FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt

Ein SWMM-Baustein für die Berechnung der Evapotranspiration von urbaner Vegetation

Birgitta Hörnschemeyer

Malte Henrichs, Mathias Uhl

RessourcenPlan
im Quartier

WaSiG

Einführung

Ausgangssituation

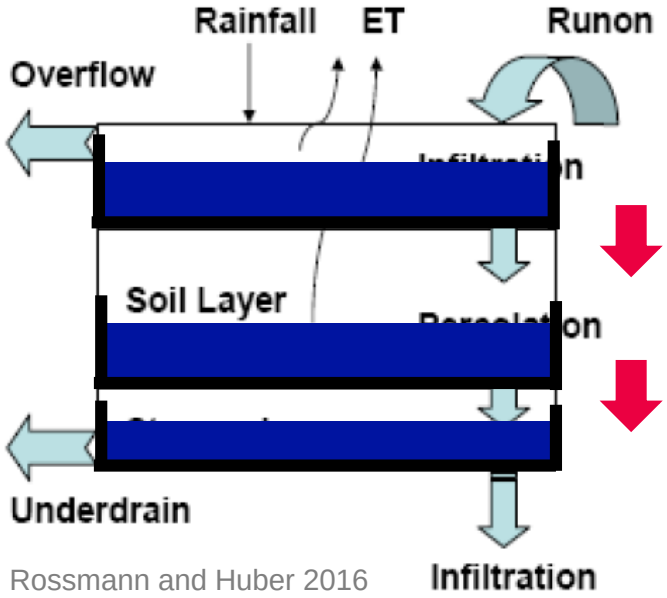
Stadthydrologische Modellierung der Verdunstung ist im Siedlungsraum **stark vereinfacht.**

Ziele

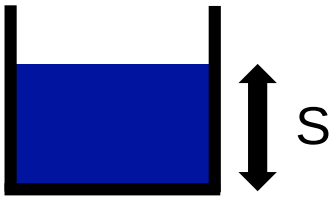
- Teilmodell **Verdunstung von „urban green“**
- Einbindung in das stadthydrologische Modell **SWMM (US EPA)**
- Parametrisierung und realitätsnahe Modellierung **verschiedener Vegetationselemente**
- Sicherstellung einer **einfachen Anwendung**

Bestehende Modellierung

SWMM-Modul “Low Impact Development“ (LID):



Rossmann and Huber 2016



$E = \min(S, E_p)$

→ **stark vereinfachte Modellierung** ohne Beachtung physikalischer Zusammenhänge

→ Tendenz zu **erhöhten** Verdunstungsanteilen

Modellkonzept

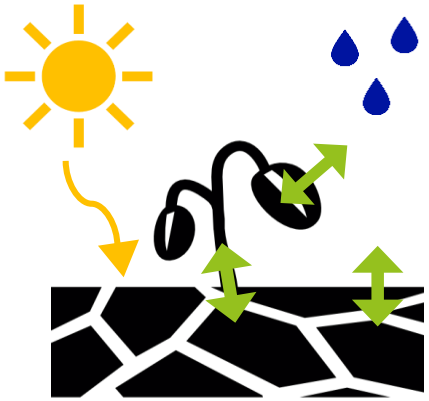
FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

