

# Ein Wasserflussdiagramm (WFD) für die Stadt Zürich

## Schlussbericht

Erstellt durch:

- Lukas Bouman, Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs (Eawag), [lukas.bouman@eawag.ch](mailto:lukas.bouman@eawag.ch) (neu [lukas.bouman@vsa.ch](mailto:lukas.bouman@vsa.ch))
- Dorothee Spuhler, Ostschweizer Faschhochschule (OST), [dorothee.spuhler@ost.ch](mailto:dorothee.spuhler@ost.ch)

Im Auftrag von:

- Stadt Zürich Entsorgung + Recycling Zürich (ERZ), Philipp Staufer, [Philipp.Staufer@zuerich.ch](mailto:Philipp.Staufer@zuerich.ch), Leiter Entwässerung

Beteiligte:

- Kari Franz Günter, ERZ, [Franz-Guenter.Kari@zuerich.ch](mailto:Franz-Guenter.Kari@zuerich.ch)

# Auftragsstellung

- Ziel dieses Auftrages war es, dass WFD in Zürich anzuwenden und die Methode weiterzuentwickeln, um den gesamten Niederschlag innerhalb der Systemgrenzen für Zürich abzubilden.
- **Resultate:**
  - Vier Wasserflussdiagramme für Zürich: i) Status quo, ii) Sommer, iii) Winter, iv) Szenario mit erhöhter technischer Versickerung
  - Weiterentwickelte WFD-Methode, in welcher der gesamte Niederschlag berücksichtigt wird
  - Erkenntnisse zum Potential dieses Instrumentes als (1) internes Planungstool und (2) Kommunikationstool für Laien
- Die Wasserflussdiagramme gehören der Öffentlichkeit (Creative Commons Attribution 4.0).
- Der vorliegende Bericht wurde der Stadt Zürich im April 2024 übergeben.

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Hintergrund

- 1.1 Entstehung des WFD
- 1.2 Methode des WFD
- 1.3 Ziele des WFD

## 2. Erarbeitung und Resultate

- 2.1 Systembilder
- 2.2 Datengrundlage: Gemessen vs. berechnet
- 2.3 Referenzen
- 2.4 WFD Zürich: Status quo

## 3. WFD Szenarien

- 3.1 15% technische Versickerung versiegelte Flächen
- 3.2 Sommer- und Winterdiagramm

## 4. Abschluss und Ausblick

## 5. Dazugehörige Excel Dateien

# 1. Hintergrund

# 1.1 Entstehung des WFD

- Das WFD als Instrument wurde von der Eawag in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) und dem Hilfswerk der Evangelisch-reformierten Kirche (HEKS) entwickelt.
- Die erste Anwendungsrounde fokussierte auf Bern und den globalen Süden.
- Seit 2023 sind auch Anwendungen in der Schweiz in Bearbeitung, wie zum Beispiel in Lausanne und St. Gallen.
- Alle Anwendungen sowie die Methode sind hier dokumentiert: [www.sandec.ch/wfd](http://www.sandec.ch/wfd)
- Für das ERZ wurde das WFD weiterentwickelt: Neu wird der gesamte Niederschlag innerhalb der Systemgrenzen berücksichtigt. So können die für die Siedlungsentwässerung relevanten Flüsse vollständiger abgebildet werden.

## 1.2 Methode des WFD

- Ein WFD bildet die jährliche Wasserbilanz einer Stadt in einer einfach verständlichen Grafik ab.
- Methode:
  - Das WFD ist ein Sankey-Diagramm: Es besteht aus Knotenpunkten (Nodes) die durch Flüsse (Flows) miteinander verbunden sind.
  - Die Breiten der Flows und Höhen der Nodes sind proportional zum Volumen ( $\text{m}^3/\text{Jahr}$ ).
  - Die Flüsse illustrieren die jährlichen Wasserflüsse.
  - Die Knotenpunkte repräsentieren Prozesse, Verwendungen oder Vorräte.
  - Sankey-Diagramme können basierend auf absoluten Daten zu Volumina, oder prozentual dargestellt werden.

# 1.3 Ziele des WFD

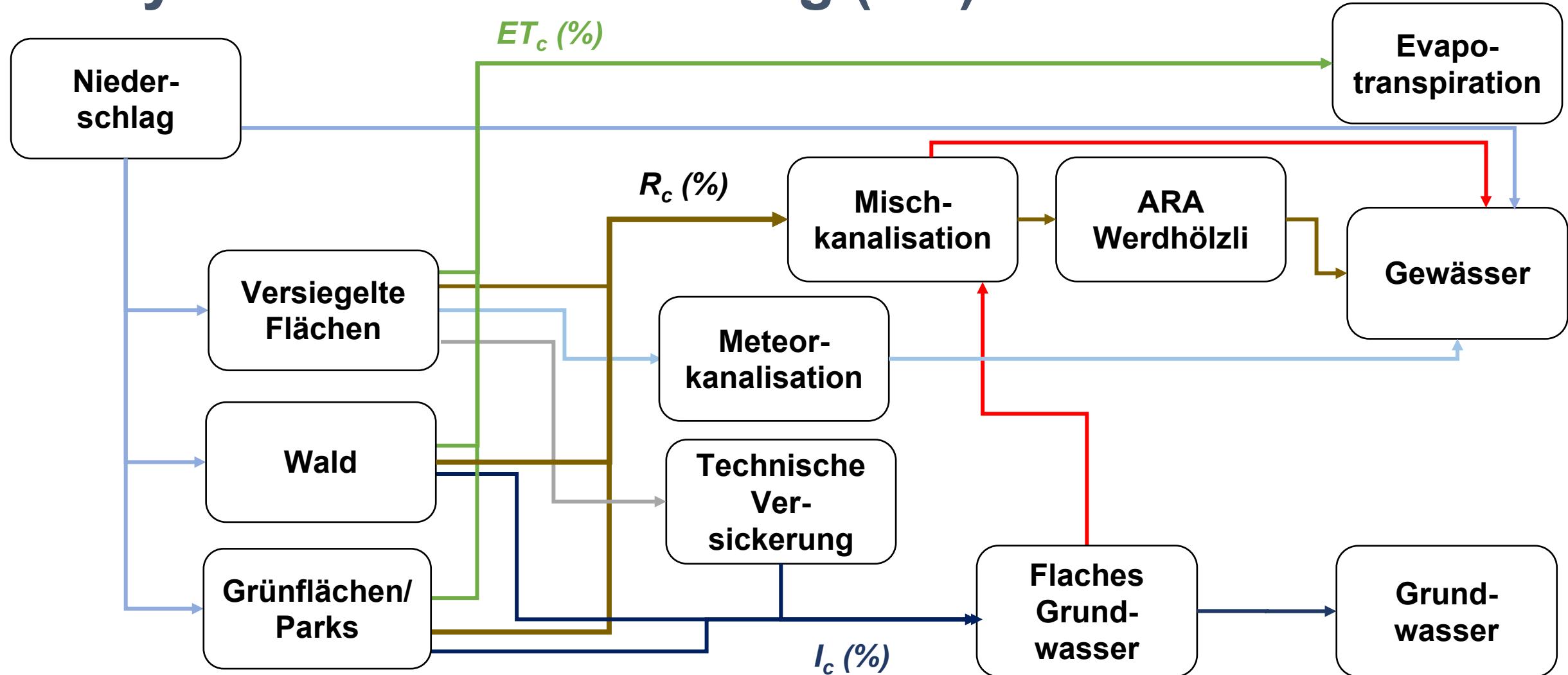
- Als Instrument für die Praxis ist das WFD zwar nicht sehr exakt, weist aber den Vorteil auf, dass es mit relativ geringem Aufwand erstellt werden kann und auch Aussagen gemacht werden können, ohne dass genau Daten vorhanden sind.
- Die 3 Hauptziele des WFDs sind:
  1. Das WFD macht den gesamten Wasserhaushalt einer Stadt sichtbar für ein breites Publikum. Es ist ein **Kommunikationsinstrument**, das für ein nachhaltiges Wassermanagement wirbt.
  2. Das WFD schafft eine gemeinsame **Diskussionsgrundlage** und vereinfacht damit den Dialog zwischen Verbrauchern, Versorgungsunternehmen und der Politik.
  3. Das WFD zeigt **Herausforderungen und Chancen auf**. Dies ermöglicht es Entscheidungsträgern auf ein gerechteres und widerstandsfähigeres Wassermanagement hinzuarbeiten.

