

Optimierung des urbanen Wassermanagement durch parametrische Planung eines nachhaltigen Flachdaches

Glattfelden, 15. November 2022

Fink, Kinner, Jung, Haymerle



Herausforderungen

Steigende Anforderungen an Planungen
(Klima- und städtische Ziele, SDGs etc.)

Urbane Verdichtung und Transformation

Auswirkungen des Klimawandels –
z.B. Starkniederschlagsereignissen & Dürreperioden



Der NaNu3 Ansatz

Steigende Anforderungen an Planungen
(Klima- und städtische Ziele, SDGs etc.)

Urbane Verdichtung und Transformation

Auswirkungen des Klimawandels –
z.B. Starkniederschlagsereignissen & Dürreperioden



Quick Assessment in frühen Planungsphasen

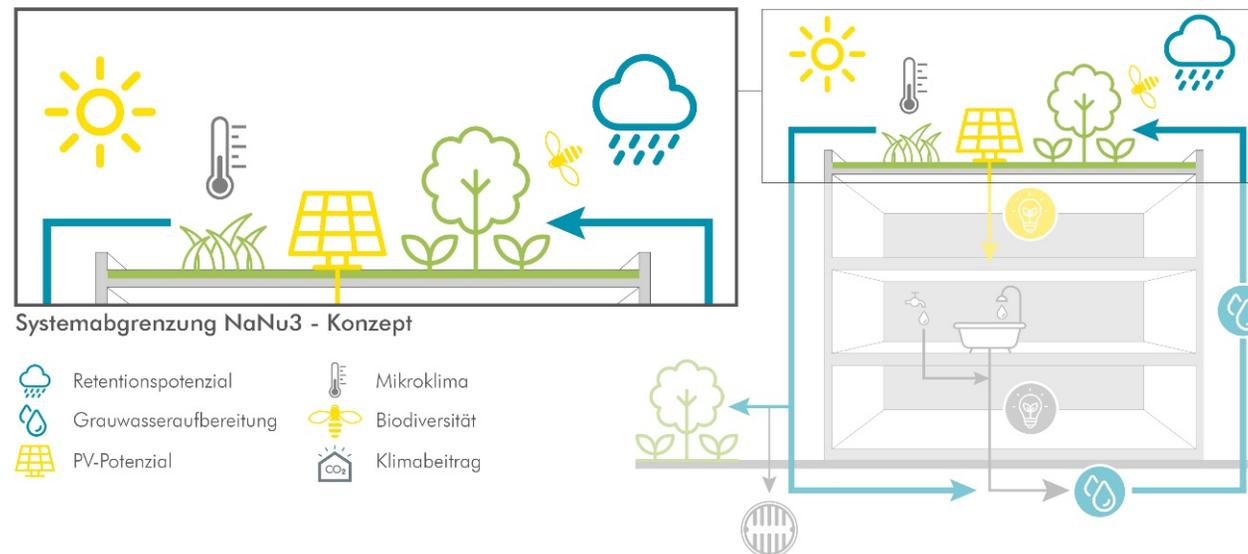
Interdisziplinäre Betrachtung und Bewertung der
parametrischen Planungsvarianten



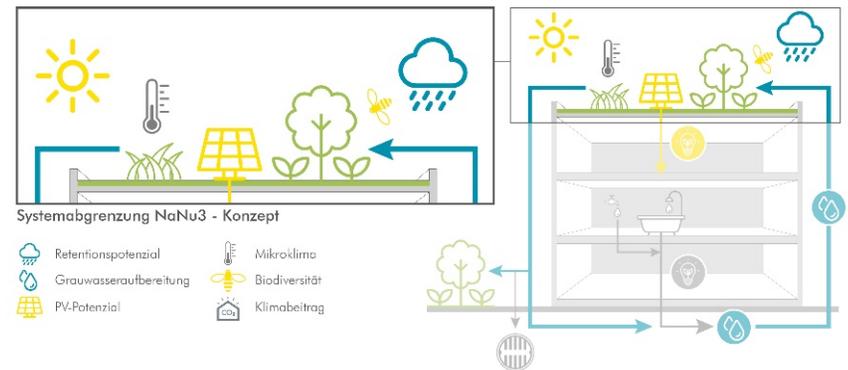
Performance-Bewertung (KPIs) des Nutzdaches in
Bezug auf Wassermanagement, Mikroklima und
Biodiversität

Projektziele

- Digitales Planungswerkzeug als Hilfestellung für Architekt:innen, Planer:innen, Immobilienentwickler:innen, Bauträger:innen, etc.
- **praktische Umsetzbarkeit** einer kombinierten Flachdachnutzung in einem **frühen Planungsstadium** bewertet, dimensioniert und geplant



Methodik: Planungsschritte auf dem Weg zu deinem nachhaltigen Nutzdach

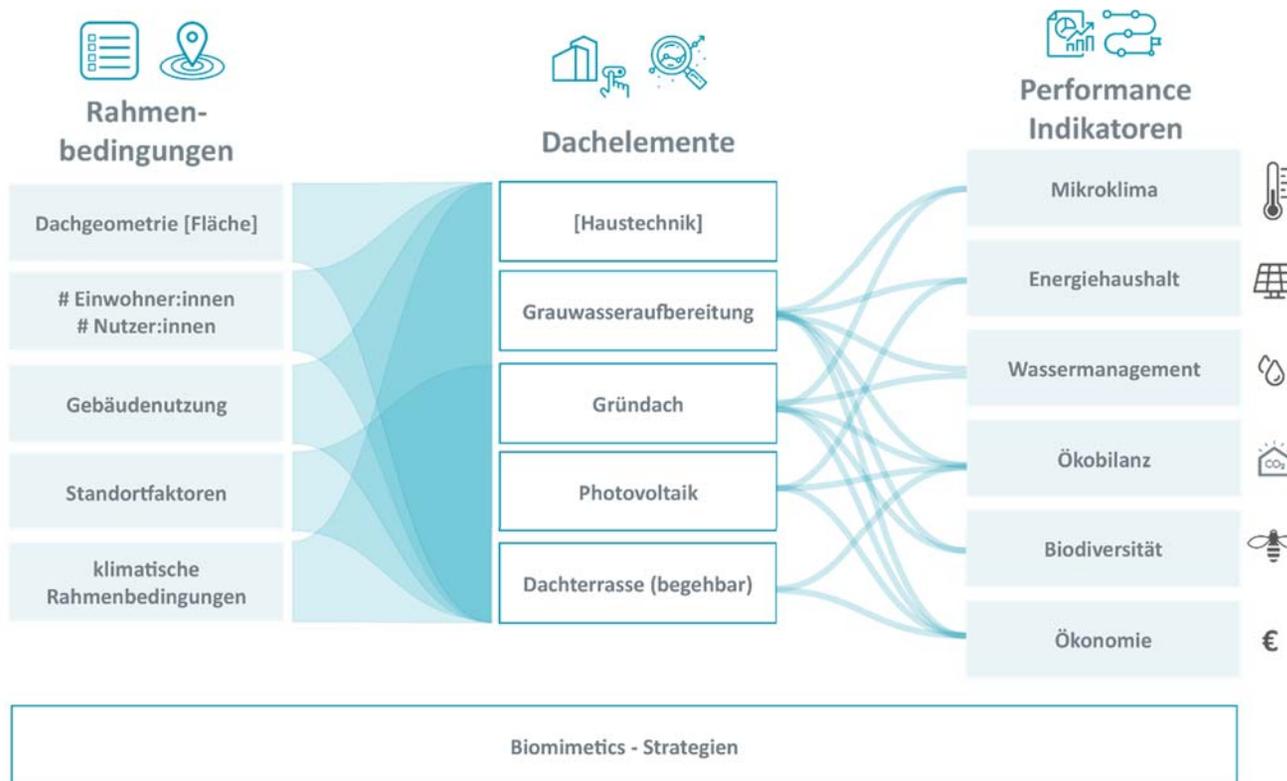




*Beispiel einer kombinierten
Flachdachnutzung*

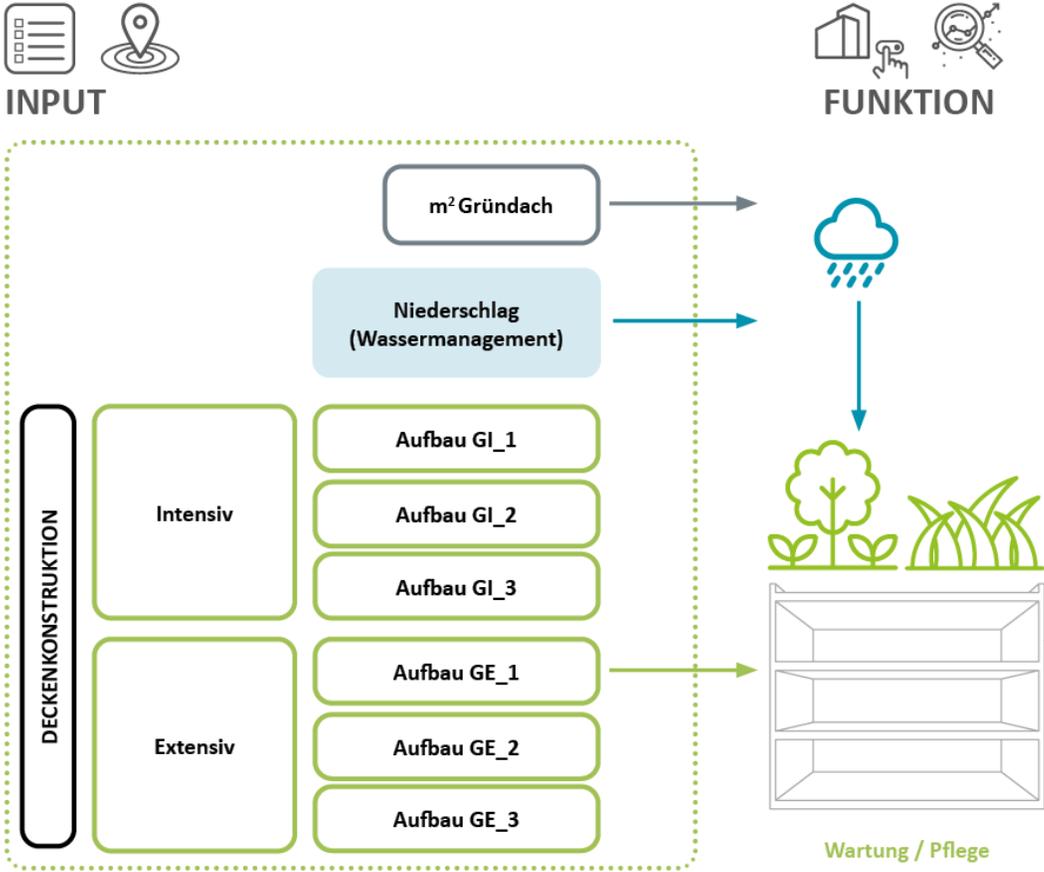
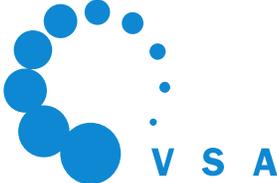


Entwicklung von Referenzaufbauten zu den einzeln Dachsystemen.

