

Künstliche Intelligenz in der Rasenforschung - KI als besserer Experte?

Thomas Rath, Hochschule Osnabrück

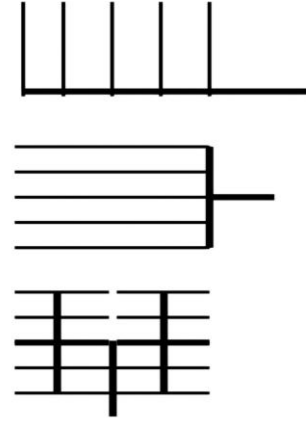
- Labor für Biosystemtechnik und Rasenforschung (BLab)
- Kompetenzzentrum Rasen (KoRa)
- Competence of Applied Agricultural Engineering (Coala)
- Vision for Fun

Vision for Fun

**Linus Arlt, Jonas Credner, Jan L. Eßer, Maryam Fadami, Maximilian Karle,
Alexander Kühn, Raul Morales, Thomas Rath, Waldemar Raaz, Friederich
Reese, Florian Siegel, Alina Wellmann**

Plawas 1988 – Ein System zur Auslegung und Dimensionierung von Bewässerungsanlagen im Gartenbau

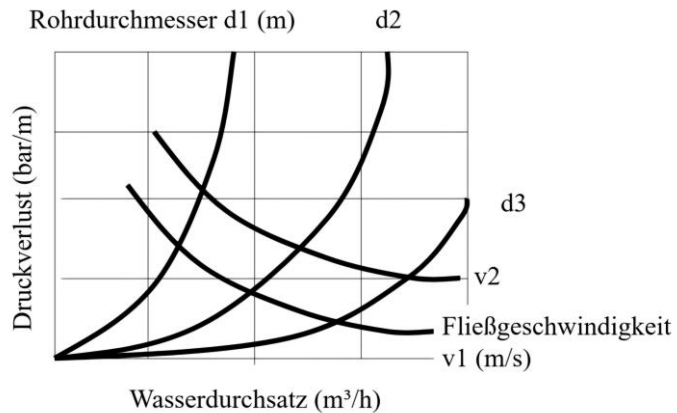
Automatische
Berechnungsverfahren



+ technische
Kennzahlen

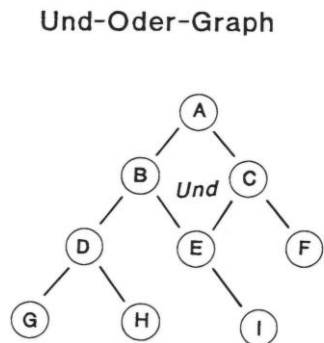


Zusatzangaben:
Feldgröße, Gefälle,
Bodenart, ...
Klimatische Wasserbilanz



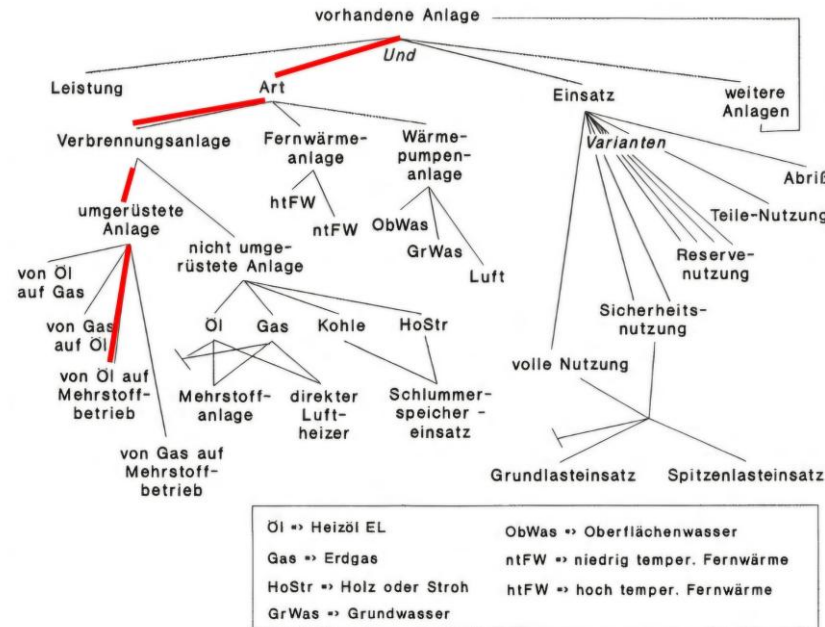
Hortex 1992 - Ein System zur Auslegung und Dimensionierung von gartenbautechnischen Anlagen

