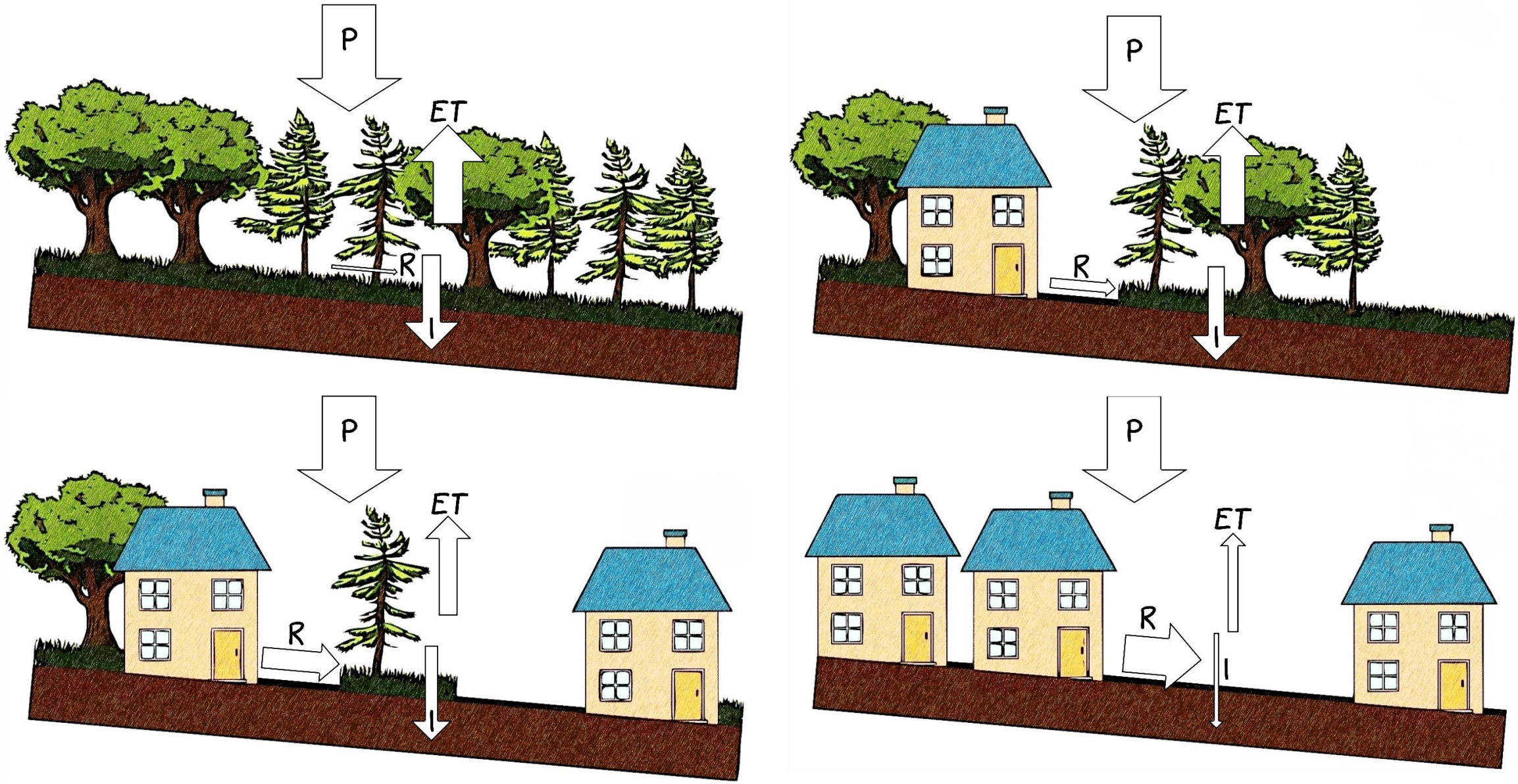
Die Wasserbilanz im Fokus der Niederschlagswasserbewirtschaftung

***Johannes Leimgruber**, Gerald Krebs, Dirk Muschalla*

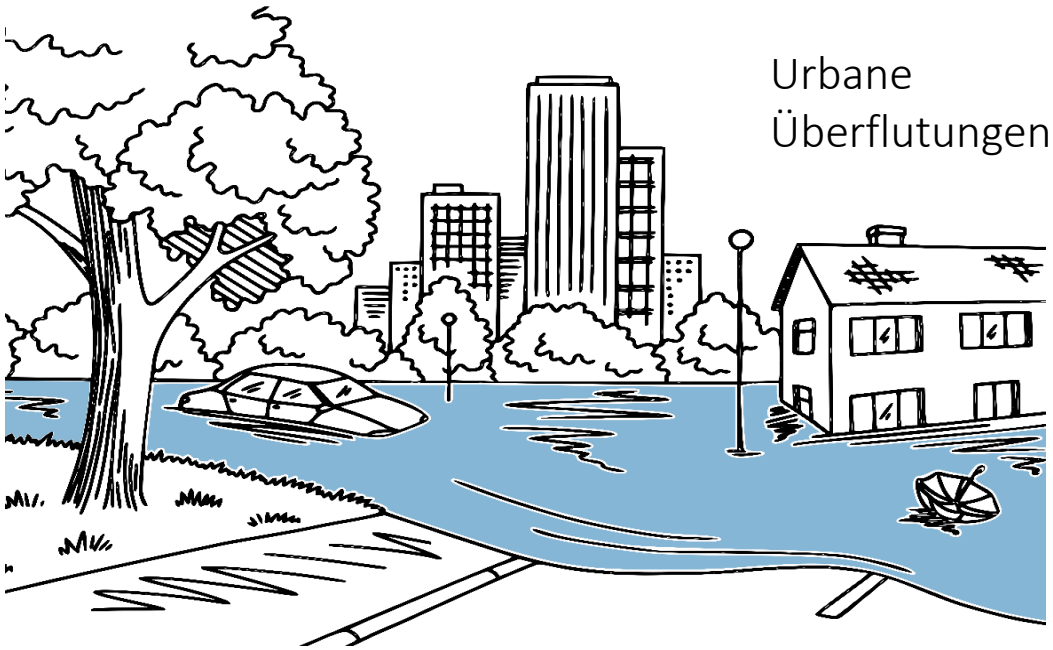
aquaurbanica Innsbruck 2021

ÖSTAP Engineering & Consulting GmbH

TU Graz



P - Niederschlag, R - Abfluss, ET - Evapotranspiration, I - Infiltration



Urbane Überflutungen

Biodiversität

Urbane Hitzeinseln

Freiraumqualität

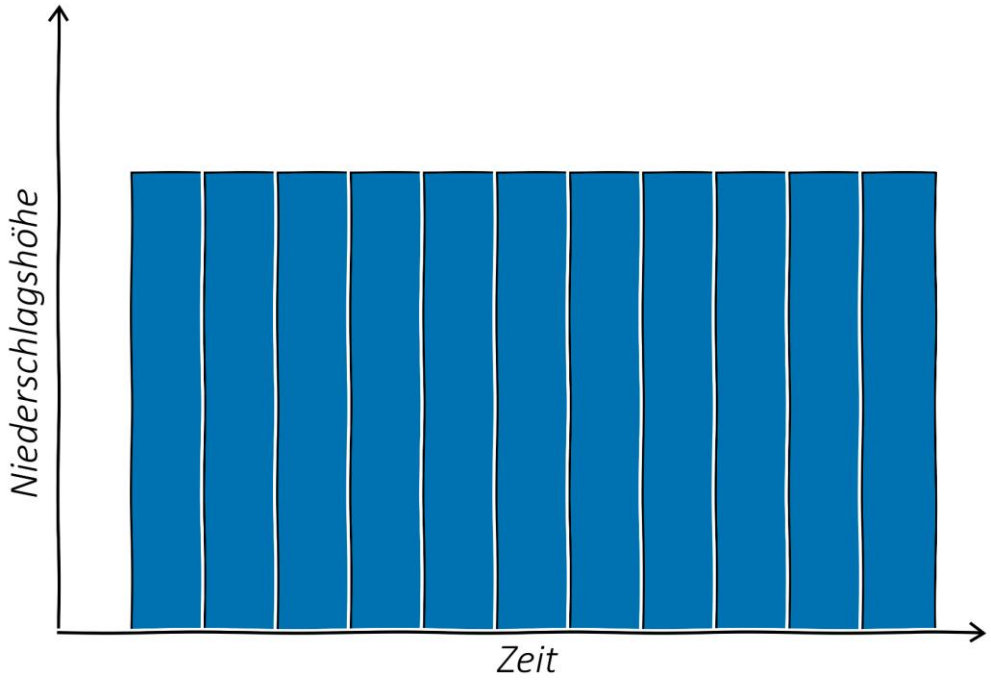
Naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung (NWB)

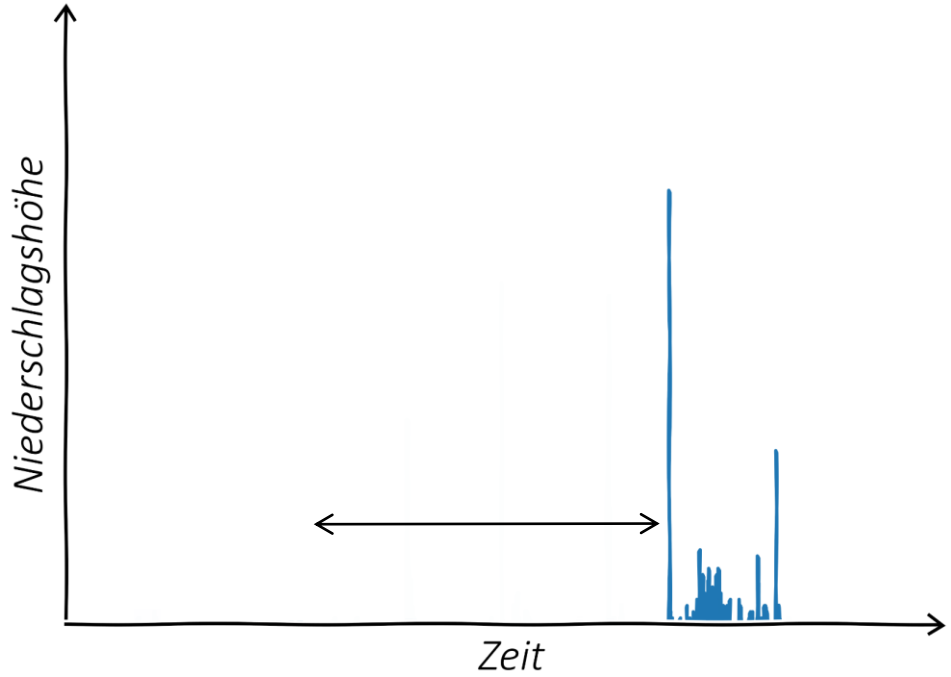
- Abmildern der negativen Auswirkungen der Urbanisierung
  - Reduzieren der Abflussvolumina
  - Dämpfen der Abflussspitzen
  - Anreichern des Grundwassers
  - Erhöhen der Evapotranspiration

