

Versickerungsmulde +

**Effekt Starkregenvorsorge**

- Zusätzliches Muldenvolumen, also Retentionsvolumen verfügbar
- Kompletter Rückhalt, kein Drosselabfluss
- Nach Starkregenereignis langsame Entleerung der Mulde über Versickerung

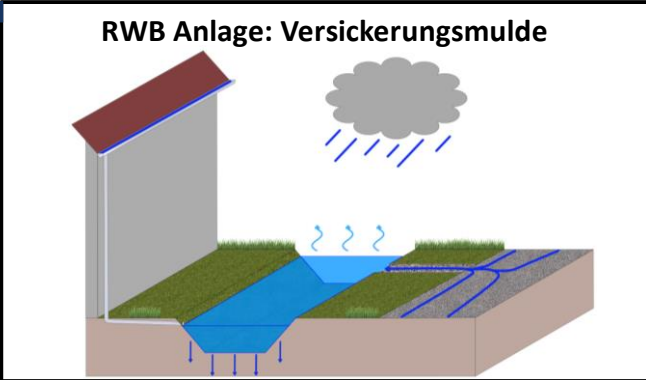
**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138-1
- Bemessungsjährlichkeit  $T \leq 100$  a, maximale Einstautiefe  $\leq 30$  cm
- Bewuchs: Üblicherweise Rasen
- Voraussetzung:  $k_f$ -Wert des Bodens im Bereich von  $10^{-3} - 10^{-6}$  m/s

**Limitationen und Einschränkungen**

- Größerer Grünflächenbedarf
- Versickerungsfähigkeit des Bodens muss gewährleistet sein
- Verlagerung des Überflutungsschwerpunktes

**Veränderung des Wasserhaushalts**



RWB Anlage: Versickerungsmulde

**Beschreibung und Funktion**

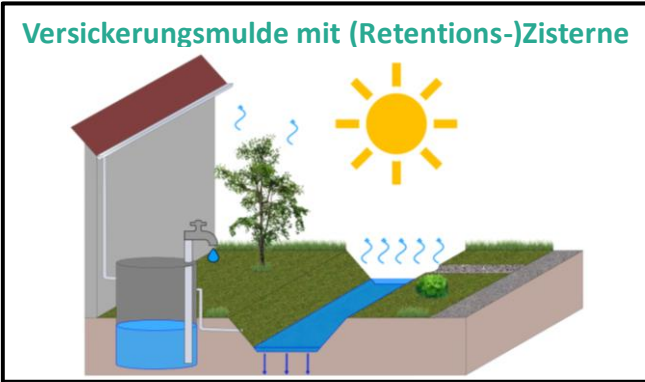
- Versickerung von Niederschlagsabfluss durch eine bewachsene Bodenzone
- Muldenvolumen ergibt sich aus der Versickerungsfläche und der Einstautiefe
- Befestigte Flächen wie Dach- und Hofflächen können angeschlossen werden

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138-1
- Bemessungsjährlichkeit  $T \leq 10$  a, maximale Einstautiefe  $\leq 30$  cm
- Bewuchs: Üblicherweise Rasen
- Voraussetzung:  $k_f$ -Wert des Bodens im Bereich von  $10^{-3} - 10^{-6}$  m/s

**Erweiterungsmöglichkeit zu**

RWB+	RWB-N
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemessung auf Jährlichkeiten von <math>T = 30, 50</math> und <math>100</math> a jenseits der üblichen Bemessungsgrenzen</li> <li>• Volumenvergrößerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschalten einer (Retentions-)Zisterne vor die Mulde</li> </ul>



Versickerungsmulde mit (Retentions-)Zisterne

**Effekt Dürrevorsorge**

- Primäre Nutzung des Niederschlagsabflusses für Bewässerungszwecke
- Konst. Wasserbereitstellung bei längeren Trockenphasen mit gleichzeitig hohen Verdunstungsraten

