

# DIGITALE FORSTANALYSE

**Ableitung von Forstparametern aus ALS Daten unter Verwendung von  
maschinellern Lernen und GIS**

„Klimafitter Wald in Vorarlberg – Stand und Perspektiven“  
6.6.2023, inatura und Vorarlberger Technischer Verein

Martin Tschofen, Yannik Bäder

# Digitale Forstanalyse

## Agenda

1. Überblick
2. Analyse
3. Produktportfolio
4. Demo
5. Ausblick
6. Beispiele aus der Praxis

# Digitale Forstanalyse

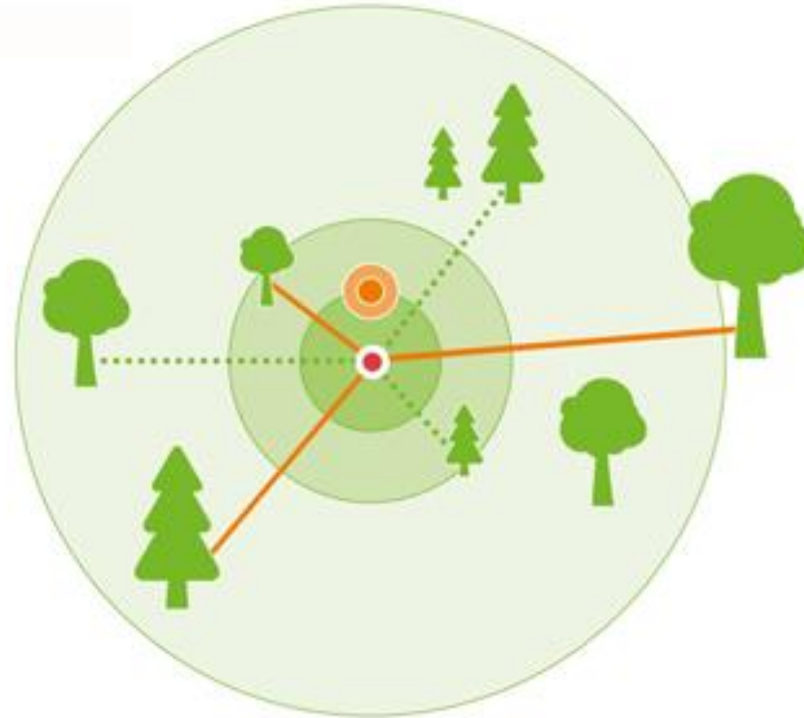
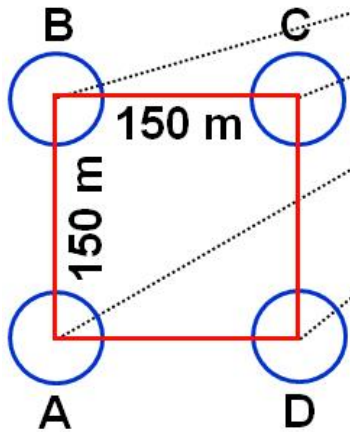
Überblick: Ausgangssituation bei illwerke vkw

- Keine forstlichen Daten im Konzern vorhanden
- Wiederkehrend großer manueller Aufwand einer trad. Forstinventur
- Liegenschaftsstruktur bei illwerke vkw
- Umfeldanalyse (Thema oft vakant, bei DL kommen stark vereinfachte Verfahren zur Anwendung vs. Datengenauigkeit)
- Viel digitales knowhow bei illwerke vkw vorhanden (GIS)
- Datenanalyse mit Potential f. externe Bedarfsträger (zb. Gefahrenpotential)

# Digitale Forstanalyse

## Überblick: Herkömmliche Forstinventur

Inventurdesign: Trakt



# Digitale Forstanalyse

## Überblick: Ausgangslage

### Ziele

- Analyse firmeneigener Waldflächen
- Gefahrenpotentialableitung in der Nähe von Infrastrukturen
- Etablierung eines nachhaltigen Waldmanagements

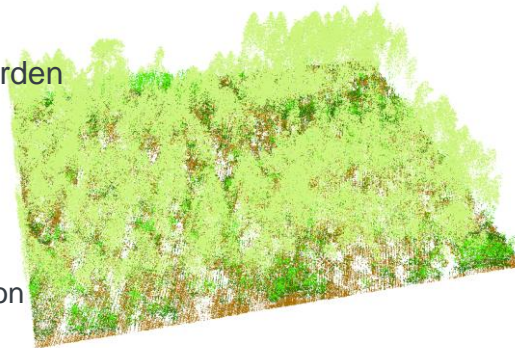
### Vorteile

- keine aufwendige Begehungen durch Verwendung digitaler Daten
- öffentlich verfügbare räumliche Daten erlauben flächendeckende Analysen
- Waldflächen können automatisiert und wiederholt ausgewertet werden

### Bedarfsträger

Facility Management, Martin Tschofen.