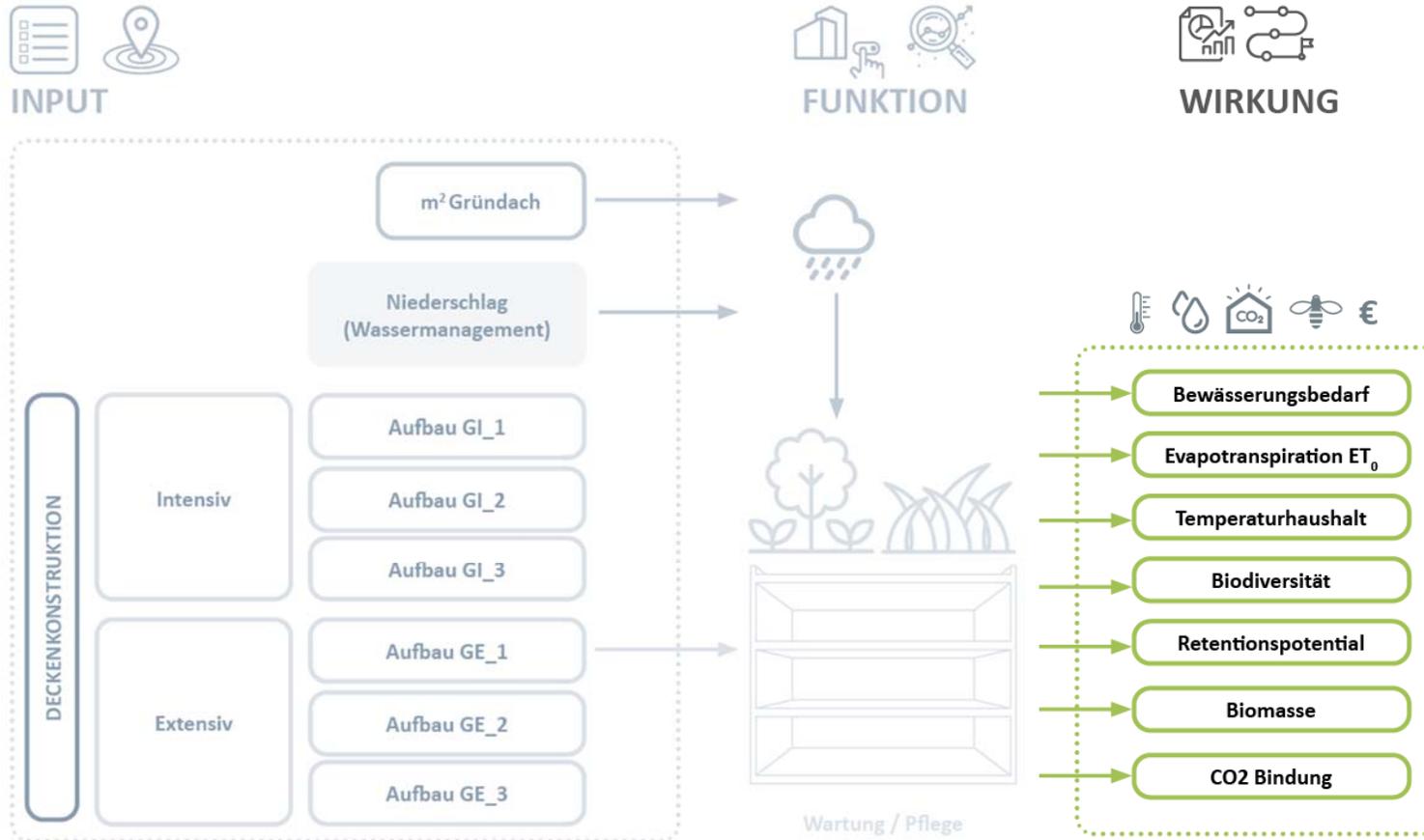
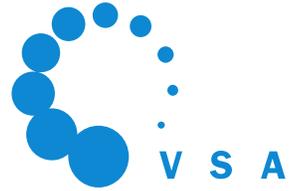


Entwicklung der Performance Indikatoren zur Bewertung der Wirkungen.

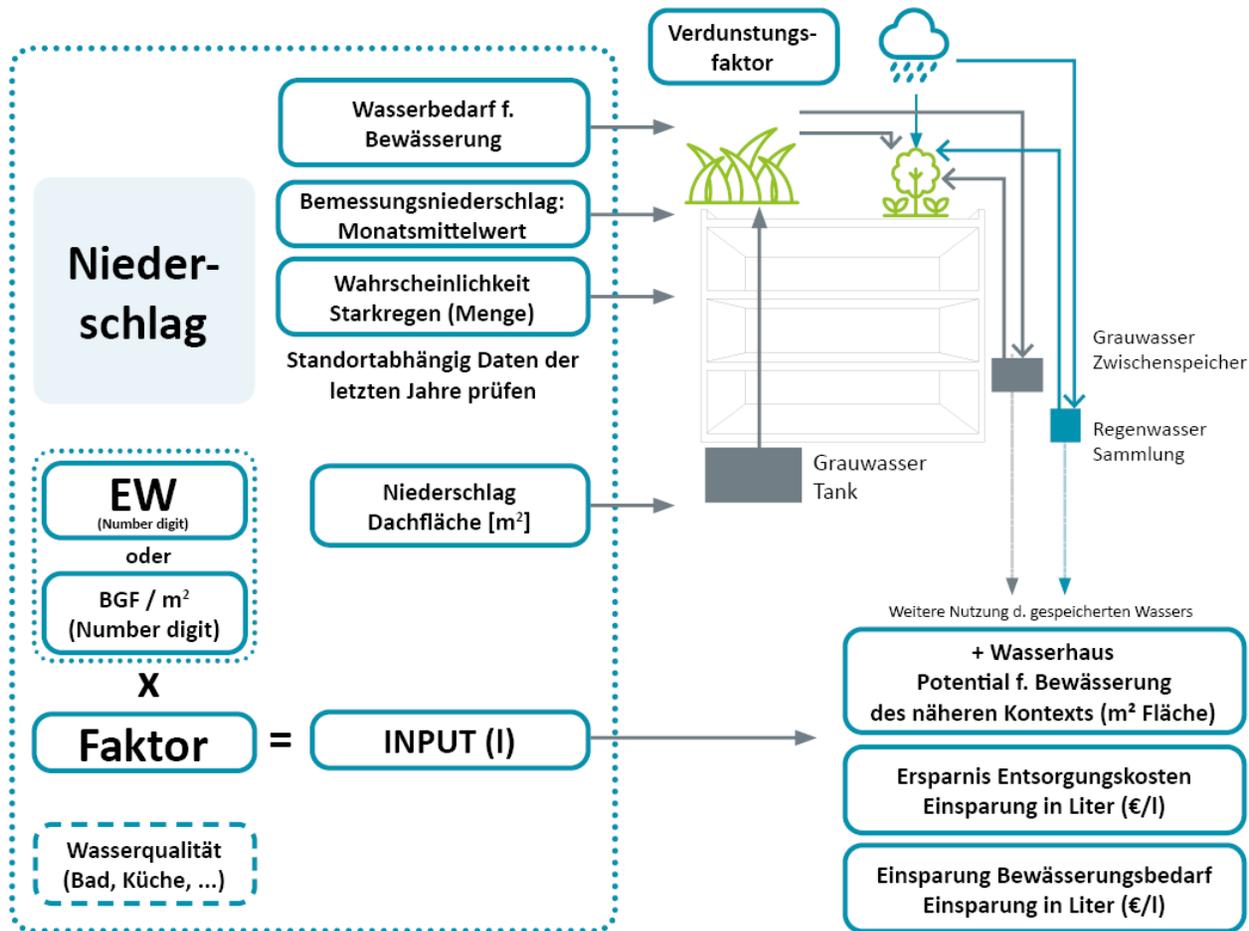
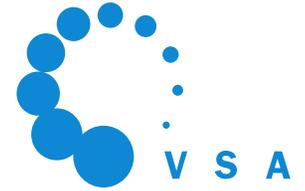
Funktionsschema Gründach



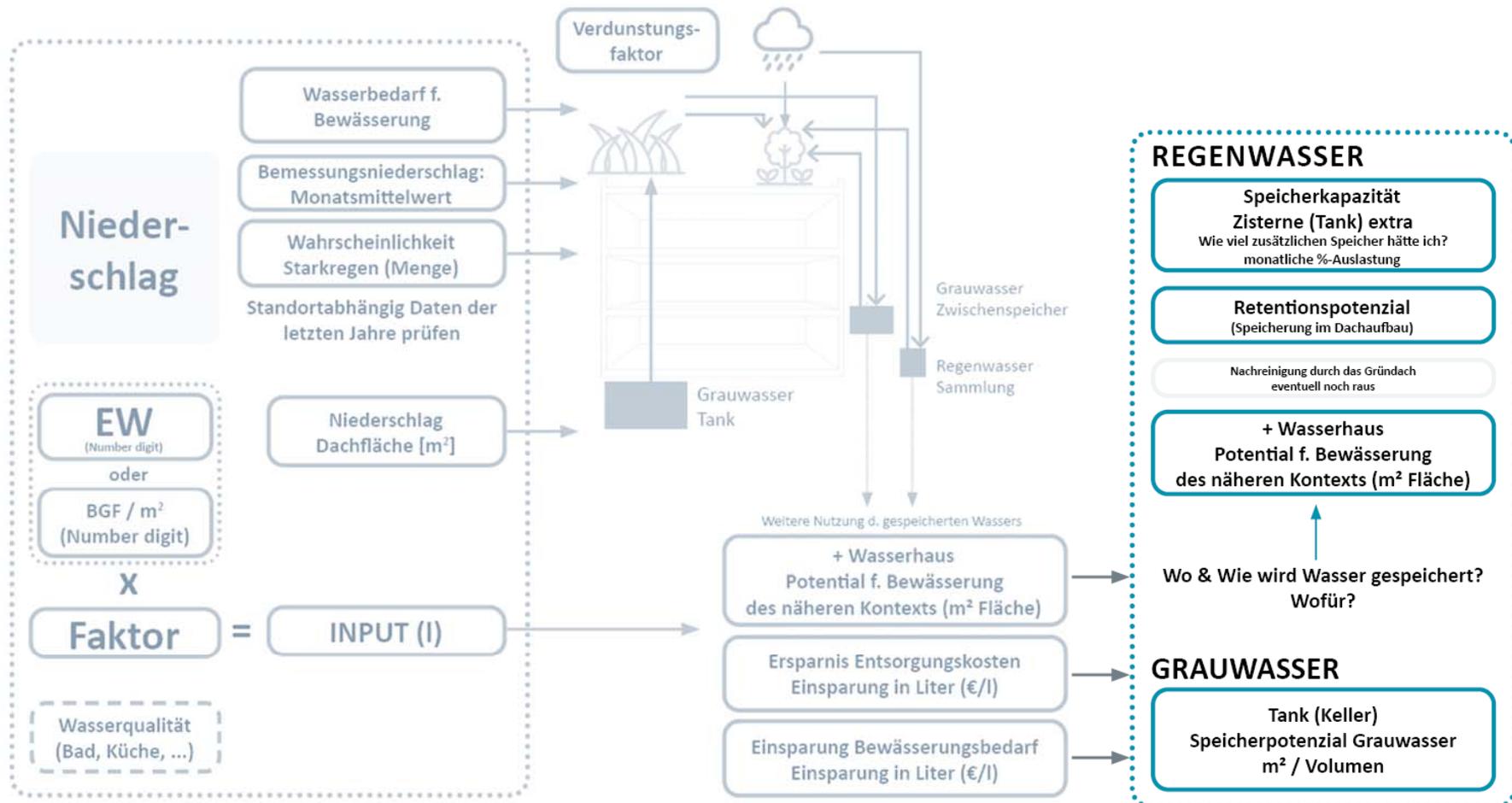
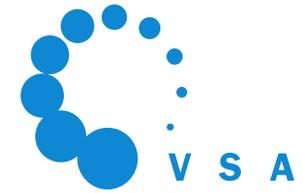
Funktionsschema Gründach



