

A person wearing a brown coat and black boots is riding a silver bicycle on a wet street. Rain is falling around them, creating a blurred background. The person is holding the handlebars with both hands. The bicycle has a silver frame and black tires. The overall scene is a rainy day in an urban setting.

FIBO®

 [fiboexclay.de](https://fiboexclay.de)

# Blähton im **Wassermanagement**

Regenwasser kontrolliert zurückhalten und versickern lassen

# Blähton

## Wunderwerk der Natur

Alle Produkte von FIBO bestehen aus Blähton. Kleine, braune Körner aus natürlichem Ton, die unter ihrer festen, keramischen Außenhaut unzählige, winzige Luftporen einschließen. Das macht sie bei hoher Stabilität trotzdem leicht, dazu unbrennbar und verrottungsfest.



**Blähton ist durch und durch Natur. Hergestellt aus reinem Ton.**

### So entsteht Blähton

Im Tagebau gewonnene Tone werden zunächst homogenisiert, zerkleinert und sorgfältig feucht aufbereitet. Anschließend trocknen sie in einem zweistufigen Drehrohrofen und werden bei ca. 1150°C zu unregelmäßigen Körnern mit rauer Oberfläche gebrannt. Dabei entweichen organische Stoffe und blähen den Ton unter der gleichzeitig entstehenden keramischen Schale auf. Diese ist – zusammen mit der zellenförmigen Innenstruktur – entscheidend für das geringe Raumgewicht und die hohe mechanische Festigkeit.



## Blähton ist überall

Über die Auswahl des Ursprungsmaterials Ton und im Laufe des Produktionsprozesses kann das Endprodukt gezielt auf die verschiedensten Einsatzzwecke abgestimmt werden:

### Baustoff

Von der Trockenschüttung über Leichtbetone bis zum Wandelement



### Pflanzsubstrat

Für Hydrokultur, Kübelpflanzen und Dachbegrünung



### Geotechnik

Der sichere Grund für Wege, Straßen und Schienen



### Luftreinigung

Abluftreinigung und Geruchsvermeidung in der Landwirtschaft



### Winterstreugranulat

Das leichte, umweltfreundliche Winterstreu



### Wassermanagement

Blähton im Regenwassermanagement und für die Wasserfilterung



# Vor uns die Sintflut Wir müssen was tun!

Diese Broschüre veranschaulicht, wie Niederschlagswasser dort behandelt werden kann, wo es zuerst anfällt – mit Blähton von FIBO als unterirdischem Speichermedium. Richtige Dimensionierung und Auslegungsparameter sind entscheidend für leistungsstarke Wassermanagement-Lösungen. In dieser Broschüre geben wir Ihnen Informationen und Anregungen für die Anwendung von FIBO Produkten in Wassermanagement-Systemen wie Retentionsanlagen, Gründächern und durchlässigen Gehwegen.



**Lokales Wasser-  
management gegen:  
zu schnellen  
Wasserabfluss  
Überschwemmungen  
Abwasserüberläufe**

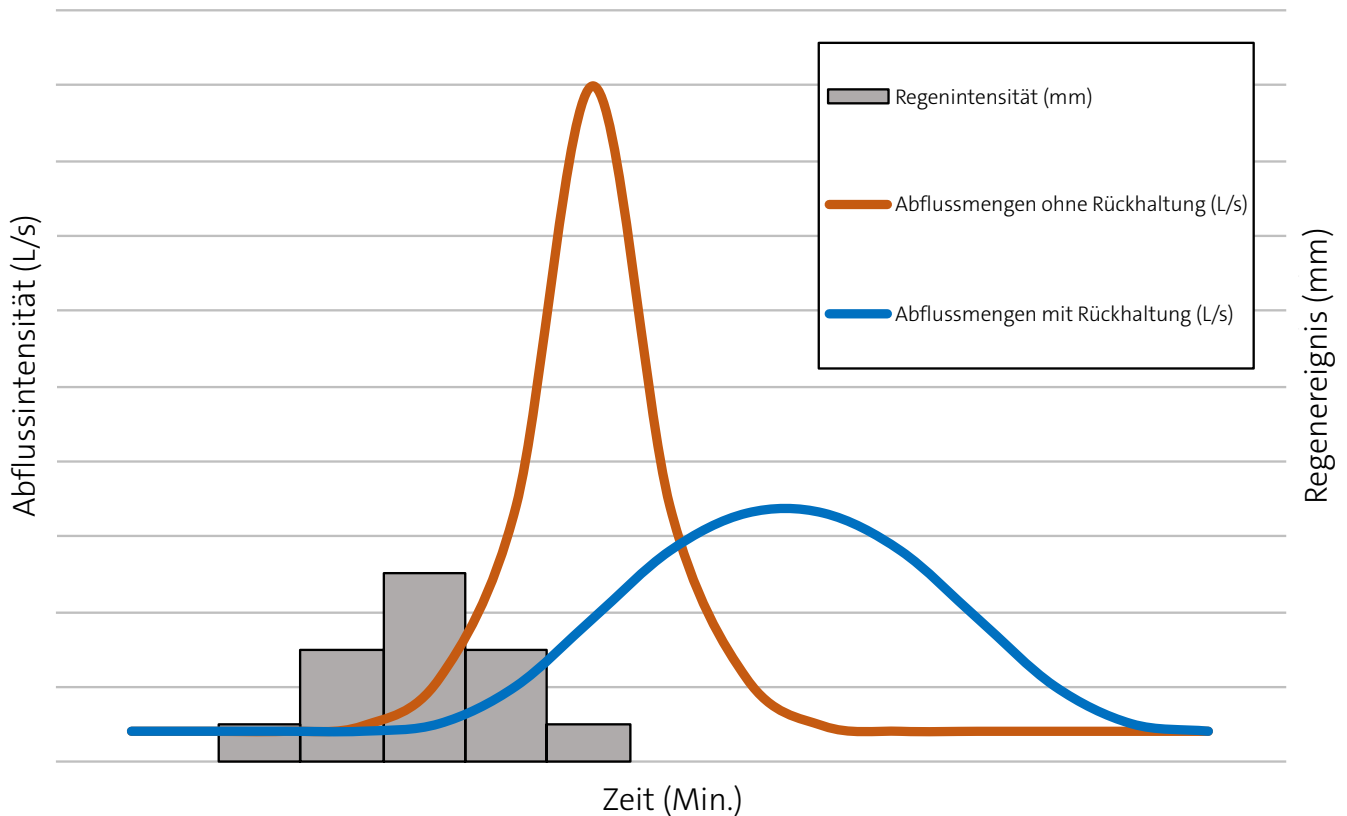
## Wozu ein Wassermanagement für Regenwasser?

Klimaveränderungen und vermehrte Niederschläge verändern unsere traditionellen Wege zur Vorbereitung auf extreme Wetterbedingungen. Der Fokus hat sich von der einfachen Bewältigung regelmäßiger Wetterereignisse auf die Frage verlagert, wie wir gesellschaftliche Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel reduzieren können. Die Vorbereitung auf die Folgen extremer Witterungsbedingungen steht auf der politischen Agenda und die meisten Regierungen haben ehrgeizige Programme zur Bewältigung der Herausforderungen gestartet. Da mit einer erhöhten Menge an Niederschlägen und Hochwasser in der Siedlungsfläche umgegangen werden muss, wird weltweit an Innovationen und Lösungen gearbeitet.

Aufgrund der zunehmenden Verdichtung kann der Regenwasserabfluss in größeren Städten zu erheblichen Problemen in der bestehenden Infrastruktur führen. Abflusswasser sammelt sich schnell an, wenn natürliche Flächen durch undurchlässige Oberflächen wie Asphalt und Dachlandschaften ersetzt werden. Darüber hinaus führt ein übermäßiger Abfluss zur Vermehrung von Schadstoffen und Krankheitserregern, die ein Risiko für die öffentliche Gesundheit darstellen können. Um die Widerstandsfähigkeit der Stadt gegen Regenwasser zu erhöhen, führen die Kommunen in der Regel umfangreiche Maßnahmen zur lokalen Wasserwirtschaft durch. Insbesondere Städte haben offizielle wasserwirtschaftliche Strategien initiiert oder Anreize und Regelungen zur Reduzierung von Überläufen der Kanalisation eingeführt.

Ein bestimmender Faktor für die Kreislaufwirtschaft ist die Fähigkeit, Wasser nachhaltig und ökologisch mit geringen Umweltbelastungen zu bewirtschaften. Ein gesunder Wasserkreislauf kann aufrechterhalten werden durch das Nachahmen von Vorgängen, die in natürlichen Umgebungen vorkommen, z.B. das Zurückhalten, Speichern und Versickern von Regenwasser in Wäldern und Grasland.

