



Hochalpine PV-Anlagen dank Geodaten und digitaler Prozesse

Marco Graf, InfraDigital AG / ZENDRA AG

Herausforderung Winterstrom

Grundlage parlamentarischer Beschluss 09/2022

Fachkonferenz in Bern «Risiko einer Strommangel- lage ist real und gross»

Im Winter könnte es eng werden mit der Versorgung von Gas und Strom in der Schweiz. Fachleute des Bundes haben in Bern über vorsorgliche Massnahmen informiert.

Publiziert: 20.07.2022, 10:57
Aktualisiert: 20.07.2022, 13:10

Plan des Bundesrats

Schweiz soll im Notfall 50 Prozent Strom sparen

Der Schweizer Notfallplan bei Strommangel ist derzeit in Arbeit. In drei Stufen soll der Stromverbrauch gedrosselt werden.

Publiziert: 22.10.2022 um 10:31 Uhr | Aktualisiert: 22.10.2022 um 12:17 Uhr

Kein Strom während zweier Tage: Das droht der Schweiz ohne neue Verträge mit der EU

Nach dem Scheitern des Rahmenabkommens setzt die Schweiz auf technische Vereinbarungen mit EU-Ländern, um die Stromversorgung im Winter zu sichern. Falls dies nicht klappt, könnte es zu Blackouts kommen.

Christof Forster, Bern
13.10.2021, 19.22 Uhr

Hören

Merken

Drucken

Teilen

Abo Knappe Stromreserve

Die Schweizer Stauseen sind so leer wie seit Jahren nicht mehr

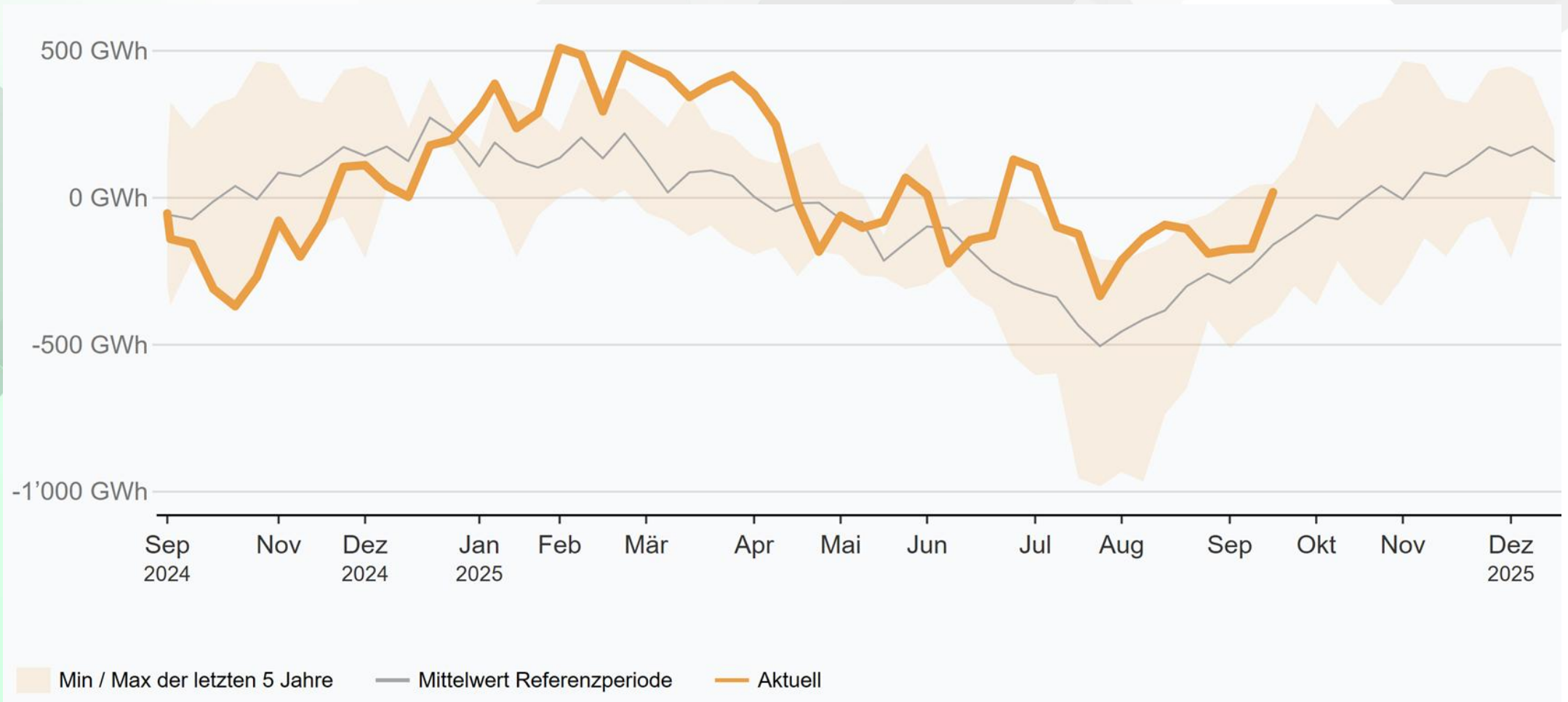
Die Wasserreserven sind kleiner als im Winter üblich. Kommt eine Kälteperiode, könnte der Strom knapp werden – dann müsste die Schweiz erstmals ihr Notkraftwerk nutzen.

Cyrill Pinto

Publiziert heute um 05:11 Uhr

191 | Drucken | Teilen

Strom Import/Export Schweiz

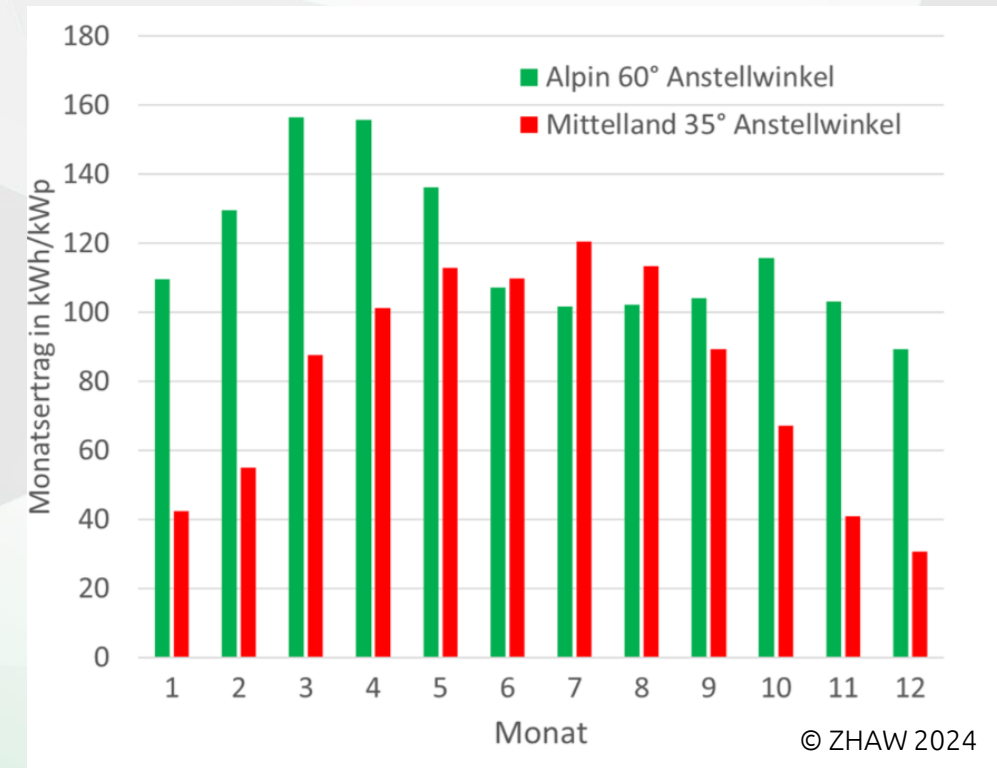
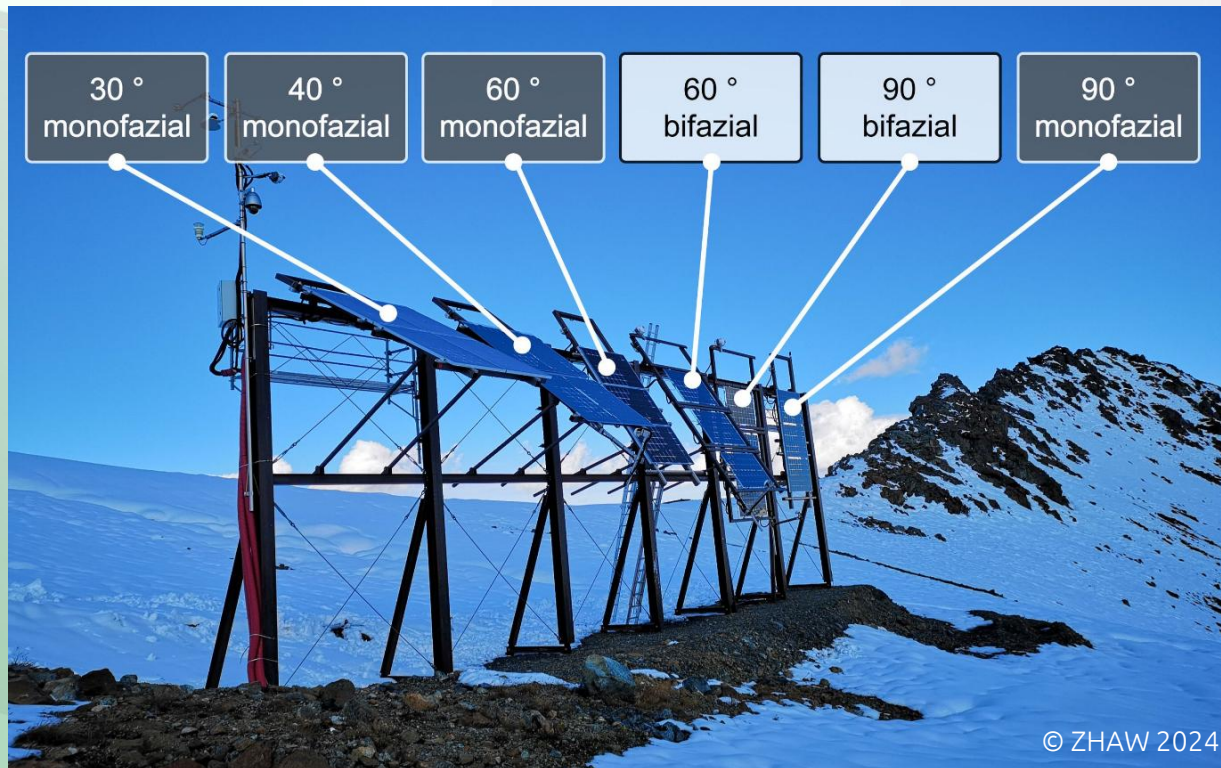


