



Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung

24. Kasseler Gartenbautage



Dr.-Ing. Jörn Buchholz



Inhalt:

- Einleitung
- Warum eigentlich eine ZTV Wegebau?
- Anforderungen nach ZTV Wegebau
- Ausführung von gebundenen Pflasterdecken
- Konstruktionen bei geringen Aufbauhöhen



Warum eigentlich eine ZTV Wegebau?

ATV DIN 18318 Geltungsbereich:

„Die ATV DIN 18318 [...] gilt für das Befestigen von Straßen, Wegen, Plätzen, Höfen, Terrassen und dergleichen und von Bahnsteigen und Gleisanlagen mit Pflastersteinen und Platten“



Aktuelle Regelwerke (2013):

VOB A, B, C
Teil C: ATV DIN 18318

Produktnormen z.B. DIN
EN 1342 (Pflastersteine aus
Naturstein)

ZTV Pflaster-StB 06

TL Pflaster-StB 06

RStO 12

M FP 1

Flächenbefestigungen mit
Pflasterdecken und
Plattenbelägen

Arbeitspapiere



Warum eigentlich eine ZTV Wegebau?



- **ATV DIN 18318:** Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in **ungebundener** Ausführung, Einfassungen (2012)
- **TL Pflaster StB:** Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in **ungebundener** Ausführung, Einfassungen (2012):
 „[...]zur Herstellung von Pflasterdecken und Plattenbelägen in **ungebundener** Ausführung [...]“
- **ZTV Pflaster StB:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (2006):
 „[...] sind in Verbindung mit den [...] (TL-Pflaster-StB) bei der Herstellung von Pflasterdecken und Plattenbelägen in **ungebundener** Ausführung (Regelbauweise) auf Verkehrsflächen anzuwenden.“



Warum eigentlich eine ZTV Wegebau?



- **ATV DIN 18318:** Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in **ungebundener** Ausführung, Einfassungen (2012)
- **DIN 18318 bis 2006** in Bezug auf die gebundene Bauweise unbrauchbar
 („...Zementmörtel müssen Mörtelgruppe III (Mischungsverhältnis 1:4) der DIN 1053-1 „Mauerwerk- Rezeptmauerwerk – Berechnung und Ausführung“ entsprechen)
 → **Argument: Keine positiven Langzeiterfahrungen**



Die neue ZTV-Wegebau:



Schon lange wartete die „grüne Branche“ auf verbindliche Hinweise und Regeln, die auf die Anforderungen im Garten- und Landschaftsbau zugeschnitten sind und auch die gebundene Bauweisen definieren!



Aktuelle Empfehlungen:



VOB A, B, C Teil C: ATV DIN 18318 Produktnormen z.B. DIN EN 1342 (Pflastersteine aus Naturstein)

ZTV Wegebau ZTV Pflaster-StB 06 TL Pflaster-StB 06 RStO 12

M FP 1
 Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen

Arbeitspapiere



Perspektive durch Regelwerke



Regelwerke bis 2013:		Regelwerke heute:
Normen: ✘	→	Normen: VOB: ATV DIN 18318 in Überarbeitung
GaLaBau: ✘	→	GaLaBau: FLL: ZTV Wegebau
Straßenbau: ✘	→	Straßenbau: FGSV: Merkblatt zur geb. Bauweise (wird erstellt)
Empfehlungen: FGSV: Arbeitspapier	→	Übergreifend: DNV Richtlinie Pflaster und Plattenbeläge



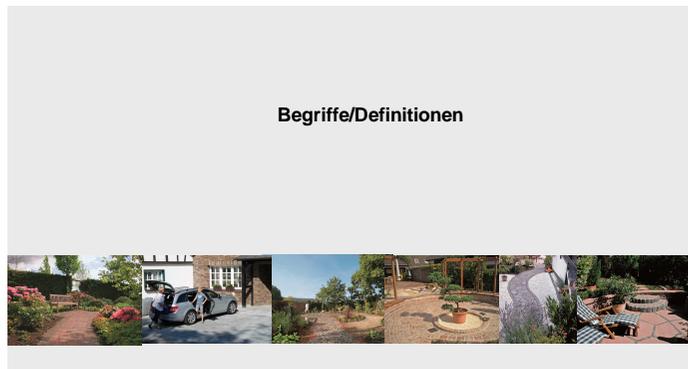
Geltungsbereich:



- Die ZTV Wegebau gilt für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs.
- Sie gilt für Verkehrsflächen aus Pflastersteinen und Platten aus Beton, Betonwerkstein, Pflasterklinker, Pflasterziegel, Natur- und Naturwerkstein.
- Gedacht ist sie für alle Pflasterflächen rund um das Haus



Begriffe/Definitionen



Begriffe/Definitionen



- 1. Ungebundene Bauweise**
Bettung und Fuge ungebunden auf gebundener/ungebundener Tragschicht
- 2. Vollgebundene Bauweise**
Bei der vollgebundenen Bauweise sind Bettung, Fugen und (obere) Tragschicht gebunden
- 3. Mischbauweisen mit gebundener Bettung**
Tragschicht ist ungebunden, die Fugen und Bettung sind gebunden
- 4. Mischbauweise mit ungebundener Bettung**
Tragschicht und Bettung sind ungebunden, die Fugen sind gebunden
- 5. Wasserdurchlässige Beläge**
Flächen mit Pflasterdecken oder Plattenbelägen sowie Waben- und Gitterelementen, deren Fugen, Öffnungen oder haufwerksporige Struktur eine erhöhte Wasserdurchlässigkeit aufweisen.





Die Nutzungskategorien:

Die Nutzungskategorien oder Belastungsklassen beschreiben die Nutzung, auf deren Grundlage eine Pflasterfläche oder ein Plattenbelag geplant wird. In der ZTV Wegebau gibt es drei Nutzungskategorien.
In Abhängigkeit der Nutzungskategorien werden unterschiedliche Baustoffeigenschaften und Bauweisen zugeordnet



Nutzungskategorien

1. Nutzungskategorie N1

Begehbare, nicht mit KFZ befahrene Flächenbefestigungen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Terrassen, Gartenwege, Sitzplätze in Parkanlagen)



2. Nutzungskategorie N2

Befahrbare Flächenbefestigungen für Fahrzeuge bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Garagenzufahrten, PKW-Stellplätze)



3. Nutzungskategorie N3

Befahrbare Flächenbefestigungen wie Belastung 2, jedoch mit gelegentlichen Befahrungen mit Fahrzeugen bis 20 t zulässiges Gesamtgewicht mit Radlasten ≤ 5 t außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Pflege-, Instandhaltungs- und Rettungswege sowie Feuerwehr-, Garagen- und Gebäudezufahrten)



Ungebundene – oder gebundene Bauweise?



