

Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf – Kombinierte Hochwasser- und Oberflächenabflussmodellierung

BASEMENT Anwendertreffen 2025

Michel Kuhlmann

30.01.2025

TK CONSULT AG

Gebietenwicklung Flugplatz Dübendorf (GEFD)

Militärflugplatz Dübendorf



Ansicht mit Position des Flugplatzes. (Quelle Foto: VBS/DDPS [1]).

Gemeinsame Vision der Stakeholder

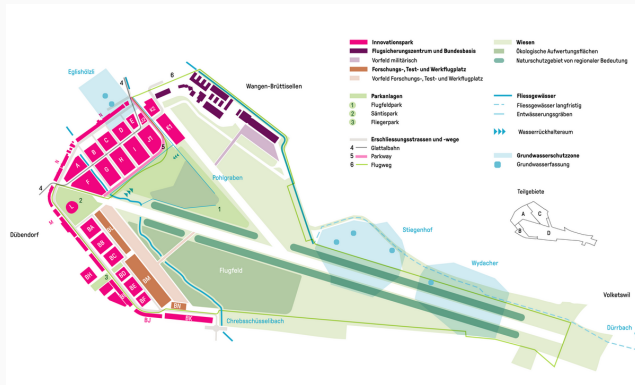
- Synthesebericht «Flight Plan» 2021 [2] dokumentiert die gemeinsame Vorstellung der Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf (GEFD)
- Geplant ist eine Dreifachnutzung des Areals:
 - Innovationspark
 - Flugsicherungszentrum (Skyguide) und Bundesbasis
 - Forschungs-, Entwicklungs- und Testflugplatz
- Transformation der bestehenden Nutzung und Aufwertung des Areals für Menschen der Region und Natur



Zielbild (Quelle: [3]).

Zielbild

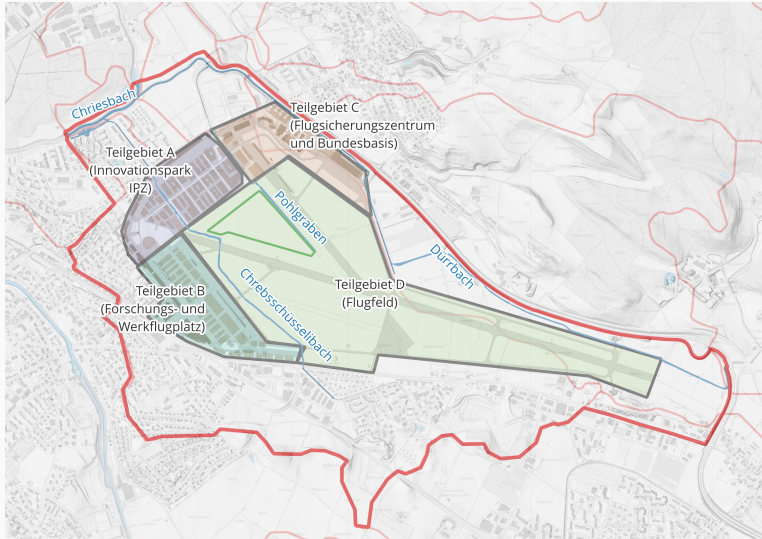
- Neue Überbauungen
- Grossflächige
Geländeanpassungen
- Revitalisierung und Ausoldung
vom Chrebsschüsselibach,
Dürrbach und Pohlgraben
- Retention als
Hochwasserrückhalt
- Ökologische
Aufwertungsflächen



Zielbild (Illustration: Zeichenfabrik Roland Ryser).