Quelle: [Swissgrid \(2025\) - Aktuelle Netzkennzahlen](#)

Lösungsansatz alpine PV-Freiflächenanlagen



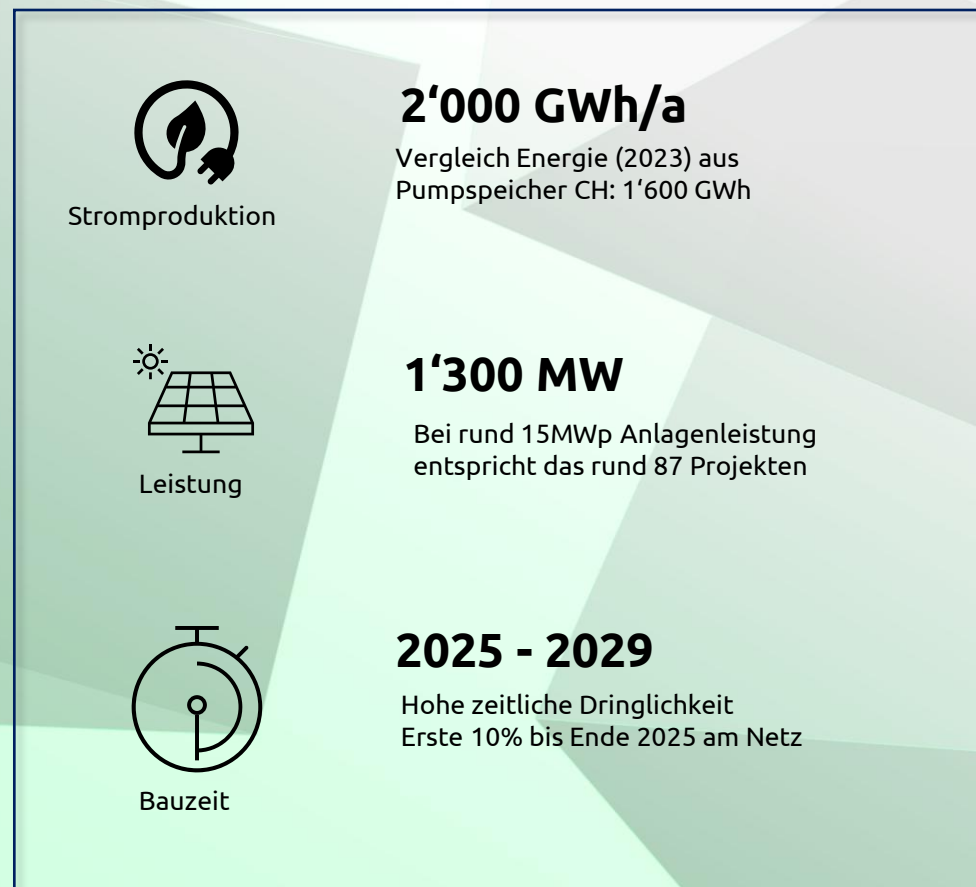
Warum «alpin»?



→ Faktor 2.3 bis 3.6 höherer Winterstromertrag

Solarexpress

Ausbauziel 2 TWh gemäss Art. 71a EnG, Beschluss Parlament vom 09/2022



Zeit

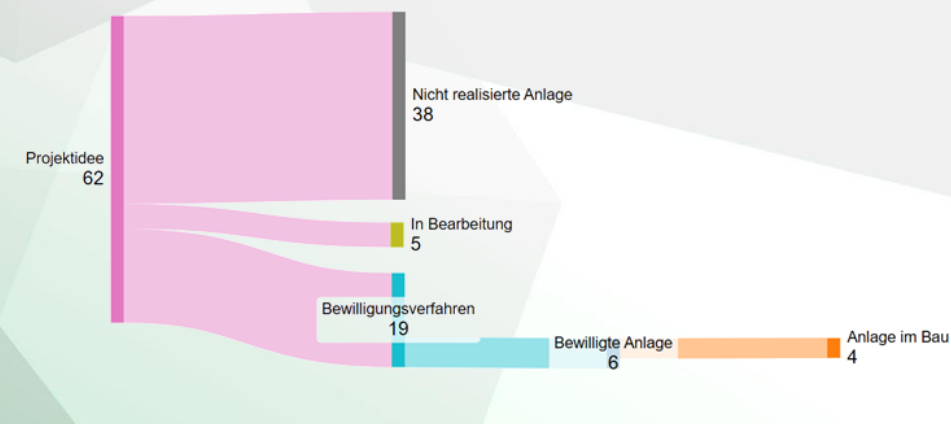
2022 / 2023

„Goldrausch“ 🤑

04/2024 (VSE)

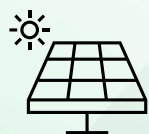
- 60 Projekt am Start
- 26 erste Hürden erfolgreich gemeistert
- 8 aufgelegt

Juli 2025



Solarexpress

Kriterien & Nutzen



Produktion

+



≥ 10 GWh/Jahr Gesamtproduktion
≥ 500 kWh/kWp im Winterhalbjahr

bisher: bis Ende 2025 ≥ 10 % der Produktion am Netz
neu: bis Ende 2025 öffentlich aufgelegt

=



Förderung

+



Inbetriebnahme bis Ende 2030

Einmalvergütung: bis zu 60 % der Investitionskosten

vereinfachtes Bewilligungsverfahren

(Haupt-)Herausforderungen



Zeit

- Deadline 2025 / 2030
- Verwaltungsverfahren
- Bausaison auf > 2000 m ü. M.