“SWMM-UrbanEVA“

Teilmodell 1
Beschattung

+

Teilmodell 2
Vegetation



SWMM „Subcatchment“

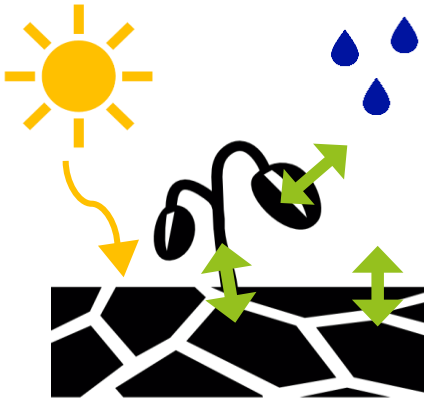
SWMM „LID“

Modellkonzept

“SWMM-UrbanEVA“

Teilmodell 1
Beschattung

Teilmodell 2
Vegetation



SWMM „Subcatchment“

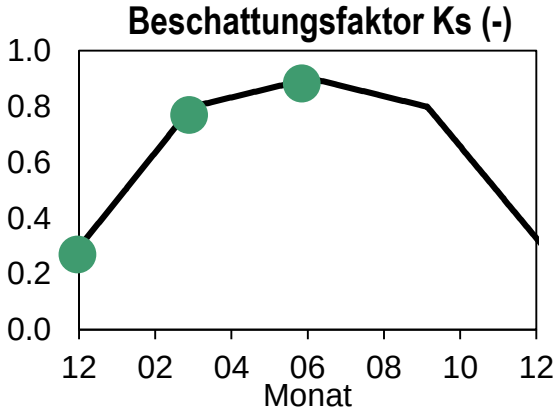
SWMM „LID“

Modellkonzept – Beschattung

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

GIS shadow-impact-analysis

Beschattungsfaktor K_S
$K_s = f(\Delta Strahlung)$



K_S

Grasreferenzverdunstung $ET_{0,ref}$

$ET_{0,ref}$

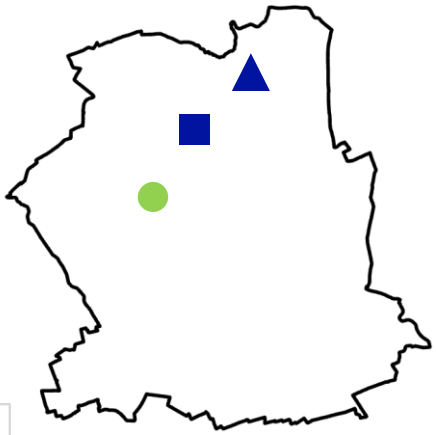
subcatchment

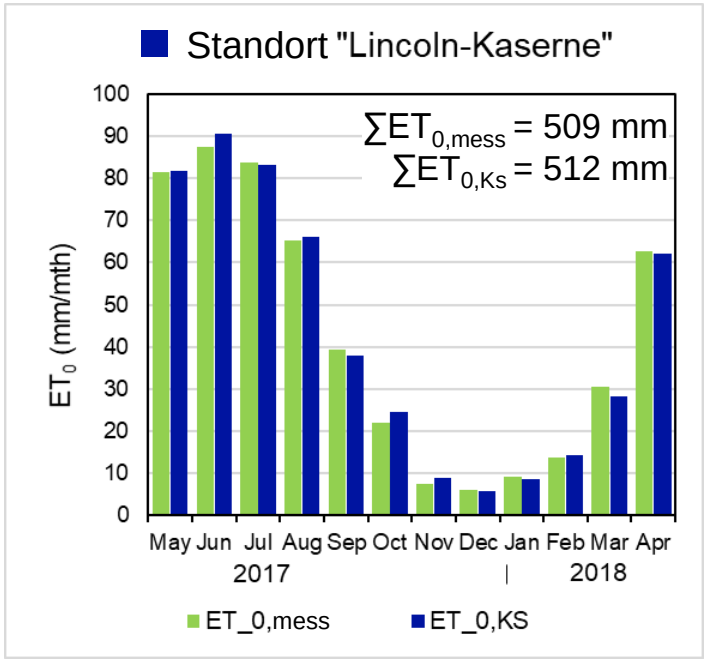
$ET_{0,Ks}$

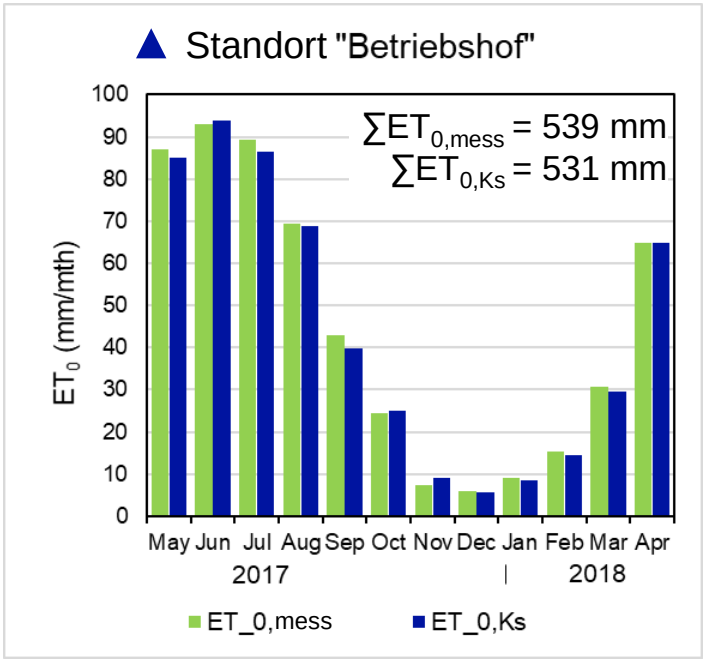
$ET_{0,Ks} = ET_{0,ref} \times K_s$

Modellvalidierung

- Berechnung von **$ET_{0,Ks}$** für zwei Standorte in Münster
  - Referenzstation: ● “Geo“
  - Untersuchte Stationen: ■ “Lincoln-Kaserne“
    ▲ “Betriebshof“
- Vergleich mit **$ET_{0,mess}$** (ermittelt aus gemessenen Klimadaten)







Δ $ET_{0,mess}$ / $ET_{0,Ks}$ = **3 mm (0,6%)**

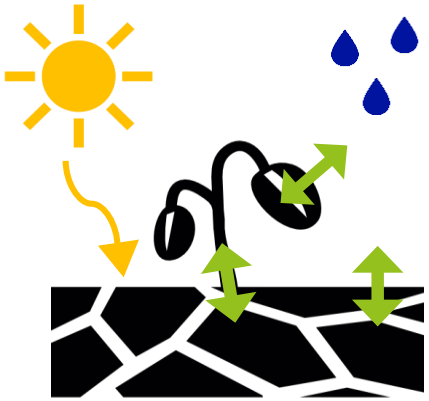
Δ $ET_{0,mess}$ / $ET_{0,Ks}$ = **8mm (1,6%)**