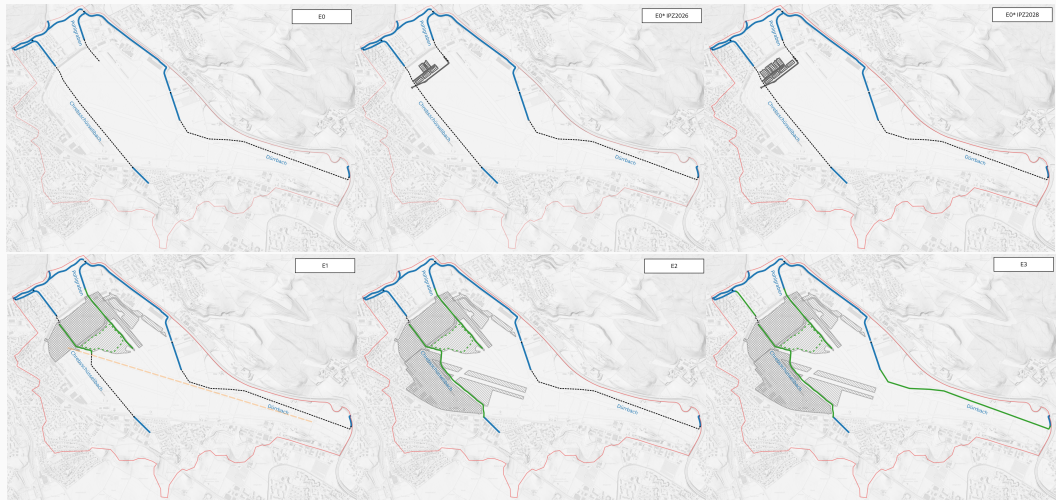
Numerische Modellierung

- Auftraggeber der Machbarkeitsstudie GEFD: Kanton Zürich (Amt für Wirtschaft)
- TK CONSULT AG im Planerteam verantwortlich für numerische Modellierung Hochwasser und Oberflächenabfluss
- Validierung der geplanten Revitalisierungs- und Ausdolungsmassnahmen anhand numerischer Modellierung
- Optimierung der geplanten baulichen Massnahmen
- Darstellung der Oberflächenabflussgefährdung



Übersicht Modellperimeter.

Etappierung



Übersicht der Etappierung.

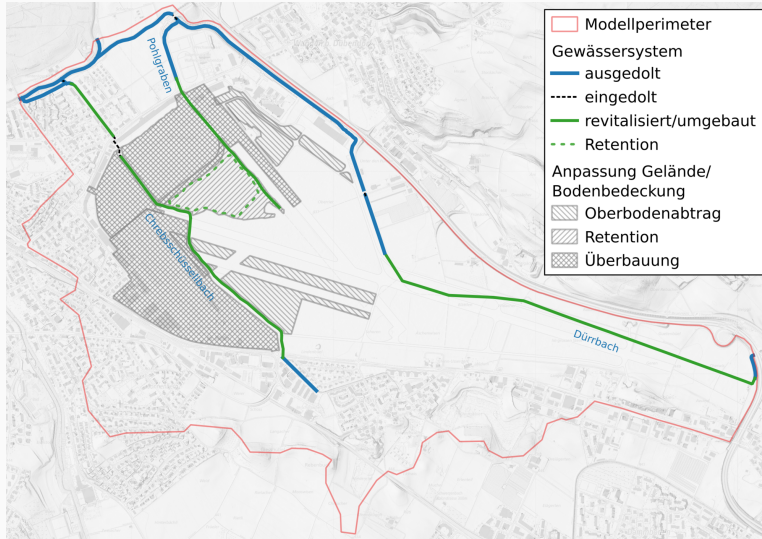
- Hydrologie (Scherrer AG, 2023, [4])
- Dimensionierung Chrebsschüsselibach, Dürrbach, Pohlgraben (NRP AG, 2023, [5])
- Terrain Teilgebiet A (Preisig AG, 2023, [6])
- Terrain Teilgebiet B (Preisig AG, 2023, [7])
- Definition Etappierung (Ventus GmbH, 2023, [8])
- Aufnahmekapazität der Entwässerungsdolen (HOLINGER AG, 2023, [9])
- Zukünftige Bodenbedeckung (Vogt AG 2022, [10])
- Zukünftiger Oberbodenabtrag (Vogt AG 2022, [11])
- Hochwasserretention (Vogt AG/NRP AG, 2024, [12])

