

---

Von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für den Gartenbau  
Fachgebiete: Bau- und Pflegeleistungen (einschl. DIN-Normen) im Garten- und Landschaftsbau, Dachbegrünungen, Fassadenbegrünungen

## DIPL.-ING. PIET WERLAND

European Quality Engineer DIN EN ISO 9000 FF (DGQ-Zertifikat Nr. LP / QBB // 9535 / 015)

Mitglied der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen (AK-NRW Nr. L 676)

Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer-Bau NRW (IK-BAU Nr. 718685)

---

## Möglichkeiten zur Vermeidung des „Carporteffektes“

Immer wieder kommt es zu Verfärbungen sowie Fugenausblühungen an Pflaster- und Plattenbelägen unter Über- und Unterdachungen sowie bei empfindlichen Belägen und Flächen geringer Oberflächenneigung. Dieses in Fachkreisen als ‚Carporteffekt‘ bezeichnete Erscheinungsbild kann vermieden/verhindert werden:

Überdachte Pflaster- und Plattenbeläge sowie Beläge auf unzureichend dränfähigem Baugrund (z.B. Aufbauten auf Dachflächen, alten Belägen und Betonplatten sowie verschlammte alte Tragschichten) und Beläge geringer Aufbauhöhe unterliegen speziellen klimatischen Bedingungen, die bei der Ausführung von Pflaster- und Plattierungsarbeiten zu berücksichtigen sind, wenn Belagsverfärbungen oder Fugenausblühungen verhindert werden sollen.

Alle Pflaster- und Plattenbeläge im Aussenbereich unterliegen bei trockener Witterung und Besonnung einer Verdunstung von Wasser/ Feuchtigkeit an der Belagsoberfläche. Dieses Erscheinungsbild tritt sowohl bei gebundenen wie ungebundenen Bauweisen (auch bei allen normierten Bauweisen) auf. Durch kapillaren Anschluss der Belagsoberfläche sowie der Fuge mit der Bettung / Ausgleichsschicht und der Tragschicht wird Feuchtigkeit unter Mitnahme von Mineralien und Salzen aus dem Tragschicht- und Bettungsmaterial über die Fuge und anteilig durch das Belagsmaterial nach oben an die Fugen- und Belagsoberfläche transportiert. Auch wenn die Temperatur an der Pflaster- bzw. Plattenoberseite höher als an der Unterseite ist, wird Feuchtigkeit durch den Belag hochgesogen. Dort verdunstet die Feuchtigkeit und die Mineralien und Salze kristallisieren an der Belags- und Fugenoberfläche. Bei frei bewitterten Belägen findet durch Niederschläge und Taufall permanent zum Einen ein „Abregnen“ und seitlicher Abtransport dieser Kristalle in Gefällerrichtung statt und zum Anderen durch Feuchtigkeitsaufnahme des Belages und der Fuge ein umgekehrter Transport nach unten in die Bettung und Tragschicht. Deshalb kommt es auf solchen Flächen äußerst selten zu bleibenden Kristallisationen der Mineralien und Salze an der Belags- und Fugenoberfläche; der Vorgang wird optisch nicht auffällig.

Unter überdachten Flächen jedoch entfällt der „Regulator“ der freien Bewitterung mit der Folge, dass dort ungehindert Mineralien und Salze an der Belags- und Fugenoberfläche kristallisieren können, was wiederum zu optischen Beeinträchtigung führt. Dieses in Fachkreisen als ‚Carporteffekt‘ bezeichnete Erscheinungsbild ist umso stärker, je höher die Kapillarität (= der Feinanteil) im Bettungs- und Tragschichtmaterial ist.