Analyse erstellt im Rahmen einer Masterarbeit in der Netz- und Geoinformation bei vorarlberg netz von Johanna Thiel betreut von Markus Hollaus, TU Wien.



# Digitale Forstanalyse

## Agenda

1. Überblick
2. Analyse
3. Produktportfolio
4. Demo
5. Ausblick
6. Beispiele aus der Praxis

# Digitale Forstanalyse

## Analyse: Schritte

### Basis: Airborne Laserscan Daten des Landes Vorarlberg

#### 1. Einzelbaumdetektion

Detektion von Baumspitzen durch Rasteranalyse.

#### 2. Baumartenklassifizierung

Finden von Merkmalen zur Unterscheidung der Hauptbaumarten-Gruppen Tanne, Fichte, Laub und sonstige Nadelbäume. Einsatz von maschinellem Lernen zur Erstellung eines Klassifizierungsmodells.

#### 3. Ableitung weiterer Parameter

Annäherungsfunktionen zur Bestimmung von Holzvorrat und Brusthöhendurchmesser (BHD)

# Digitale Forstanalyse

Analyse: Aufnahme von Referenzdaten

Definition von 7 Testgebieten zur Aufnahme von Referenzdaten:  
700 Bäume in unterschiedlichen Höhenstufen in Vorarlberg

## Aufnahme

Innerhalb eines definierten Gebietes wurden alle Baumpositionen mit einem terrestrischen Tachymeter eingemessen