## 2. Erarbeitung und Resultate

## 2.1 Systembilder

- Im WFD wurde bisher nur der Anteil des Niederschlags berücksichtigt, welcher direkt in die Kanalisation fliesst. In der neu entwickelten Methode wird der gesamte Niederschlag innerhalb der definierten Systemgrenzen berücksichtigt.
- Um das WFD Zürich zu erstellen, wurden zuerst zwei Systembilder erarbeitet:
  - Systembild Niederschlag
  - Systembild Trinkwasser
- Diese Systembilder definieren konzeptuell die Verbindungen zwischen Flows und Nodes
- Die Systembilder wurden im Dialog zwischen Experten Eawag/Ost sowie der ERZ erstellt. Punktuell wurden zusätzliche Expertenmeinungen intern an den jeweiligen Institutionen eingeholt.
- Die Erstellung der Systembilder führte zu einem besseren Verständnis der Situation.
- Zudem kann die so erarbeitete Methode zur Darstellung des Niederschlagsanteil auch zukünftig in anderen Städten angewendet werden.

# Systembild Niederschlag (1/3)



$ET_c, R_c, I_c$ : Koeffizienten, siehe S. 12

# Systembild Niederschlag (2/3)

- Die Wasserbilanz für den Niederschlag wird wie folgt definiert:

$$P = ET + R + I$$

- P: Regen, ET: Evapotranspiration, R: Oberflächenabfluss und I: Infiltration
- Der Niederschlag wird berechnet als das Volumen Niederschlag über der Fläche der Stadt Zürich: 872mm [1] \* 91.9 km<sup>2</sup> [2] = 80'136'800 m<sup>3</sup> (80.1 Mio m<sup>3</sup>/y)
- Drei Bodennutzungen sind relevant für den Niederschlag. Der Niederschlag wird grössenanteilmässig auf folgende Gebiete verteilt: [3]
  - Versiegelte Flächen: 35%
  - Wald: 24%
  - Grünflächen / Parks (= humusierte Fläche): 35%
  - Gewässer: 6% (Anmerkung: die Gewässer erscheinen nicht als Knoten am Anfang, sondern 6% des Gesamtniederschlages geht direkt ins Oberflächengewässer)

# Systembild Niederschlag (3/3)

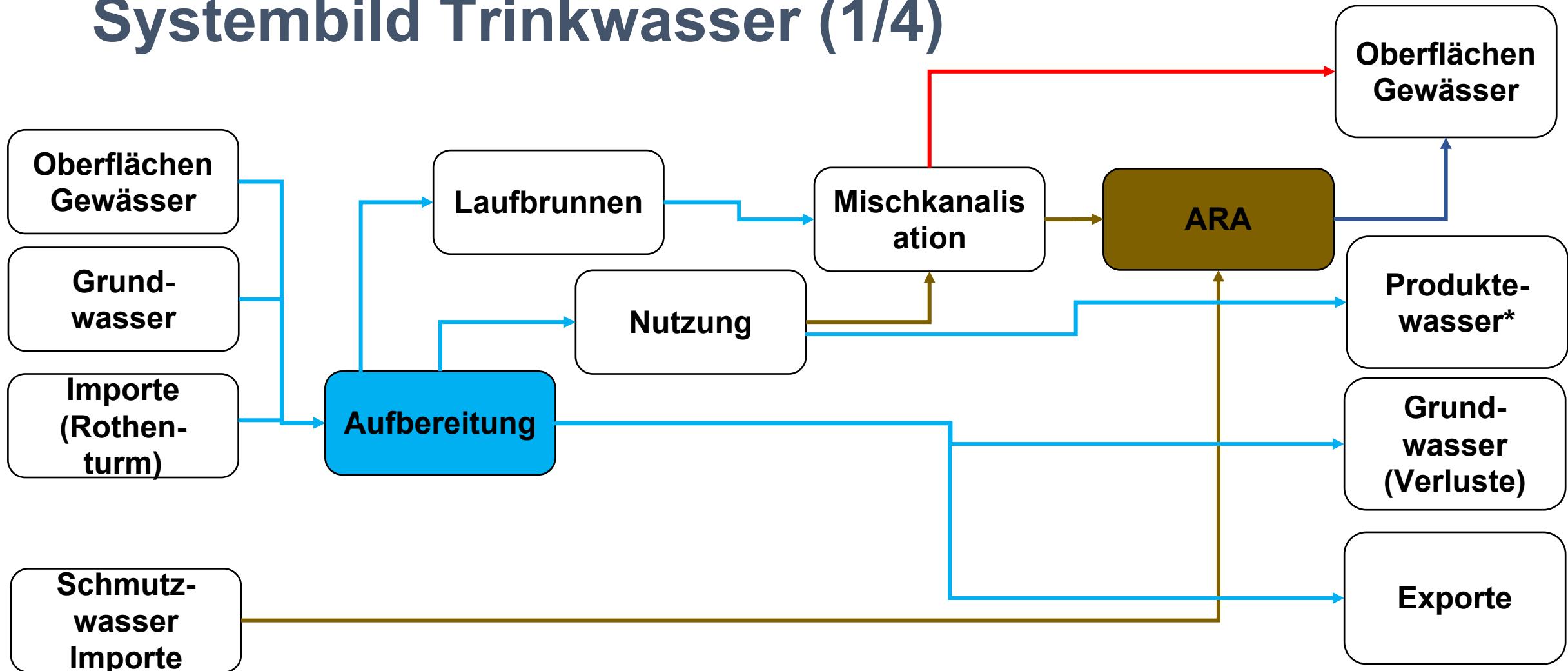
- Für jeden der drei Bodentypen, müssen die Koeffizienten für  $ET_c$ ,  $R_c$ , und  $I_c$  bestimmt werden. Diese entscheiden wieviel Wasser wohin weiter fliesst. Die Summe der Koeffizienten muss zwingend 100% sein.

	Versiegelte Flächen	Technische Versickerung	Wald	Grünflächen
$ET_c$	15%	0%	60%	55%
$R_c$	85%	0%	5%	5%
$I_c$	0%	100%	35%	40%
Referenz	Annahme 85% ist Runoff [4, 5, 6] davon 2% technische Versickerung [8], 15% ET	NA	[5, 7], 60% Schätzung g. Dr. M. Floriancic [9]	[5, 7]

Wobei:

- $ET_c$ : Anteil, welcher evapotranspiriert
- $R_c$ : Anteil, welcher direkt abfliesst, 75% in die Mischkanalisation, 25% in die Meteorkanalisation [8]
- $I_c$ : Anteil, welcher ins flache Grundwasser versickert. Davon versickern 30% weiter ins Tiefengrundwasser und 70% fliessen in die Mischkanalisation (Modellannahme)

# Systembild Trinkwasser (1/4)



\* Wasser, welches nach der Nutzung nicht in die Kanalisation fliesst  
(Getränkeindustrie, Hallenbäder, Bäckereien, Bewässerung ...)