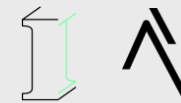
Planung

- Standortevaluation
- Alpine Topografie
- Schutzzonen



Konstruktion

- Entwicklung Trägerstruktur
- Physikalische Lasten
- Stückzahlen



Systemlösung für alpine Freiflächenanlagen

Erfahrungen bündeln, gemeinsam Pionierarbeit leisten



ZENDRA

Ein Joint Venture der

XSTATIK

REECH
Renewable Energy Solutions



INFRA**DIGITAL**

Spezialtiefbau,
Naturgefahren,
alpines Bauen

Photovoltaik,
Systemtechnik,
PV-Modultechnik

Geoinformatik,
digitales Bauen



Gantner
instruments

Joint Development im Bereich
Messtechnik und Monitoring

Bündner Partner, Konsortium seit 2022, Gründung ZENDRA 2024

Systemlösung

 ALPIN QUATTRO

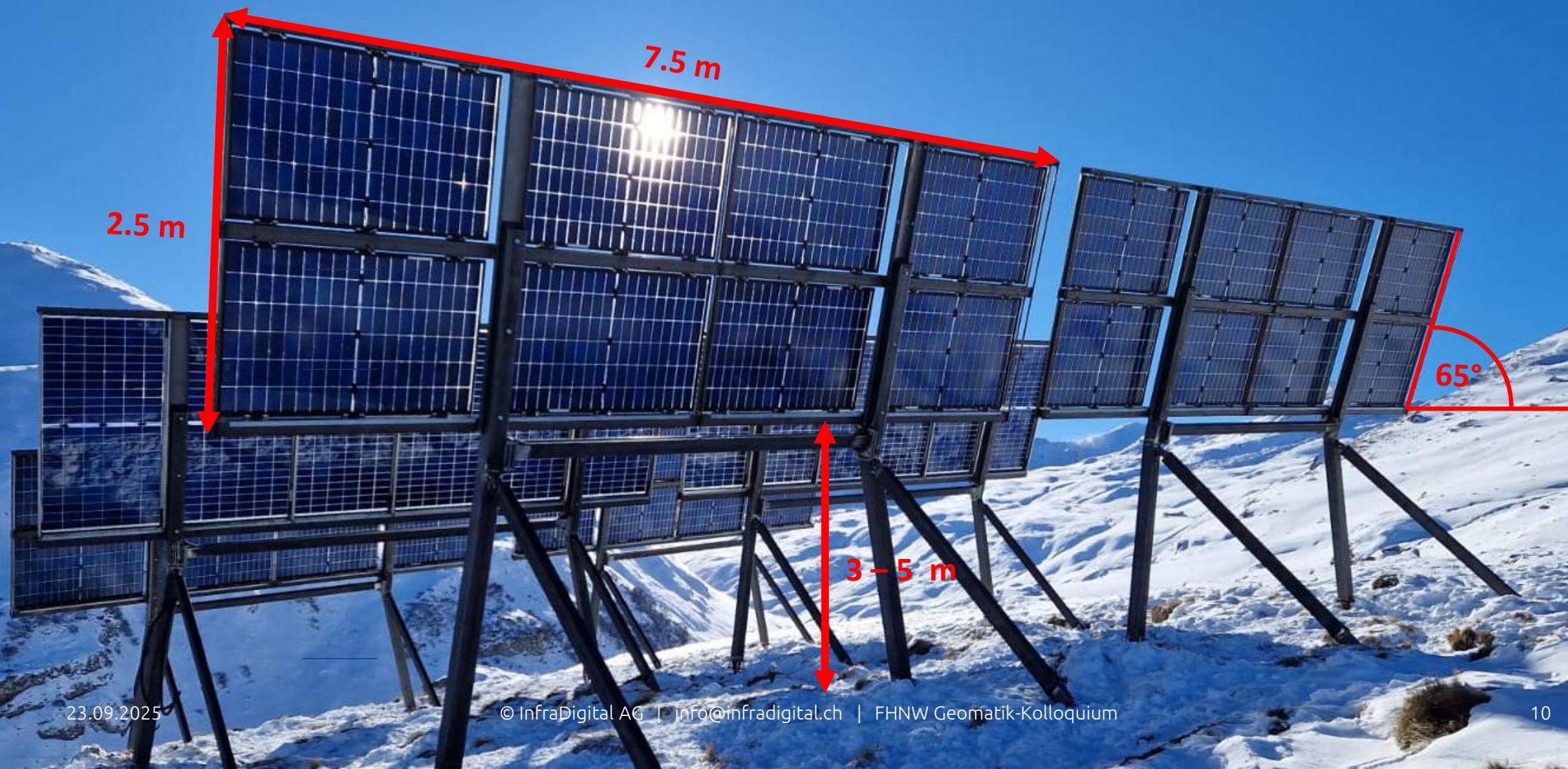
Softwarelösung

 ALPIN QUATTRO

Solarfeldplanung

 ALPIN QUATTRO

Solartisch ALPIN QUATTRO ®





Solartisch ALPIN QUATTRO ®



Umweltschonend

Verankerung = 4 kurze Pfähle
Kein Aushub und Beton



Optimierte Logistik

Zweigeteilte Konstruktion für Helikopter (bis 900 kg)



Betriebsoptimiert

Optimale, verschattungsminimierte Konstruktion für bifaziale PV-Module



Wartungseffizient

Wartungs- und Repoweringkonzept

Planung

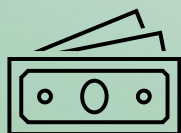
Gegebenheiten:



Alpine Topografie



Umwelt



Kosten

verlangen nach:



Geodaten

Zusammenführung unterschiedlichster Datenquellen:
OpenData, GIS-Layer, Aufnahmen, ...