Modellierungskonzept

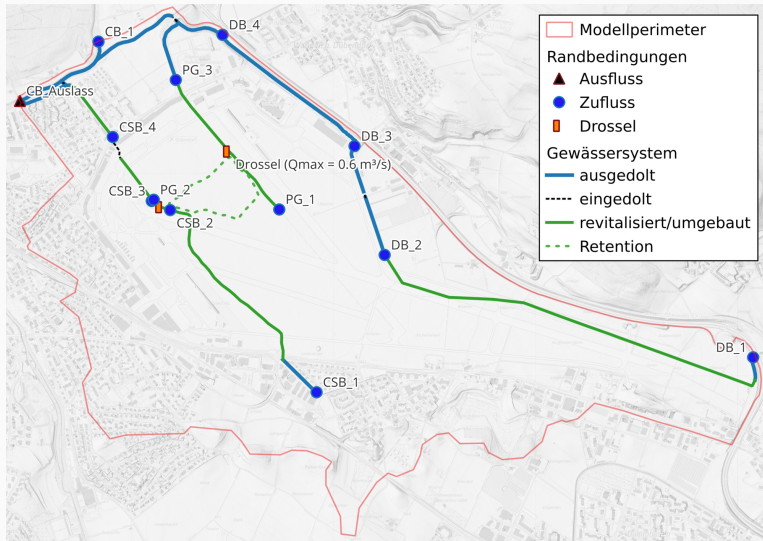
1. Aufbau der 2D-Abflussmodelle für verschiedene Ausbauzustände
2. Bestimmung Abflusskapazitäten in den verschiedenen Gewässerabschnitten
3. Bestimmung Drosselwassermengen für den Hochwasserrückhalt
4. Simulation Gewässerhochwasser (HW)
 - Modellzuflüsse: Zuflussganglinien Hydrologiestudie [4]
 - Einlaufkapazitäten Eindolungen und Drosselwasserabfluss mittels innerer PQ-Randbedingung
 - Optimierung Projekt anhand ausgewählter Modellzustände/Hydrologieszenarien
5. Simulation Oberflächenabfluss (OFA)
 - Modellzufluss als Niederschlag aufs Modell
 - Niederschlagsszenarien aus Hydrologie [4]
 - Abminderung Niederschlag basierend auf Bodenbeckung
 - "Vorfaktor" zur Anpassung der Abflüsse gemäss Hydrologie [4]
 - Zuflüsse aus ausserhalb liegenden Einzugsgebieten über Zuflussganglinie
 - Berücksichtigung optimierter Wasserbauelemente (Retention, Drosselabfluss)

Modellzustand		Gefährdungsanalyse	
		Hochwasser	Oberflächenabfluss
E0	Ist	X	X
E0*	IPZ2026		X
E0*	IPZ2028		X
E1			X
E2		X	
E3		X	X

