



Erweiterung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen (RWBA) gegen Starkregen und Hitze

Katalog mit RWB+ / RWB-N Steckbriefen

Kontakt (Verbundkoordination):



Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft

Leitung Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer
ulrich.dittmer@rptu.de
 +49 6333 / 205-3685
 Paul-Ehrlich-Str. 14, 67663 Kaiserslautern
<https://bauing.rptu.de/ags/wir>

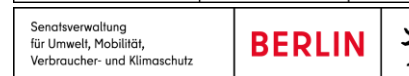
Verbundpartner:



Assoziierte Partner:



BERLIN



BERLIN



Stadt Köln

Gefördert durch:



Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

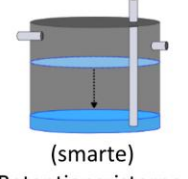
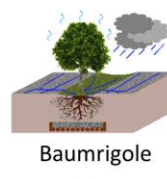
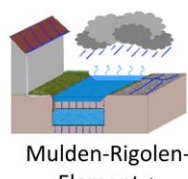
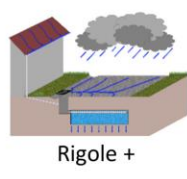
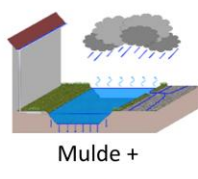
FKZ: 02WEE1624A-H



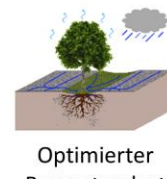
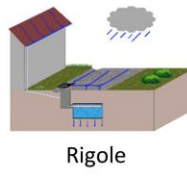
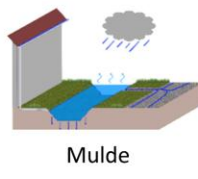


Übersicht RWB+ / RWB-N Anlagen

Kurzzeitrückhalt



RWB



Langzeitspeicher

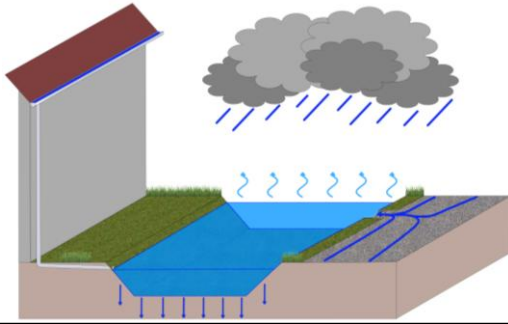


RWB+ Anlage

Steckbriefe RWB+ und RWB-N

RWB-N Anlage

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

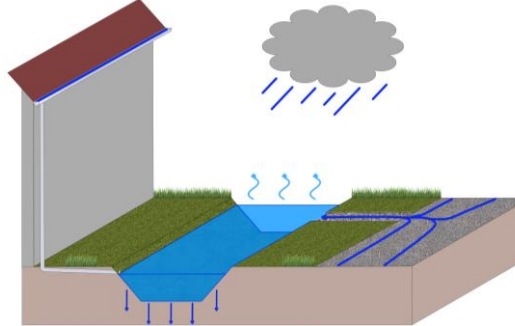
Limitationen und Einschränkungen

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

Veränderung des Wasserhaushalts

- Leichte Erhöhung der Verdunstung (durch größere Grünfläche) und kein Direktabfluss

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

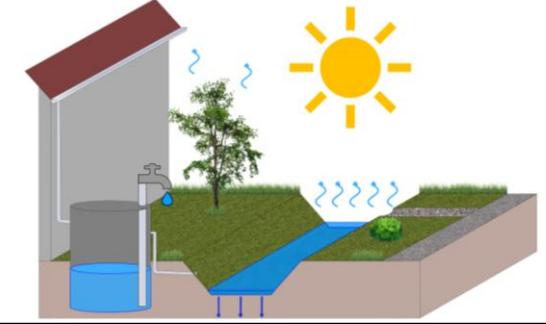
RWB+

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

RWB-N

- Vorschalten einer (Retentions-)Zisterne vor die Mulde

(Retentions-)Zisterne mit Versickerungsmulde



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

- Erhöhung der Verdunstung (durch Bewässerung von Stadtgrün) und Verringerung der Versickerung