# Systembild Trinkwasser (2/4)

- Total wird **56.1** mio m<sup>3</sup>/y Trinkwasser aufbereitet [10]
- Die Bilanz für den Knotenpunkt **Aufbereitung** stellt sich aus drei Input Knotenpunkten und vier Output Knotenpunkten zusammen.

Input	Mio m <sup>3</sup> /y	%	Ref.
Oberflächenwasser	38.0	68%	[10]
Grundwasser	13.5	24%	[10]
Importiertes Quellwasser	4.6	8%	[10]
<b>Total</b>	<b>56.1</b>		

Output	Mio m <sup>3</sup> /y	%	Ref.
Konsumenten	37.0	66%	[11]
Exporte	15.3	27%	[10]
Brunnenwasser	1.5	3%	[11]
Verluste	2.3	4%	[11]
<b>Total</b>	<b>56.1</b>		

# Systembild Trinkwasser (3/4)

- In der **Mischkanalisation** treffen die beiden Systembilder „Niederschlag“ und „Trinkwasser“ aufeinander.
- Die Wasserbilanz für die Mischkanalisation besteht aus sieben Input-Flüssen und zwei Output-Flüssen zusammen:
  - Inputs: Regenwasserabfluss aus versiegelten Flächen, Wald und Grünflächen; Schmutzwasser und importiertes Schmutzwasser; Fremdwasser aus Laufbrunnen und flachem Grundwasser
  - Outputs: Mischwasserentlastung, ARA Werdhözli (Kläranlage)
- Das Gesamtvolumen in der Mischkanalisation beträgt laut WFD fürs Jahr 2022 74 Mio m<sup>3</sup>/y. Es setzt sich zusammen aus 27% Regenwasser, 54% Schmutzwasser und 19% Fremdwasser. Bei Trockenwetter ist die Verteilung 73% Schmutzwasser und 27% Fremdwasser.

# Systembild Trinkwasser (4/4)

Inputs	Mio m3/y	%	Ref
Regenwasserabfluss versiegelte Flächen	17.5	24%	*
Regenwasserabfluss Wald	0.9	1%	*
Regenwasserabfluss Grünflächen	1.4	2%	*
Schmutzwasser	35.2	48%	**
Importiertes Schmutzwasser	4.5	6%	[12]
Brunnenwasser	1.5	2%	[11]
flaches Grundwasser	13.0	17%	*

Output	Mio m3/y	%	Ref
Mischwasser-entlastung	8.0	11%	10% vom Niederschlag *
Kläranlage	66.0	89%	[13]

\* Berechnet anhand Koeffizienten  $Et_c$ ,  $I_c$  und  $R_c$  (S. 11-12)

\*\* Annahme: 1.8 Mio m3/y der Konsumenten fliessen nicht in die Mischkanalisation sondern werden «verbraucht» in Produktewasser (vergleiche «Systembild Trinkwasser»)

Input Summen	Mio m3/y	%	Trockenwetter
Regenwasser	19.8	27%	-
Schmutzwasser	39.7	54%	73%
Fremdwasser	14.5	19%	27%

\* Laut Schlussbericht LZ [14] wurden in den Jahren 2002-2010 durchschnittlich 10% des gesamten Niederschlags ohne Behandlung entlastet. Für 2022 nehmen wir den gleichen Anteil an, 10% von 80.1 Mio m3/y Niederschlag.

## 2.2 Datengrundlage: Gemessen vs. Berechnet

Die Datengrundlage für die verschiedenen Flüsse und Knotenpunkte unterscheiden sich.

- i) Fixpunkte: gemessene, zuverlässige Daten,
- ii) Berechnet mit Koeffizienten (siehe S. 12),
- iii) Bilanziert mit Summe der In- und Outputs,
- iv) Geschätzt

Fixpunkte (Gemessen)	Berechnet anhand Koeffizienten	Bilanziert	Geschätzt
Niederschlag	Versiegelte Flächen	Meteor- und Mischkanalisation	Technische Versickerung (2% der versiegelten Fläche [8])
Trinkwasser Aufbereitung (inkl. Quellen)	Wald	Trinkwasser Nutzung	Mischwasserentlastung (10% des Niederschlags (S. 16 [14]))
ARA Werdhölzli	Grünflächen	Oberflächenwasser	
Trinkwasser und Abwasser Importe	Flaches Grundwasser	Grundwasser	
Verluste	Evapotranspiration	Produktewasser*	
Trinkwasserausporte			

\* Produktewasser ist Wasser, welches nach der Nutzung nicht in die Mischkanalisation fliesst (siehe S. 13). Es wurde bilanziert durch die Summe aller Flüsse in die Mischkanalisation ohne die Kategorie Produktewasser (= alles Wasser der Konsumenten fliesst in die Mischkanalisation, → 75.8 mio m<sup>3</sup>/y) minus der Mischwasserentlastung (8 mio m<sup>3</sup>/y) und der in der ARA Werdhölzli gemessenen behandelten Menge (66 Mio m<sup>3</sup>/y).

# Weitere Annahmen

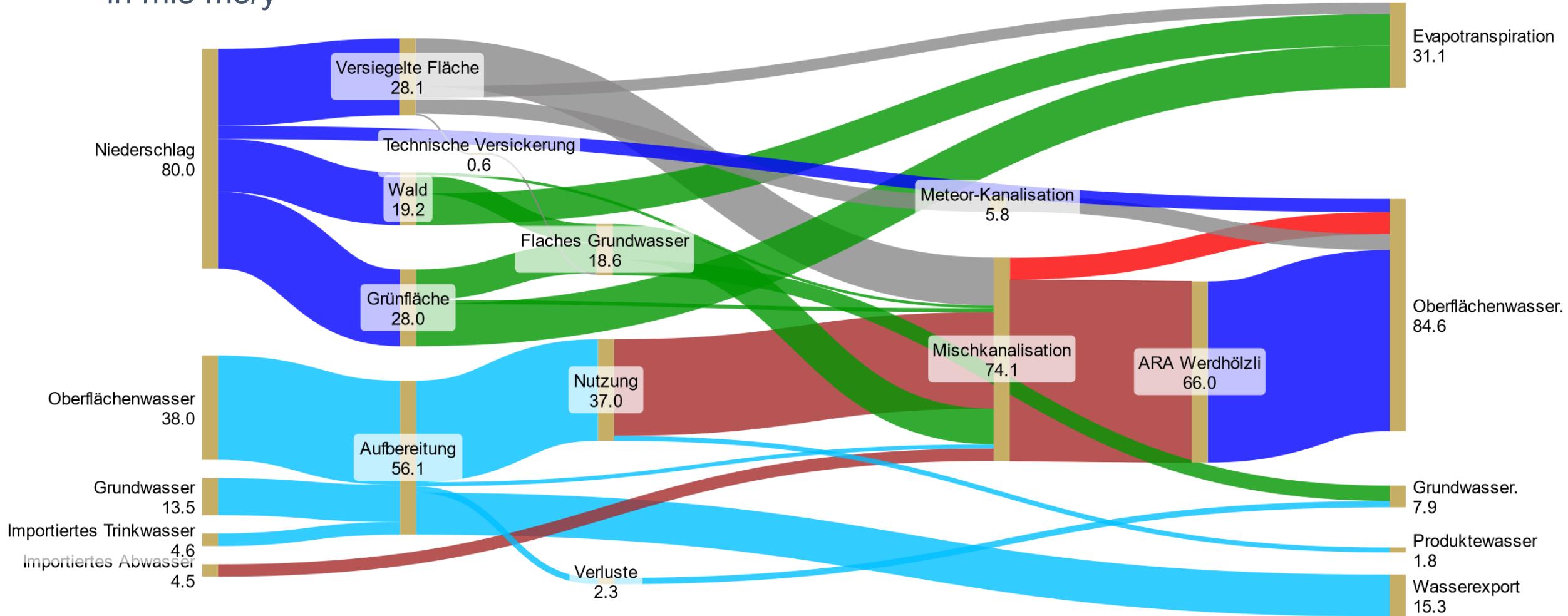
- Keine Exfiltration von Kanalnetzen
- 100% technische Versickerung fliesst ins flache Grundwasser
- Kein Austausch zwischen flachem Grundwasser und Oberflächengewässer
- Evapotranspiration am Anfang nach Oberfläche definiert, keine Rückkopplungen mehr danach (z.B. ET aus flachem Grundwasser)