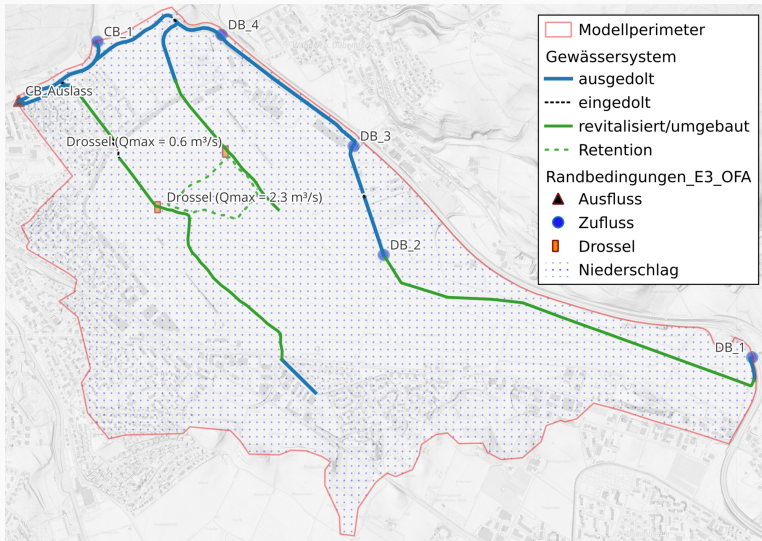
Modellkonfiguration E3



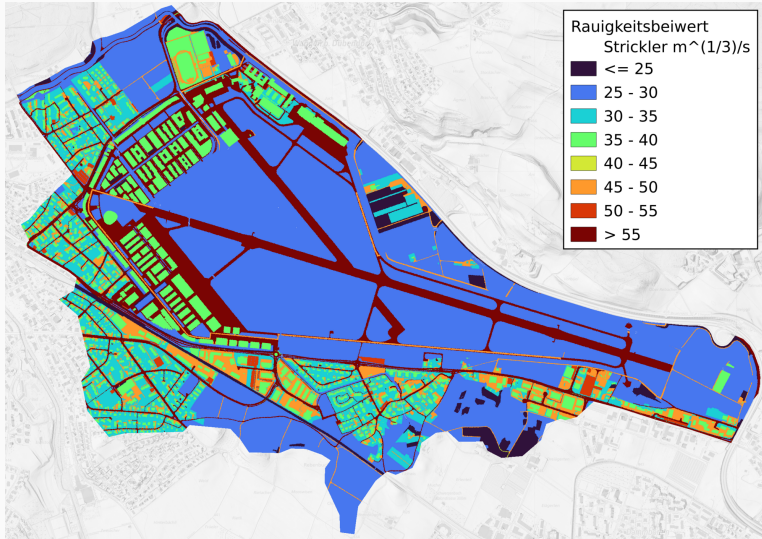
Modellkonfiguration E3



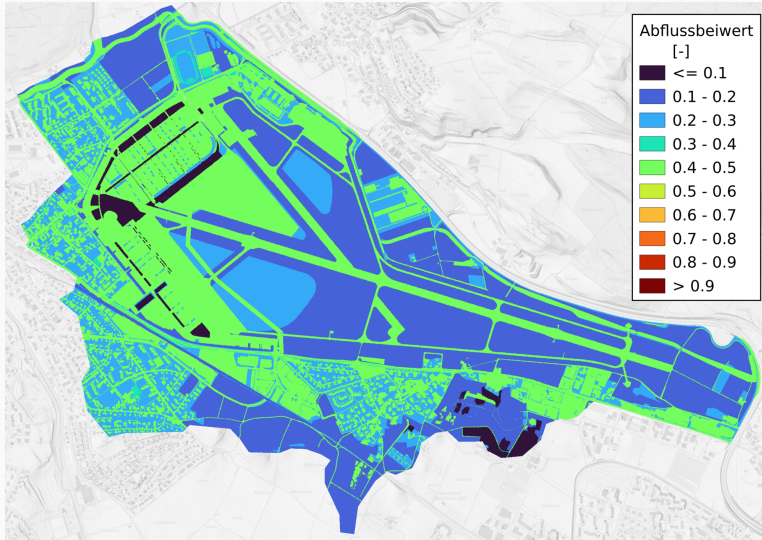
Modellkonfiguration E3



Modellkonfiguration E3