BHD mit Messkluppe

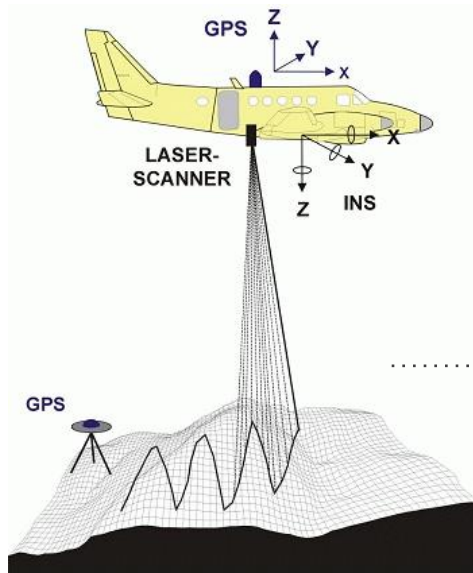
Baumart wurde dokumentiert



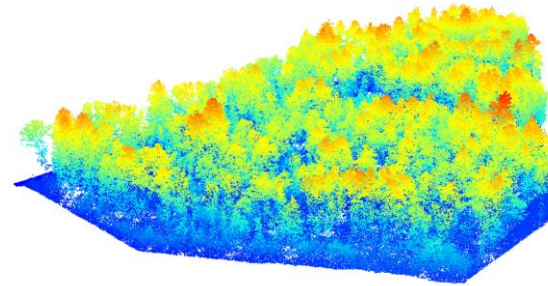


# Digitale Forstanalyse

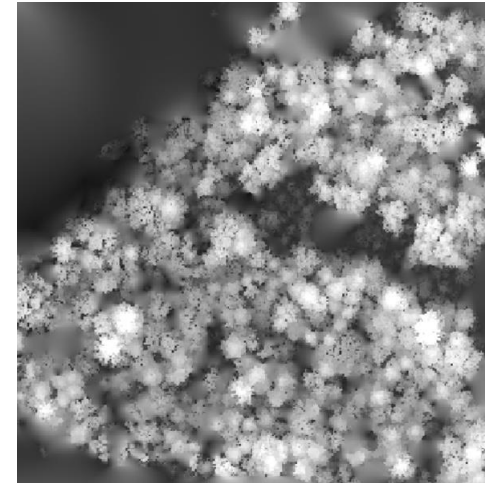
Analyse: Einzelbaumdetektion



Abtasten der Erdoberfläche  
mittels Laserstrahl



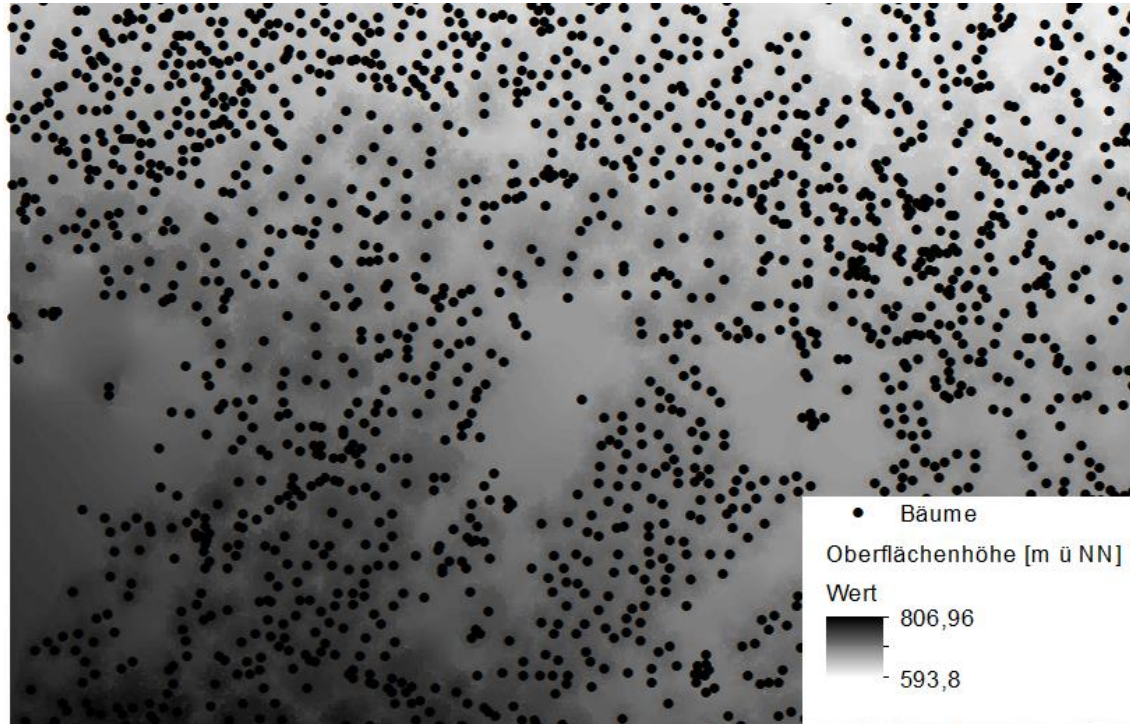
Punktwolke



Höhenmodell

# Digitale Forstanalyse

Analyse: Einzelbaumdetektion



# Digitale Forstanalyse

Analyse: Merkmale zur Baumartenklassifizierung

An den Baumpositionen Merkmale aus der Punktwolke berechnen, um Baumarten zu unterscheiden.

## Merkmale:

Verhältnisse von Rückstrahlstärke der Punkte

Verteilung der Punkte in unterschiedlichen Höhenschichten

uvm.

## Maschinelles Lernen:

Merkmale von Referenzbäumen (Vermessung) werden verwendet, um ein Klassifizierungsmodell zu trainieren.