## 2.3 Referenzen

- [1] MeteoSchweiz, Daten der Station Zürich Fluntern ([IDAweb](#))
- [2] Stadt Zürich, „Zürich in Zahlen“ [https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet\\_der\\_stadt\\_zuerich/zuerich\\_in\\_zahlen.html](https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/portraet_der_stadt_zuerich/zuerich_in_zahlen.html)
- [3] Zurich Open Data, „Bodenutzung und Grundeigentum in der Stadt Zürich seit 2009“, [https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/bau\\_stadtgebiet\\_bodenutzung\\_grundeigentum\\_quartier\\_seit2009\\_od6120](https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/bau_stadtgebiet_bodenutzung_grundeigentum_quartier_seit2009_od6120)
- [4] McCuen et al. (2017), “Hydrologic Analysis and Design, 4th edition” □ Curve number values
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA), DWA 102-4 & DWA M153
- [6] Guyer (2006), „Siedlungswasserwirtschaft – 3. bearbeitete Auflage“
- [7] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), <https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/a66-wasserverbrauch-von-waeldern.pdf>
- [8] Persönliche Kommunikation P. Staufer (ERZ)
- [9] Persönliche Kommunikation Prof. M. Floriancic (ETHZ)
- [10] Geschäftsbericht Wasserversorgung Zürich, 2022
- [11] Wasserbilanz 2022, XLS Dokument , zur Verfügung gestellt der Wasserversorgung Zürich
- [12] Persönliche Kommunikation F: Kari (ERZ)
- [13] ERZ Tätigkeitsbericht 2022
- [14] Schlussbericht LZ 2013
- [15] Hydrodaten, Limmat 2022, [https://www.hydrodaten.admin.ch/documents/Jahrestabellen/2099Q\\_22.pdf](https://www.hydrodaten.admin.ch/documents/Jahrestabellen/2099Q_22.pdf)
- [16] The Hydrology of Switzerland: Selected aspects and results, [https://scnat.ch/en/uuid/i/a122cfa5-aba4-56c4-bc56-f79d0139f936-The\\_Hydrology\\_of\\_Switzerland](https://scnat.ch/en/uuid/i/a122cfa5-aba4-56c4-bc56-f79d0139f936-The_Hydrology_of_Switzerland)

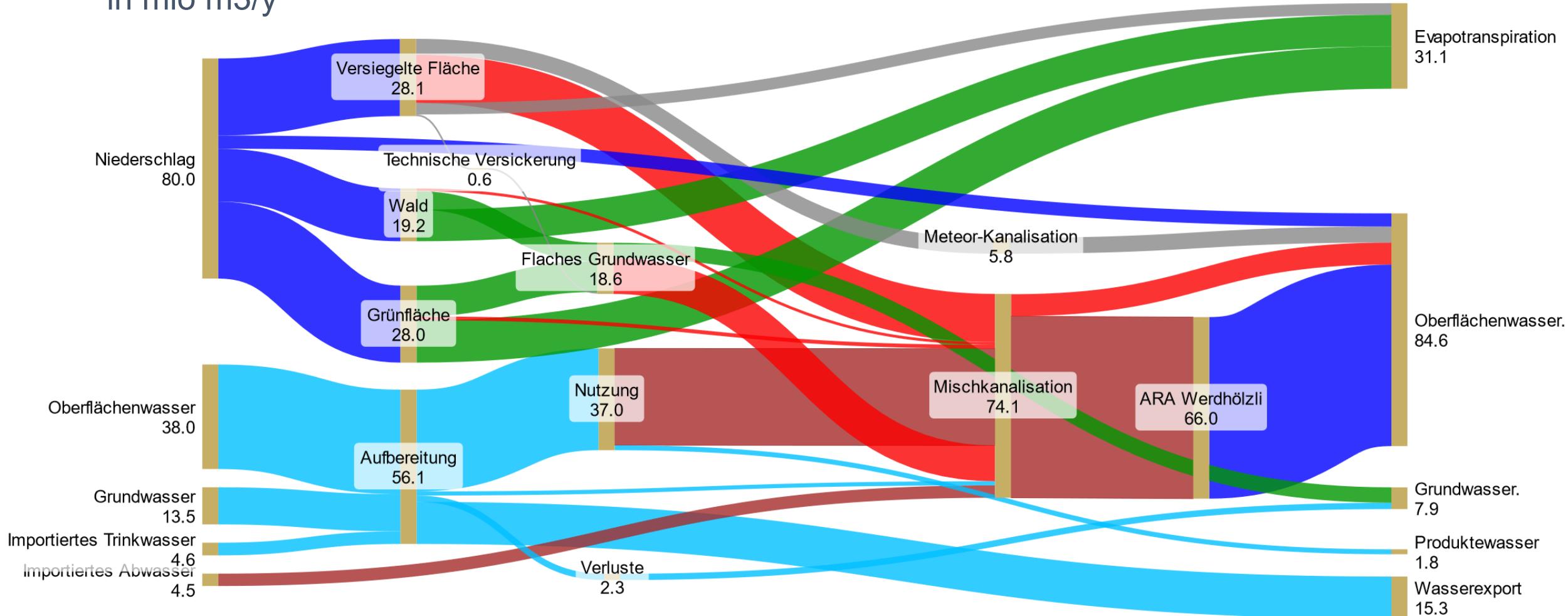
## 2.4 Wasserflussdiagramm Status-quo

in mio m<sup>3</sup>/y



## 2.4 WFD Status-quo → Fremdwasser rot

in mio m<sup>3</sup>/y



# Wasserflussdiagramm Status-quo – FAZIT (1)

- Die Wasserbilanz besteht zu 58 % (80.1 Mio m<sup>3</sup>/y) aus Regenwasser und 42 % aus Trinkwasser (56 Mio m<sup>3</sup>/y).
- 32.8 Mio m<sup>3</sup>/y (44% des Wassers in der Mischkanalisation) stammt ursprünglich aus Niederschlägen und wird entweder direkt eingeleitet (19.8 Mio m<sup>3</sup>/y , 27%) oder zuerst versickert und gelangt via flaches Grundwasser in die Mischkanalisation (13 Mio m<sup>3</sup>/y , 17%).
- 19.8 Mio m<sup>3</sup>/y und 32.8 Mio m<sup>3</sup>/y entsprechen 24%, bzw. 41% des Gesamtniederschlages.
- Die berechneten Mischwasserentlastung wurde als 10% des Gesamtniederschlages geschätzt und beträgt 8%.
- 22% (31.1 Mio m<sup>3</sup>/y) der Wasserbilanz geht in die Evapotranspiration. 60% (84.6 Mio m<sup>3</sup>/y) fliesst ins Oberflächengewässer, 6% (7.9 Mio m<sup>3</sup>/y) ins Grundwasser, 1% (1.8 Mio m<sup>3</sup>/y) in Produktewasser und 11% (15.3 Mio m<sup>3</sup>/y) wird exportiert.