Einen weiteren Einfluss nimmt die Oberflächenneigung der Belagsoberfläche. Bei Neigungen unter 2,5 % (=Regelmindestneigung üblicher Beläge) potenziert (= erhöht) sich die Wasseraufnahme in die Fuge und den Belag bei und nach Niederschlagsereignissen aufgrund des verlangsamten Wasserabflusses auf der Belagsoberfläche mit der Folge deutlich erhöhter Wasserzufuhr in den Belagsaufbau. Der

---

## DIPL.-ING. PIET WERLAND

---

überwiegende Anteil der üblicherweise zur Verwendung kommenden Baustoffe für die Frostschuttschicht, Tragschicht und Belagsbettung ist nicht in der Lage, die Wassermengen ausreichend zeitnah schadlos in den Baugrund abzuleiten mit der Folge der Durchnässung des gesamten Aufbaues der Fläche.

Jedes Bettungsmaterial speichert Feuchtigkeit. Entscheidend jedoch ist das Maß der Speicherfähigkeit. Baustoffe, die relativ wenig Feuchtigkeit speichern und/oder ein schnelles Durchflussverhalten aufweisen, entfalten eine kapillarbrechende Wirkung. Immer noch herrscht bei vielen Planern und Ausführenden die irrige Meinung vor, mit der Verwendung von Splitt 2/5 mm lasse sich der ‚Carpotefekt‘ vermeiden. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass nur wenige Materialien in der Lage sind, eine sichere kapillarbrechende Wirkung zu entfalten.

Alle normgerechten Bettungsmaterialien mit Nullanteil (z.B. 0/5 mm Splittmischungen oder 0/8 mm Estrichsande) wie auch eine Vielzahl von Materialien ohne Nullanteil (z.B. Splitte der Körnungen 1/3 mm oder 2/4 mm oder 2/5 mm) und gebundene Bettungsmaterialien (z.B. Mörtel MG I – III) weisen zu hohe Kapillarität auf, mit der resultierenden Gefahr des Auftretens von Feuchtigkeitsverfleckungen sowie Ablagerungen von Mineralien und Salzen unter überdachten Flächen.

Aber auch das verwendete Pflaster- bzw. Plattenmaterial hat Einfluss auf die Gefahr von Feuchtigkeitsverfleckungen sowie Ablagerungen von Mineralien und Salzen an der Belagsoberfläche und im Stein unter überdachten Flächen. Dabei gilt: Je größer der Anteil an Kapillarporen im Pflaster- bzw. Plattenmaterial, desto größer die Gefahr des Auftretens von Verfleckungen und / oder Ablagerungen; je dünner das Material, desto schneller sind Verfleckungen sichtbar. In der Vergangenheit haben sich besonders Natursteinmaterialien asiatischer Herkunft aufgrund der zum Teil besonders hohen Kapillarporenanteile (in asiatischen Graniten z.B. weist praktisch der gesamte Porenraum Kapillareigenschaften auf) als kritisch herausgestellt. Zudem enthalten diese Natursteine häufig auch noch lösliche Eisen- oder Mangananteile, die unter Feuchteinfluss zu Verfärbungen bzw. Oberflächenablagerungen führen.

Eine sichere kapillarbrechende Wirkung ist bei ungebundenen Bauweisen erst dann gegeben, wenn die Körnung der Bettung als Kleinstkorn 4 mm nicht unterschreitet und der Schlämmkornanteil unter 5% liegt bei Bettungseinbaustärken nicht unter 50 mm (z.B. bei Quarzkies 4/8 mm oder Splitten 5/8 mm – 5/11 mm). Diese Materialien bedingen dann aber eine Tragschicht mit vergleichbarem Wasserdurchfluss, weil es sonst (z.B. bei Tragschichtmaterialien mit Nullanteil) zu einem Wasseraufstau an der Tragschichtoberfläche kommen kann, der u.U. die kapillarbrechende Wirkung der Bettung aufhebt. Folgerichtig muss ein wasserdurchlässiges, auf die Bettung kornabgestimmtes filterstabiles Tragschichtmaterial verwendet werden (z.B. ein Dränschotter 5/45 mm oder zumindest ein WD – Schotter 2/45 mm mit Schlämmkornanteil unter 5%), das wiederum mittels Vlies oder Geogitter zum Baugrund/Untergrund filterstabil und suffosionshemmend ausgeführt wird. Damit die Fuge sich filterstabil zum Bettungsmaterial verhält, muss im Regelfall eine zweistufige Verfübung erfolgen (Beispiel: bei einer Kiesbettung 4/8 mm wird der untere Teil der Fuge mit einem Basalt-Splitt 2/5 mm eingefügt und der obere Teil der Fuge mit einem Basalt-Splittbrechsand 1/3 mm versehen / eingeschlämmt).