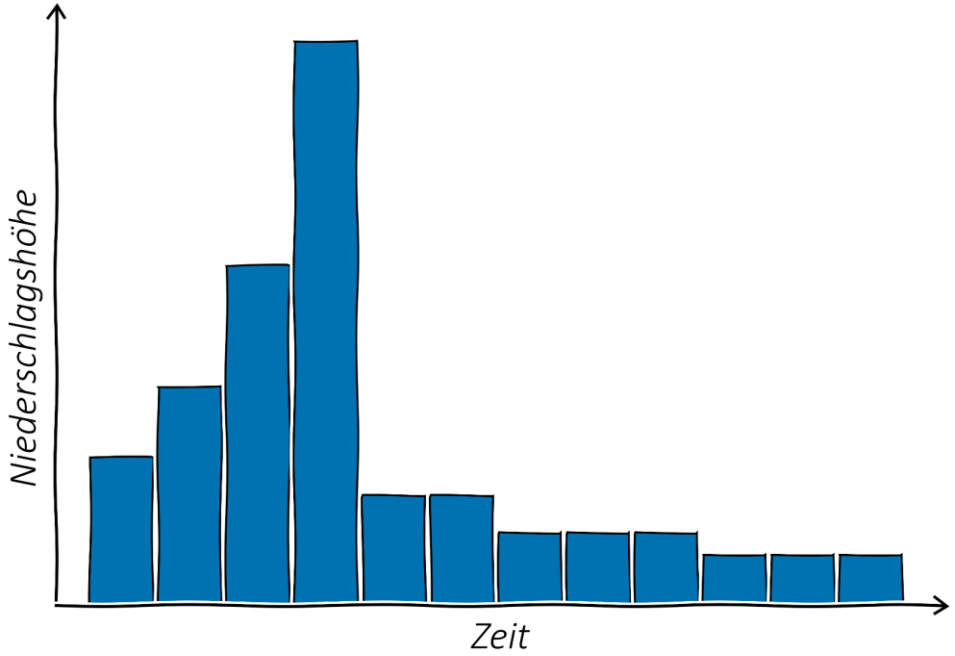
- Annäherung an „natürliche“ Wasserbilanz

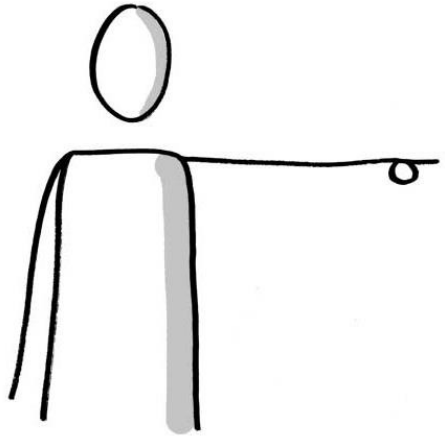
Bewertung der Leistungsfähigkeit / Dimensionierung

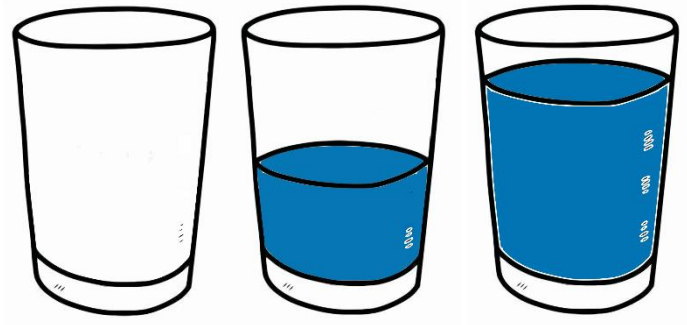
- Speichervolumen = Zuflussvolumen - infiltrie[illegible]n
- Nur Abfluss berücksichtigen?
- Bemessungsniederschlag?


Niederschlagshöhe
Zeit


Niederschlagshöhe
Zeit


Niederschlagshöhe
Zeit



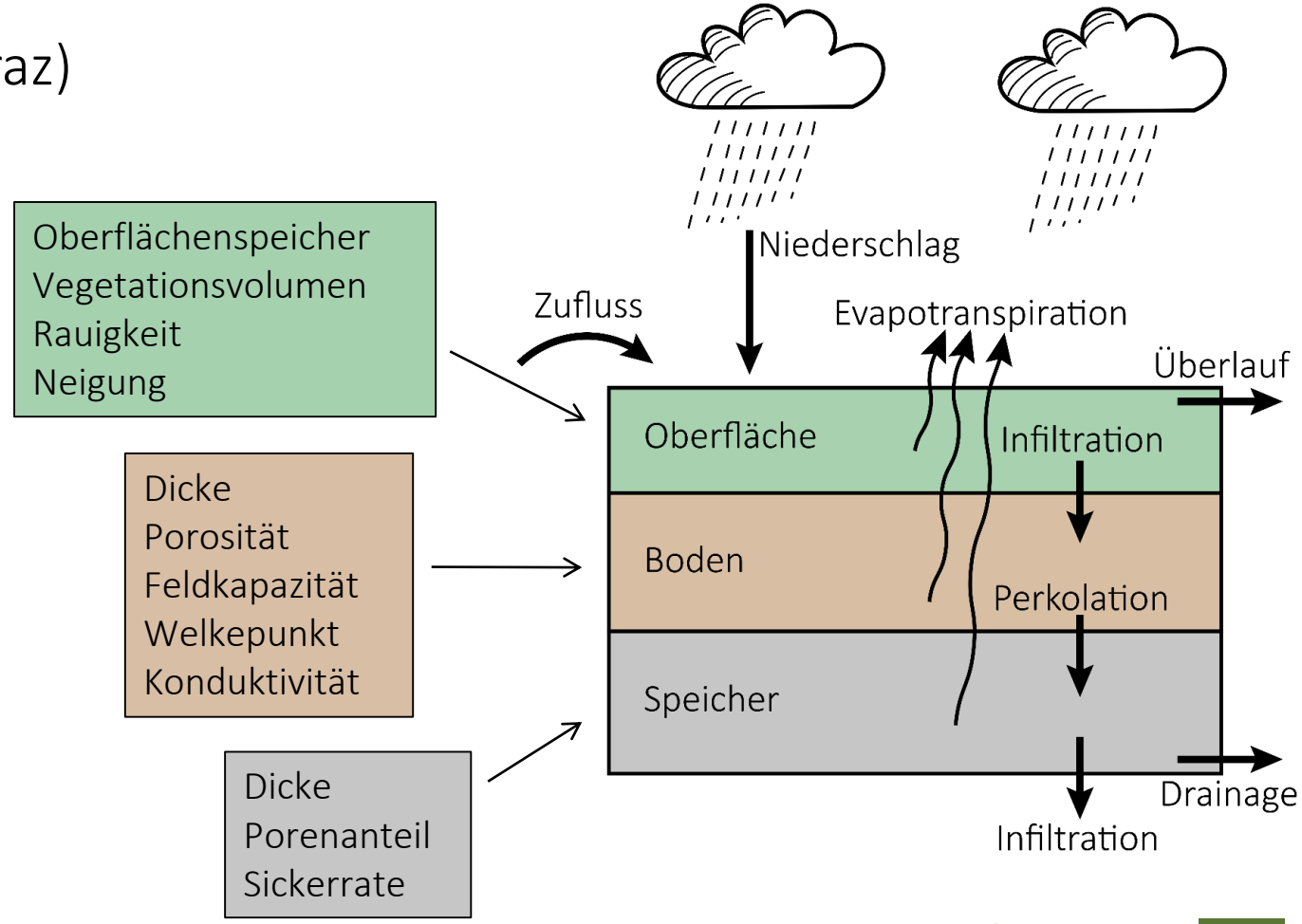


Ansatz zur Bewertung der Leistungsfähigkeit

- Hydrologische Simulation
- Berücksichtigung aller Wasserbilanzkomponenten
- Verwendung gemessener Niederschlagszeitreihen
- Langzeitsimulation
  - Niederschlagskontinuum
  - Hydrologische Bedingungen am Start eines Niederschlagsereignisses

Hydrologische Simulation

- U.S. EPA Storm Water Management Model – SWMM
- 10 Jahre Niederschlagskontinuum (Graz)



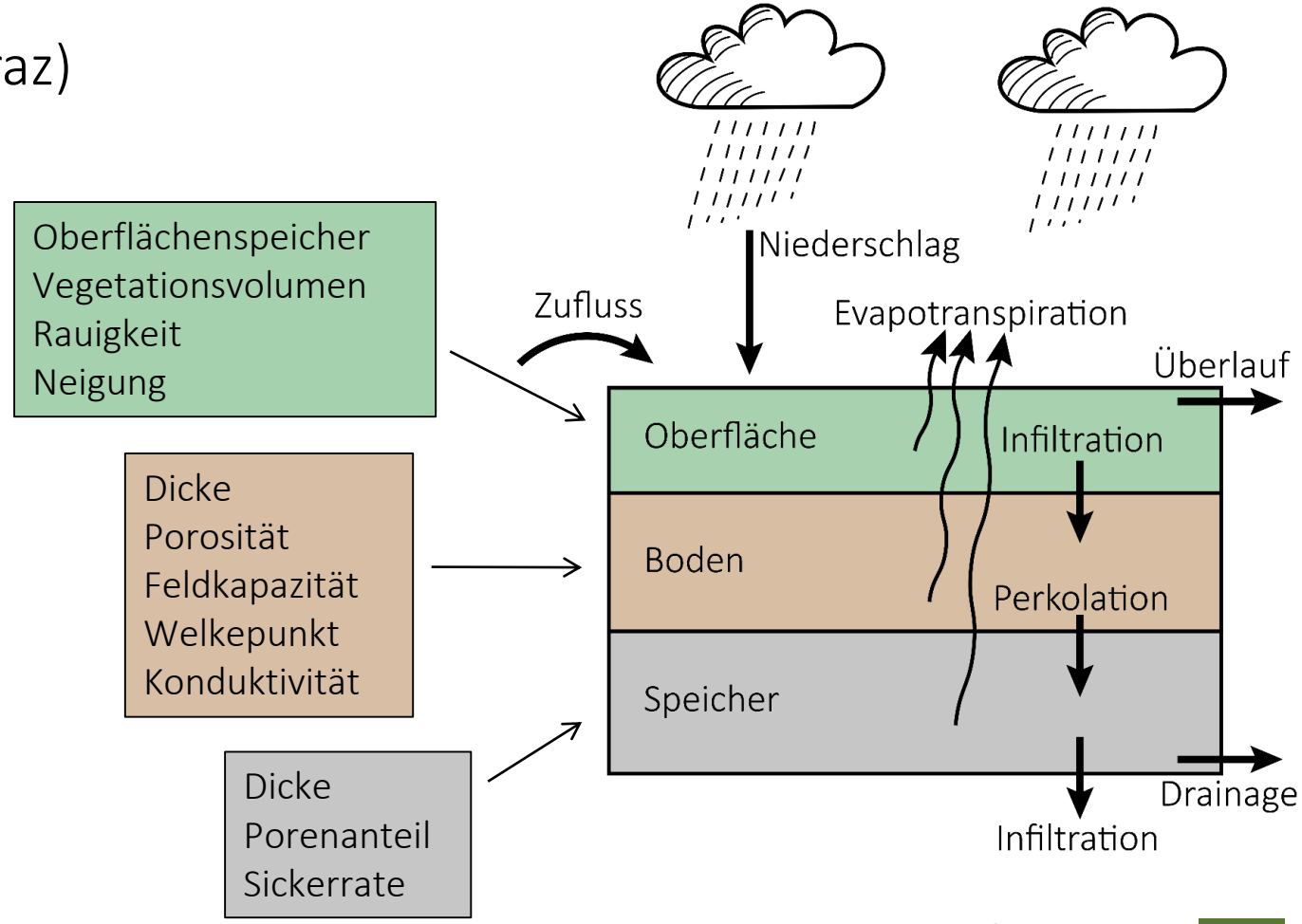
Hydrologische Simulation

- U.S. EPA Storm Water Management Model – SWMM
- 10 Jahre Niederschlagskontinuum (Graz)

