anthrazit lieferbar



100 Pflastersteine/m²

Tab. 11: technische Daten TTE[®]-Pflaster

Farbe	steingrau, rubinrot oder anthrazit
Gewicht	610 g/Stück
Material	Beton DIN EN 1339 mit Faser, 2-schichtig
Maße	74 x 74 x 48 mm
Witterungswiderstand	D
Abriebwiderstand	I
pro Palette	1.560 Stück \triangleq 15,6 m ² verlegter Fläche
max. Liefermenge pro LKW	405,6 m ² (=26 Paletten)
Palettengröße	L x B x H 100 x 110 x 80 cm



Einsetzen der Pflastersteine in das TTE[®]-Element



Verlegen der verfüllten TTE[®]-Elemente zu zweit

Einbau

Für einen effizienten Verlegevorgang empfehlen wir parallel zum Verlegen, die TTE[®]-Elemente vor dem Setzen mit den TTE[®]-Pflastersteinen zu füllen. Paletten paarweise zusammenstellen und auf dem Belag regelmäßig bis zum aktuellen Verlegeort nachrücken.

TTE[®]-Pflasterflächen dürfen nicht abgesandet werden

Bei Verkehrsgeschwindigkeiten über 30 km/h können die TTE[®]-Pflastersteine durch leichtes Abstreuen mit Sand (Körnung 0/2 mm, max. 0,5 kg/m²) arretiert werden

Mineralische Deckschichten

Schotter- und Kiesflächen mit TTE[®]

Baustoffe

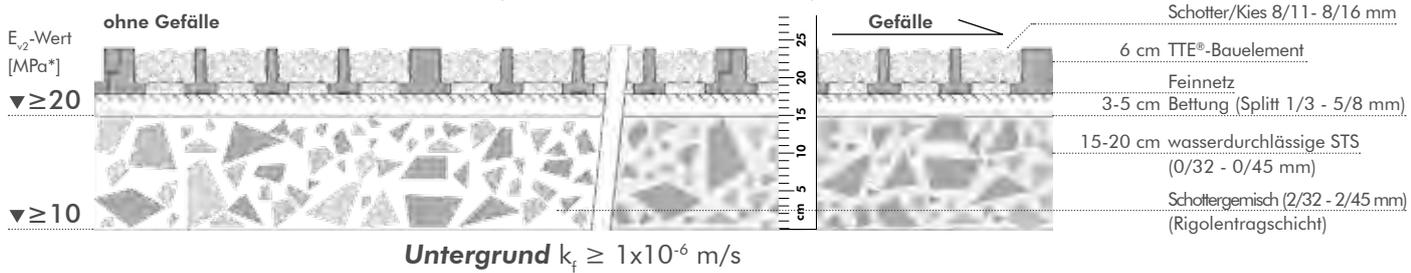
druckfester und frostbeständiger, grobporiger Schotter und Kies 8/11 bis 8/16 mm gemäß TL Gestein-StB mit geringem Feinanteil (< 0,063 mm \leq 3 M.-%)

Herstellung

Schüttstoffe sorgfältig von Hand einkehren ca. 1-2 cm unter Gitteroberkante (für TTE[®]-Bauweise 3 Elemente vor der Befüllung mit 50% Pflastersteinen bestücken / Schachbrettoptik)

- Es dürfen lediglich die angegebenen Körnungen verwendet werden
- Das Füllmaterial ist ca. 1-2 cm zu unterfüllen

TTE® mit Schotter-Deckschicht (Bsp. TTE®-Bauweise 2)



Wassergebundene Decken mit TTE®

Baustoffe Bettung/Füllung

Splittgemische 0/3 bis 0/5 mm mit Feinanteil ($< 0,063 \text{ mm}$) $\leq 7 \text{ M.-%}$ gemäß den Anforderungen an dynamische Schichten nach FLL- "Fachbericht zu Planung, Bau und Instandhaltung von Wassergebundenen Wegen"

