

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 ≤ 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 ≤ 30 cm
- Bewuchs: Üblicherweise Rasen
- Voraussetzung: k_f -Wert des Bodens im Bereich von $10^{-3} - 10^{-6}$ m/s

Erweiterungsmöglichkeit zu

RWB+

- Bemessung auf Jährlichkeiten von $T = 30, 50$ und 100 a jenseits der üblichen Bemessungsgrenzen
- Volumenvergrößerung

RWB-N

- Vorschalten einer (Retentions-)Zisterne vor die Mulde



Versickerungsmulde mit (Retentions-)Zisterne

Effekt Dürrevorsorge

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

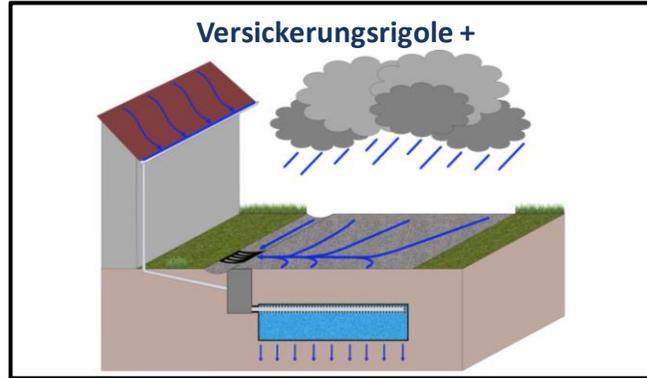
Bemessung / Ausführung

- 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

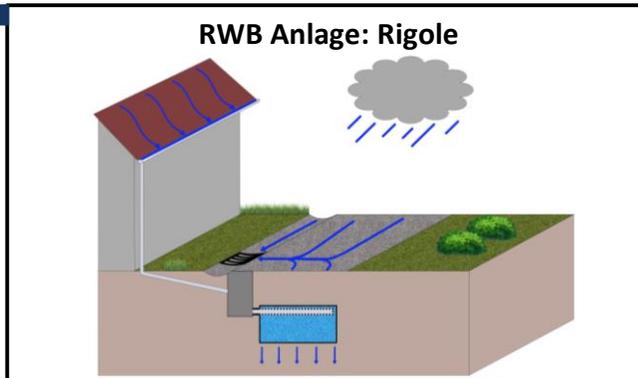
Bemessung / Ausführung

- 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

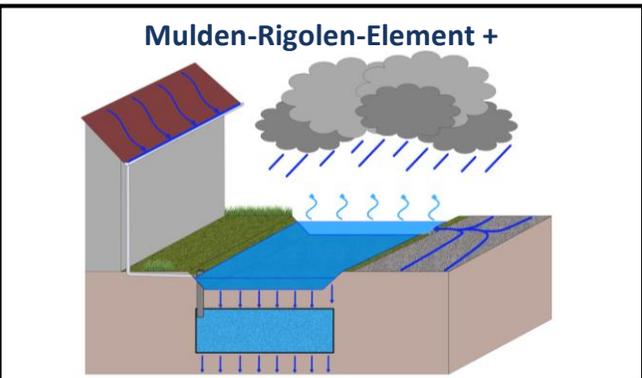
Bemessung / Ausführung

- 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 ≤ 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

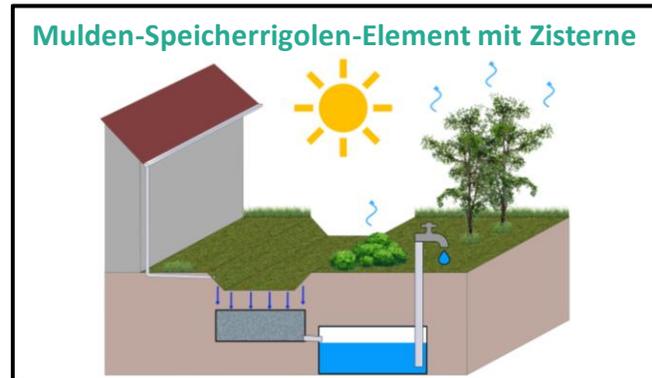
- Kombination einer Versickerungsmulde mit darunter liegender Rigole
- Zuführung des Niederschlagsabflusses in die Mulde, Überlauf aus Mulde wird Rigole zugeführt
- Einsatz bei geringem Platzangebot oder schlecht versickerungsfähigen Böden