**Modell:** Fichte, Tanne, Laub, sonst. Nadel → 70% Genauigkeit

**Modell:** Laub, Nadel → 89% Genauigkeit

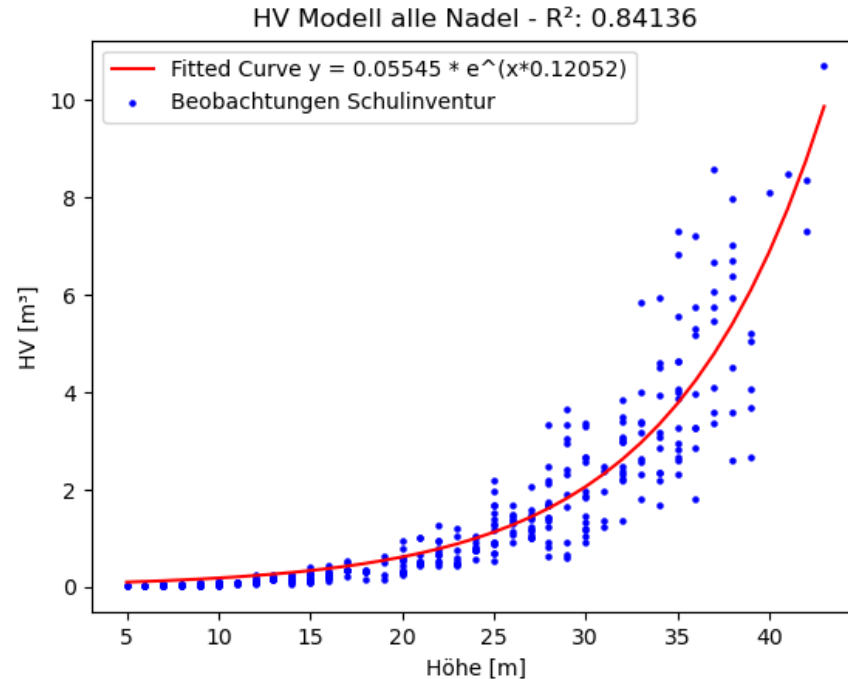


# Digitale Forstanalyse

Analyse: Ableitung weiterer Parameter

## Annäherungsfunktionen zur Bestimmung von Holzvolumen und BHD

- Berechnung des Holzvolumens und BHD auf Basis der Baumhöhe
- Gliederung nach Hauptbaumarten



# Digitale Forstanalyse

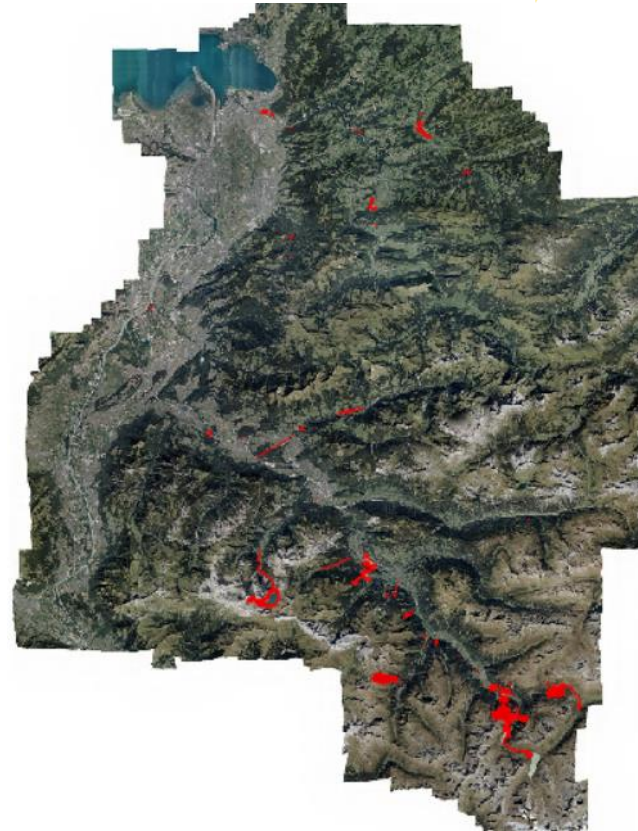
Analyse: Untersuchungsgebiete

## Gebiete

Verschneidung der Grundstücke der Illwerke vkw mit Nutzungsf lächen der DKM um Waldfl ächen zu erhalten.

## Analyse

Wurde für 155 Gebiete durchgeführt mit einer Gesamtfl äche von 1450 ha. Das größte Gebiet ist 260 ha groß, das kleinste 0,3 ha.