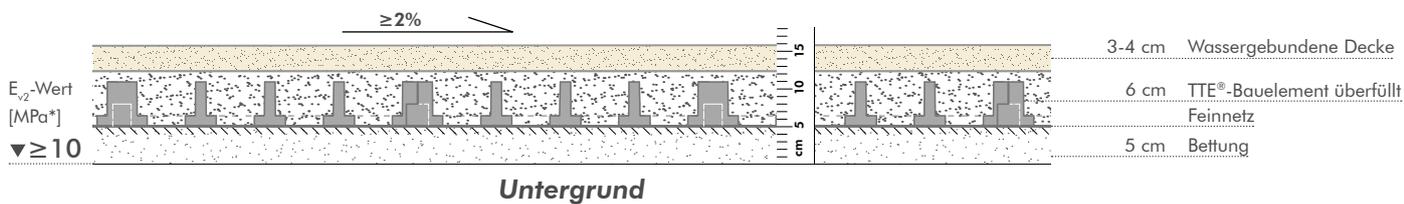
Baustoffe Deckschicht

Baustoffgemische der Körnung 0/3 bis 0/8 mm mit Feinanteil ($< 0,063 \text{ mm}$) $8 \leq 21 \text{ M.-%}$ gemäß FLL¹⁾.

Herstellung

1. Gitterelemente mit dynamischer Schicht vor Kopf leicht überfüllen (ca. 1-2 cm) und statisch verdichten
2. Deckschicht gemäß FLL¹⁾ in erdfeuchtem Zustand auftragen und standfest abwalzen

TTE® mit wassergebundener Deckschicht (Bsp. TTE®-Bauweise 1)



Naturnahe Versickerung

Allgemeines

Die innovative Regenwasserbewirtschaftung über das TTE®-System verbindet die Eigenschaften der dezentralen Flächen- oder Rigolenversickerung mit denen der Flächenbefestigung. So entstehen naturnahe, breitflächige Versickerungseinrichtungen, die gleichzeitig eine Nutzung als Verkehrsfläche zulassen.

- Auf zusätzliche Entwässerungseinrichtungen kann im Normalfall verzichtet werden
- Oberflächenabflüsse angrenzender versiegelter Flächen können über TTE®-Versickerungsanlagen entwässert werden
- Abwassergebühren können in der Regel vollständig entfallen

Wir unterstützen Sie bei der Planung Ihrer dezentralen Versickerung mit TTE®.
 Kontaktieren Sie uns für eine kostenlose Dimensionierung: **Telefon 08393 / 9229-20**

*1 MPa = MN/m² ¹⁾ Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Tab. 12: Verickerungsprinzip nach TTE®-Bauweisen

Flächenversickerung	flächige Rigolenversickerung
Alle TTE®-Grün Bauweisen	alle TTE® Pflaster-Bauweisen sowie wasserdurchlässige Splitt-/Kiesbefüllung
alle Bauweisen bei Höhendifferenzen	TTE®-Flächenrigole (siehe S.21)

Voraussetzungen

- Prüfung durch die zuständige Untere Wasserbehörde
- bei zielgerichteter Versickerung wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 7 WHG
- zielgerichtete Versickerung nur außerhalb der Wasserschutzgebiete I und II
- Anforderungen an Versickerungsanlagen nach DWA-A 138 berücksichtigen
- topographische Einflüsse, Schichtenwasser aus Hanglagen, Stauwasser, Grundwasser beachten

Belastung von Niederschlagsabflüssen

Eine zielgerichtete Regenwasserversickerung mit dem TTE®-System bei der Oberflächenabflüsse versiegelter Flächen gesammelt und eingeleitet werden, ist nach DWA-A 138 hinsichtlich ihrer Stoffkonzentration zu bewerten. (siehe Tab. 13)

Tab. 13: Qualitative Bewertung von Niederschlagsabflüssen

Kategorie	Bewertung	Eignung
A	unbedenklich	darf ohne Vorbehandlung versickert werden
B	tolerierbar	darf nach ausreichender Vorbehandlung versickert werden
C	nicht tolerierbar	sind i. d. R. in das Kanalnetz einzuleiten

Tab. 14: Hydraulische Belastung

Verhältnis $A_u : A_s$	Maßnahme
0:1 Versickerung ohne Einleitung	i.d.R keine Vorbehandlung erforderlich
$\leq 5:1$ breitflächige Versickerung	Vorbehandlung gemäß DWA-A 138
$\leq 15:1$ Flächen und Muldenversickerung	ggf. Bewertung und Vorbehandlung gemäß DWA-M 153

Behandlung belasteter Niederschlagsabflüsse

Bei stofflicher Belastung der Beschaffenheitskategorie B (tolerierbar) ist eine Vorbehandlung der Niederschlagsabflüsse für die Versickerung Voraussetzung.