**Das tatsächliche Kapillarverhalten der zu verwendenden Materialien sollte grundsätzlich immer noch durch einen einfachen eigenen Versuch wie folgt überprüft werden:**

Man füllt in einen Glaszylinder, beispielsweise ein Einmachglas, etwa zwei Zentimeter von dem zu überprüfenden Material. Sodann füllt man vorsichtig Wasser ein, bis das Material vollständig wassergesättigt ist. Nun markiert man außen am Glas die Füllhöhe mit einem waagerechten Strich (z.B. mit wasserfestem Filzstift). Anschließend füllt man das Gefäß bis zur angedachten Materialeinbaustärke mit dem zu überprüfenden trockenen Material auf und verdichtet es vorsichtig. Ist das Material ausreichend kapillarbrechend, wird das

---

## DIPL.-ING. PIET WERLAND

---

Wasser nur wenig oder gar nicht über den Markierungsstrich nach oben ziehen und keinesfalls bis zur Materialoberkante gelangen. Liegt keine kapillarbrechende Eigenschaft vor, zieht die Feuchtigkeit weit über den Strich nach oben u.U bis zur Materialoberkante.

Bei gebundener Bauweise ist eine sichere kapillarbrechende Wirkung dann gegeben, wenn der Aufbau dränfähig ausgeführt wird. Entscheidend ist dabei die Verwendung von Dränbeton (bzw. bei geringer Flächenbelastung außerhalb von Verkehrsflächen ein Dränschotter 5/45 mm oder zumindest ein WD – Schotter 2/45 mm mit Schlämmkornanteil unter 5%) als Tragschicht und kapillarbrechendem Dränbettungsestrichmörtel als Bettung. Die Fugenfüllung kann hingegen sowohl dränfähig als auch undurchlässig ausgeführt werden. Es empfiehlt sich, den Dränbeton als Fertigbeton von Transportbetonanbietern zu beziehen, denn das Mischen vor Ort bedarf diverser aufeinander abgestimmter Zuschlagstoffe und der exakten Einhaltung eines Wasserzementwertes von 35 – 37 % und hat sich in der Praxis als zu umständlich und zu fehlerquellenbehaftet herausgestellt. Diverse Hersteller bieten kapillarbrechende Dränbettungsestrichmörtel als gesackte vorkonfektionierte Ware an. Das gebundene Fugenmaterial sollte vom gleichen Hersteller wie die Bettung bezogen werden, um Unverträglichkeiten der Stoffe auszuschließen.

Beide zuvor dargestellten kapillarbrechenden Bauweisen (gebundene Bauweise/ungebundene Bauweise) haben sich in der Vergangenheit bewährt und als nicht mangelbehaftet herausgestellt. Sie sind u.a. in der ZTV – Wegebau unter Ziffer 0.2.25 (Anforderungen an den Oberbau bei überdachten oder teilüberdachten Flächen zur Verminderung aufsteigender Feuchtigkeit) und unter Ziffer 2.3.1 Tabelle 2 (Lieferkörnungen der ungebundenen Bettung 4/8 mm oder 4/11 mm oder 5/11 mm insbesondere bei überdachten oder teilüberdachten Flächen) sowie unter Ziffer 3.3.2 Tabelle 13 – Bettungstyp 2 erwähnt.