Planungsmodell

Gemeinsame, 3-dimensionale Datenbasis für das
gesamte Planungsteam



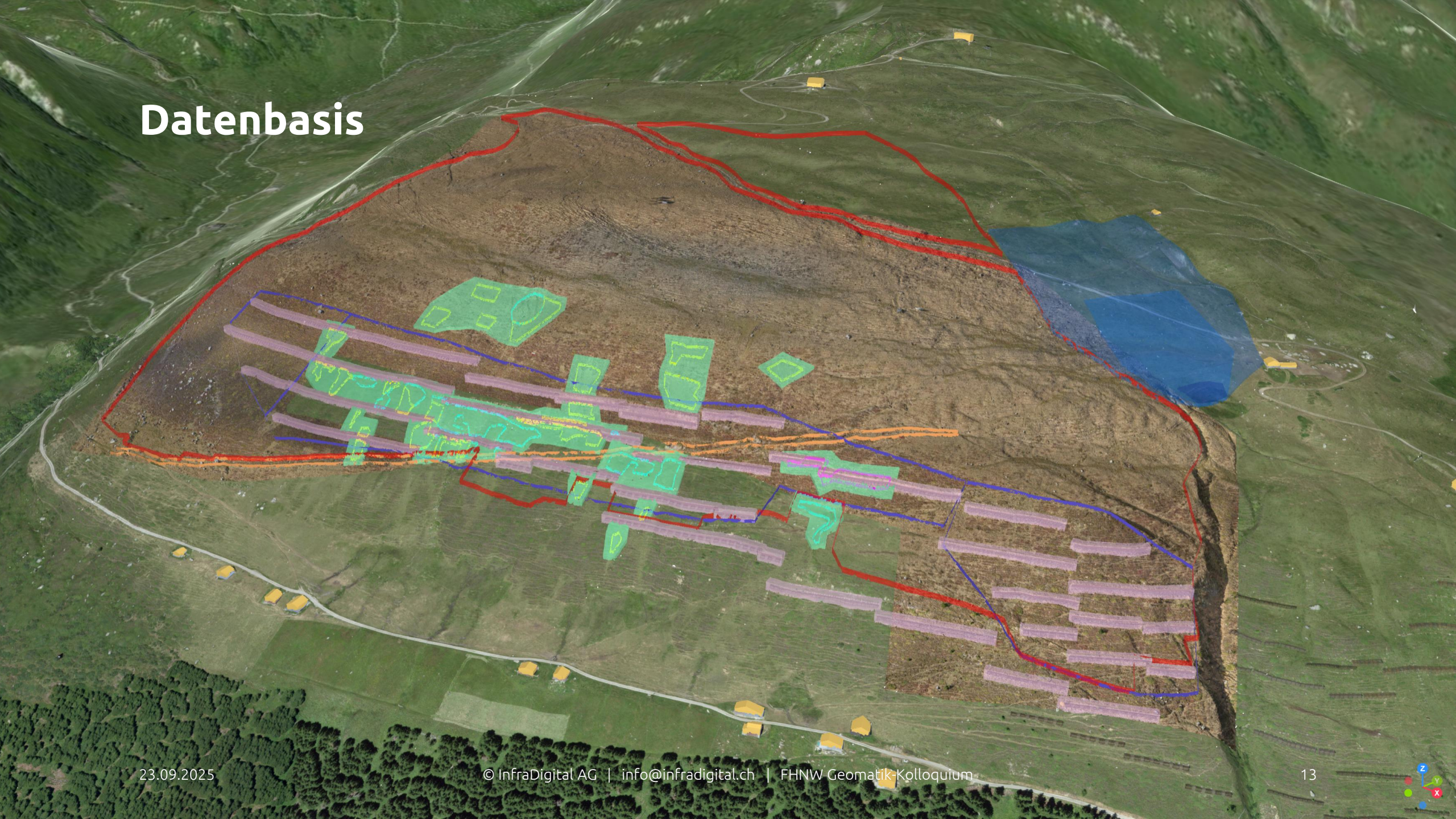
Algorithmen

Optimierung von Ertrag und Baukosten mehrerer
Tausend Konstruktionen

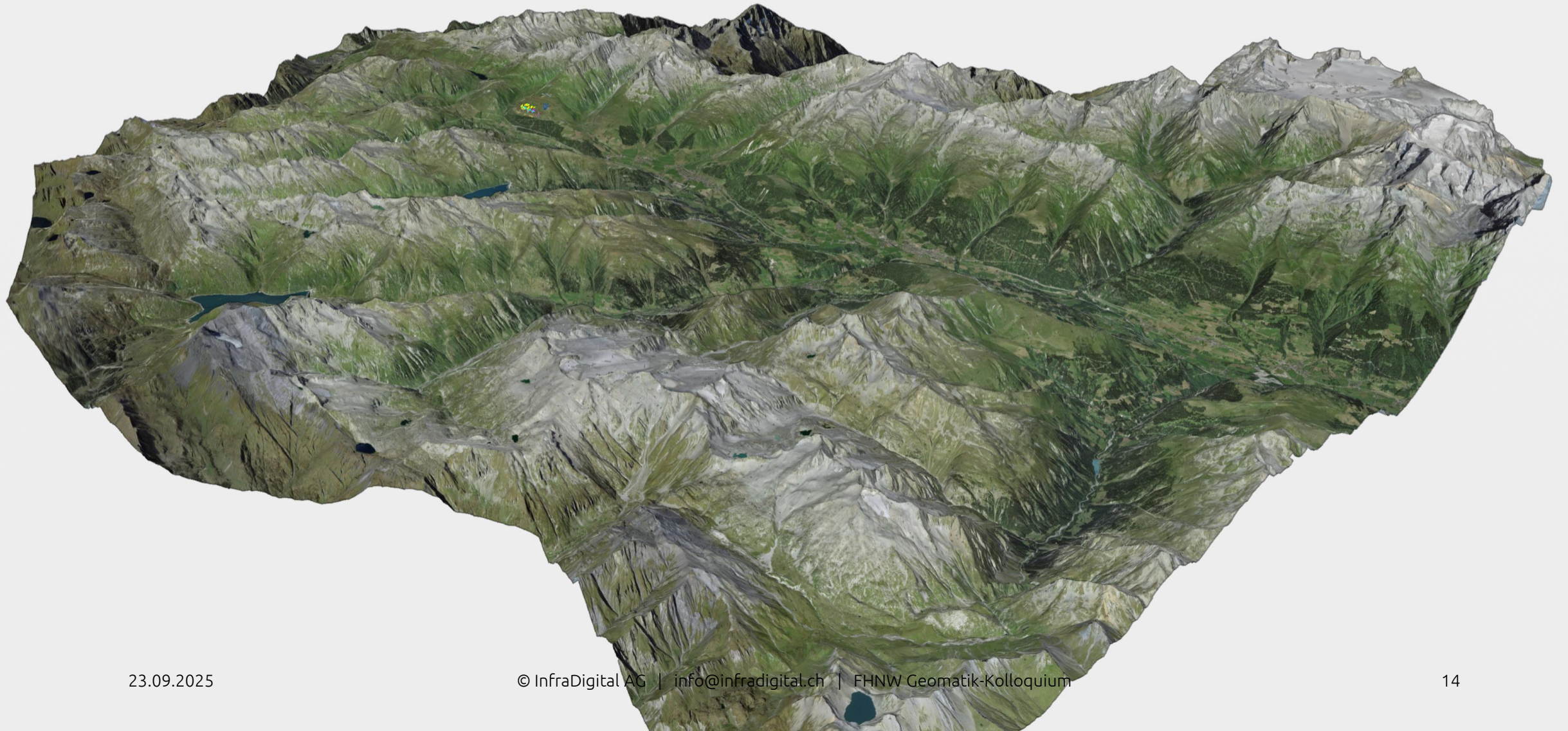


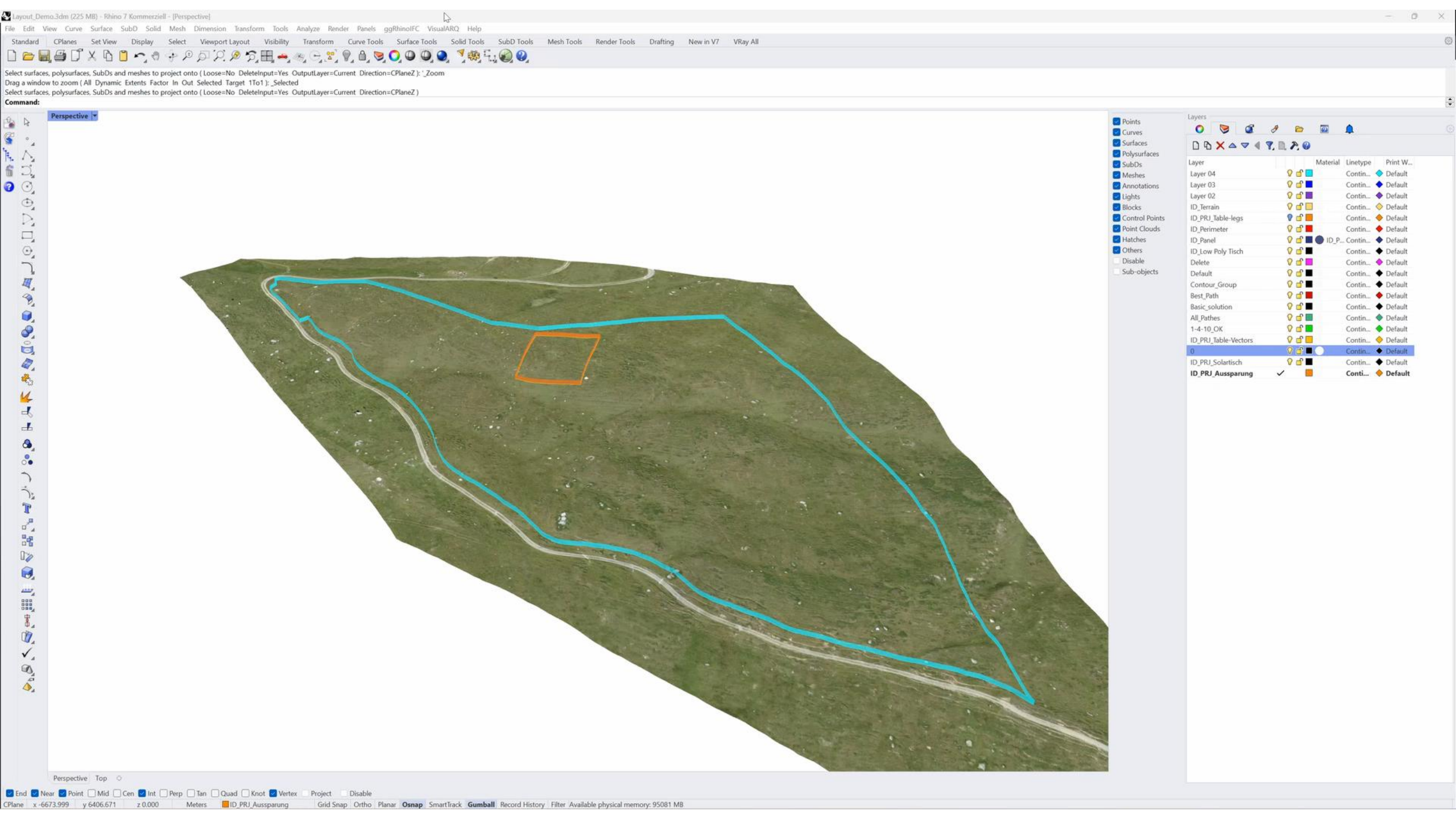
Digitalisierung

Datenbasis



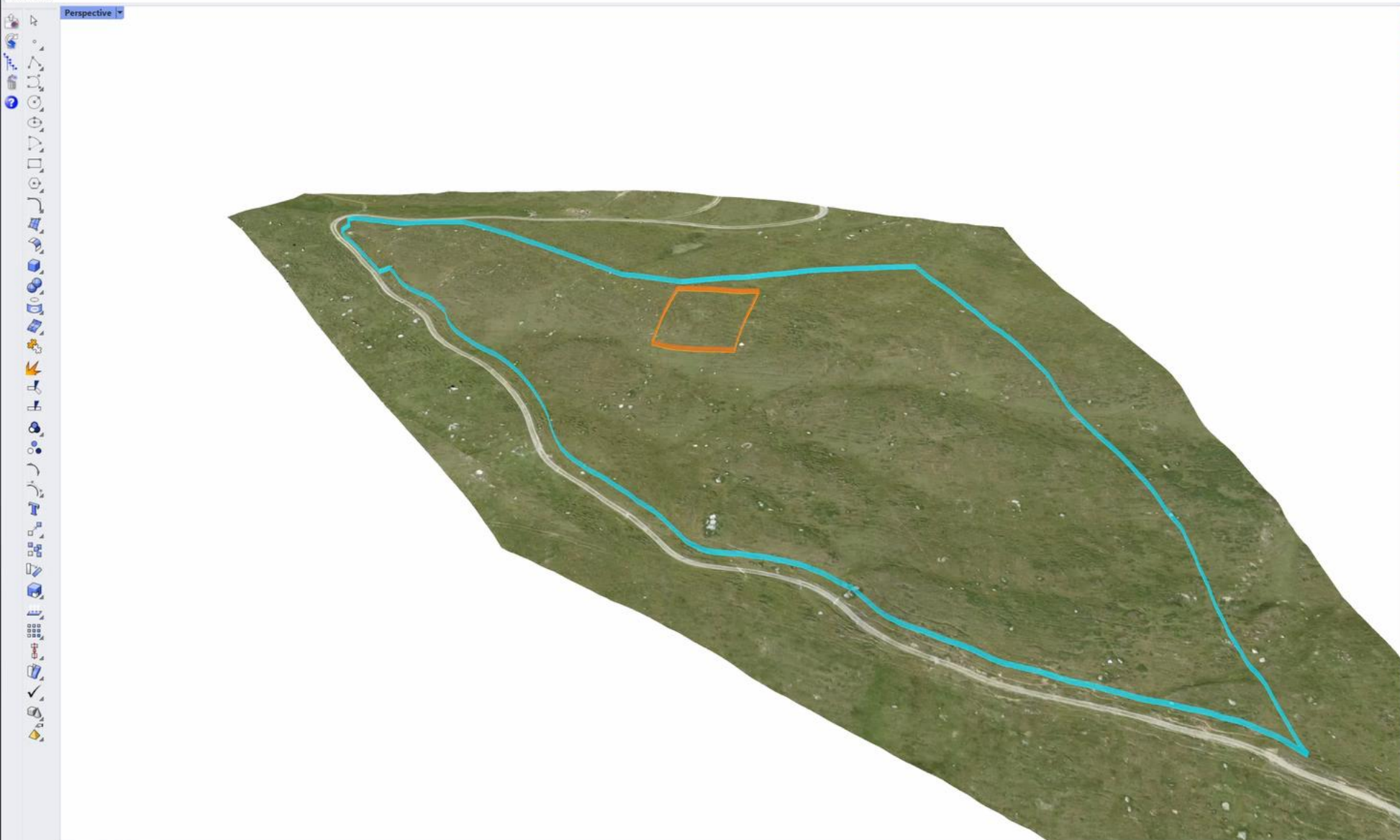
Kontextmodell





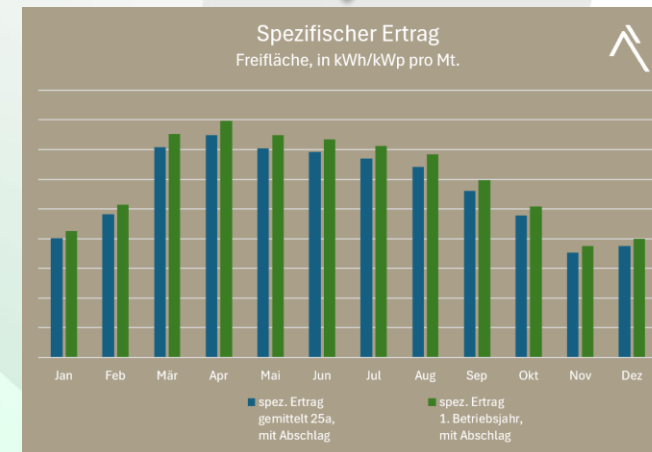
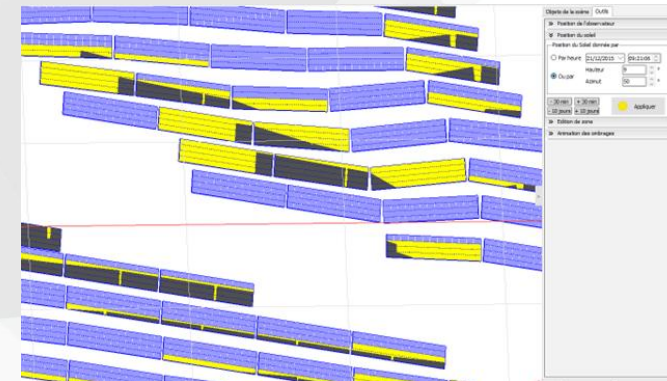
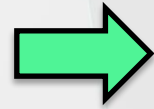
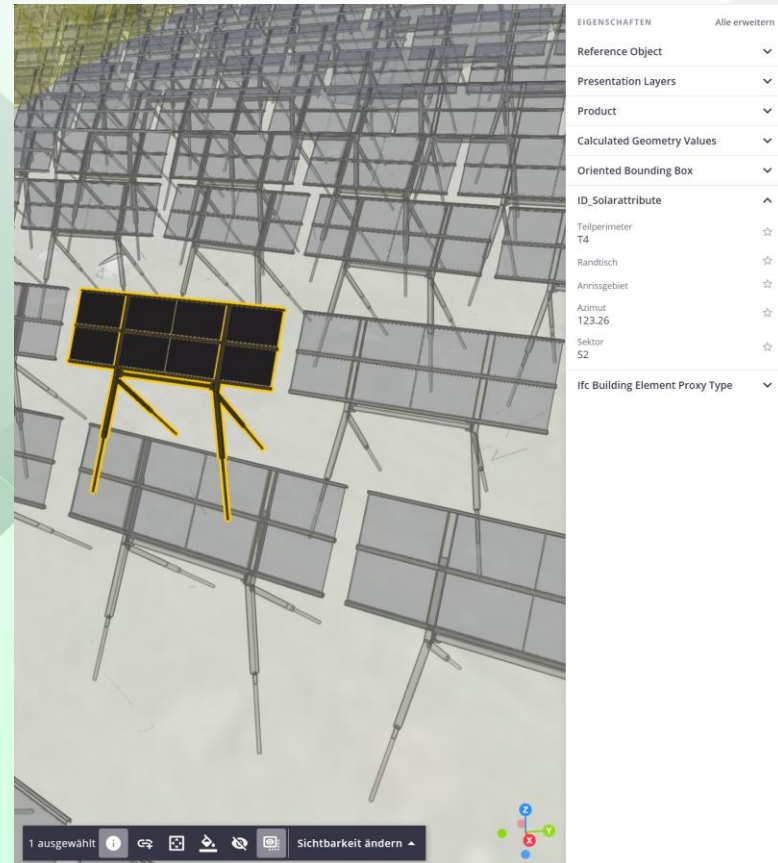
Select surfaces, polysurfaces, SubDs and meshes to project onto (Loose=No DeleteInput=Yes OutputLayer=Current Direction=CPlaneZ): '_Zoom
Drag a window to zoom (All Dynamic Extents Factor In Out Selected Target 1To1): '_Selected
Select surfaces, polysurfaces, SubDs and meshes to project onto (Loose=No DeleteInput=Yes OutputLayer=Current Direction=CPlaneZ)

Command:

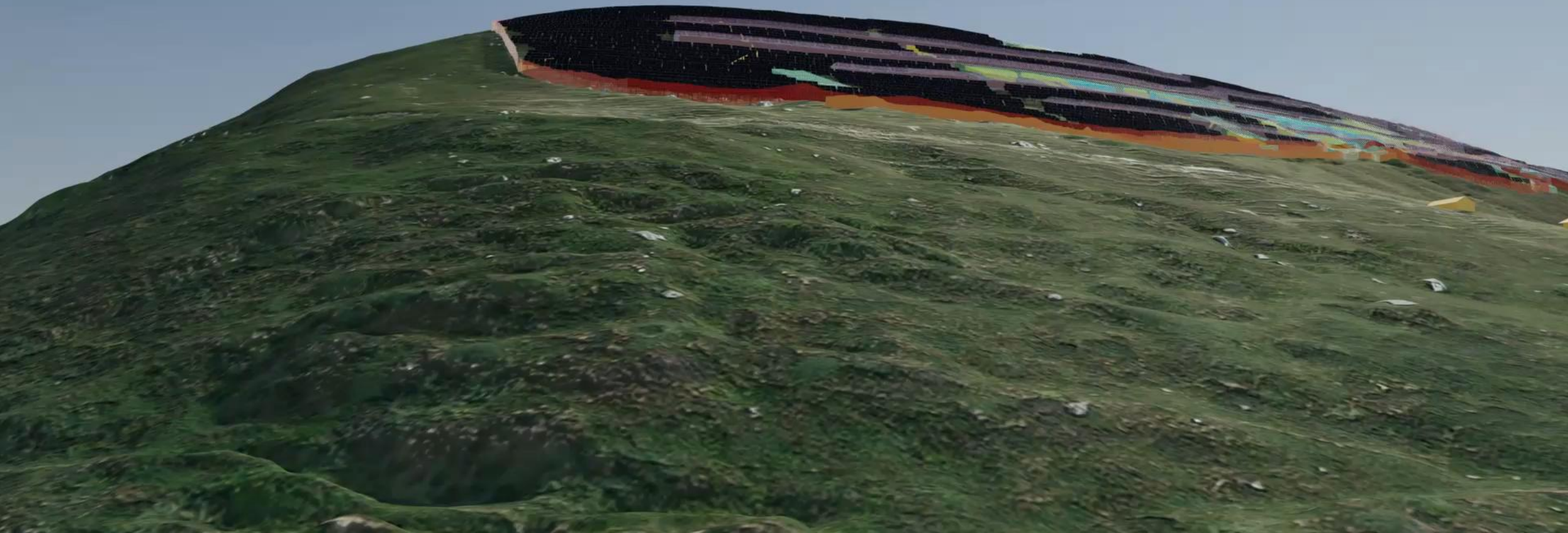


Layers			
Layer	Material	Linetype	Print W...