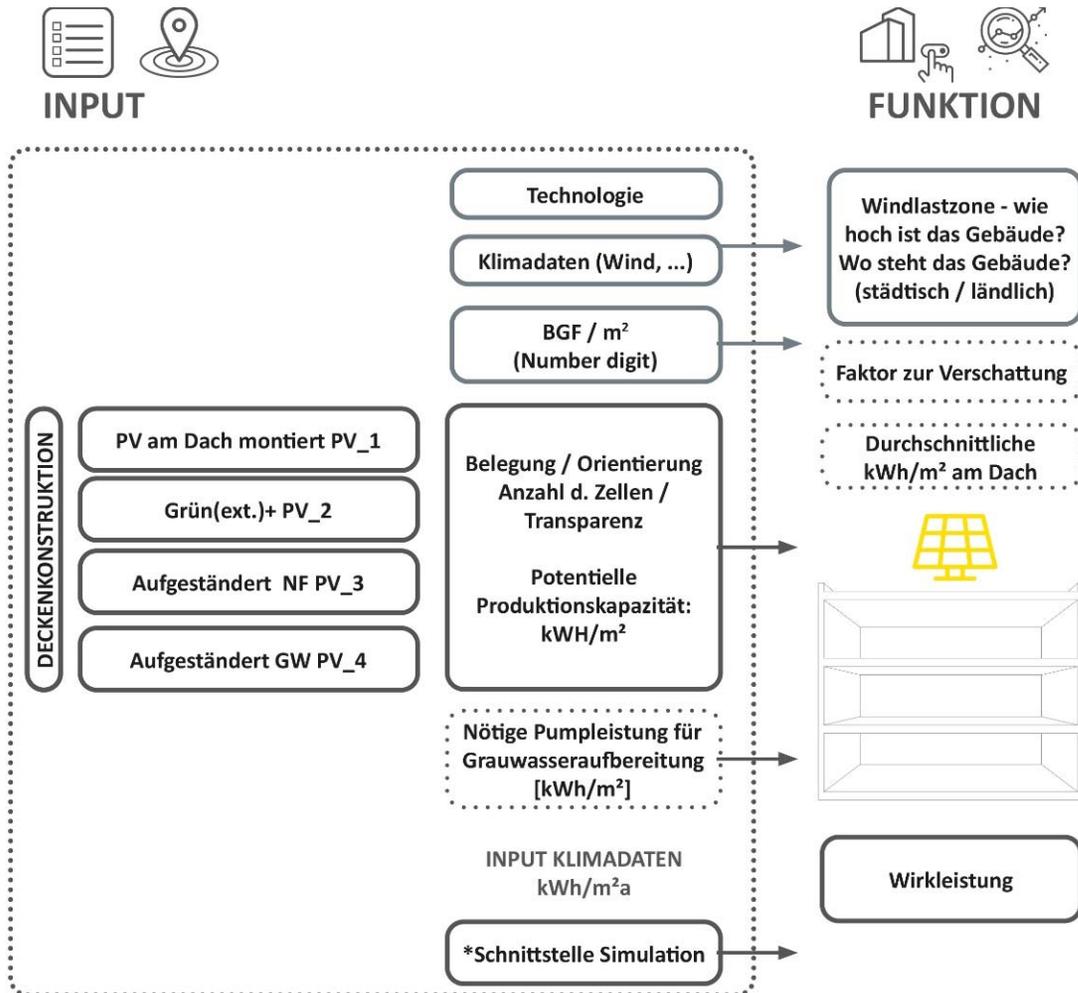
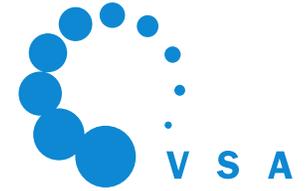
Funktionsschema Wassermanagement



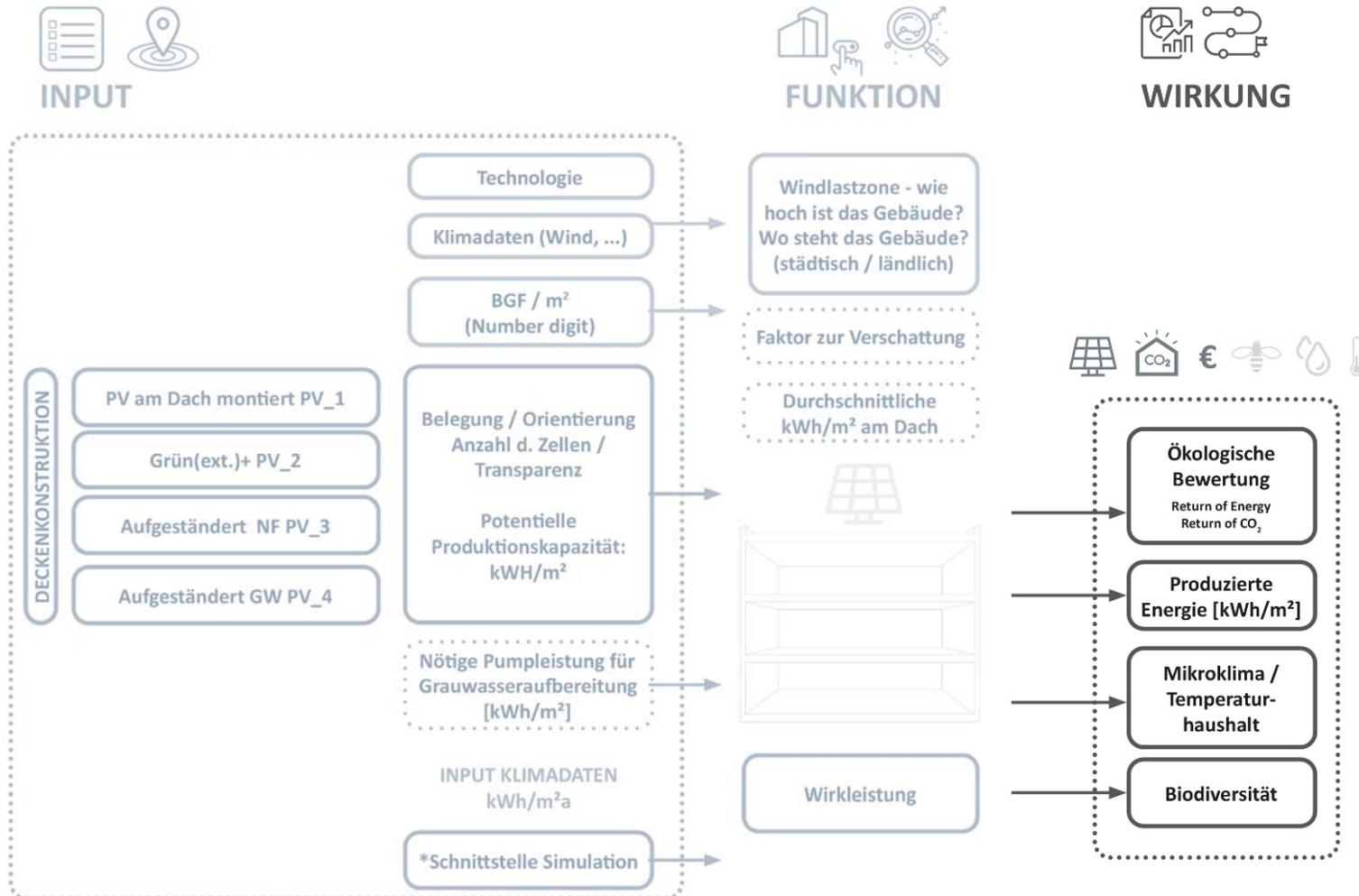
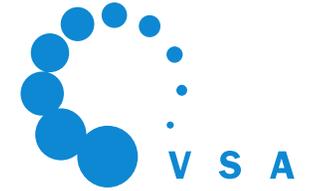
Funktionsschema Wassermanagement



Funktionsschema Photovoltaik



Funktionsschema Photovoltaik





*Aufgeständerte PV Anlagen
Schattenspender &
Energieproduktion*

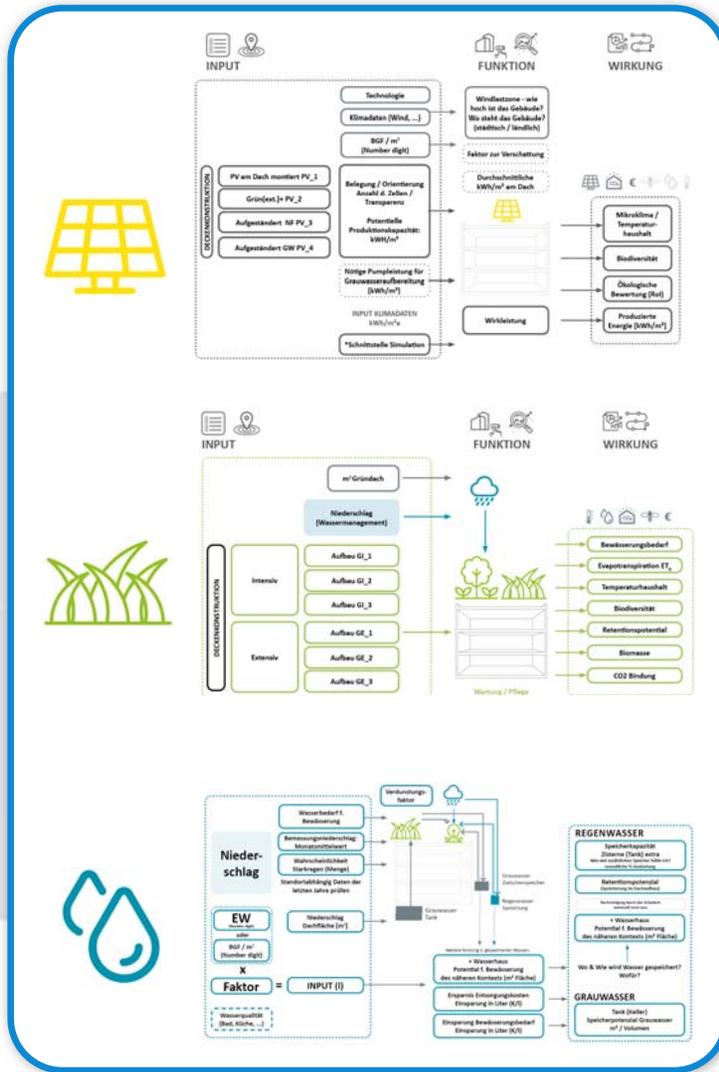
© Irene Zluwa

Parametrisches Modell



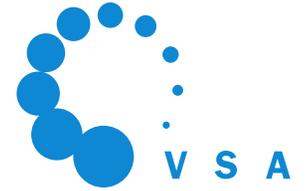
Rahmenbedingungen

- Dachgeometrie [Fläche]
- # Einwohner:innen
Nutzer:innen
- Gebäudenutzung
- Standortfaktoren
- klimatische Rahmenbedingungen



Performance Indikatoren

- Mikroklima
- Energiehaushalt
- Wassermanagement
- Ökobilanz
- Biodiversität
- Ökonomie



Rahmenbedingungen und Komponenten

im User-Interface des Tools

NANUB

Na Nu3

Rahmenbedingungen

Dachfläche

Gebäudeinput
 m² Dachfläche [absolut]

Dachfläche [absolut]

Gebäuelänge: 25
 Gebäudebreite: 16

Geschosse: 5

Einwohnerinnen

Anzahl Einwohner:innen
 m² je Einwohner:in

m²/EW: 50

Gebäudenutzung

Wohnen

Strombedarf

Strombedarf je m²/BGF
 Strombedarf je EW

Elektrizität
 Kühlen / Heizen

Stromverbrauch Elektrizität je m²/BGF

electricity: 22

Stromverbrauch Heizen/Kühlen je m²/BGF

cooling ventilation: 9

Deckenkonstruktion

Stahlbetondecke

Standort

Wien
 Villach

Niederschlagsdaten von 2011-2020

average yearly

Angabe der Dachfläche
[absolut oder Gebäudedimensionen]

Anzahl der Geschosse

Auswahl der Bewohner:innen [relativ, m²BGF je EW]

Gebäudenutzung [Wohnen, Büro, Gewerbe, Sonst.]