# Digitale Forstanalyse

## Analyse: Beispiel

Gebiet in Gaschurn

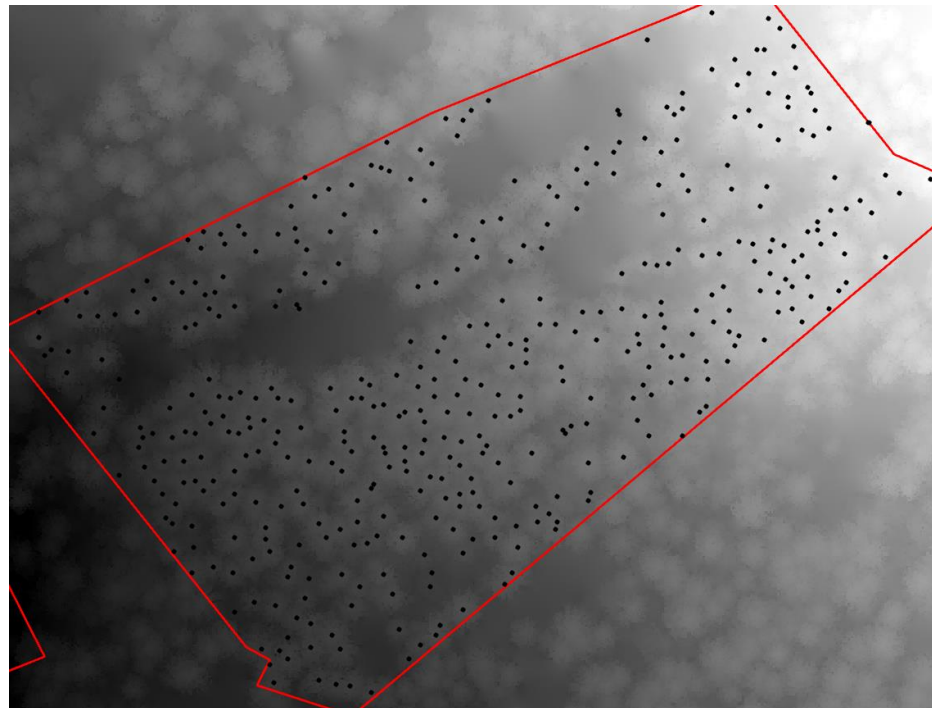
2,2 ha

439 Bäume

94% Fichten, 3% Laub,

2% Tannen, 1% sonstige Nadelbäume

ca. 1270 m<sup>3</sup> Holzvolumen



# Digitale Forstanalyse

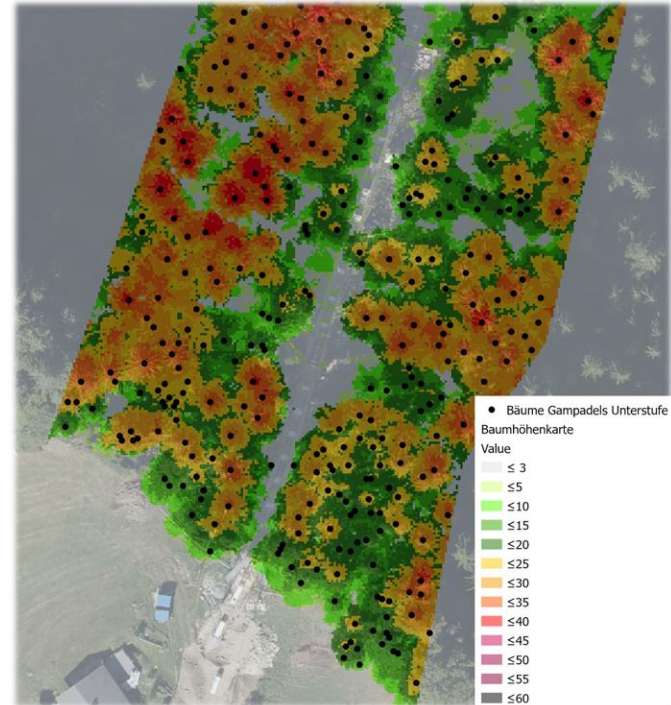
Forstanalyse - Automatisierte Ableitung von Forstparametern

## Analyse als Grundlage

Datenbasis für nachhaltige Forstbewirtschaftung durch flächendeckende Informationen aller Waldflächen im Konzernbesitz

## Forstmanagement als nächster Schritt

Analyse ist Voraussetzung für die Etablierung des Forstmanagements



Baum ID	Art	Höhe [m]	Holzvolumen [m³]
0	Fichte	19,10	0,45
1	Fichte	29,99	1,51
2	Tanne	30,15	1,54
3	Laub	22,37	0,65
4	Laub	25,44	0,91
5	Fichte	24,76	1,10
6	Laub	24,98	0,87
7	Laub	21,00	0,56
8	Tanne	33,21	2,16
9	sonst. Nadel	17,71	0,39