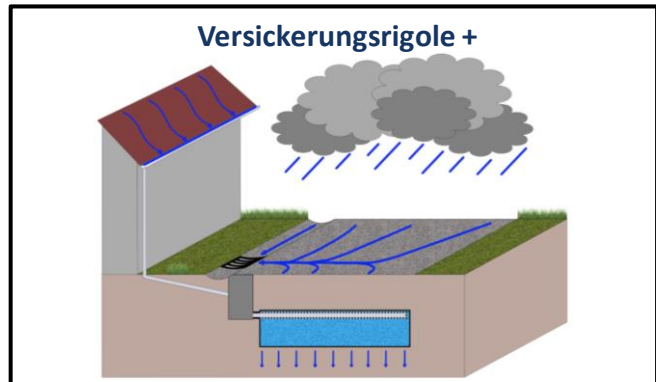
**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Drossel- und Notüberlauf wird in angrenzende Versickerungsmulde geleitet (Erhöhung des Retentionsvolumens)
- Einbau der (Retentions-)Zisterne als vor- oder nachgeschaltetes Element der Versickerungsmulde (nach Priorität der Niederschlagswassernutzung)

**Limitationen und Einschränkungen**

- Umfangreiche Tief- und Umbauarbeiten erforderlich
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen

**Veränderung des Wasserhaushalts**



**Effekt Starkregenvorsorge**

- Zusätzliches Rigolenvolumen, also Retentionsvolumen verfügbar
- Kompletter Rückhalt, kein Drosselabfluss
- Nach Starkregenereignis langsame Entleerung der Rigole über Versickerung

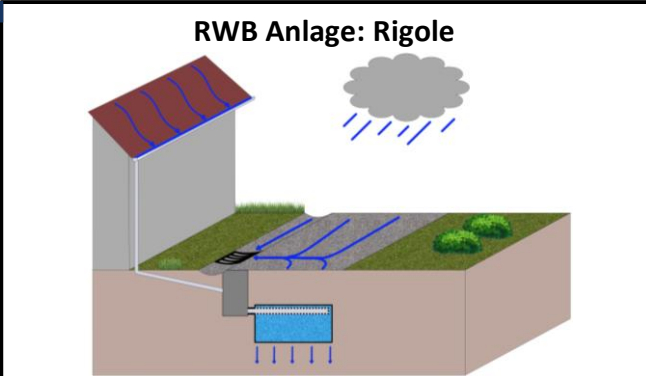
**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138
- Bemessungsjährlichkeit  $T \leq 100$  a
- Bauweise: Aus Fertigteilen oder Schüttmaterial
- Voraussetzung:  $k_f$ -Wert des Bodens im Bereich von  $10^{-3}$  -  $10^{-6}$  m/s

**Limitationen und Einschränkungen**

- Größerer Platzbedarf im Untergrund
- Versickerungsfähigkeit des Bodens muss gewährleistet sein
- Bautechnisch aufwändiger als Muldenversickerung

**Veränderung des Wasserhaushalts**



**Beschreibung und Funktion**

- Unterirdischer Speicherkörper, dem Niederschlagsabfluss zur Versickerung zugeführt wird
- Einsatz, wenn an der Oberfläche nicht ausreichend Platz für eine Muldenversickerung vorhanden ist
- Vorbehandlung des zugeleiteten Abflusses über Filter- oder Absetzschacht

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138-1
- Bemessungsjährlichkeit  $T = 5$  a
- Bauweise: Aus Fertigteilen oder Schüttmaterial
- Voraussetzung:  $k_f$ -Wert des Bodens im Bereich von  $10^{-3}$  -  $10^{-6}$  m/s

**Erweiterungsmöglichkeit zu**

**RWB+**

- Bemessung auf Jährlichkeit von  $T \leq 100$  a jenseits der üblichen Bemessungsgrenzen
- Volumenvergrößerung