Belastungen

- Statische Belastungen:

Vertikale Druckkräfte (z.B.: Eigenlast, parkende PKW)
Horizontale Schubkräfte (z.B. ruhender Verkehr in Hanglage)

- Dynamische Verkehrslasten

Vertikale Druckkräfte
Horizontale Schubkräfte (Anfahren, Bremsen)
Impuls-/ Stoßkräfte (durch Überfahren von Unebenheiten)

- Temperaturbeanspruchung

- Frosteinwirkung/Tausalze

- Pflasterreinigung/Kehrsaugmaschinen

- Biologische Einflüsse

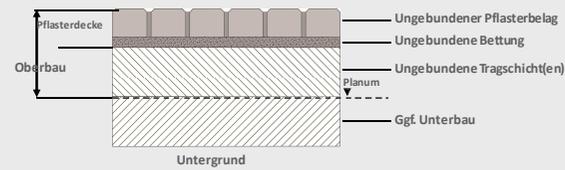


Ungebundene Pflasterflächen

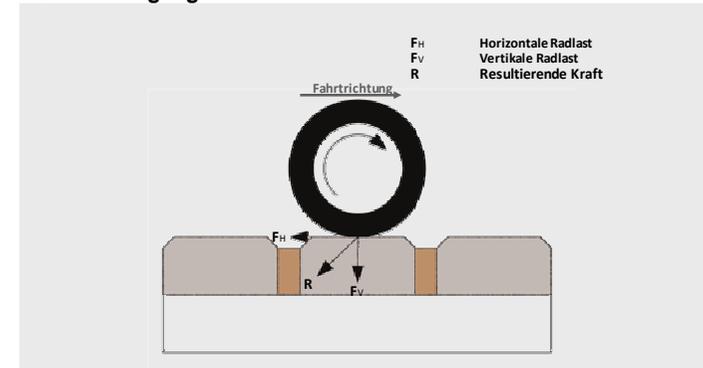


Ungebunden Pflasterkonstruktion:

1. Belagselemente mit ungebundener Fugenfüllung
2. Ungebundene Bettung
3. Ungebundene Tragschicht(en)
4. Ggf. Unterbau



Beschleunigung

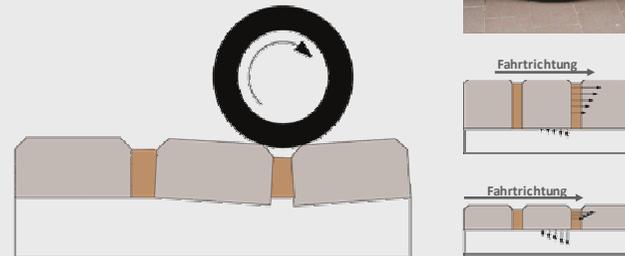


Stützfunktion der Fuge



Bewegungsablauf beim Überfahren einer Pflasterfläche

Lastangriff wandert vom linken Rand des Elementes über die Mitte zum rechten Elementrand

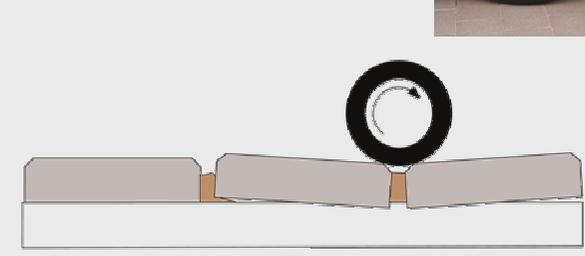


Stützfunktion der Fuge

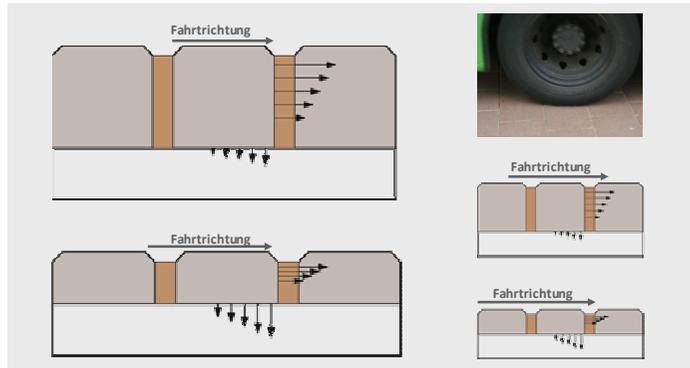


Bewegungsablauf beim Überfahren eines Plattenbelags

Lastangriff wandert vom linken Rand des Elementes über die Mitte zum rechten Elementrand



Stützfunktion der Fuge

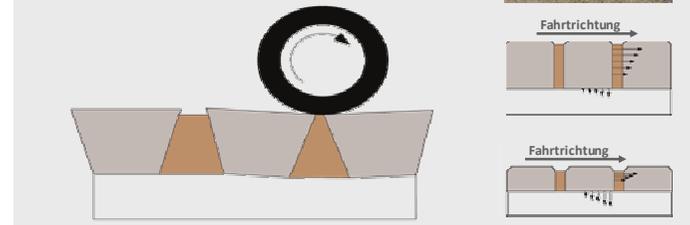


Stützfunktion der Fuge



Die Abweichung der Rechtwinkligkeit einer Seitenfläche darf 15mm in Bezug auf die Sichtfläche nicht überschreiten. (DIN EN 1342)

Unter 120mm Nenndicke darf die Differenz zwischen dem Flächeninhalt der Oberseite und dem der Unterseite nicht mehr als 30% betragen. (DIN EN 1342)



Stützfunktion der Fuge



Belastungen



Mechanische Beanspruchung

- Entlastung der Konstruktion durch höhere Belagselemente
- Hohe Anforderungen an die verwendeten Baustoffe
- Regelmäßige Fugenkontrolle bzw. Fugenpflege
- (Dränfähigkeit und Frostsicherheit sind entscheidend)

➔ Ziel: Hohe Stabilität des Systems Element-Fuge-Bettung



Bettungsmörtel



Begriffe/Definitionen

6. Bettungstyp 1

Herstellung der gebundenen Bettung unter der Zugabe von Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 2 mm

7. Bettungstyp 2

Herstellung der gebundenen Bettung ohne Verwendung von Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 2 mm



Perspektive ATV DIN 18318:

Eigenschaften des Bettungsmörtels:

Nutzungs-kategorie	ZTV Wegebau		FGSV 618/2		
	Bettungstyp 1	Bettungstyp 2	Bettungsmörtel		
	Druckfestigkeit [N/mm ²]	Druckfestigkeit [N/mm ²]	Druckfestigkeit [N/mm ²]		
N1	≥ 10,0	≥ 10,0	≥ 30		
N2	≥ 20,0				
N3	≥ 30,0				