Layer 04		Contin...	Default
Layer 03		Contin...	Default
Layer 02		Contin...	Default
ID_Terrain		Contin...	Default
ID_PRJ_Table-legs		Contin...	Default
ID_Perimeter		Contin...	Default
ID_Panel	ID_P...	Contin...	Default
ID_Low Poly Tisch		Contin...	Default
Delete		Contin...	Default
Default		Contin...	Default
Contour_Group		Contin...	Default
Best_Path		Contin...	Default
Basic_solution		Contin...	Default
All_Pathes		Contin...	Default
1-4-10_OK		Contin...	Default
ID_PRJ_Table-Vectors		Contin...	Default
0		Contin...	Default
ID_PRJ_Solartisch		Contin...	Default
ID_PRJ_Aussparung		Conti...	Default

Simulation



Planung Stand Baueingabe





Augmented Reality





Detailplanung

Harte Kriterien

-  Topografie
-  Schneehöhen
-  Systemgrenzen des Tisches
-  Ausschlusszonen
-  Tisch- & Reihenabstände
-

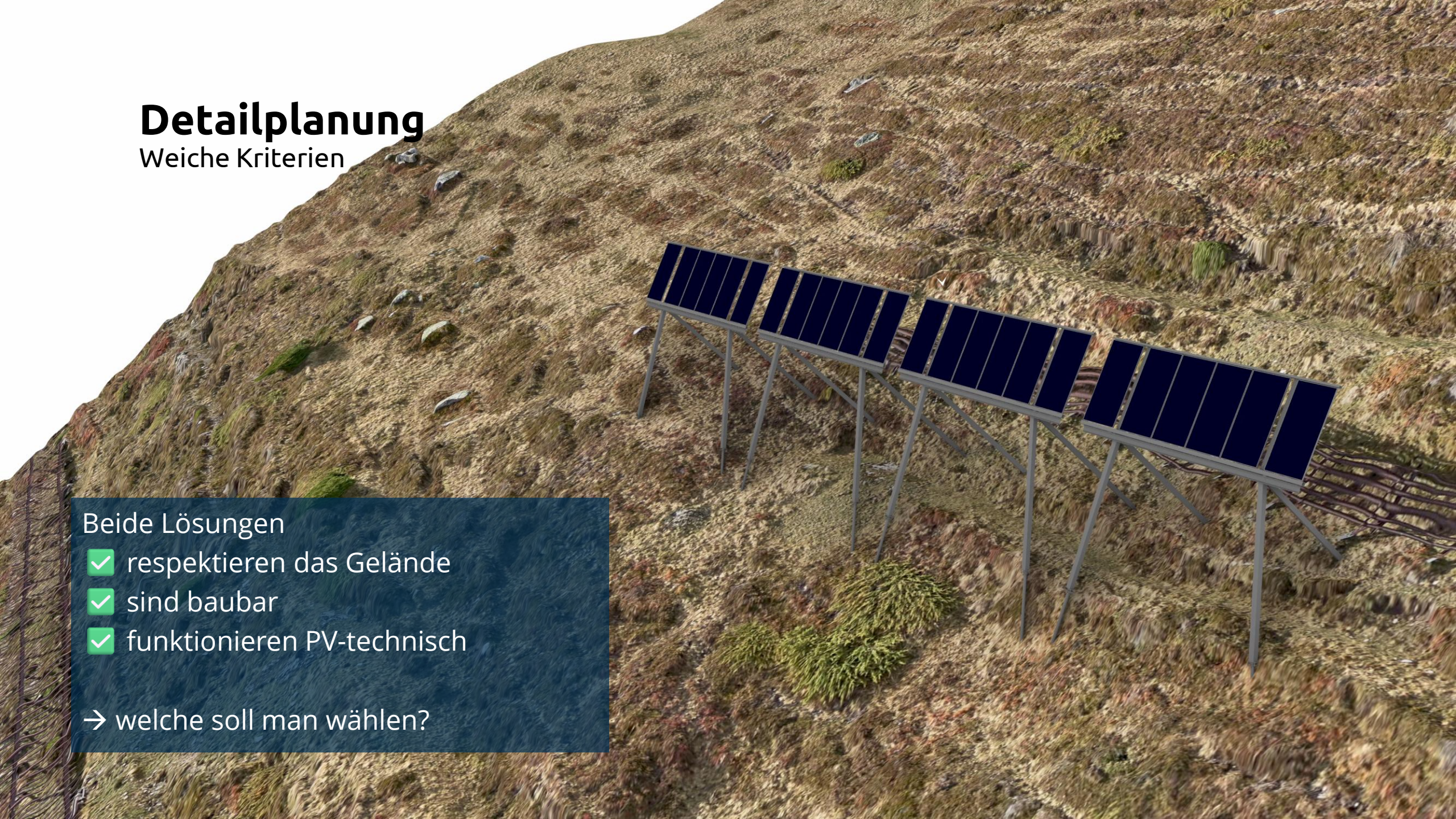
Detailplanung

Weiche Kriterien

Beide Lösungen

- ✓ respektieren das Gelände
- ✓ sind baubar
- ✓ funktionieren PV-technisch

→ welche soll man wählen?

