Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg

DiGeBaSt

Digitaler Fingerabdruck:

Markierungsfreie Rückverfolgung vom gefällten Baumstamm bis ins Sägewerk

Catherine Last

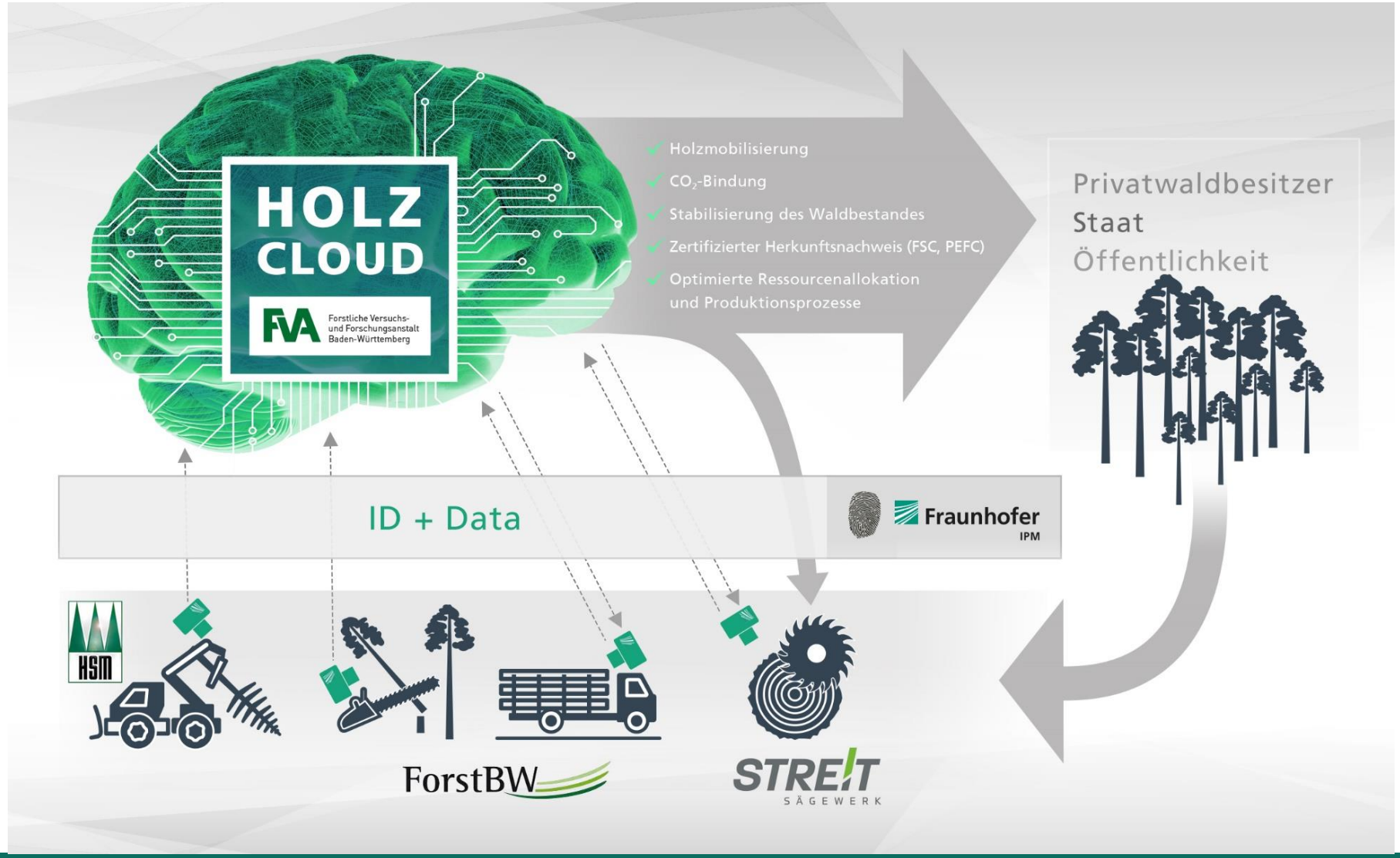
Gliederung der Präsentation

1. Projekthintergrund und Ziele
2. Methoden
   - Track & Trace Fingerprint
   - Anpassung an Rundholz
3. Vorversuche & Herausforderungen
4. Messkampagne Harvester – Polter – Sägewerk
5. Fazit

1

Projekthintergrund

Verbundprojekt DiGeBaSt



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Digital GreenTech

Zeitraum:
01.04.2021 - 31.03.2023

Projekthintergrund

Rückverfolgbarkeit in der Holz-Wertschöpfungskette

- Keine konsistente Rückverfolgungsmethode für Rundholz in Baden-Württemberg, Deutschland, oder international
- Ausnahme: Markierung der Polter mit Nummerierungsplättchen, Sprayfarbe, oder RFID
- Abrechnung des Handelsguts basierend auf Volumen
- Kein fälschungssicherer Herkunftsnachweis

Motivation

Zuverlässiger Herkunftsnachweis

- Fälschungssicheres Verfahren durch Verzicht auf Markierung
- Lückenlose „Chain of custody“ vom Ort der Holzernte bis zur Verarbeitung
- Transparente Abrechnung von geerntetem Holz
- Zuordnung von Teilstücken zum ursprünglichen Baumstamm
- Automatisierung

- Eindeutige Zuordnung von gelagertem Holz zu Waldbesitzenden
- Qualitätsprognose des Schnittholzes
- Daten für nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder

Projektziele

Digitaler Fingerprint

Markierungsfreie Rückverfolgung vom Ort der Ernte bis ins Sägewerk

Lesesysteme

Fotooptische Aufnahme der Stammstirnflächen an mehreren Stationen: Vollernter, Polter, Sägewerk

Wiedererkennung

Erkennung einzelner Stammabschnitte basierend auf „Fingerprints“

Holz Cloud

Datenaustausch zwischen Sektoren & Verknüpfung mit Baumstamm-spezifischen Informationen

Messkampagne

Demonstration der Technologie unter Echtbedingungen

2

Methoden

Track & Trace via Fingerprint

Track & Trace FINGERPRINT

Fraunhofer IPM

DiGeBaSt

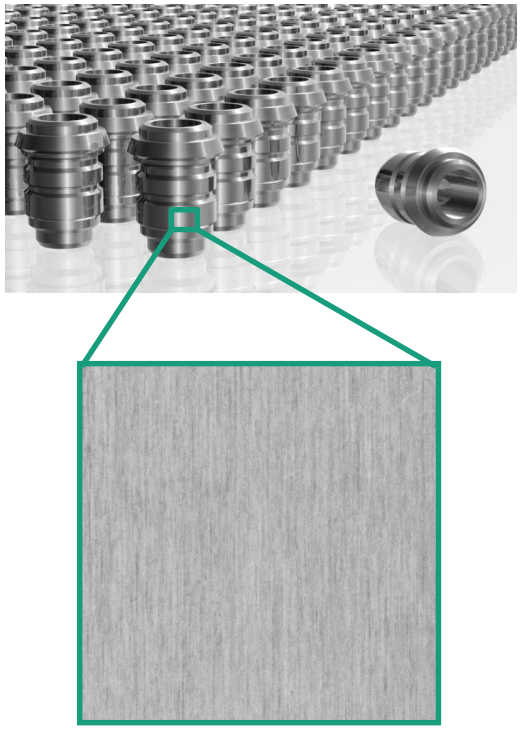
Track & Trace für die Bauteil-Industrie

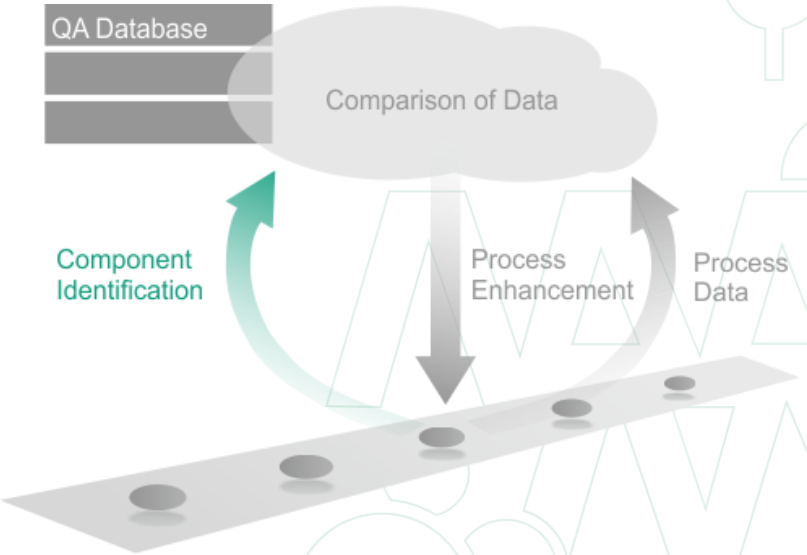
- Individuelle Mikrostrukturen der Bauteil-Oberfläche als Unterscheidungsmerkmal

Traceability - MARKIERUNGSFREI

- Keine zusätzlichen Produktionsschritte
- Kein Stückzahl-abhängigen Kosten
- Keine Beeinträchtigung von Bauteil-Funktionalitäten