# FAZIT (2)

- Somit fliesst mehr als doppelt so viel Wasser zurück ins Oberflächenwasser (83.53 Mio m<sup>3</sup>/y) als entnommen wurde (38 Mio m<sup>3</sup>/y). Die zurückgeföhrte Menge entspricht ca. 3.5% des Abflusses der Limmat im Jahr 2022 (2'335 mio m<sup>3</sup>/y im Jahr [15]). Dem Grundwasser wird ca. doppelt so viel entnommen als zurückgeführt wird. Ebenfalls ist das jedoch ein proportional kleines Volumen gegenüber dem Gesamtgrundwasserflusses.
- Die Modellannahme, dass 30% des flachen Grundwassers ins tiefe Grundwasser infiltriert und 70% in die Mischkanalisation gelangt (siehe S.12) beruht auf einer Schätzung und hat keine Datengrundlage. Sie beeinflusst jedoch den Anteil Fremdwasser in der Mischkanalisation stark!

# 3. WFD Szenarien

## 3.1 Szenario 1: Technische Versickerung wird 15% erhöht

- Somit wird  $15-2=13\%$  mehr Regen infiltriert.
- Es wird angenommen, dass sich die verminderte Regenmenge in der Mischkanalisation direkt auf den CSO auswirkt.
- Diese direkte Wirkung ignoriert, dass CSO nur an Starkregenevent erfolgt und sich deshalb sehr dynamisch verhalten kann.

# 3.1 Szenario 1: Technische Versickerung wird 15% erhöht

Berechnung der Auswirkung auf CSO analytisch - Grundlagen

## Status quo

Regenwasser technische Versickerung Status Quo	2.00%	Aussage P. Stauffer	Status quo
Versiegelte Flächen	35.00%	Quelle: Open Data Zürich	Berechnet
Anteil Regen der technisch versickert wird Status quo	0.70%	Berechnet	Resultat
Jährlicher Regen	80.00	Mio m <sup>3</sup>	
Regenwasser technische Versickerung Status Quo	<u>0.56</u>	<u>Mio m<sup>3</sup></u>	

## Szenario 1

Regenwasser technische Versickerung Scenario 1	15.00%	des Regenwassers welches auf versiegelte Flächen fällt
Anteil Regen der technisch versickert wird Szenario 1	5.25%	
	<u>4.20</u>	<u>Mio m<sup>3</sup></u>
Zusätzlich infiltriertes Regenwasser (Szenario 1 - Status quo)	4.55%	
Zusätzlich infiltriertes Regenwasser (Szenario 1 - Status quo)	<u>3.64</u>	<u>Mio m<sup>3</sup></u>
Technische Versickerung outflows	100.00%	Flaches Grundwasser
Flaches Grundwasser outflow	70.00%	Mischkanalisation
Flaches Grundwasser outflow	30.00%	Tiefes Grundwasser (Schätzung, ungenau!)

# 3.1 Szenario 1: Technische Versickerung wird 15% erhöht

Berechnung der Auswirkung auf CSO analytisch – Varianten 1 + 2

## Auswirkung auf CSO Variante 1

Regenwasser technische Versickerung Scenario 1 - Tiefes Grundwasser	<u>1.37%</u>	Verminderung Jährlicher Regen der zum CSO beiträgt
Regenwasser technische Versickerung Scenario 1 - Tiefes Grundwasser	<u>1.09</u>	Mio m <sup>3</sup>
Annahme CSO 10% vom Regenwasser Status quo	8.00	Mio m <sup>3</sup>
CSO scenario 15%	6.91	Mio m <sup>3</sup> , angenommen das die erhöhte Versickerung zu einer direkten Verringerung des CSO führt
	13.65%	CSO Reduktion
	8.64%	Anstatt 10% des Regenfalls CSO haben wir 8.64%

## Auswirkung auf CSO Variante 2

Verminderung Jährlicher Regen der zum CSO beiträgt	1.37%	
Jährlicher Regen der zum CSO beiträgt	78.91	Mio m <sup>3</sup>
Annahme CSO 10% vom Regenwasser Status quo	8.00	Mio m <sup>3</sup>
CSO scenario 15%	7.89	Mio m <sup>3</sup>
	1.36%	CSO Reduktion
	9.86%	Anstatt 10% des Regenfalls CSO haben wir 8.64%

# 3.1 Szenario 1: Technische Versickerung wird 15% erhöht

## Berechnung der Auswirkung auf CSO – Varianten 3

### Auswirkung auf CSO Variante 3 (Vergleich Fehraltorf)

Porous pavement area max potential in Fehraltorf

Total sewer catchment area Fehraltorf

Percentage of the total potential new infiltration from sealed surfaces

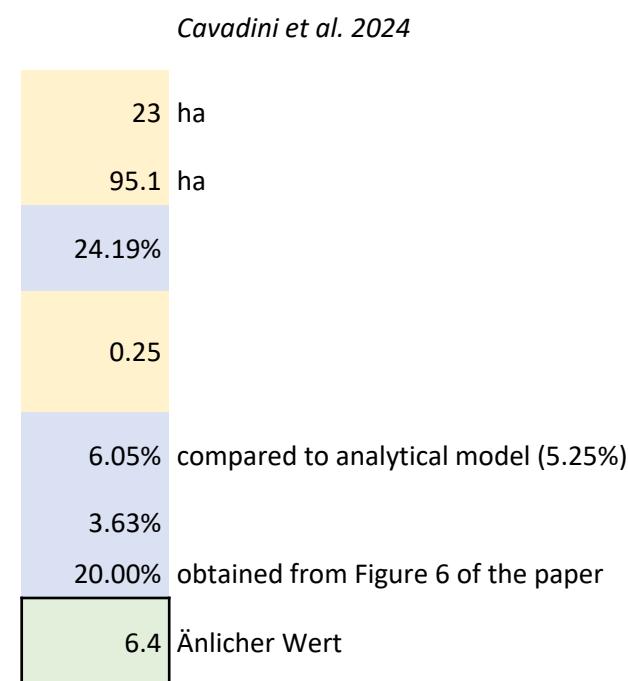
25% of the total available surface for porous pavement is implemented (from sealed surface to pervious)