Versickerungsmulden

Ergebnisse Multikriterienanalyse

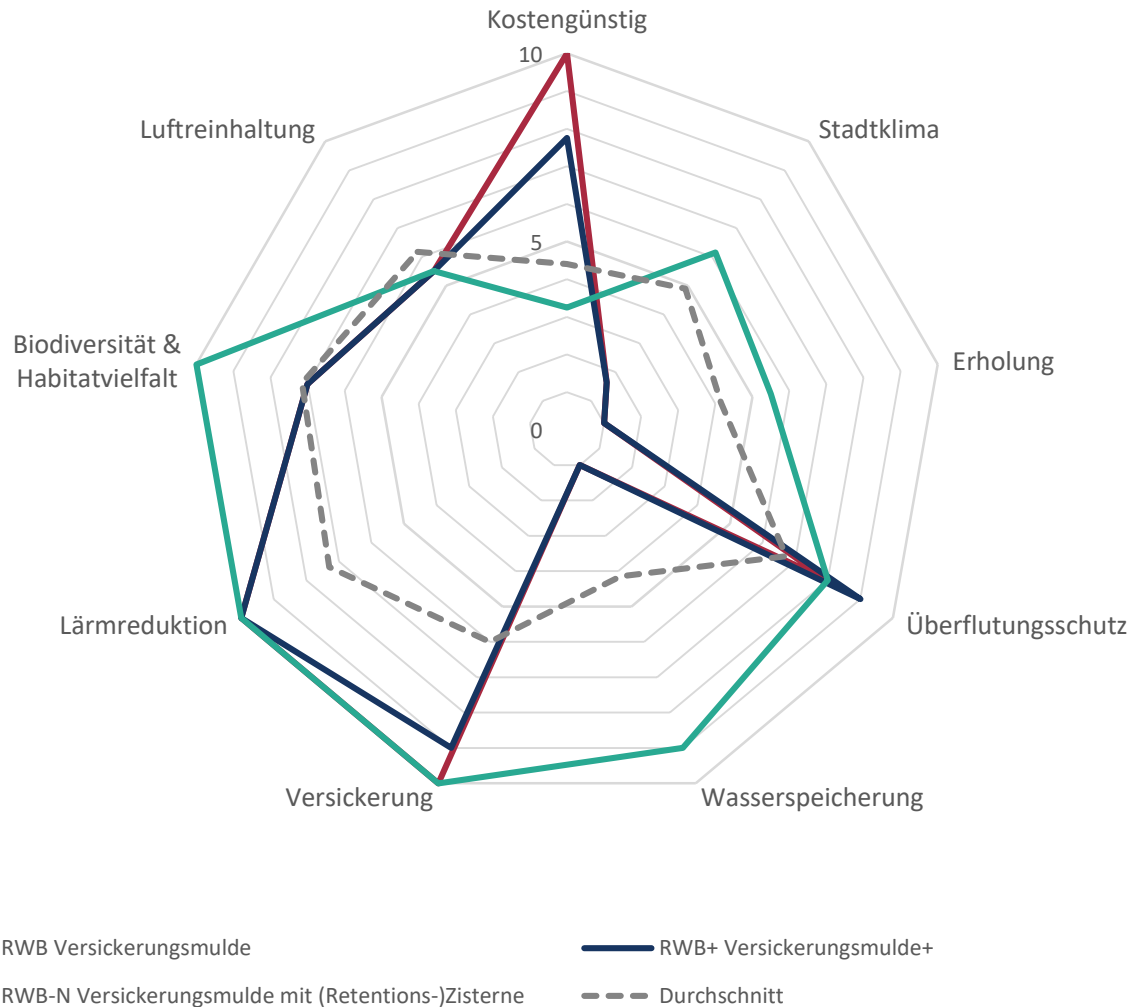
Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

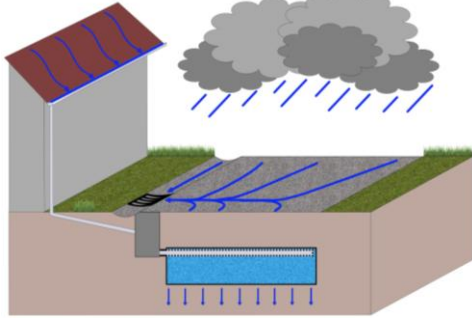
Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.



10: höchster Score - Bestbewertung

Versickerungsrigole+



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

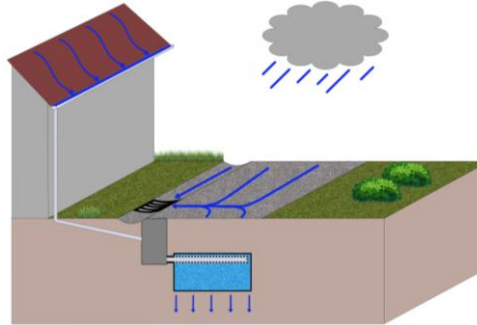
Limitationen und Einschränkungen

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

Veränderung des Wasserhaushalts

- Leichte Erhöhung des Versickerungsanteils

RWB Anlage: Rigole



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

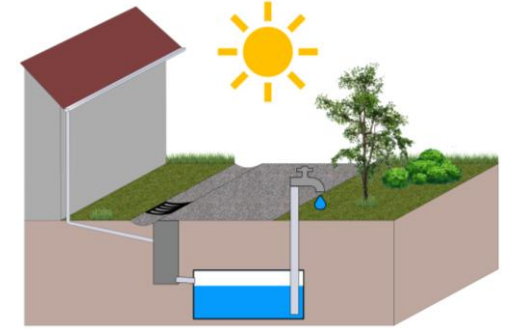
RWB+

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

RWB-N

- Ausführung der Rigole als Speicherrigole durch Abdichtung

Speicherrigole als 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
- Abdichtung nur bei Speicherrigolen möglich
- Wartung ist kompliziert (bei Umbau bedenken)