Modellkonzept

“SWMM-UrbanEVA“

Teilmodell 1
Beschattung

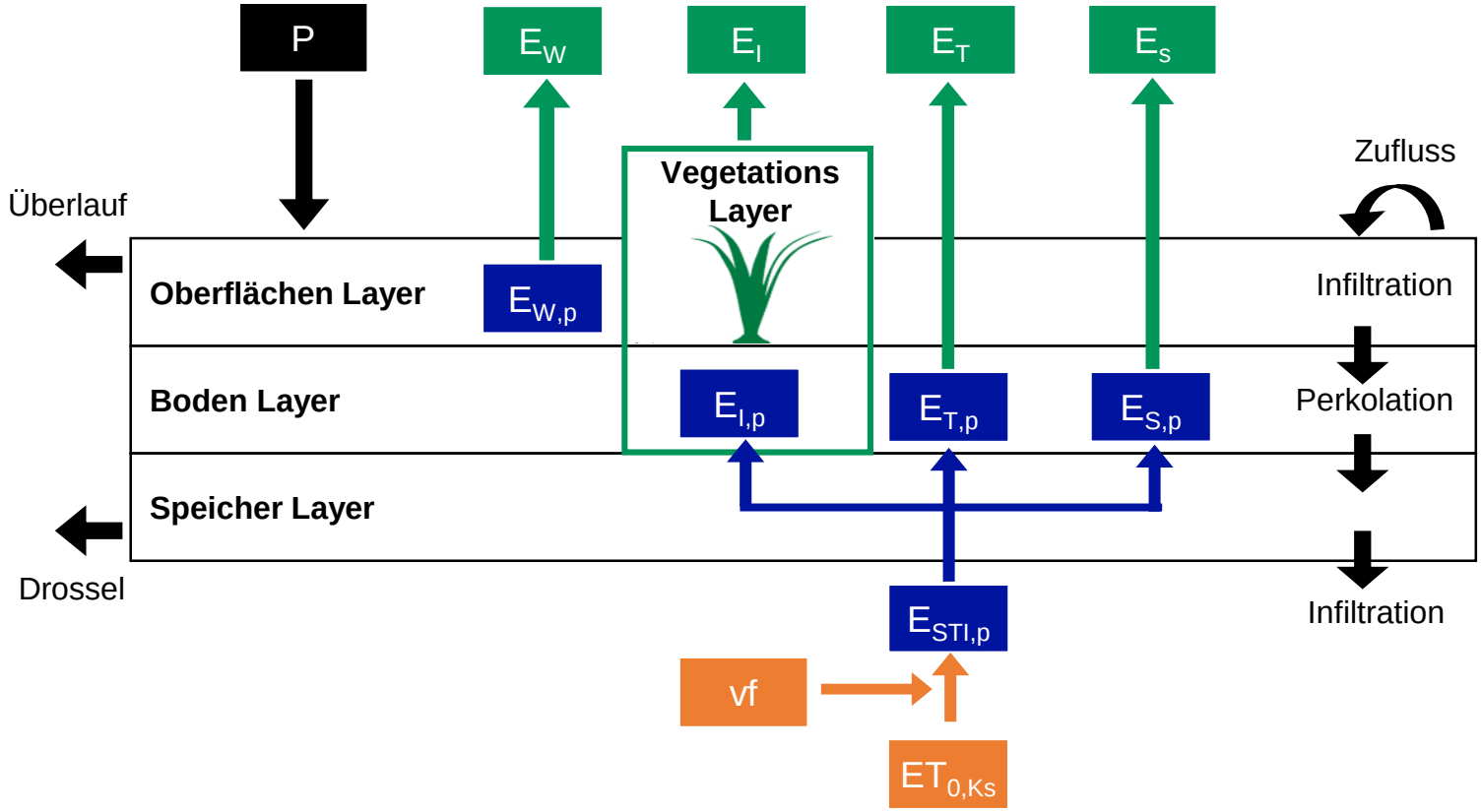
Teilmodell 2
Vegetation



SWMM „Subcatchment“

SWMM „LID“

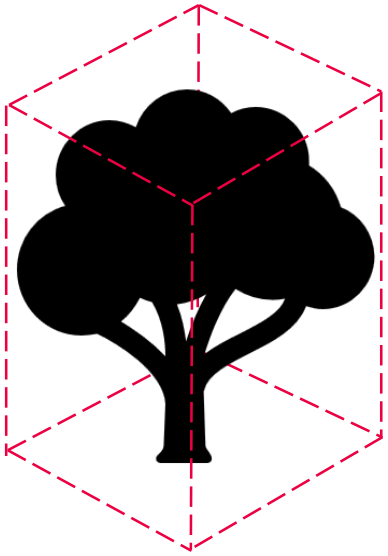
Modellkonzept – Vegetation



Modellkonzept – Vegetation

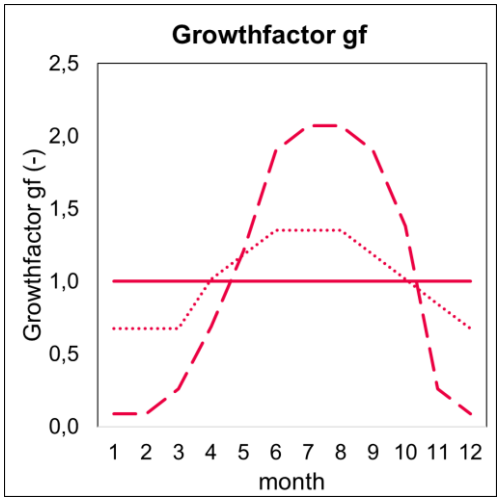
FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Leaf Area Index (LAI)



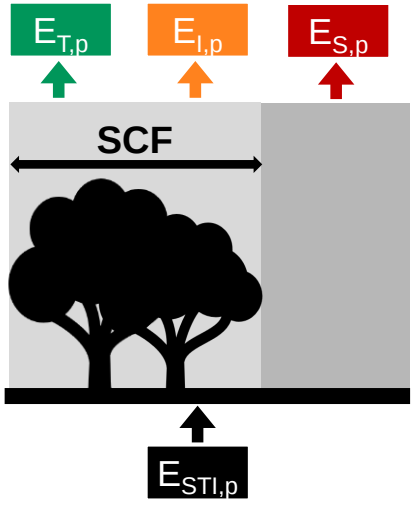