- Berechnung der Wasserbilanz:

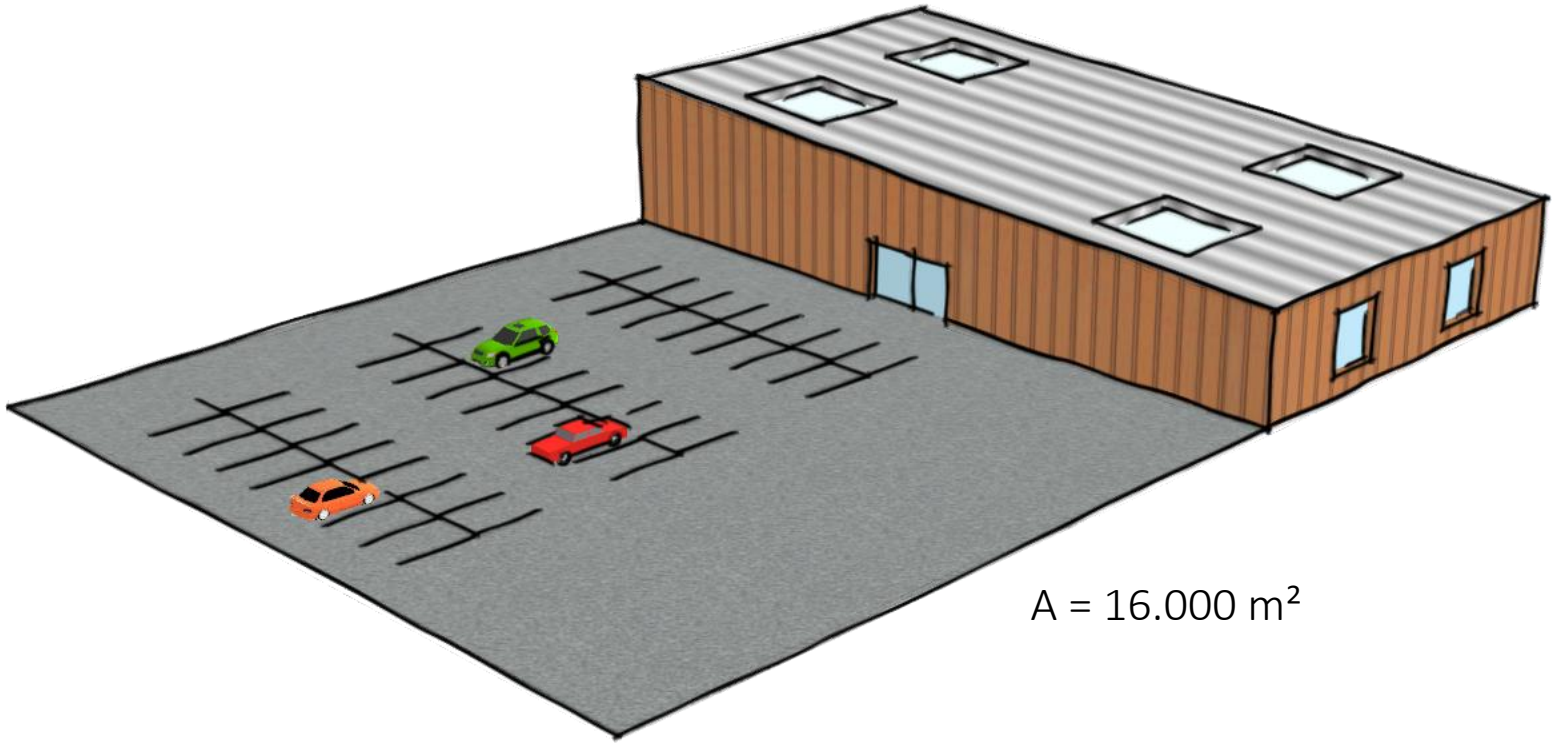
$$P = R + ET + GR + \Delta S$$

P	Niederschlag
R	Abflussvolumen
ET	Evapotranspiration
S	Speicher
GR	Grundwasseranreicherung