Werden lediglich die Niederschläge die auf der TTE®-Fläche selbst anfallen versickert, ist i.d.R. keine Vorbehandlungsmaßnahme erforderlich.

Je nach Oberflächenbeschickung (Abflussfläche A_u ; TTE®-Versickerungsfläche A_s) ist die TTE®-Fläche bei einer zielgerichteten Versickerung als „breitflächige Versickerung“ oder als „dezentrale Flächen- und Muldenversickerung“ einzustufen.

Bei Einordnung als „dezentrale Flächen- und Muldenversickerung“ kann aufgrund stärkerer stofflicher Einträge durch Dach- und Verkehrsflächen die Bewertung der Niederschlagsabflüsse, ihrer Auswirkung auf Gewässer

und die Ermittlung ausreichender Vorbehandlungsmaßnahmen gemäß DWA-M 153 erforderlich werden (vgl. DWA-A 138, 3.1.2, Tab. 1). Dies kann beispielsweise bei Pkw-Parkplätzen mit häufigem Fahrzeugwechsel, Metalldächern ohne Beschichtung oder Straßen mit DTV über 15.000 Kfz der Fall sein.

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an Oberbodenpassagen nach DWA-A 138/M 153 entsprechen der Oberboden oder die tragfähigen Substrate einer belebten Bodenzone. Eine DIBt-Zulassung ist deshalb nicht erforderlich.

Generell sollte möglichst die Versickerung über eine bewachsene Bodenschicht angestrebt werden.

Tab. 15: Durchgangswerte für TTE®-Bauweisen

TTE®-Bauweise	Schicht	Stärke	Kategorie
TTE® Grün 1-3	Durchgangswert nach Dicke der belebten Bodenzone	≥ 30 cm	D1
TTE® Pflaster 1		≥ 20 cm	D2
		≥ 10 cm	D3

Anforderungen gemäß **DWA-A 138**

- keine Verunreinigungen im hydraulischen Einflussbereich (z. B. Altlasten)
- keine negativen Veränderungen des Sicker- und Grundwassers durch verbaute Materialien
- entwässerungstechnisch relevanter k_f -Bereich 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s (ungesättigte Zone)
- Mächtigkeit des Sickerraumes mindestens 1 m, bezogen auf mittleren höchsten Grundwasserstand
- mind. 10 cm belebter Boden

Anforderungen an Oberbodenpassagen gemäß **DWA-M 153**

- pH-Wert 6-8
- Humusgehalt 1-3 M.-%
- Feinanteil < 0,063 mm unter 10 M.-%
- k_f -Wert allgemein $> 1 \times 10^{-6}$ m/s, für Versickerung in Seitenräumen befestigter Flächen $> 2 \times 10^{-5}$ m/s

Verbesserung des Stoffbindungsvermögens

Die DWA-A 138 schlägt verschiedene Maßnahmen der Bodenverbesserung vor, um die Filtrations- und Sorptionsprozesse zu fördern sowie den Stoffabbau im Boden zu erhöhen. Auswirkungen auf die Durchlässigkeit sind zu beachten und eine Verringerung dieser auf Werte $\geq 1,0 \times 10^{-5}$ m/s zu begrenzen.

Tab. 16 Maßnahmen zur Bodenverbesserung

Eigenschaft	Bodenhilfsstoff
Erhöhung Stoffbindungsvermögen	Betonit oder tonreiches Bodenmaterial (Feinanteil < 10 M.-%)
ph-Wert	Kalk
Anteil organische Substanz	Humus oder Kompost
Durchlässigkeit	karbonatreiche Sande
Förderung des Bodenlebens, der Bindung von Schadstoffen	Alginate, Huminstoffe und gleichartige Hilfsstoffe

Oberflächengefälle

Da i.d.R. kein relevanter oberflächiger Abfluss entsteht und zusätzliche Entwässerungseinrichtungen nicht erforderlich sind, kann auf eine komplexe Oberflächenentwässerung meist verzichtet werden.

