
Nachhaltige Wälder durch smarte Technologien: Der Beitrag der KI in der Forstwirtschaft

Prof. Dr. Martin Ziesak¹⁺², Simon Baier², Lukas Schreiber²
1: BFH-HAFL 2: iFOS GmbH

Arnsberger Waldforum 2024
Digitalisierung in der Forstwirtschaft
8. November 2024

iFOS



ChatGPT by OpenAI

Erstveröffentlichung:
November 2022

Rekordverdächtiger Registrierungshype:
100mio Nutzer in 2 Monaten
KI für jedermann?
Chatbot, basierend auf einem LLM

„GPT“ = generative pre-trained transformer

Inhalt

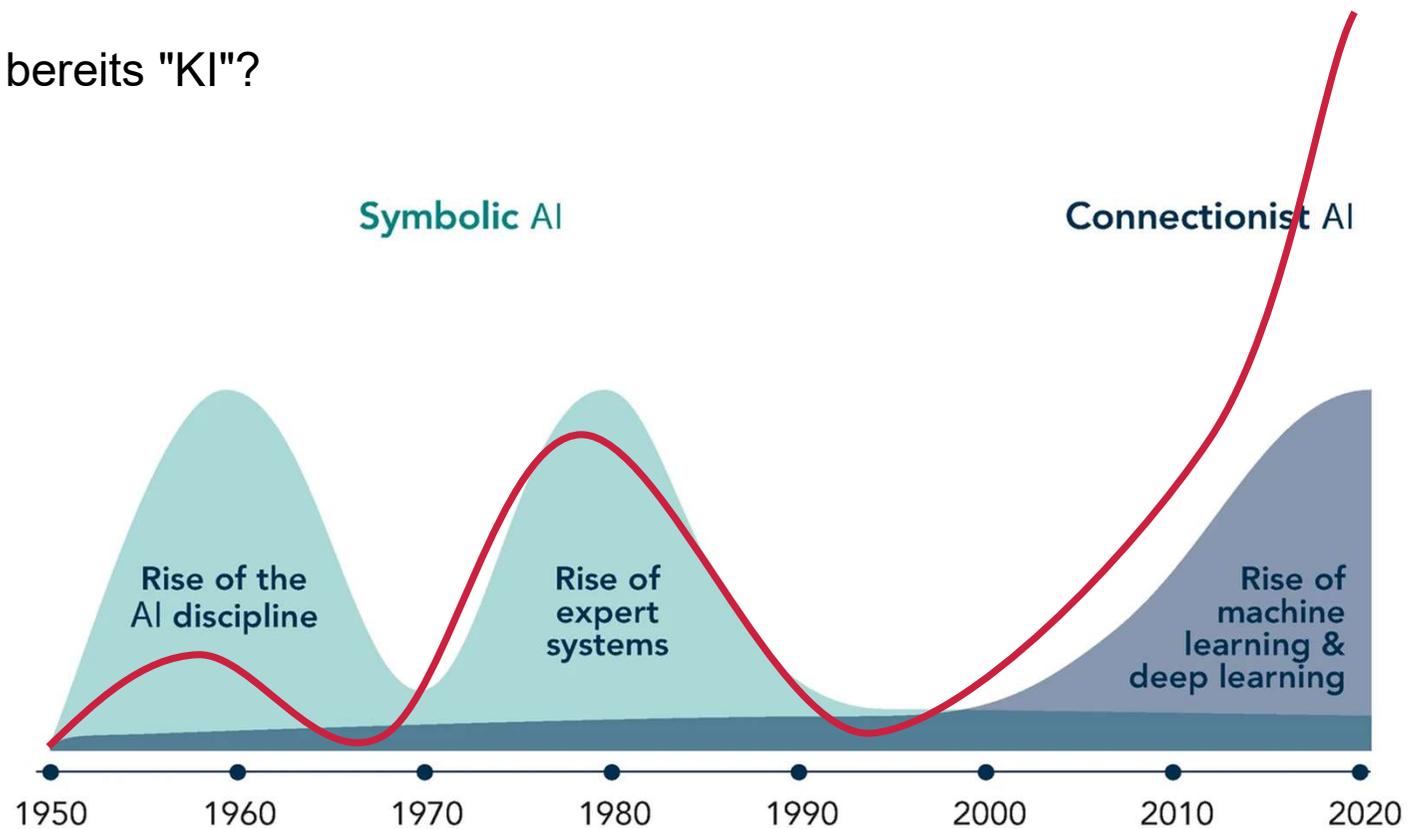
- I. Ein paar Hintergründe zu KI
 - II. Auf dem Weg zur „*embedded KI*“
 - III. Auf dem Weg zur „*generischen Forstlichen KI*“
 - IV. Resümee
-

I.