Bemessung / Ausführung

- Bemessung nach Einfachem Verfahren gemäß DWA-A 138-1
- Bemessungsjährlichkeit: Mulde $T = 1$ a, maximale Einstautiefe ≤ 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"> • Volumenvergrößerung • Bemessung auf Jährlichkeiten jenseits der üblichen Bemessungsgrenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführung der Rigole als Speicherrigole durch Abdichtung • Nachschaltung einer Zisterne für die Wasserentnahme



Mulden-Speicherrigolen-Element mit Zisterne

Effekt Dürrevorsorge

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

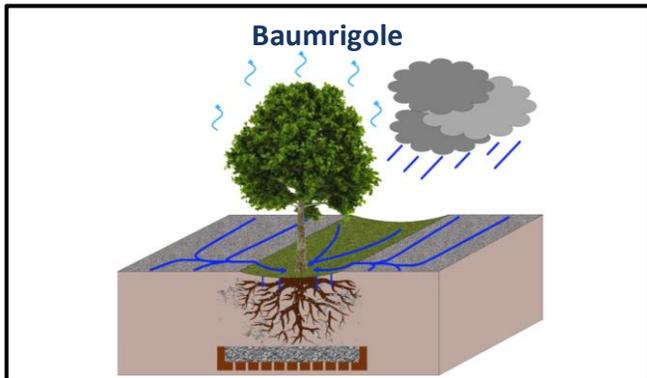
Bemessung / Ausführung

- 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

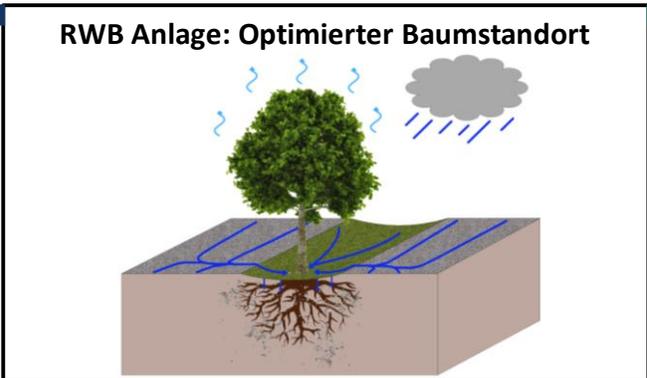
Bemessung / Ausführung

- 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

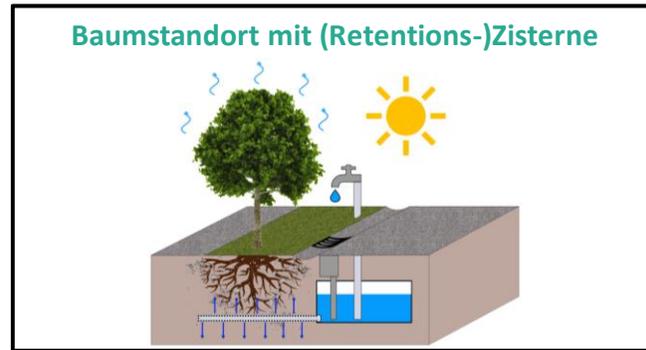
Erweiterungsmöglichkeit zu

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

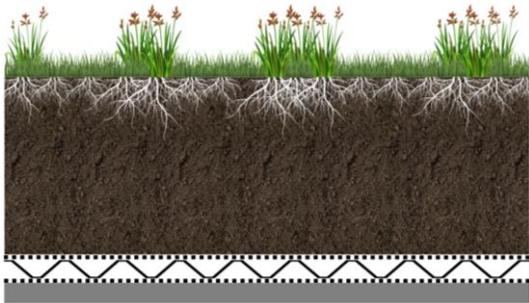
- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Einbau der (Retentions-)Zisterne als vorgeschaltetes Element der Baumrigole (weitere Verwendungszwecke möglich)
- Bemessung Baumrigole wie bei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