## Abflussmengen **mit** und **ohne** Rückhaltesystem



Das Diagramm zeigt das grundlegende Prinzip der Wasserrückhaltung mit FIBO Blähton. Die Reduzierung der Abflussintensität für ein mit Blähton kontrolliertes Gebiet (blaue Linie) wird mit einem undurchlässigen, nicht kontrollierten Gebiet (rote Linie) verglichen.

Die rote Linie stellt die Menge des Wassers dar, das ohne Wassermanagement aus dem undurchlässigen Bereich abfließt. Das Wasser sättigt den Abschnitt schnell und die Abflüsse der Spitzenintensität sind proportional zur Spitzenregenintensität. Die blaue Linie veranschaulicht, wie der poröse Blähton von FIBO das Wasser zurückhält, die Spitzenabflussintensität verringert und die durchschnittliche Abflussintensität reduziert, indem er über einen längeren Zeitraum langsam Wasser freisetzt. Die Blähtonschicht stellt ihre Wasserspeicherfähigkeit auch bei aufeinander folgenden Regenfällen rasch wieder her.



# Grünflächen nutzen für das Wasser- management

**Blähton von FIBO kann bei der Versickerung und Entwässerung helfen und das Rückhaltevermögen erhöhen**

GRÜN-  
DÄCHER

GRÜN-  
FLÄCHEN,  
PARKS UND  
GELÄNDE-  
FLÄCHEN

SENKEN  
UND  
GRÄBEN

Das Ableiten von Regenwasser ausschließlich über Rohrleitungen oder Mischwassersysteme ist eine veraltete Methode. Denn heute haben die Einschränkungen in Geografie, Infrastruktur und Abwasserbehandlung die Kosten für den Bau neuer Reservoirs und Entwässerungsleitungen drastisch erhöht. Obwohl inzwischen viele alternative Lösungen verfügbar sind, bleibt eine gute und nachhaltige Wasserwirtschaft eine Herausforderung für Stadt- und Gemeindeplaner.

Blähton von FIBO hat natürliche Eigenschaften, die beim Einsatz im Regenwassermanagement das Zurückhalten des Wassers ermöglichen und das Versickern in den Untergrund erleichtern.



So können aus geeigneten Flächen funktionale Speicher und Zwischenlager für Wassereinzugsgebiete werden.

Die Verwendung von Blähton kann Städten helfen, ihre Strategien zur Anpassung an den Klimawandel umzusetzen. Darüber hinaus schafft die Nutzung von wasserwirtschaftlichen Bereichen als Erholungsraum eine gesunde und ästhetisch ansprechende Umgebung, die Wohlbefinden und biologische Vielfalt fördert.

Bei der Bewertung von Maßnahmen zur Reduzierung des Regenwasserabflusses, des Hochwasserrisikos und des Umweltschutzes sollte alles in die Kosten-Nutzen-Analyse einbezogen werden, auch die zusätzlichen Vorteile attraktiver Außenbereiche.

# Drei Konzepte, eine Lösung: Blähton von FIBO

**Die wasserwirtschaftliche Strategie für ein Einzugsgebiet wird in der Regel durch lokale Bestimmungen definiert. Bauherren und Landbesitzer sind verpflichtet, sich an die Vorschriften zu halten, aber auch physikalische Einschränkungen wie Topografie, Bodenbeschaffenheit und meteorologische Zukunftsmodelle sind bei der Wahl eines wasserwirtschaftlichen Konzepts von Bedeutung.**



**Bei aller  
Bescheidenheit:  
Blähton kann  
alles!**

## Wasserrückhaltung

Blähton von FIBO hat die Fähigkeit, den Wasserabfluss durch ein Prinzip zu verzögern, das als Wasserrückhaltung bezeichnet wird. Eine funktionierende Rückhaltung sorgt für einen stetigen und kontrollierbaren Wasserfluss und reduziert das Risiko von Überschwemmungen. Blähton von FIBO hat eine hochporöse innere Struktur und eine Fülle von Hohlräumen zwischen den Körnern. Diese Eigenschaften ermöglichen es, eine Strömung zurückzuhalten und damit die Spitzenintensität des Abflusses aus einem Gebiet zu reduzieren. So verringert Blähton von FIBO die Wasserintensität durch Regenfälle und schafft eine moderate Belastung durch langsame Wasserfreisetzung während und nach einem Regenereignis. Ohne einen rückhaltenden Untergrund kann die Funktion einer begrünter oder durchlässigen Oberfläche eingeschränkt sein – mit einer rückhaltenden Blähtonschicht kann der Vorteil solcher Oberflächen maximiert werden. FIBO Blähton stellt einen zuverlässigen und robusten Untergrund dar; seine natürliche Wasserrückhaltung funktioniert unabhängig von der Bodenversickerung.

## Versickerung

Ideale Bodenverhältnisse ermöglichen das Versickern von Oberflächenwasser ins Grundwasser. Blähton von FIBO verfügt über viele luftgefüllte Hohlräume und Poren, die als temporärer Speicherplatz für Wasser dienen. Nach der Adsorption kann Wasser durch Infiltration in den Boden sickern oder an einen nahe gelegenen Behälter abgegeben werden. Die erleichterte Versickerung führt zu einer kontinuierlichen und damit besser kontrollierbaren Volumenreduzierung des Gesamtabflusses.

## Entwässerung

Blähton von FIBO ist ideal für Entwässerungsanwendungen. Es gibt genügend Hohlräume zwischen den Körnern, in die das Wasser fließen kann. So kann es an geeignetere Stellen umgeleitet werden, z. B. in Senken oder geschlossene Drainagebecken. Wenn die Erhaltung der natürlichen Entwässerungslinien eines Gebietes, d. h. der bevorzugten Wasserwege, wichtig ist, kann Blähton als nicht tragendes Füllmaterial eingesetzt werden, das die vorhandenen Wasserwege nicht behindert. Seine hydraulische Leitfähigkeit verhindert das Auftreten von Überschwemmungen oder Oberflächenverkrustungen. Nicht gebrochener (runder) Blähton verfügt über die höchste Leitfähigkeit und lässt bei Extremereignissen große Mengen an Wasser schnell abfließen.



## Warum ausgerechnet Blähton?

Blähton ist ein Leichtzuschlagstoff aus gebranntem, expandiertem Ton. Bei der Herstellung wird Rohton getrocknet und in großen Öfen bei ca. 1150 °C gebläht und gebrannt. Das Ergebnis sind feste Körner mit einer harten, keramischen Außenschale und einer zellenförmigen Innenstruktur mit zahlreichen eingeschlossenen Luftporen. Sowohl gebrochene als auch runde Körner sind stabil und leicht. Die in dieser Broschüre beschriebenen Anwendungen verwenden sowohl runde als auch gebrochene Blähtonsorten unterschiedlicher Korngrößen.

## Allgemeine Eigenschaften

Alle Arten von FIBO Blähton können in den meisten Regenwassermanagement-Systemen eingesetzt werden. Kleine und große, gebrochene und runde Blähton-Körner haben unterschiedliche Eigenschaften – sie alle besitzen aber diese Vorteile:

- natürlich
- leicht
- baubiologisch und chemisch einwandfrei
- gutes Wurzelwachstum für Pflanzen
- hohe Luftdurchlässigkeit
- hohe hydraulische Durchlässigkeit
- stabil
- schall- und wärmedämmend
- absolut feuerfest
- recyclingfähig



# Damit können Sie rechnen

## Der Abflusskoeffizient

Berechnungen sind wichtig, um das Abflussverhalten eines Bereichs vorherzusagen. Dies ist eine notwendige Vorsichtsmaßnahme, um Überschwemmungen zu vermeiden und andere Anforderungen zu erfüllen. Ein grundlegender Indikator, der häufig zur Quantifizierung des Wasserabflusses von einer Oberfläche verwendet wird, ist der Abflusskoeffizient (C).