**Ein paar Hintergründe zu
*Künstlicher Intelligenz (KI)***

I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI

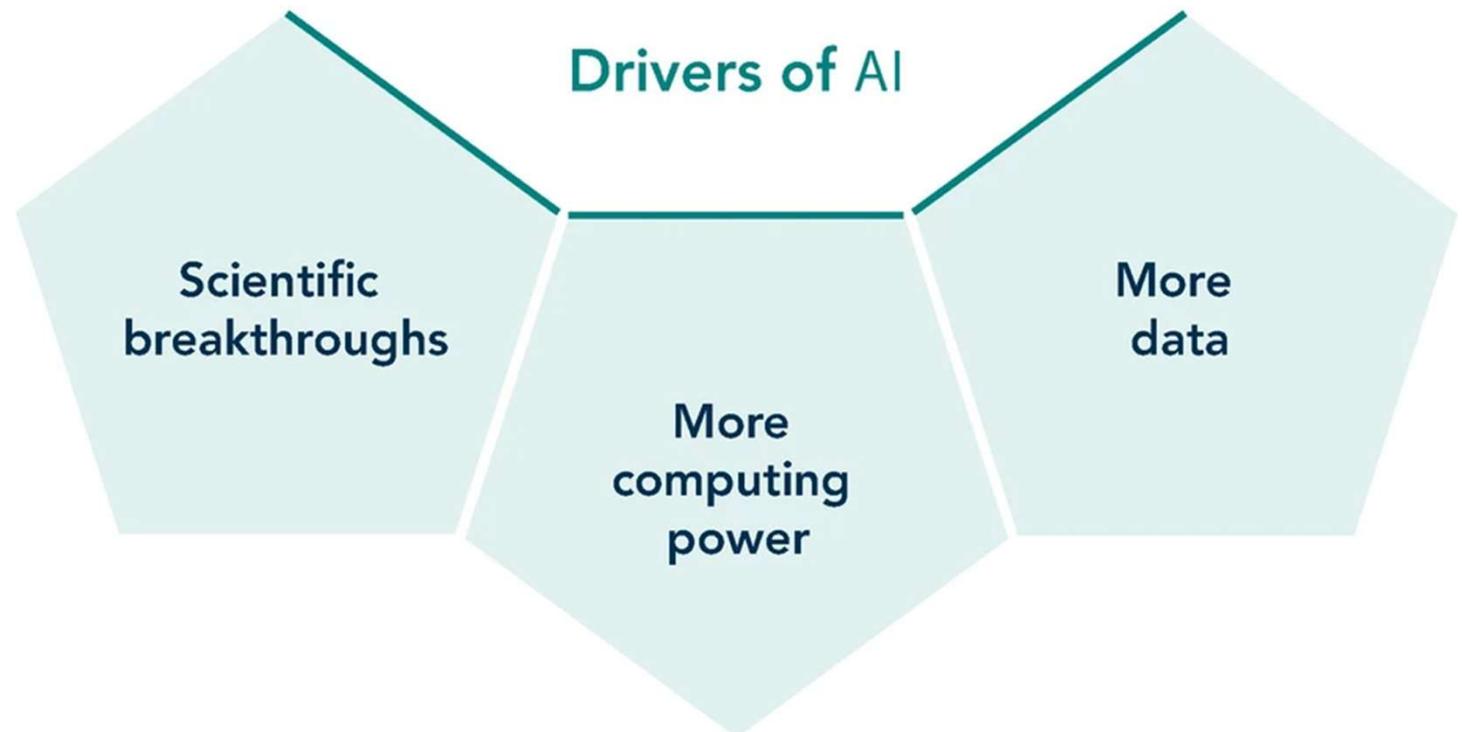
Wie lange gibt es bereits "KI"?



Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. (2023). Artificial Intelligence: Definition and Background. In: Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2