Das Oberflächengefälle ist möglichst auf $\leq 2 \%$ zu begrenzen. Für eine sinnvolle Versickerung sollten 5% Gefälle nicht überschritten werden.

Der Einsatz als flächige dezentrale Rigolenversickerung mit Speicherfunktion ist nur ohne Gefälleausbildung möglich.

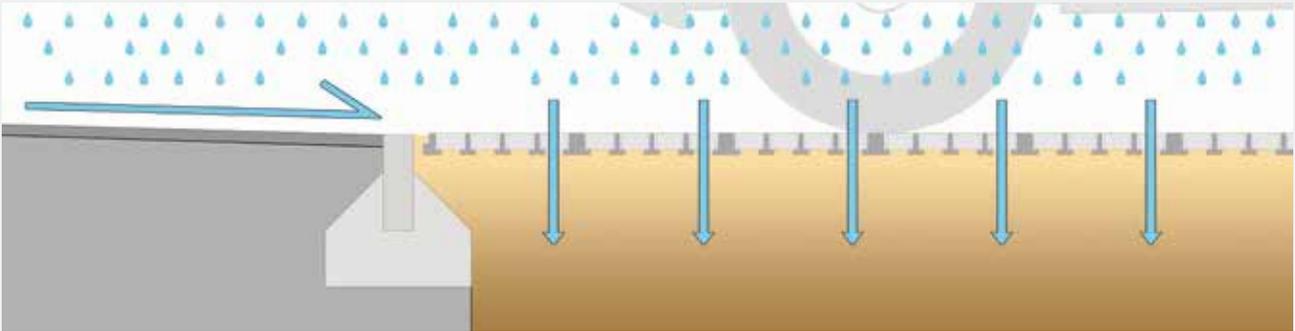
Wasserdurchlässigkeit

Für den Einsatz des TTE®-Systems als dezentrale Versickerungsanlage empfehlen wir, den Oberbau mit einer Durchlässigkeit $\geq 5,0 \times 10^{-5}$ m/s herzustellen.

- Um eine dauerhaft hohe Wasseraufnahmefähigkeit und Durchlässigkeit zu gewährleisten, sind die empfohlenen Verdichtungsgrade für Baugrund und Tragschicht möglichst nicht wesentlich zu überschreiten
- Auf Trenn- und Filtervliesstoffe sollte wenn möglich verzichtet werden.

TTE® als dezentrale Flächenversickerung

Alle TTE®-Grün Bauweisen sowie TTE®-Flächen mit Höhendifferenzen (Gefälle $\leq 5\%$) sind als Flächenversickerung nach DWA-A 138 zu dimensionieren und nachzuweisen. Flächenversickerungen sind besonders bei guter Durchlässigkeit des Untergrundes effektiv einsetzbar.



Dimensionierung nach DWA-A 138 - Flächenversickerung

Ermittlung der erforderlichen Versickerungsfläche

Die erforderliche Versickerungsfläche A_S lässt sich nach DWA-A 138 durch die Anwendung der folgenden Gleichung für einen Bemessungsregen $r_{D(0,2)}$ mit den Dauerstufen $D = 10 - 15$ ermitteln.

$$A_S = \frac{A_U}{\frac{k_f \times 10^7}{2 \times r_{D(n)}} - 1}$$

A_U = angeschlossene befestigte Fläche [in m^2]

$r_{D(n)}$ = maßgebende Regenspende [in $l/s \times ha$]

A_S = erforderliche Versickerungsfläche

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone [in m/s]

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone [in m/s]

$r_{D(n)}$ = maßgebende Regenspende [in $l/s \times ha$]

Nachweis gegen Oberflächenabfluss und Überstau:

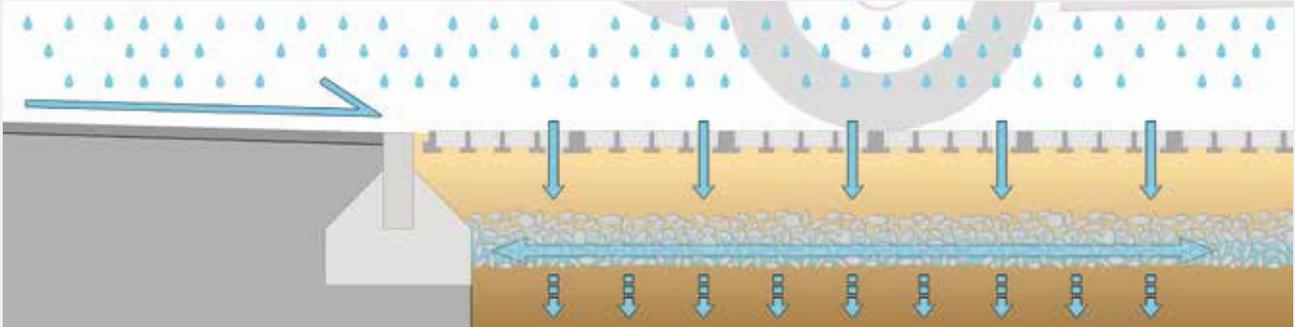
$$k_f \geq 2 \times r_{D(n)} \times 10^{-7}$$

Diese Formel ist voraussetzend für ein positives Ergebnis der obigen Gleichung und dient als Nachweis gegen Oberflächenabfluss, wenn keine undurchlässige Fläche angeschlossen und entwässert wird.

TTE® als flächige dezentrale Rigolenversickerung

Das Versickerungsprinzip der TTE®-Pflasterbauweisen (sowie bei Schotter-/Kiesbefüllung) und der TTE®-Flächenrigole ist mit einer Rigole zu vergleichen. Die Dimensionierung erfolgt in Anlehnung an das DWA-A 138 für Rigolen.

Eine Tragschicht aus grobporigem Schotter bildet die Rigole. Das benötigte Speichervolumen kann durch die Anpassung der Tragschicht in ihrer Höhe hergestellt werden.



Tab. 17: Niederschlagshöhen und Niederschlagsspenden 83224 Grassau

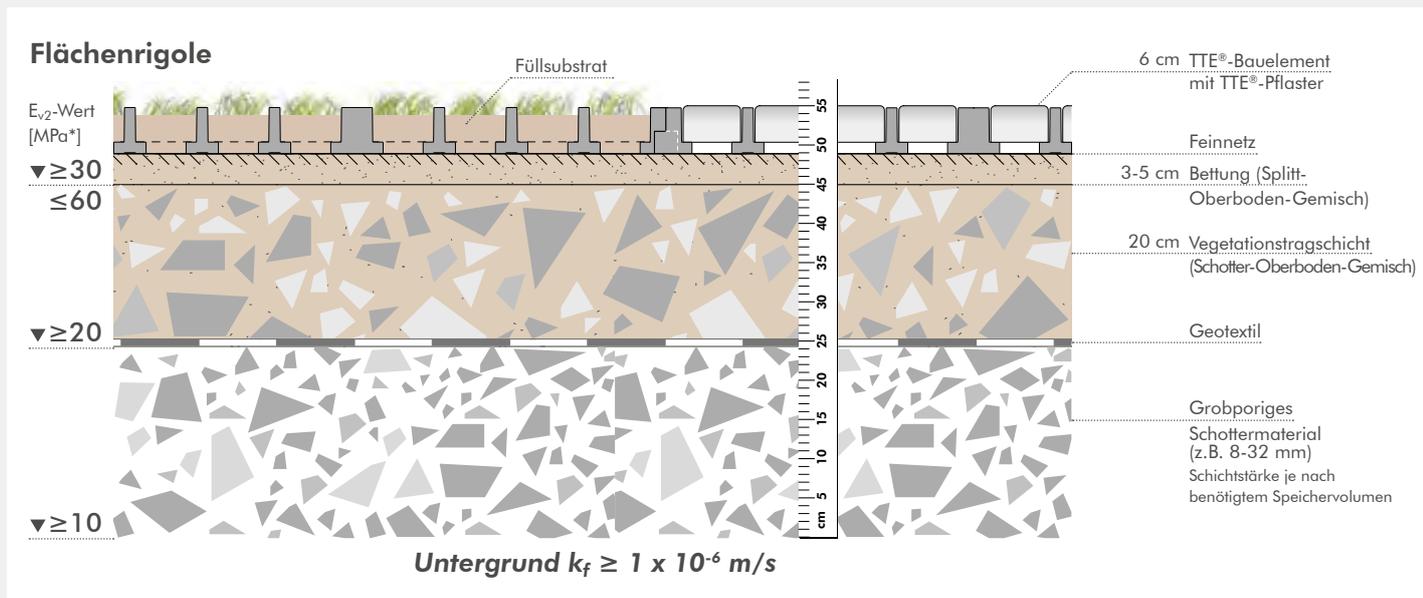
(KOSTRA-DWD-2000 Auswertungszeitraum: 1951 - 2000)