Veränderung des Wasserhaushalts

- Starke Verringerung der Infiltration sowie Erhöhung der Verdunstung und des Direktabflusses

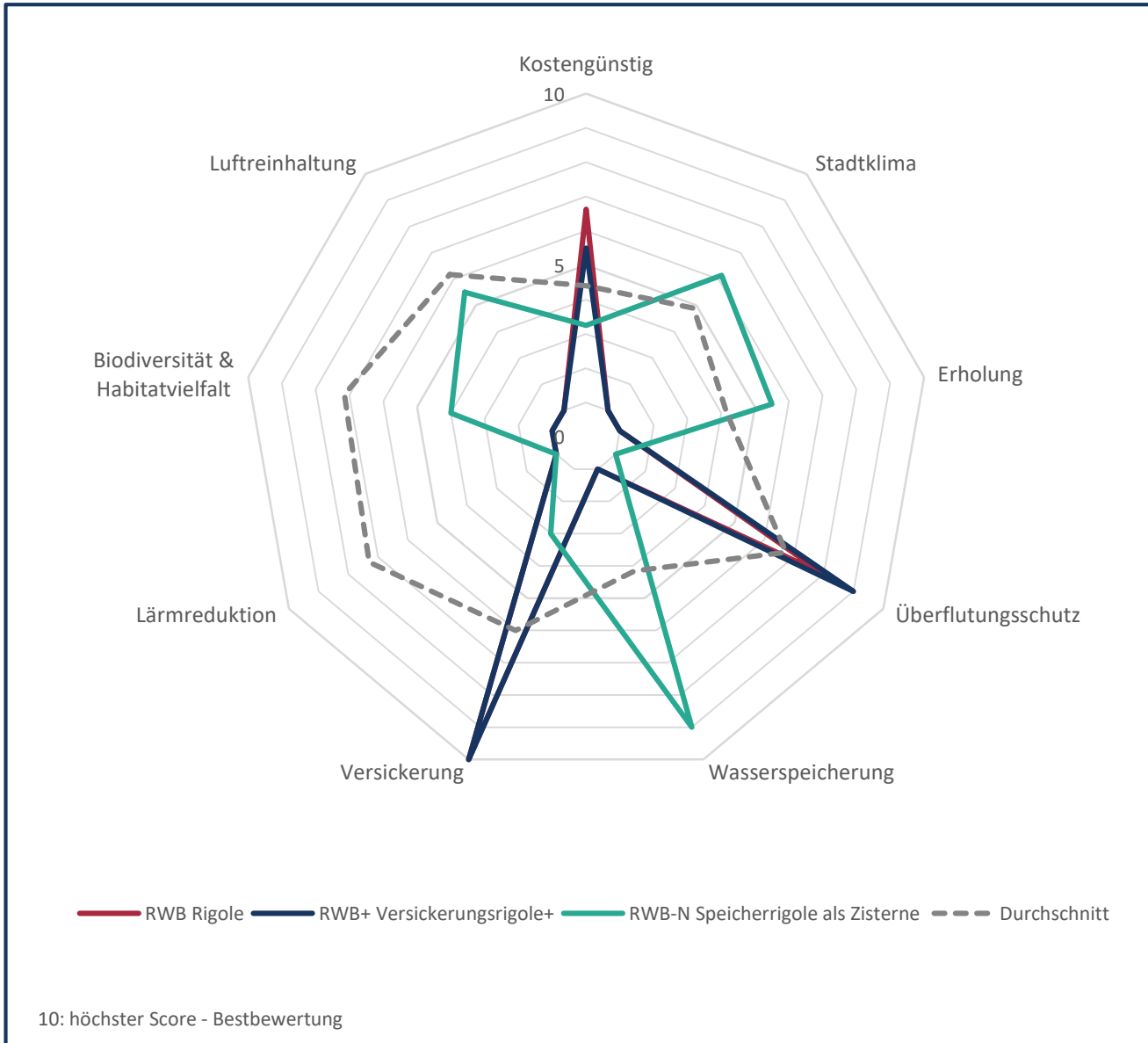
Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

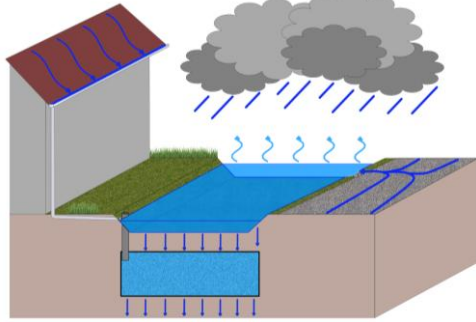
Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.