Strombedarf kann je m²BGF oder je Bewohner:in
für das Gebäude
[Elektrizität, Heizen/Kühlen]

Deckenkonstruktion Auswahl
[Stahlbetondecke, Holzbalkendecke, Holzmassivdecke]

Standortauswahl [Wien, Villach - erweiterbar]

NANU3

Na Nu3

Planungsparameter

Dachsysteme

- Gründach
- Photovoltaik
- Grauwasser
- Dachterrasse

Flächenverteilung

Balance

■ Gründach ■ Photovoltaik ■ Grauwasserbereitung ■ Dachterrasse ■ Haustechnik

Die optimale Fläche zur Grauwasseraufbereitung beträgt 35 m²

Anteil Haustechnik

- Prozent der Fläche
- m² [absolut]

% oder m2 15

Auswahl der Komponenten

Diagrammatische Darstellung und Summen der jeweiligen Komponenten

Flächenverteilung der Komponenten am Dach

Angabe der Flächen für Haustechnik in m² absolut oder in % zur Dachfläche

NANU3

Komponenten

Gründach

Auswahl Dachsysteme

- [GE1] Extensives Gründach > 8cm
- [GE2] Extensives Gründach > 12cm
- [GE3] Extensives Gründach > 19cm
- [GI1] Intensives Gründach > 25cm
- [GI2] Intensives Gründach > 40cm
- [GI3] Intensives Gründach > 80cm

PV

Auswahl Dachsysteme

- [PV1] PV am Dach
- [PV2] PV + extensives Gründach
- [PV3] PV + Nutzfläche
- [PV4] PV + Grauwasseraufbereitung

Parameter PV

Orientierung / Neigung PV

Süd 10°

Belegung

Portrait

Eigennutzungsanteil der PV-Energie

% 33

109.5 W/m² = Spezifische PV-LEISTUNG je m² Bodenfläche

Stromkosten pro kWh

cent 20

Stromgewinne pro kWh (Einspeisung)

cent 7

WASSERMANAGEMENT

Kosten je m³ Wasser

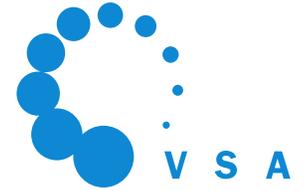
euro 23

Gründach – Auswahl der Dachsysteme
[extensiv, intensiv]

Photovoltaik – Auswahl der Dachsysteme
[Montage, Kombination]

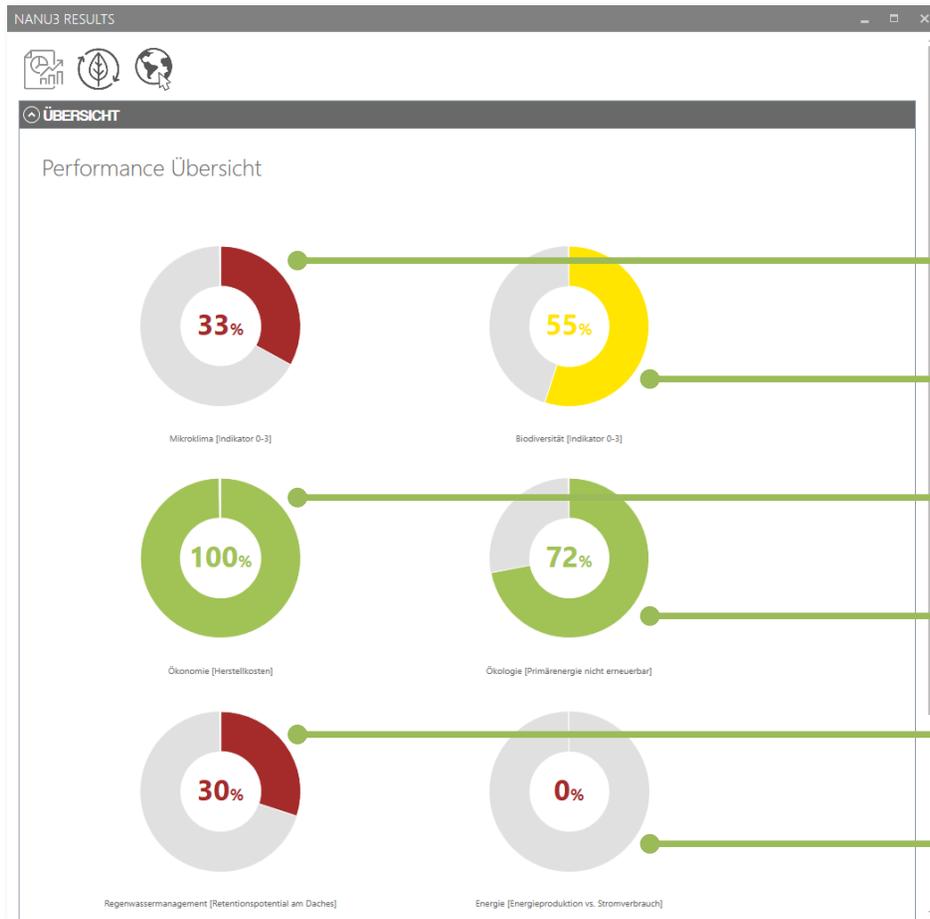
Zusätzliche Input-Parameter Photovoltaik
[Orientierung, Neigung, Belegung,
Eigennutzungsanteil, Stromkosten, Erträge
Einspeisung]

Zusätzliche Input-Parameter Wassermanagement
Kosten je m³ Wasser, fiktive Abwasserkosten je m³



Abschätzung der Klima- und Umweltwirkungen (KPIs)

im User-Interface des Tools



Mikroklima [Verschattung, Reflexion, Kühlwirkung]

Biodiversität [Pflanzenvielfalt, Tiervielfalt]

Ökonomie [Herstellkosten gesamtes Dachsystem]

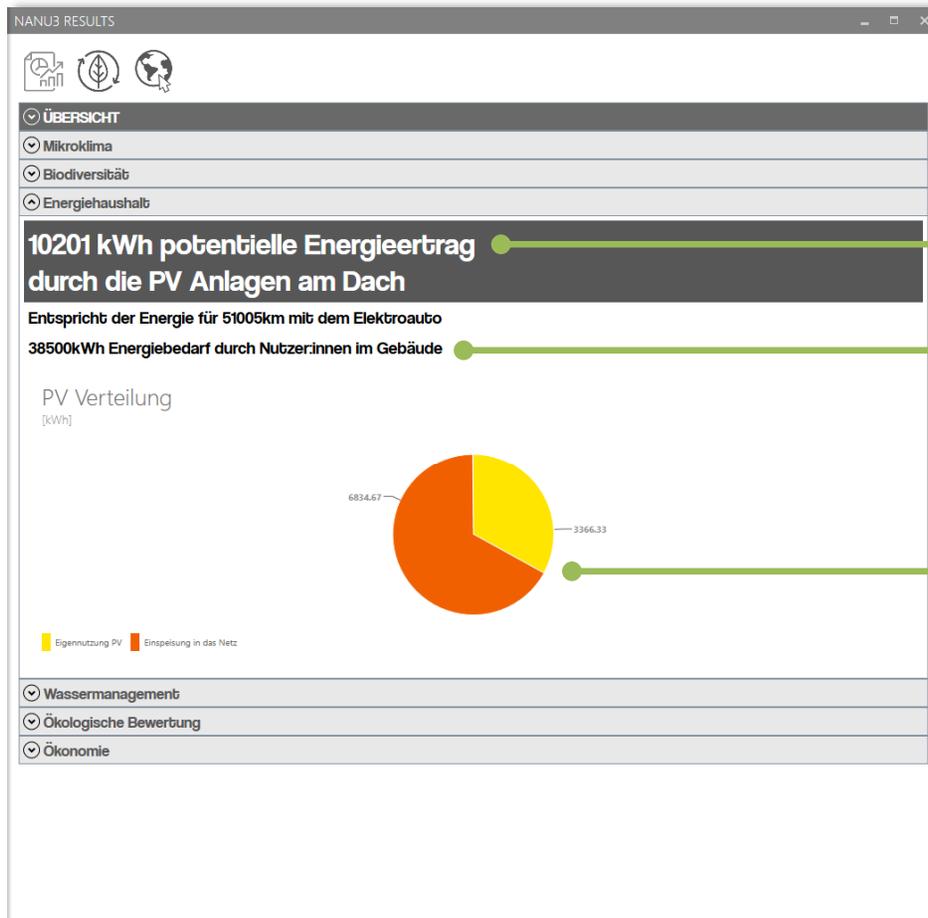
Ökologie [Primärenergie nicht erneuerbar]

Regenwassermanagement
[Retentionspotential am Dach]

Energie
[Verhältnis Energieproduktion vs. Stromverbrauch]



Energiehaushalt



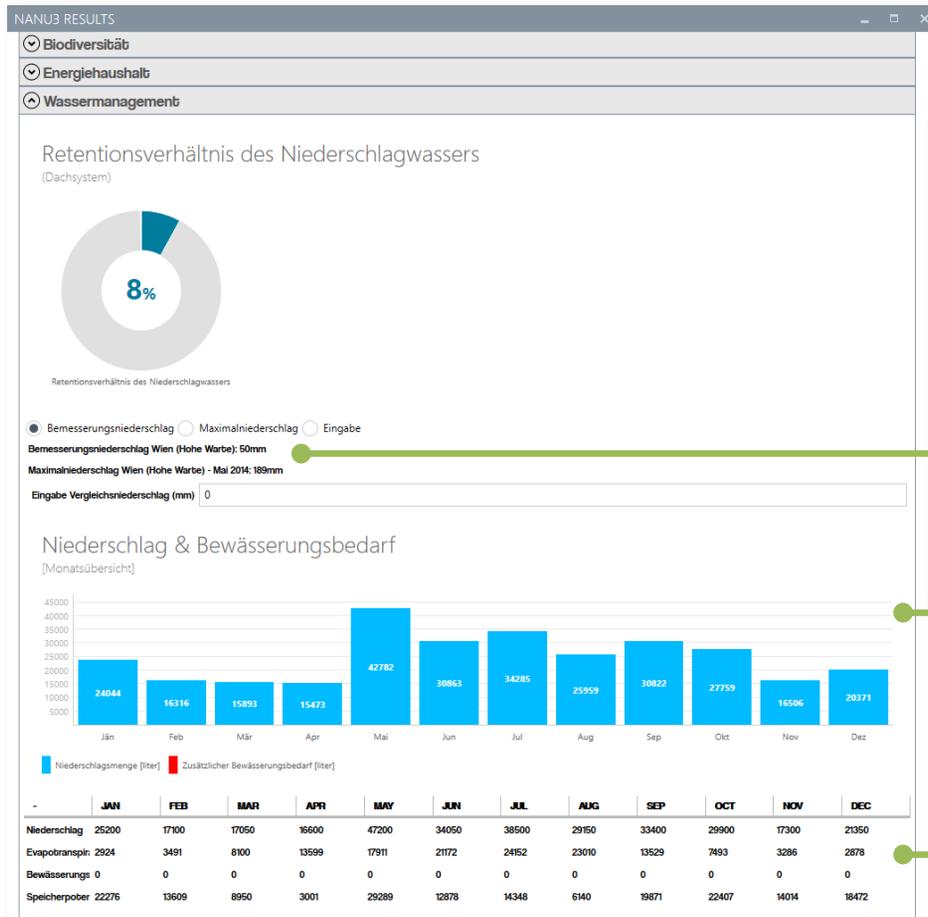
Potentieller Energieertrag durch PV am Dach

Energiebedarf im Gebäude
(Basis per Nutzer:in oder m²BGF)

Darstellung zur Verteilung der Eigennutzung und
Einspeisung der erzeugten Energie



Wassermanagement



Retentionspotential des Dachsystems bei Bemessungsniederschlag, Maximalniederschlag und individueller Eingabe

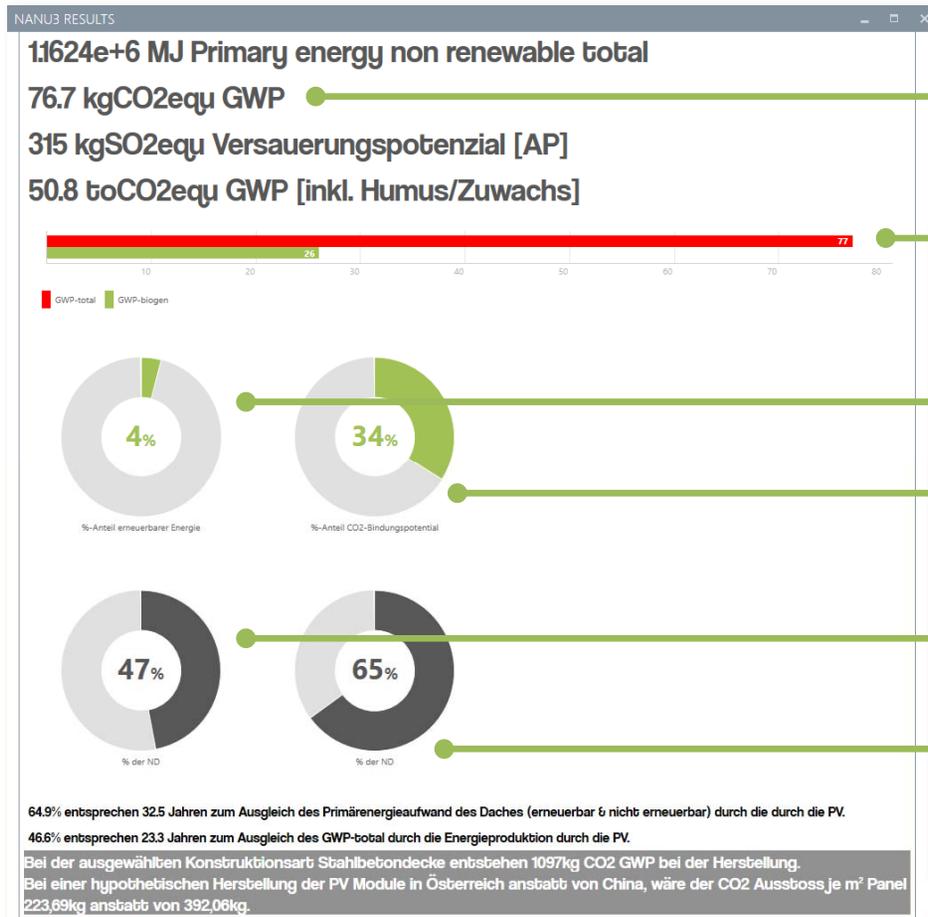
Diagramm zum monatlichen Niederschlag und zusätzlichen Bewässerungsbedarf