→ Rückverfolgung bis zum Beginn der Wertschöpfungskette möglich



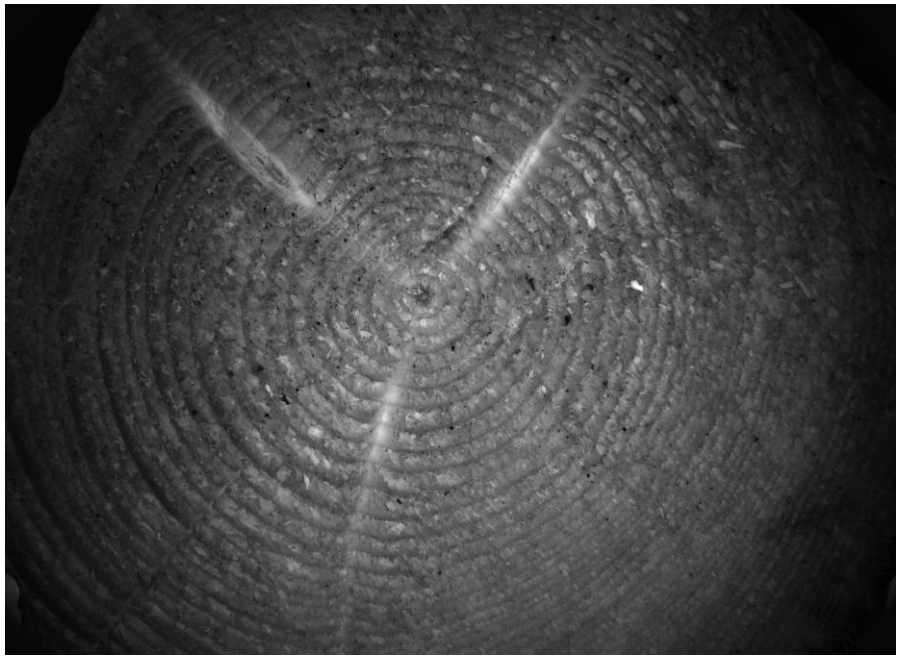


Enabler für Industrie 4.0

Quelle: Fraunhofer IPM

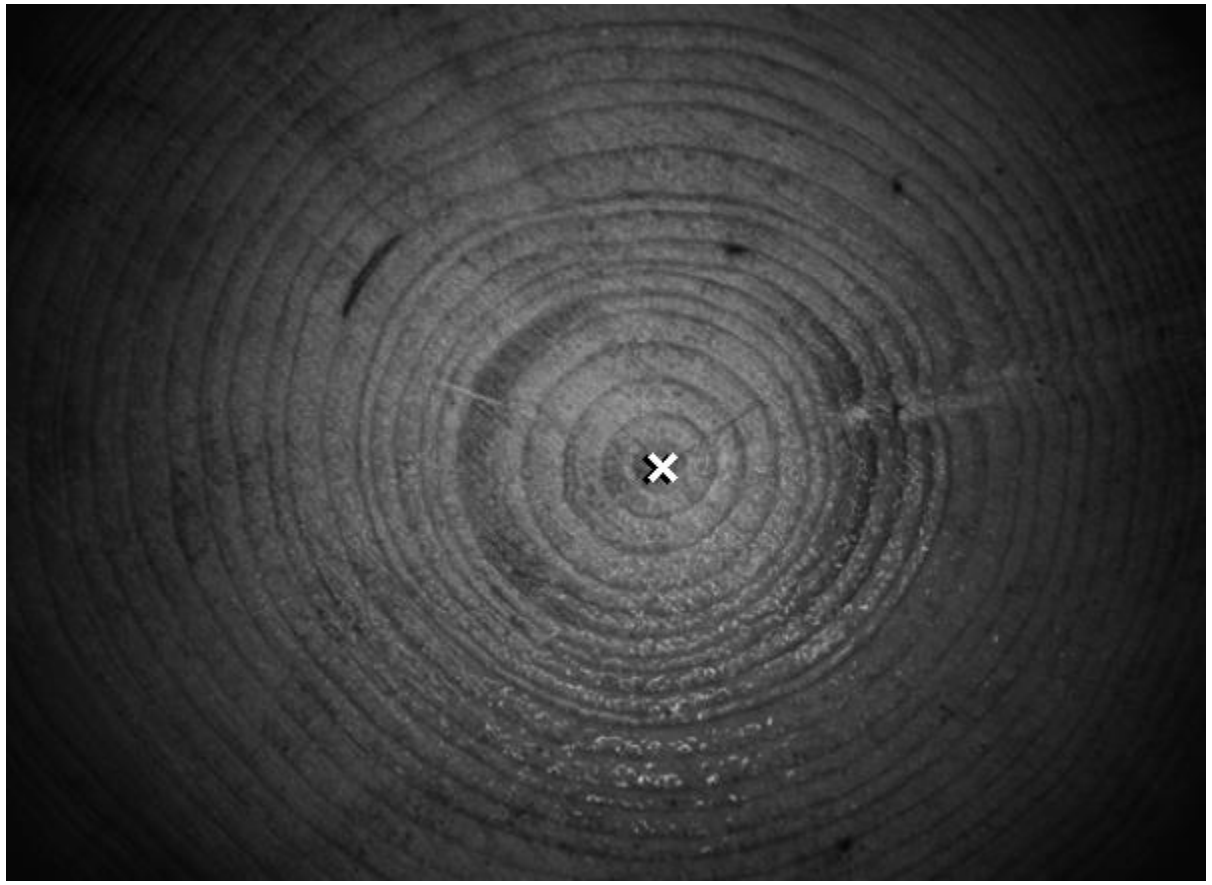
Existiert ein Fingerabdruck?

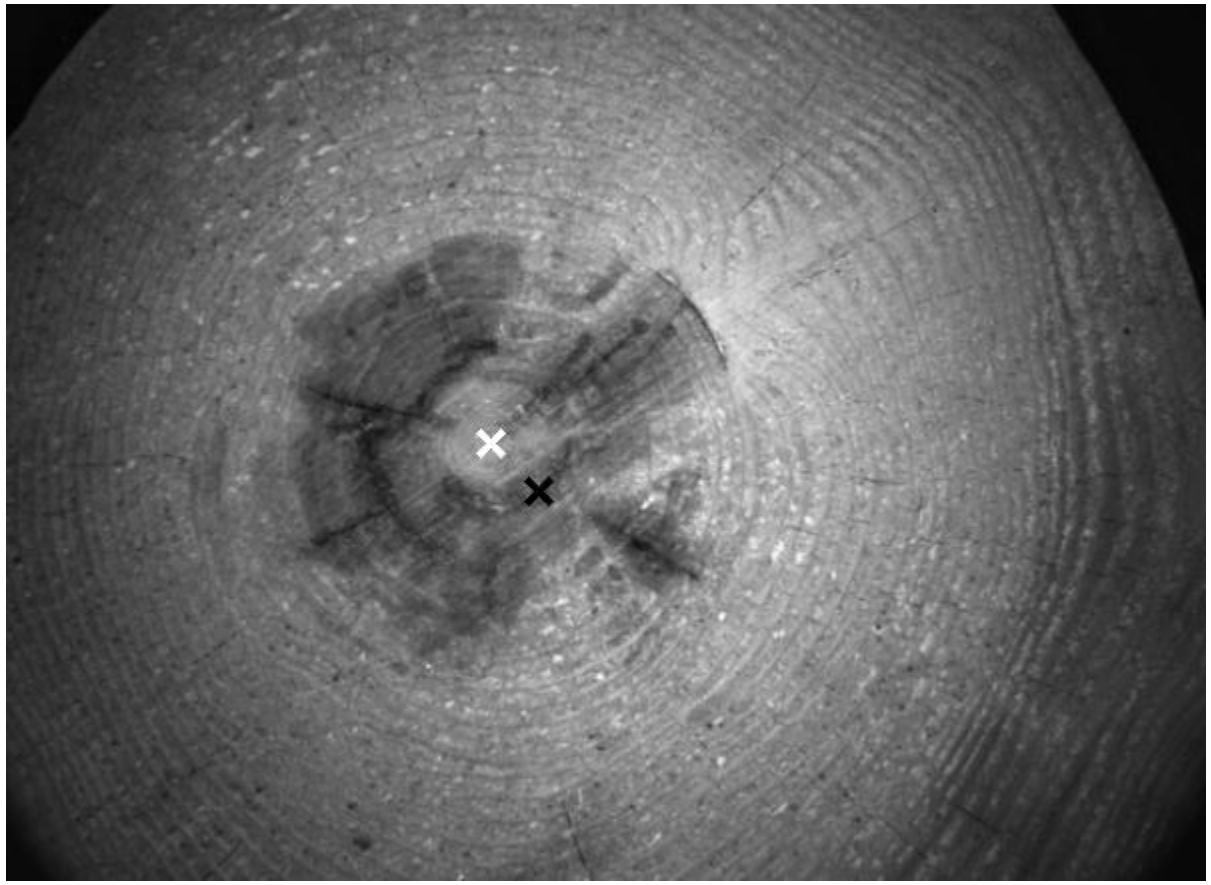
Erste Aufnahme



Zweite Aufnahme

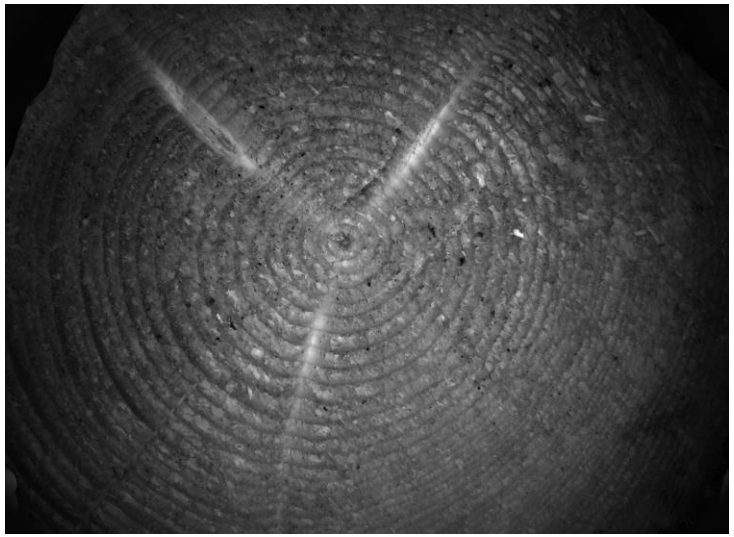
Markröhre als Referenzpunkt



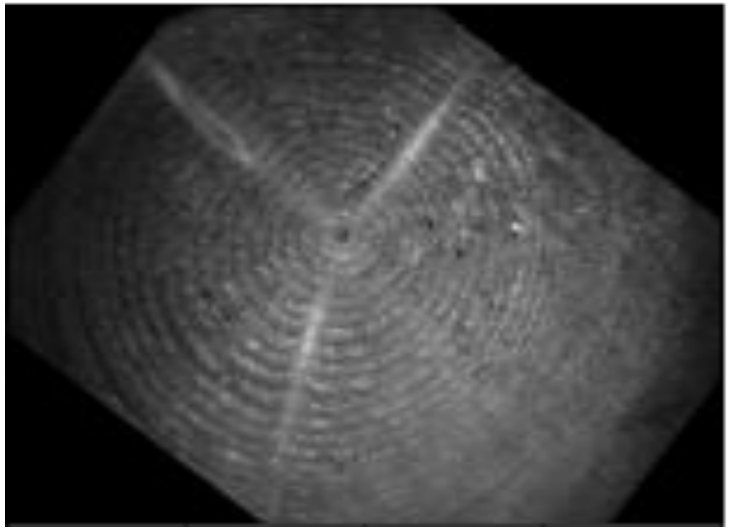


Existiert ein Fingerabdruck?