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

- Leichte Erhöhung der Verdunstung (durch größere Grünfläche) und kein Direktabfluss

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

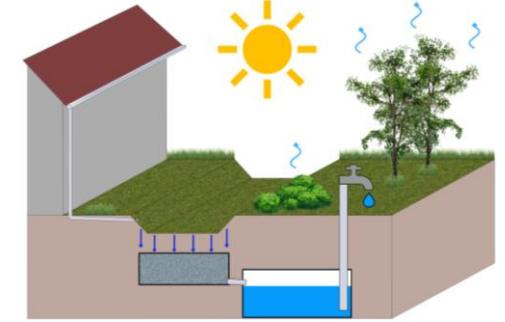
RWB+

- Volumenvergrößerung
- Bemessung auf Jahrzehnten jenseits der üblichen Bemessungsgrenzen

RWB-N

- 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

- Starke Verringerung der Infiltration sowie Erhöhung der Verdunstung und des Direktabflusses

Mulden-Rigolen-Elemente

Ergebnisse Multikriterienanalyse

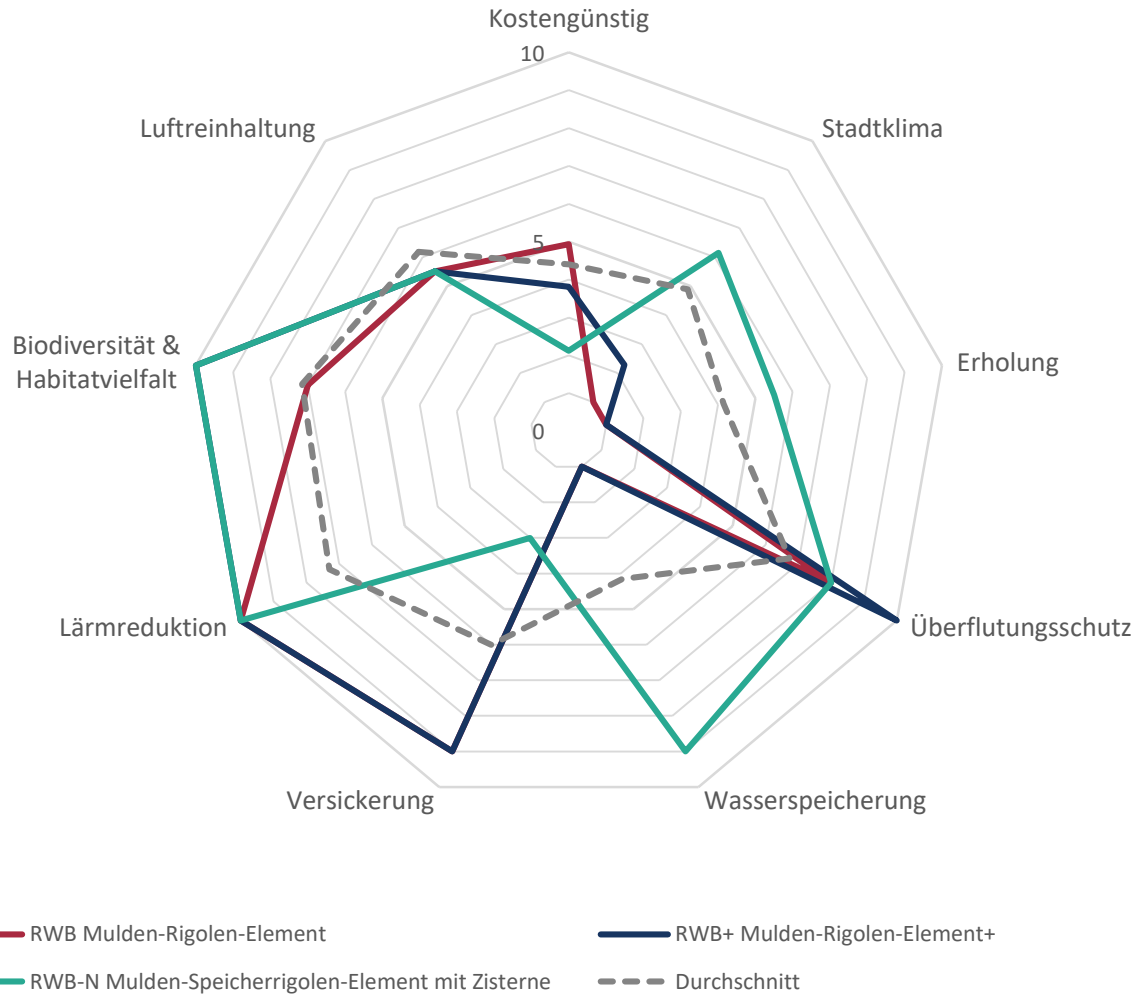
Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

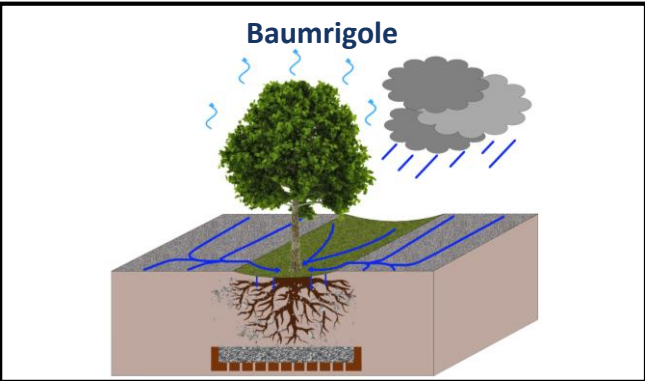
Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.