Monatliche Auflistung des Niederschlags, Evapotranspiration, Bewässerung, Speicherpotential



Monatliche Auflistung des Speicherpotential von Regenwasser und aufbereitetem Grauwasser

Diagrammatische Summendarstellung des Speicherpotential und Wasserbedarfs für die Bewässerung



Indikatoren zum ökologischen Bewertung des Daches – Life Cycle Assessment

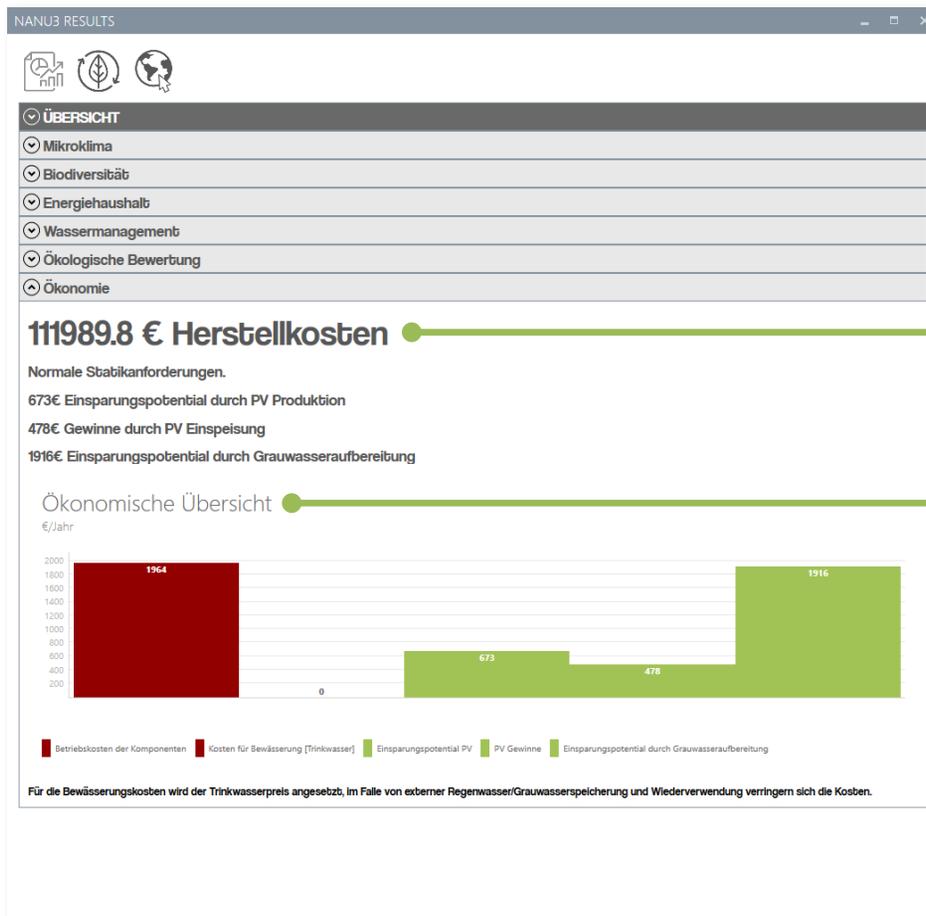
Gegenüberstellung von Treibhausgas Herstellung und Bindung durch Biomasse am Dach

Anteil an erneuerbarer Energie zur Herstellung des Daches

Anteil CO₂ Bindungspotential

Ausgleich GWP-total durch die Energieproduktion am Dach (% der Nutzungsdauer)

Ausgleich Primärenergieaufwand durch die Energieproduktion am Dach (% der Nutzungsdauer)



Herstellkosten basierend auf m² Werten je System

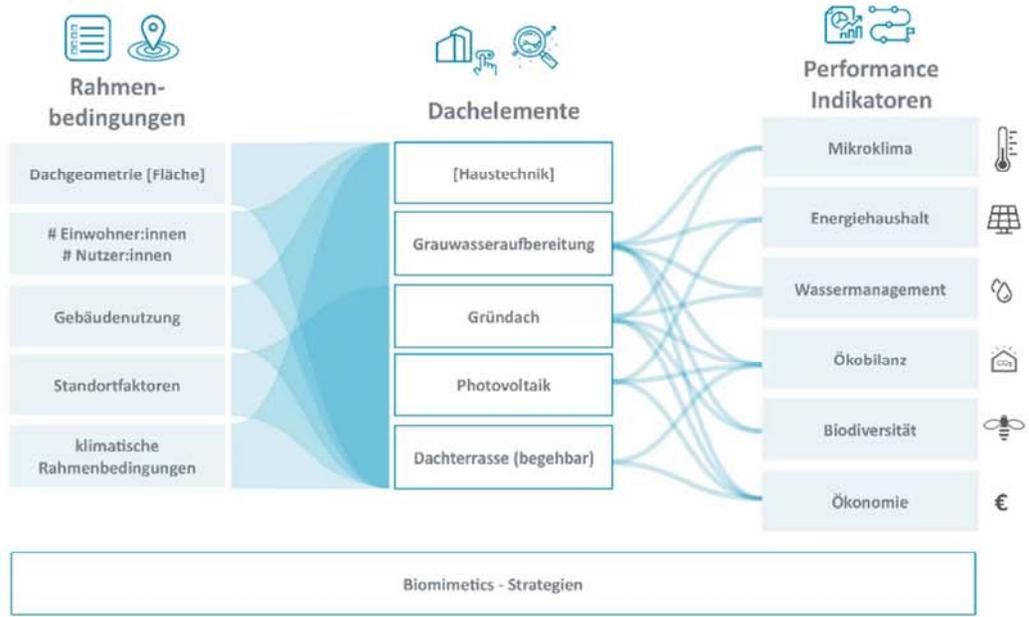
Ökonomische Übersicht zu den jährlichen Betriebskosten und potentiellen Gewinnen/Einsparungspotentialen



Interaktive Anwendung des Werkzeugs

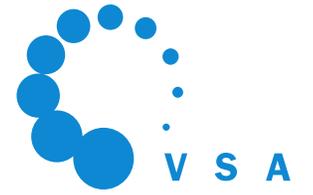


NaNu3 - Nachhaltiges Nutzdach in drei Farben (blau, grün, grau)



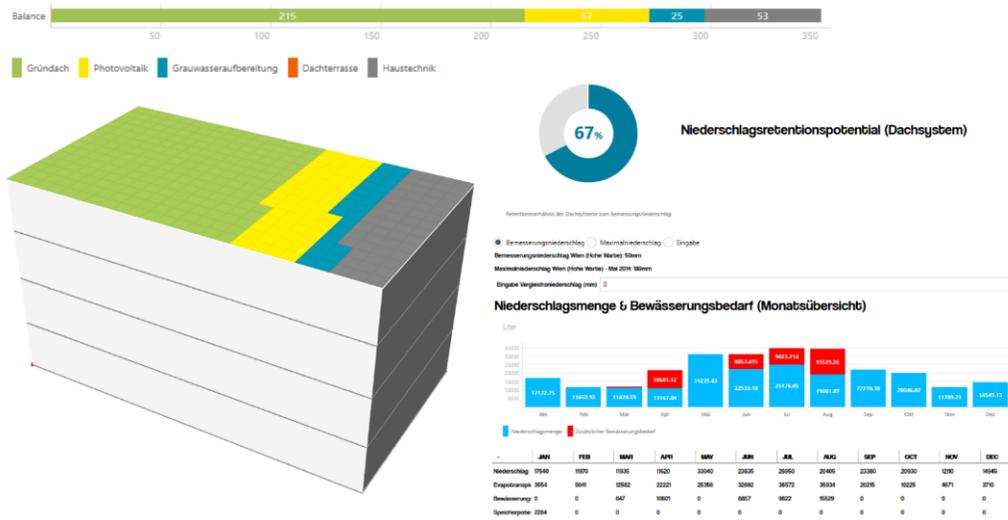
ÜBERSICHT

- ▼ Mikroklima
- ▼ Biodiversität
- ▼ Energiehaushalt
- ▼ Wassermanagement
- ▼ Ökologische Bewertung
- ▼ Ökonomie

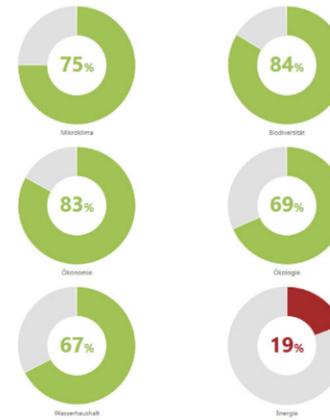


Ergebnisse

Sondierung von virtuellen Anwendungsfällen



Performance Übersicht

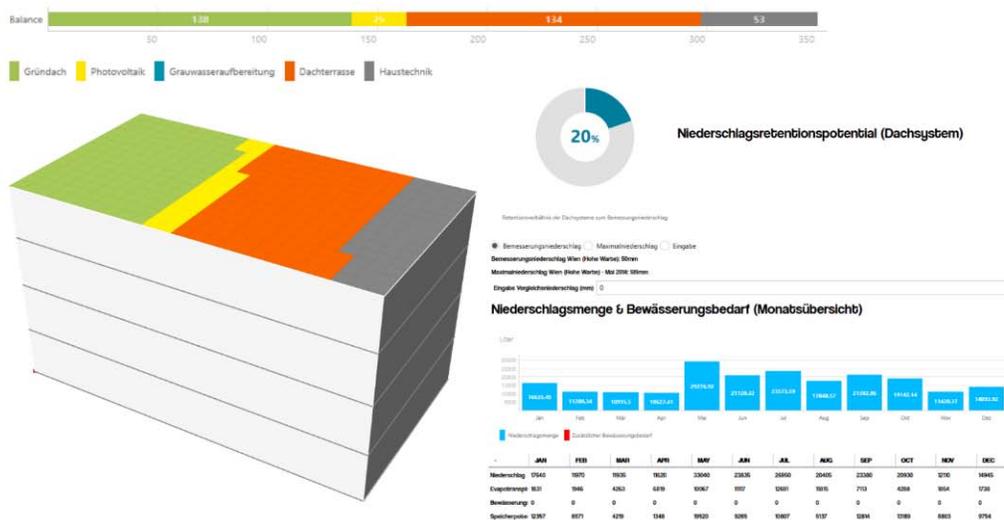


66.2% Performance

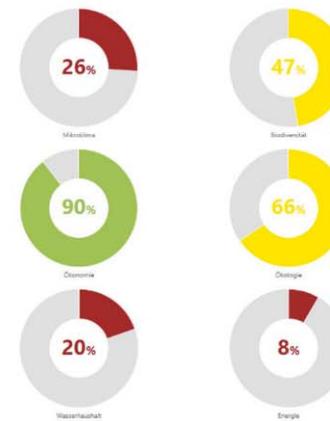
Szenario 1 (S1)

intensives Gründach [215m²]
 Photovoltaik mit extensiver
 Begrünung [57m²]
 Grauwasseraufbereitung [25m²]