Erste Aufnahme

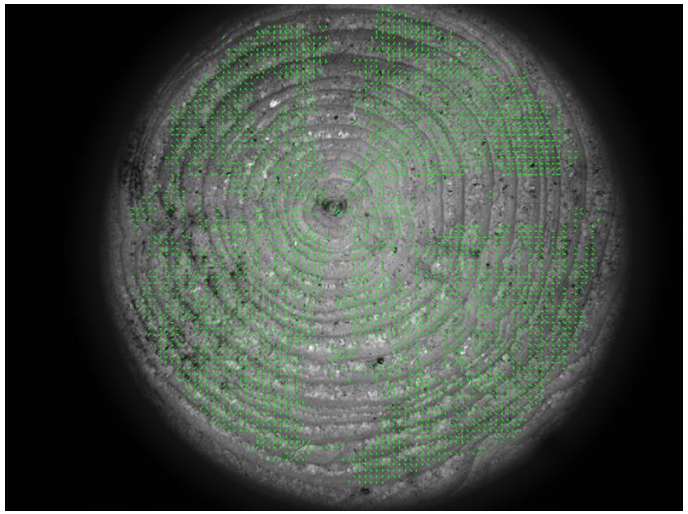


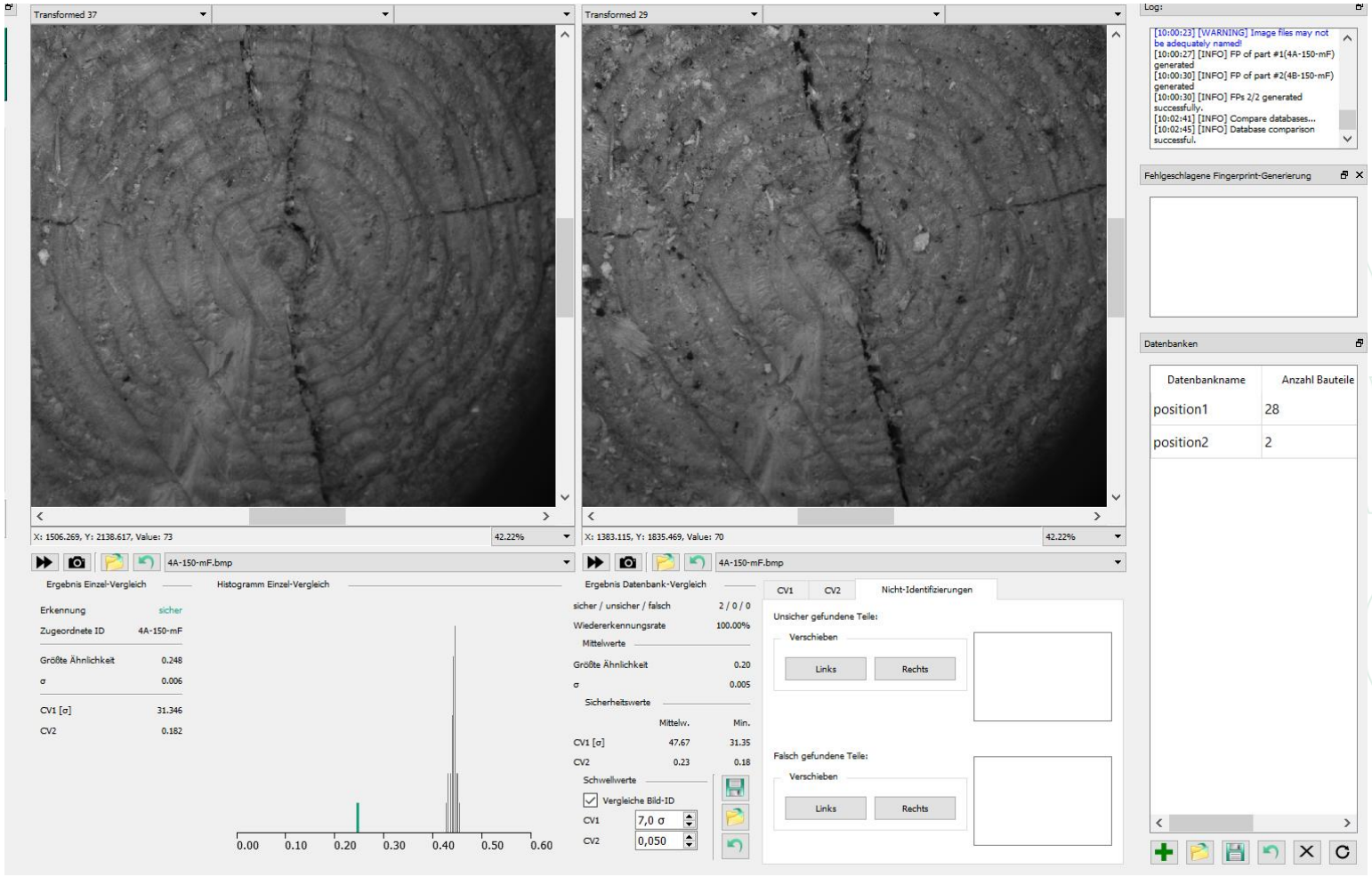
Zweite Aufnahme



Drehung + Verschiebung

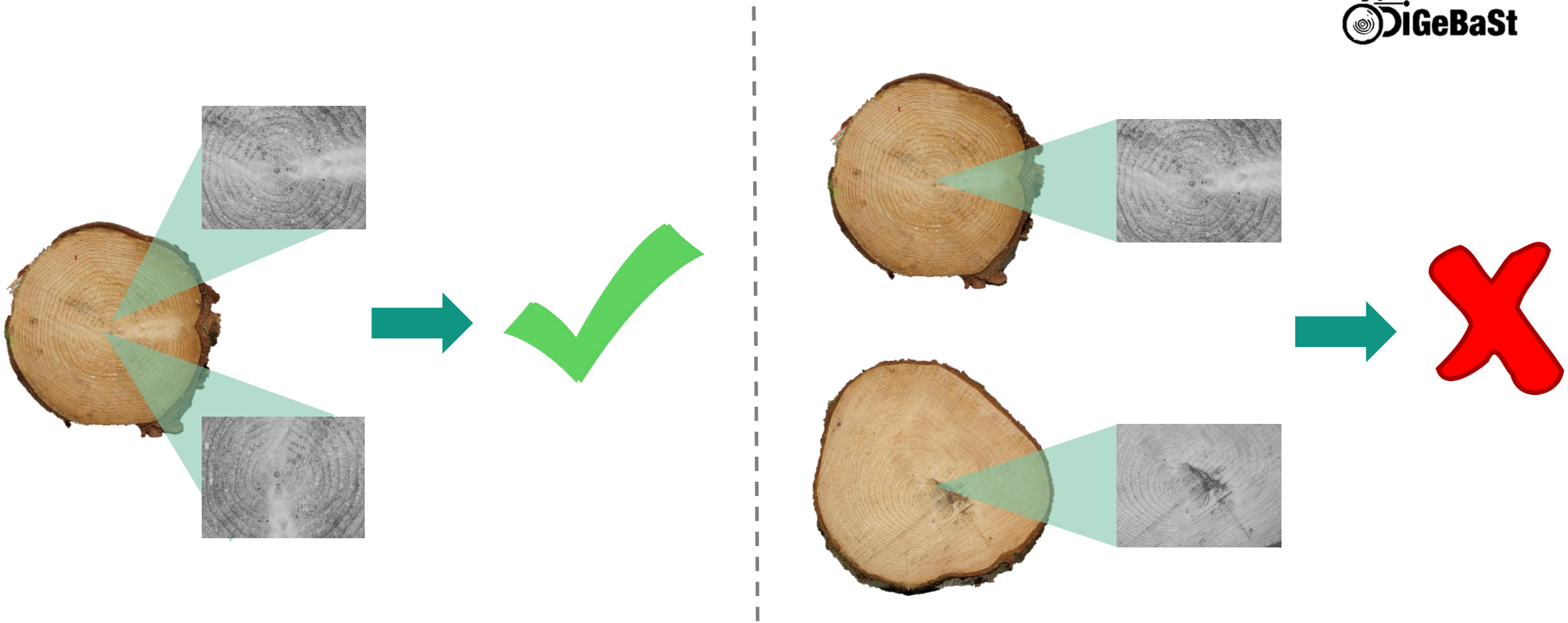
Wiedererkennung mit Track & Trace



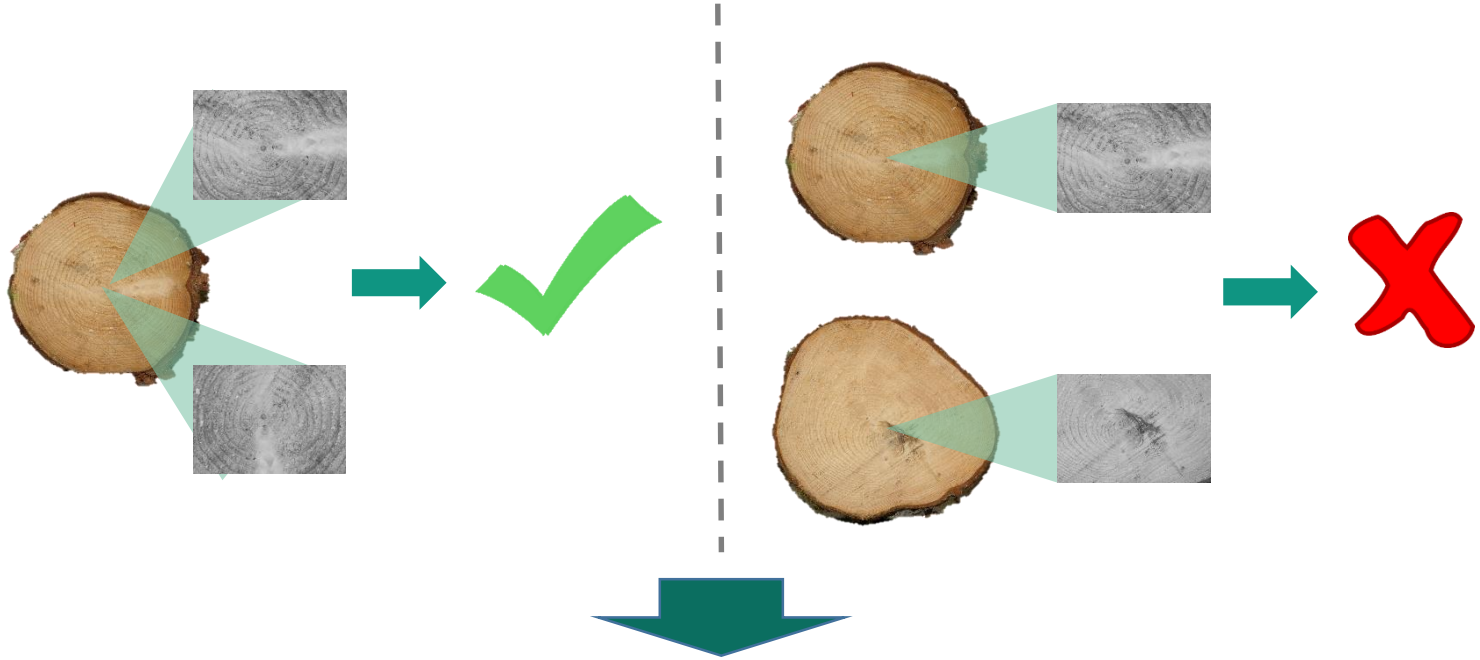


Quelle: Fraunhofer IPM

Machine Learning Ansatz: Trainieren mit Bilddaten



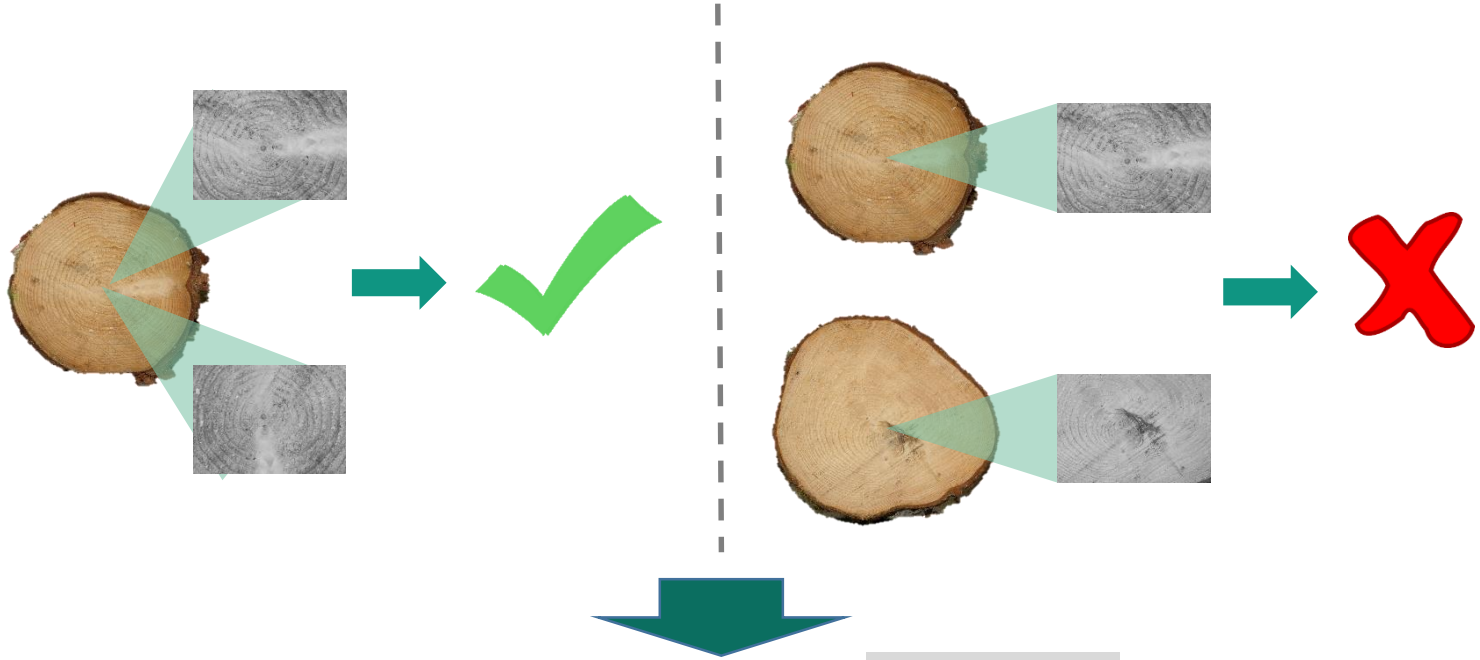
Erstellung eines “Fingerprints”



Reduktion der Bildinformationen auf Feature Vektor mit Float-Werten

...1.05,0.18,0.94,0.76...

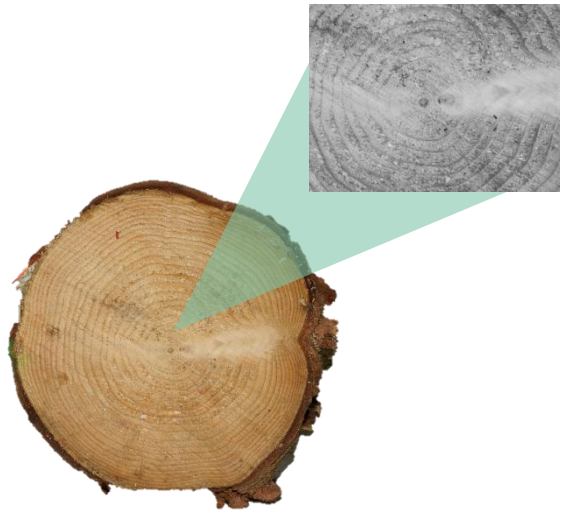
Datenmanagement



Datenbank

ID	Fingerprint
1032	…1.05,0.18,0.94,0.76…

Fingerprint-Abgleich



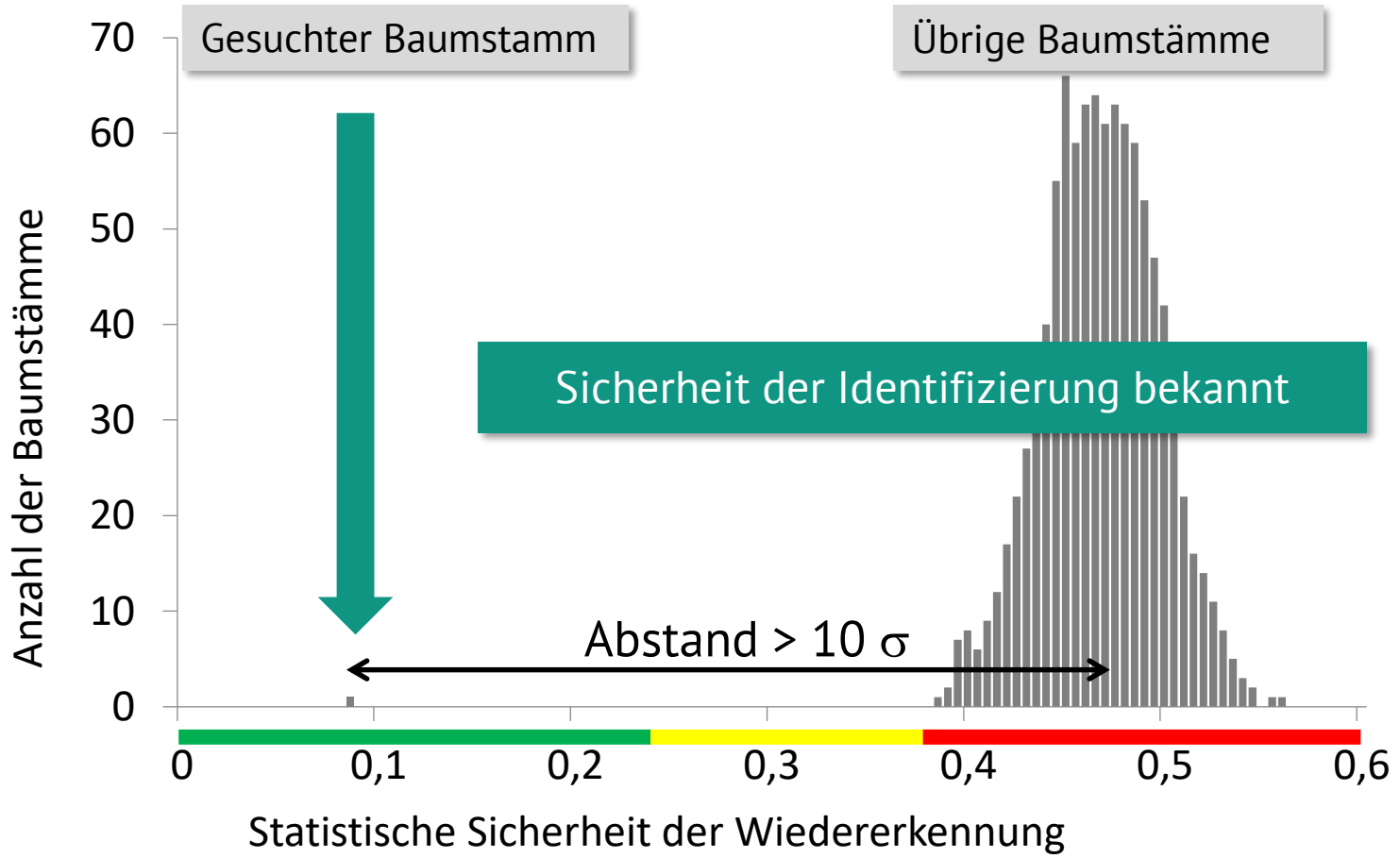
…1.05,0.18,0.94,0.76…

Eindeutige Identifizierung durch Abgleich der Fingerprints

Datenbank

ID	Fingerprint
1032	…0.32,0.78,1.53,0.63…
1033	…0.11,1.25,1.88,0.90…