→ Modellierung **verschiedener Vegetationstypen**

Wachstumsfaktor (gf)



→ dynamische Modellierung der **vegetativen Wachstumsphasen**

Soil Covered Fraction (SCF)

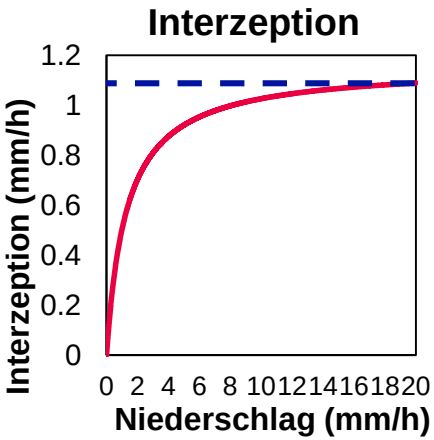


→ **energetische Entkopplung** der Teilprozesse

Modellkonzept – Vegetation

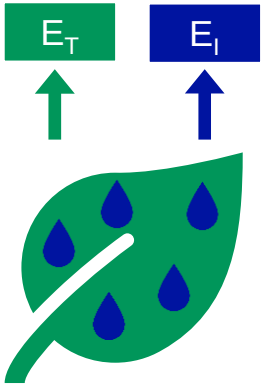
FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Interzeption