66,2% Performance



Performance Übersicht



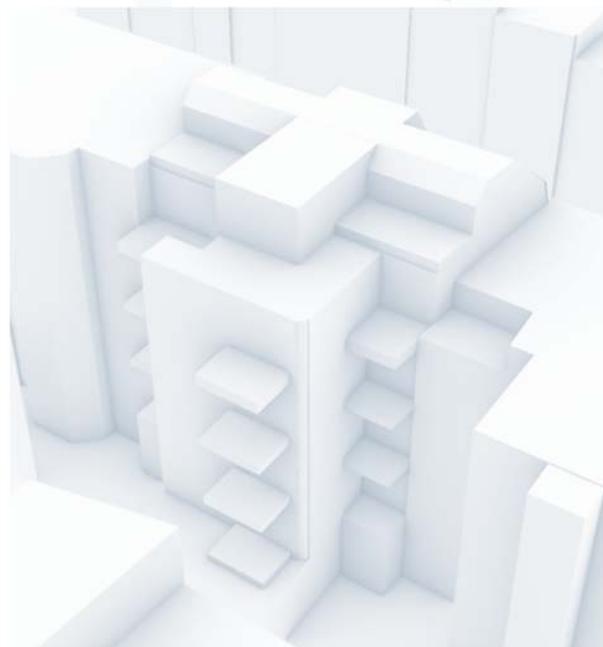
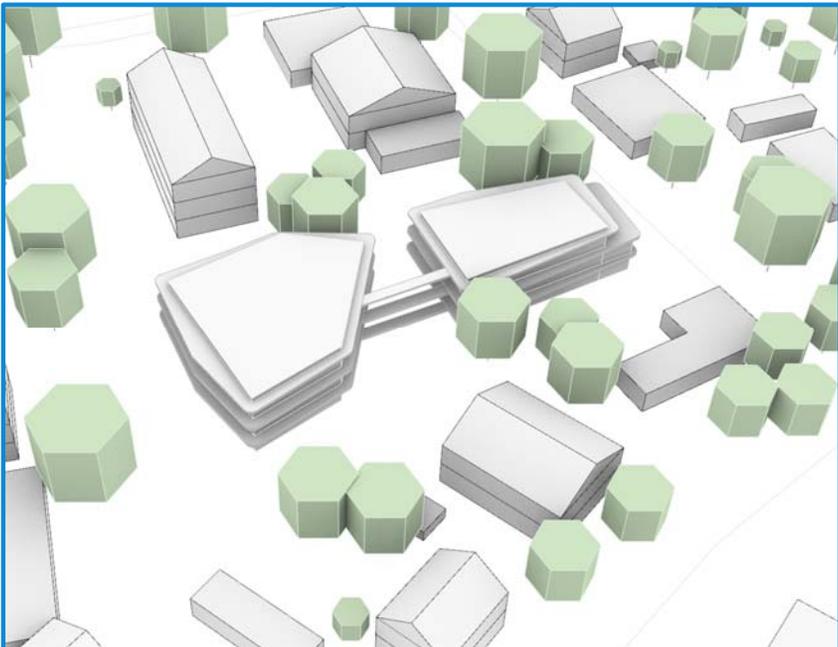
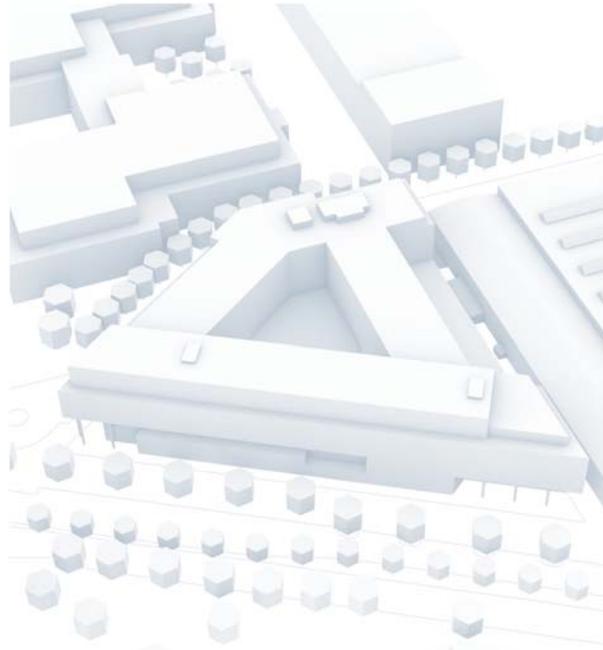
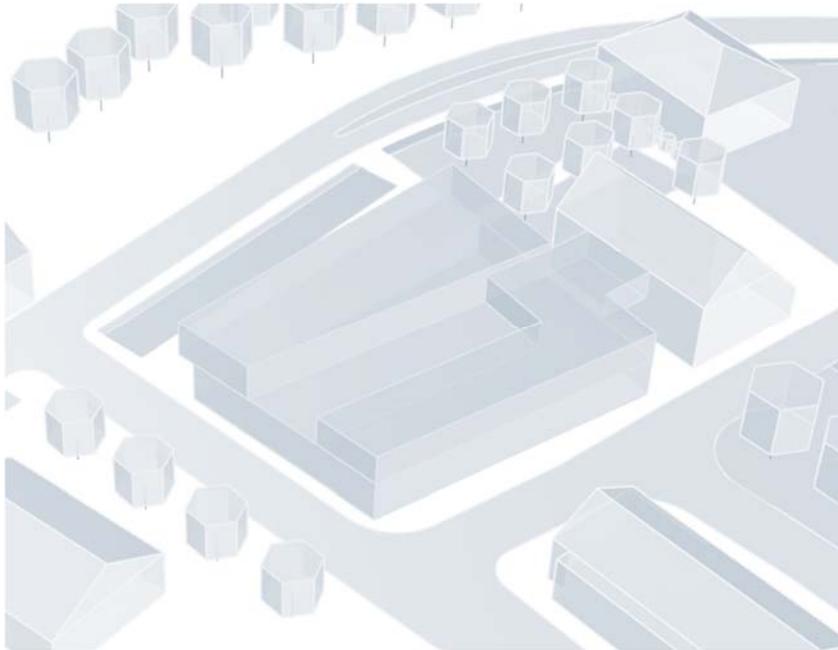
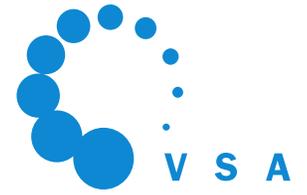
42.8% Performance

Szenario 2 (S2)

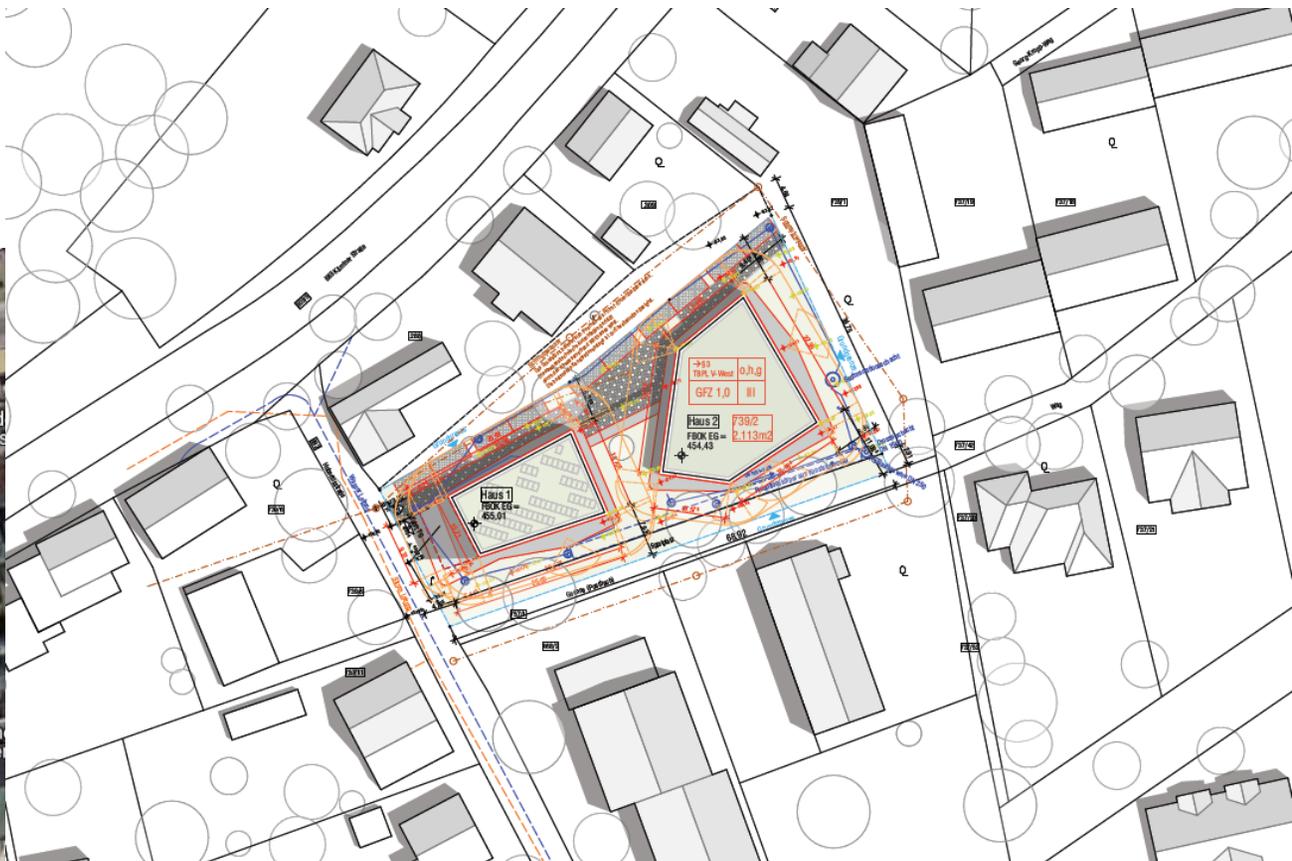
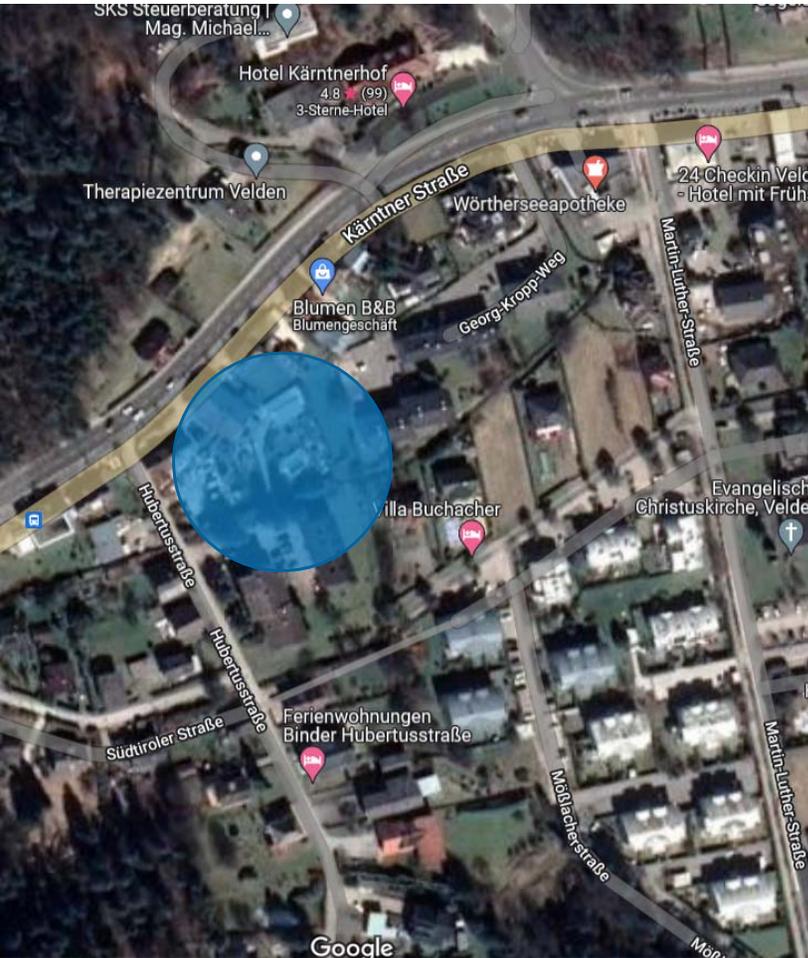
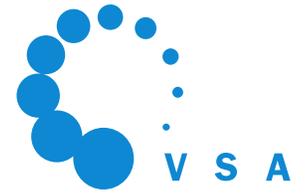
extensives Gründach [138m²]
 aufgeständerte PV über
 Grauwasseraufbereitung [25m²]
 Dachterrasse [134m²]