Andauer	Wiederkehrzeit (Jahre) 5	
	N	R
5 Min.	14,2	472,6
10 Min.	20,4	340,4
15 Min.	24,7	274,8
20 Min.	28,0	233,1
30 Min.	32,5	180,7
45 Min.	36,9	136,8
60 Min.	40,0	111,2
90 Min.	43,5	80,6

Sofern nur Niederschläge versickert werden, die auf der TTE®-Fläche selbst anfallen sind die Schichtstärken der Tragschicht der TTE®-Bauweisen 2 + 3 in der Regel als Speicherraum ausreichend. Diese sind unter Mindestanforderungen an die Durchlässigkeit ($k_f = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) des Untergrundes und einem geringen Speicherkoeffizienten von 0,2 der Tragschicht sogar **in der Lage, die größtmöglichen Regenspenden Deutschlands (83224 Grassau)⁴⁾ aufzunehmen.** So ergab die erforderliche Tragschichtthöhe bei einer Regenspende von $80,6 \text{ l/s} \times \text{ha}$ mit einer Dauer von 90 min (= $43,5 \text{ l/m}^2$ Gesamtniederschlag) ca. **20,4 cm.**

N = Niederschlagshöhe in Millimeter

R = Niederschlagsspende in Liter pro Sekunde und Hektar



*1 MPa = MN/m² ⁴⁾ Ermittelt durch den Deutschen Wetterdienst (DWD), siehe Tab. 17

Dimensionierung in Anlehnung an DWA-A 138 -Rigolenversickerung

Ermittlung der erforderlichen Höhe der Rigolentragschicht

In der Dimensionierung in Anlehnung an das DWA-A 138 wird die erforderliche Tragschichthöhe h_R iterativ bestimmt.

Die erforderliche Tragschichthöhe lässt sich durch die schrittweise Anwendung der Gleichung für unterschiedliche Dauerstufen ermitteln. Der Bemessungsregen ist nach DWA-A 138 mit einer Wiederkehrzeit von 5 Jahren und einem Sicherheitsfaktor $f_Z = 1,2$ anzusetzen.

$$h_R = \frac{[(A_U + A_S) \times 10^{-7} \times r_{D(n)} - (l \times b \times k_f/2)] \times D \times 60 \times f_Z}{b \times l \times s} - \frac{V_B}{s}$$

Nachweis gegen Überstau

Die örtliche Niederschlagsintensität und hydraulische Beschickung darf die Versickerungsleistung des TTE®-Oberbaues nicht übersteigen. Deshalb ist für diesen unter Anwendung des Bemessungsregens $r_{10(0,2)}$ folgende Gleichung zu erfüllen:

$$k_f\text{-Oberbau} \geq 2 \times r_{D(n)} \times 10^{-7}$$

A_U : Angeschl. undurchlässige Fläche [in m²]

A_S : Versickerungsfläche (TTE®-Fläche) [in m²]

k_f : Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone [in m/s] nach DWA A 138 (Anhang B)

k_f -Oberbau: Durchlässigkeitsbeiwert des Oberbaues

$r_{D(n)}$: maßgebende Regenspende [in l/(s × ha)]

D: Dauer des Bemessungsregens (in min)

f_Z : Sicherheitsfaktor gem. DWA-A 117 [$f_Z = 1,2$]

l: Länge der Schicht [in m]

b: Breite der Schicht [in m]

h_R : erforderliche Höhe der Rigolentragschicht [in m]

h_G : erforderliche Gesamtaufbauhöhe

s: Speicherkoeffizient des Materials

V_B : Speichervolumen Bettung ($\varnothing 4 \text{ cm} = 10 \text{ l/m}^2$) [in m³]