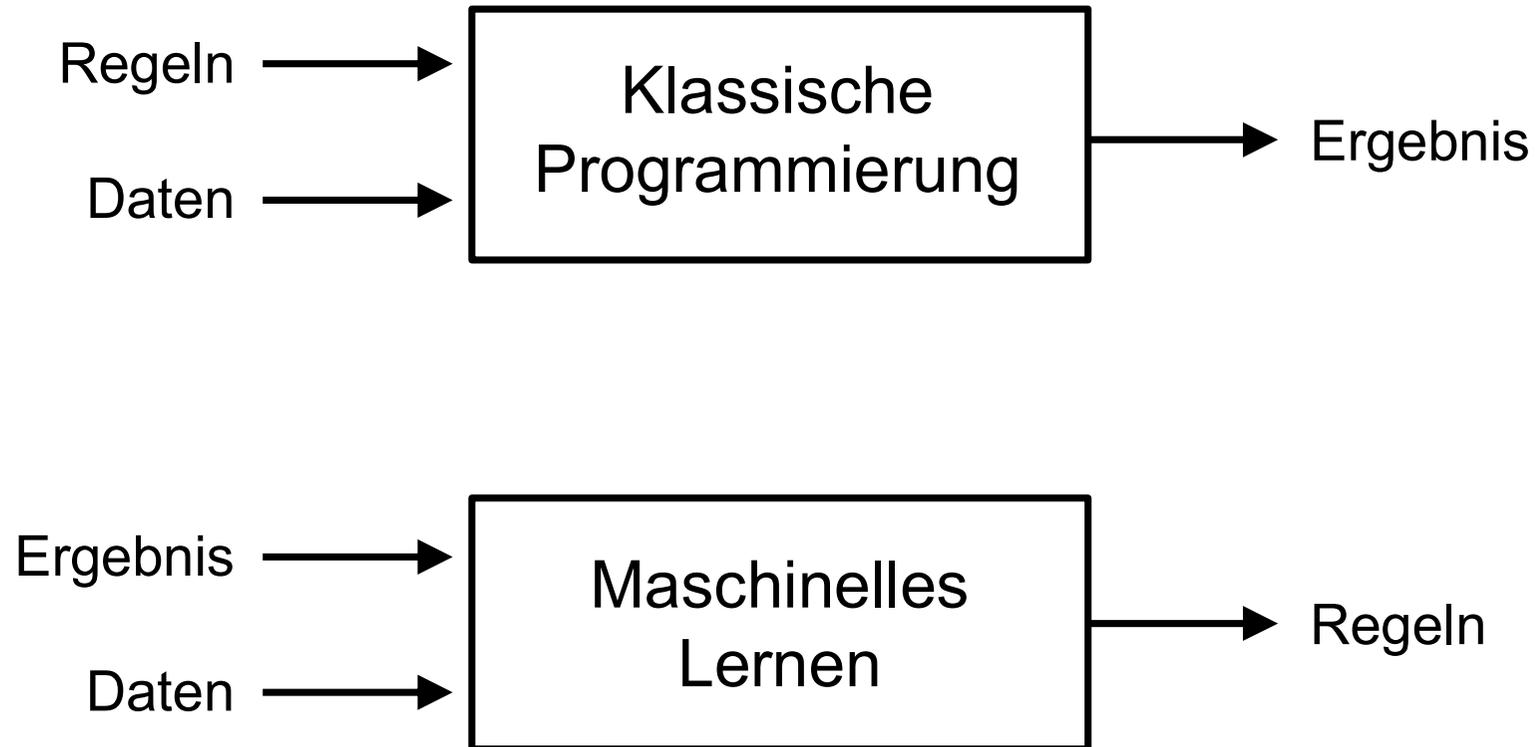
I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI

Warum ist KI heute so dominierend und erfolgreich?



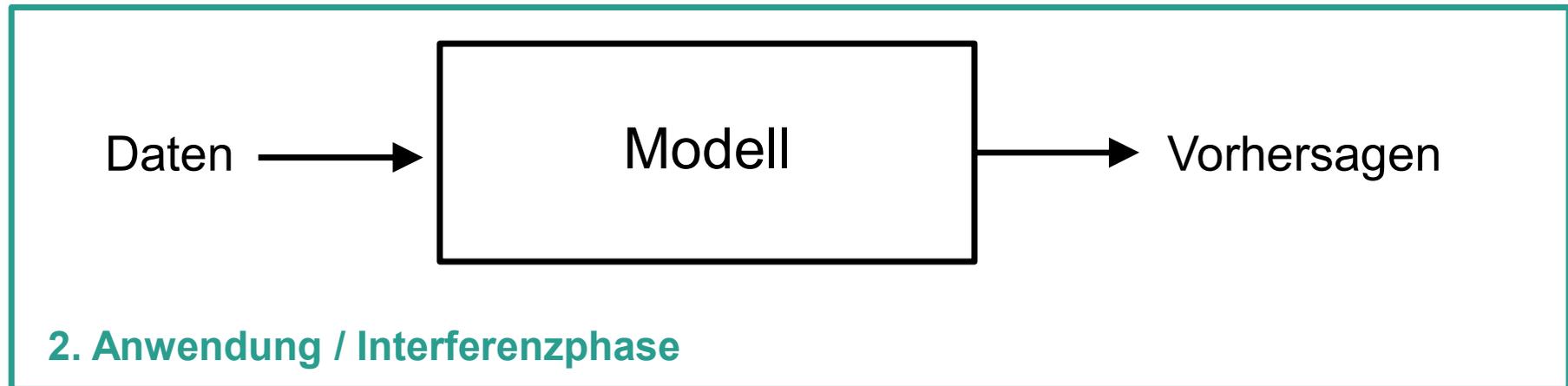
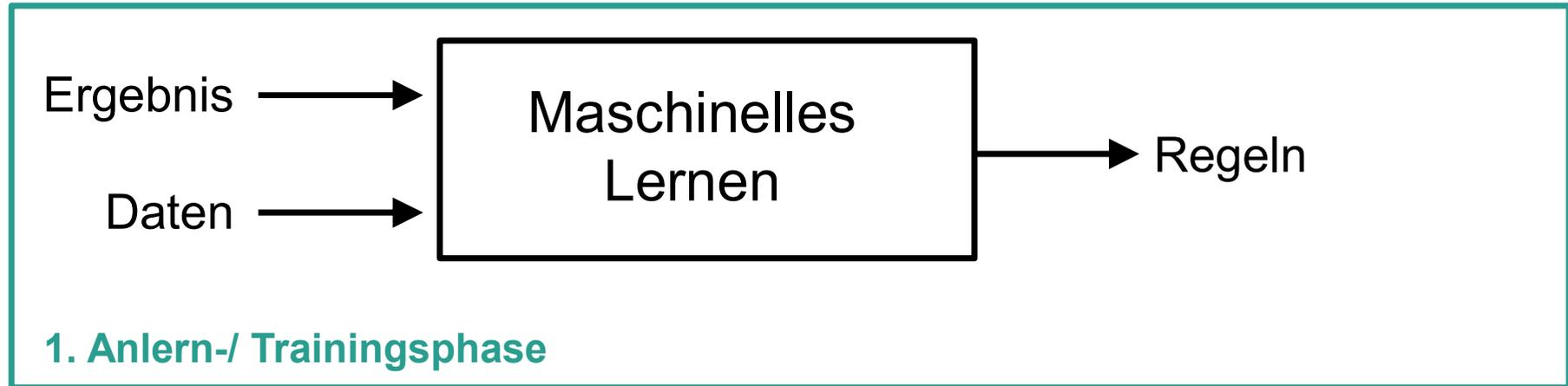
Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. (2023). Artificial Intelligence: Definition and Background. In: Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2