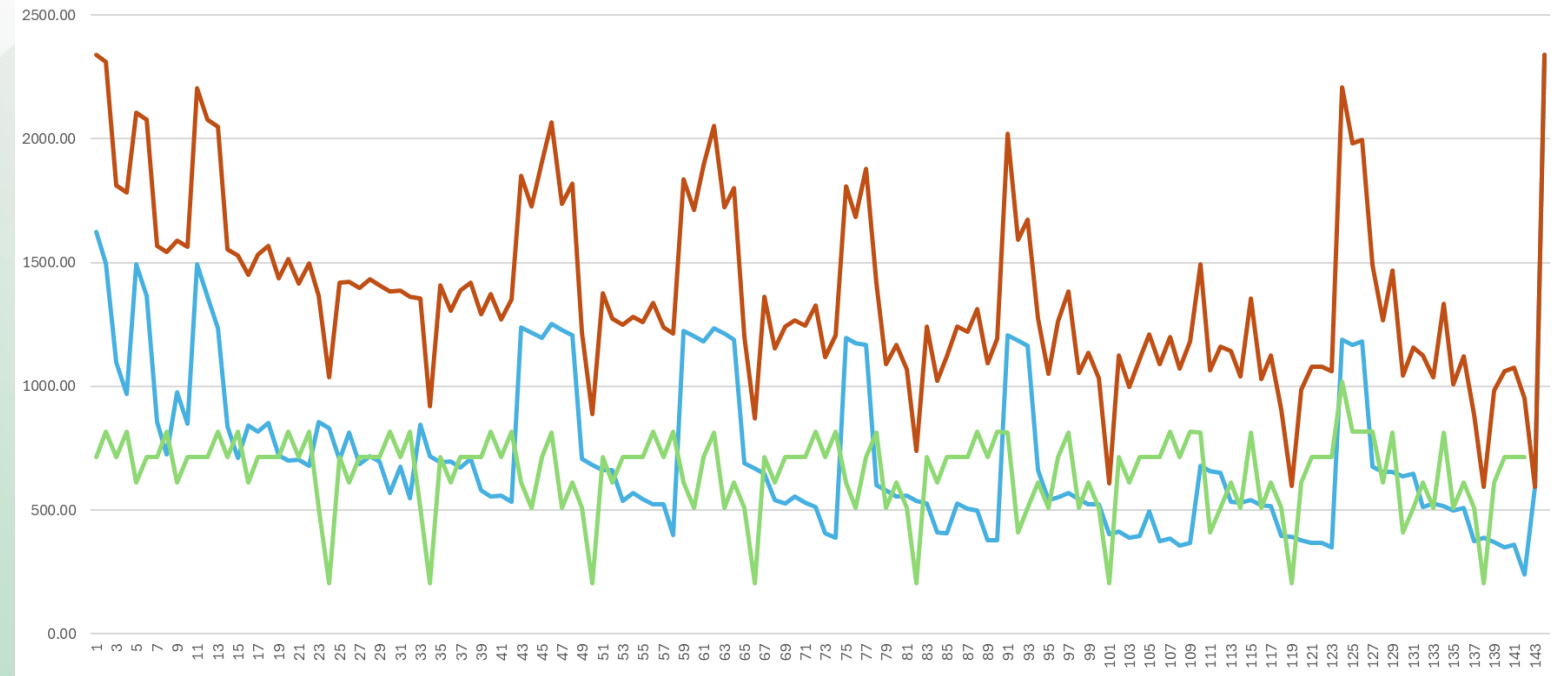




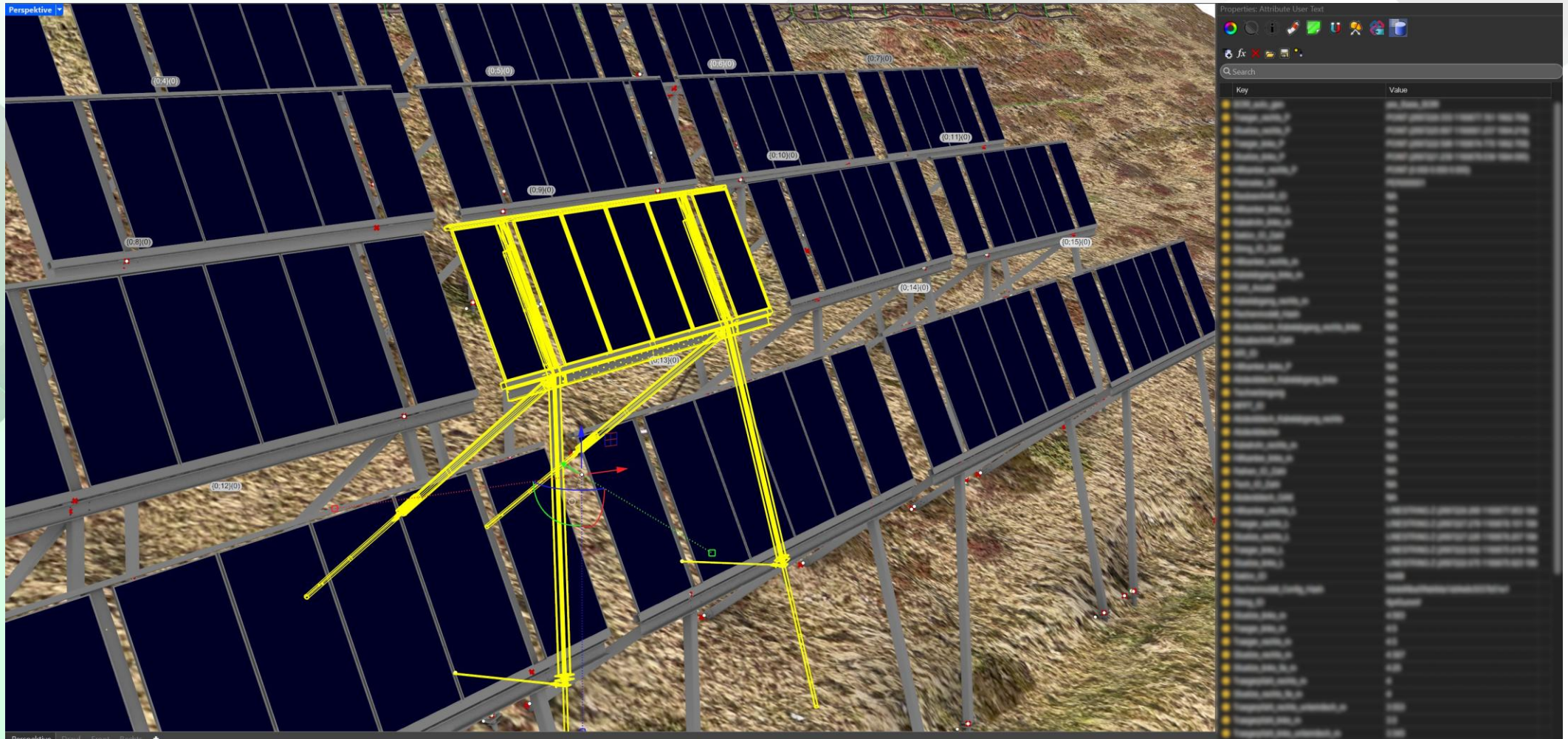
Zielkonflikt lösen

Kostenanalyse

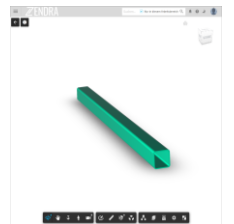
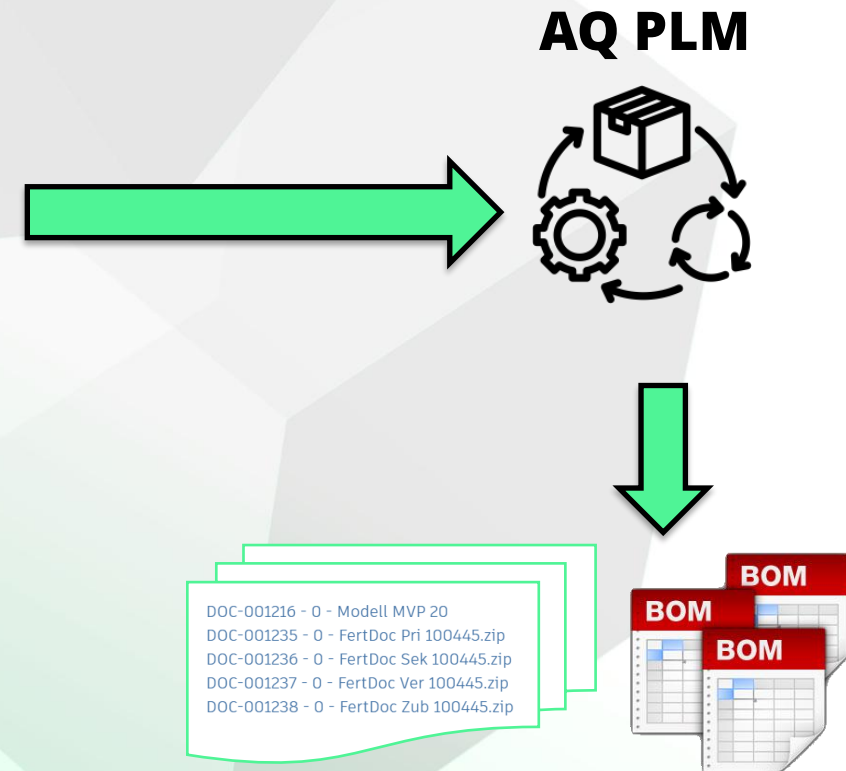
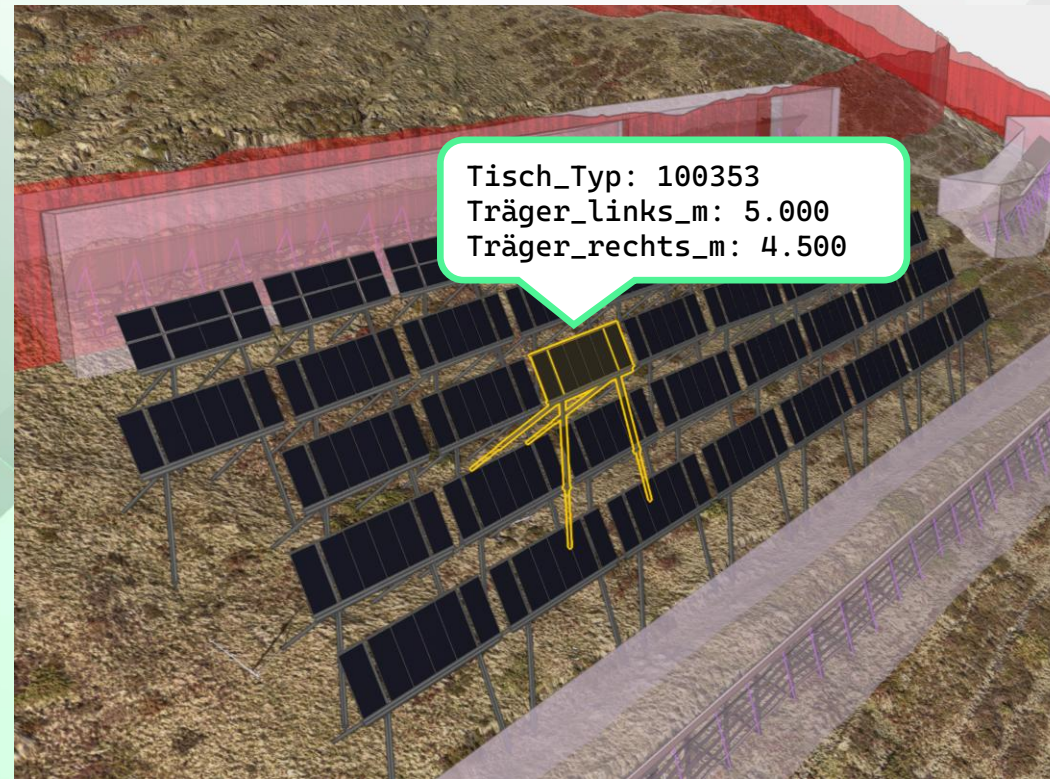