Methodik zur Bewertung der NWB-Maßnahmen

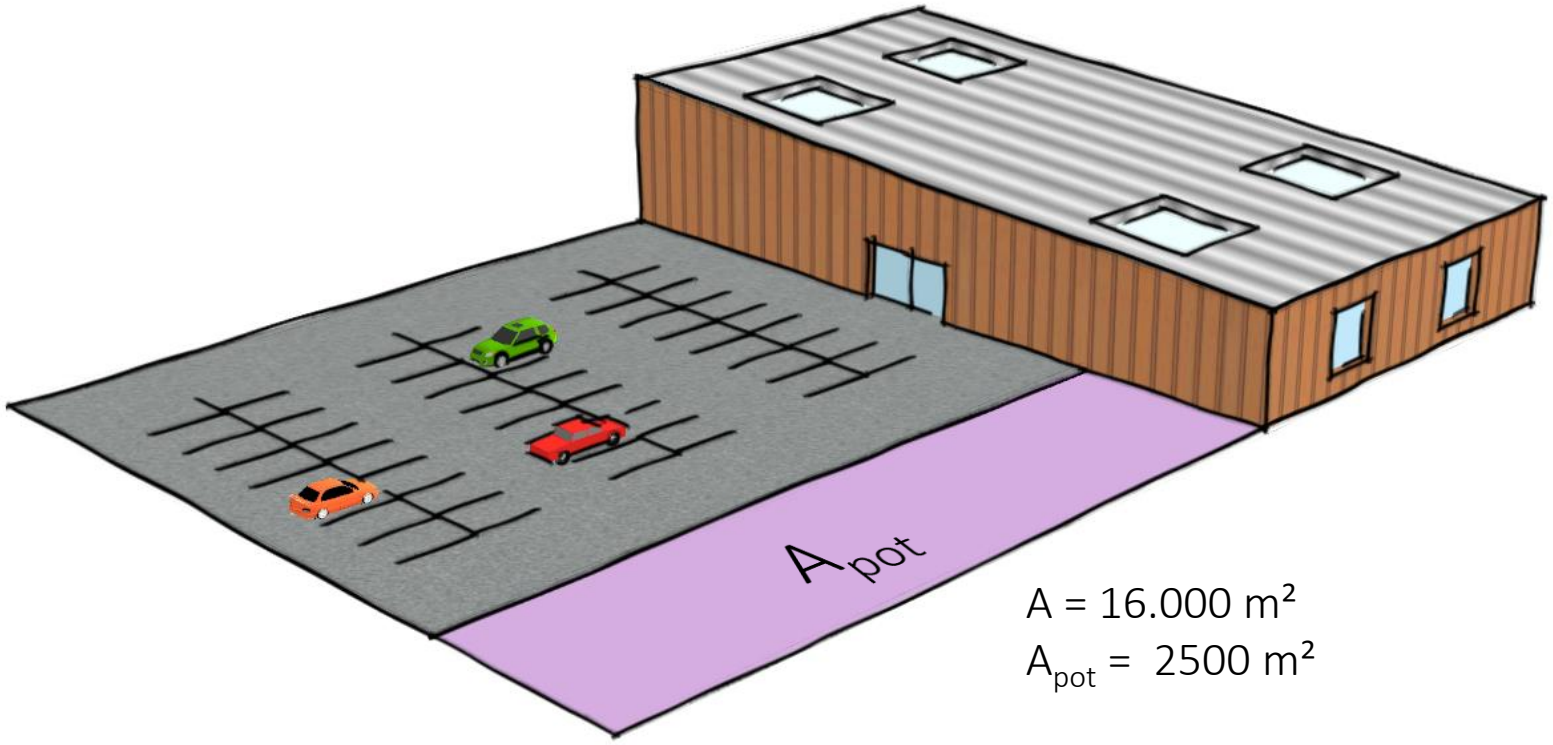
Fallbeispiel Gewerbegebiet



A = 16.000 m²

Methodik zur Bewertung der NWB-Maßnahmen

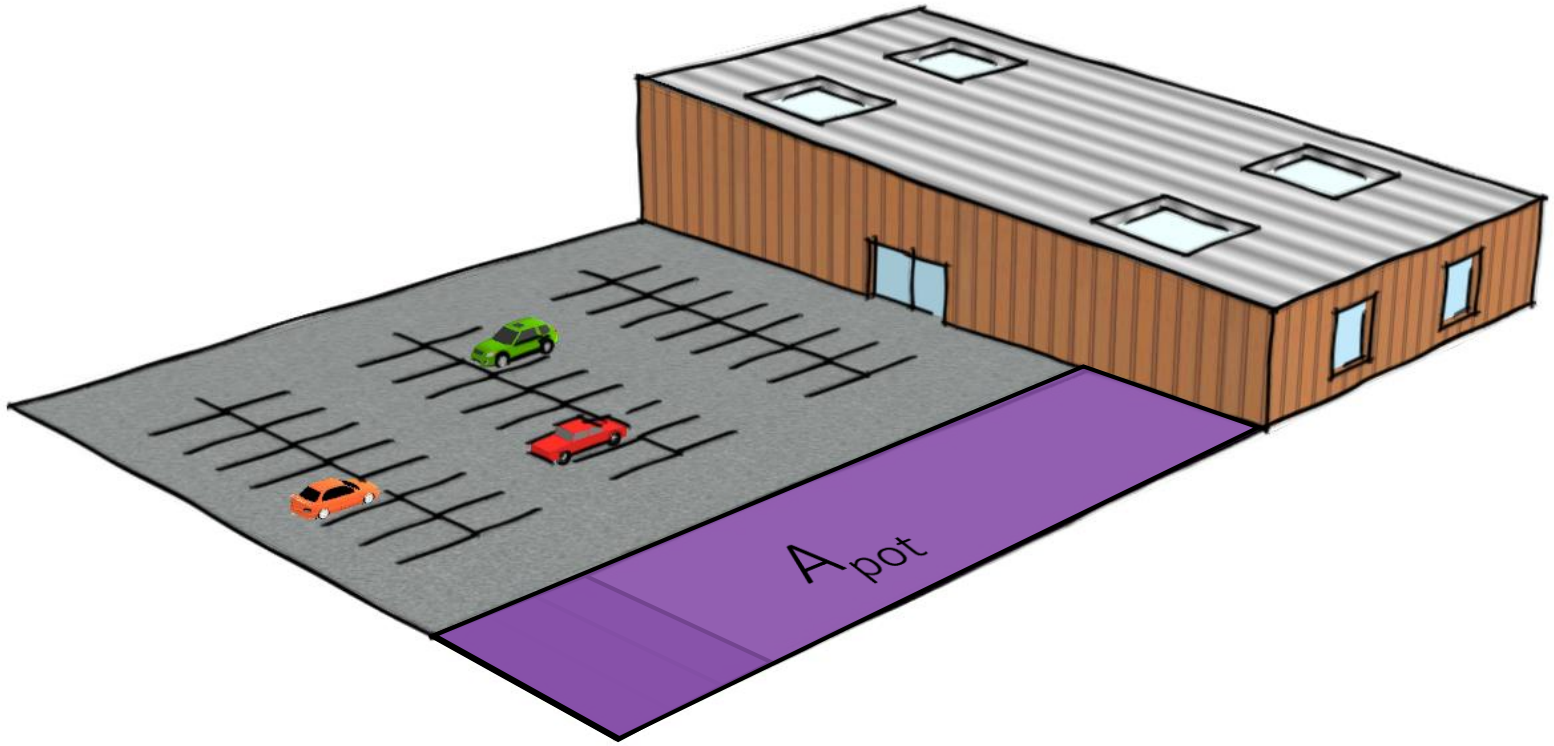
- Bestimmung einer potenziellen Fläche für NWB-Maßnahmen (A_{pot})



A = 16.000 m²
A_{pot} = 2500 m²

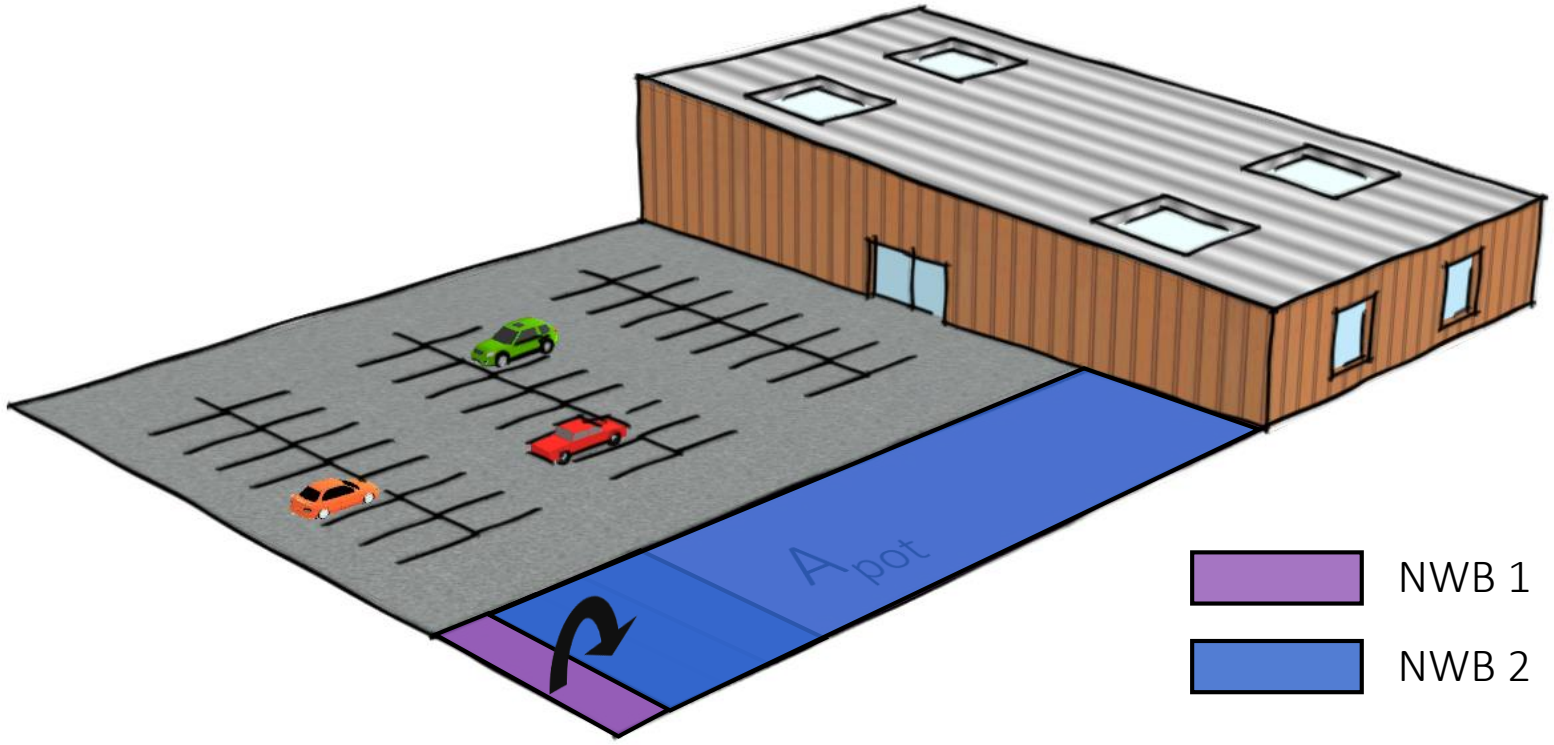
Methodik zur Bewertung der NWB-Maßnahmen

- Bestimmung einer potenziellen Fläche für NWB-Maßnahmen (A_{pot})
- Inkrementell ansteigende Fläche der NWB-Maßnahme bis A_{pot}



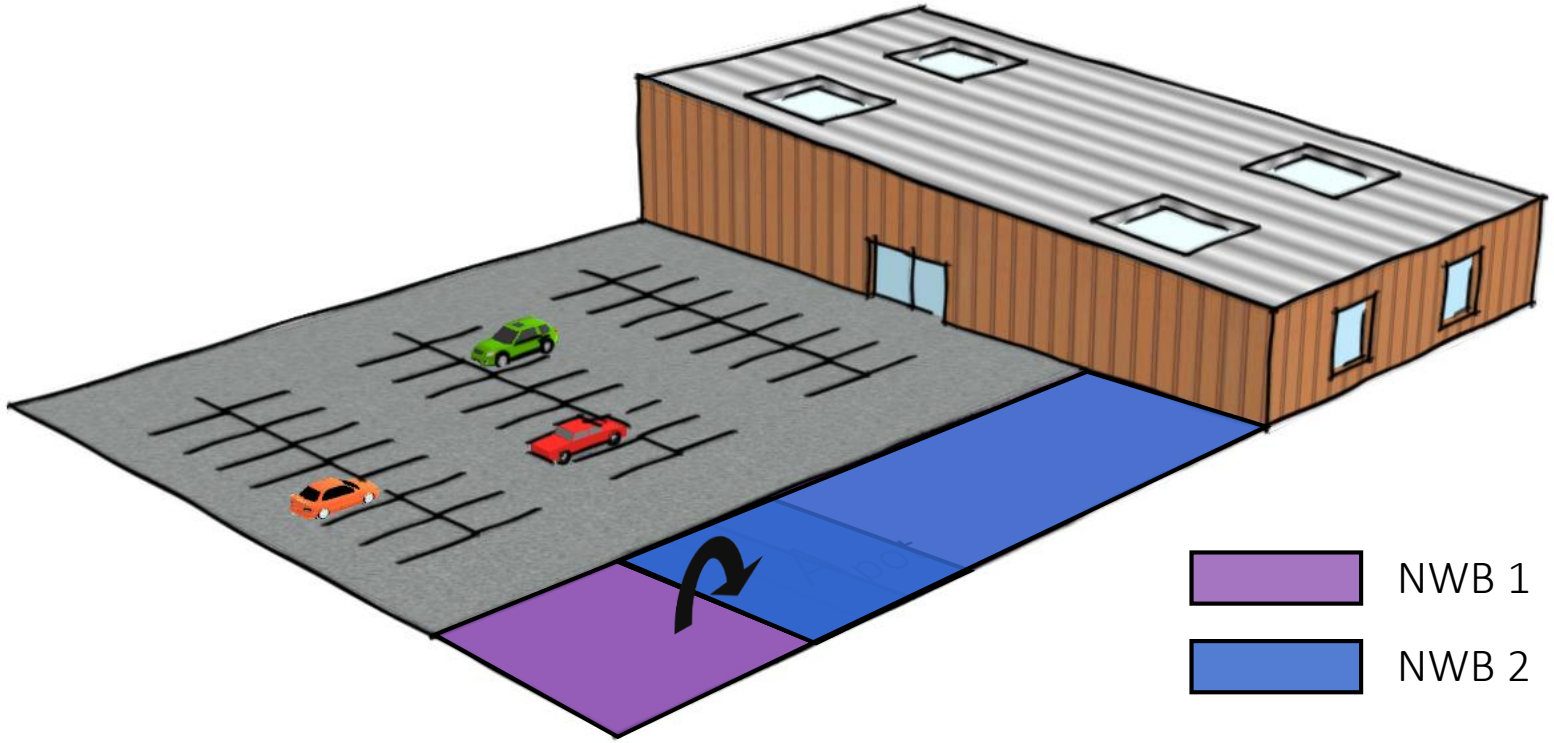
Methodik zur Bewertung der NWB-Maßnahmen

- Bestimmung einer potenziellen Fläche für NWB-Maßnahmen (A_{pot})
- Inkrementell ansteigende Fläche der NWB-Maßnahme bis A_{pot}
- Simulation von einzelnen NWB-Maßnahmen und NWB-Maßnahmen-Kaskaden