Sofern ein undurchlässiger bzw. nicht ausreichend dränfähiger Baugrund vorliegt oder nur eine geringe Aufbauhöhe möglich ist, bedarf der v.g. Flächenaufbau zusätzlich des Einbaues einer unteren Entwässerungsebene direkt auf dem Baugrund, die z.B. durch einen Anschluss an die Dachentwässerung bzw. seitliches Entwässern in eine Rigole entwässert. Üblicherweise werden solche unteren Entwässerungsebenen durch geeignete hochdruckfeste Geogitter mit hoher Leistungsfähigkeit bei geringer Bauhöhe erstellt. In der Vergangenheit bewährt und als nicht mangelbehaftet herausgestellt hat sich z.B. das Geogitter TNT 450 des Herstellers TENAX mit einer Bauhöhe von ca. 6 mm und einer Wassertransportlänge bis max. 25 m unter Lasteinfluss. Auch andere Anbieter stellen mittlerweile ähnliche Geogitter her; die jeweilige Eignung ist zu prüfen.

**Die zuvor vorgeschlagenen Bauweisen entsprechen dem neuesten Stand der Technik** basierend auf der ZTV – Wegebau des FLL sowie dem Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen und den Regelwerken der RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues) für Dränbetonbauweisen, **weichen jedoch von den derzeitigen in den Normen verankerten Regelbauweisen der DIN 18318 - 2012/ZTV – P für Verkehrsflächen ab. Weisen Sie den Bauherren schriftlich auf den Umstand hin** (z.B. durch Erläuterung im Leistungsverzeichnis, dass es sich um eine situationsbedingte Sonderbauweise handelt oder durch Querverweis auf die ZTV - Wegebau), um Ihrer Hinweispflicht gegenüber dem Bauherren nachzukommen und den Nachweis der abweichenden Vereinbarung zur ATV (vgl. DIN 18318, Abschnitt 0.3, „Einzelangaben in Abweichungen von den ATV sind schriftlich zu treffen“) zu dokumentieren.

Dieses Schriftstück genießt den Schutz des Urheberrechtsgesetzes (§§ 1, 2, 11, 15 UrhG v. 09.09.1965 BGBl. I.S. 1273, neugefasst am 09.06.1993 BGBl. I.S. 910). Es darf grundsätzlich nur vom Auftraggeber verwandt werden. Nicht statthaft ist die Nutzung für andere Zwecke ohne vorherige schriftliche Einräumung des Nutzungsrechts durch den Unterzeichner (§§ 31, 32 und 37 UrhG). Vorrangige Ansprüche auf gesetzlicher Ebene bleiben hiervon unberührt. Der Inhalt bleibt Eigentum des Verfassers. Rechtsverletzungen begründen Anspruch auf Unterlassung und Schadenersatz (§ 97 UrhG) und sind zudem strafbar. Verwendung nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verfassers, copyright by Piet Werland / Stand 8-2015 Index A

Aufgestellt

Öbuv. Sv Werland

---

DIPL.-ING. PIET WERLAND

---

## Der “Carport-Effekt”



Unter überdachten Flächen kann kapillarer Wassertransport durch Bettung, Fugen und Belag unter Mitnahme von Feinstoffen und Salzen zur Verfleckung und Ablagerung von Stoffen an der Oberfläche nach der Verdunstung des Wassers führen.