1034	…1.05,0.18,0.94,0.76…
1035	…1.74,1.30,0.10,1.92…

Fingerprint-Abgleich

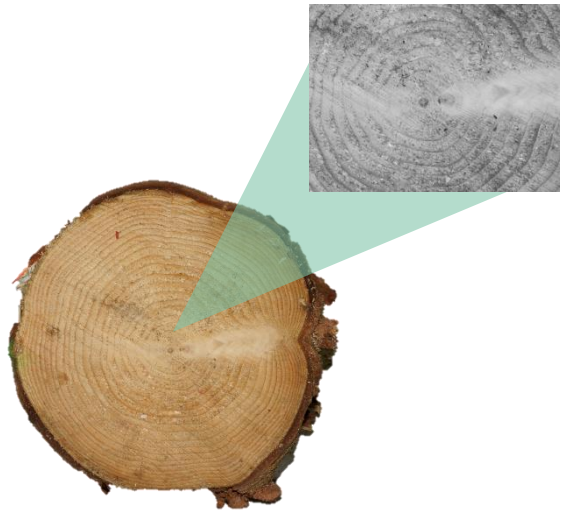


Quelle: Fraunhofer IPM

Erste Ergebnisse

	93_05_2.bmp	934_A_01_2.bmp	98_05_2.bmp	938_A_01_2.bmp	929_A_01_2.bmp	94_05_2.bmp	92_05_2.bmp	95_05_2.bmp	96_05_2.bmp	99_05_2.bmp	97_05_2.bmp	91_05_2.bmp	936_A_01_2.bmp	933_A_01_2.bmp	928_A_01_2.bmp
93_05_1.bmp	**0.9668155**	0.16644031	0.3094839	0.19106793	0.13100219	0.12626469	0.14049059	0.12739158	0.24432987	0.24169171	0.20500964	0.17165446	0.17895555	0.1454401	0.18823242

Datenverknüpfung



…1.05,0.18,0.94,0.76…

Verknüpfung mit Baumstamm-spezifischen Daten

ID	Fingerprint
1032	…0.32,0.78,1.53,0.63…
1033	…0.11,1.25,1.88,0.90…
1034	…1.05,0.18,0.94,0.76…
1035	…1.74,1.30,0.10,1.92…

- WaldbesitzerIn
- Herkunftsbestand
- Fälldatum
- Durchmesser
- Länge
- Baumart
- …