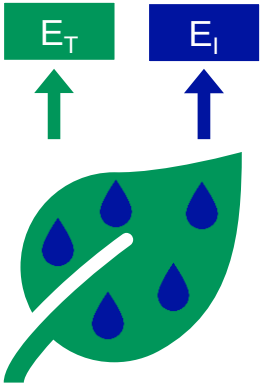
Ansatz nach Braden (1985)

Interzeptions-verdunstung



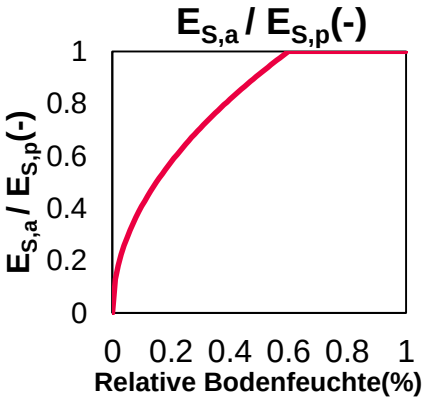
wasserbenetzte Blattoberfläche

Transpiration



wasserbenetzte Blattoberfläche

Evaporation

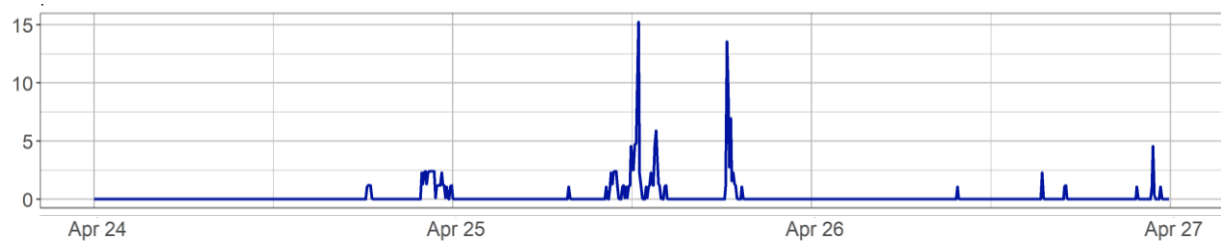


relative Bodenfeuchte

Modellkonzept – Vegetation

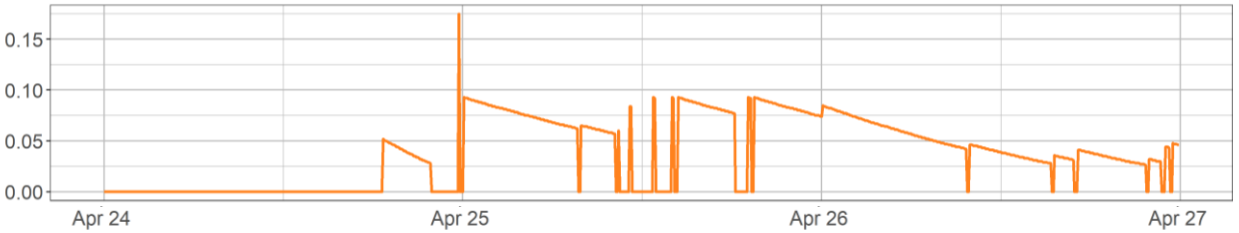
FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

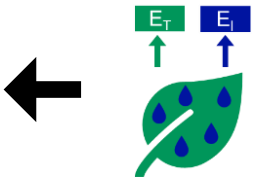
Niederschlag
(mm/h)