**RWB-N**

- Ausführung der Rigole als Speicherrigole durch Abdichtung



**Effekt Dürrevorsorge**

- Primäre Nutzung des Niederschlagsabflusses für Bewässerungszwecke
- Konst. Wasserbereitstellung bei längeren Trockenphasen mit gleichzeitig hohen Verdunstungsraten

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Rigolenabdichtung unterscheidet sich nach Bauart der Rigole

**Limitationen und Einschränkungen**

- Umbau zur abgedichteten Rigole im Bestand kompliziert und kostenintensiv
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen
- Vorreinigung Niederschlagswasser vor Zisterne
- Abdichtung nur bei Speicherrigolen möglich
- Wartung ist kompliziert (bei Umbau bedenken)

**Veränderung des Wasserhaushalts**

### Mulden-Rigolen-Element +

**Effekt Starkregenvorsorge**

- Zusätzliches Mulden- und Rigolenvolumen, also Retentionsvolumen verfügbar
- Kompletter Rückhalt, kein Drosselabfluss
- Nach Starkregenereignis langsame Entleerung der Mulde und Rigole über Versickerung

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138-1
- Bemessungsjährlichkeit: Mulde  $T \leq 20$  a, maximale Einstautiefe  $\leq 30$  cm; Rigole  $T \leq 100$  a
- Bewuchs: Üblicherweise Rasen
- Voraussetzung:  $k_f$ -Wert des Bodens im Bereich von  $10^{-3} - 10^{-6}$  m/s

**Limitationen und Einschränkungen**

- Größerer Grünflächenbedarf
- Versickerungsfähigkeit des Bodens muss gewährleistet sein
- Bautechnisch aufwändiger als Muldenversickerung

**Veränderung des Wasserhaushalts**

### RWB Anlage: Mulden-Rigolen-Element

**Beschreibung und Funktion**

- Kombination einer Versickerungsmulde mit darunter liegender Rigole
- Zuführung des Niederschlagsabflusses in die Mulde, Überlauf aus Mulde wird Rigole zugeführt
- Einsatz bei geringem Platzangebot oder schlecht versickerungsfähigen Böden

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138-1
- Bemessungsjährlichkeit: Mulde  $T = 1$  a, maximale Einstautiefe  $\leq 30$  cm; Rigole  $T = 5$  a
- Bewuchs: Üblicherweise Rasen
- Voraussetzung:  $k_f$ -Wert des Bodens im Bereich von  $10^{-3} - 10^{-6}$  m/s

**Erweiterungsmöglichkeit zu**

RWB+	RWB-N
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumenvergrößerung</li> <li>• Bemessung auf Jährlichkeiten jenseits der üblichen Bemessungsgrenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung der Rigole als Speicherrigole durch Abdichtung</li> <li>• Nachschaltung einer Zisterne für die Wasserentnahme</li> </ul>

### Mulden-Speicherrigolen-Element mit Zisterne

**Effekt Dürrevorsorge**

- Primäre Nutzung des Niederschlagsabflusses für Bewässerungszwecke
- Konst. Wasserbereitstellung bei längeren Trockenphasen mit gleichzeitig hohen Verdunstungsraten

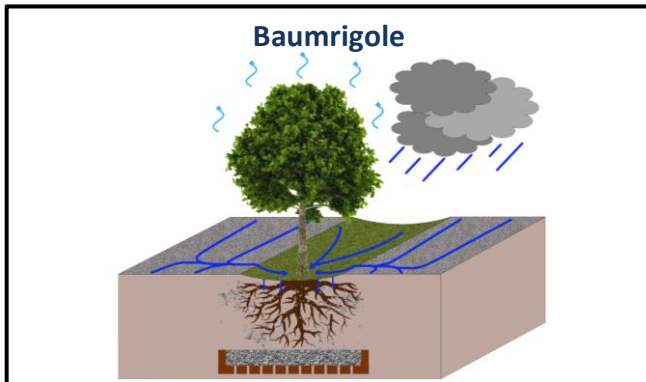
**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Rigolenabdichtung unterscheidet sich nach Bauart der Rigole