**Der Klimawandel fordert innovative Methoden zur Steuerung des Wasserabflusses**

Der Abflusskoeffizient (C) ist ein dimensionsloser Wert von 0 bis 1, der den Oberflächenabfluss aus einem Einzugsgebiet anzeigt. C bezieht sich auf die Menge des Abflusses im Verhältnis zur Menge der aufgenommenen Niederschläge – Bereiche mit geringer Versickerung (z. B. Pflasterungen) und hohem Abfluss (z.B. Bereiche mit starkem Gefälle) haben einen Koeffizienten nahe bei 1; durchlässige Oberflächen (z.B. vegetativer Boden) sind näher bei 0. Der Abflusskoeffizient (C) wird ausgedrückt als:

$$C = \frac{\text{Ablaufwassermenge/Zeit}}{\text{Gesamtregenmenge/Zeit}}$$

### Nicht perfekt, aber schnell und einfach

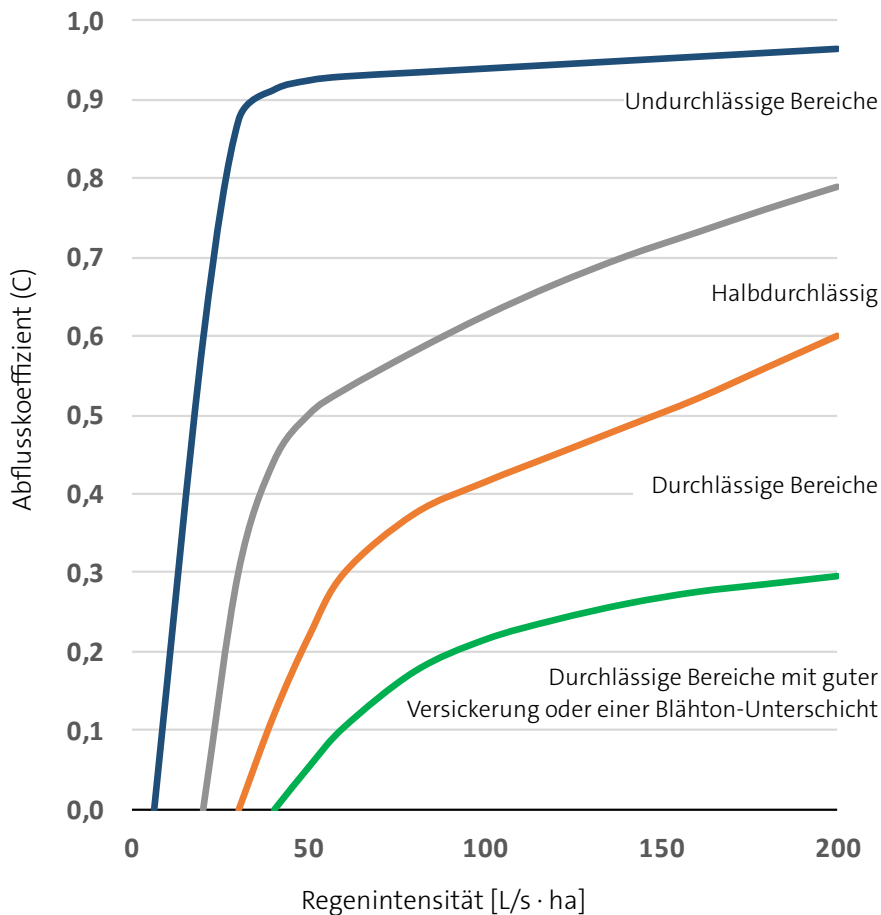
C hat Genauigkeitseinschränkungen und lässt Faktoren aus, die den wahren Abflusswert beeinflussen können. Beispiele hierfür sind Effekte aus der Evapotranspiration (Eigenrückhaltung), dem Zurückhalten (Zwischenspeicherung), Entwässerungsleitungen, Hängen (Topologie) und Strömungsverhältnissen sowie meteorologische Daten, Grundwasser- und Untergrundbedingungen.

Im Allgemeinen überschätzt der Koeffizient den Wasserabfluss, aber seine Einfachheit macht ihn zu einem schnellen Weg, den Abfluss zu schätzen. Tabellen von Oberflächen mit ihren charakteristischen C-Werten sind online zugänglich. Typischerweise haben große, ebene Flächen mit durchlässigen Oberflächen und Vegetation die niedrigsten C-Werte – kleinere undurchlässige Flächen wie Asphalt, dichte Tone und Hänge besitzen die höchsten C-Werte. Bei der Verwendung innovativer Materialien für die Wasserwirtschaft muss die entsprechende Reduzierung von C durch ihren Beitrag berücksichtigt werden. Daher wurden die C-Werte der FIBO Produkte in kontrollierter Umgebung gemessen und dokumentiert.

### Neue Modellierungswerkzeuge

Mit zunehmendem Fokus auf die Wasserwirtschaft setzen sich fortschrittliche Modellierungswerkzeuge immer mehr durch. Software wie SWMM, MIKE Urban, MIKE 21 oder StormTac führen neben dem Abflusskoeffizienten auch erweiterte Berechnungen basierend auf anderen Variablen durch.

## Beispiele für Abflusskoeffizienten



Das Diagramm zeigt Beispiele für die Entwicklung von Abflusskoeffizienten (C) für verschiedene Oberflächen bei zunehmender Regenintensität. Die Kombination einer durchlässigen Oberfläche mit einer unterirdischen Schicht FIBO Blähton verringert die Zunahme des Abflusses auch bei hohen Regenintensitäten.

Je mehr es regnet, desto höher ist der Abflusskoeffizient, da die Oberflächen bei einem Regenfall mit Wasser gesättigt sind. FIBO Blähton reduziert als Untergrundsicht den Abfluss im Zusammenspiel mit den übrigen Oberflächenkomponenten. Der Effekt nimmt mit der Dicke der Blähtonschicht zu. Bei wasserdurchlässigen und halbdurchlässigen Oberflächenmaterialien wird die Belastbarkeit durch Blähton von FIBO erhöht.



### Typische Abflusskoeffizienten bei starken Regenfällen

Oberflächentyp		Abflusskoeffizient (C)
Undurchlässige Bereiche	Flachdächer, Beton, dichte Stadtgebiete, Asphalt	0,9–1,0
Halbdurchlässige Bereiche	verstreute Gebäude, Schotterstraßen, verdichtete Oberflächen	0,3–0,9
Durchlässige Bereiche	Parks, Wälder, durchlässige Gehwege, Bereiche mit hoher Versickerung	0,2–0,3

Die Tabelle listet verschiedene Oberflächen und ihren typischen Bereich der Abflusskoeffizienten (C) bei starken Regenfällen auf. Wichtig: Der Abflusskoeffizient von FIBO Blähton ist von seiner Fraktion und/oder Korngröße sowie der Niederschlagsintensität abhängig.

# Prinzipien der Regenwasserrückhaltung

## Dimensionierung der Abflussberechnung basierend auf Niederschlagsintensität (L/s), Fläche und Abflusskoeffizient



**Je genauer die Berechnung, umso wirkungsvoller die Maßnahmen**

Die folgenden Anleitungen zeigen, wie man die Menge und die Intensität des aus einem Gebiet abfließenden Wassers bestimmt. Sie können für die Planung einer effizienten lokalen Wassermanagementmaßnahme verwendet werden. Die Kommunen können jedoch unter Umständen eigene Vorschriften und Methoden für die Entwässerungsberechnung haben.

### Grundlegende Berechnungen

Berechnungen des Abflusses werden üblicherweise mit der rationalen Methode durchgeführt. Die rationale Methode, auch als rationale Formel bezeichnet, ist in ihrer einfachsten Form ausgedrückt als:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

$Q$  = Regenwasserabfluss (L/s oder  $m^3/s$ )

$C$  = Abflusskoeffizient

$i$  = Niederschlagsintensität (L/s oder  $m^3/s$ )

$A$  = Einzugsgebiet ( $m^2$ )

Die rationale Methode wurde ursprünglich als vereinfachte Analyse von Wasserabflussleitungen mit gleichmäßiger Durchlaufzeit über ein definiertes Gebiet entwickelt. Die obige Grundformel berücksichtigt keine Zwischenspeicherung und geht davon aus, dass die Spitzenabflussrate und die Niederschlagsintensität gleich dem Verhältnis zwischen Regenwassermenge und Abflussmenge ist. Bei Bedarf können weitere Variablen in die rationale Formel eingefügt werden, z. B.:

$$Q = C_s \cdot S_L \cdot i \cdot A \cdot K_f$$

$Q$  = Regenwasserabfluss [L/s oder  $m^3/s$ ]

$C_s$  = Hangneigung, Untergrund oder oberflächenangepasster Abflusswert mit FIBO Blähton\*

$S_L$  = Speicherkoeffizient\*\*

$i$  = Niederschlagsintensität [L/s oder  $m^3/s$ ]

$A$  = Einzugsgebiet [ $m^2$ ]

$K_f$  = Klimafaktor (Projektion zukünftiger Änderungen der Niederschläge aufgrund von Klimaänderungen)

In Konstruktionen ist der endgültige C-Wert eines Einzugsgebietes fallbezogen. Die benötigten Mengen Blähton können geschätzt werden, indem die erwartete Vor- und Nachentwicklung der Abflussmengen im Verhältnis zur zurückzuhaltenden Wassermenge berechnet und verglichen wird. Beachten Sie, dass in vielen Fällen die Kalkulationen den Abfluss- und Speicherbedarf überschätzen.