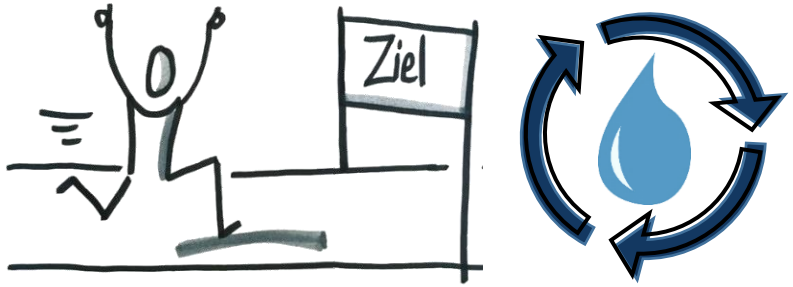
Methodik zur Bewertung der NWB-Maßnahmen

- Bestimmung einer potenziellen Fläche für NWB-Maßnahmen (A_{pot})
- Inkrementell ansteigende Fläche der NWB-Maßnahme bis A_{pot}
- Simulation von einzelnen NWB-Maßnahmen und NWB-Maßnahmen-Kaskaden

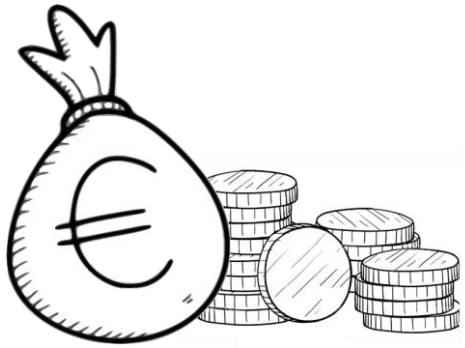


Auswahlkriterien für NWB-Maßnahmen

- Wasserbilanz
  - Abweichung von Zielzustand



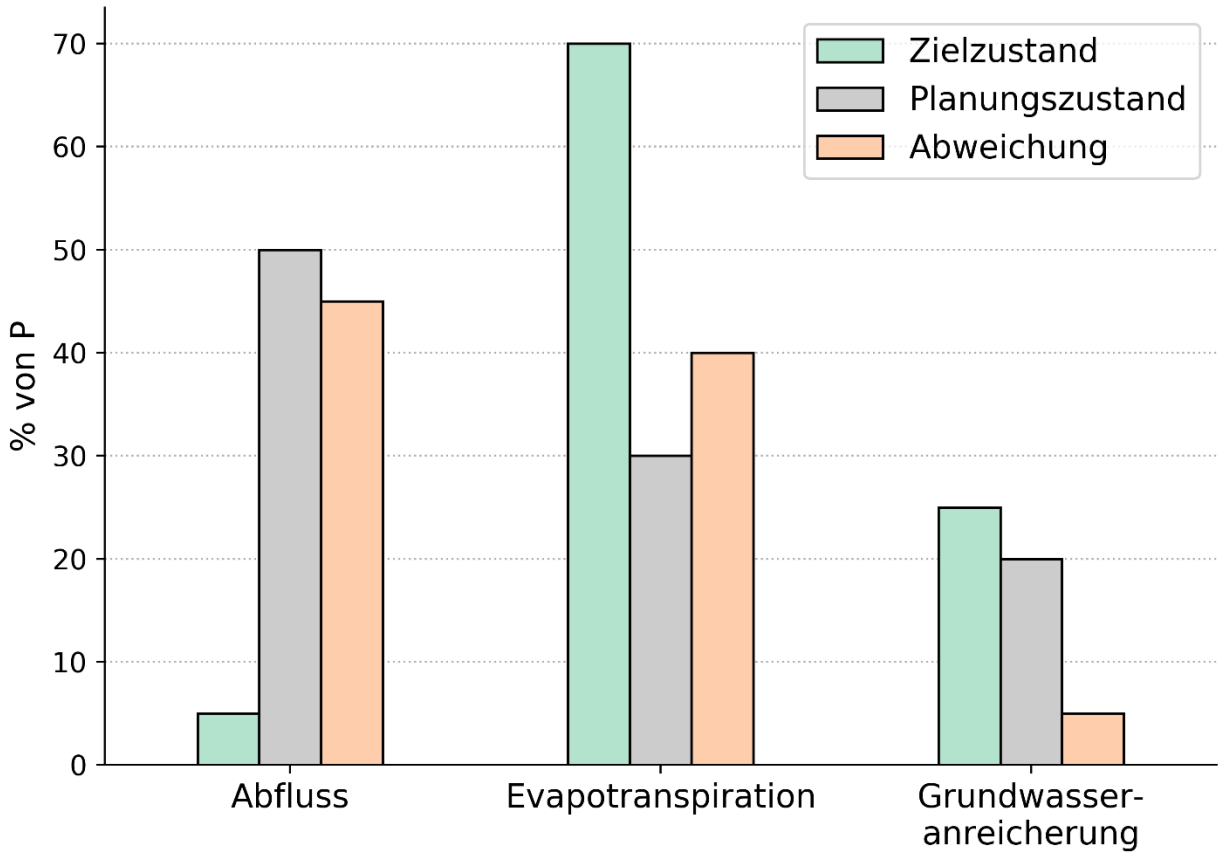
- Lebenszykluskosten
  - Errichtungskosten
  - Betriebs-/Instandhaltungskosten
  - Dynamischer Kostenvergleich



- Flächenverbrauch

Abweichung von Ziel-Wasserbilanz

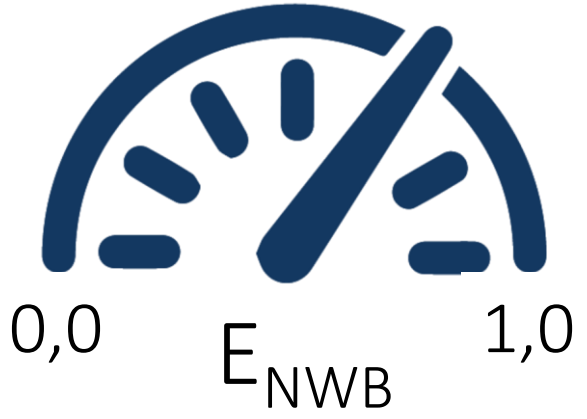
$$D_{WB} = \overline{R_{sim} - R_Z} + \overline{ET_{sim} - ET_Z} + \overline{GR_{sim} - GR_Z}$$



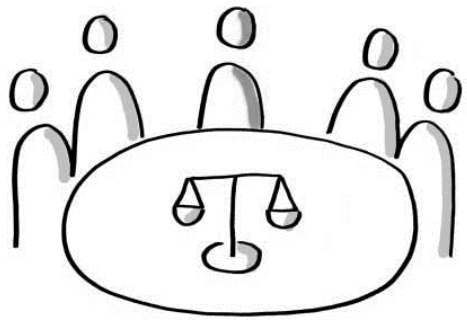
D_{WB}	Abweichung von Ziel-Wasserbilanz
R_{sim}	Abflussvolumen im simulierten Planungszustand
R_Z	Abflussvolumen im Zielzustand
ET_{sim}	Evapotranspiration im simulierten Planungszustand
ET_Z	Evapotranspiration im Zielzustand
GR_{sim}	Grundwasseranreicherung im simulierten Planungszustand
GR_Z	Grundwasseranreicherung im Zielzustand

Effizienz der NWB-Maßnahme

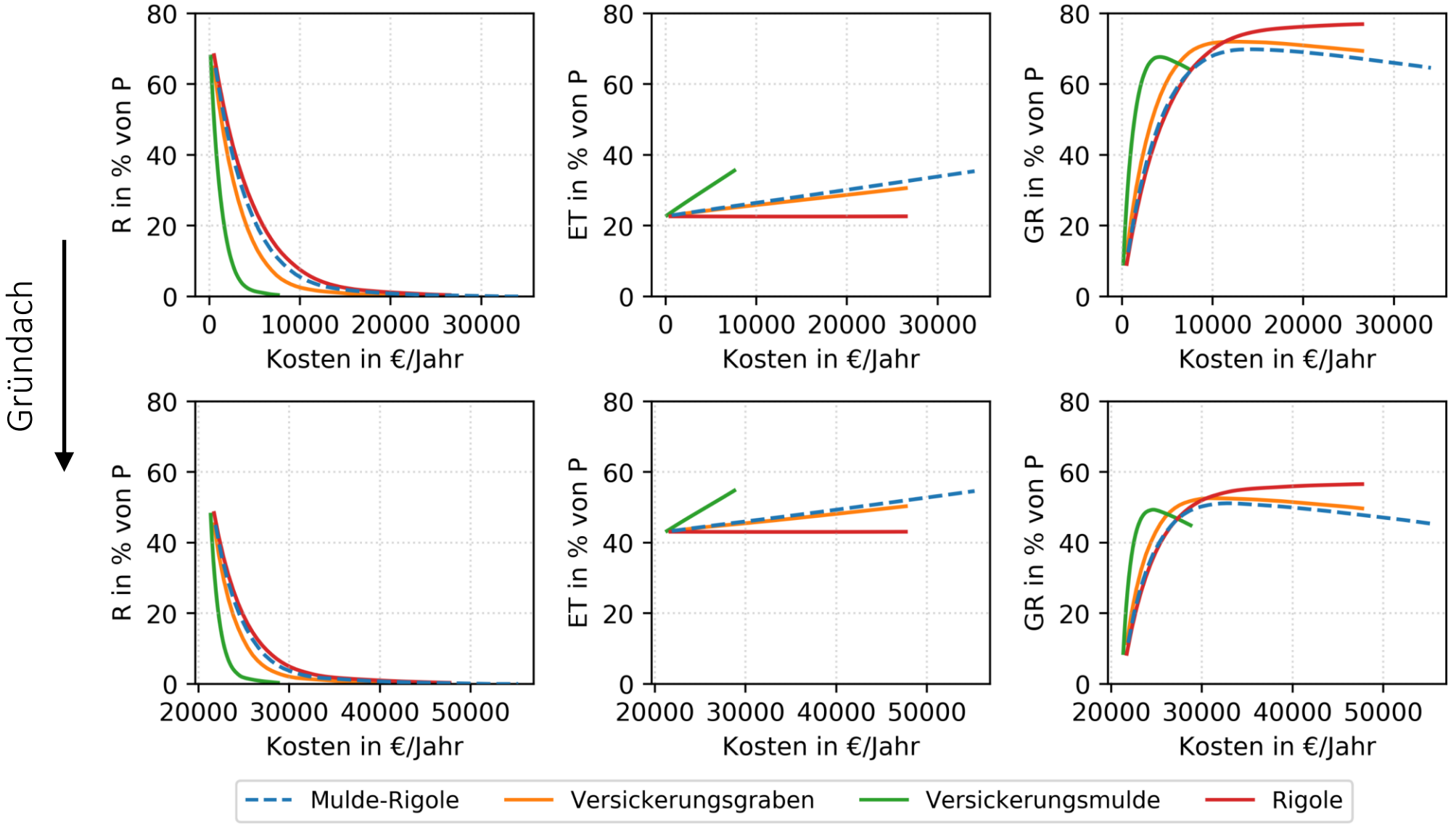
$$E_{NWB}(C) = 1 - \left(w_{land} * \frac{d_{land}}{\max(d_{land})} + w_{WB} * \frac{D_{WB}}{\max(D_{WB})} \right)$$