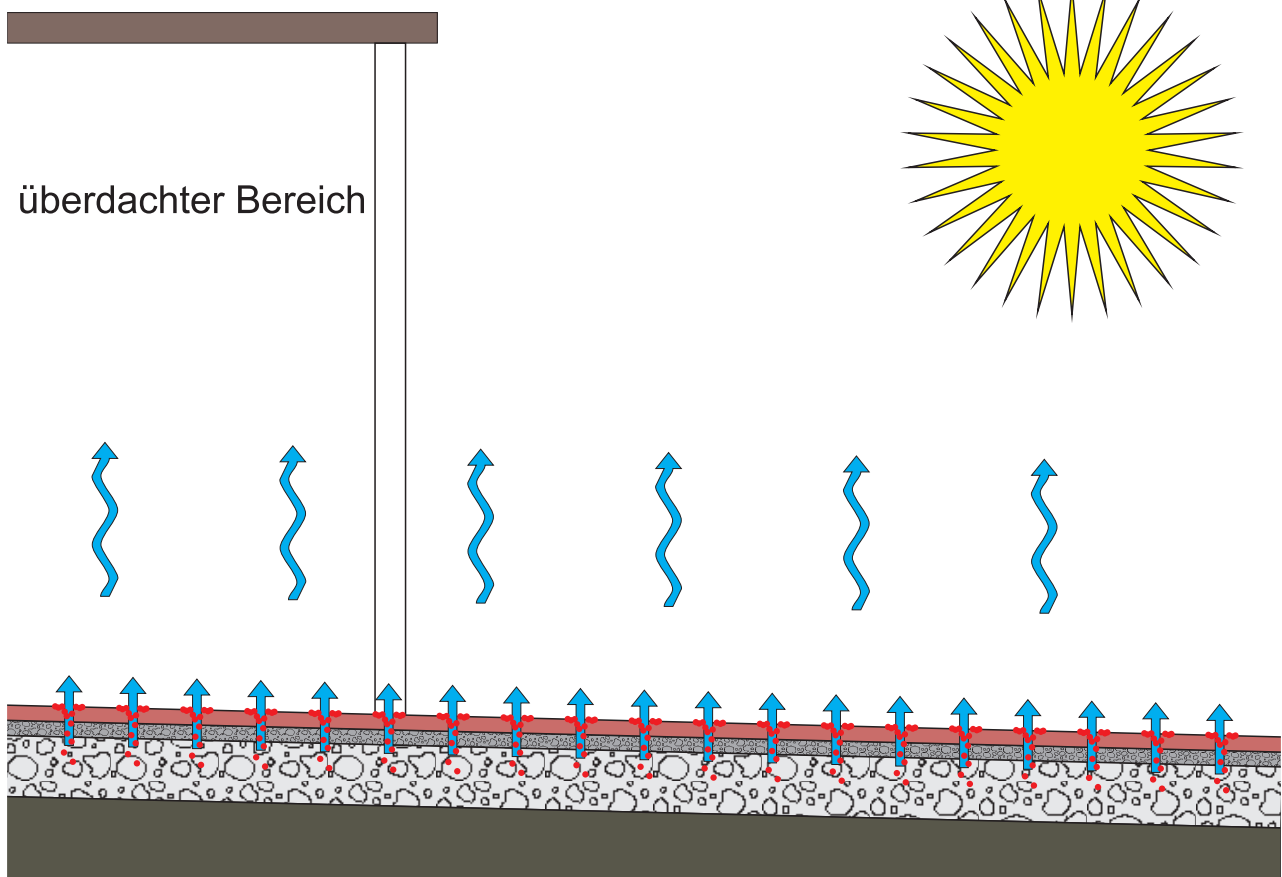


---

## DIPL.-ING. PIET WERLAND

---

Bei trockener Witterung / Sonneneinstrahlung kapillarer Wassertransport durch Bettung, Fugen und Belag unter Mitnahme von Feinstoffen und Salzen; dabei Ablagerung der Stoffe an der Oberfläche und Verdunstung des Wassers im gesamten Bereich