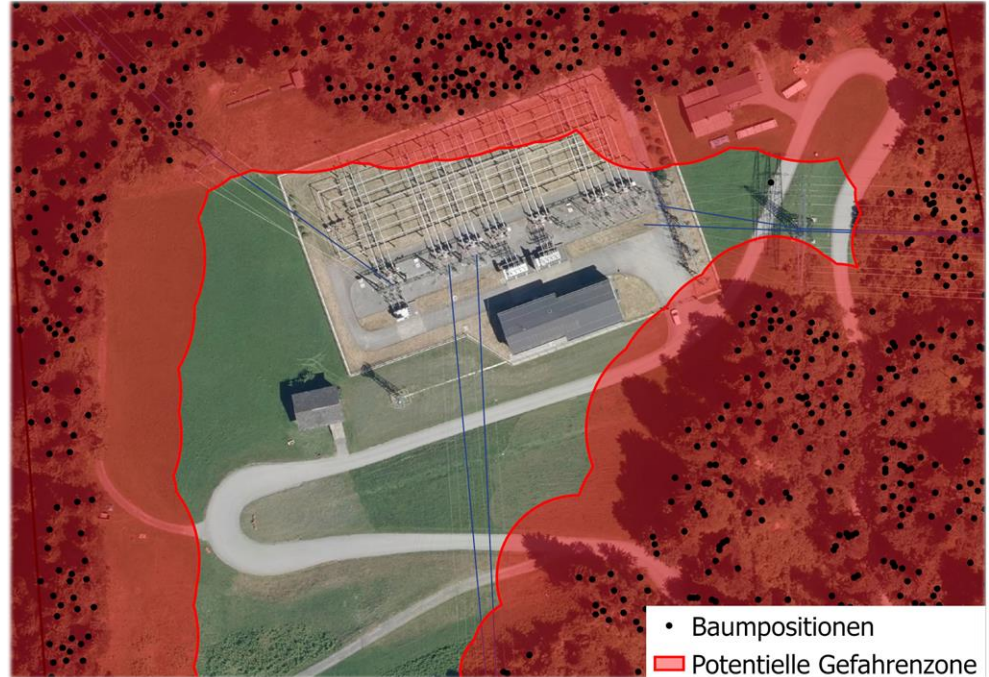
# Digitale Forstanalyse

Forstanalyse - Anlagensicherheit

## Abschätzung des Gefahrenpotentials für Infrastrukturen

Ableitung der potentiellen Gefahrenzone auf Basis der Baumpositionen und Höhen.

Beispiel: UW Vorderwald





# Digitale Forstanalyse

## Agenda

1. Überblick
2. Analyse
3. Produktportfolio
4. Demo
5. Ausblick
6. Beispiele aus der Praxis

# Digitale Forstanalyse

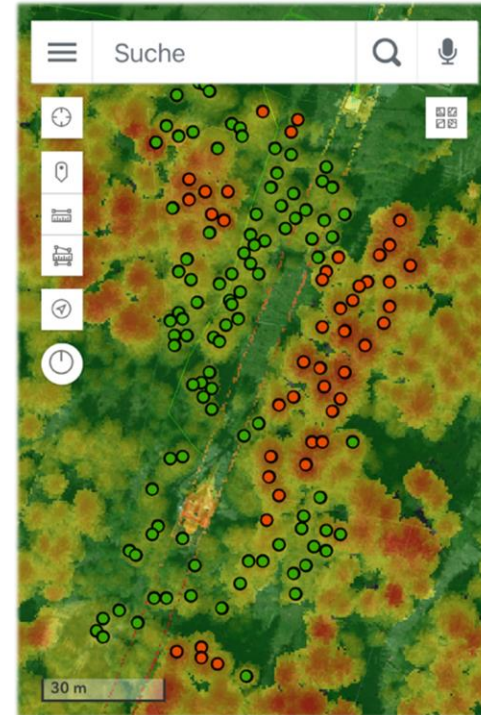
## Produktportfolio

### Forstanalyse – Dienstleistung

- Einzelbaumdetektion von Waldbeständen
- Baumartenklassifizierung
- Ableitung von Forstparametern

### Forstmanagement – Software

- GIS – Software: Mobile APP mit offline Funktion
- weitere Module durch Kooperationspartner (Borkenkäfermonitoring, CO<sup>2</sup>-Speicherpotential)



# Digitale Forstanalyse

Herkömmliche Forstinventur vs. digitale Forstanalyse

	Herkömmliche Forstinventur	Digitales Forstmanagement
<b>Analysegebiet</b>	Stichprobe	flächendeckend
<b>Durchführbarkeit</b>	nur in begehbaren Gebieten	überall
<b>Gefahrenabschätzung</b>	nur flächenhaft möglich	auf Einzelbaumbasis möglich
<b>Zeitaufwand</b>	hoch	gering
<b>Erweiterbarkeit</b>	gering	hoch