Material & Baukosten
+
Verluste
=
Gesamtkosten



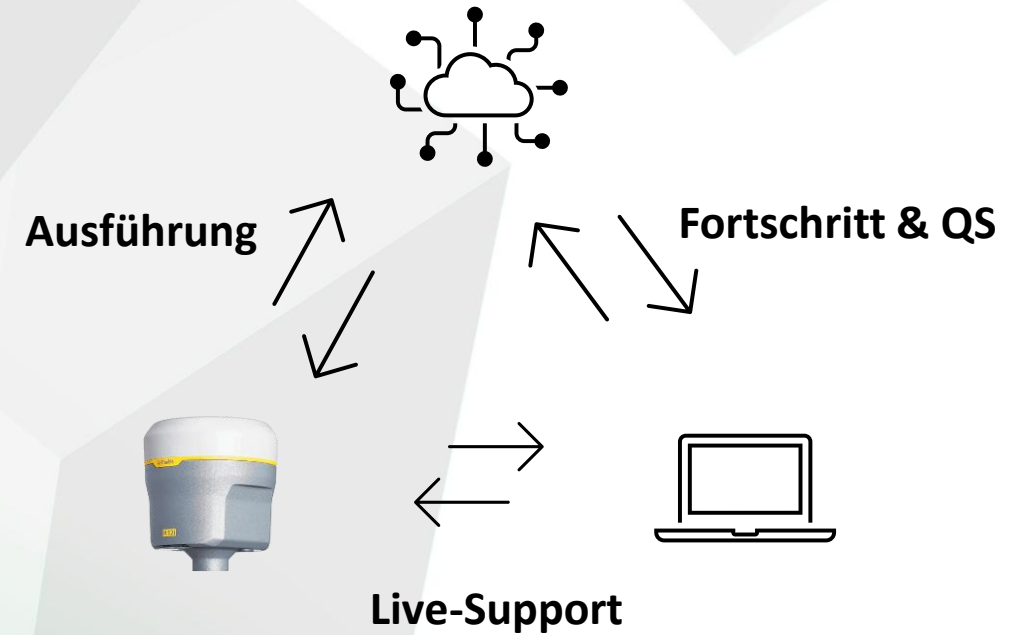
Resultat



Produktionsdaten



Absteckungsprozess (AQ FieldApp)



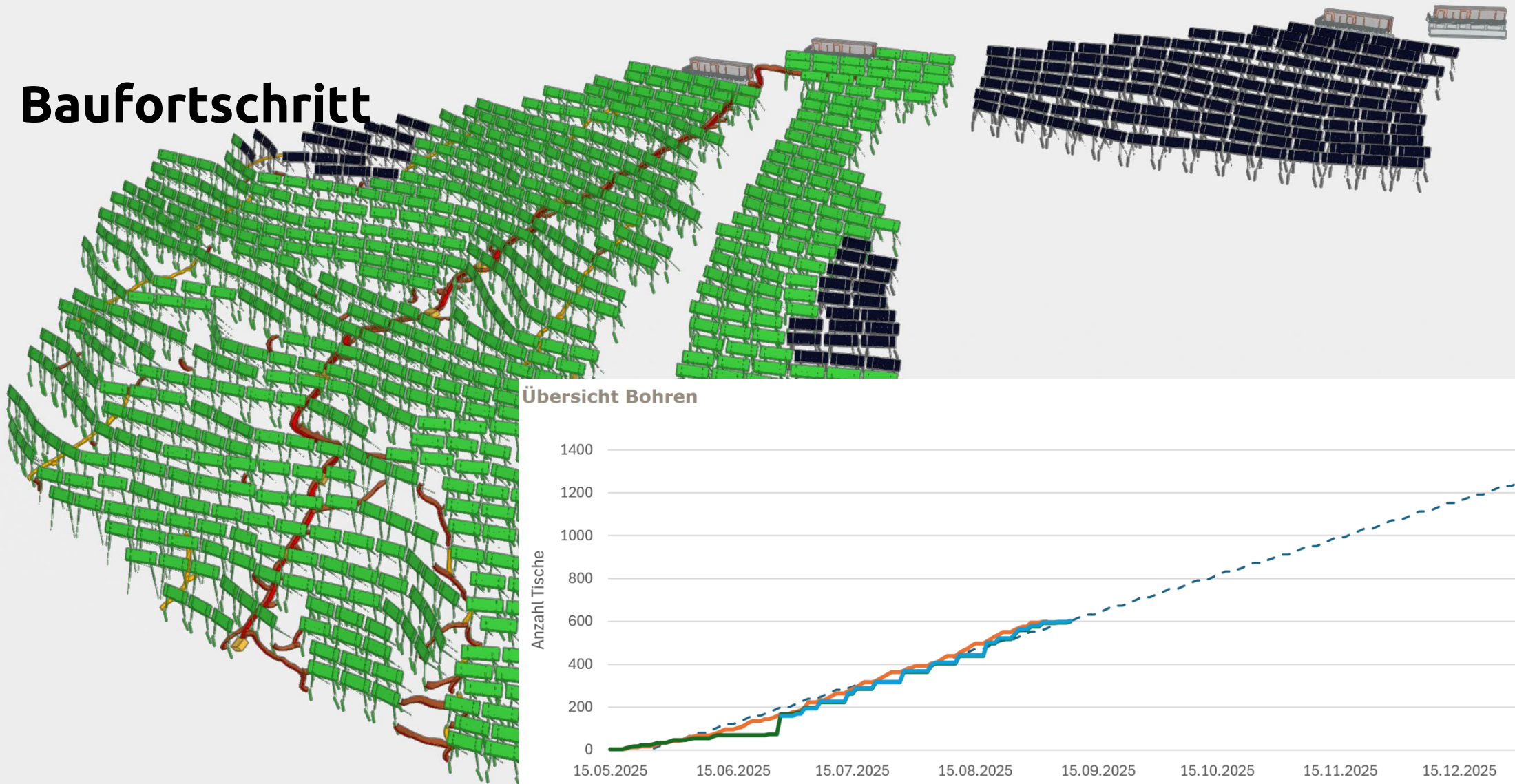
La Muntaniala (CRESTAGEO AG)