**Limitationen und Einschränkungen**

- Umbau zur abgedichteten Rigole im Bestand kompliziert und kostenintensiv
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen
- Vorreinigung Niederschlagswasser vor Zisterne
- Abdichtung nur bei Speicherrigolen möglich
- Wartung ist kompliziert (bei Umbau bedenken)

**Veränderung des Wasserhaushalts**



**Baumrigole**

**Effekt Starkregenvorsorge**

- Zusätzliches Rigolenvolumen und Wasserspeicherkapazität des Bodens verbessert, also größeres Retentionsvolumen verfügbar
- Nach Starkregenereignis langsame Entleerung der Rigole über Versickerung

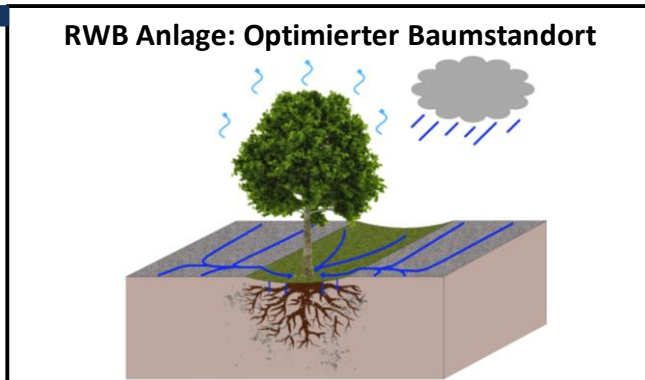
**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung in Anlehnung an die Empfehlungen für Baumpflanzungen (FLL, 2010) und DWA-A 138-1
- Angelehnt an BlueGreenStreets (2022)
- Baumscheibe  $\geq 6 \text{ m}^2$
- Volumen Pflanzengrube  $\geq 12 \text{ m}^3$
- Tiefe Wurzelraum  $\geq 1,5 \text{ m}$
- Bemessungsjährlichkeit Rigole  $T = 5 \text{ a}$

**Limitationen und Einschränkungen**

- Nur bei Neupflanzungen von Bäumen möglich
- Dauerhafte wassergesättigte Verhältnisse im Wurzelraum müssen vermieden werden
- Unsicherheit aufgrund fehlender Langzeiterfahrung

**Veränderung des Wasserhaushalts**



**RWB Anlage: Optimierter Baumstandort**

**Beschreibung und Funktion**

- Hydrologisch optimierter Baumstandort: Zuführung von Niederschlagsabfluss angrenzender befestigter Flächen in die Baumscheibe
- Ausführung der Baumscheibe in Muldenform
- Evtl. Behandlung des zugeführten Niederschlagsabflusses nötig

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung nach in Anlehnung an die Empfehlungen für Baumpflanzungen (FLL, 2010); Behandlung siehe DWA-A 138-1
- Angelehnt an BlueGreenStreets (2022)
- Baumscheibe  $\geq 6 \text{ m}^2$ , Vol. Pflanzengrube  $\geq 12 \text{ m}^3$
- Tiefe Wurzelraum  $\geq 1,5 \text{ m}$
- Ausführung im Bestand und Neubau

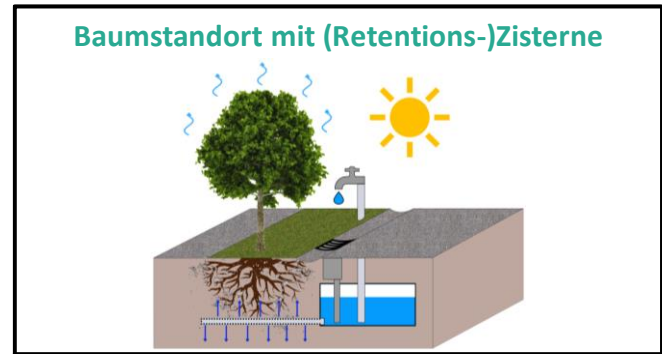
**Erweiterungsmöglichkeit zu**

**RWB+**

- Einbringung von Rigole in die Pflanzengrube
- Verwendung von Bodensubstrat mit großer Wasserspeicherkapazität