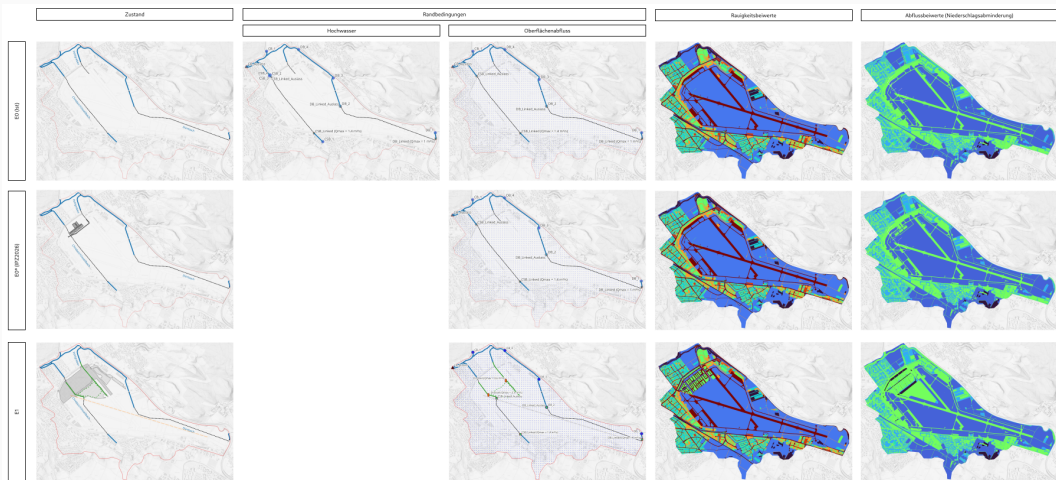


Modellkonfiguration E3



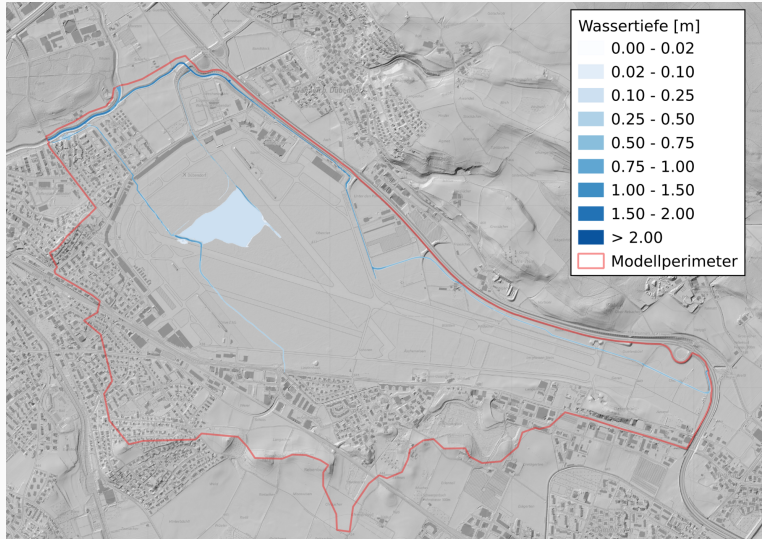
Abflussbeiwert.

Auszug Modellkonfigurationen: Übersicht



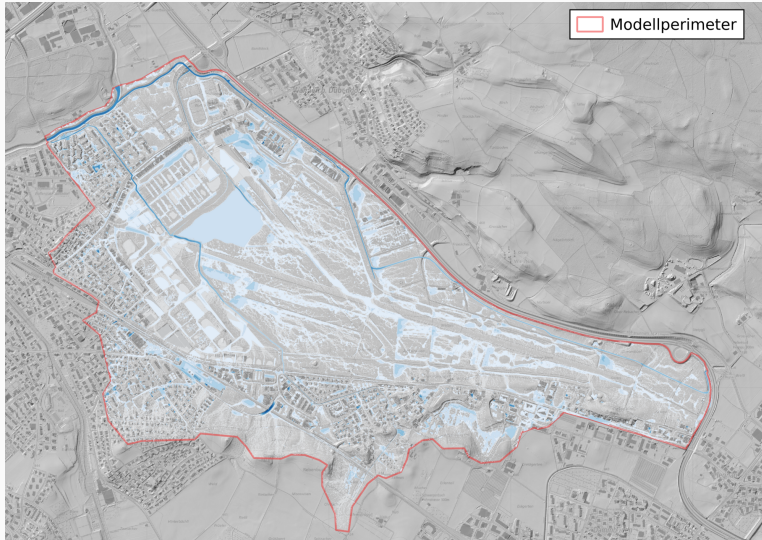
Auszug Modellkonfigurationen.