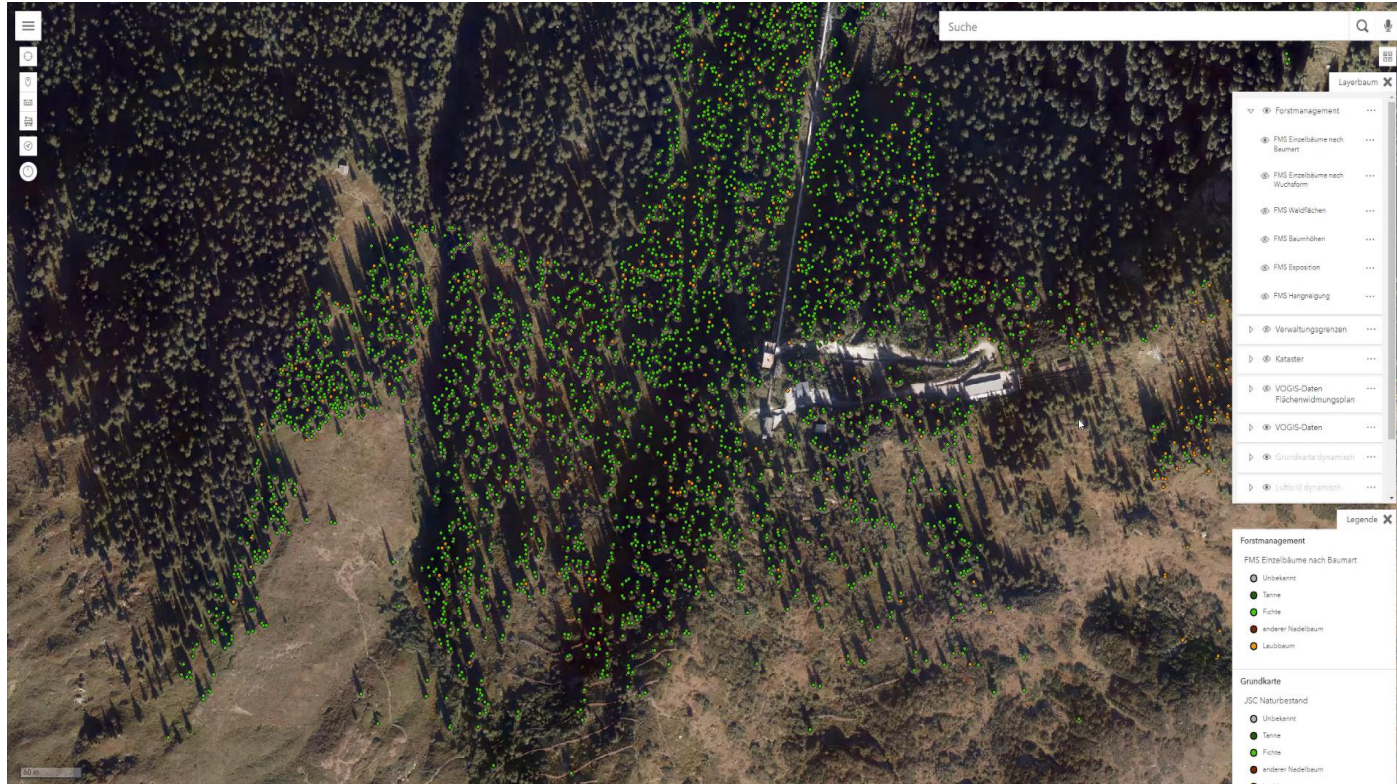
# Digitale Forstanalyse

## Agenda

1. Überblick
2. Analyse
3. Produktportfolio
- 4. Demo**
5. Ausblick
6. Beispiele aus der Praxis

# Digitale Forstanalyse

Demo



# Digitale Forstanalyse

## Agenda

1. Überblick
2. Analyse
3. Produktportfolio
4. Demo
- 5. Ausblick**
6. Beispiele aus der Praxis

# Digitale Forstanalyse

## Ausblick und mögliche Weiterentwicklungen

### ALS-Daten 2023:

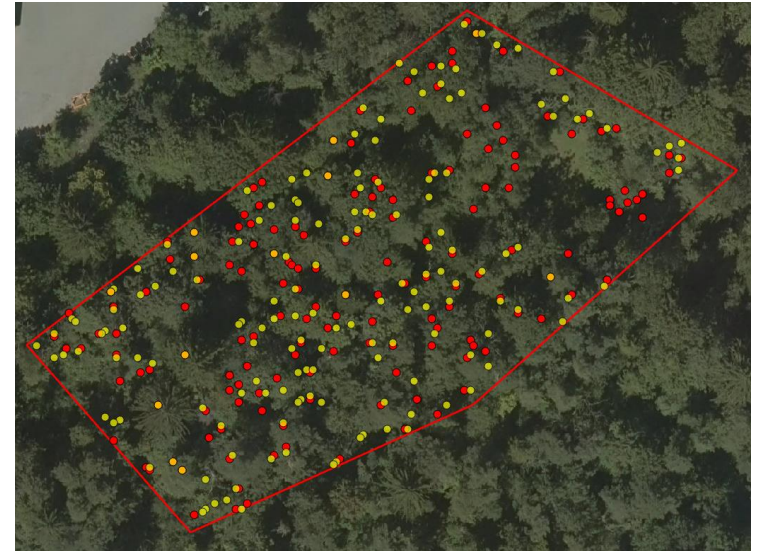
- Entwicklung des Bestands zwischen 2017 und 2023
- Zuwachsermittlung
- Herausforderung auf Einzelbaumebene: Bäume „wiederfinden“