Holz Cloud

3

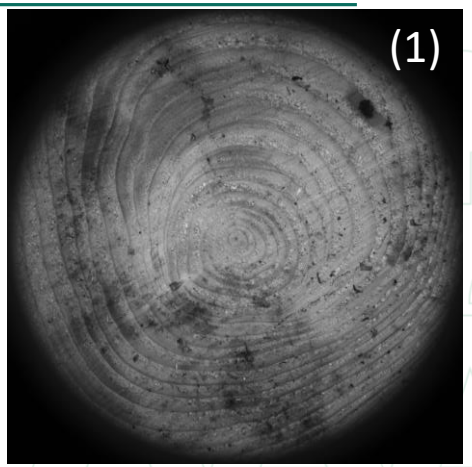
Vorversuche

Versuchsreihen

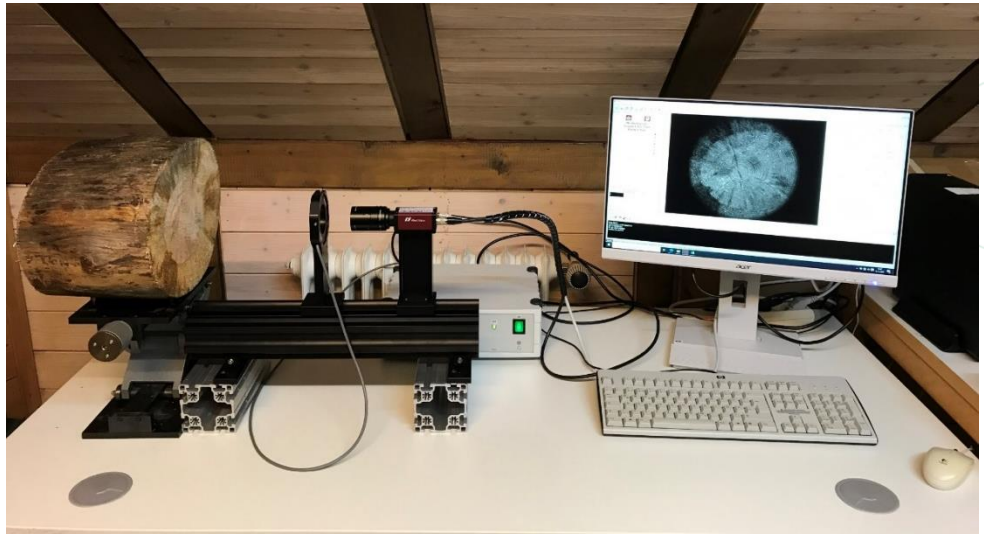
Zwei Langzeit-Messreihen mit Fichten-Stammabschnitten

- Draußenlagerung seit Januar 2022
  - 124 Stammabschnitte (40 cm)
  - Monatliche Aufnahmen der Stirnflächen beidseitig – insgesamt: 248
- Nasslagerung seit März 2022
  - 101 Stammabschnitte Kurzholz (5 m)
  - Zweiwöchig, bzw. monatliche Aufnahmen der vorderen Stirnflächen

Aufnahme mit Prototyp-Kamera (1), und Aufnahme der gesamten Querschnittsfläche (2)

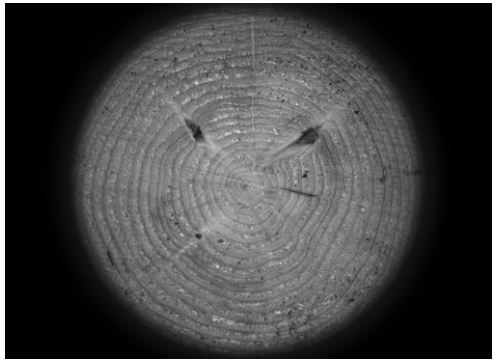
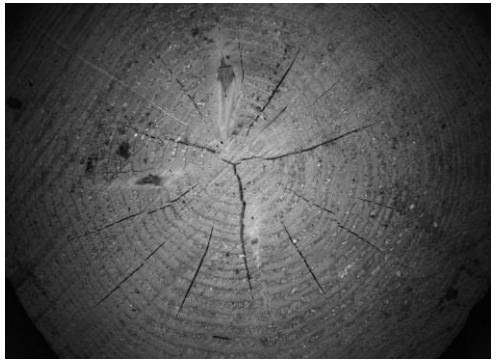


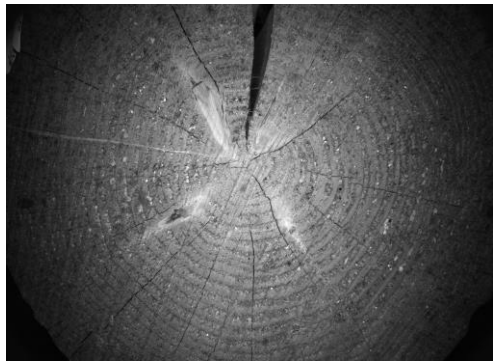
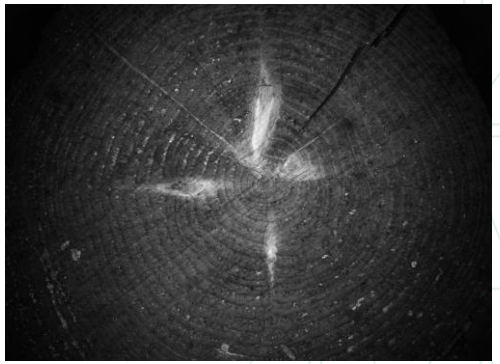
➡ Trainieren des Netzwerks und Testen der Wiedererkennung nach unterschiedlichen Lager-Perioden



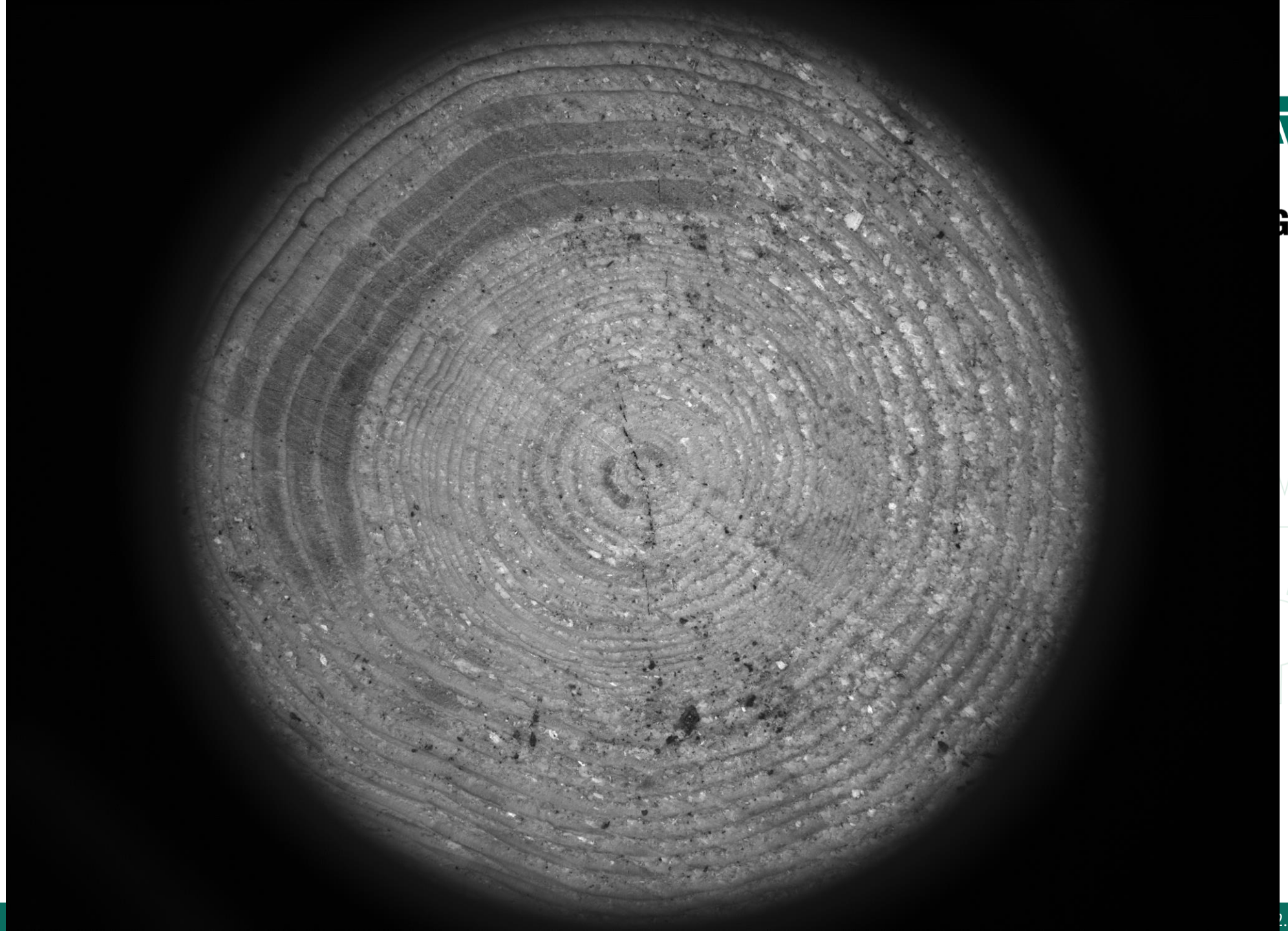
Messreihe Trockenlagerung

Direkt nach der Ernte | Nach 2 Monaten | Nach 4 Monaten | Nach 6 Monaten | Nach 8 Monaten