\* FIBO Blähton ist nicht das Oberflächenmaterial und kann als Beitrag zum Abflusskoeffizienten  $C_s$  angesehen werden, je nach Verwendungszweck und Berechnung.

\*\*Bei FIBO Blähton ist dies abhängig von der ungesättigten Wasseraufnahmekapazität und hat einen Faktor von 0,95 oder weniger.



Eine Blähtonschicht reproduziert die Mechanismen, die in natürlichen Umgebungen und unter durchlässigen Oberflächen und Senken vorkommen. FIBO Blähton wird als hochkapazitives Rückhaltemedium eingesetzt.

## Typische $C_s$ -Koeffizienten

Dicke der Blähtonschicht [mm]	gebrochener Blähton 1–5		runder Blähton 8–16		
	200	100	200	100	
Niederschlagsintensität pro Hektar [L/s]	200	0,15	0,2	0,3	0,4
	300	0,25	0,4	0,5	0,6
	400	0,40	0,5	0,7	0,8

Die Tabelle zeigt die geschätzten Abflusskoeffizienten ( $C_s$ ) von Blähtonmaterialien. Die Werte basieren auf Labormessungen für 100 mm und 200 mm vorbefeuchteten FIBO Blähton bei 2% Gefälle. Beachten Sie, dass der Abfluss langsamer ist als der Zufluss zum System und dass die Tests nur den Beitrag des Blähtons zeigen und es keine weiteren Beiträge von anderen Materialien gibt.

Als Alternative zur natürlichen Versickerung und zu Oberflächeneffekten kann Blähton von FIBO zur Reduzierung der lokalen Abflusskoeffizienten eingesetzt werden. Die kapillare Absaugung aus den Poren und die Reibung zwischen Wasser und Körnern entspricht den Vorgängen, die in natürlichen Umgebungen wie Wäldern und Wiesen vorkommen.

Die in dieser Broschüre angegebenen Abflusskoeffizienten ( $C_s$ ) für FIBO Blähton gelten ausschließlich für den Blähton. Oberflächenschichten wie Sedum, Pflaster und Gras sowie zusätzliche Komponenten wie Erdreich, Textilien und Sand haben eigene Abflusskoeffizienten, die zur Gesamtrückhaltung des Wassers beitragen. Das bedeutet, dass der Beitrag einer Blähtonschicht zusätzlich zu anderen Rückhaltemedien mit eigenen C-Werten wirkt.

## Den Wasserabfluss reduzieren durch vorübergehendes Zurückhalten

Natürliche durchlässige Oberflächen können zunächst einen niedrigen Abflusskoeffizienten C aufweisen. Bei starken Regenfällen sorgt eine unterirdische Schicht aus FIBO Blähton für Rückhaltevermögen und Versickerung und damit für einen weiterhin niedrigen C-Wert. Das System regeneriert sich schnell und ist bereit für aufeinanderfolgende Niederschläge.

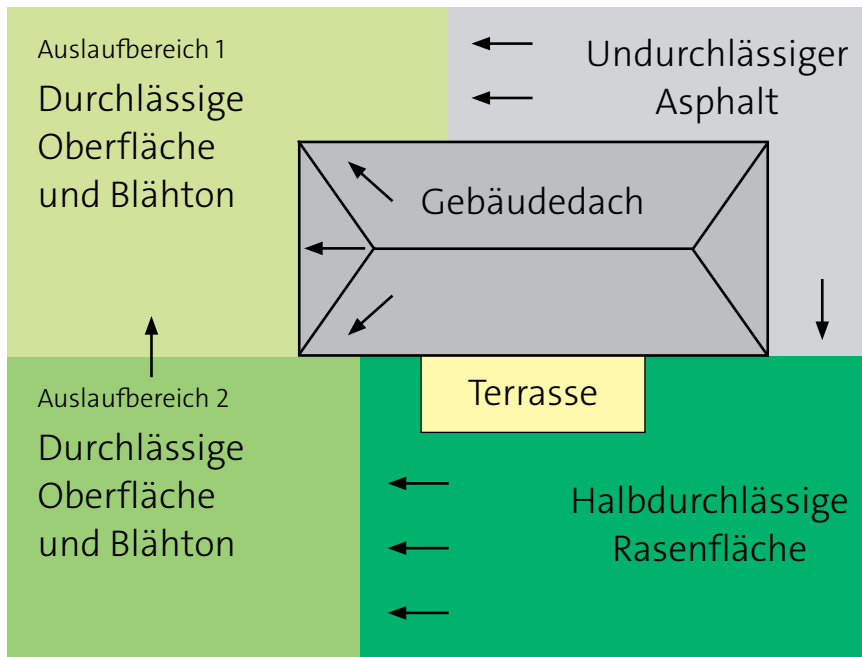
### Ein Beispiel

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie man mit FIBO Blähton als Unterbau Konstruktionen plant und baut. Der Blähton hält das Wasser zurück, entwässert, fördert die Versickerung in den Boden und verhindert gleichzeitig Staunässe und Pfützenbildung. Die poröse Innenstruktur nimmt Wasser auf und speichert es, nach den Regenfällen kann es versickern oder in die Kanalisation abgegeben werden. Die Reduzierung des Abflusses durch einen Blähton-Unterbau wirkt in Synergie mit der gewählten Oberflächenschicht und anderen natürlichen Rückhaltemedien.

Unterbau für eine Pflasterfläche mit **FIBO Blähton**

1. Ausgleichsschicht
2. Vegetationsschicht
3. Tragschicht
4. Drainage- und Wasserspeicherschicht
5. Gewachsener Boden





Ein Einzugsgebiet kann aus variablen Zonen mit unterschiedlichen Abflusskoeffizienten ( $C$ ) bestehen. Der durchschnittliche Abflusskoeffizient für die angeschlossenen Zonen kann durch Messung oder Schätzung der Abflussintensitäten für die einzelnen Bereiche berechnet werden:

$$C_{\text{Durchschnitt}} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Um den Abfluss zu berechnen, muss das Regenereignis für die Fläche definiert werden. In diesem Fall muss das Gebiet den einfallenden Regen von 108 mm/h bewältigen, was der Intensität entspricht:  $i = 0,03 \text{ L/s m}^2$ .

Nehmen wir einen Anteil von zwei Bereichen mit Blähton-basierten Unterschichten von 200 mm und 100 mm Tiefe und mit  $C$ -Werten von 0,25 bzw. 0,40 bei einem Gefälle von 2 % an. Die Flächen sind entsprechend 40 m<sup>2</sup> und 60 m<sup>2</sup> (siehe Abbildung). Die einströmende Wassermenge in die beiden Bereiche würde bei 108 mm/h Niederschlag 10,8 m<sup>3</sup>/Stunde (3,00 L/s) Wasser während des Zeitraums betragen:

Bereich 1 (200 mm Blähton-Schicht):

$$C_1 = 0,25$$

$$A_1 = 60 \text{ m}^2$$

Bereich 2 (100 mm Blähton-Schicht):

$$C_2 = 0,4$$

$$A_2 = 40 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{Durchschnitt}} = \frac{0,25 \cdot 60 \text{ m}^2 + 0,40 \cdot 40 \text{ m}^2}{60 \text{ m}^2 + 40 \text{ m}^2} = 0,35$$

Mit der rationalen Formel,  $Q = C \cdot i \cdot A$ :

$$Q = 0,35 \cdot 0,03 \text{ L/s m}^2 \cdot (60 \text{ m}^2 + 40 \text{ m}^2) = 1,05 \text{ L/s} = 3,78 \text{ m}^3/\text{Stunde} \text{ Abflusswasser für die } 100 \text{ m}^2 \text{ Fläche.}$$

Für die Bereiche 1 und 2 zusammen wird die Gesamtabflussintensität reduziert von 10,8 m<sup>3</sup>/Stunde auf 3,78 m<sup>3</sup>/Stunde. Voraussetzung für diese Berechnung sind: ein Regenereignis von 108 mm/h,  $C_1 = 0,25$ ,  $C_2 = 0,40$  und  $C = 1$  für die Bereiche, in denen keine wasserwirtschaftlichen Maßnahmen getroffen wurden.



Durch den Einsatz von FIBO Blähton unter einer durchlässigen Oberfläche werden die Auswirkungen von natürlichen Oberflächen wie Gras, Erde oder Sand verstärkt. Natürliche Oberflächen erhalten ihre Abflusskoeffizienten durch Versickerung, Kapillarsog und Reibung, wie dies auch bei Blähton der Fall ist, da die Materialien auf das Wasser unter der Oberfläche einwirken und weiterhin Wasser zurückhalten.