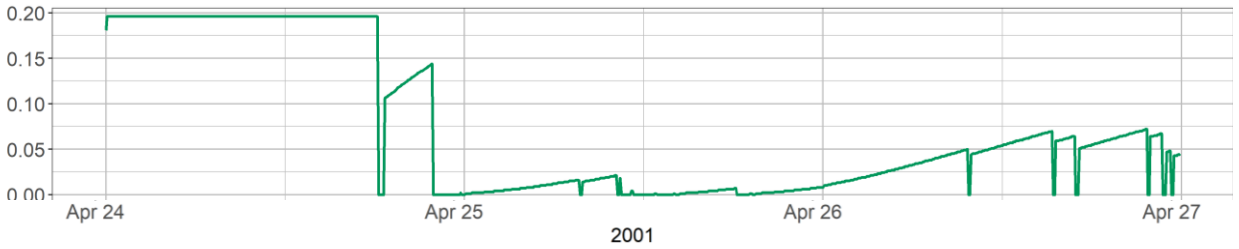
potentielle Evapotranspiration
(mm/h)

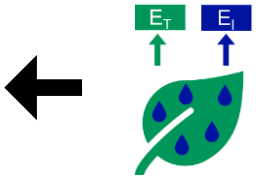
Interzeptions-verdunstung
(mm/h)





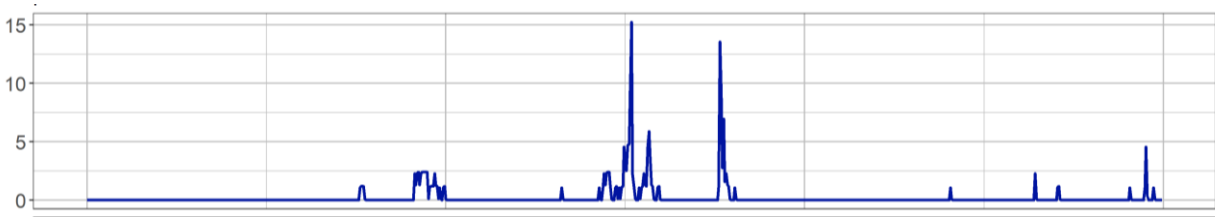
Transpiration
(mm/h)





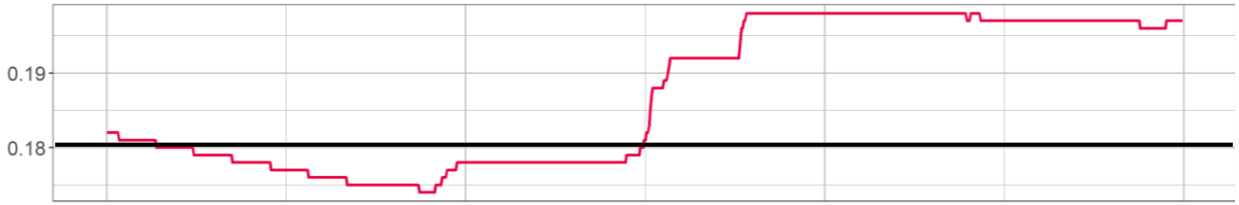
Modellkonzept – Vegetation

Niederschlag
(mm/h)



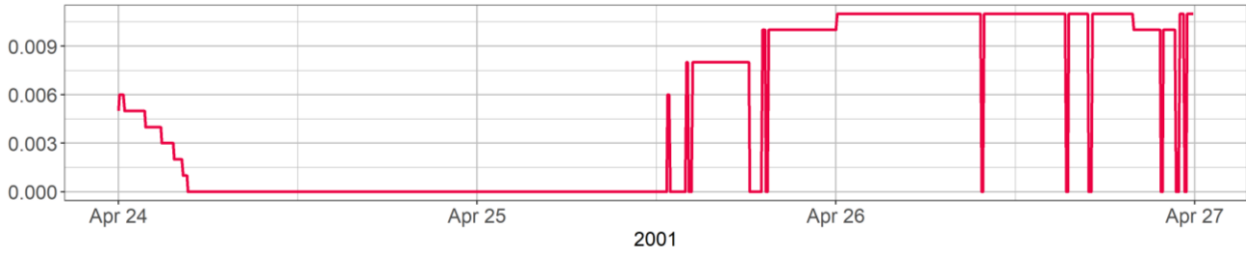
potentielle Evapotranspiration
(mm/h)

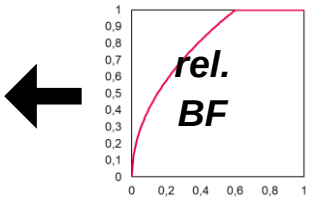
Bodenfeuchte
(-)