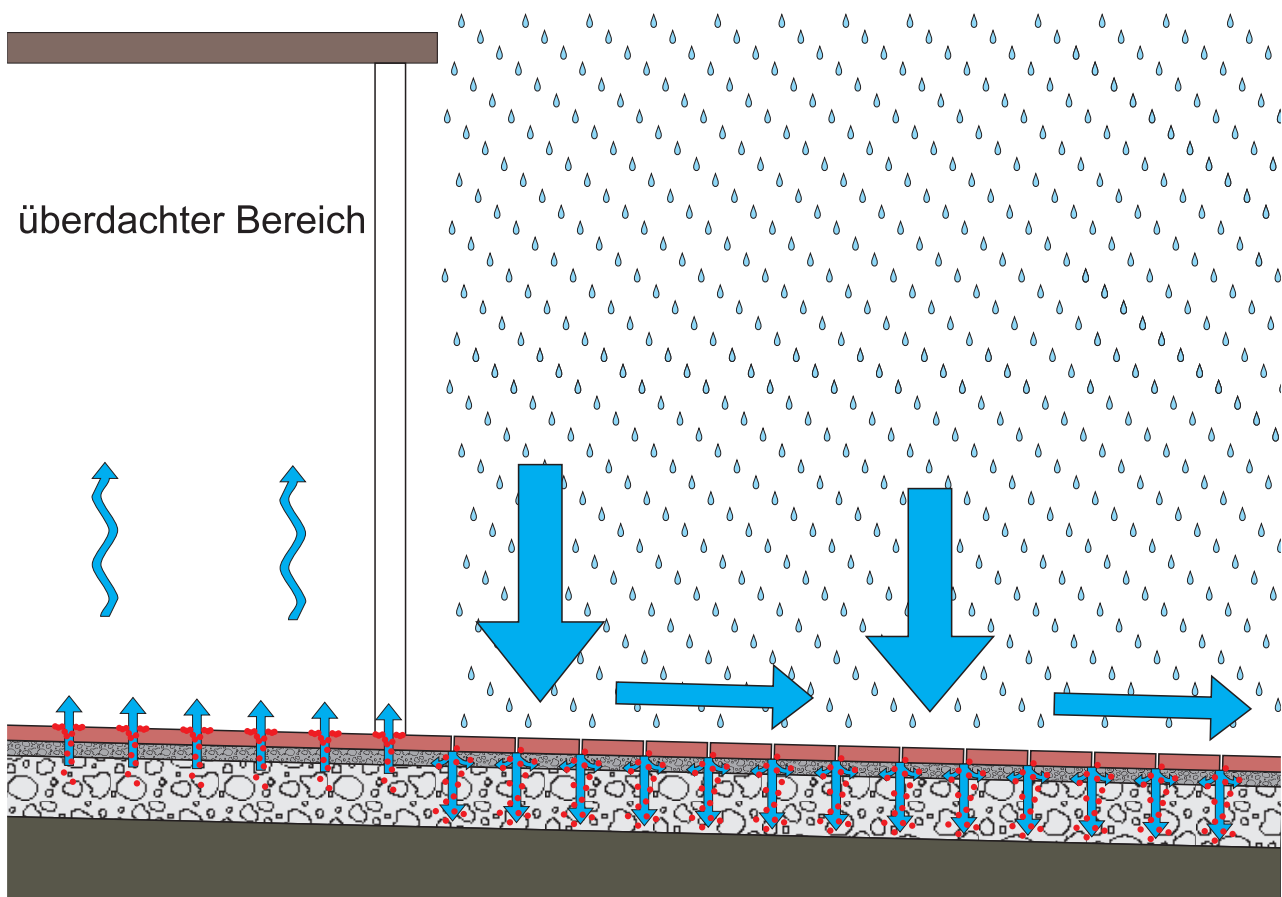
“Carport-Effekt” Diagramm 1

---

## DIPL.-ING. PIET WERLAND

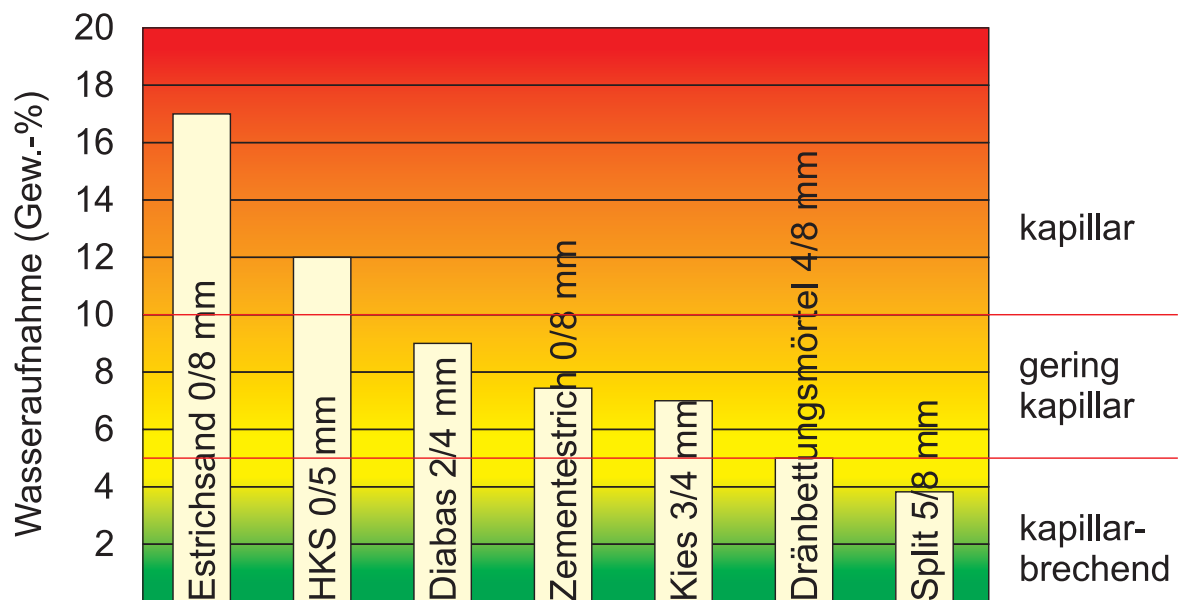
---

Bei Niederschlag Wassereintrag in den Oberbau durch Fugen und Belag sowie Oberflächenabfluss unter Abtransport von Feinstoffen und Salzen **nur im freibewitterten Bereich**