**Wann kommt die  
Flut? Und wie heftig  
wird sie?**





## Intensitäts-Dauer-Frequenz-Kurven

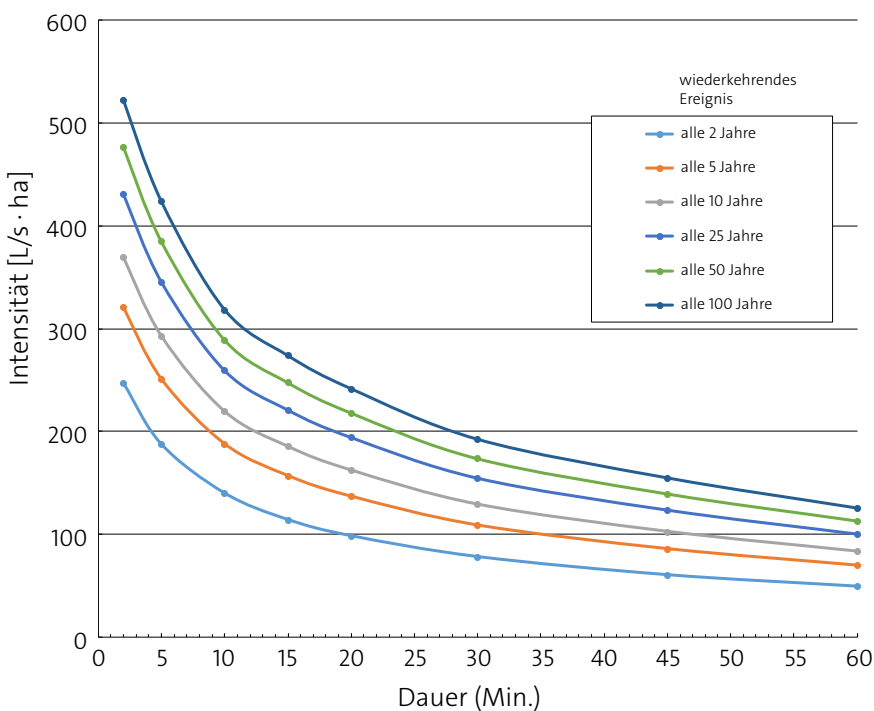
Intensitäts-Dauer-Frequenz-Kurven (IDFs) sind Werkzeuge für die Flut-Vorhersage und die Planung von Entwässerungsmaßnahmen. Um eine Lösung für extreme Regenfälle zu finden, werden IDFs zur Dimensionierung eingesetzt.

IDFs korrelieren die Niederschlagsintensität mit der Dauer und Häufigkeit von Ereignissen. Ein zu berechnendes Regenereignis ist an ein geografisches Gebiet mit einer bestimmten Dauer und Menge an zufließendem Wasser gebunden. Durch die Verwendung von IDF-Intensitäten mit der rationalen Formel können die erwarteten Abflüsse geschätzt werden. Zu beachten sind saisonale Schwankungen und unterschiedliche Definitionen von Überschwemmungen und Extremereignissen.

Unabhängig vom Regenschutz können lokale Vorschriften existieren, die die zulässige Abflussintensität regeln. Die Verwendung von IDFs mit der herkömmlichen rationalen Formel eignet sich am besten für die Berechnung des Abflusses aus Einzugsgebieten bis zu 50 Hektar. Für größere Einzugsgebiete sollten fortgeschrittene Verfahren oder Modellierungssoftware verwendet werden.



IDF-Kurven



Dies ist ein Beispiel für eine Intensitäts-Dauer-Frequenz-Kurve (IDF) von einem Gebiet in Oslo in Norwegen. IDFs zeigen die Anforderungen, die eine Lösung für ein definiertes Einzugsgebiet erfüllen muss, um effektiv zu sein. Die Kurven werden auf der Grundlage lokaler meteorologischer Daten erstellt und sind sehr regionsspezifisch.

# Durchlässige Konstruktionen

Die folgenden Beispiele veranschaulichen, wie FIBO Blähton als Medium in unterirdischen Rückhaltesystemen eingesetzt werden kann.

## Synergieeffekte durch intelligente Kombinationen

Eine Lösung kann als offenes System konstruiert werden, indem die natürliche Rückhaltefähigkeit des Blähtons genutzt wird. Alternativ kann eine Rückhaltelösung mit eingeschränktem Wasseraustritt konstruiert werden. Ist dies der Fall, definiert der Drosselkörper den Abflusskoeffizienten  $C$  und die Abflussgeschwindigkeit. Bei diesem System bietet der Blähton hauptsächlich Speicherplatz und fördert die Wasserrückhaltung. Kombinationen solcher Lösungen sollten in Betracht gezogen werden. Die Beurteilung der Komponenten sollte unabhängig voneinander erfolgen und ein geeigneter Abflusskoeffizient ( $C$ ) für die Gesamtlösung abgeschätzt werden.



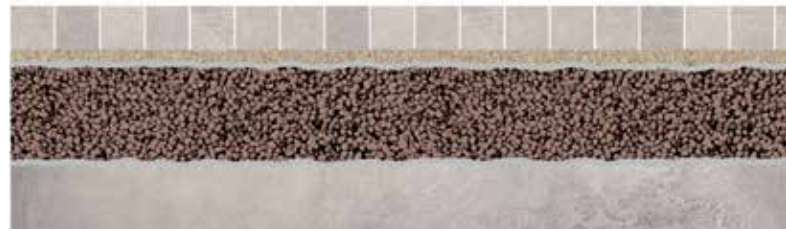
### Beispiel-Konstruktion 1

Diese Abbildung zeigt, wie mit FIBO Blähton als Untergrund Retentionsanlagen, Mulden, begrünte Dächer und andere begrünte Flächen gebaut werden. Ein Minimum von 100 mm Blähton wird empfohlen, eine dickere Schicht wird sich entsprechend stärker auswirken. Nach vollständiger Sättigung regeneriert sich FIBO Blähton schnell, da er Wasser abgibt. Wenn der Oberboden gesättigt ist, hält der Blähton das Wasser weiterhin zurück und entwässert, solange Wasser in die Schicht gelangt. Bei allen Konstruktionen verhindert FIBO Blähton Staunässe, sorgt für eine temporäre Speicherung und hält das Wasser zurück.



### Beispiel-Konstruktion 2

Eine durchlässige Fläche mit Pflastersteinen für den Fußgängerverkehr ist eine gute Nutzung des vorhandenen Raums. Feine Körnungen von FIBO Blähton eignen sich für die Verlegung von Pflastersteinen, in einigen Fällen kann auf eine Sandträgerschicht verzichtet werden. Stattdessen kann ein Kunststoffgitter oder ein Netz als Stabilisierung für die oberen Pflastersteine verwendet werden. Solche Konstruktionen eignen sich ideal zur Schaffung einer Vielzahl von Freiflächen, z. B. auf Flachdächern, oberirdischen Parkhäusern und für Terrassen in Gärten mit einem Untergrund von geringer Dicke. Das Beispiel zeigt den Unterbau, bei Bedarf kann eine zusätzliche Schicht Wärmedämmung hinzugefügt werden.



### Beispiel-Konstruktion 3

Tragschichten können mit wasserwirtschaftlichen Funktionen ausgestattet werden. Die Abbildung zeigt eine Konstruktion für Verkehrsflächen mit zusätzlichem Raum für Rückhaltung und Versickerung. FIBO Blähton wird seit Jahrzehnten als geotechnisches, leichtes Verfüllmaterial eingesetzt. Entsprechend können die geotechnischen Prinzipien von Blähton auch mit wasserwirtschaftlichen Anwendungen kombiniert werden. Eine Tragschicht aus entsprechend dimensioniertem Sand und Schotter unter der Oberfläche ist für die Standsicherheit notwendig, zwischen Kies und Blähton sollte ein durchlässiges Geotextil eingesetzt werden.



Laborversuche zeigen, dass vollständig durchlässige Konstruktionen mit FIBO Blähton niedrigere Abflusskoeffizienten (C) aufweisen als eine durchlässige Oberfläche allein oder eine FIBO Blähton-Schicht allein. Die Schichten eines Aufbaus können synergetisch wirken. In einem Szenario, in dem Blähton und Pflasterklinker für sich allein auf einen Abflusskoeffizienten von z. B. 0,4 getestet werden, reduziert sich der Abflusskoeffizient auf z. B. 0,2 für den gesamten Aufbau mit durchlässigen Pflasterklinkern auf einer FIBO Blähton-Schicht.