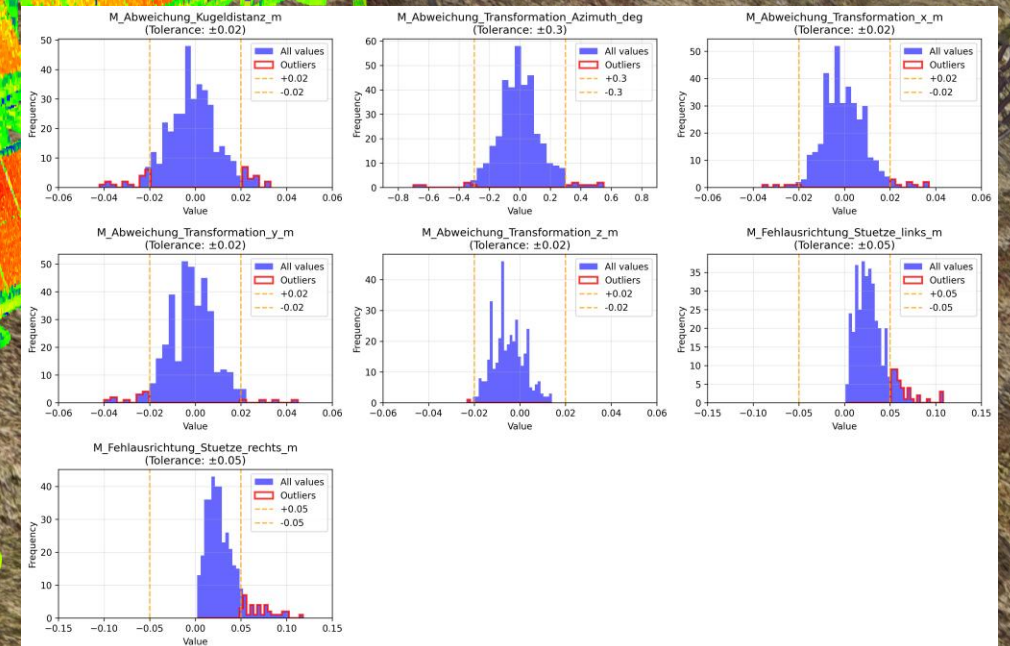
- Fernsteuerung für Arbeitssicherheit
- Übernahme des Bohrvektors aus 3D-Modell
- Ausrichtung des Bohrkopfs über GNSS & Sensorik
- Bohreffizienz und Vermeidung von Fehlern
- Datenrückfluss für Bohrprotokolle & Ausmass



Baufortschritt



Qualitätssicherung



Entwicklungsgeschichte

Testanlagen -> MVP20 -> Bau

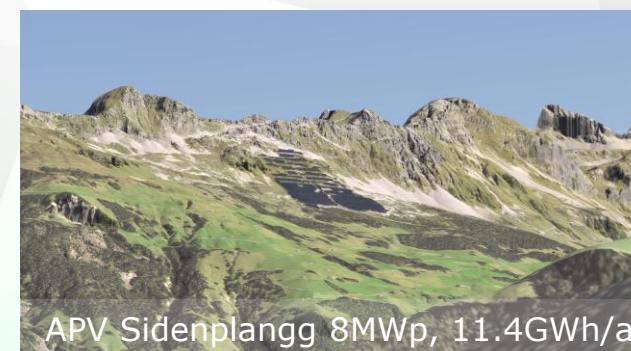
Letzter Test und Designanpassung
vor Serie & Baustart 2025



Sedrun Solar 19.3MWp, 29GWh/a



Madrisa Solar 11MWp, 17GWh/a



APV Sidenplangg 8MWp, 11.4GWh/a



Konzeption, Logistik, Vormontage, Montage, Umwelt-
themen, Betriebserfahrung, Monitoring & Teambuilding

Sedrun Solar Testanlage G1, 03/2023



Neue Generation, Logistik, Montage, Verschattungseffekte,
Monitoring, Wartungsthemen, Alpinmodul, Beweidung

Testanlage Tschers, ewz, G2, 11/2023



Digitales Bauen, Baulogistik, Vormontage, Bohren, Montage, Toleranzen,
Monitoring Schneeverfrachtung, Einstrahlungssituation grösseres Tischfeld

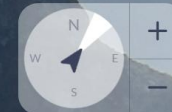
Sedrun Solar, erste 20 Tische, G4, 11/2024



Neue Generation, Logistik, Montage, Wartungsthemen, Arbeitssicherheit,
Beweidung

ZENDRA Testanlage Plantahof G3, 07/2024

SedrunSolar



Projektdaten:

- 5'700 Modultische ALPIN QUATTRO
- Perimeter 330'000 m²
- Leistung 19.3 MWp
- Energie 29.0 GWh/a ==> 6'500 Haushalte
- Ziel 2025: 720 Modultische (13%)

MadrisaSolar



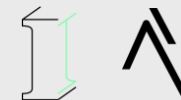
Projektdaten

- 3'170 Modultische ALPIN QUATTRO
- Perimeter 150'000 m²
- Leistung 11.0 MWp
- Energie 17.0 GWh/a ==> 3'800 Haushalte
- Ziel 2025: >= 15 %

APV Sidenplangg

Projektdaten:

- 2'300 Modultische ALPIN QUATTRO
- Perimeter 107'000 m²
- Leistung 8.0 MW
- Energie 12.5 GWh/a ==> 2'800 Haushalte
- Ziel 2025: 10 %



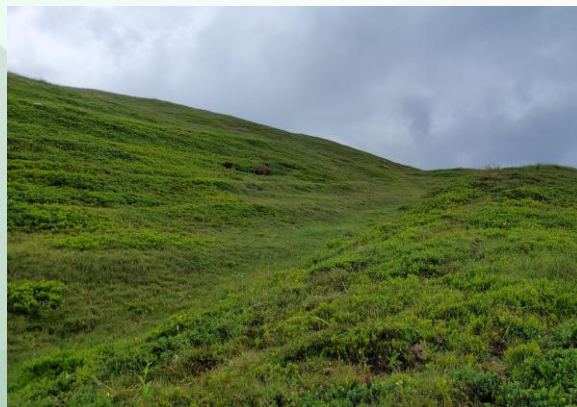
Digitaler Zwilling

Unterstützung über den gesamten Lebenszyklus

Grundlagen, Geländemodell, Modellierung
Stücklistenerstellung, Änderungsmanagement

Beschaffung, Fertigung, Vormontage, Foundation, Logistik, Montage, Verkabelung
DC Elektrik, Inbetriebnahme, Fortschrittsdashboards, QS

Wartung, Wiederbeschaffung, Repowering,
DC Monitoring, Powerplant Control, Prognosen



Planung

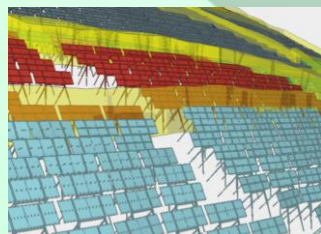
Generationen im Zuge Weiterentwicklung, Etappen

Änderungen, KVP

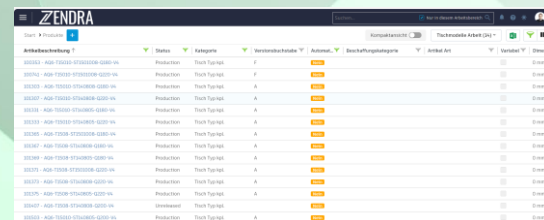
Bau

Ettappierung,
Bauabschnitte

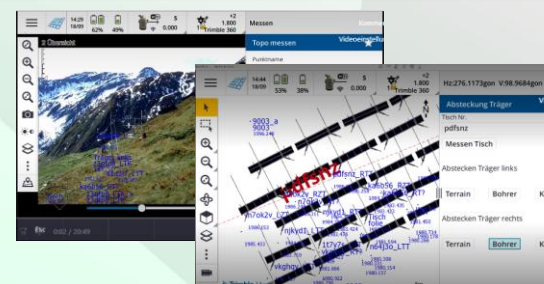
Betrieb



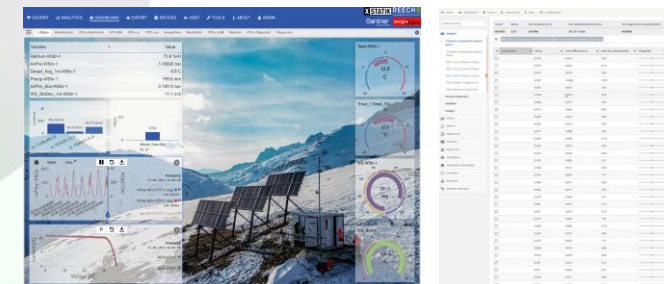
AQ Modellierung 3D
Algorithmische
Layoutoptimierung



AQ PLM
Stücklistenverwaltung, Änderungsmanagement,
Bereitstellung Fertigungsunterlagen



AQ Field App, Absteckung, Berechnung Einstellmasse
und Längenkorrekturen, QS, Fortschrittsdashboard



AQ Monitoring Power Plant Monitoring, Power Plant Control
Testanlagen und Messtechnik, Export für Asset Management

Fazit



Solarexpress rollt, wenn auch in reduzierter Grösse



Planen & Bauen im alpinen Raum ist herausfordernd & teuer



Einbezug aller Stakeholder entscheidend



Keine alpinen Solaranlagen ohne (sehr viel) Innovation



Durchgängige, datenbasierte Prozesse für «Planung - Bau – Betrieb»



Starke, entscheidungsfreudige Teams & gute, lösungsorientierte Zusammenarbeit

Weiterführende Infos



MadrisaSolar – Tag der offenen Baustelle

4. Oktober 2025 in Madrisa (Klosters)

<https://repower.com/ch/ueber-uns/unsere-projekte/madrisa-solar-alpines-solkraftwerk>



Swissdimensions 2025

23. Oktober 2025, Campus Sursee

<https://swissdimensions.ch/>



Aventura Energia

Ausstellung & geführte Baustellenbesichtigungen in Sedrun

<https://www.energia-alpina.ch/aventura-energia/>



Marco Graf

marco.graf@infradigital.ch

www.infradigital.ch / www.zendra.ch



Diskussion & Fragen