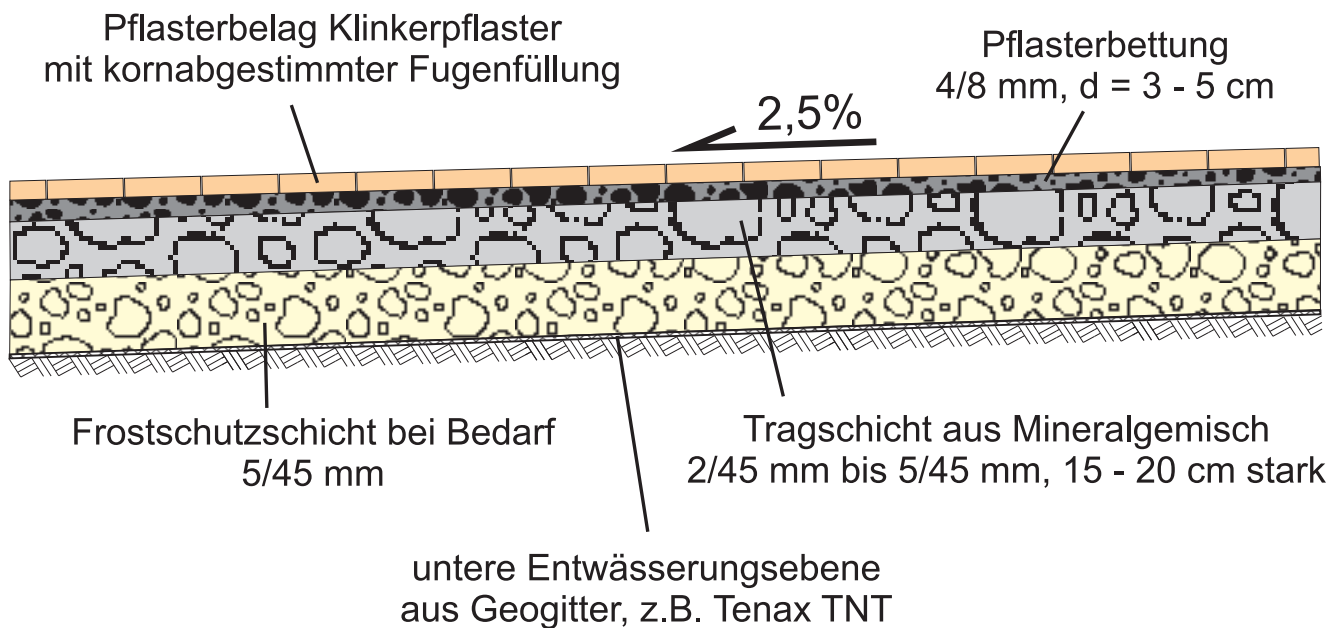
“Carport-Effekt” Diagramm 2

## Kapillareigenschaften von Bettungsmaterialien



“Carport-Effekt” Diagramm 3

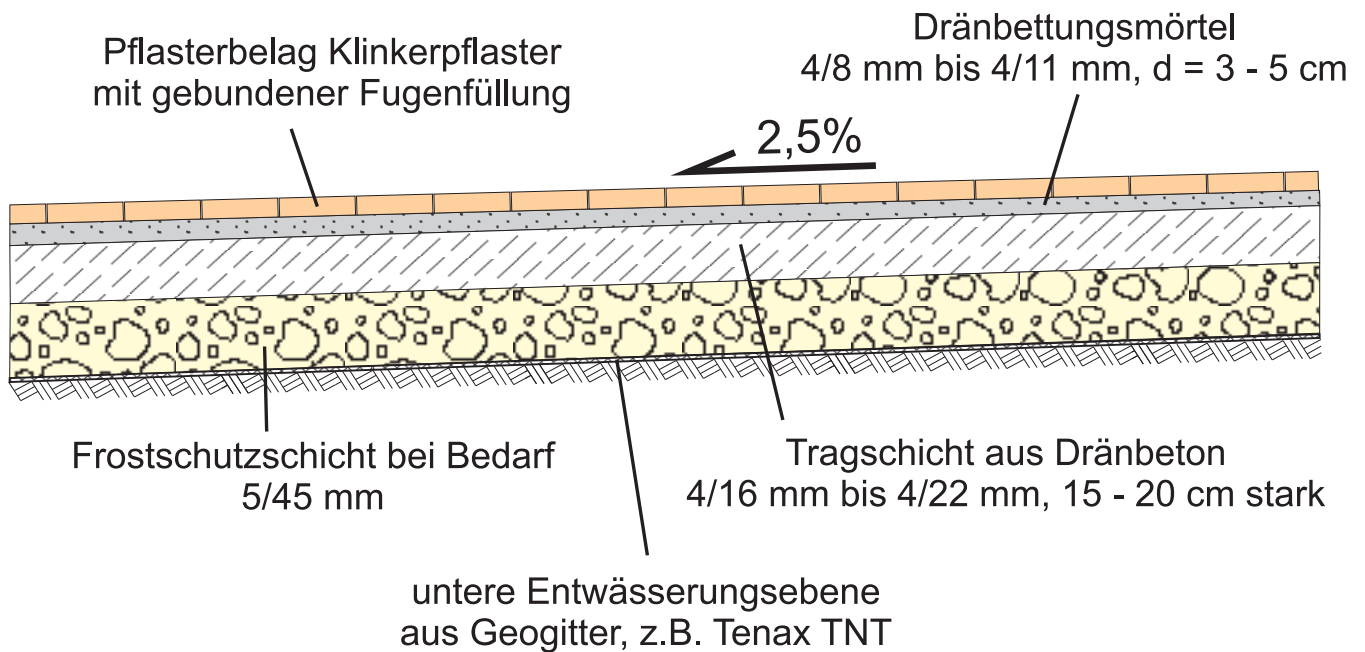
## Regeldetail Vorschlag ungebundene Bauweise zur Vermeidung des “Carport-Effektes” (Planer: Ingenieurbüro Werland, Neuenkirchen)



“Carport-Effekt” Diagramm 4



## Regeldetail Vorschlag gebundene Bauweise zur Vermeidung des “Carport-Effektes” (Planer: Ingenieurbüro Werland, Neuenkirchen)



“Carport-Effekt” Diagramm 5