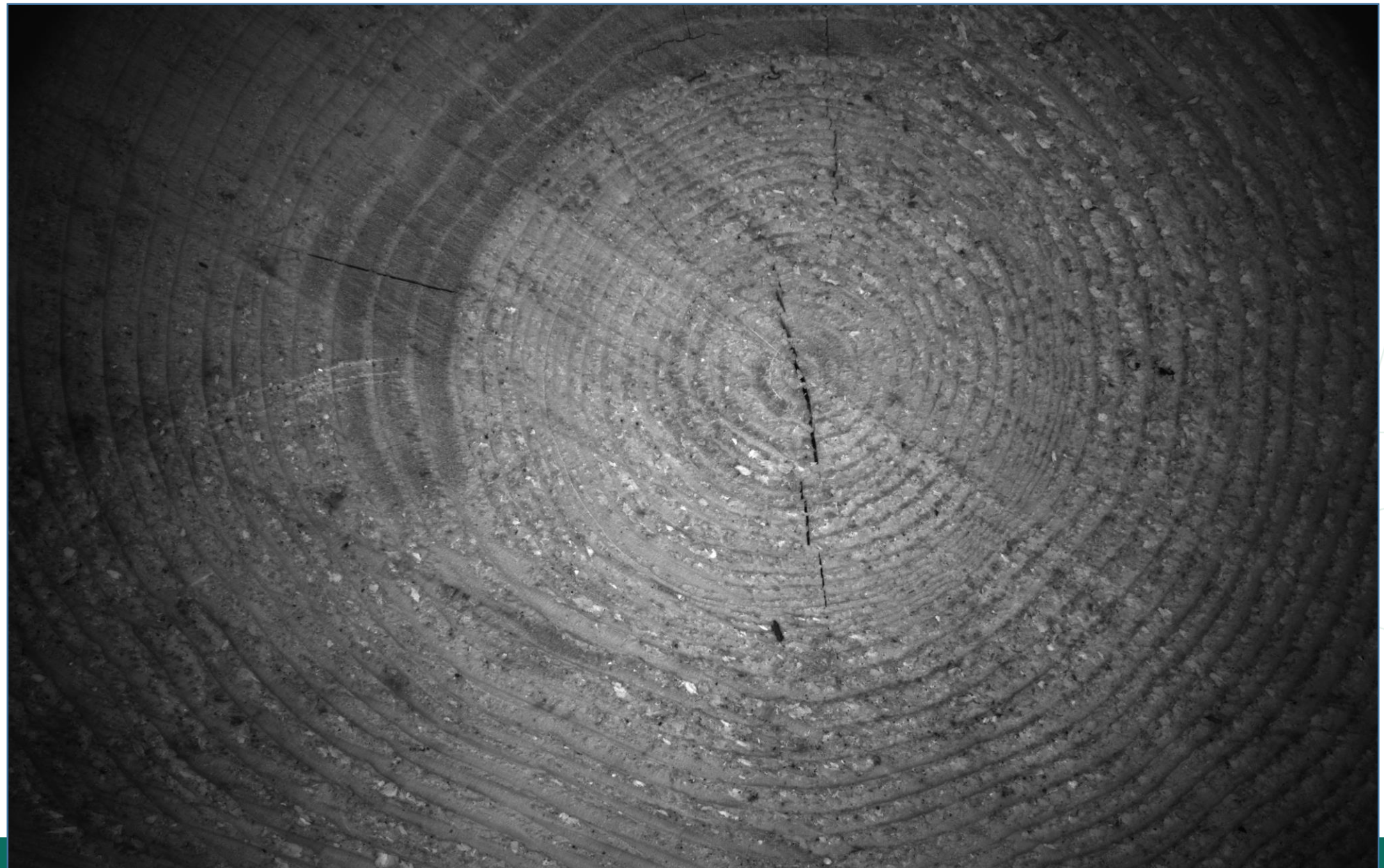



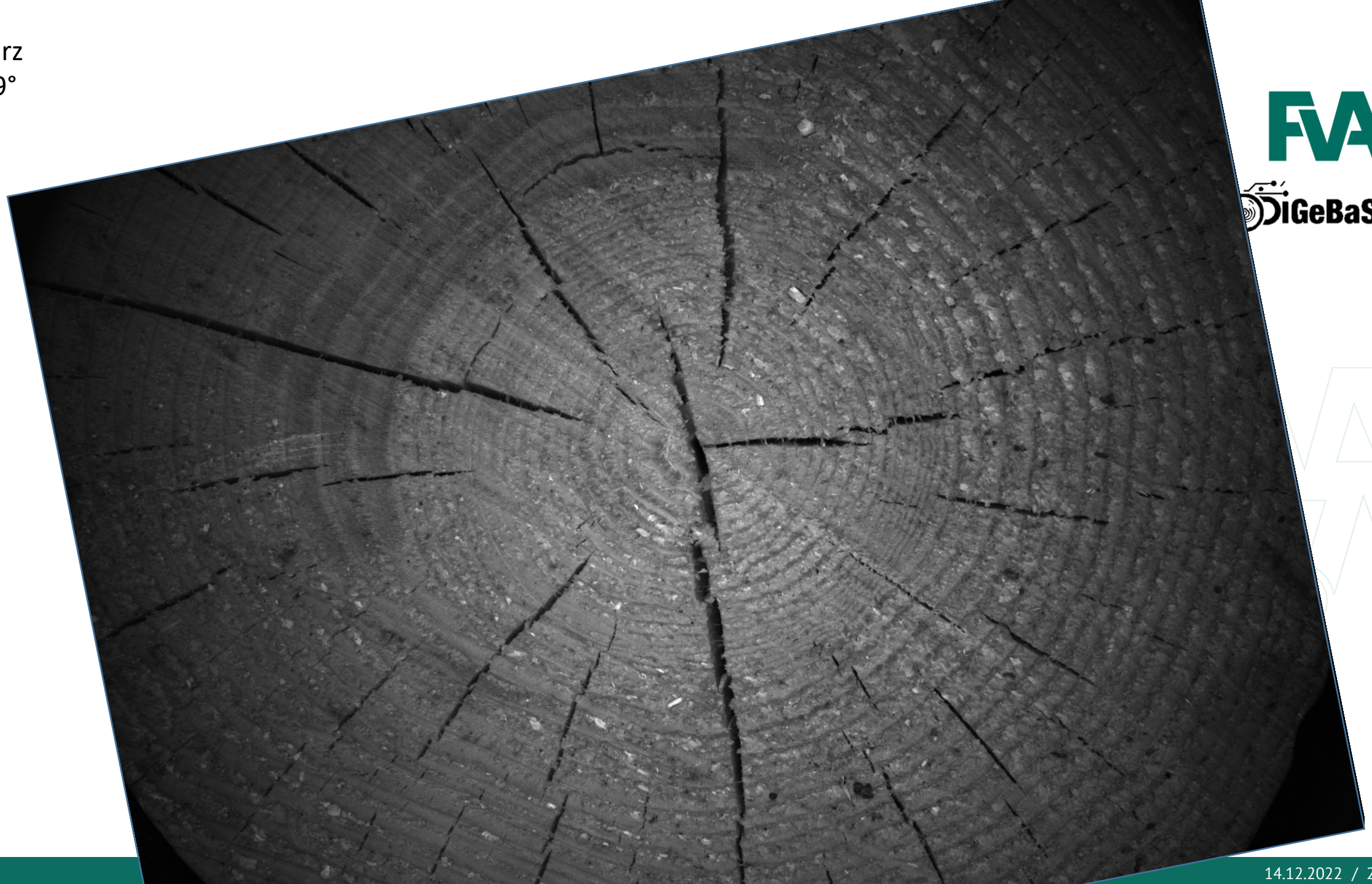
Januar
0°



Februar
180°



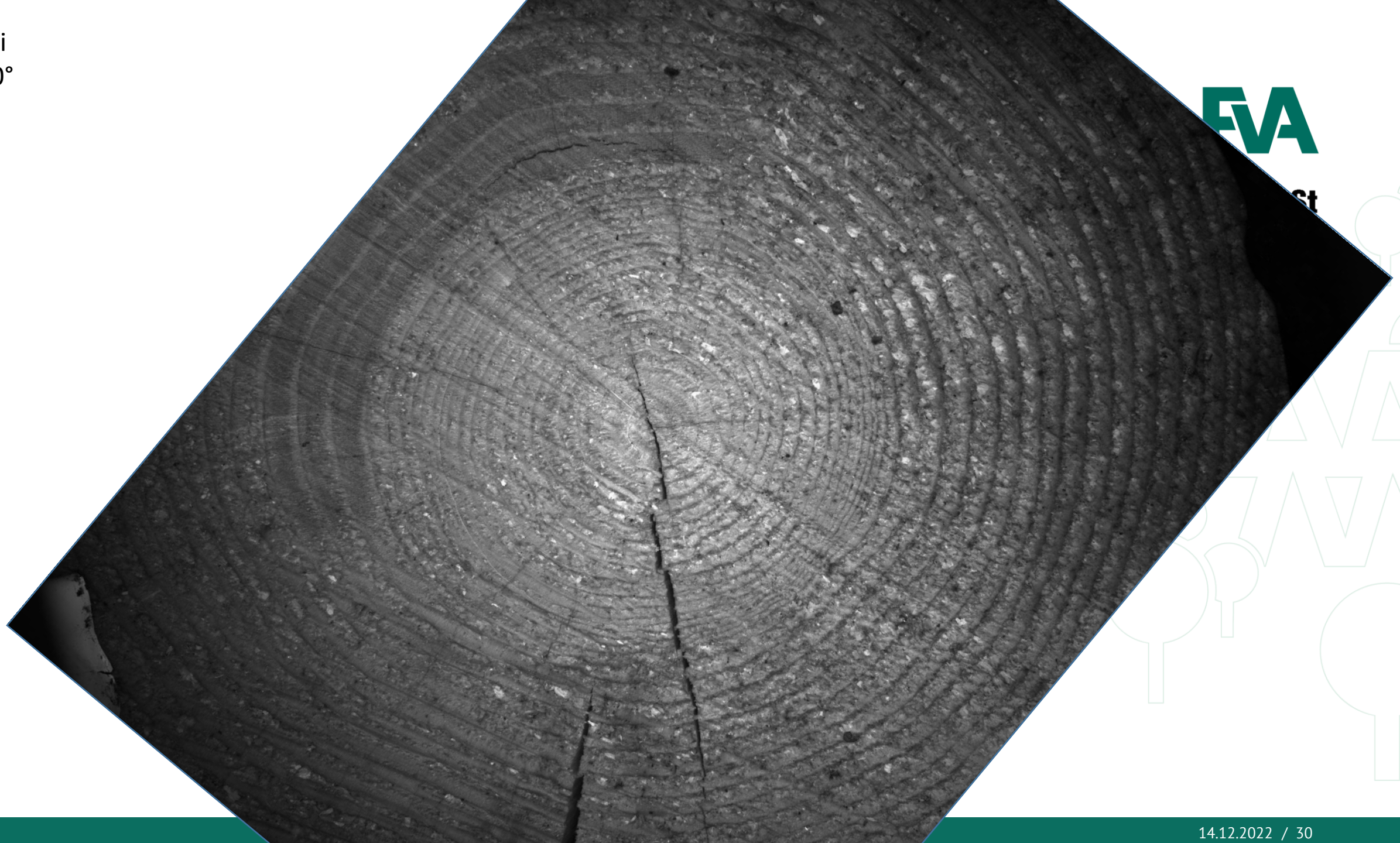
März
169°



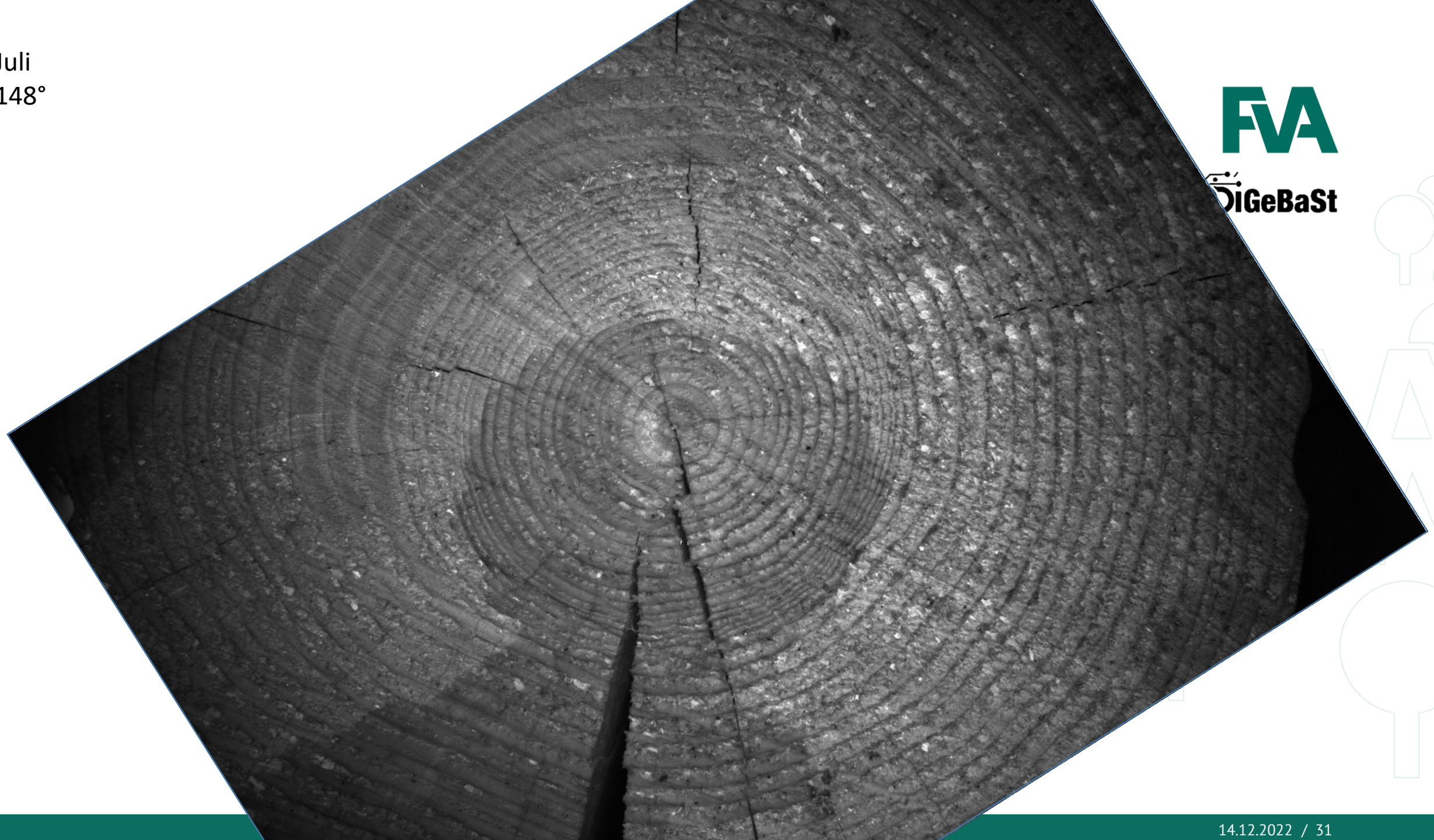
April
104°

Mai
93°

Juni
130°



Juli
148°



August
258°

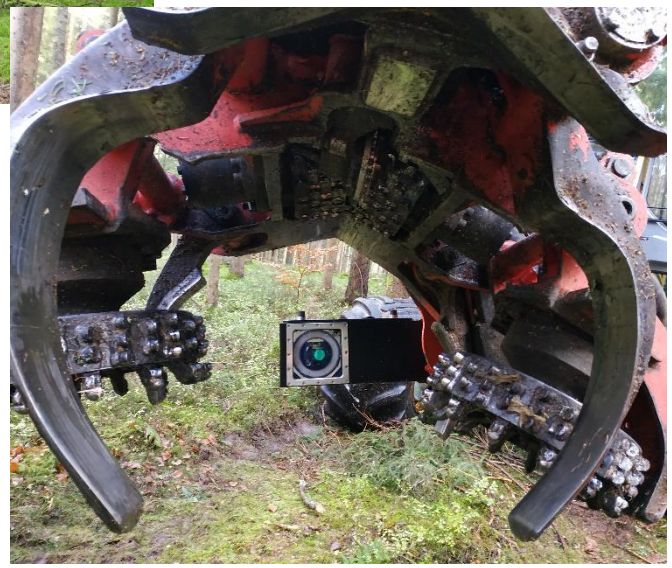
Herausforderungen / Anforderungen

- Aufnahmebedingungen: wechselnde Lichtverhältnisse
- Positionierung: Abstand / Winkel
- Kompatibilität der Aufnahmen mit den verschiedenen Lesesystemen
- Im Echtbetrieb ist keine Zeitverzögerung tolerierbar