10: höchster Score - Bestbewertung



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 $T = 5 \text{ a}$

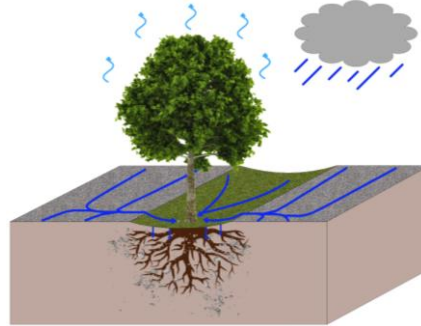
Limitationen und Einschränkungen

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

Veränderung des Wasserhaushalts

- Leichte Verringerung der Versickerung und leichte Erhöhung der Verdunstung

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+	RWB-N
<ul style="list-style-type: none"> • Einbringung von Rigole in die Pflanzengrube • Verwendung von Bodensubstrat mit großer Wasserspeicherkapazität 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
- 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
- Einbau der (Retentions-)Zisterne als vorgeschaltetes Element der Baumrigole (weitere Verwendungszwecke möglich)
- Bemessung der 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

- Leichte Verringerung der Versickerung und leichte Erhöhung der Verdunstung

Optimierte Baumstandorte & Baumrigolen

Ergebnisse Multikriterienanalyse

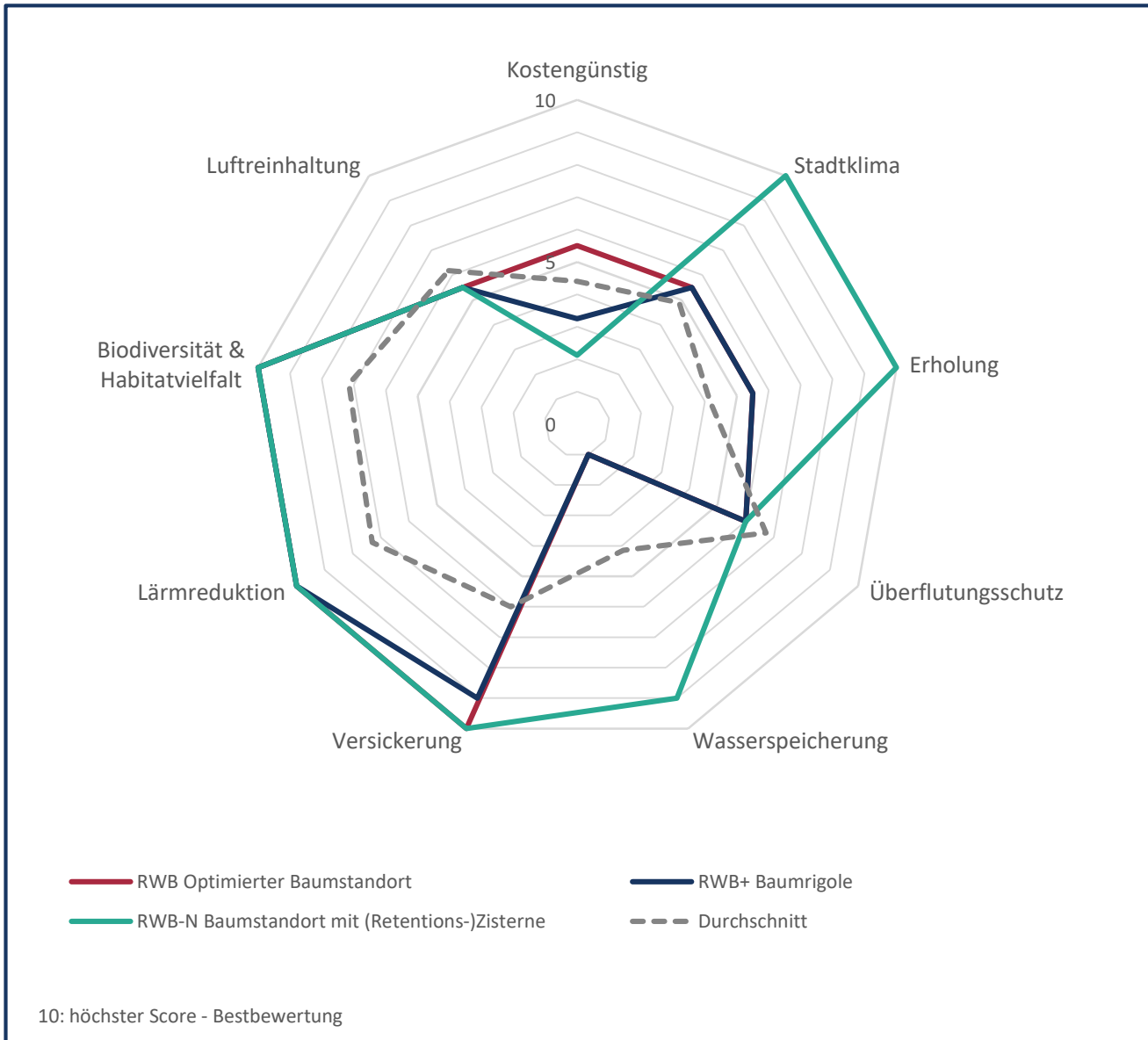
Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