# Unterirdische Rückhaltebecken

Blähton von FIBO kann für das Sammeln von Regenwasser zur Speicherung oder kontrollierten Versickerung eingesetzt werden. Die hohe Porosität und das große verfügbare Volumen machen Blähton zu einer effektiven Lösung für den Bau von unterirdischen Rückhaltebecken mit Versickerungskapazität. FIBO Blähton wird schnell und kostengünstig eingebaut und kann mit Druckluft eingeblasen werden.

## Kontrolliertes Speichern und Versickern

Ein Beispiel für die Berechnung der notwendigen Schichthöhe (H) von FIBO Blähton unter der Annahme von 24 Stunden Wasseraufnahme und 10% Kompression mit einer groben, runden Blähtonfraktion (8–16 mm). Das für die Bemessungsregenmenge benötigte Volumen an FIBO Blähton wird aus dem Hohlraumanteil (externalem Porenvolumen) berechnet.

Zur Bestimmung der benötigten Blähton-Menge in einem unterirdischen Speicher/Versickerungsteich wird folgende Gleichung verwendet:

$$H = \frac{Vm^3 / P_{\text{Porosität}}}{F}$$

$H$  = Höhe der Blähton-Schicht

$A$  = Versickerungs-/Rückhaltefläche [ $m^2$ ]

$Vm^3$  = maximales Wasservolumen [ $m^3$ ]

$P_{\text{Porosität}}$  = Faktor der Gesamtporosität und der für Wasser verfügbaren Hohlräume

Die folgende Schichthöhe (H) von FIBO Blähton wird benötigt, um  $8 m^3$  Wasser in einer Fläche von  $10 m^2$  zu speichern:

$$Vm^3 = 8 m^3 \text{ Wasser}$$

$$P_{\text{Porosität}} = 0,45 \text{ (45 \%)}$$

$$A = \text{Versickerungs-/Rückhaltefläche} = 10 m^2$$

$$H = \frac{8 m^3 / 0,45}{10 m^2} = 1,8 m \text{ Schichthöhe}$$

Eine 1,8 Meter hohe Schicht FIBO Blähton auf einer Fläche von  $10 m^2$  entspricht dem Wasserkapazitätsbedarf.





Als Unterbau ist FIBO Blähton ein unsichtbarer Bestandteil von wasserwirtschaftlichen Lösungen. Schnelle Versickerung und Speicherung von Wasser kann durch den Einsatz von Blähton unter natürlich belastbaren Oberflächen, wie z. B. Gras, Sand oder Erde erreicht werden.

Das Verständnis der Bodenverhältnisse ist bei der Planung von Versickerungsbecken sehr wichtig, da die unterirdischen Gegebenheiten die Gesamtkapazität für die Versickerung begrenzen können. Bewerten Sie jede Anwendung anhand von tabellarischen Literaturwerten oder Feldmessungen. Berücksichtigen Sie bei der Planung der Versickerung die folgenden Parameter:

### Hydraulische Durchlässigkeit [m/Tag]

Die Geschwindigkeit der Wasserbewegung durch den Untergrund. Die Korngröße des losen Untergrundmaterials und seine entsprechende Durchlässigkeit beeinflussen die Permeabilitätswerte.

### Versickerungskapazität [ $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{Tag-1}$ ]

Die Durchlässigkeit des Unterbodens und der Schüttungen beschränkt die Wassermenge, die in den Grundwasserspiegel eindringen kann. Die Korngrößenverteilung, die Durchlässigkeit und die Menge [ $\text{m}^3$ ] des einströmenden Wassers definieren die maximale Kapazität für das Versickern oder die Ableitung in unterirdische Dränagen.

### Hydraulische Kapazität [ $\text{m}^3/\text{Tag}$ ]

Die hydraulische Kapazität ist das Wasservolumen, das sich im Laufe der Zeit durch eine Unterschicht bewegen kann. Sie begrenzt die Wassermenge, die die Untergrundsicht ohne Sättigung und Erhöhung des Grundwasserspiegels enthalten kann.

### Sedimente und Überläufe

Schwebstoffe, Sand und Schutt können aus der Umgebung in Rückhalte- und Versickerungsbecken gespült werden. Verstopfungen stellen eine Gefahr für alle wasserwirtschaftlichen Anlagen dar, sie sollten daher durch Absetzbecken geschützt werden und über Notauslässe verfügen. Das Volumen der Hohlräume in FIBO Blähton ist sehr groß, und die Poren bieten einen hohen Widerstand gegen Verstopfung durch Schwebstoffe und andere Partikel. Diese Eigenschaft sorgt für eine hohe Betriebssicherheit, reduziert den Wartungsaufwand und erhöht die Lebensdauer der Konstruktion.

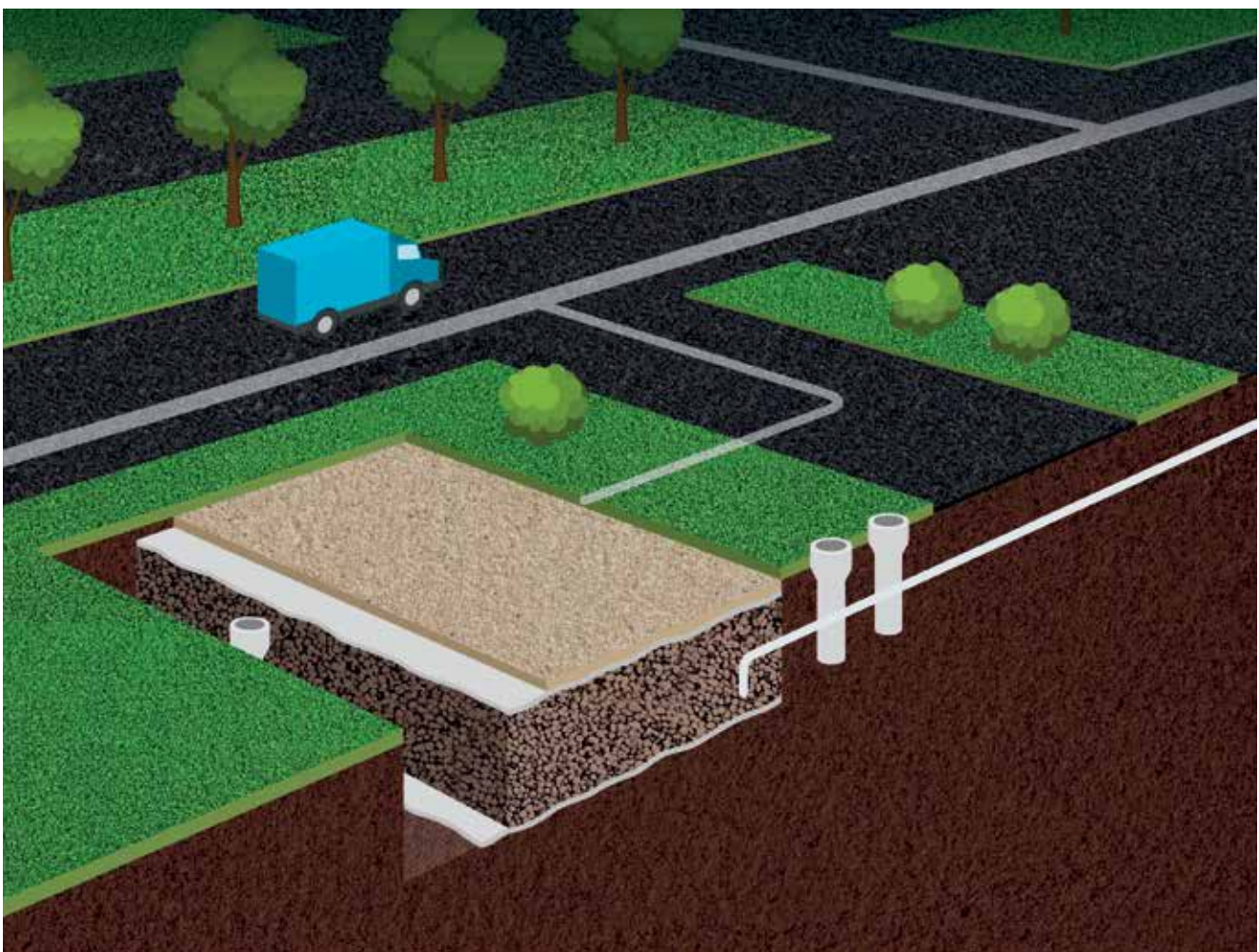


FIBO Blähton hat eine mittlere bis hohe Wasserdurchlässigkeit. Korngrößen und Kornfraktion beeinflussen die hydraulische Durchlässigkeit. Diese Eigenschaften können durch Fibo ExClay beim Produktionsprozess von Blähton gezielt beeinflusst und somit für eine Vielzahl von Anwendungen maßgeschneidert werden.