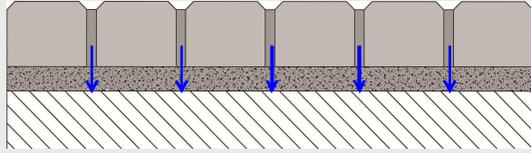
Exkurs: Kapillarität von Verlegemörteln



Wasserführung in Drainagemörteln



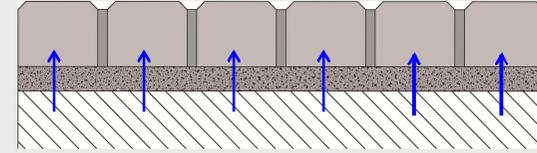
Eindringendes Wasser wird abgeführt (Frostgefahr)



Wasserführung in Drainagemörteln



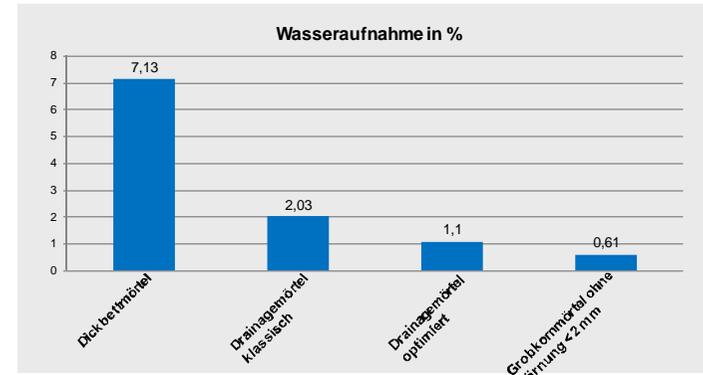
Aufsteigendes Wasser durch Kapillarität



Saugverhalten



Wasseraufnahme





Fugenmörtel



Lösungsansätze für die gebundene Bauweise – Anforderungen und Einsatzbereiche



Mögliche Bauweisen



Enthaltene gebundene Bauweisen:

Vollgebundene Bauweisen:

Für die Nutzungskategorie N1 geeignet:

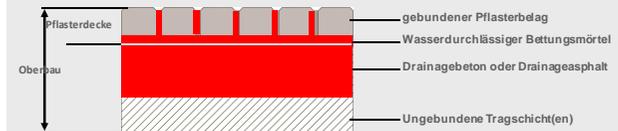
Befahrbare, nicht mit KFZ befahrene Flächenbefestigungen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Terrassen, Gartenwege, Sitzplätze in Parkanlagen)

Für die Nutzungskategorie N2 geeignet, Bettungsschicht:

Befahrbare Flächenbefestigungen für Fahrzeuge bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Garagenzufahrten, PKW-Stellplätze)

Für die Nutzungskategorie N3 geeignet:

Befahrbare Flächenbefestigungen wie Belastung 2, jedoch mit gelegentlichen Befahrungen mit Fahrzeugen bis 20 t zulässiges Gesamtgewicht mit Radlasten ≤ 5 t außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs



Fugen

- Fugenbreite bei Pflastersteinen: 5 – 15 mm
- Fugenbreite bei Plattenlängen > 600 mm: 10 – 15 mm

Tipp: Fugenbreite \geq 1% - 1,5 % der Plattenlänge

- Fugen müssen 1-3 mm unterhalb der Oberfläche, bzw. Fuge gefüllt sein
- Bettungsmörtel darf maximal bis 1/3 der Steinhöhe aufsteigen
- Mindesthöhe des Fugenmaterials 20 mm
- Haftzugfestigkeit N 1: \geq ohne Verbundverlust
- Haftzugfestigkeit N 2: \geq 0,4 N/mm²
- Haftzugfestigkeit N 3: \geq 0,5 N/mm²



Enthaltene gebundene Bauweisen:

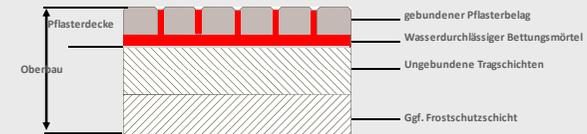
Mischbauweise mit gebundener Bettung:

Für die Nutzungskategorie N1 geeignet:

Beglehbare, nicht mit KFZ befahrene Flächenbefestigungen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Terrassen, Gartenwege, Sitzplätze in Parkanlagen)

Für die Nutzungskategorie N2 geeignet, Bettungsschicht \geq 10 cm:

Befahrbare Flächenbefestigungen für Fahrzeuge bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Garagenzufahrten, PKW-Stellplätze)

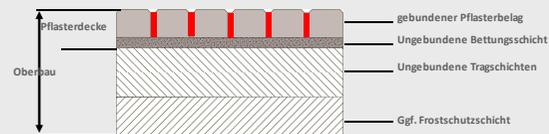


Enthaltene gebundene Bauweisen:

Mischbauweise ohne gebundener Bettung:

Für die Nutzungskategorie N1 geeignet:

Beglehbare, nicht mit KFZ befahrene Flächenbefestigungen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (z.B. Terrassen, Gartenwege, Sitzplätze in Parkanlagen)



Ausführung



Ausführung: Vollgebundene Bauweise



- Wahl der richtigen Nutzungskategorie:
 - N1, N2, N3, Straßenverkehr (FGSV)
- Beurteilung der Ausgangssituation/Baugrund
- Ein starrer Belag fordert eine ausreichende starre Unterlage



Ausführung:



Dränfähige Tragschicht:

- Dränbetontragschichten müssen frei von Eigenspannungen sein. Es müssen Bewegungsfugen oder Sollbruchstellen vorgesehen werden
- Bewegungsfugen in der DBT sind bis in den Belag hochzuführen
- Dränasphaltschichten brauchen keine Fugen und können zeitnah überbaut werden
- Der Schutz der dränfähigen Tragschicht vor Verschmutzungen ist während des Bauablaufes sicherzustellen (z.B. Abdecken mit einem Geotextil)



Ausführung:



Bettungsschicht:

- Im verdichteten Zustand zwischen 4 cm und 6 cm stark
- Nur soviel Mörtel vorlegen wie zeitnah verarbeitet werden kann
- Verdichtung erfolgt ausschließlich durch das Herunterschlagen des Pflasterelementes während der Verlegung
- Nach dem Anmischen des Mörtels zügiges Verarbeiten. Verarbeitungszeit richtet sich nach Art des Mörtels, Herstellerangaben und Witterung



Ausführung:



Ausführung:



Verlegen der Belagselemente:

- Die Verlegung erfolgt grundsätzlich manuell – aus dem Pflasterbett
- Haftschlämme verwenden
- Elemente durch Herunterschlagen in die endgültige Position bringen.
- Nachträgliches Rücken oder Verdichten beeinträchtigt den Haftverbund sowie die Festigkeitsentwicklung des Bettungsmörtels
- Durch das Herunterschlagen steigt der Bettungsmörtel in der Fuge auf. Das ist in geringem Maße auch ausdrücklich erwünscht (Bis maximal 1/3 Fugenhöhe)