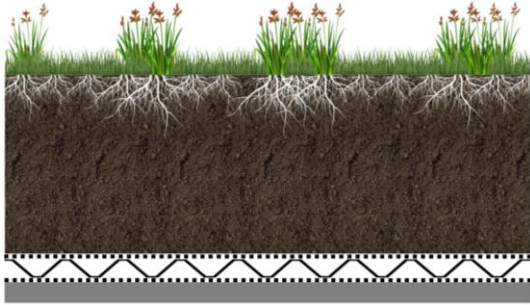
Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.



Intensives Gründach



Effekt Starkregenvorsorge

- Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers 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

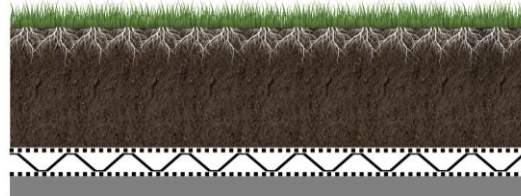
Limitationen und Einschränkungen

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

Veränderung des Wasserhaushalts

- Erhöhung der Verdunstung und Verringerung des Direktabflusses

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

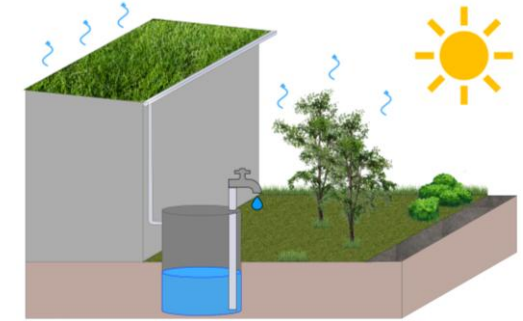
RWB+

- Ausführung als intensives Gründach mit größerer Substratschicht
- Reduzierung und Verzögerung Drainageabfluss

RWB-N

- 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

- Erhöhung der Verdunstung und starke Verminderung des Direktabflusses

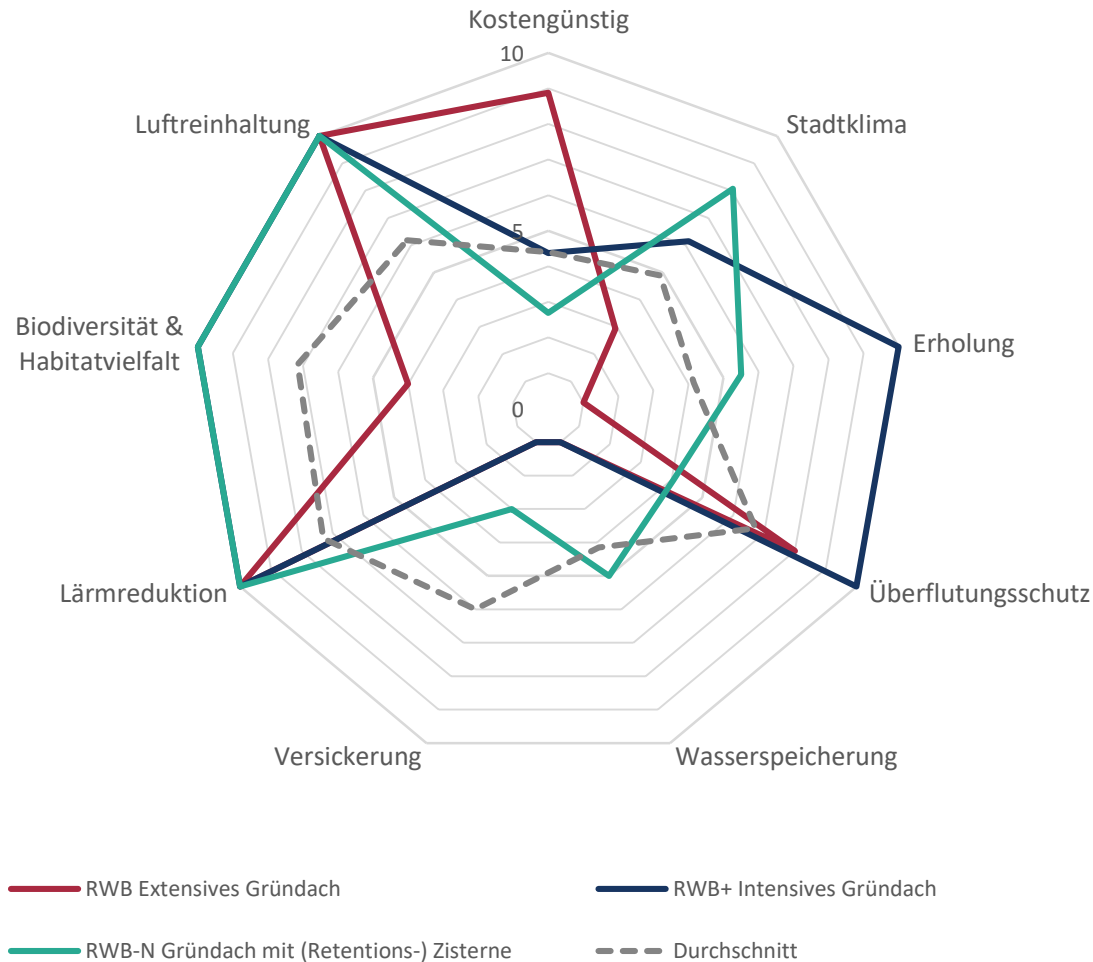
Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