## Maßgeschneidert für jeden Einsatzzweck

Durchlässigkeit [m/s]			
hoch	gemäßigt	gering	sehr gering
ungebrochener FIBO Blähton, Steine, Kies	FIBO Feinkörnungen, Sand, Schlack, Erden	Feiner Sand, Kalkstein, Schlack, Lehm	Lehm, Schiefer, Grundgestein
> 10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>
			10 <sup>-5</sup>
			10 <sup>-6</sup>
			10 <sup>-7</sup>
			<

FIBO Blähton eignet sich hervorragend für die Untergrundversickerung und für Rückhaltebecken. Die poröse Struktur bietet eine temporäre Wasseraufnahme und reichlich Platz für Wasser in den Hohlräumen zwischen den Körnern. Blähton ist einfach in der Anwendung und stellt eine sinnvolle Alternative zum Bau von offenen Becken, Speicherbecken oder neuen Abwasserrohren dar. FIBO Blähton ist geotechnisch stabil und kann sowohl als tragende Konstruktion wie auch als leichte Schüttung in Kombination mit Wassermanagementmaßnahmen eingesetzt werden.



Die Illustration zeigt ein unterirdisches Rückhaltebecken für die Speicherung und Versickerung. Blähton von FIBO hat eine hohe mechanische Belastbarkeit, ist leicht und sofort lagestabil auch auf unebenen Untergründen. Er kann durch Druckluftförderung selbst an großen und schwer zugänglichen Baustellen problemlos eingebracht werden.

# Filtration und Umweltschutz

Blähton von FIBO besitzt Filtereigenschaften, die der Wasserqualität zugutekommen. Durch seinen Einbau in Biofiltern oder als spezialisierte Filterstreifen können eine Vielzahl von Schadstoffen und Schwermetallen aus dem Oberflächenabwasser entfernt werden. Blähton kann darüber hinaus in Bodenmischungen oder als eigenständige Unterschicht, z. B. in Rigolen, verwendet werden und trägt dazu bei, die Immobilisierung oder den Abbau von Schadstoffen zu erleichtern.

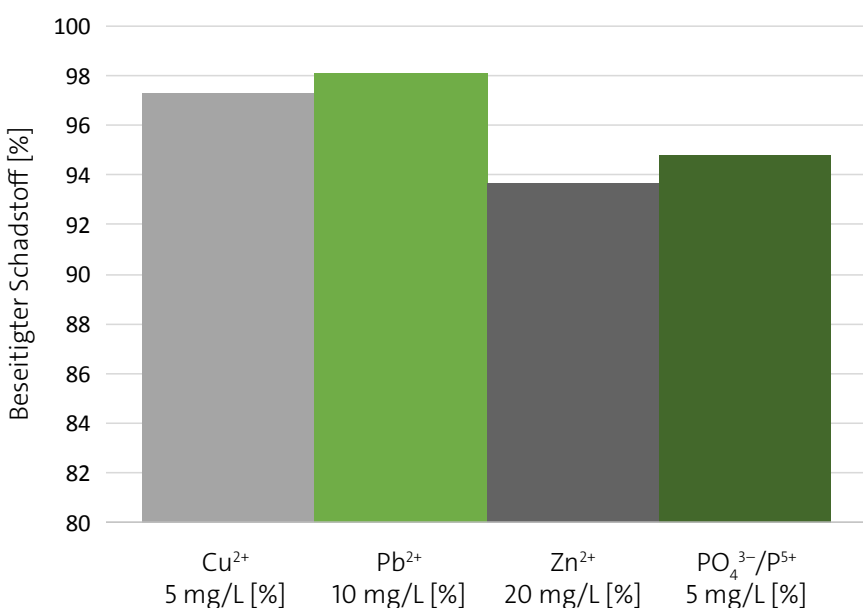
FILTRALITE®

Blähton als  
Filtermedium

**Filtralite P** ist ein hochspezialisiertes, leichtes Blähtonfiltermedium für die direkte Filtration von Abflusswasser, das mit schweren Metallen, Phosphor und anderen gelösten Partikeln verunreinigt ist. Zu Beginn eines Regenereignisses kann die erste Wasserreinigung durch einen bauseitigen Filterstreifen aus **Filtralite P** erfolgen. Der Filter arbeitet durch Ausfällung, gefolgt von der permanenten Abscheidung verschiedener gelöster Bestandteile.

Produkt	Beispiel-Korngröße [mm]	Anwendung in Regenwasser-management-Systemen	Vorteile bei Regenwasser
Filtralite P	0,5–4	Unabhängige Filterschicht, Teil der Dränschicht	Spezialisiertes Filtermedium zur Entfernung von festen und gelösten Schadstoffen wie Schwermetallen, Phosphaten und Schwebstoffen
Fein gebrochener Blähton	1–5	Kann unabhängig oder Teil der Bodenmischung für die Biofiltration sein	Kleine gebrochene Blähtonkörnungen mit hoher Porosität und großer Kapazität für die Bindung von Schadstoffen
Runder Blähton	8–16	Dränschicht, Rückhaltebecken	Hohe Wasserleitfähigkeit, Hohlräume dienen der temporären Wasserspeicherung, gute Wärmedämmung, hohe Belastbarkeit

Entfernung von Schadstoffen mit Filtralite P 0,5–4



Eine Auswahl der Ergebnisse einer Studie über FIBO Blähton und Filtralite zur Entfernung von Schwermetallen aus Regenwasser durch Filtration. Synthetisches Regenwasser mit hoher Konzentration an gelösten Schwermetallen wurde in Laborsäulen getestet, um erste Spülszenarien zu simulieren. (STORMFILTER: Technische Versickerungssysteme für Qualität und Quantität des städtischen Regenwassers, 2015–2017)

# Rund oder gebrochen – beides hat seine Stärken

Die folgenden Diagramme zeigen die Laborergebnisse des Abflusses für die beiden FIBO Blähton-Körnungen gemäß den in der FLL-Richtlinie (FLL 2008) beschriebenen Tests. Die Tests zeigen die Reduzierung der Spitzenabflussintensität und die Rückhaltekapazität verschiedener Arten von FIBO Blähton. Seine Fähigkeit, große Wassermengen kontinuierlich zurückzuhalten oder abzuleiten, ist deutlich zu beobachten.



## Fein gebrochener Blähton

(1–5 mm) ist optimal für eine maximale Wasserrückhaltung. Das Material eignet sich besonders für Gründächer und als Untergrund für durchlässige Pflastersteine.



## Runder Blähton

(8–16 mm) ist gut für die Entwässerung und Wasserspeicherung. Zwischen den Körnern gibt es große Hohlräume mit Platz für Wasser, wenn sie in unterirdischen Speichern verwendet werden. Runder, grober FIBO Blähton wird auch als dränierende Hinterfüllung und im Landschaftsbau eingesetzt.

## Anwendungen

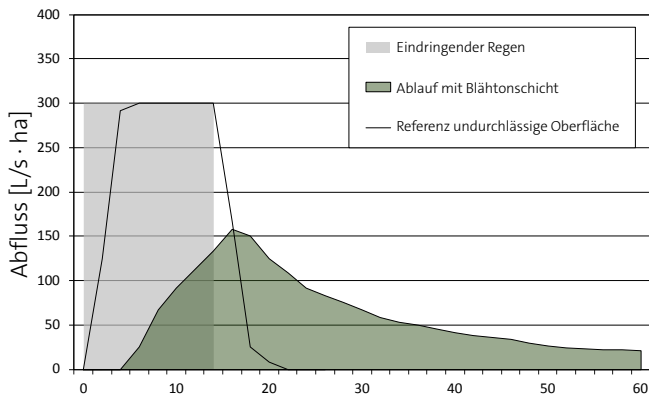
Sorte	fein gebrochener Blähton 1–5 mm	runder Blähton 8–16 mm
Filtration und Biofiltration	<b>gut geeignet</b>	eingeschränkt
Versickerung	geeignet	<b>gut geeignet</b>
Wasserrückhaltung auf begrünten Dächern	<b>gut geeignet</b>	eingeschränkt
Wasserrückhaltung in Regenanlagen, Gräben und Senken	<b>gut geeignet</b>	eingeschränkt
Wasserrückhaltung unter durchlässigen Oberflächen	<b>gut geeignet</b>	eingeschränkt
Frostschutz und Dämmung	eingeschränkt	<b>gut geeignet</b>
Entwässerung	eingeschränkt	<b>gut geeignet</b>



Die Versuche erfordern eine gründliche Vorbefeuchtung des Blähtons. Daraus folgt, dass die Aufnahmekapazität für die Langzeitspeicherung von Wasser bereits vor der Durchführung der Versuche gesättigt ist.