Ausführung:



Ausführung:



Verfugen der Belagselemente:

- Verfugung ein- oder zweischichtig (ab 5°C)
- Fugenmörtel muss stark fließfähige Konsistenz erreichen (witterungsabhängig)
- Verfugen bei sehr hohen Außentemperaturen vermeiden (Zugspannungen)
- Flächen vor dem Verfugen gründlich vornässen
- Fugenmörtel sollte geringfügig in den Bettungsmörtel fließen
- Fugen müssen in einem Arbeitsgang vollfugig verfüllt werden
- Verfugte Fläche feucht halten.
- Nach 1-2 Stunden – je nach Witterung – wird die Fläche gereinigt



Ausführung:



Ausführung:



tubag 

quick-mix 

Ausführung:



tubag 

quick-mix 

Ausführung:



tubag 

quick-mix 

Feinsteinzeug im Garten &
Landschaftsbau



tubag 

quick-mix 

Beispiel



tubag 

quick-mix 

Was sagt die ZTV Wegebau?



Geltungsbereich:

„Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen [...] gelten für [...] mit Pflastersteinen und Platten aus Beton, Betonwerkstein, Pflasterklinker, Pflasterziegel, Naturstein und Naturwerkstein [...]“

→ Nicht aufgeführt sind Platten aus Keramik oder Feinsteinzeug!

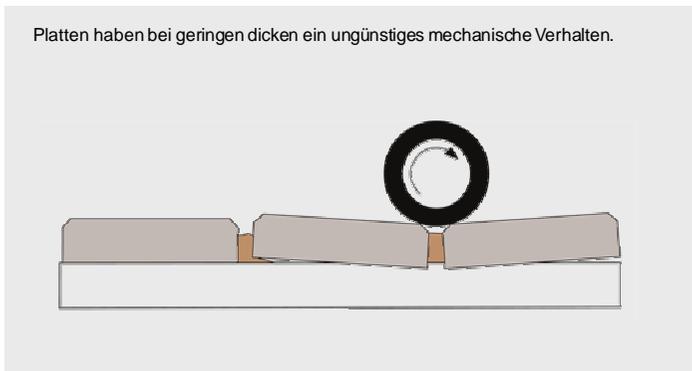
tubag 

quick-mix 

Sonderfall (dünne) Platte



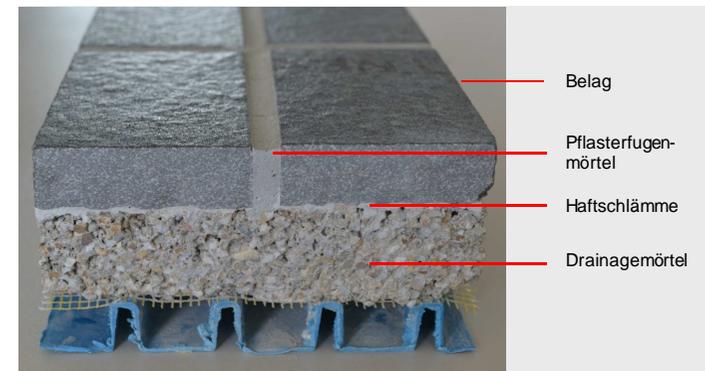
Platten haben bei geringen dicken ein ungünstiges mechanische Verhalten.



tubag 

quick-mix 

Grundaufbau



Belag

Pflasterfugenmörtel

Haftschlämme

Drainagemörtel

tubag 

quick-mix 

2. Schritt: Untersuchungen

Haftzugfestigkeit zwischen:

- Drainagemörtel und Platte
- Mittelbettmörtel und Platte
- Fugenmörtel und Platte

Verhalten unter Bewitterung:

Klima-Kammer (EOTA-Kammer)

Programm:

- 80 Hitze-Regen-Zyklen a 6 Stunden
- 5 Hitze-Kälte Zyklen a 24 Stunden



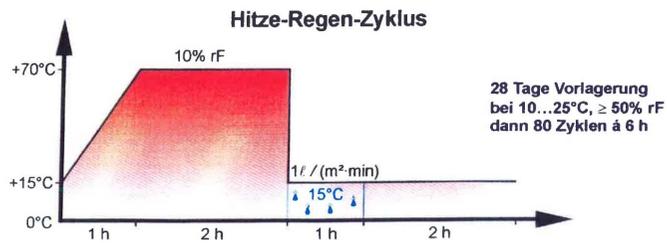
Quelle: REDSLIN



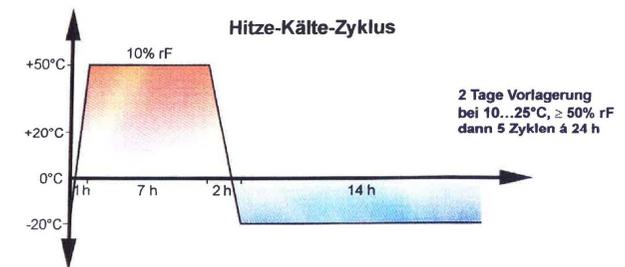
Ergebnisse Klimaprüfung (EOTA-Kammer)



80 Hitze-Regen-Zyklen



5 Hitze-Kälte-Zyklen



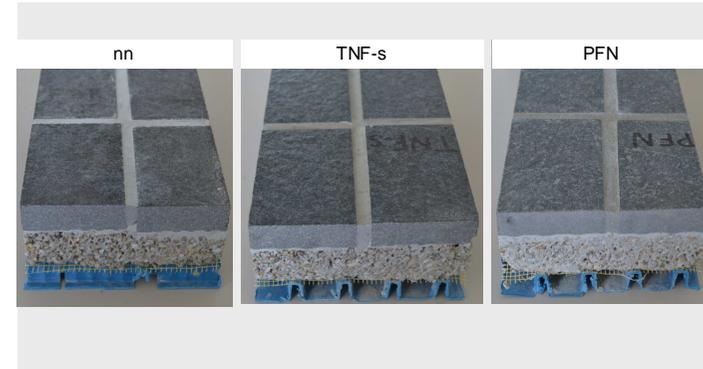
Ergebnisse: harzgebunden



tubag 

quick-mix 

Ergebnisse: zementgebunden



tubag 

quick-mix 

Fazit und Empfehlung



- Für langfristig funktionierende Beläge ist die gebundene Bauweise empfehlenswert
- Entscheidend ist der Verbund zwischen Bettungsmörtel und Platte
- Eine zu hohe Kunststoffvergütung kann sich nachteilig auswirken
- Empfehlung für einen Aufbau für Terrassen:



tubag 

quick-mix 

Verlegung, Haftschlämme:



- Vor dem Verlegen sind die Platten mit einer Haftschlämme vorzubehandeln
- Diese wird mit einer Zahnung von 6 mm aufgezhant



tubag 

quick-mix 

Verlegung, Haftschlämme:



tubag 

quick-mix 

Verlegung, Haftschlämme:



tubag 

quick-mix 

Verlegung, Drainagemörtel:



tubag 

quick-mix 

Verlegung, Drainagemörtel:



tubag 

quick-mix 

Verfugung, PFF: vornässen



tubag 

quick-mix 

Verfugung, PFF: verteilen und einschlämmen



tubag 

quick-mix 

Verfugung, PFF: abfeigen



tubag 

quick-mix 

Verfugung, PFN:



tubag 

quick-mix 

Verfugung, PFN:



tubag 

quick-mix 

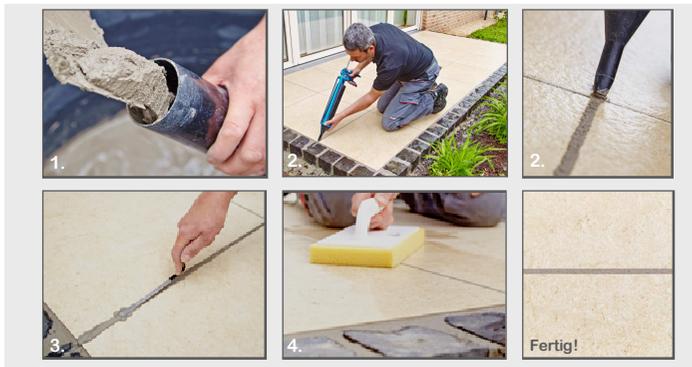
Verfugung, PFN:



tubag 

quick-mix 

Verfugung, PFN Kartuschenverfugung:



tubag 

quick-mix 

Gebundene Pflasterbauweise

Thermische Spannungen und Bewegungsfugen



tubag 

quick-mix 

Gliederung



- [A] Einführung
- [B] Untersuchungen
- [C] Temperatur
- [D] Messfelder
- [E] Numerisches Modell
- [F] Bewegungsfugen
- [G] Fazit



Untersuchungen



Fragestellungen

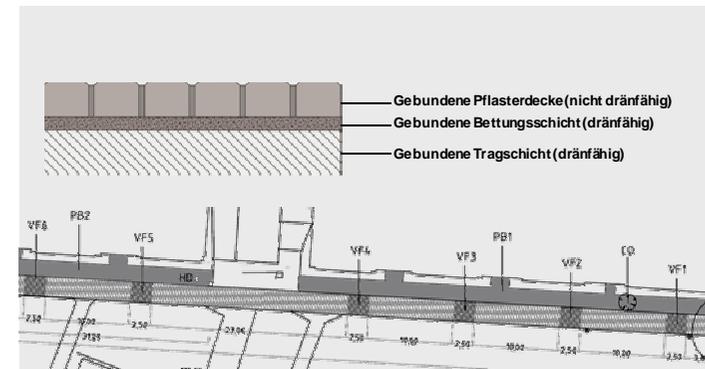


Vier wesentliche Fragestellungen:

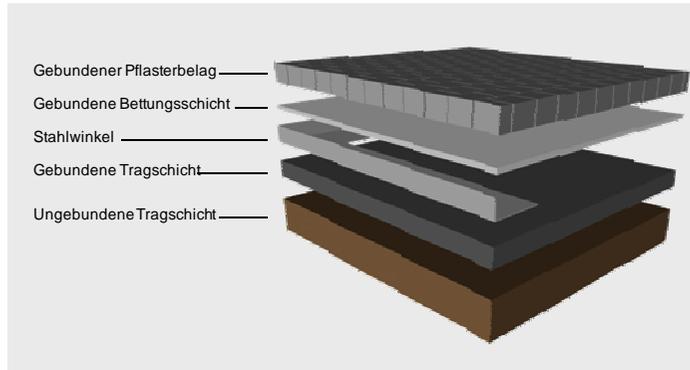
- ➔ 1. Welchen Einfluss hat die Wahl des Materials des Pflastersteins auf die Spannungsentwicklung in einer gebundenen Pflasterbauweise?
- ➔ 2. Welchen Einfluss hat der Haftverbund zwischen Bettungsmörtel und Pflasterstein auf die Dehnungen in einer gebunden hergestellten Pflasterfläche?
- ➔ 3. Kann eine zweischichtige Fugenfüllung dazu beitragen Dehnungen bei starker Sonneneinstrahlung zu verringern und damit Spannungen reduzieren?
- ➔ 4. Können thermische Spannungen, auch in Abhängigkeit von der Einbautemperatur, Dimensionen erreichen, die ohne zusätzliche Verkehrsbelastungen zu Schädigungen an den verwendeten Baumaterialien führen?



Aufbau der Messfelder



Aufbau der Messfelder



tubag

quick-mix

Aufbau der Messfelder

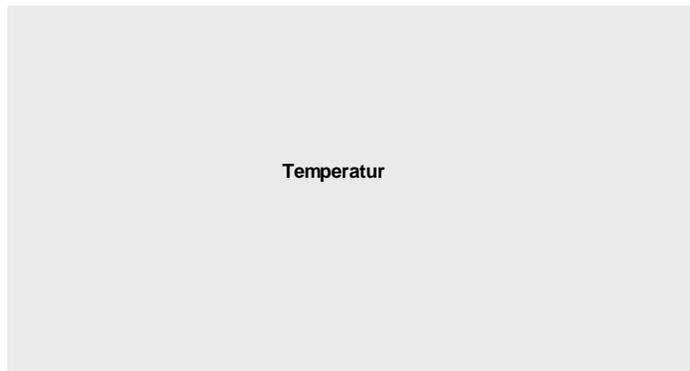


Feld-Nr.	Element	Haftschlämme	Fugenaufbau
Feld 1	Granit 17/17/15	-	
Feld 2	Beton 20/20/16	-	
Feld 3	Granit 17/17/15	✓	
Feld 4	Beton 20/20/16	✓	
Feld 5	Granit 17/17/15	-	
Feld 6	Beton 20/20/16	✓	

tubag

quick-mix

Temperatur



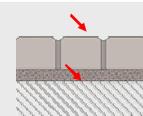
tubag

quick-mix

Temperaturmessung



	Feld 1	Feld 2
Ø - Temperatur Pflaster	15,2 °C	15,3 °C
Ø - Temperatur Bettung	14,8 °C	15,2 °C
Max. - Temperatur Pflaster	44,1 °C	46,3 °C
Max. - Temperatur Bettung	32,6 °C	33,6 °C
Min. - Temperatur Pflaster	-3,3 °C (-10,5)	-3,3 °C (-9,6)
Min. - Temperatur Bettung	-2,6 °C (-4,7)	-1,6 °C (-4,8)
Max. Unterschied Pflaster/Bettung	17,6 K	15,1 K