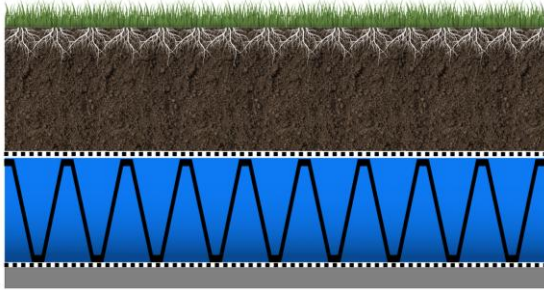
Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.



10: höchster Score - Bestbewertung

Retentionsdach



Effekt Starkregenvorsorge

- Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers 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): >> 180 kg/m² (KURAS)
- Keine Mindestneigung: Drainage über Abflussdrossel

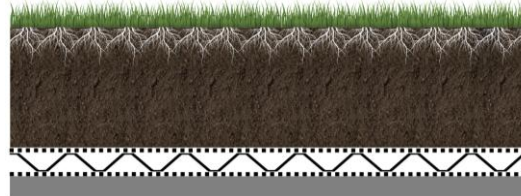
Limitationen und Einschränkungen

- Tragfähigkeit der Dachkonstruktion
- Höhere Anforderungen an die Abdichtung

Veränderung des Wasserhaushalts

- Erhöhung der Verdunstung und Verringerung des Direktabflusses

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

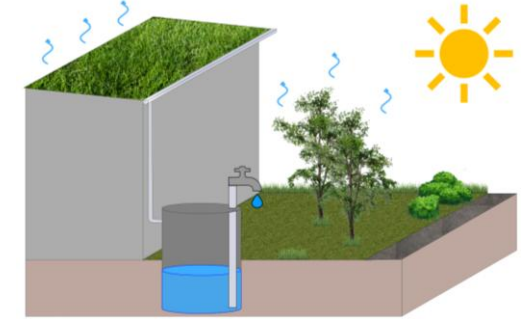
RWB+

- Ausführung als Retentionsdach: Unterhalb der Substratschicht wird eine Retentionsschicht (z.B. in Form einer Rigole) angeordnet