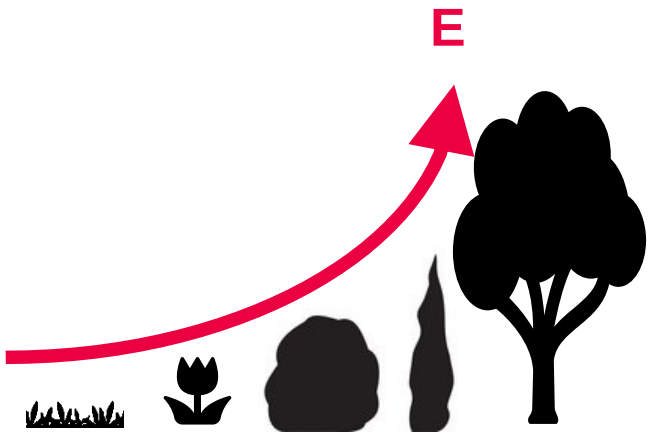
WP

(Boden-) Evaporation
(mm/h)





Modellkonzept – Vegetation

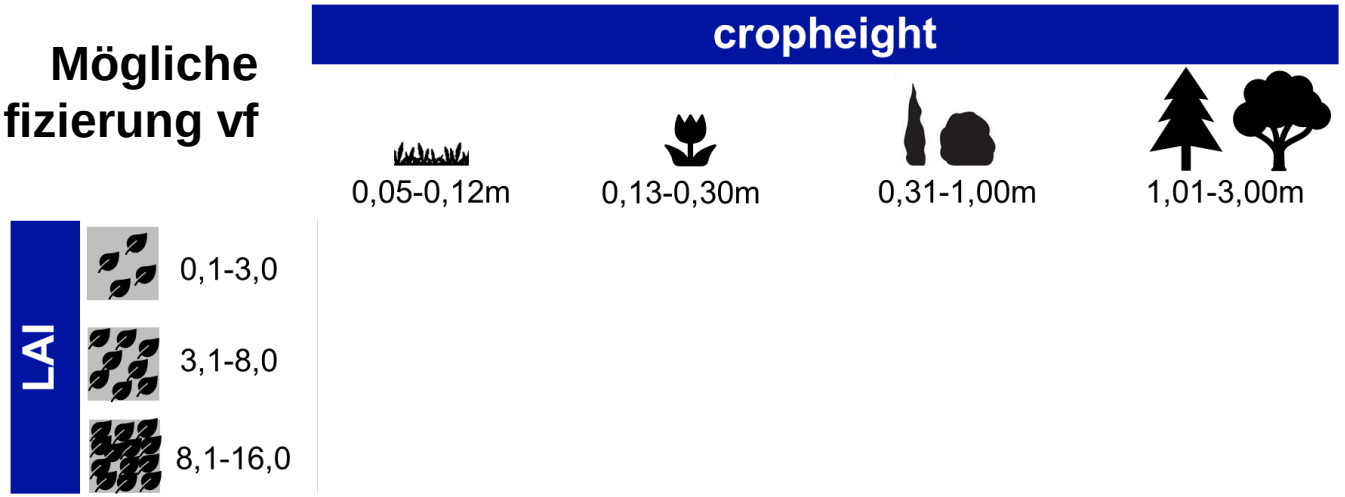


Defizit:
Modellierte Evapotranspirationshöhe ist insbesondere für große LAI zu gering.