**RWB-N**

- Einbau (Retentions-)Zisterne als vor- oder nachgeschaltetes Element der Baumrigole
- Größe (Retentions-)Zisterne abhängig von Anordnung der Elemente



**Baumstandort mit (Retentions-)Zisterne**

**Effekt Dürrevorsorge**

- Schaffung von zusätzlichem Nutzvolumen für Bewässerungszwecke
- Wasserbereitstellung bei längeren Trockenphasen mit gleichzeitig hohen Verdunstungswerten

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Einbau der (Retentions-)Zisterne als vorgeschaltetes Element der Baumrigole (weitere Verwendungszwecke möglich)
- Bemessung Baumrigole wie bei der Baumrigole als (RWB+) Element

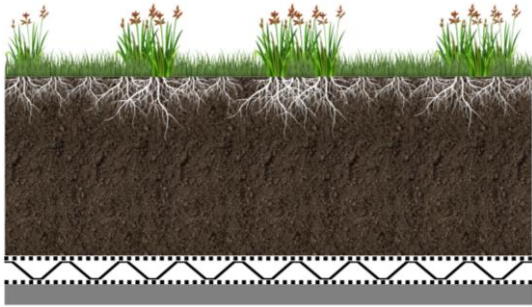
**Limitationen und Einschränkungen**

- Umbau im Bestand ist kostenintensiv
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen
- Vorreinigung Niederschlagswasser vor Zisterne

**Veränderung des Wasserhaushalts**



**Intensives Gründach**



**Effekt Starkregenvorsorge**

- Zwischenspeicherung des Niederschlagswasser in Substratschicht, Porenvolumen des Substrats als Retentionsvolumen verfügbar
- Abfluss aus Dachaufbau tritt verzögert ein und ist im Vergleich zum extensiven Gründach geringer

**Bemessung / Ausführung**

- Technisches Regelwerk: Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018), i.d.R. keine Bemessung nach wasserwirtschaftlichen Aspekten
- Substratdicke: 15 - 100 cm
- Höhe der Vegetation: Bis zu 200 cm
- Traglast (wassergesättigt): Ab 180 kg/m<sup>2</sup> (KURAS)
- Neigung ≥ 2 % zum Schutz vor Vernässung

**Limitationen und Einschränkungen**

- Tragfähigkeit der Dachkonstruktion
- Höherer Pflegeaufwand im Vergleich zur extensiven Dachbegrünung

**Veränderung des Wasserhaushalts**

**RWB Anlage: Extensives Gründach**



**Beschreibung und Funktion**

- Bepflanzung mit niedrigwüchsigen, pflegearmen Pflanzen wie Moosen, Flechten und Sedum-Arten
- Vergleichsweise geringe Substratschicht
- Geringer Pflegeaufwand: Einsatz von selbsterhaltender Vegetation
- Drainageabfluss aus Gründach bei Regenereignis

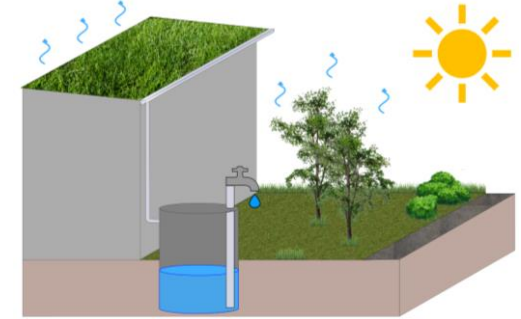
**Bemessung / Ausführung**

- Technisches Regelwerk: Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018), i.d.R. keine Bemessung nach wasserwirtschaftlichen Aspekten
- Substratdicke: 8 - 15 cm
- Höhe der Vegetation: 10 - 40 cm
- Traglast (wassergesättigt): 90 - 180 kg/m<sup>2</sup> (KURAS)
- Neigung ≥ 2 % zum Schutz vor Vernässung