RWB-N

- 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

- Erhöhung der Verdunstung und starke Verminderung des Direktabflusses

(Retentions-)Gründächer

Ergebnisse Multikriterienanalyse

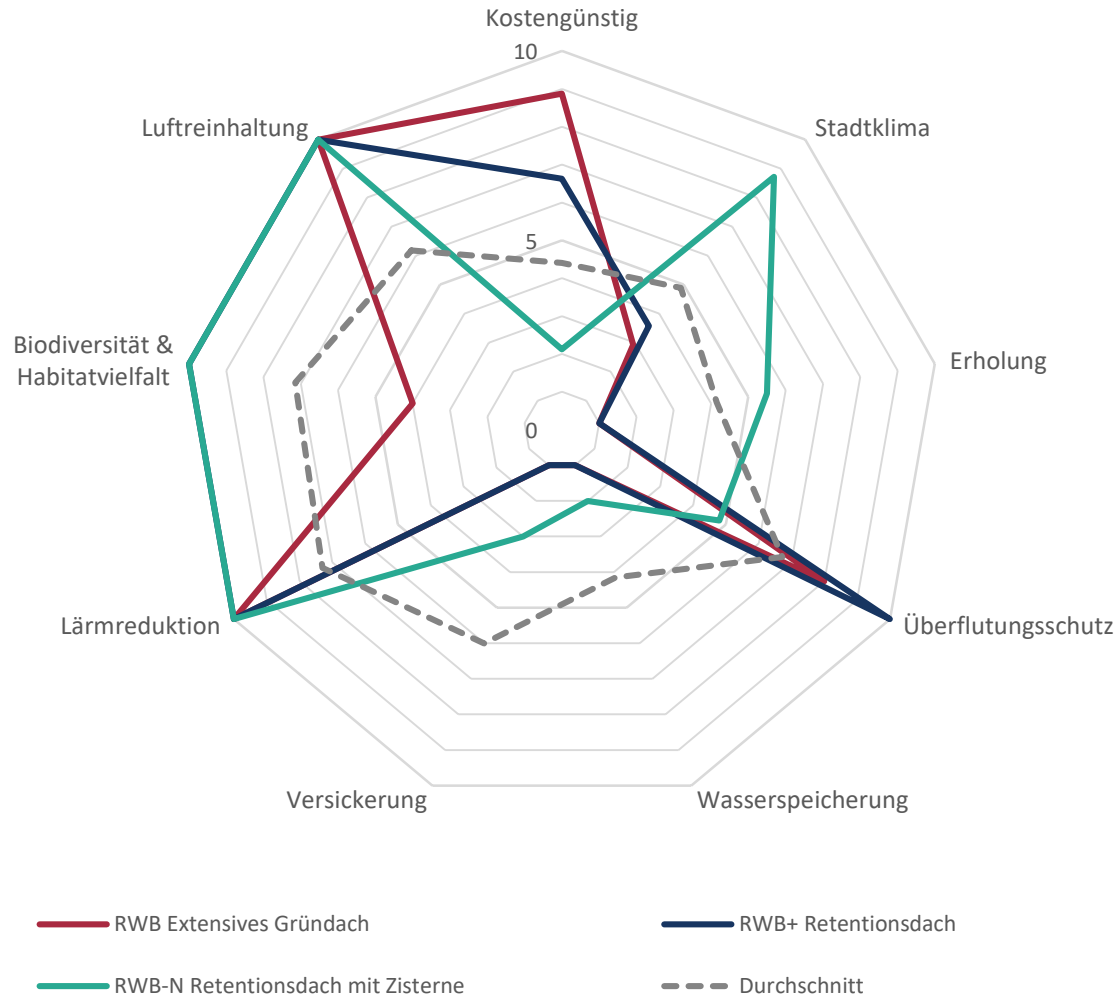
Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.



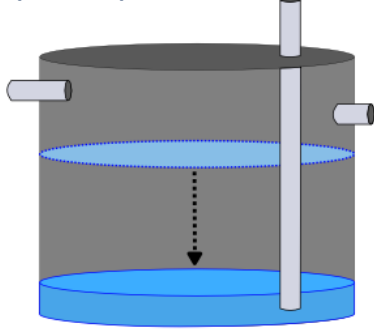
10: höchster Score - Bestbewertung

RWB+ Anlage

Steckbriefe RWB+ und RWB-N

RWB-N Anlage

(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

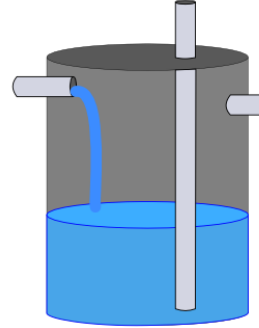
Limitationen und Einschränkungen

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

Veränderung des Wasserhaushalts

- keine Veränderung

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

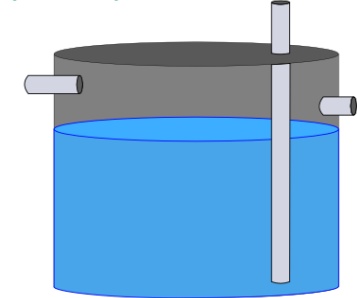
RWB+

- Vergrößerung Speichervolumen
- Gezielte Bewirtschaftung des Nutz- und Retentionsvolumens

RWB-N

- 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

- Erhöhung der Verdunstung und Verringerung des Direktabflusses

Multikriterienanalyse (MKA)

Die Multikriterienanalyse ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Daten in die Bewertung der RWBA einfließen zu lassen und verschiedene Alternativen anhand diverser Kriterien systematisch zu vergleichen. So wurden bei der MKA neben den wasserwirtschaftlichen Aspekten auch ökonomische, soziale und anwendungsorientierte Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt.

Methode: Die MKA erfolgte in drei Schritten: (1) Identifikation relevanter Kriterien durch Literaturrecherche, Vorauswahl und Strukturierung von 24 Kriterien in sechs Kategorien. (2) Operationalisierung der Kriterien anhand von Indikatoren und erste Bewertung der Maßnahmen anhand von Literatur & Experteneinschätzungen. (3) Revision der Ergebnisse und Finalisierung der Kriterienauswahl, Kategorisierung und Operationalisierung. Finale Gesamtbewertung vervollständigt durch AMAREX Modellierungsergebnisse.

Es ist zu beachten, dass durch die Lokalspezifität der Maßnahmen die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist.

In dem **Spinnendiagramm** sind 9 der 18 bewerteten Kriterien abgebildet. Dabei stellt eine Bewertung von 10 Punkten den höchsten Score und damit die Bestbewertung dar. Der Durchschnitt aller Maßnahmen für das jeweilige Kriterium ist durch die grau-gestichelte Linie abgebildet.