I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI



Verändert nach: Keydana, S., Chollet, F., Kalinowski, T., & Allaire, J. J. (2022). Deep Learning with R.

I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI



Verändert nach: Keydana, S., Chollet, F., Kalinowski, T., & Allaire, J. J. (2022). Deep Learning with R.

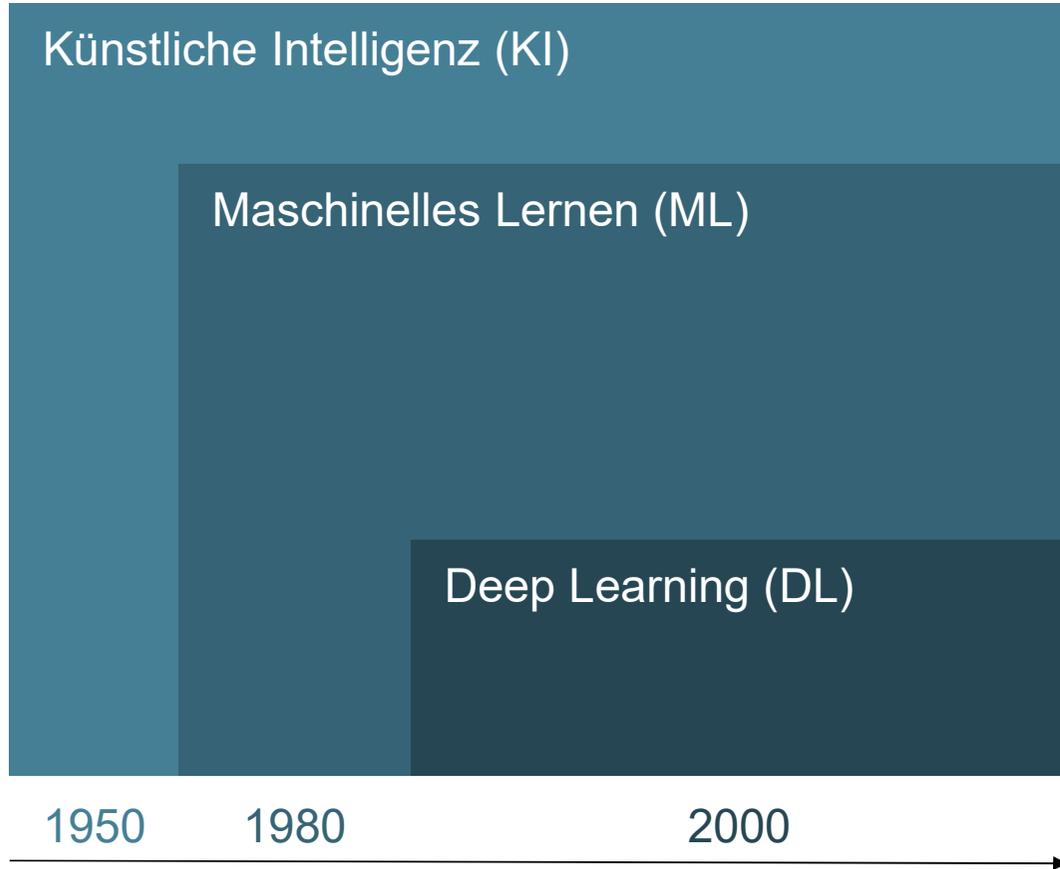
I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI

Lebenszyklen einer KI-Anwendung



Poretschkin, M., Schmitz, A., Akila, M., Adilova, L., Becker, D., Cremers, A. B., ... & Wrobel, S. (2021).
Leitfaden zur Gestaltung vertrauenswürdiger Künstlicher Intelligenz (KI-Prüfkatalog). Seite 20.