tubag

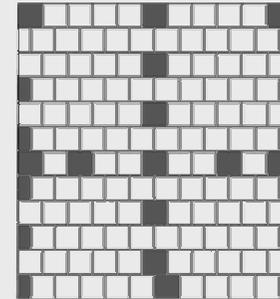
quick-mix



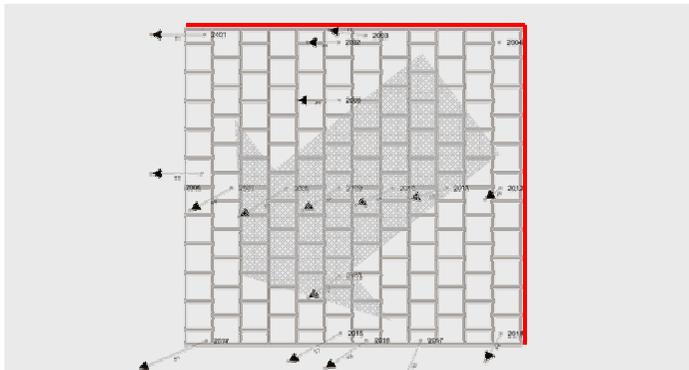
Verschiebungen



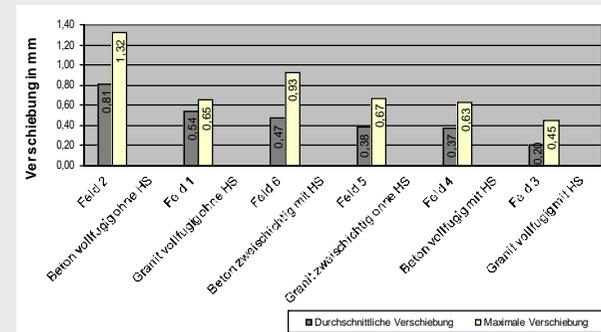
Verschiebungen



Verschiebungen



Verschiebungen



Temperaturbeanspruchung



Thermische Einflüsse:

- Baustoffe erfahren Längenänderungen durch Temperatureinflüsse
- Werden diese Längenänderungen behindert entstehen Spannungen
- Verkürzungen führen – bei einer behinderten Dehnung – zu Zugspannungen
- Positive Dehnungen führen – bei behinderter Dehnung – zu Druckspannungen



Temperaturbeanspruchung



Spannungsentwicklung:

- Entscheidend für die Intensität der Dehnungen – bzw. Spannungen ist die Nullspannungstemperatur!
- Temperaturen größer der Nullspannungstemperatur = Druckspannungen
- Temperaturen kleiner der Nullspannungstemperatur = Zugspannungen



1. Fazit



Großmaßstäbliche Versuche - Zwischenfazit:

1. Die Druckfestigkeit aller verwendeten Baustoffe ist in der Lage entstehende Druckspannungen schadensfrei aufzunehmen
2. Die Haftzugfestigkeit ist bei allen Materialverbindungen der kritische Faktor
3. Durch die Verwendung eines Haftklebers werden Verschiebungen und somit resultierende Spannungen deutlich reduziert
4. Ein zweischichtiger Fugenaufbau zeigt im Hinblick auf resultierende Spannungen keinen Vorteil zu einer einschichtigen Verfugung bei der ein Haftkleber verwendet wurde



Umsetzung in die Praxis

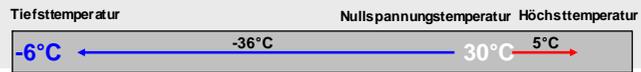


Temperaturbeanspruchung



Spannungsentwicklung:

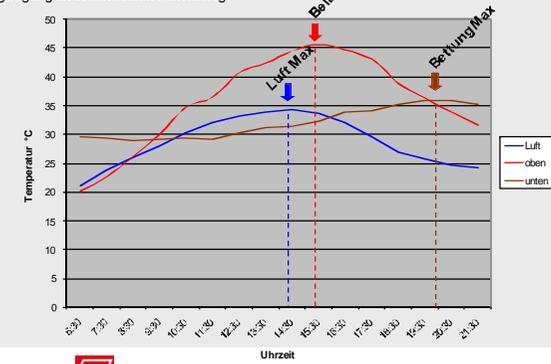
- Entscheidend für die Intensität der Dehnungen – bzw. Spannungen ist die Nullspannungstemperatur!
- Temperaturen größer der Nullspannungstemperatur = Druckspannungen
- Temperaturen kleiner der Nullspannungstemperatur = Zugspannungen



Temperaturbeanspruchung



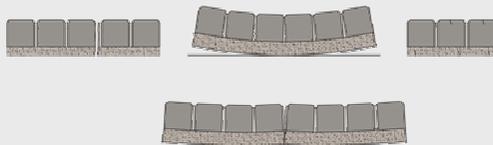
Tagesgang an einem heißen Sommertag:



Temperaturbeanspruchung



Spannungsarten:



1. Nachbehandlung



Nachbehandlung



Sommerliche Temperaturen und hohe Sonneneinstrahlung können:

- Eine hohe Nullspannungstemperatur hervorrufen
- Positive Nullspannungsgradienten hervorrufen

Außerdem können Sonne und Wind den Mörteln, die für die Hydratation notwendige Feuchtigkeit entziehen:

- schlechtere Festigkeitswerte sowie oberflächliches Absanden
- Schwinden/Risse (plastisches Schwinden/Frühschwinden)



Nachbehandlung



Beeinflussung des Nullspannungsgradienten: Nachbehandlung der Pflasterfläche!!!