New stormwater infiltration in the sewer catchment

Scaled for 15% infiltration instead of 24

PP CSO reduction of the 25% scenario

Stormwater volume in Mischkanalisation Zürich considering the 20% reduction



Connecting Blue-Green Infrastructure Elements to reduce Combined Sewer Overflows

Giovan Battista Cavadini<sup>1</sup>, Mayra Rodriguez and Lauren M. Cook – 2024

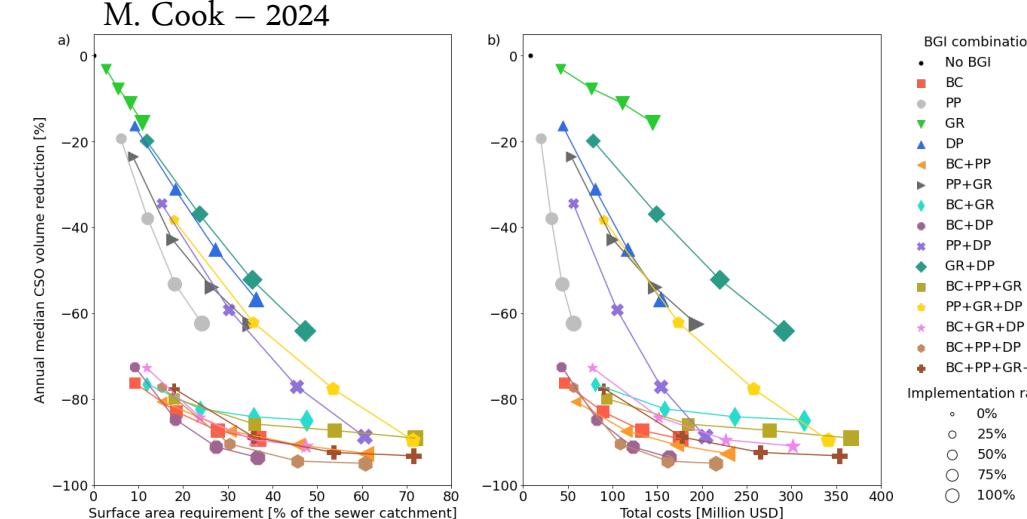
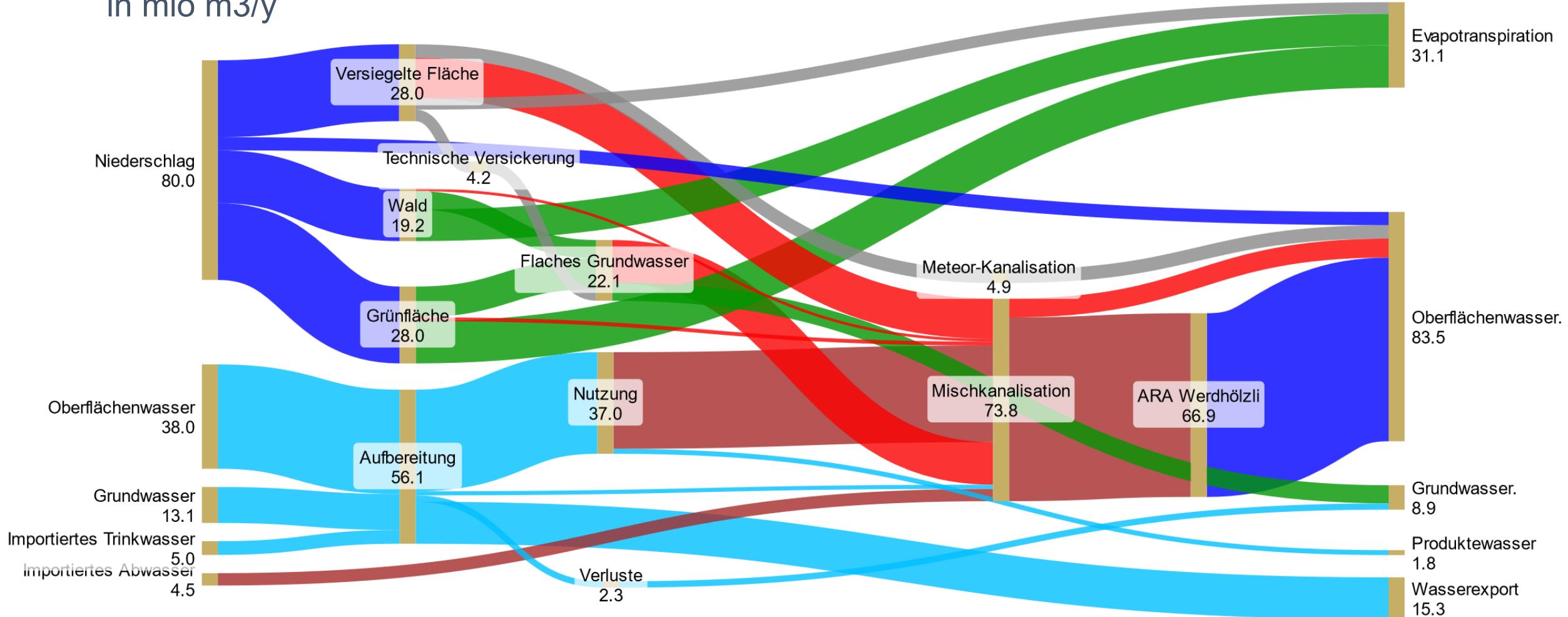


Fig. 6: Median CSO volume reduction plotted against (a) the BGI surface requirement and (b) the total costs of the scenario

# 3.1 WFD Szenario 15% → Fremdwasser rot

in mio m<sup>3</sup>/y

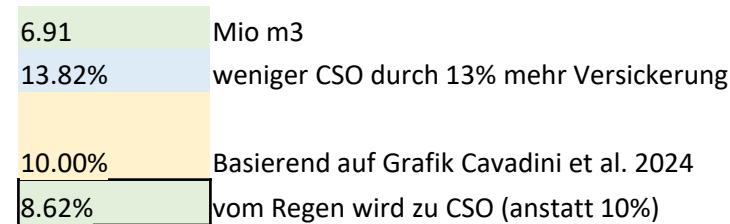


# 3.1 Szenario 1: Technische Versickerung wird 15% erhöht

## Fazit

### Fazit

Erwarteter CSO mit 15% technische Versickerung Variante 1



Erwarte CSO Reduktion

Für ca 13% mehr technische Versickerung durch PP bräucht  
man Mehrfläche von

- Wiederum hat die Aufteilung des flachen Grundwassers auf Mischkanalisation und tiefes Grundwasser einen grossen Einfluss auf die Zusammensetzung in der Mischkanalisation.
- Würden z.B. nur 50% statt 70% des flachen Grundwassers in die Mischkanalisation fliessen, wäre das Volumen in der Mischkanalisation 69.4 Mio m<sup>3</sup>/y anstatt 73.8 Mio m<sup>3</sup>/y und die Mischwasserentlastung 6.5 Mio m<sup>3</sup>/y statt 6.91 Mio m<sup>3</sup>/y .

## 3.2 Sommer (Apr-Sep) vs. Winter (Okt-Mär)

- Regen: Sommer: 48 mio m<sup>3</sup>, Winter: 32 mio m<sup>3</sup>
- Annahmen:
  - ET Wald (11.5): Sommer 77% (8.9), Winter 23% (2.6) [16]
  - ET Grünflächen (15.4): Sommer 88% (13.6), Winter 12% (1.8) [16]
  - CSO: 10% des Niederschlags
  - Schätzung Trinkwasserverbrauch: Sommer 30, Winter 26 mio m<sup>3</sup>