I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI



KI: (imitieren) kognitiver Kompetenz

ML: Wichtiges Teilgebiet der KI,
oft synonym für KI genutzt;
Fokus auf Lernmethoden

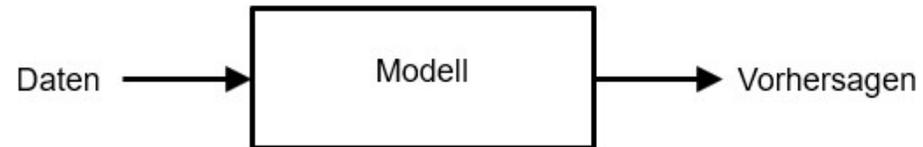
- überwachtes Lernen (supervised I.)
- unüberwachtes Lernen (unsupervised I.)
- bestärkendes Lernen (reinforcement I.)

DL: Lernen mithilfe künstlicher
neuronaler Netze

<https://mabri.vision/was-ist-ki-deep-learning/>

I. Ein paar (wenige) Hintergründe zu KI

Konsequenzen: „black box“



Beispiel 1: KI-Tool zum Bestimmen von Schleien

21. August 2023 von Dr. Alexandra Streubel
Künstliche Intelligenz & Natürliche Intelligenz: Von Sinn und Unsinn

Beispiel 2:



II.
Auf dem Weg zur „*Embedded KI*“

II. Auf dem Weg zur "embedded KI"

Aufrüstung mit künstlicher Intelligenz

Vorsicht, Frankreich bekommt jetzt neue Superradarfallen

Tausende fest installierte Blitzer in Frankreich bekommen ein Update, das für Aufregung sorgt. Denn die »intelligenten« Radarfallen können mehrere Verstöße gleichzeitig erfassen.

30.10.2024, 11.06 Uhr

<https://www.spiegel.de/auto/frankreich-bekommt-jetzt-neue-superradarfallen-a-1b703b19-22f7-4baf-89e8-72d43c0d1203>

II. Auf dem Weg zur "embedded KI"



The screenshot shows the top of a Spiegel article. The header is orange with 'SPIEGEL Mobilität' on the left and 'Abonnement Anr' on the right. Below the header is a breadcrumb trail: 'Menü > Startseite > Mobilität > Frankreich > Frankreich bekommt jetzt neue Superradarfallen'. The main text starts with a sub-headline 'Aufrüstung mit künstlicher Intelligenz' in orange, followed by the main headline 'Vorsicht, Frankreich bekommt jetzt neue Superradarfallen' in bold black. Below that is a short paragraph: 'Tausende fest installierte Blitzer in Frankreich bekommen ein Update, das für Aufregung sorgt. Denn die »intelligenten« Radarfallen können mehrere Verstöße gleichzeitig erfassen.' At the bottom left of the article snippet is the date and time: '30.10.2024, 11:06 Uhr'.

Embedded KI:

- autark und lokal
(ohne große Datenübertragung/Netzbandbreite)

=>

- Funktionale Innovation
- "Predictive" Funktionalität
- Vereinfachte Nutzerinteraktion

II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Einsatz in forstlichen Maschinen:

- Assistenzsysteme zur Bedienung und Steuerung von Forstmaschinen

Unterstützung des Menschen:

- leistungsfähiger arbeiten
- sicherer arbeiten
- umwelt- und ressourcenschonender arbeiten

⇒ Basis für „Beobachten – Steuern – Optimieren“

II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Einsatz in forstlichen Maschinen:

- Assistenzsysteme zur Bedienung und Steuerung von Forstmaschinen
 - * Kranbedienung („IBC = intelligent boom control“, wann kommt AI BC?)
 - * Fahrbewegungen, lenken und beschleunigen/bremsen

Beispiel:

1. The world's first AI-controlled forest machine trained in Umeå
(mit Skogforsk, Algoryx Simulation)

Meldung vom Juni 2024

<https://play.mediaflowpro.com/ovp/11/72LE9O51AQ>



2. BMBF Projekt KIFahrWald
(KIT, HSM, Hegenbarth)

01.04.23-31.93.26:

KI-gestütztes Assistenzsystem für das autonome
Fahren mit mobilen Arbeitsmaschinen im Wald

https://www.umu.se/en/news/the-worlds-first-ai-controlled-forest-machine-trained-in-umea_11959742

II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Auf dem Weg zu Embedded KI in der Forstwirtschaft:

- Einsatz in forstlichen Geräten (z.B. handgeführte, motormanuelle Gerätschaften:

„Digitaler Lückenschluss“

Beispiel: smarte Motorsäge

- Basis für „Beobachten – Steuern – Optimieren“

II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Smarte Motorsäge in Kooperation mit der STIHL AG