Pflasterfläche umgehend vor Austrocknung schützen

- Abdecken durch z.B.: Planen (s/w)
- Abdecken durch Vliese (ggf. anfeuchten)
- feucht halten



Nachbehandlung



Nachbehandlung





2. Haftverbund!

tubag 

quick-mix 

Haftzugfestigkeit



Haftzugfestigkeit:

„Haftfähigkeit eines Mörtels an dem Belagselement“

Wird beeinflusst durch:

- Verschmutzungen der Elemente (Staub, Schlamm, Schnittschlamm...)
- Der Materialität der Belagselemente
- Der Oberflächenbearbeitung
- Der Saugfähigkeit der Elemente
- Ggf. Haftbrücke



tubag 

quick-mix 

Haftzugfestigkeit



(Abb.: Quimenbach)

tubag 

quick-mix 

Haftzugfestigkeit



Haftzugfestigkeit:

„Haftfähigkeit eines Mörtels an dem Belagselement“

Wird beeinflusst durch:

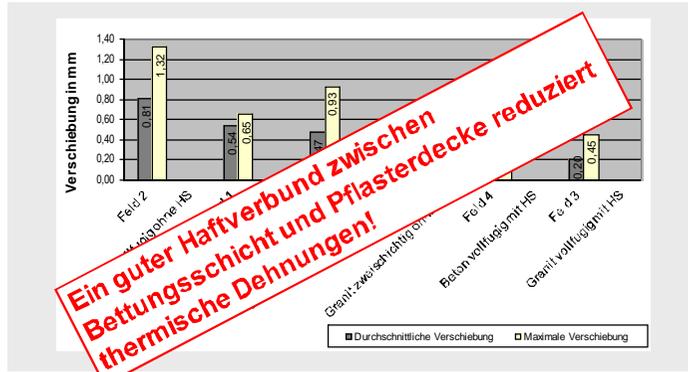
- Verschmutzungen der Elemente (Staub, Schlamm, Schnittschlamm...)
- Der Materialität der Belagselemente
- Der Oberflächenbearbeitung
- Der Saugfähigkeit der Elemente
- Ggf. Haftbrücke



tubag 

quick-mix 

Rückblick



tubag

quick-mix

Spannungen

Das Hooke'sche Gesetz:

... gibt im linear elastischen Bereich den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung an.

$$\sigma_{th} = E \times \varepsilon$$

(Druck-/Zug-)Spannung E-Modul Dehnung

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

tubag

quick-mix

Hinweise

Umgang mit thermischen Spannungen:

- Ein guter Haftverbund zwischen Belagselement und Bettungsmörtel reduziert Dehnungen deutlich.
- Eine Haftbrücke ist unabhängig von der Elementart und Größe immer zu empfehlen
- Eine Haftbrücke ist unabdingbar bei großformatigen Elementen
- Die Haftzugfestigkeit zwischen Element und Bettungsmörtel hängt elementar mit der Verlegung der Belagselemente zusammen.



tubag

quick-mix

Haftschlämme



tubag

quick-mix

Ausführung:



tubag 

quick-mix 

Ausführungsfehler



Bettungsmörtel in der Fuge:

- nach dem FGSV-Arbeitspapier bis maximal 1/3 der Steinhöhe
- Bettungsmörtel hat im Allgemeinen geringere Festigkeitswerte als Fugenmörtel
- Fugenmörtel ist selbstverdichtend – Bettungsmörtel nicht
- Nur wenig verdichteter Bettungsmörtel hat wesentlich schlechtere Festigkeitswerte als verdichteter Bettungsmörtel.
- Mit Bettungsmörtel als Fugenmörtel lassen sich keine Spannungen übertragen



tubag 

quick-mix 



tubag 

quick-mix 



tubag 

quick-mix 



3. Bewegungsfugen



Definition Bewegungsfugen



Definition:

Bewegungsfugen sind (Wartungs-) Bauteile, die in einem gebunden hergestellten Elementbelag Spannungen aus Setzungen und thermischen Dehnungen ausgleichen und resultierende Schäden reduzieren sollen.

Bewegungsfugen können Risse aus thermischen Spannungen reduzieren – nicht verhindern!



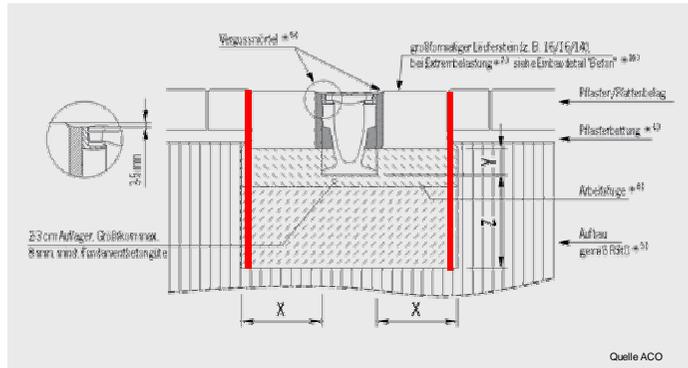
Anordnung

Wann Bewegungsfugen?

- Bewegungsfugen sind grundsätzlich an Einbauten und aufgehenden Bauteilen vorzusehen (Gebäudeanschlüssen, Mauern, Schachtabdeckungen...)
- Alle 4m – 6m nach FGSV (5m-7m nach WTA) in Längs- und in Querrichtung
- Über bestehenden Bewegungsfugen (z. B.. Betondecken) und über vorhandenen Kerben in der Dränbetontragschicht
- Bei Wechseln des Untergrundes
- An Hochpunkten bei Satteldachgefälle



Ausführung an Rinnen



Quelle: ACO



Einflussfaktoren



Welche Faktoren beeinflussen den Abstand von Bewegungsfugen?

Empfehlungen für Bewegungsfugen liegen zwischen von 4m (FGSV) und max. 7m (WTA)

Belagplattendicke:

Bei Betonfahrbahnen soll der Fugenabstand das 25-fache der Plattendicke nicht überschreiten

➔ Mit steigender Elementdicke kann der Fugenabstand vergrößert werden

Haftverbund:

➔ Größerer Haftverbund bedeutet größere Feldabmessungen für Bewegungsfugen

Elementabmessung

➔ Elemente mit großen Formaten benötigen eine kleinere Rasterung

Erhärtungstemperatur/Nullspannungstemperatur

➔ Bei günstigen Nullspannungsgradienten – größerer Rasterung

Farbe des Belages

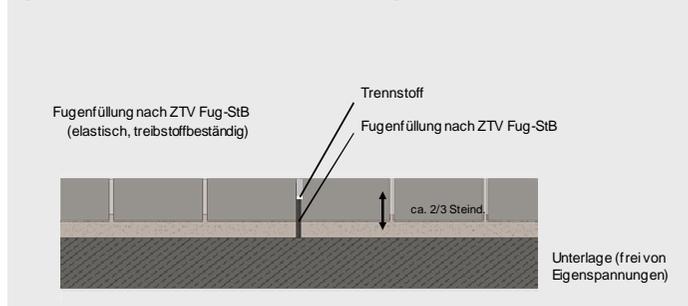
➔ dunkle Oberflächen benötigen im Allgemeinen eine kleinere Rasterung



Aufbau von Bewegungsfugen



Bewegungsfuge nach FGSV in nicht von Kraftfahrzeugen befahrenen gebundenen Pflasterdecken und Plattenbelägen