42,8% Performance

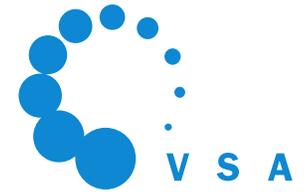
Sondierung von realen Anwendungsfällen



Anwendungsfall: Velden



Rahmenbedingungen



Use-Case Velden, Kärnten

Dachfläche 658m²

BGF 1.974m²

Geschosse 3

Standort Velden (Referenzort Villach)

Nutzer:innen 39 (Annahme)

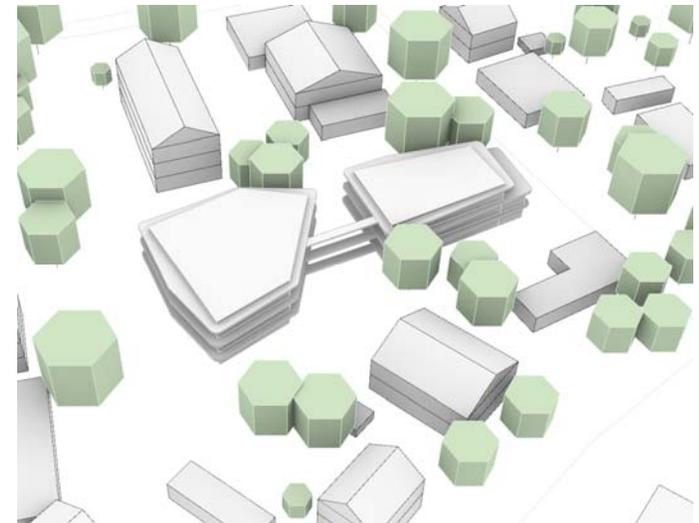
Nutzung Wohnen

Deckenkonstruktionsart Stahlbetondecke

Niederschlagsdaten 2011-2021

Stromverbrauch 39.480kWh (Annahme)

Lage Freiland



Szenario 1

Gründach

83m² [GI1] Intensives Gründach >25cm

83m² [GI2] Intensives Gründach >40cm

83m² [GI3] Intensives Gründach >80cm

Photovoltaik

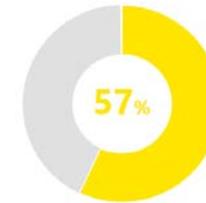
234m² [PV2] PV + extensives Gründach

Dachterrasse

42m² Nutzbare Terrasse

132m² Haustechnik (20%)

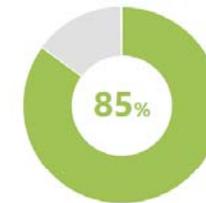
Flächenverteilung



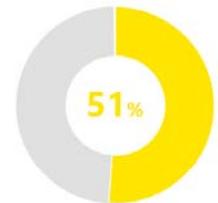
Mikroklima [Indikator 0-3]



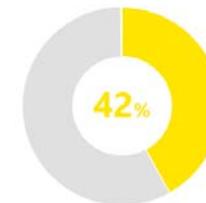
Biodiversität [Indikator 0-3]



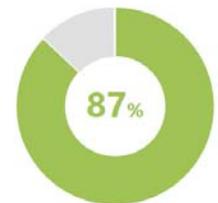
Ökonomie [Herstellkosten]



Ökologie [Primärenergie nicht erneuerbar]



Regenwassermanagement [Retentionspotential am Daches]



Energie [Energieproduktion vs. Stromverbrauch]

66% Performance

Szenario 2



Gründach

162m² [GI1] Intensives Gründach >25cm

162m² [GI2] Intensives Gründach >40cm

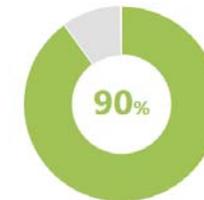
162m² [GI3] Intensives Gründach >80cm

Grauwasseraufbereitung

39m² [GW1] Bodenfilter, Sand-Kies

132m² Haustechnik (20%)

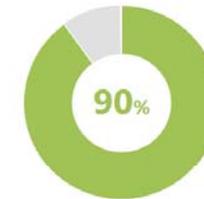
Flächenverteilung



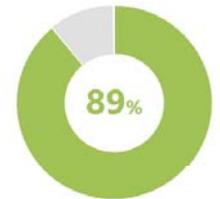
Mikroklima [Indikator 0-3]



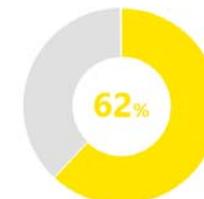
Biodiversität [Indikator 0-3]



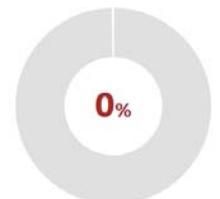
Ökonomie [Herstellkosten]



Ökologie [Primärenergie nicht erneuerbar]



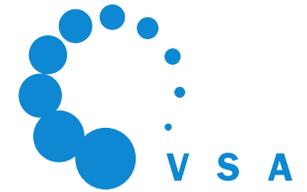
Regenwassermanagement [Retentionspotential am Daches]



Energie [Energieproduktion vs. Stromverbrauch]

70.7% Performance

Szenario 3



Gründach

175m² [GI1] Intensives Gründach >25cm

Photovoltaik

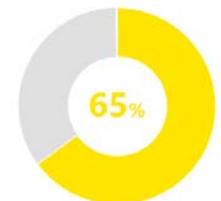
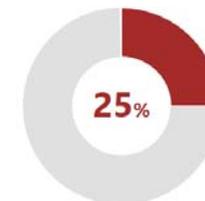
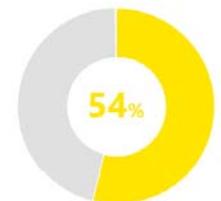
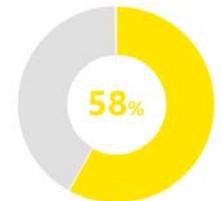
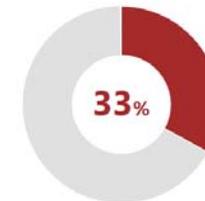
175m² [PV2] PV + extensives Gründach

Dachterrasse

175m² Nutzbare Terrasse

132m² Haustechnik (20%)

Flächenverteilung



53.7% Performance

Mikroklima

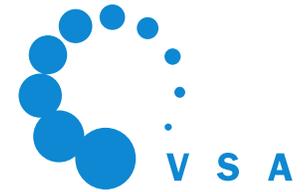
| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Evapotranspiration | 1,7 | 2,7 | 1,0 |
| Strahlung | 1,0 | 0,0 | 1,0 |
| Verschattung | 0,9 | 2,0 | 0,3 |
| Mikroklima Performance | <u>1,2</u> | <u>1,6</u> | <u>0,8</u> |

Biodiversität

| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Pflanzenvielfalt | 2,6 | 2,8 | 2,2 |
| Tiervielfalt | 1,9 | 2,8 | 1,3 |
| Biodiversität Performance | <u>2,2</u> | <u>2,8</u> | <u>1,8</u> |

Beste Performance durch **Szenario 3**, aufgrund des hohen Anteils an intensiver Begrünung.

Energiehaushalt



| Obenauf | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Potentielle Wirkleistung durch die PV Anlagen | 34.177kWh | 0 | 25.583kWh |
| km mit dem Elektroauto | 170.885km | - | 127.915km |
| Energiebedarf durch Nutzer:innen | 39.480kWh | 39.480kWh | 39.480kWh |
| Eigennutzung | 33% | 33% | 33% |
| Einspeisung in das Netz | 67% | 67% | 67% |
| Orientierung / Neigung | Ost-West 10° | Ost-West 10° | Ost-West 10° |
| Energie (Produktion vs. Stromverbrauch) | <u>87%</u> | <u>0%</u> | <u>65%</u> |

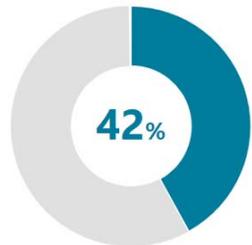
Energieproduktion durch PV Anlagen am Dach sind zu empfehlen.

Niederschlag & Bewässerungsbedarf

[Monatsübersicht]

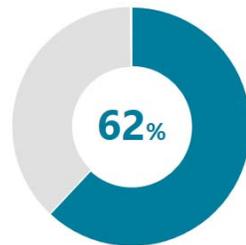


Retentionspotential [Bemessungsniederschlag]



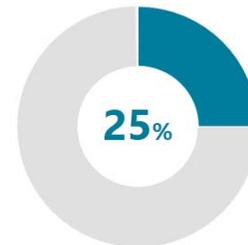
Retentionsverhältnis des Niederschlagswassers

Szenario 1



Retentionsverhältnis des Niederschlagswassers

Szenario 2



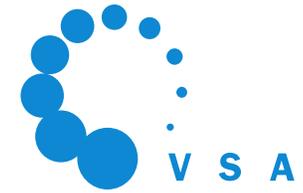
Retentionsverhältnis des Niederschlagswassers

Szenario 3

Bemessungsniederschlag Villach (Stadt) 60mm – 120 Minuten Regen, durchschnittlich alle 5 Jahre

Maximalniederschlag Villach (Stadt) 301mm – November 2019

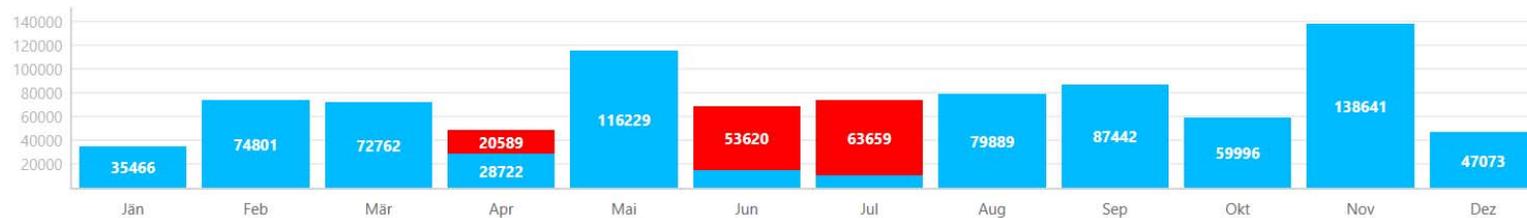
Niederschlag & Bewässerungsbedarf (Szenario 2)



[Monatsübersicht]



Durchschnittlicher Niederschlag 2011-2020



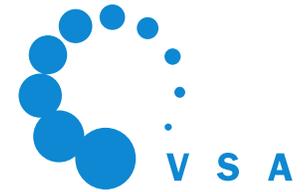
Niederschlag 2013



■ Niederschlagsmenge [liter] ■ Zusätzlicher Bewässerungsbedarf [liter]

Durchschnittlicher Niederschlag 2011-2020 (Wien)