Betrieb von Versickerungsanlagen

Versickerungsanlagen sollten einer regelmäßigen Kontrolle unterzogen werden. Für den Betrieb von Versickerungsanlagen ist nach DWA-A 138 Folgendes zu beachten:

Um eine dauerhafte Durchlässigkeit aufrecht zu erhalten, sind Arbeiten im Rahmen der Grünpflege durchzuführen sowie Rasenschnittgut und insbesondere Laubeinträge aus dem Versickerungsbereich zu entfernen.

Wird das Reinigungs- und Rückhaltevermögen durch langzeitliche und erhöhte Einträge nicht

abbaubarer Stoffe überbelastet, ist ggf. die obere Infiltrationsschicht auszutauschen.

Das ausgebaute Material ist ordnungsgemäß zu entsorgen.

Werden durch einen Schadensfall wassergefährdende Stoffe freigesetzt, ist unverzüglich die zuständige Wasserbehörde einzuschalten.

Bei Nutzungswechsel sollte geprüft werden, ob die Versickerungseinrichtung weiter die erforderlichen qualitativen Anforderung erfüllt.

Pflege und Unterhaltung

Allgemein

Die Abnahme und Mängelansprüche, Fertigstellungs- sowie Entwicklungs- und Unterhaltungspflege ist nach FLL¹⁾ für begrünbare Flächenbefestigungen durchzuführen. Neben diesen gelten folgende Maßnahmen für die Pflege und Unterhaltung von Flächenbefestigungen mit dem TTE®-System:

Winterdienst

Auf das Ausbringen von Streusalz ist möglichst zu verzichten, da sich dies negativ auf die Vegetation, den Boden und das Grundwasser auswirkt. Als abstumpfendes Mittel kann stattdessen Splitt eingesetzt werden. Das Material ist nach Winterende von der Fläche zu entfernen.

Schneeräumen durch Fahrzeuge ohne Schneeketten mit Kunststoff-/Gummilippe am Räumschild ist möglich. Das maximale Fahrzeuggewicht ist je nach Bauweise zu berücksichtigen. Bei begrüntem TTE®-Flächen ist das Schild höher zu stellen, um Beschädigungen der Vegetation zu vermeiden.

Pflegehinweise für TTE® Grün

Bei begrünbaren TTE®-Bauweisen muss eine Veränderung durch Nutzung und Witterungseinflüsse berücksichtigt werden. Um eine gleichbleibende Qualität sicherzustellen, ist eine regelmäßige Pflege notwendig. Deshalb wird empfohlen den Auftraggeber ausreichend darüber zu informieren.

Nachsaat

Eine Nachsaat kann gegebenenfalls notwendig werden. Bei Bedarf im Frühjahr nach dem ersten Winter mit bereits verwendeter Saatgutmischung nach RSM, mit einer Saatgutmenge von ca. 15-20 g/m² nachsäen.

Bewässern

Bei längeren Trockenphasen sollte nach Bedarf bewässert werden. Parkplätze mit langer Verweildauer der Kraftfahrzeuge, z. B.: Mitarbeiterstellplätze sollten gegebenenfalls in der verwendungsfreien Zeit bewässert werden, um Trockenschäden durch Regenschatten zu vermeiden.

Düngen

Die Verwendung von Dünger im Rahmen der Fertigstellungspflege ist gemäß der FLL¹⁾ für begrünbare Flächenbefestigungen durchzuführen. Weitere Düngung sollte nach Begrünungsgrad erfolgen. Wir empfehlen die Düngung einmal jährlich im Frühjahr mit Langzeitdünger. Hinweise zu Eigenschaften von Düngern enthält das FLL¹⁾-„Beschreibende Düngemittelverzeichnis für Landschafts- und Sportplatzbau“.

Mähen

TTE®-Grünflächen sind mit einer Schnitthöhe von 4 cm und einer Häufigkeit von mindestens zwei bis vier Schnitten pro Jahr zu mähen. Je nach Begrünungsziel und Nutzung sollte die Häufigkeit der Schnitte angepasst werden. Das Schnittgut und abgestorbene Pflanzenbestandteile sind zu entfernen.