➡ Definition eines **Vegetationsfaktors vf**

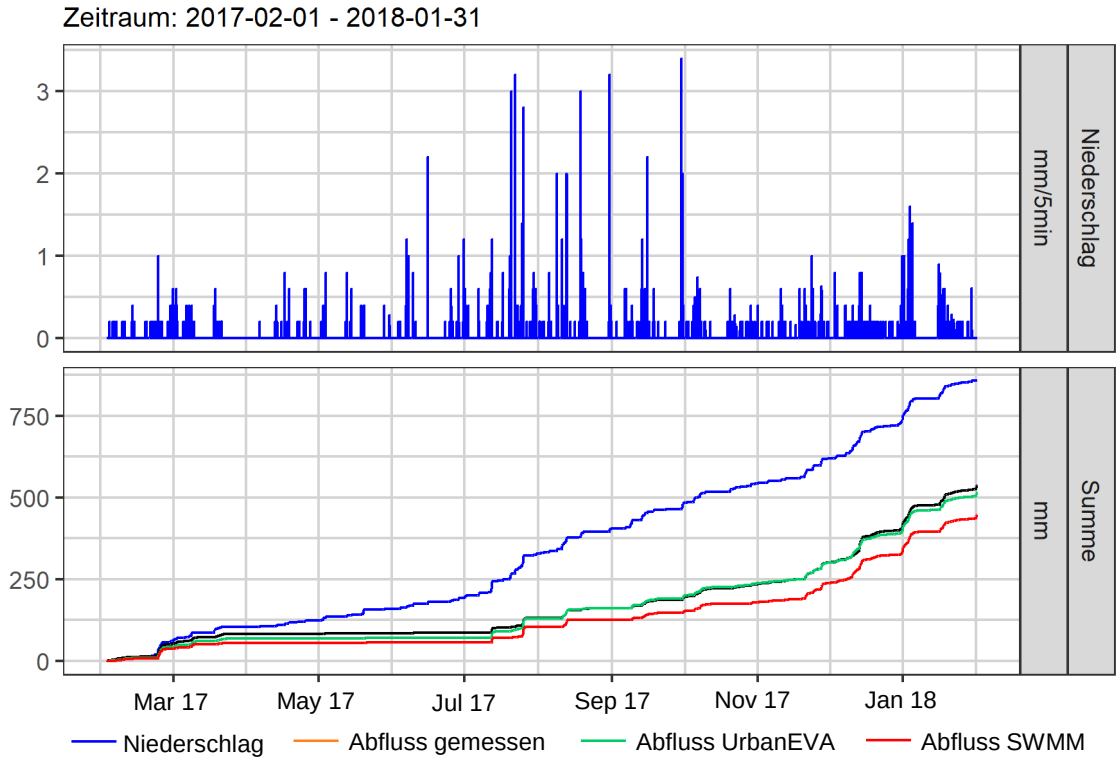
$$ET_{STI,p} = ET_{0,Ks} \times vf$$

Mögliche Klassifizierung vf



Modellvalidierung

- extensives Gründach in Münster
  - 80 m² mit 6 cm Substrathöhe
  - Messung von Klimadaten und Abfluss



$\sum N$ 857 mm

$\sum Q_{mess}$ 537 mm

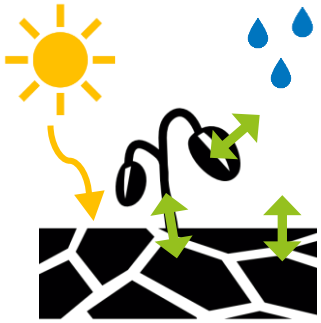
$\sum Q_{UrbanEVA}$ 515 mm

Δ- 22 mm (-4%)

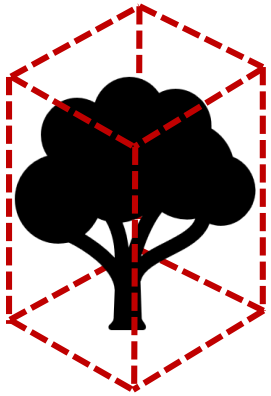
$\sum Q_{SWMM}$ 446 mm

Δ- 91 mm (-17%)

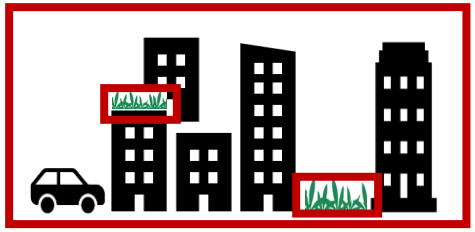
Zusammenfassung und Ausblick



- Modellierung des Systems **Boden-Pflanze-Atmosphäre**
- **standortspezifisch**
- **kontinuierliche** Simulation



- **international akzeptierte** Parameter
  - LAI
  - ET_0



- freie **Skalierbarkeit** (Mikro- und Mesoskale)
- Einsatz als **Planungstool**

Ausblick

- weitergehende **Validierung**
- **Parametrisierung** für den urbanen Raum
- Entwicklung weiterer **Teilmodelle**

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Birgitta Hörnschemeyer

Corrensstraße 25
D-48149 Münster

fon +49 (0)251.83 65590
fax +49 (0)251.83 65915

b.hoernschemeyer@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

RessourcenPlan im Quartier

WaSiG

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

FONA Forschung für Nachhaltige Entwicklung BMBF

Zukunftsstadt

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
RESIZ Ressourceneffiziente Stadtquartiere

NaWaM Nachhaltiges Wassermanagement

ReWaM