- Hardware: STIHL AG
- KI: iFOS GmbH

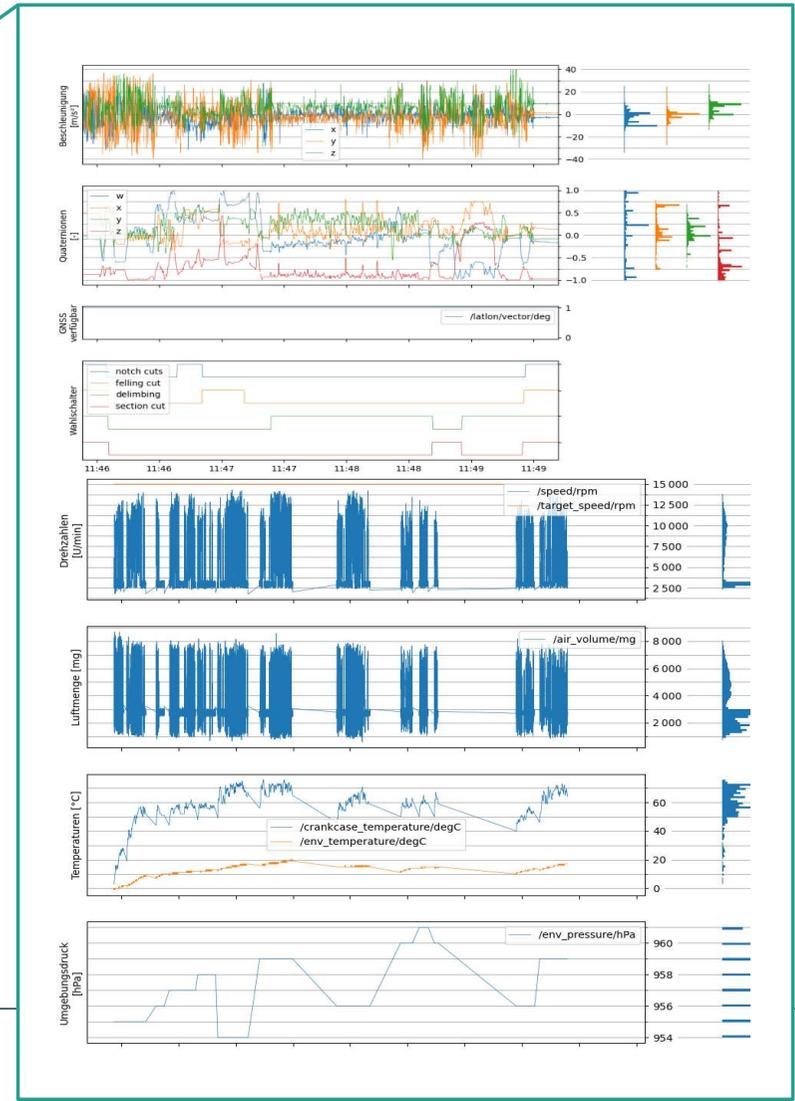


II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Smarte Motorsäge



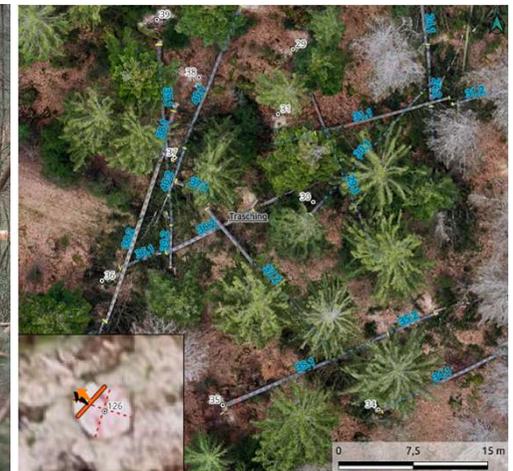
Smarte Motorsäge MS500i



II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Feldversuche im Forstbetrieb Roding

- 2023/2024: Mehrere Wochen Test der Smarten Motorsäge
- im Rahmen des Projektes Smart Forestry
- Erhebung von Referenzdaten am Boden und aus der Luft



II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

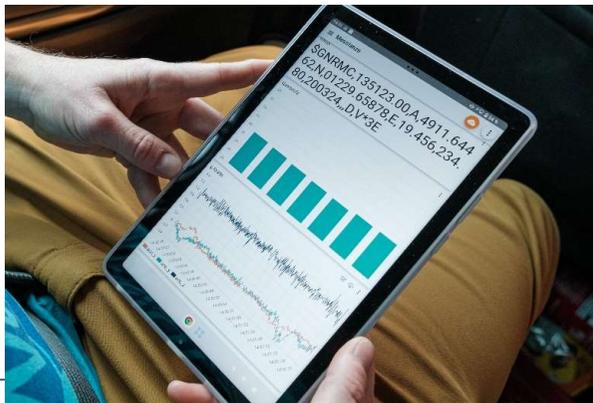
Smarte Motorsäge

Was kann die Smarte Säge?