Simulationsergebnisse E3



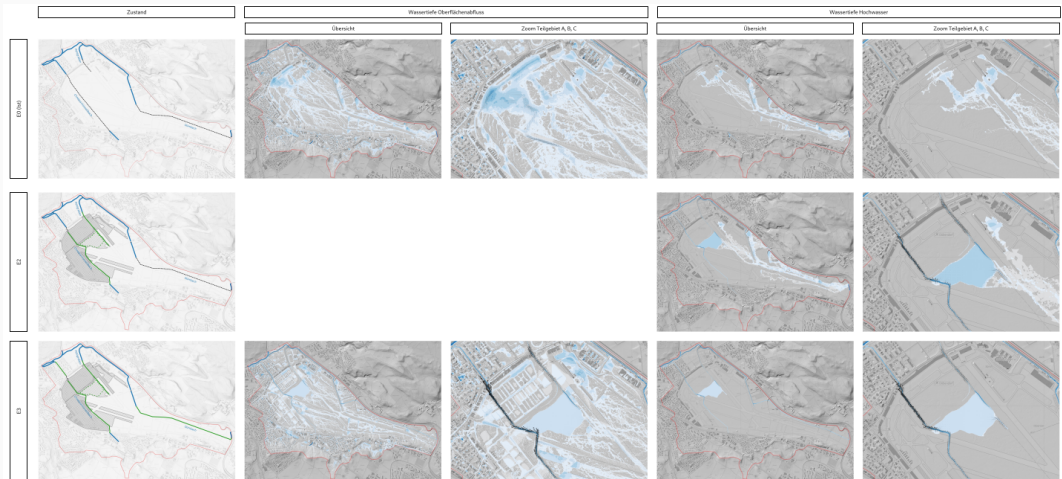
Hochwasser, HQ300, 2H.

Simulationsergebnisse E3



Oberflächenabfluss, Z300, 2H.

Auszug Simulationsergebnisse



Auszug Simulationsergebnisse.

- Erbringung Nachweis Hochwassersicherheit
- Begleitung und Optimierung der Projektierung
- Hochwassermodellierung (HW)
 - Dimensionierung Ausdolungen und Retention
 - Schneller Feedback-Loop für Optimierung (kleine Berechnungsnetze, schnelle Simualtionszeiten)
- Oberflächenabflussmodellierung
 - Berücksichtigung der optimierten Wasserbauelemente aus HW
 - Darstellung Fliesswege bei Starkregen (wichtig in flachem Gelände)
 - Optimierung Terrain (Zuströmung in Gewässer, Aufzeigen von Mulden und Rückstau)
- Kombinierte Hochwasser- und Oberflächenabflussanalyse bringt viele Synergien bei Modellerstellung, Simulation und Auswertung