**Erweiterungsmöglichkeit zu**

RWB+	RWB-N
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung als intensives Gründach mit größerer Substratschicht</li> <li>• Reduzierung und Verzögerung Drainageabfluss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung als extensives Gründach wird beibehalten</li> <li>• Möglichst hoher Drainageabfluss als Zisternenspeisung</li> </ul>

**Gründach mit (Retentions-)Zisterne**



**Effekt Dürrevorsorge**

- Schaffung von zusätzlichem Nutzvolumen für Bewässerungszwecke
- Konst. Wasserbereitstellung bei längeren Trockenphasen mit gleichzeitig hohen Verdunstungsraten

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Anschluss (Retentions-)Zisterne an Gründachablauf
- (Retentions-)Zisternenbemessung immer in Abhängigkeit von Gründachbauweise

**Limitationen und Einschränkungen**

- Geringer Niederschlagsenertrag aufgrund niedriger mittlerer Abflussbeiwerte des Gründachs
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen
- Vorreinigung Niederschlagswasser vor Zisterne

**Veränderung des Wasserhaushalts**

### Retentionsdach



**Effekt Starkregenvorsorge**

- Zwischenspeicherung des Niederschlagswasser in Substratschicht und Retentionsschicht, größeres Retentionsvolumen verfügbar
- Abfluss aus Dachaufbau erst nach Einstau der Retentionsschicht

**Bemessung / Ausführung**

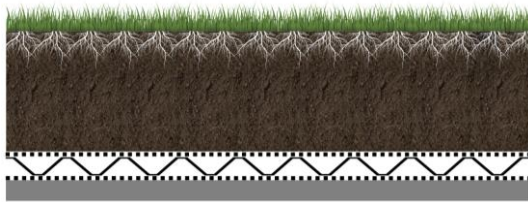
- Technisches Regelwerk: Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018); Abweichung von der üblichen Entwässerung, planerisch hinweisen
- Substratdicke und Vegetation: Ausführung als extensives oder intensives Gründach möglich
- Traglast (wassergesättigt):  $\gg 180 \text{ kg/m}^2$  (KURAS)
- Keine Mindestneigung; Drainage über Abflussdrossel

**Limitationen und Einschränkungen**

- Tragfähigkeit der Dachkonstruktion
- Höhere Anforderungen an die Abdichtung

**Veränderung des Wasserhaushalts**

### RWB Anlage: Extensives Gründach



**Beschreibung und Funktion**

- Bepflanzung mit niedrigwüchsigen, pflegearmen Pflanzen wie Moosen, Flechten und Sedum-Arten
- Vergleichsweise geringe Substratschicht
- Geringer Pflegeaufwand: Einsatz von selbsterhaltender Vegetation
- Drainageabfluss aus Gründach bei Regenereignis

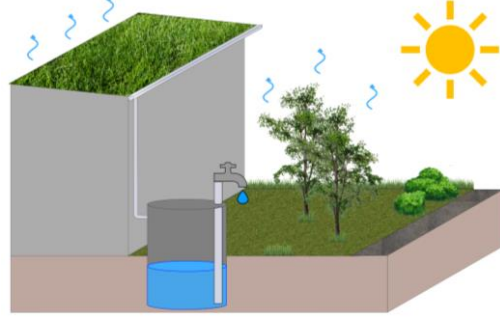
**Bemessung / Ausführung**

- Technisches Regelwerk: Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018), i.d.R. keine Bemessung nach wasserwirtschaftlichen Aspekten
- Substratdicke: 8 - 15 cm
- Höhe der Vegetation: 10 - 40 cm
- Traglast (wassergesättigt):  $90 - 180 \text{ kg/m}^2$  (KURAS)
- Neigung  $\geq 2 \%$  zum Schutz vor Vernässung