- Arbeitsschritte erkennen
- Die produzierten Stammabschnitte charakterisieren
- HPR-Dateien erstellen
- Mit Produktionsteam und Rückefahrzeug kommunizieren



II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft



Wegezustands-Erfassung mit der iFOS-Messlanze



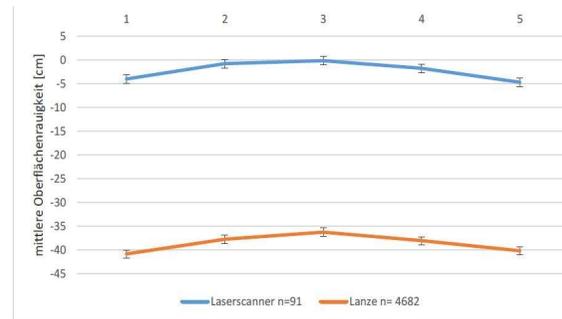
G-Sensor: Erfassung der Längsrauigkeit



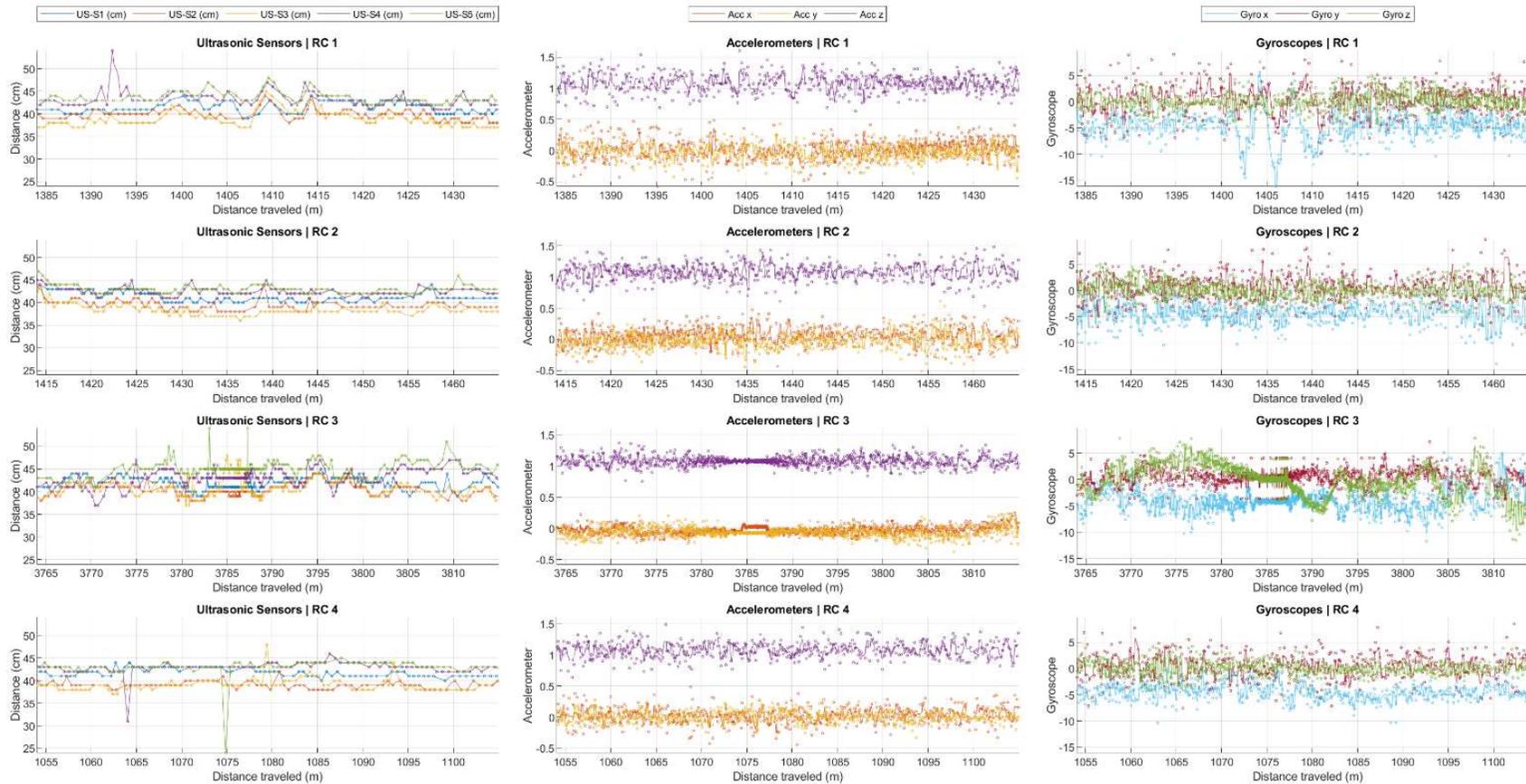
Ergebnis: Wegezustand in vier Schadstufen



Ultraschall-Sensoren:
Erfassung des Wege-Querschnitts



Visualisierte Messlanzen-Sensordaten einzelner Straßenabschnitte



Wegezustands-Klassifizierung über Fraunhofer-KI

Datenverarbeitungsschritte:

- Datenvorverarbeitung und Merkmalsextraktion
(Aufteilung der Datenströme mit Gleitfensterverfahren in 50-Meter-Segmente, Filterung der Daten, Extraktion von 71 zusammengefassten Merkmalen)
- Training eines Entscheidungsbaum-Ensemblemodells
(**AdaBoostM2**, optimiert für unbalanciertes Multi-Klassen-Training)

⇒ Gesamtgenauigkeit der Klassifikation: 94,3%

Götte, G., Baier, S., Herzog, A., Ziesak M., Erhardt I. (2024). ML-based forest road classification based on car attached ultrasonic sensors.