Es gibt keinen Beitrag durch Versickerung oder einen anderen nicht berücksichtigten Verlust an Gesamtwasser. Die Ergebnisse wurden auf eine Fläche in Hektar (ha) hochgerechnet.

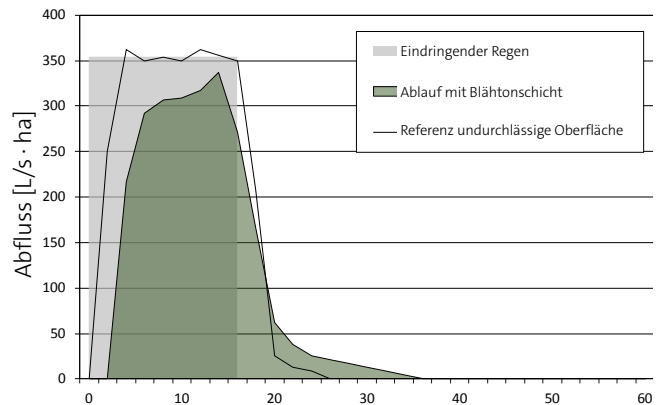
### Abflussrückhaltung mit **fein gebrochenem Blähton**



#### Fein gebrochener Blähton

Das Diagramm zeigt Laborergebnisse des Abflussverhaltens für eine fein gebrochene Blähtonfraktion. Ein Extremereignis von 27 L/m<sup>2</sup> für ein 15-minütiges Regenintervall bei einem Gefälle von 2 % wird simuliert. Die graue Zone stellt den ankommenden Regenblock dar, die schwarze Linie ist die Abflussintensität eines Referenzbereichs ohne Rückhaltemaßnahmen. Der grüne Bereich zeigt den Abfluss von Wasser, das von einer 200 mm dicken Schicht aus feinem, gebrochenem FIBO Blähton zurückgehalten wird. Die Rückhaltungswirkung ist deutlich zu erkennen. Die Gesamtmenge der verzögerten Abflüsse wird mit 71 % berechnet im Vergleich zur Referenz. Darüber hinaus wurde die Spitzenintensität des Abflusses um 53 % reduziert.

### Abflussrückhaltung mit **rundem Blähton**



#### Runder Blähton

Das Diagramm zeigt Laborergebnisse des Abflussverhaltens bei Einsatz von großem, rundem, ungebrochenem Blähton. Ein Extremereignis von 36 L/m<sup>2</sup> für ein 15-minütiges Regenintervall bei einem Gefälle von 2 % wird simuliert. Das Hauptverhalten ist die Entwässerung, aber es kann auch eine Wasserrückhaltung beobachtet werden. Die hohe Durchlässigkeit gewährleistet einen gleichmäßigen und nahezu unbegrenzten Wasserdurchfluss durch das Medium. Dies ist ideal für Systeme, bei denen große Wassermengen ungehindert durch die Blähtonschicht abgeführt oder umgeleitet werden müssen.



# Zahlen, Daten und beste Werte

Die Tabelle zeigt die wichtigsten technischen Daten und die charakteristischen Eigenschaften der beiden FIBO Blähton-Sorten. Beachten Sie, dass die Wasseraufnahme eine natürliche Eigenschaft des Blähtons ist. Dies ist die Menge an Wasser, die durch Absorption mittels kapillarer Saugwirkung in den inneren Poren der Blähton-Körner gespeichert wird.

Sorte		
Schüttdichte trocken	[kg/m <sup>3</sup> ]	± 15 %
Hohlräume	[Volumen-%]	Schüttporosität
Wasseraufnahme (EN 1097-10)	[Volumen-%/Gewichts-%]	5 Minuten
		1 Stunde
		24 Stunden
Durchlässigkeit (k)	[l/m <sup>3</sup> ]	1 Stunde
Abflusskoeffizient (C)	27 mm/Std. Wasser Aufnahme/Abgabe nach 15 Min.	Schichtdicke 100 mm
		Schichtdicke 200 mm
Schüttdichte*	[kg/m <sup>3</sup> ]	nass
Wärmeleitfähigkeit	[W/(mK)]	trocken
		nass

\*EN 1097-3, 10 Hübe, inkl. 24 Stunden Wasseraufnahme und 10 % Verdichtung



**FEIN GE-  
BROCHENER  
BLÄHTON**



**RUNDER  
BLÄHTON**

fein gebrochener Blähton 1–5 mm	runder Blähton 8–16 mm
350	330
55	45
10/24	5/15
11/28	6/19
15/38	8/25
110	60
0,01	0,35
0,4	0,8
0,3	0,7
525	450
0,14	0,12
0,18	0,16

### FIBO Blähton absorbiert und hält Wasser zurück

Die Wasseraufnahme (nach Volumen) ist eine übliche Methode zur Klassifizierung der Wasserhaltefähigkeit. Die interne Porenabsorptionskapazität ist jedoch nicht der primäre Mechanismus für die Rückhaltung und die Reduzierung des Spitzenabflusses bei FIBO Blähton. Die interne Volumenabsorption von Wasser macht je nach Art und Einwirkungszeit etwa 5 bis 15 % des FIBO Blähton-Volumens aus. Die 24-Stunden-Wasseraufnahme ist der empfohlene Auslegungswert. Sofern nicht wieder benetzt, wird das absorbierte Wasser durch Evapotranspiration allmählich freigesetzt.

Die Wasserabsorption sorgt für eine gewisse Reduzierung des Gesamtabflusses, aber die Kapazität für die Rückhaltung ist weit höher als die Absorptionskapazität allein. Dies ist auf die offene Porosität und die hohe spezifische Oberfläche zurückzuführen. Die Wasseradsorption an der offenen, zugänglichen Oberfläche erfolgt unabhängig von seiner Eigenabsorptionskapazität und der umgebenden Substrate. Wenn die interne Absorptionskapazität gesättigt ist, hält FIBO Blähton weiterhin Wasser zurück, wie zuvor gezeigt. Diese Eigenschaft macht Blähton zu einem flexiblen Untergrundmaterial, das seine Rückhaltefähigkeit kontinuierlich regeneriert, selbst wenn es aufeinander folgenden oder lang anhaltenden Regenfällen ausgesetzt ist.



## Nutzen Sie unser Online-Berechnungstool. Es zeigt die Eigenschaften von Blähton im Regenwassermanagement.

Der Rechner wird verwendet, um verschiedene Kombinationen von Dimensionierung und Regenmengen auszuprobieren. Der Abfluss wird je nach Material und Anlagentyp automatisch berechnet, sodass Sie schnell einen Überblick über die erreichbare Leistung erhalten. Ein einfaches, benutzerfreundliches Werkzeug zur Simulation von Wasserrückhaltung und Versickerung bei Einsatz verschiedener Arten von FIBO Blähton. Ideal für die Planung von Gründächern, durchlässigen Flächen, Regenrückhaltebecken oder Gräben:

[www.fiboexclay.de/technischer-support?filter=Berechnungstools](http://www.fiboexclay.de/technischer-support?filter=Berechnungstools)



Die Informationen in dieser Publikation basieren auf unseren aktuellen Kenntnissen und Erfahrungen mit FIBO Produkten. Bilder, Illustrationen und Darstellungen von FIBO Blähton sowie vorgeschlagene Verwendungsmöglichkeiten müssen als illustrative Beispiele betrachtet werden. Beispiele sind keine Angaben zur Dimensionierung und dürfen nicht direkt für Projektierungszwecke verwendet werden.

Die angegebenen Abflussdaten sind konservative Werte aus Laborversuchen, Pilotprojekten und Literatur. Die beigefügten Diagramme und Daten stammen aus unabhängigen Einzelversuchen aus der Forschung Dritter; das Verhalten der Materialien kann sich in abgeschlossenen, groß angelegten Anlagen unterscheiden. Es liegt in der eigenen Verantwortung des Benutzers, die Produkte von Fibo ExClay bestimmungsgemäß zu verwenden und Leistungskontrollen an fertigen Systemen durchzuführen. Der Benutzer ist für Schäden verantwortlich, wenn die Produkte nicht bestimmungsgemäß oder für unsachgemäße Anwendungen eingesetzt werden. Fibo ExClay kann Dokumentationen und Empfehlungen für den Einsatz von FIBO Produkten für wasserwirtschaftliche Zwecke zur Verfügung stellen.

# FIBO®

**Fibo ExClay Deutschland GmbH**  
Rahdener Straße 1 · D-21769 Lamstedt  
Telefon: +49 4773 896-0  
Mail: [vki@fiboexclay.de](mailto:vki@fiboexclay.de)