Aufbau von Bewegungsfugen



Aufbau von Bewegungsfugen



tubag 

quick-mix 

Aufbau von Bewegungsfugen



tubag 

quick-mix 

Aufbau von Bewegungsfugen



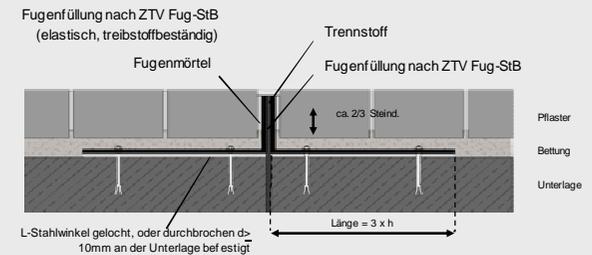
tubag 

quick-mix 

Aufbau von Bewegungsfugen



Bewegungsfuge nach FGSV in von Kraftfahrzeugen befahrenen gebundenen Pflasterdecken und Plattenbelägen bei vorhandener Bewegungsfuge in der Unterlage



tubag 

quick-mix 

Aufbau von Bewegungsfugen



tubag 

quick-mix 

Aufbau von Bewegungsfugen



tubag 

quick-mix 

Aufbau von Bewegungsfugen



tubag 

quick-mix 

Schweizer Methode



Wirklich immer Bewegungsfugen?

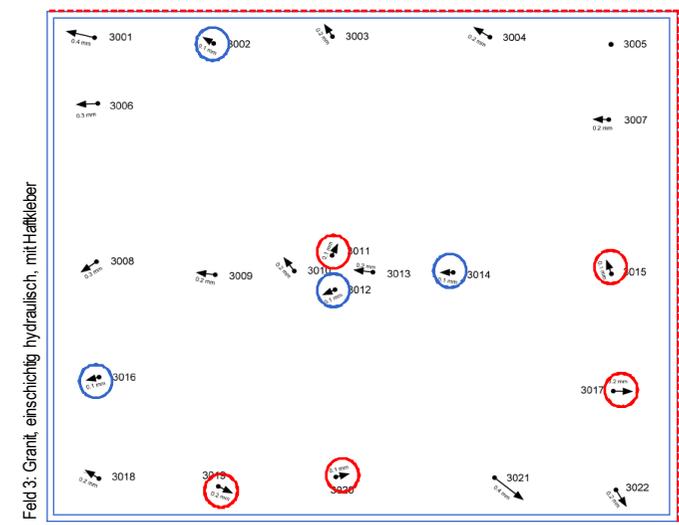
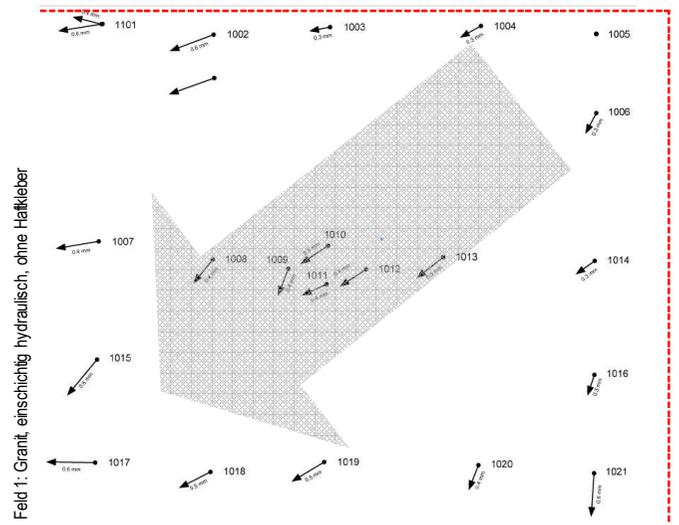
- In den Regelwerken der Schweiz (SN 640 480) und Österreich (RVS 8S.06.4) wird von Bewegungsfugen in belasteten Bereichen ausdrücklich abgeraten.
- Eventuell entstehenden Risse werden aufgeschnitten dauerelastisch verfügt.
- Solche Risse können jedoch nicht gelenkt werden.

Aber!

Es gibt Flächen ohne ein Raster an Bewegungsfugen, die keine größere Rissneigung aufweisen!

tubag 

quick-mix 



Zusammenfassung

Thermische Spannungen sind keine unbeeinflussbare Naturgewalt, sondern zu einem großen Teil während der Planung und Ausführung steuerbar

Dafür sind wichtige Parameter:

- **Erhärtungs- bzw. Nullspannungstemperatur** – Positive Nullspannungsgradienten und hohe Nullspannungstemperaturen durch gezielte Nachbehandlungsmaßnahmen optimieren
- **Haftzugfestigkeit** – Eine hohe Haftzugfestigkeit reduziert thermische Dehnungen nachweislich
- **Bewegungsfugen** – Bewegungsfugen können Dehnungen in kritischen Bereichen aufnehmen – Risse aber nicht grundsätzlich verhindern.

Thermische Spannungen sind keine unbeeinflussbare Naturgewalt, sondern zu einem großen Teil während der Planung und Ausführung steuerbar

Dafür sind wichtige Parameter:

4. **Planung und Ausführung** – Rissarme und langfristig funktionale Elementbeläge in gebundener Bauweise setzen eine fachlich und technisch hochwertige Arbeit voraus.



Projekte



Kassel, Bergpark Wilhelmshöhe



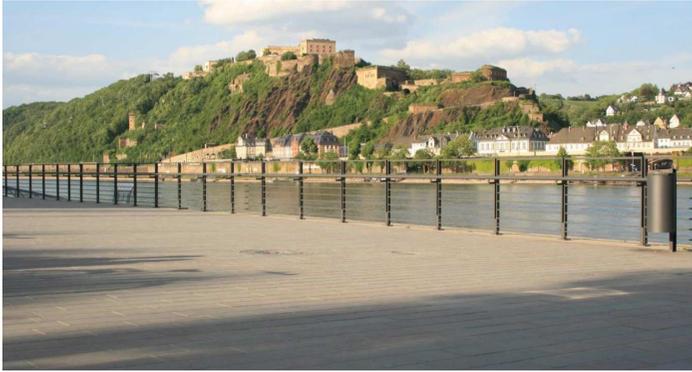
Kassel, Bergpark Wilhelmshöhe



Kassel, Bergpark Wilhelmshöhe



Bundesgartenschau Koblenz



tubag 

quick-mix 

Ruhrpark, Bochum



tubag 

quick-mix 

Ruhrpark, Bochum



tubag 

quick-mix 

Ruhrpark, Bochum



tubag 

quick-mix 

Rheinauhafen Köln



tubag 

quick-mix 

Rheinauhafen Köln



tubag 

quick-mix 

...weiterhin viel Erfolg bei Ihrer Arbeit!



Dr.-Ing. Jörn Buchholz
quick-mix Gruppe GmbH & Co. KG | Mühleneschweg 6 | 49090 Osnabrück | j.buchholz@quick-mx.de

tubag 

quick-mix 