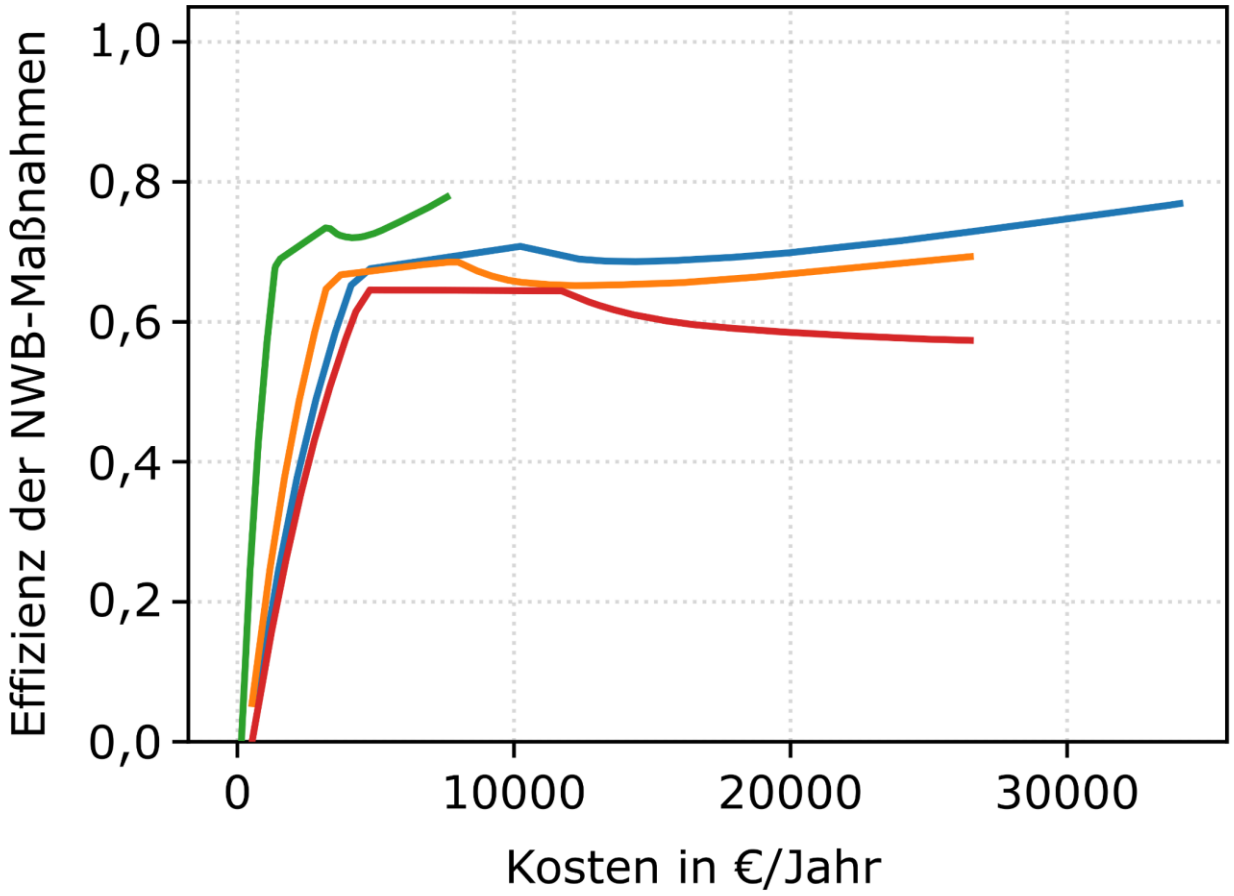
C	Kosten in €
D_{WB}	Abweichung von Ziel-Wasserbilanz
d_{land}	Flächenverbrauch
w_{land}	Gewichtungsfaktor für Flächenverbrauch
w_{WB}	Gewichtungsfaktor für Wasserbilanz



Simulationsergebnisse

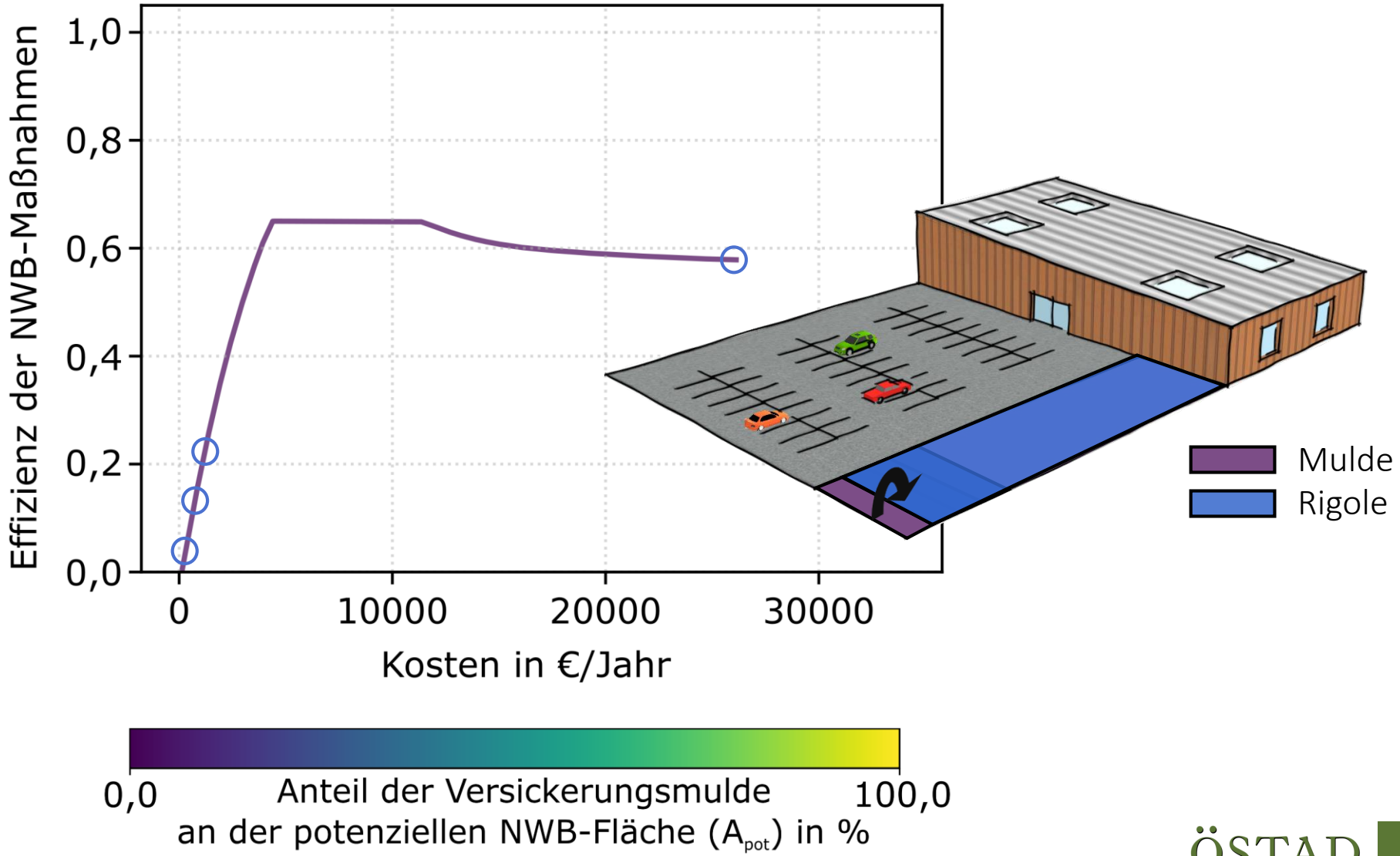


E_{NWB} für Einzelmaßnahmen ($w_{WB} = 1,0$ $w_{land} = 0,0$)