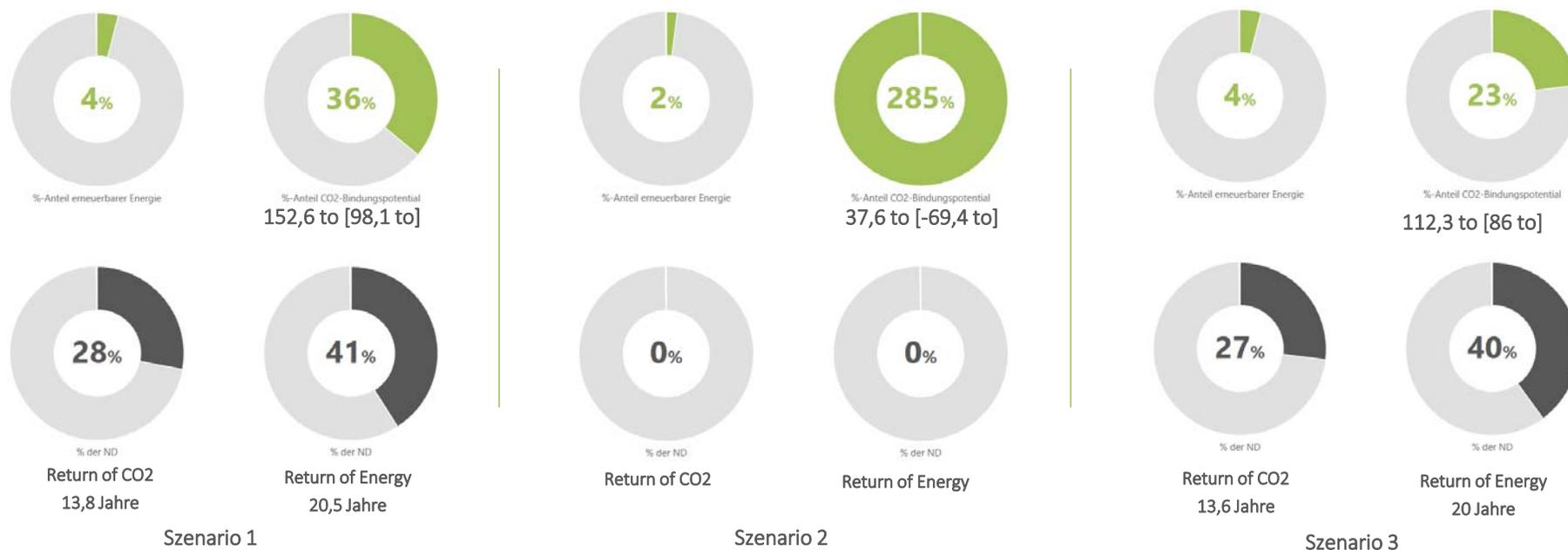
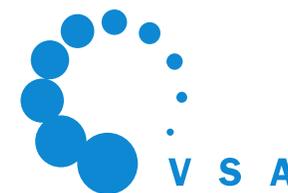
Wassermanagement



| Obenauf | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Retentionsverhältnis Bemessungsniederschlag (50mm) | 42% | 62% | 25% |
| Maximalniederschlag (189mm) | 8% | 12% | 5% |
| Niederschlag (jährlich) | 1.208mm | 1.208mm | 1.208mm |
| Bewässerungsbedarf (jährlich) | 0 | 3355 Liter | 0 |
| Potentiell speicherbares Regenwasser | 495.667 Liter | 335.198 Liter | 579.001 Liter |
| Anfallendes Grauwasser | - | 854.100 | - |
| Retentionspotential am Dach | <u>42%</u> | <u>62%</u> | <u>25%</u> |

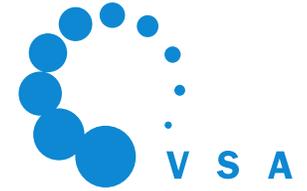
Beste Performance durch Szenario 2, aufgrund des hohen Anteils an intensiver Begrünung zusätzlich zum extensiven Grün-PV-Dach. Mehr als das doppelte Retentionspotential von Niederschlagswässern im Vergleich zu Szenario 3.

Ökologie



Szenario 2 erzielt ein hohes CO2 Bindungspotential durch die intensiven Gründachflächen. Das PV Potential ist bei **Szenario 1** und **Szenario 3** sehr hoch.

Ökonomie



- Potential an Einsparung durch PV Produktion (Szenario 1 & 3)
- Höhere Betriebskosten durch Wartung und Instandhaltung von Grünflächen und PV-Anlagen
- Keine bis geringe Kosten für die Bewässerung (Niederschlagsabhängig)

Ökonomische Übersicht
€/Jahr



■ Betriebskosten der Komponenten
 ■ Kosten für Bewässerung (Trinkwasser)
 ■ Einsparungspotential PV
 ■ PV Gewinne
 ■ Einsparungspotential durch Grauwasseraufbereitung

Szenario 1

Ökonomische Übersicht
€/Jahr



■ Betriebskosten der Komponenten
 ■ Kosten für Bewässerung (Trinkwasser)
 ■ Einsparungspotential PV
 ■ PV Gewinne
 ■ Einsparungspotential durch Grauwasseraufbereitung

Szenario 2

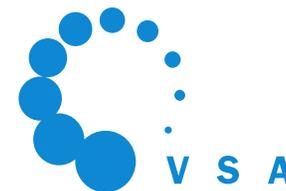
Ökonomische Übersicht
€/Jahr



■ Betriebskosten der Komponenten
 ■ Kosten für Bewässerung (Trinkwasser)
 ■ Einsparungspotential PV
 ■ PV Gewinne
 ■ Einsparungspotential durch Grauwasseraufbereitung

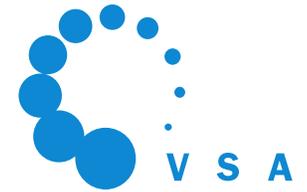
Szenario 3

Ökonomie



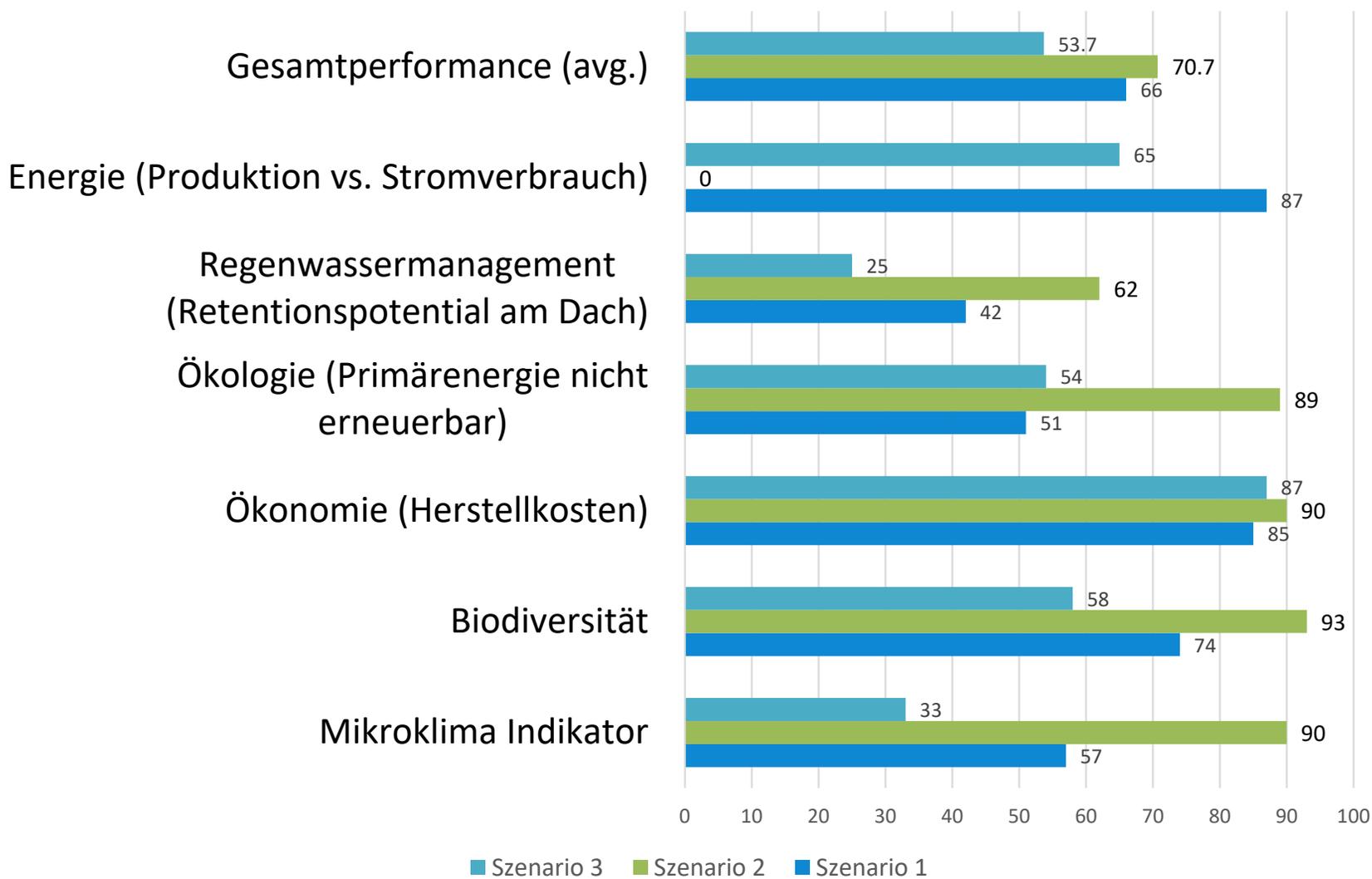
| | Obenauf | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|--|---------|----------------|----------------|----------------|
| Herstellkosten (gesamt, €) | | 85.755,4€ | 64.033,7€ | 78.960€ |
| Einsparungspotential durch PV Produktion | | 2.256 | 0 | 1.688 |
| Erträge durch PV Einspeisung | | 1.603 | 0 | 1.200 |
| Einsparungspotential durch Grauwasseraufbereitung | | 0 | 2.135 | 0 |
| Betriebskosten Komponenten | | 1.742€ | 1.048€ | 1.720 |
| Ökonomie Performance [Herstellkosten] | | <u>85%</u> | <u>90%</u> | <u>87%</u> |
| potentielle Mehr-Weniger Rechnung [jährlich] | | <u>+2.117€</u> | <u>+1.087€</u> | <u>+1.168€</u> |

Performance Übersicht Gesamt



| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|--|------------|--------------|--------------|
| Mikroklima Indikator | 57 | 90 | 33 |
| Biodiversität | 74 | 93 | 58 |
| Ökonomie (Herstellkosten) | 85 | 90 | 87 |
| Ökologie (Primärenergie nicht erneuerbar) | 51 | 89 | 54 |
| Regenwassermanagement (Retentionspotential am Dach) | 42 | 62 | 25 |
| Energie (Produktion vs. Stromverbrauch) | 87 | 0 | 65 |
| Gesamtpformance (avg.) | <u>66%</u> | <u>70,7%</u> | <u>53,7%</u> |

Szenario 1 wird empfohlen, basierend auf der übergreifen hohen Bewertung und guten Balance zwischen den KPIs.





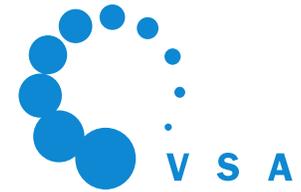
NaNu3 – ein Baustein, um Nutzungskonzepte von Flachdächern rasch und kostengünstig auf ihre Umsetzbarkeit zu prüfen.

Ausblick

- **Argumentationswerkzeug** für die öffentliche Hand bei der Durchsetzung urbanklimatischer Umsetzungsmaßnahmen
- **Modulare Kopplung** durch bereits vorgesehene **Schnittstellen**
- **Weitere Komponenten** des Gebäudes wie Fassaden oder auch die **Frei- und Grünflächen**
- Ausweitung auf **Baublock- bzw. Quartiersebene**
- **Export** für energetische und mikroklimatische **Simulationen**



NaNu3 Projektkonsortium & Förderung



- Stadt der Zukunft - 8. Ausschreibung
 - Ausschreibungsschwerpunkt 3 – Innovative Stadtbegrünungstechnologien
- 3.3 Demonstration innovativer Stadtbegrünungstechnologien

 **Bundesministerium**
Digitalisierung und
Wirtschaftsstandort

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



- Förderung- und Finanzierungsinstrument: Sondierung
- Projektlaufzeit: September 2021 - September 2022

Die FFG ist die zentrale nationale Förderorganisation und stärkt Österreichs Innovationskraft. Dieses Projekt wird aus Mitteln der FFG gefördert. www.ffg.at



Vielen Dank!



Theresa Fink, Paul Kinner, Martin Jung, Isabelle Haymerle