## Abschätzung

ET Grünflächen pro Jahr: 15.4 mio m<sup>3</sup>/y

Sommer: 15 Felder (88%) => 13.6 mio m<sup>3</sup>/y

Winter: 2 Felder (12%) => 1.8 mio m<sup>3</sup>/y

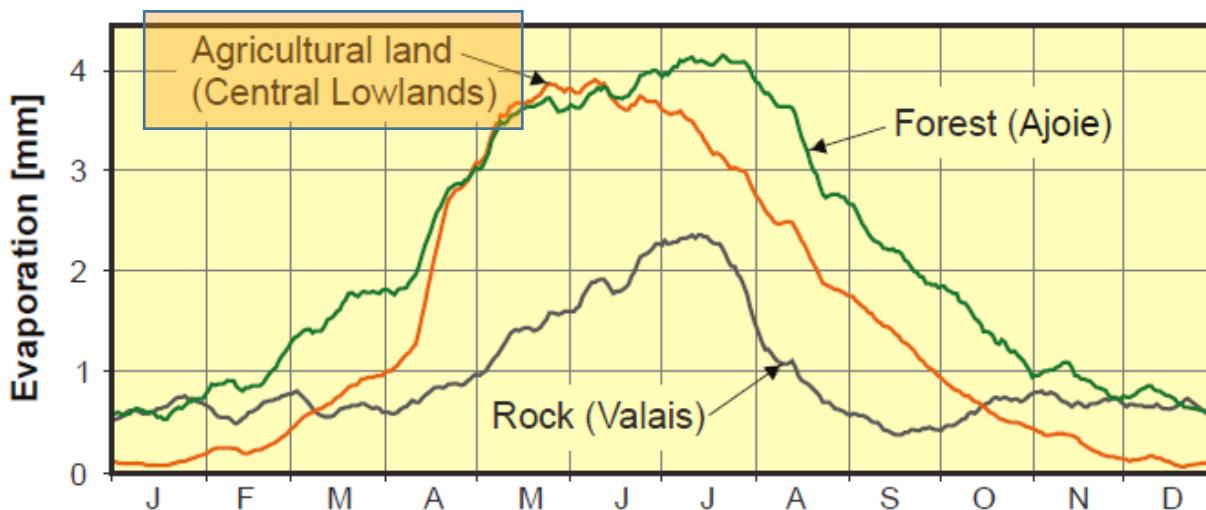


Fig. 4-10: Examples of mean daily evaporation from varying surfaces (after MENZEL et al. 1999).

## Abschätzung

ET Wald pro Jahr: 11.5 mio m<sup>3</sup>/y

Sommer: 15 ¾ Felder (77%) => 8.9 mio m<sup>3</sup>/y

Winter: 4 ¾ Felder (23%) => 2.6 mio m<sup>3</sup>/y

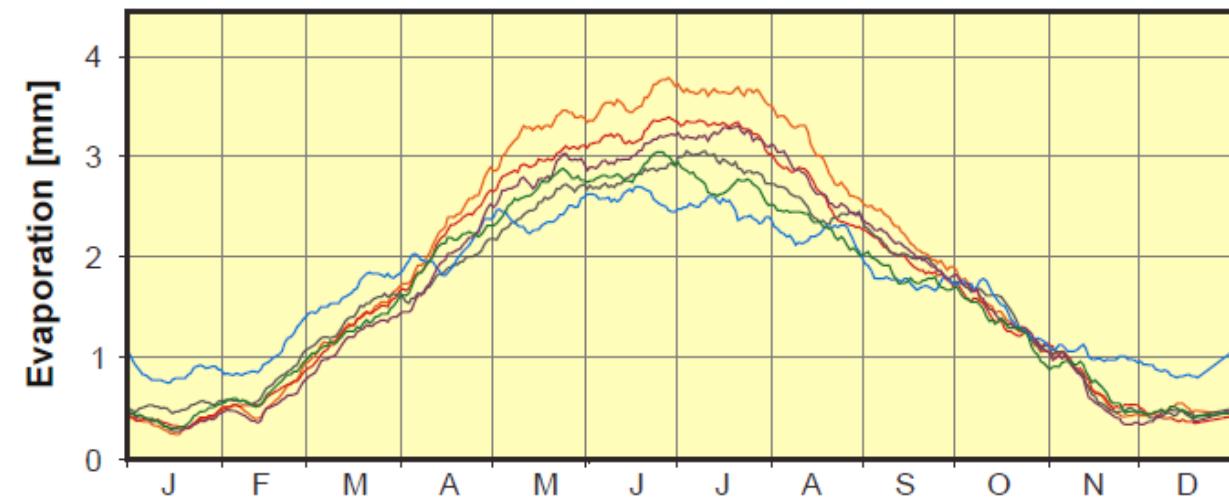
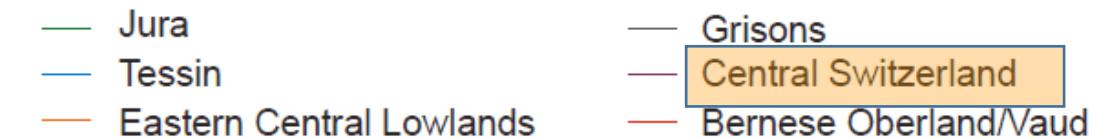
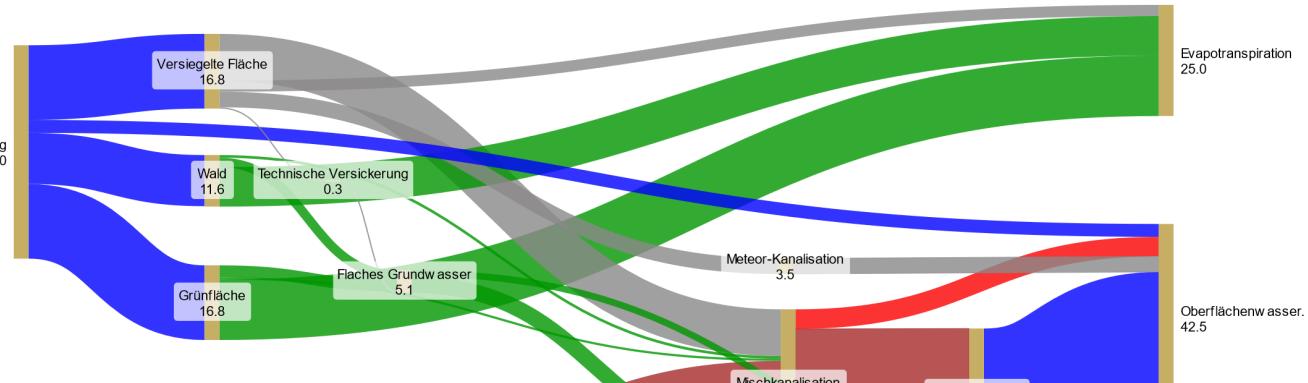


Fig. 4-12: Mean daily evaporation from forested areas (altitude 800 to 1000 m) in various regions (1973–1992) (after MENZEL et al. 1999).

Ref: [16] The Hydrology of Switzerland: Selected aspects and results



Sommer:

Niederschlag: 48 mio m<sup>3</sup> (tatsächlich)

Wald: ET<sub>c</sub>: 77%, R<sub>c</sub>: 5%, I<sub>c</sub>: 18%

Grünflächen: ET<sub>c</sub>: 81%, R<sub>c</sub>: 3%, I<sub>c</sub>: 16%

CSO/Mischwasserkanalisation: 12%

Trinkwasser: 30 mio m<sup>3</sup> (Schätzung)



Winter:

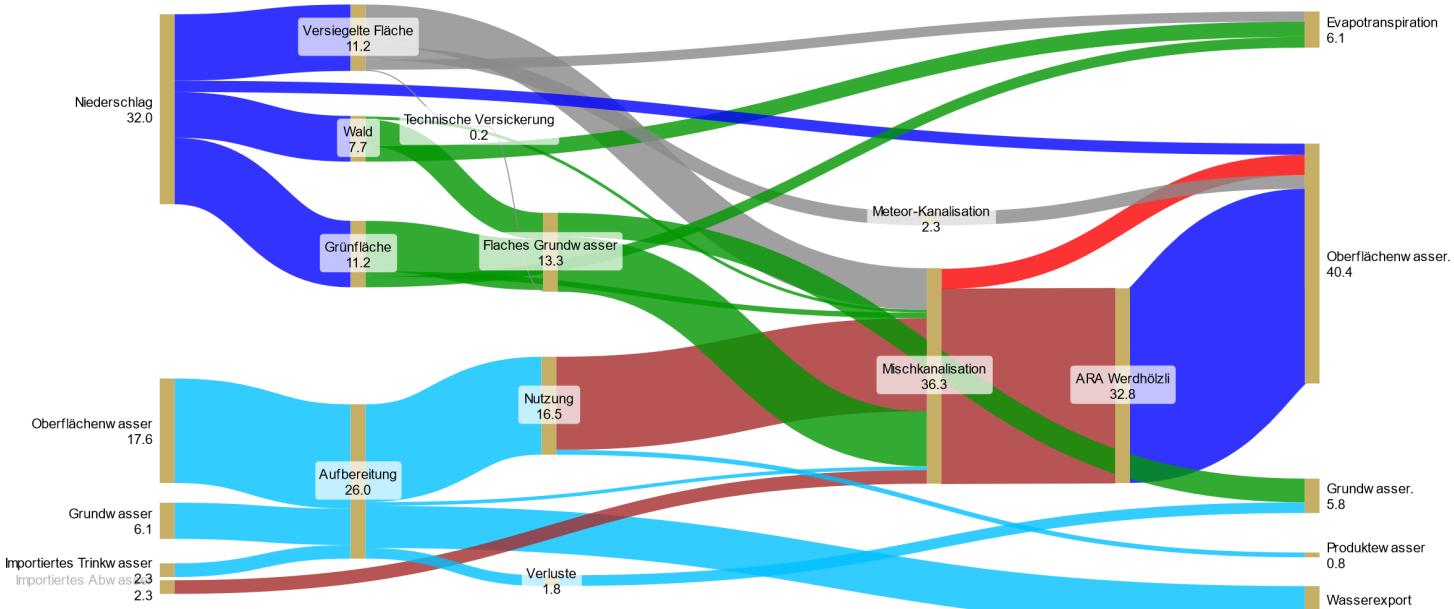
Niederschlag: 32 mio m<sup>3</sup> (tatsächlich)

Wald: ET<sub>c</sub>: 34%, R<sub>c</sub>: 7%, I<sub>c</sub>: 59%

Grünflächen: ET<sub>c</sub>: 16%, R<sub>c</sub>: 8%, I<sub>c</sub>: 76%

CSO/Mischwasserkanalisation: 9%

Trinkwasser 26 mio m<sup>3</sup> (Schätzung)



## 3.2 Fazit Sommer-Winter Betrachtung

- Die Evapotranspiration ist im Sommer 4x höher als im Winter
- Der CSO ist im Sommer höher als im Winter. Sommer: 4.8 mio m<sup>3</sup>, oder 12% der Mischwasserkanalisation, Winter: 3.2 mio m<sup>3</sup> oder 9% der Mischwasserkanalisation
- Die Diagramme könnte einfach verbessert werden, wenn die tatsächlich gemessenen Volumina im Sommer-, bzw. Winterhalbjahr berücksichtigt würden für «Aufbereitetes Trinkwasser», «Aufbereitetes Abwasser», «Importe Trinkwasser/Abwasser» und «Exporte Trinkwasser». In der aktuellen Version wurden Schätzungen verwendet.

# 4. Abschluss und Ausblick

# Erkenntnisse 1: WFD als internes Planungstool

- Die Anwendung mit dem ERZ hat gezeigt, dass das WFD zu einem besseren gemeinsamen Verständnis der Daten der Entwässerung führen kann.
- In der Erarbeitung wurden auch Daten der Trinkwasserversorgung (WVZ) beigezogen. Dies ermöglichte einen Abgleich zwischen den Daten des ERZ und der WVZ und Zusammenhänge zu beschreiben.
- Die Zielgruppen der Anwendung sind somit:
  - Mitarbeiter Entwässern / Abwasser des ERZ
  - Leitung ERZ
  - Andere Abteilungen des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements (z.B. Grün Stadt Zürich) und anderen relevanten Departementen innerhalb der Stadt Zürich (z.B. Trinkwasserversorgung)
- Als internes Planungstool ermöglicht das WFD:
  - Besseres Verständnis
  - Aufzeigen von Potenzialen und Herausforderungen
  - Überwachung von Massnahmen (z.B. Schwammstadt)

# Erkenntnisse 2: WFD als Kommunikationsstool für Laien

- Das WFD der Stadt Zürich wurde den Kommunikationsverantwortlichen des ERZ sowie der Trinkwasserversorgung vorgestellt. Diese bestätigten das Potential als externes Kommunikationsmittel.
- Mögliche Zielgruppen für die externe Kommunikation:
  - Andere Departemente der Stadt Zürich (Industrielle Betriebe)
  - Politik
  - Bevölkerung der Stadt Zürich/Öffentlichkeit (z.B. BesucherInnen der Brunnenführung)
- Somit könnte das WFD einen Beitrag leisten zu:
  - Informieren der Bevölkerung
  - Dialog mit der Politik
  - Beitrag zur Idee „Blaubuch“ (P. Stauffer)

# Ausblick

- Das Diagramm kann laufend aktualisiert werden, falls genauere Daten vorhanden sind (z.B. für den Knotenpunkt „Produktewasser“, oder die Aufteilung des Knotenpunkts „Flaches Grundwasser“). Allenfalls können auch Mittelwerte über eine Periode (5-10y) verwendet werden.
- Das fertige Diagramm kann grafisch aufbereitet und mit den Kommunikationsabteilung geteilt werden.

Mögliche weiter Aktivitäten:

- Zusätzliche Szenarien (Gründächer, Bodenbeläge, ...)
- Interaktive Version für Ausstellungen oder Website, Infotafel für Führungen.
- App Version als einfacher Wasserbilanzrechner für die Anwendung in der Bildung, zum Beispiel in Zürcher Schulen.
- Erfahrungen mit anderen Städten teilen, z.B. über Netzwerke wie VSA, Blue Community, etc.

# 5. Dazugehörige Excel Dateien

- **Bibliothek\_ZH.xlsx**

Hier werden alle Knotenpunkte beschrieben, inkl. Outputs, Referenzen und Berechnungsgrundlagen für die Koeffizienten. Für jedes WFD gibt es einen Tab (Status quo, Sommer, Winter, 15% Szenario)

- **1\_data\_templateV3\_ZH.xlsx**

Hier werden alle Teilflüsse (Fluss zwischen zwei Knotenpunkten) des WFD aufgelistet. Je Teilfluss eine Zeile. Die Tabelle ist mit der Excel Datei Bibliothek\_ZH.xlsx verlinkt! Auch hier gibt es für jedes WFD einen separaten Tab. Der Flowcode (Spalte R) kann in den online Generator [www.sankeymatic.com](http://www.sankeymatic.com) kopiert werden um das Sankey Diagramm zu erstellen. Eine ausführliche Anleitung kann auf [www.sandec.ch/wfd](http://www.sandec.ch/wfd) heruntergeladen werden (Datei: «Quick guide»).

Contact:

[lukas.bouman@eawag.ch](mailto:lukas.bouman@eawag.ch) / neu [lukas.bouman@vsach](mailto:lukas.bouman@vsach)

[dorothee.spuhler@ost.ch](mailto:dorothee.spuhler@ost.ch)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Swiss Agency for Development  
and Cooperation SDC**

Projekt Webseite



[www.sandec.ch/wf  
d](http://www.sandec.ch/wf_d)

Case study Rio  
Pardo de Minas



[https://youtu.be/KpDL6fEK  
DgM](https://youtu.be/KpDL6fEK_DgM)

Case study Bern



[https://www.youtube.com/  
watch?v=khkWnTDXQmE](https://www.youtube.com/watch?v=khkWnTDXQmE)

Commitment to  
the UN WAtter  
Action Agenda



[https://sdgs.un.org/partnerships/kn  
ow-your-water-action-oriented-  
partnerships-interface-between-  
science-politics-and](https://sdgs.un.org/partnerships/know-your-water-action-oriented-partnerships-interface-between-science-politics-and)