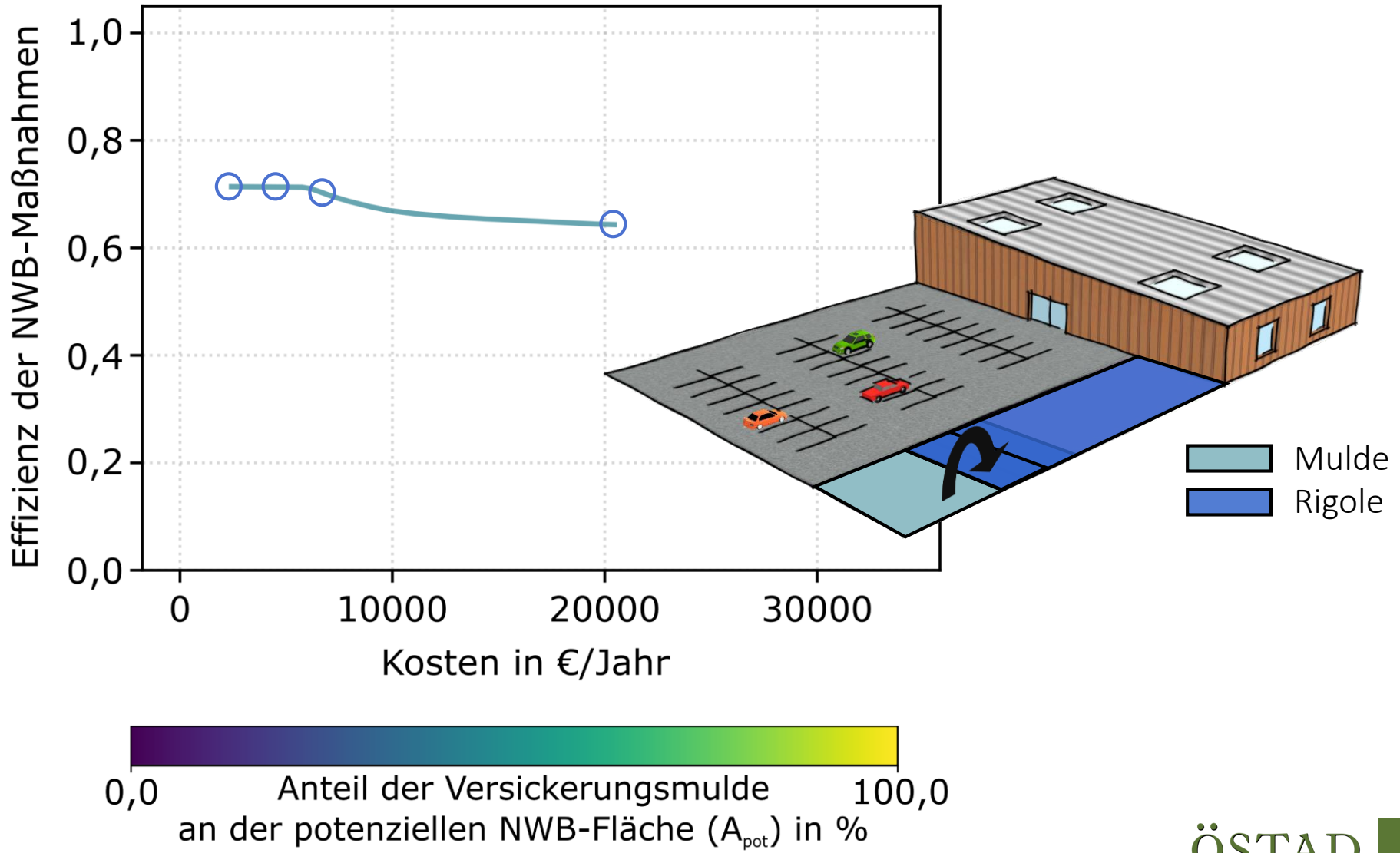


$R_Z = 5\%$
$ET_Z = 45\%$
$GR_Z = 50\ \%$

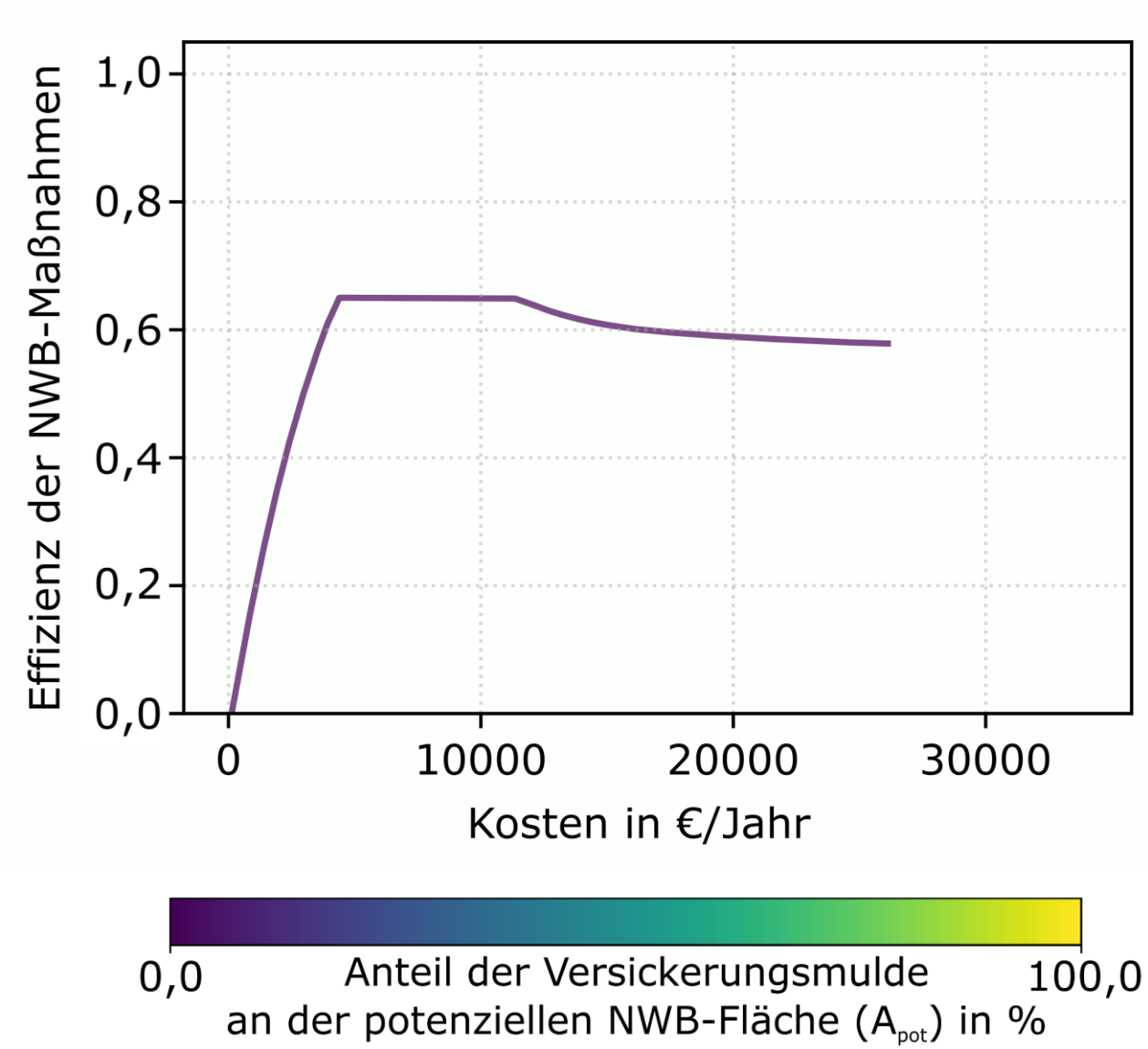
E_{NWB} *für Maßnahmen-Kaskade* *(Versickerungsmulde – Rigole, w_{WB} = 1,0 w_{land} = 0,0)*