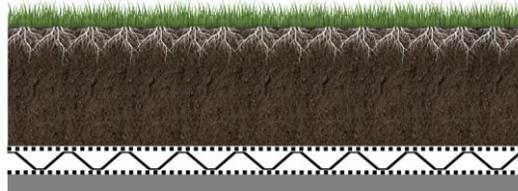
- Technisches Regelwerk: Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018), i.d.R. keine Bemessung nach wasserwirtschaftlichen Aspekten
- Substratdicke: 15 - 100 cm
- Höhe der Vegetation: Bis zu 200 cm
- Traglast (wassergesättigt): Ab 180 kg/m² (KURAS)
- Neigung ≥ 2 % zum Schutz vor Vernässung

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

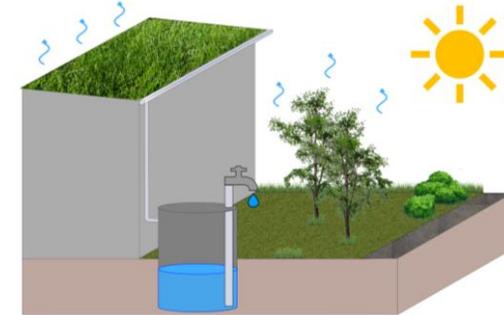
Bemessung / Ausführung

- 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/m² (KURAS)
- Neigung ≥ 2 % zum Schutz vor Vernässung

Erweiterungsmöglichkeit zu

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

Gründach mit (Retentions-)Zisterne



Effekt Dürrevorsorge

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

Bemessung / Ausführung

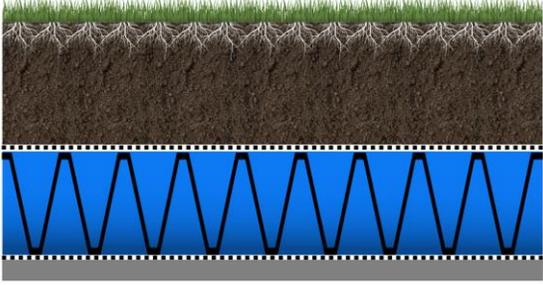
- Bemessung mit Niederschlags-Abfluss-Simulationssoftware oder ESB-Modell durchführen
- Verwendung von Langzeitregendaten eines nahegelegenen Regenschreibers
- Anschluss (Retentions-)Zisterne an Gründachablauf
- (Retentions-)Zisternenbemessung immer in Abhängigkeit von Gründachbauweise

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

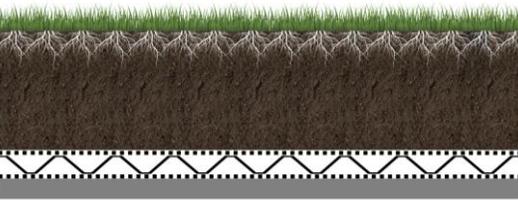
- Technisches Regelwerk: Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018); Abweichung von der üblichen Entwässerung, planerisch hinweisen
- Substratdicke und Vegetation: Ausführung als extensives oder intensives Gründach möglich
- Traglast (wassergesättigt): $\gg 180 \text{ kg/m}^2$ (KURAS)
- Keine Mindestneigung; 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"> • Ausführung als Retentionsdach: Unterhalb der Substratschicht wird eine Retentionsschicht (z.B. in Form einer Rigole) angeordnet 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführung als Retentionsdach • Möglichst hoher Drainageabfluss als Zisternenspeisung

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

(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