¹⁾ Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Quellenverzeichnis

DIN 18121:	Untersuchung von Bodenproben – Wassergehalt – Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung
DIN 18123:	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung
DIN 18124:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korndichte – Kapillarpyknometer, Weithalspyknometer, Gaspyknometer
DIN 18125-1:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Dichte des Bodens – Teil 1: Laborversuche
DIN 18128:	Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18130-1:	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche
DIN 18134:	Baugrund; Versuche und Versuchsgeräte – Plattendruckversuch
DIN 18202:	Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
DIN 18299:	Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
DIN 18300:	Erdarbeiten
DIN 18315:	Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten ohne Bindemittel
DIN 18318:	Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen
DIN 18320:	Landschaftsbauarbeiten
DIN 18915:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten
DIN 18917:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Rasen und Saatarbeiten
DIN 18918:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen
DIN 18919:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen
DIN 483:	Bordsteine aus Beton (nationale Ergänzungsnorm zu DIN EN 1340)
DIN EN 13286-2:	Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren für die Trockendichte und den Wassergehalt – Proctorversuch
DIN EN 1340:	Bordsteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 932-3:	Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Durchführung und Terminologie einer vereinfachten petro-graphischen Beschreibung
DIN EN 933-1:	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren
DIN EN 933-4:	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 4: Bestimmung der Kornform; Kornformkennzahl
DIN ISO 10390:	Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des pH-Wertes
DWA-A 138:	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
DWA-M 153:	Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
FLL:	Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2
FLL:	Fachbericht zu Planung, Bau und Instandhaltung von Wassergebundenen Wegen
FLL:	Regel-Saatgut-Mischungen Rasen (RSM)
FLL:	Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen
M Geok E:	Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues
RStO 12:	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
TL Gestein-StB 04:	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
TL SoB-StB 04:	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
VDLUFÄ:	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, A10.1.1, Bestimmung des Salzgehaltes in Böden, gärtnerischen Erden und Substraten
ZTV E-StB 94:	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV Pflaster-StB 06:	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen
ZTV SoB-StB 04:	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
ZTV Vegtra-Mü:	Zusätzliche Technische Vorschriften für die Herstellung und Anwendung von Vegetationstragschichten



Nachhaltige Bodenbefestigungen auf der Basis von über 20 Jahren Praxiserfahrung

Individuelle TTE[®]-Lösungen

Das HÜBNER-LEE Team steht Ihnen bei Fragen stets zur Seite und berät Sie gerne bei Ihrer Planung.

TTE[®] und die europäischen Partner:

(A) Österreich

ZÄHRER GmbH & Co KG
TTE[®]-Bodensysteme
4974 ORT im Innkreis Nr. 60
Tel: +43 (0)7751-892 50
Fax: +43 (0)7751-892 516
E-Mail: tte@zahrer.at, Web: www.tte.at

(CH) Schweiz

KELLER Bodensysteme GmbH
Rebberghof, 5330 Zurzach
Telefon: +41 (0)56-249 3473
Fax: +41 (0)56-249 0181
E-Mail: info@keller-bodensysteme.ch
www.keller-bodensysteme.ch

 (AZ) Aserbaidshan
AZ Warenhandels-gesellschaft
mbH & Co. KG (Sitz in DE)

 (DK) Dänemark
Skandinavisk Byggeplast

 (F) Frankreich
www.o2d-environnement.com

 (KZ) Kasachstan
ParCoS - www.ecoparking.kz

 (LT) Litauen
Žaliasis Rojus

 (NL) Niederlande
Nord: TONN Nederland
Süd: S.P.M. Lintzen vof

 (RU) Russland
Russkoe Pole - www.russpole.ru

 (SE) Schweden
TTE-Sweden

 (UA) Ukraine
Right Solutions Ltd.
www.ecoparkovka.com.ua



HÜBNER-LEE GmbH & Co. KG
Gewerbestr. 1, D-87752 Holzgünz
Telefon: +49 (0)8393-9229-0, Telefax: +49 (0)8393-9229-22
E-Mail: info@huebner-lee.de

Per QR-Code
direkt zur Webseite
TTE[®]-Außenanlagen