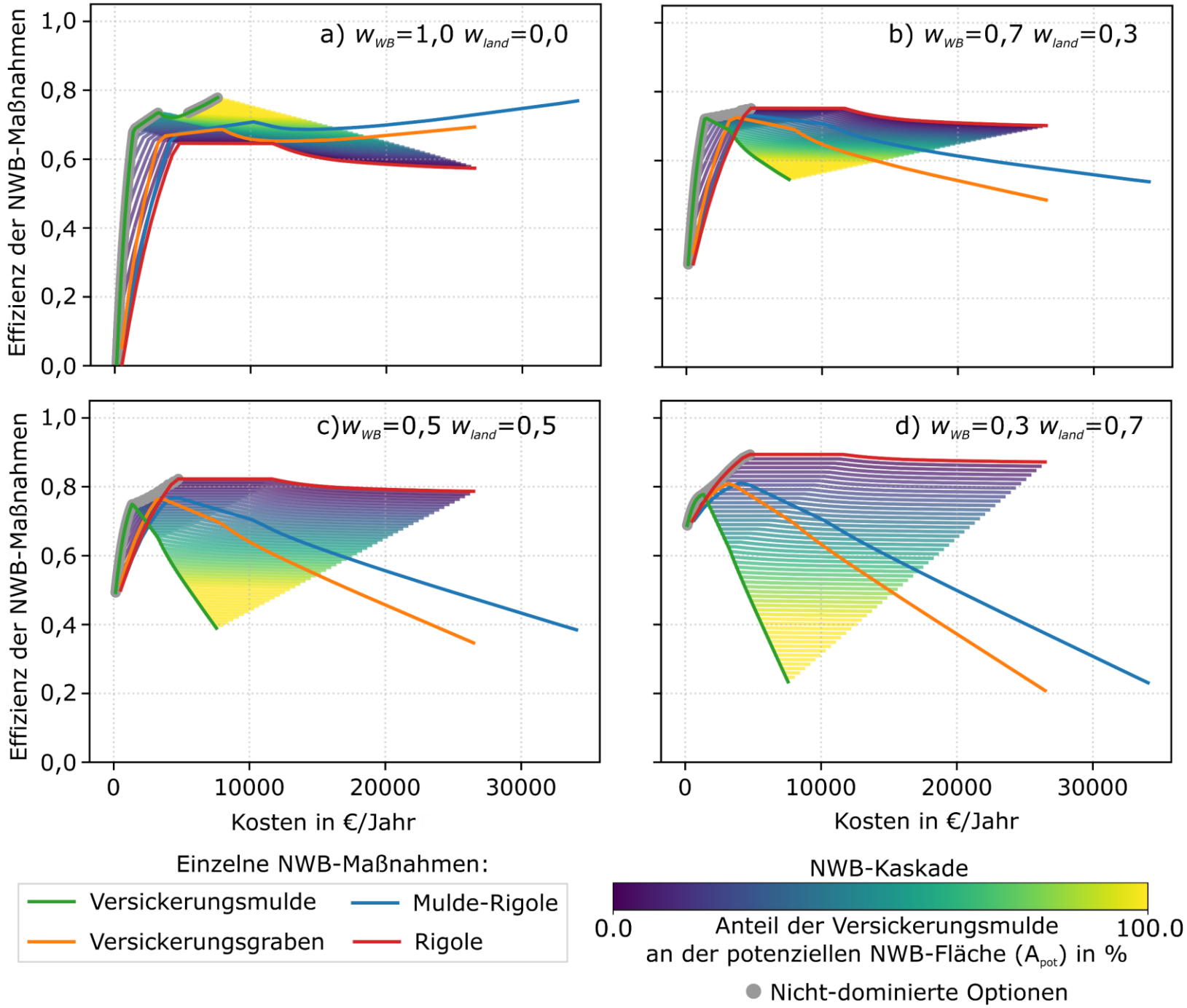


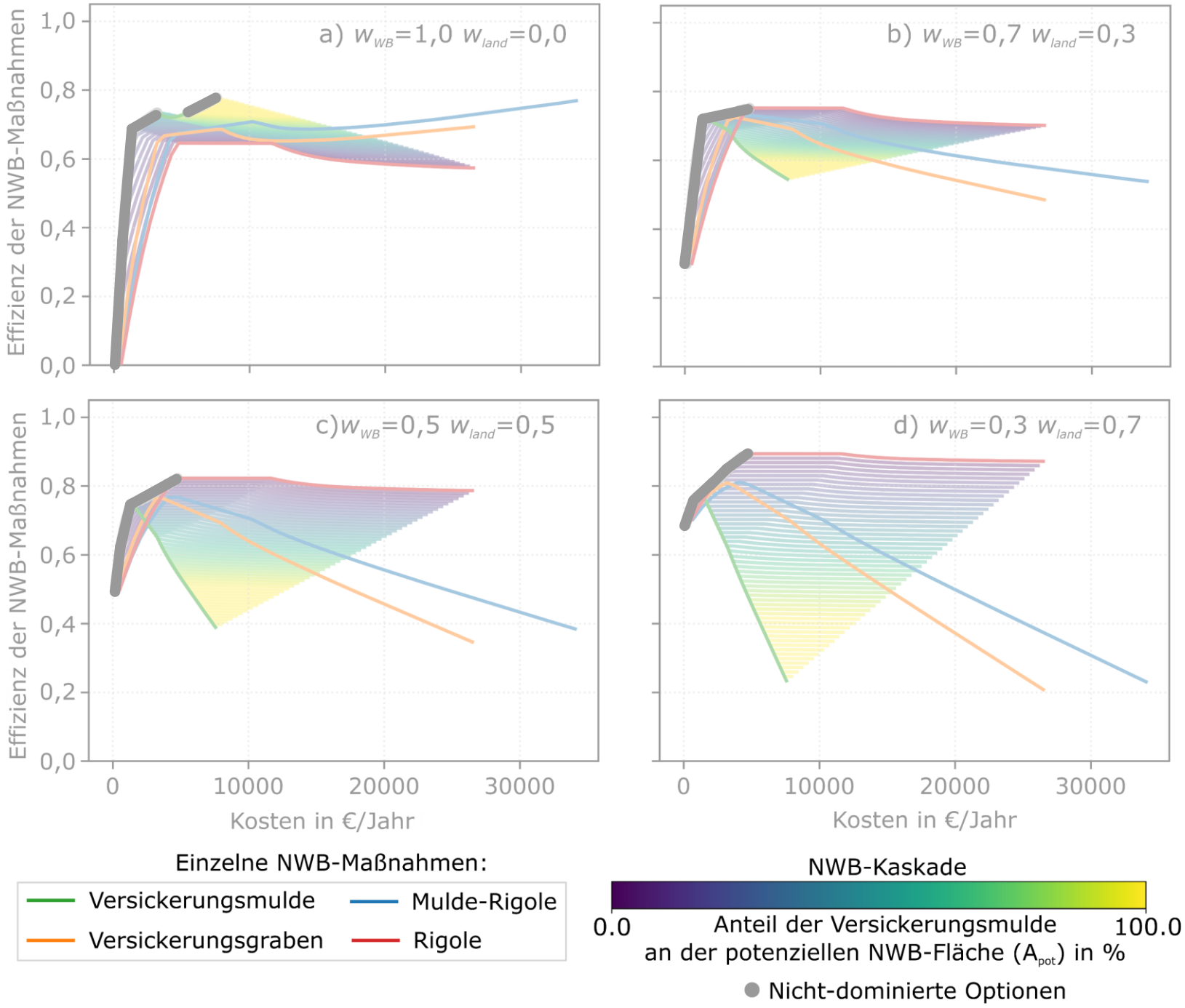
E_{NWB} *für Maßnahmen-Kaskade* *(Versickerungsmulde – Rigole, w_{WB} = 1,0 w_{land} = 0,0)*

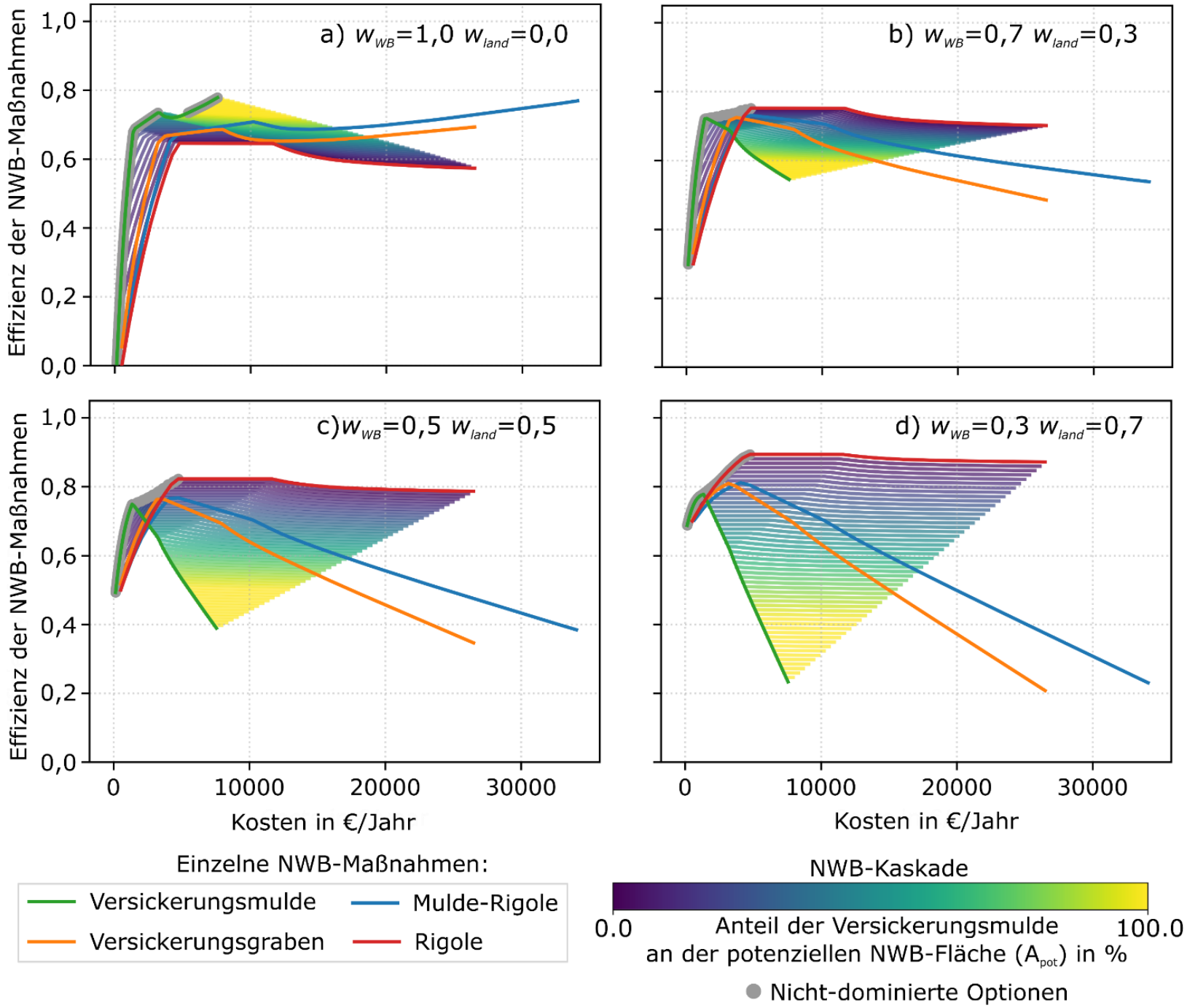


E_{NWB} *für Maßnahmen-Kaskade* *(Versickerungsmulde – Rigole, w_{WB} = 1,0 w_{land} = 0,0)*



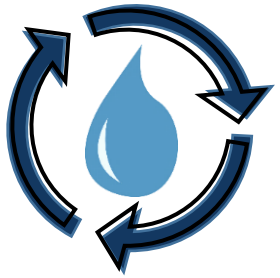

a) w_{WB}=1,0 w_{land}=0,0
b) w_{WB}=0,7 w_{land}=0,3
c)w_{WB}=0,5 w_{land}=0,5
d) w_{WB}=0,3 w_{land}=0,7
Effizienz der NWB-Maßnahmen
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0
10000
20000
30000
Kosten in €/Jahr
Einzelne NWB-Maßnahmen:
Versickerungsmulde
Mulde-Rigole
Versickerungsgraben
Rigole
NWB-Kaskade
0.0
Anteil der Versickerungsmulde
an der potenziellen NWB-Fläche (A_{pot}) in %
100.0
Nicht-dominierte Optionen

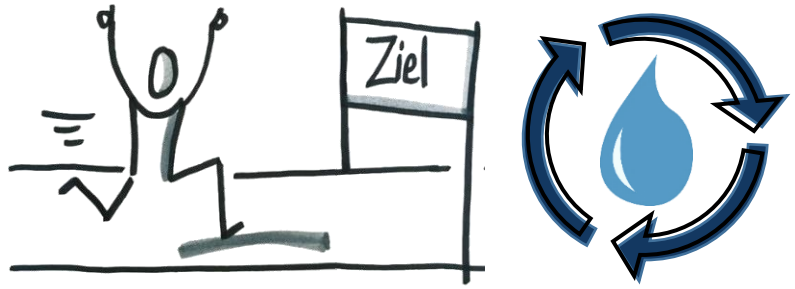

a) w_{WB}=1,0 w_{land}=0,0
b) w_{WB}=0,7 w_{land}=0,3
c)w_{WB}=0,5 w_{land}=0,5
d) w_{WB}=0,3 w_{land}=0,7
Effizienz der NWB-Maßnahmen
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0
10000
20000
30000
Kosten in €/Jahr
Einzelne NWB-Maßnahmen:
Versickerungsmulde
Mulde-Rigole
Versickerungsgraben
Rigole
NWB-Kaskade
0.0
Anteil der Versickerungsmulde
an der potenziellen NWB-Fläche (A_{pot}) in %
100.0
Nicht-dominierte Optionen


a) w_{WB}=1,0 w_{land}=0,0
b) w_{WB}=0,7 w_{land}=0,3
c)w_{WB}=0,5 w_{land}=0,5
d) w_{WB}=0,3 w_{land}=0,7
Effizienz der NWB-Maßnahmen
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0
10000
20000
30000
Kosten in €/Jahr
Einzelne NWB-Maßnahmen:
Versickerungsmulde
Mulde-Rigole
Versickerungsgraben
Rigole
NWB-Kaskade
0.0
Anteil der Versickerungsmulde
an der potenziellen NWB-Fläche (A_{pot}) in %
100.0
Nicht-dominierte Optionen

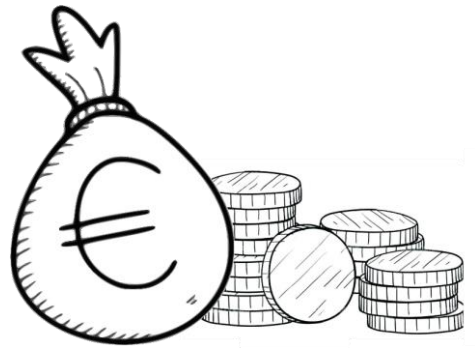
Conclusio

- Wasserbilanz als Zielgröße der NWB
  - Gesamtheitlicher Ansatz
  - Hydrologische Langzeitsimulationen





- Methodik zur Auswahl geeigneter NWB-Maßnahmen
  - Wasserbilanz
  - Ökonomie: Lebenszykluskosten, Flächenverbrauch



- E_{NWB} als Bewertungsgröße der Investitionseffizienz
  - Gewichtung von Planungszielen
  - Auswahl aus nicht-dominierten Optionen

- NWB-Kaskaden

ÖSTAP Engineering & Consulting GmbH
Heiligenstädter Straße 51/3
1190 Wien
office@oestap.at
+43 (0) 1 / 505 27 43
+43 (0) 1 / 505 27 43-9

Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

Projekt FlexAdapt
Leitfaden zum Download unter
https://info.bmlrt.gv.at/service/publikationen.html

Leimgruber, J., 2019. Model-based assessment of cost-effective low impact development strategies to control water balance (Dissertation). Technische Universität Graz.

ÖSTAP
Engineering & Consulting GmbH

Johannes Leimgruber
leimgruber@oestap.at
+43 664 / 88 10 1321