II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

DRYAD Waldbrandsensoren

Solarbetriebenes Sensorsystem misst:

- Gaskonzentrationen
- Temperatur
- Feuchtigkeit
- Luftdruck

und wertet die Daten mit eingebetteter KI aus



Quelle: <https://de.dryad.net/>

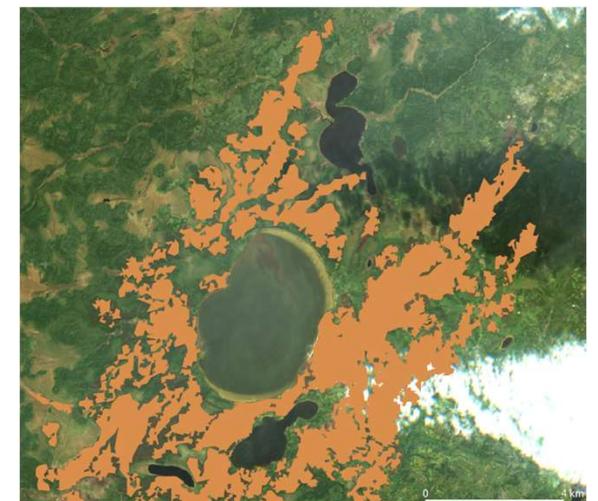
II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

iFOS + EDEO Remote-Sensing-Kooperation

EDEO BlazeMap™

Leistungsfähige KI-Pipeline zur großflächigen Vermessung von Flächenbränden auf Basis von Sentinel-2 und Landsat-Daten.

- **<40 Meter** räumliche Auflösung der Brandflächen
- Brandherde und unversehrte Inseln ab einer Größe von **0,5 Hektar** werden erfasst
- **Brandflächen unter Wolken** werden zuverlässig durch Zeitreihenanalyse erkannt
- Das KI-System kann Brandflächen in **Wolkenschatten** und durch **Rauch** hindurch erkennen



II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Test der BlazeMap™-KI in mehreren Case Studies:



II. Auf dem Weg zur "embedded KI" in der Forstwirtschaft

Zwischenfazit

KI "versteht" nahezu jeden Datentyp:

- Elektronische Sensordaten jeder Art
- Fotos/Videos/Satellitenbilder
- 3D-Punktwolken
- Sprache

- KI hilft

- => dem arbeitenden Menschen sicherer, effizienter, ressourcenschonender zu arbeiten
- => digitale Lücken zu schließen
- => liefert hochwertige analytische Aussagen

- => auf dem Weg zu (teil-)autonomen Systemen

Von der „Embedded KI“ zur „generischen forstlichen KI“:

- Fokus: **Alle** Prozesse in der Forstbewirtschaftung

=> Kulturbegründung und -pflege

=> Bestandeserziehung

=> Holzernte und -abfuhr

=> Maßnahmenplanung und -begleitung

=> Forststraßenmanagement

=>

III.
Auf dem Weg zur
„generischen forstlichen KI“

III. Auf dem Weg zur „generischen forstlichen KI“

Herausforderungen der Forstwirtschaft:

- Klimawandel in deutlich verschärfter Geschwindigkeit
- Weiterhin wachsender Bedarf am biobasierten Rohstoff Holz
- Gesellschaftlicher Wandel (Engpass Arbeitskräfte, Wertesystem)



III. Auf dem Weg zur „generischen forstlichen KI“

Chancen der Forstwirtschaft:

- * Riesiger Umfang an Daten aus der forstlichen Bewirtschaftung
 - Vollzug der Maßnahmen
(Revierbuch, „linke Seite“; Arbeitsaufträge, Auftragsvergabe an Unternehmer inkl. Abrechnungen, Holzverkauf: Mengen, Qualitäten und Erlöse; ...);
 - Beobachtungsdaten der Waldplanung / FE / Inventuren
 - Satellitendaten
 - Wetterdaten
 - lange Zeitreihen



III. Auf dem Weg zur „generischen forstlichen KI“

Offene Fragen der Forstwirtschaft:

- Optimale Verfahrenswahl und ~planung bei allen Maßnahmen über der Zeit
- Präzises Auflösen des (alten) forstlichen „Gesetz des Örtlichen“
- Berücksichtigen langer Zeitreihen

=> ***Gemeinsamer Brancheneffort über Ländergrenzen hinweg***

=> Schaffung einer gemeinsamen «***generativen Forst-KI-Plattform***»

III. Auf dem Weg zur „generischen forstlichen KI“

Projektbeispiel:

KI-Einsatz bei

- Waldzustandsanalyse,
- der Bewertung zukünftiger Waldentwicklung sowie
- Entscheidungsvorbereitung zum *klimaangepassten Waldumbau*



(Laufzeit 01.05.2022 - 30.04.2025)



IV. Resümee

IV. Resümee

1. Digitalisierung ohne KI bleibt eine halbe Sache!
2. KI bietet für die drängenden Zukunftsherausforderungen der Branche **riesiges Lösungspotenzial**.
3. Wir sollten **gemeinsam** die Entwicklung einer offenen, generischen forstlichen KI vorantreiben.

Fragen und Diskussion