Auftraggeber

- Kanton Zürich, Amt für Wirtschaft

Projektleitung

- Ventus Projekte GmbH, Zürich

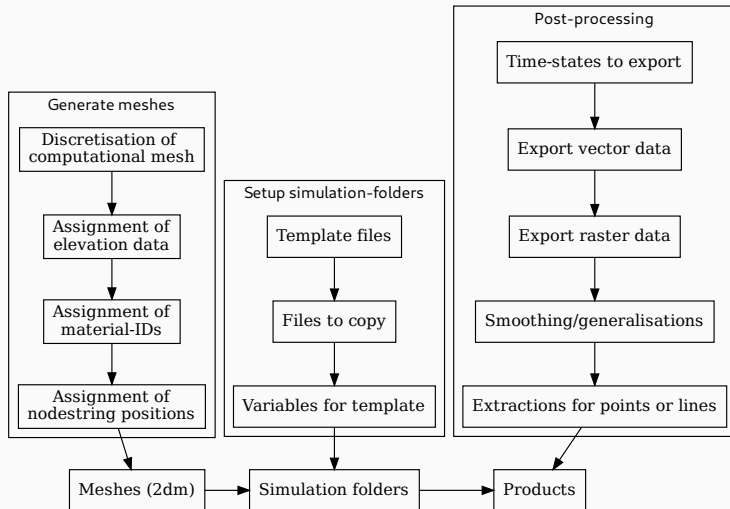
Planerteam

- KCAP Architects GmbH, Zürich
- Vogt Landschaftsarchitekten AG, Zürich
- AquaTerra, Dübendorf
- NRP Ingenieure AG, Winterthur
- Jäckli Geologie AG
- TK CONSULT AG, Zürich

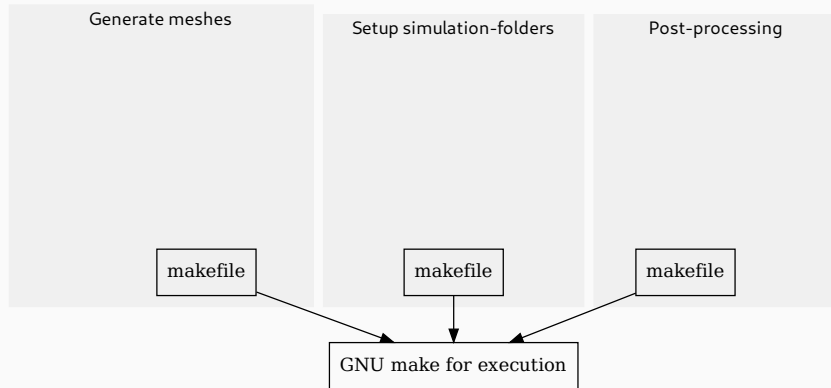
Tooling

- A collection of scripts for pre- and postprocessing, which evolved over time at TK
- From the beginning they were oriented on the «Unix-Philosophy»
 - Do One Thing and Do It Well, “Keep it Simple, Stupid” (KISS)
 - Easy to combine/compose
 - Use stdin/stdout for Input/Output (IO)
 - Use command-line arguments for configuration; avoid configuration files
- First, the scripts were called by project-specific Makefiles
- Later, further abstraction layers was added to make the usage more user-friendly