**Erweiterungsmöglichkeit zu**

RWB+	RWB-N
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung als Retentionsdach: Unterhalb der Substratschicht wird eine Retentionsschicht (z.B. in Form einer Rigole) angeordnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung als Retentionsdach</li> <li>• Möglichst hoher Drainageabfluss als Zisternenspeisung</li> </ul>

### Retentionsdach mit Zisterne



**Effekt Dürrevorsorge**

- Schaffung von zusätzlichem Nutzvolumen für Bewässerungszwecke
- Konst. Wasserbereitstellung bei längeren Trockenphasen mit gleichzeitig hohen Verdunstungsraten

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Drainageabfluss aus Retentionsschicht und Überlauf in die Zisterne
- Zisternenbemessung in Abhängigkeit von Retentionsdachbauweise

**Limitationen und Einschränkungen**

- Zeitlich versetzter Niederschlagsenertrag aufgrund des verzögerten Dachabflusses
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen
- Vorreinigung Niederschlagswasser vor Zisterne

**Veränderung des Wasserhaushalts**

**(Smarte) Retentionszisterne**

**Effekt Starkregenvorsorge**

- Größeres Speichervolumen, also Retentionsvolumen
- Optional smarte Variante: Steuerung durch vorhersagebasierte Eingangsdaten; gezielte Entleerung vor Starkregenereignis, damit Retentionsvolumen zur Verfügung steht

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Modell
- Zielgröße ist der Rückhalt bis zu einer Jährlichkeit von  $T = 5$  a
- Drossel- und Notüberlauf in dezentrale RWB-Anlage, Teich oder Kanalnetz
- Niederschlags- und entnahmeabhängige Bewirtschaftung möglich; smarte Retentionszisterne

**Limitationen und Einschränkungen**

- Größerer Platzbedarf im Untergrund
- Zielkonflikt zur Dürrevorsorge, bei der volle Speicher zur Bewässerung benötigt werden

**Veränderung des Wasserhaushalts**

**RWB Anlage: Zisterne**

**Beschreibung und Funktion**

- Behälter mit Speichervolumen für Nutzung von Niederschlagsabfluss z. B. als Betriebs- oder Bewässerungswasser
- Einleitung von Dach-, Hof- oder Straßenabflüssen
- Je nach Qualität des zugeführten Niederschlagswassers ist eine Vorreinigung (z. B. über Filter) nötig

**Bemessung / Ausführung**

- Vereinfachtes Bemessungsverfahren nach DIN 1989-1 (Teil 1) (Anwendung im Excel-Makro ATV-A138-7.3 (ITWH) im Tabellenblatt „Zisterne“)
- Speicherbehälter können in Stahlbetonbauweise oder aus Kunststoff gefertigt werden
- Ausführungsvarianten in DIN 1989-1 (Teil 1)

**Erweiterungsmöglichkeit zu**

RWB+	RWB-N
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergrößerung Speichervolumen</li> <li>• Gezielte Bewirtschaftung des Speichervolumens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergrößerung Speichervolumen</li> <li>• Gezielte Bewirtschaftung des Nutz- und Retentionsvolumens</li> </ul>

**(Smarte) Retentionszisterne**

**Effekt Dürrevorsorge**

- Schaffung von zusätzlichem Nutzvolumen für Bewässerungszwecke (trotz Retentionswirkung)
- Optional smarte Variante: Bewässerungssteuerung durch vorhersagebasierte Eingangsdaten; gezielte Entleerung vor Starkregenereignis nur soweit wie zwingend erforderlich

**Bemessung / Ausführung**

- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Drossel- und Notüberlauf in dezentrale RWB-Anlage, Teich oder für andere Nutzungen bereitstellen
- Niederschlags- und entnahmeabhängige Bewirtschaftung möglich; smarte Retentionszisterne

**Limitationen und Einschränkungen**

- Umfangreiche Tief- und Umbauarbeiten erforderlich
- Platzverfügbarkeit, Stromanschluss und Leitungen
- Vorhersagequalität für Steuerung entscheidend

**Veränderung des Wasserhaushalts**