### Interne Analysen:

- Gefahrenpotential für Infrastruktur, z.B. Freileitungen
- Bestandsentwicklung

### Verbesserung Klassifizierungsmodell und Annäherungsfunktionen:

- „Rückkanal“ mit Anwendern: weitere Validierungs- und Trainingsdaten
- Verbesserung des Modells und der Annäherungsfunktionen

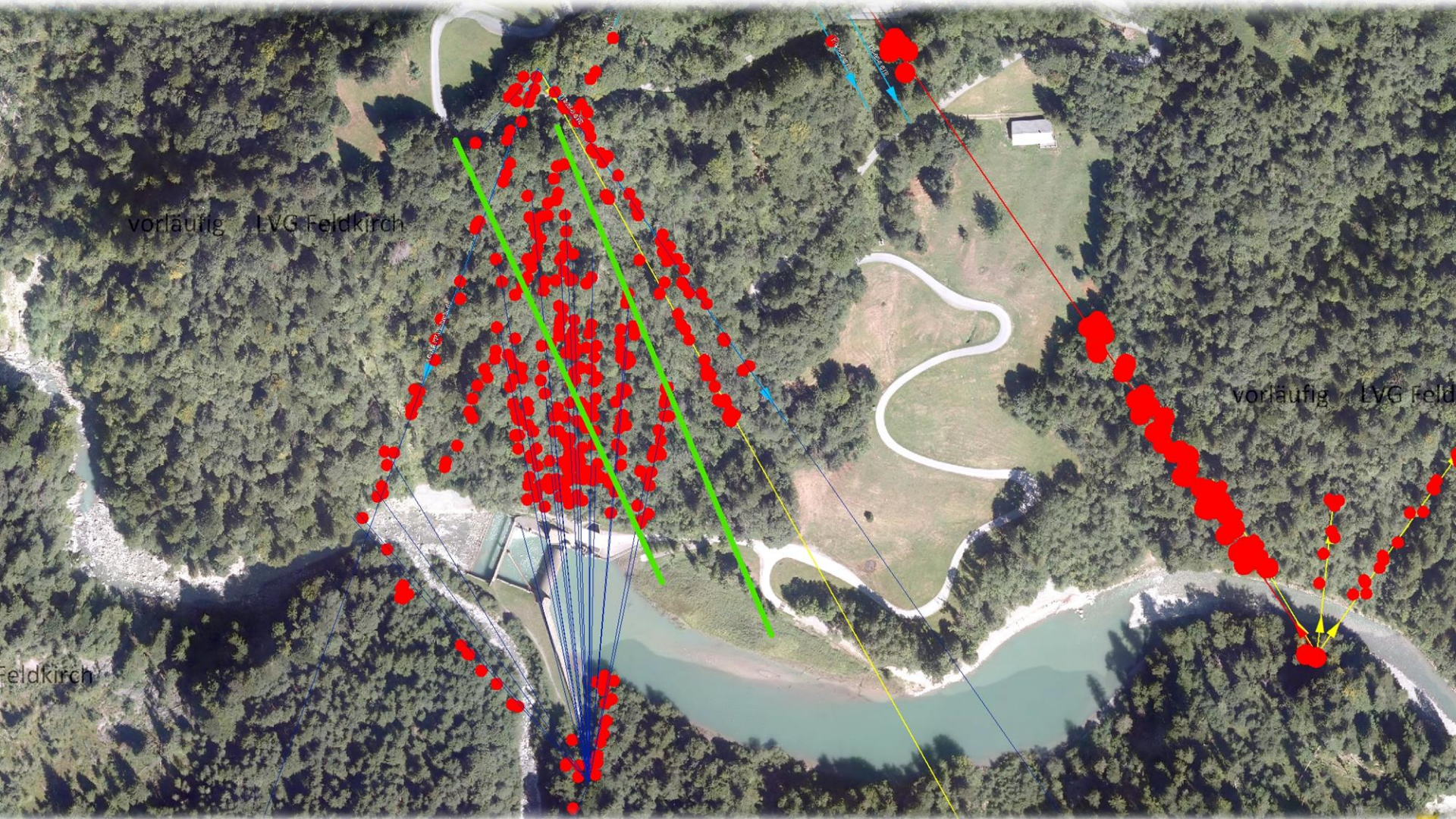


# Digitale Forstanalyse

## Agenda

1. Überblick
2. Analyse
3. Produktportfolio
4. Demo
5. Ausblick
6. Beispiele aus der Praxis





vorläufig LVG Feldkirch

vorläufig LVG Feld

Feldkirch





# Digitale Forstanalyse

Fragen?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!