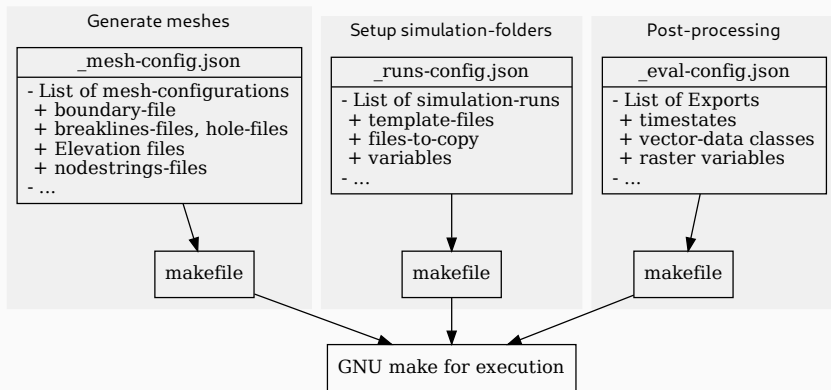
Overview



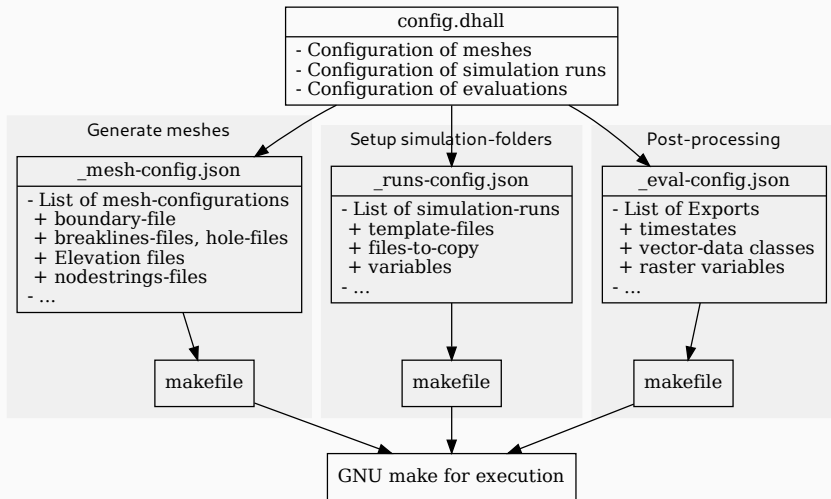
Implementation



Implementation



Implementation



Pro

- Project-setup is declarative, transparent (and documented)
- Uniform workflow for all projects
- Fine-grained control and debugging from the command-line
- Individual tools could be easily exchanged (e.g. performance)
- `make` offers parallelization and command-line auto-complete «for free»
- Easy to implement extensions

Contra

- Steep learning curve. Development is challenging for new engineers
- «command-line only»
- Large software stack required
 - Linux-environment required
 - Multiple programming languages used (R+libs, Python+libs, Rust, Haskell, QGIS-lib, ...)

Wish-full thinking and open questions

- Formalize the simulation-workflow (on community-level?)
- Rewrite in an (advanced) programming language (raises the entry barrier?)
 - Use only *one* language for configuration and tools
 - Information only once defined (and reused afterwards)
 - Functionality accessible with library-functions
 - (Lightweight formal methods for verification)
 - (Static, strong type system, where compiler already detects some types of errors)
- Specify the hydraulic system and «compile» to different backends (e.g. empirical formulas, 1D, 2D, 3D)
- BASEMENT as a library (e.g. controllers, adaptive mesh refinement)
- Interactive Visualisation of input and multiple simulation-results (e.g. maps, nodestring time-series data, length-profiles, cross-sections)

- [1] „Militärflugplatz Dübendorf, am Tor zum Zürcher Oberland — © VBS/DDPS“, VBS/DDPS, Abgerufen am 17.01.2025.
- [2] „Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf – «Flight Plan»“, Task-Force Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf GEFD, 2021.
- [3] „Visualisierung Entwicklungsphase 4“, © Task-Force Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf.
- [4] Scherrer S. und Näf-Huber D., „Hydrologische Grundlagen für das Flughafenareal in Dübendorf für das Gesamtkonzept «Freiraum, Natur & Umwelt, Landschaft»“, Scherrer AG, Bericht: KA256-23, Auftraggeber: Kt. Zürich, AWI, 2023.

- [5] „Dimensionierung Chrebsschüsselibach Unterlauf – DWG-Pläne“, NRP Ingenieure AG, E-Mail von Timo Heinisch am 01.11.2023, 2023.
- [6] „DTM Plan-Endzustand Teilgebiet A (IPZ)“, Preisig AG, E-Mail von Beat Keller am 06.11.2023, 2023.
- [7] „DTM Plan-Endzustand Teilgebiet B“, Preisig AG, E-Mail von Lukas Hasenfratz am 24.11.2023, 2023.
- [8] „Definition Etappierung“, Ventus GmbH, Sitzung vom 29.11.2023, 2023.
- [9] „Aufnahmekapazität Drainageleitungen“, HOLINGER AG, E-Mail von Anton Miescher am 11.12.2023, 2023.
- [10] „Planzustand Bodenbeckung“, Vogt Landschaftsarchitekten AG, E-Mail von Hanna Klinger am 15.11.2022, 2022.

- [11] „Planzustand Oberbodenabtrag“, Vogt Landschaftsarchitekten AG, E-Mail von Hanna Klinger am 24.11.2022, 2022.
- [12] „Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf – Retention“, Vogt Landschaftsarchitekten AG, Konzept Leitbild vom 05.06.2023, 2023.