- Bewegungsunschärfe vermeiden
- Robustes Lesesystem
- Geringer Bedienungsaufwand ohne Fachkenntnis
- Schnittflächenveränderungen mit der Zeit

4

Messkampagne

Entwicklung der Fingerprint-Lesesysteme



Vollernter-Aggregat

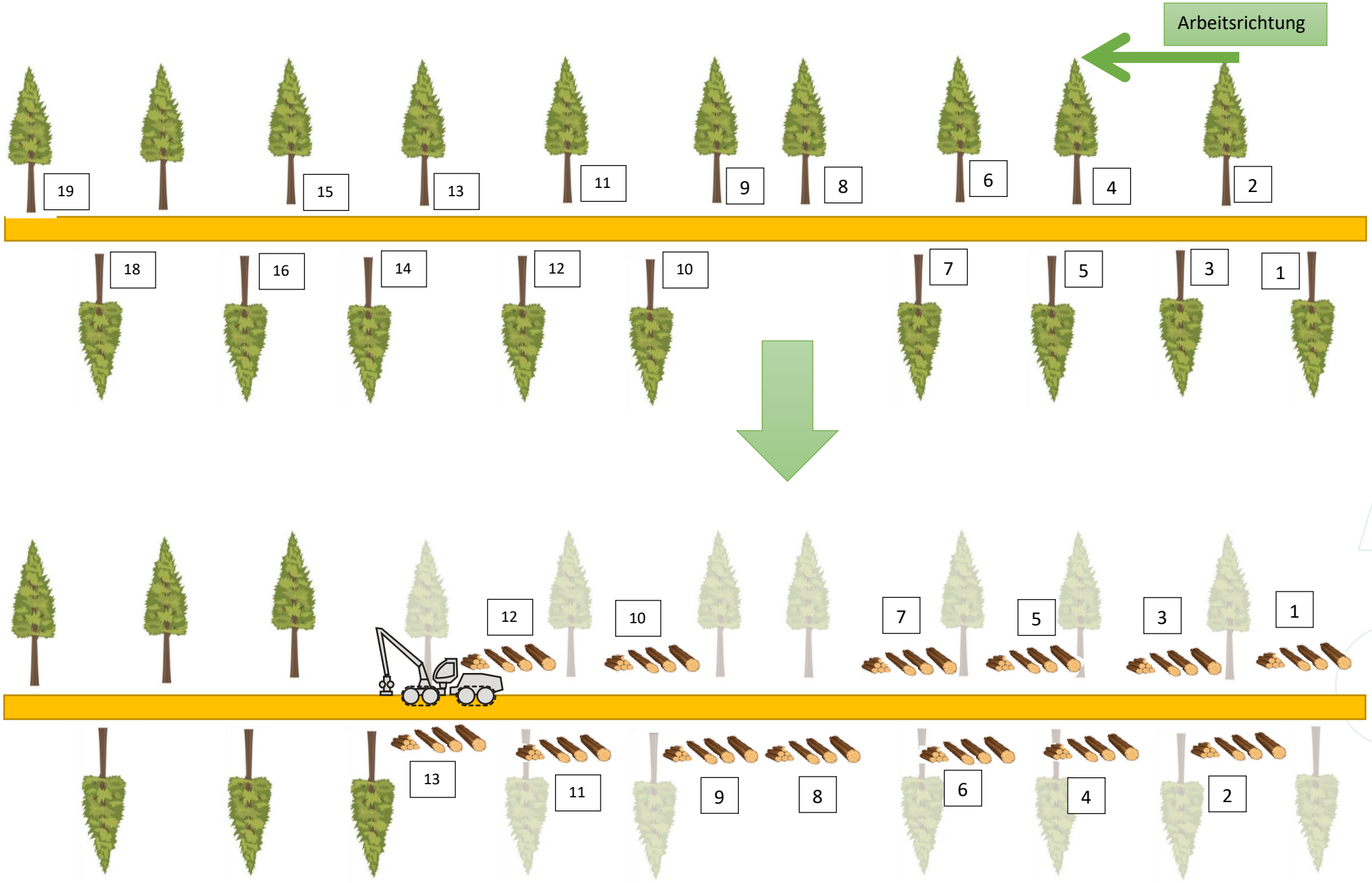
Sägewerk

3 Stationen zur fotooptischen Aufnahme

1. Bei Fällung und Aufbereitung mit Lesesystem im Vollernter-Aggregat

2. Bei Zwischenlagerung mit hangehaltenem Lesesystem

3. Beim Eingang ins Sägewerk vor und nach Kappschnitt

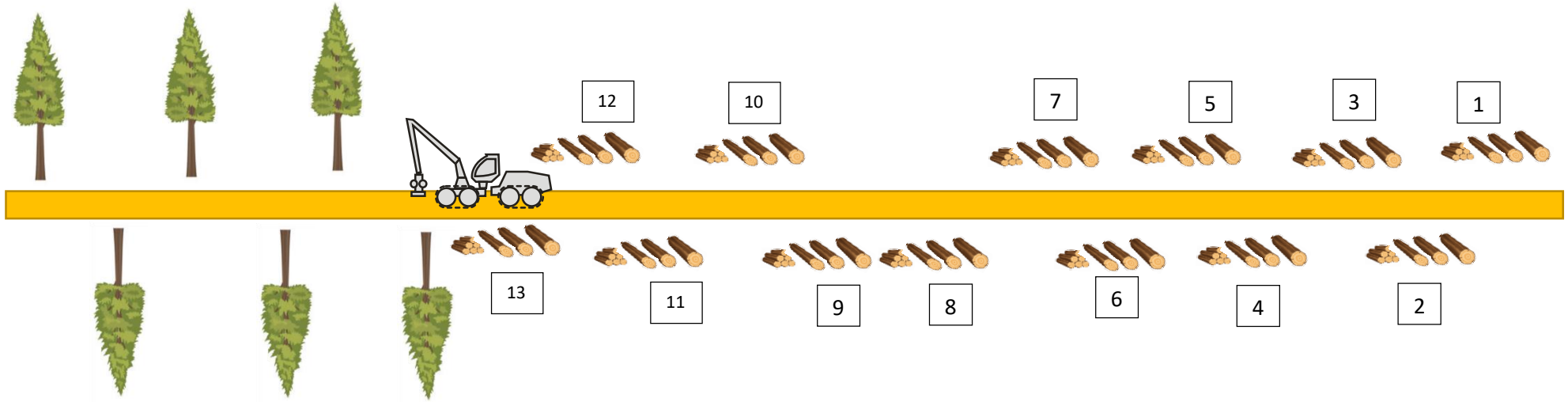


220 Fichten

Gesamt-Datenmenge:

659 Stammabschnitte (5 m)

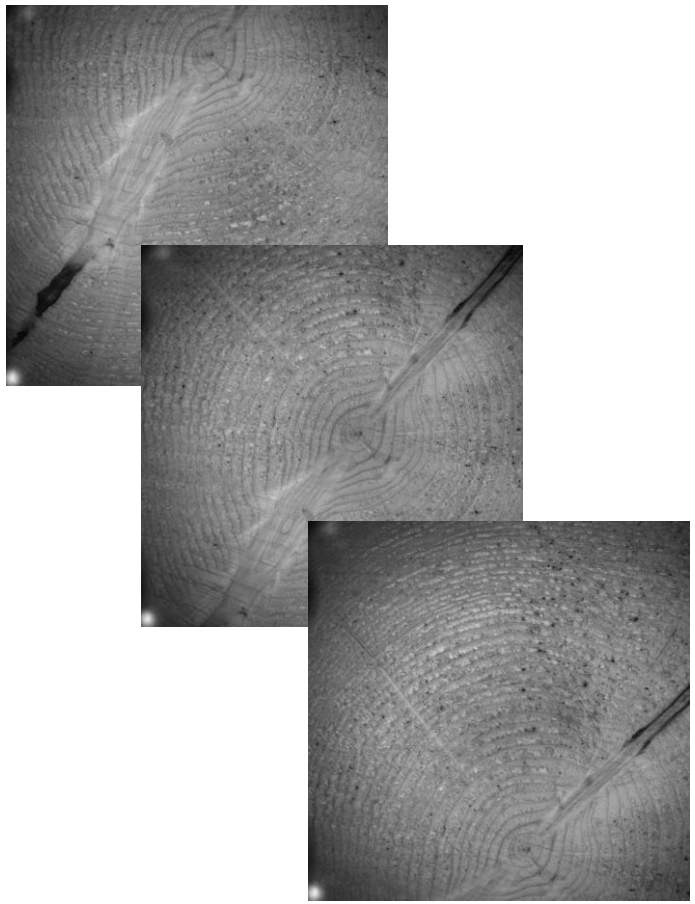
Grafik: Siegmar Lelek


12
10
7
5
3
1
13
11
9
8
6
4
2

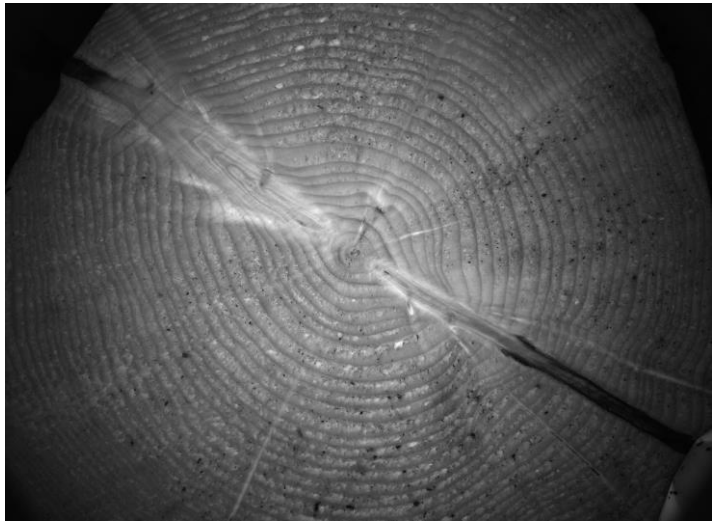
25

Aufnahmen an den 3 Stationen

1. Vollernter



2. Polter



3. Sägewerk

5

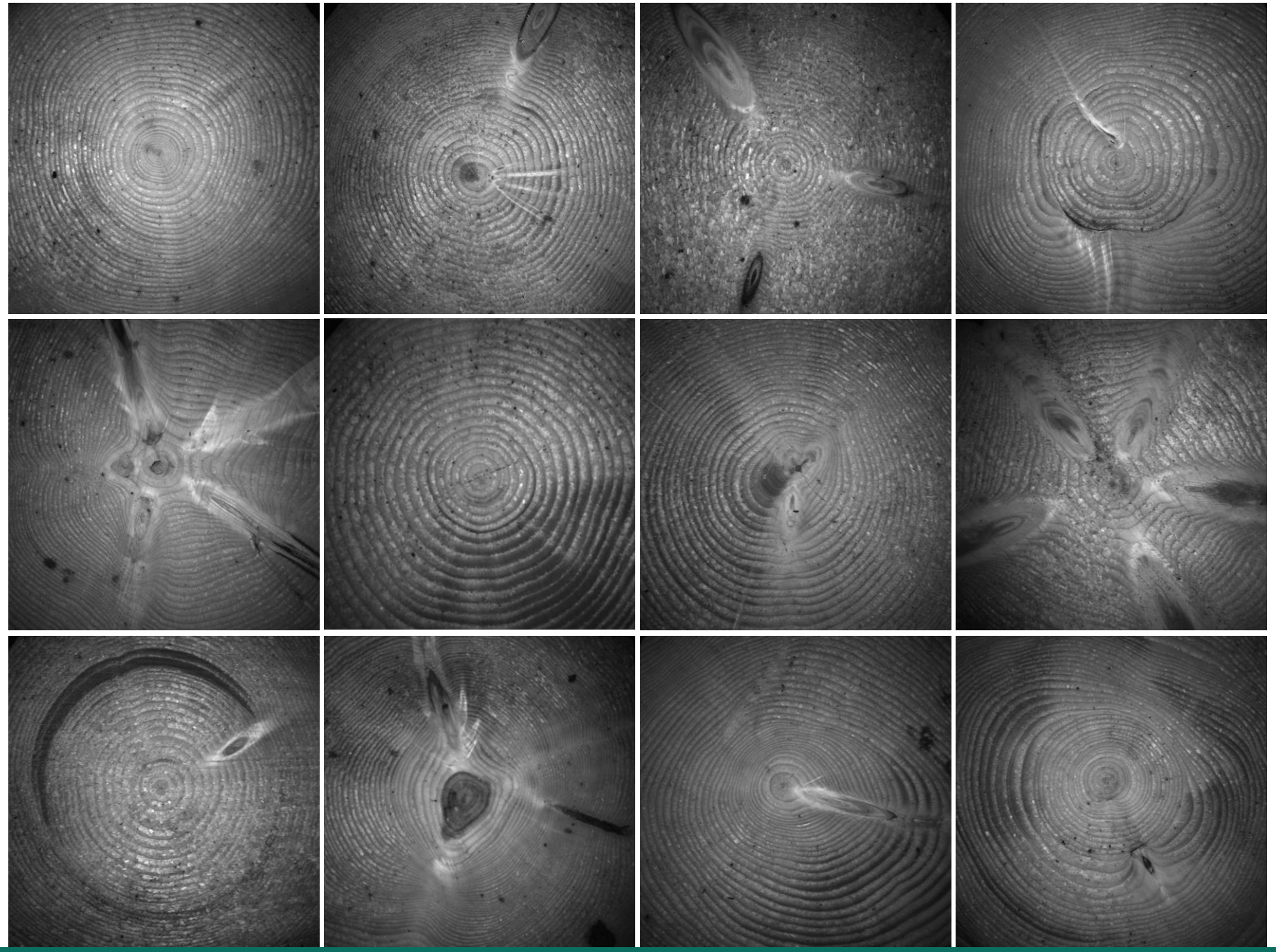
Fazit

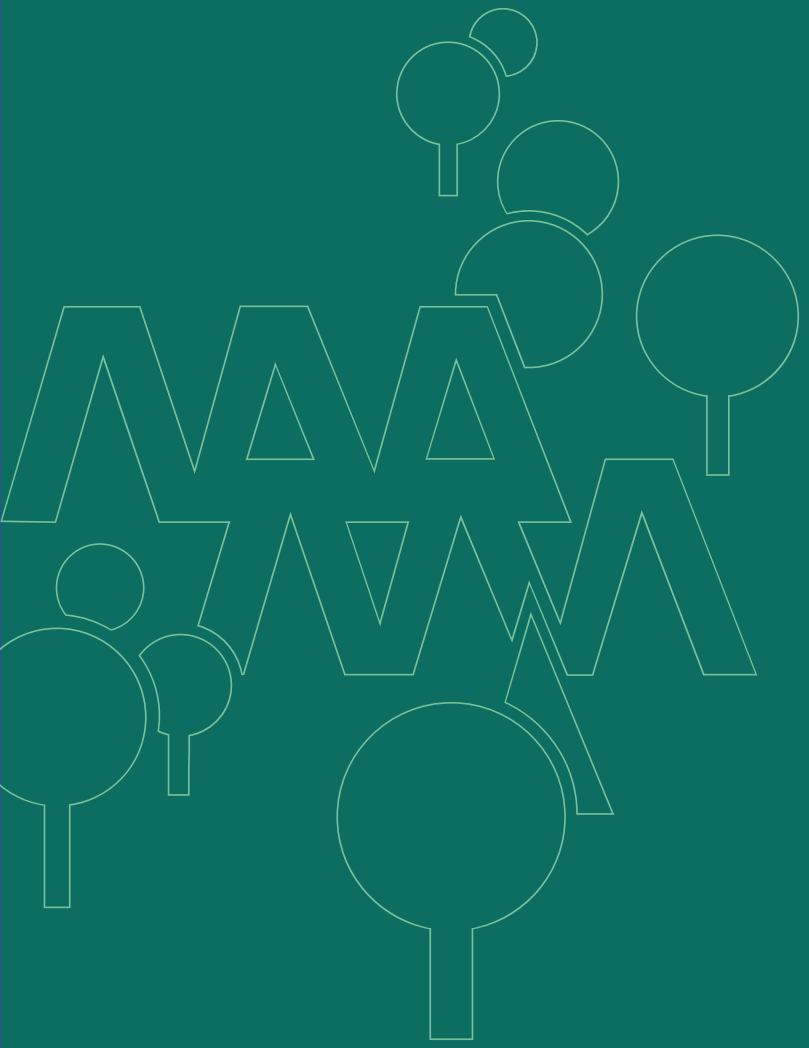
Nachhaltigkeitsgewinne

- “Traceability”: Identifizierung von Baumstammabschnitten ermöglicht Datenverknüpfung von Baumstamm-Parametern und Prozessdaten
  - Transparente Abrechnung
  - Aufdeckung von Produktionsfehlern & Eingrenzung von Reklamationen
  - Qualitätsprognose des Schnittholzes
  - Daten für nachhaltigen Waldbau
  - Schlüssel für Qualitätsgarantie und Prozessoptimierung
- Verbesserte Logistik und Kontrollmechanismus

➢ Fälschungssicherer Herkunftsnachweis

➢ Geschlossene Holz-Wertschöpfungskette von der Ernte bis ins Sägewerk





Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Landes Forst Verwaltung BW

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!