Berechnungsverfahren



Wenn...Dann ... -Regeln

Expertenwissen



BESCHREIBUNG	LÖSUNG	3
--------------	--------	---

Bivalent alternativ, Gas /Oel
Grund-Spitzenlastverhältnis: 100/100

ANLAGENBESCHREIBUNG:

Es wird eine bivalente (d.h. mit zwei Energieträgern) Heizungsanlage geplant. Der Grundlastbetrieb wird nur vom Grundlastenergieträger abgedeckt. In Spitzenlastzeiten wird der Grundlastenergieträger abgeschaltet und die Versorgung geschieht nur mit dem zweiten Energieträger. Da der Energieträger Gas in Spitzenzeiten evtl. nicht zur Verfügung steht, wird ein Öl-Gas-Mehrstoffbrenner eingesetzt.

Einsatz der bestehenden Anlagen :

Nr. 1: Die bestehende Öl-Verbrennungsanlage wird von Ölbetrieb mit Hilfe eines Mehrstoffbrenners auf Gas-Öl-Mehrstoffbetrieb umgerüstet. Die Anlage kann sowohl in der Grundlast als auch in der Spitzenlast eingesetzt werden. Die Anlage wird voll bei der Planung der Neuanlage berücksichtigt.

TECHNISCHE ECKDATEN:

Gesamtleistungsbedarf der Anlage : 1664 kW
Schon vorhanden und einplanbar: 1000 kW
Neu zu installieren: 664 kW

ÖKONOMISCHE ECKDATEN:

Neu-Investitionsvolumen: 375177 DM
 Umrüstung vorhandener Anlagen: 53636 DM
 Neue Wärmebereitstellungsanlagen: 150823 DM
 Neue Anschlusskosten: 22776 DM
 Neue Investitionen Wärmeabstrahlung (Heizungssystem): 147942 DM

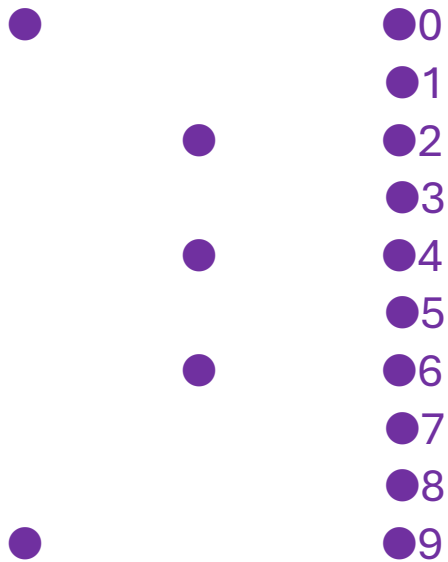
Jährliche Energiekosten (bei 3485 MWh): 165528 DM

Gesamtaufwendungen pro Jahr (Kapitalkosten, Energiekosten, Wartungskosten): 209513 DM

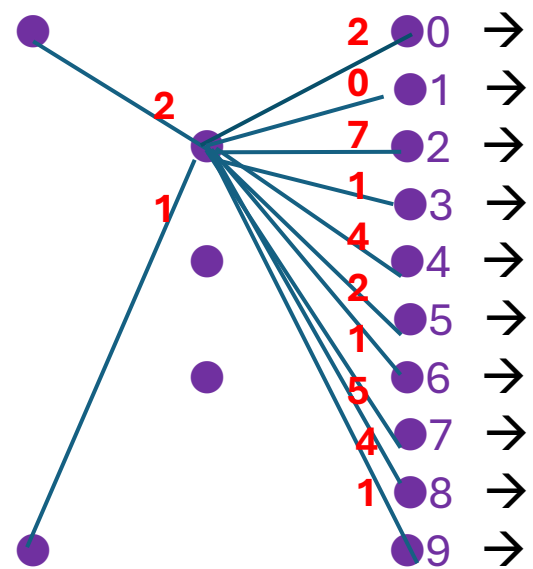
Benutzerantworten auf Fragen

Dendrix 1997 - Dendrologische Bestimmung mit neuronalen Netzwerken

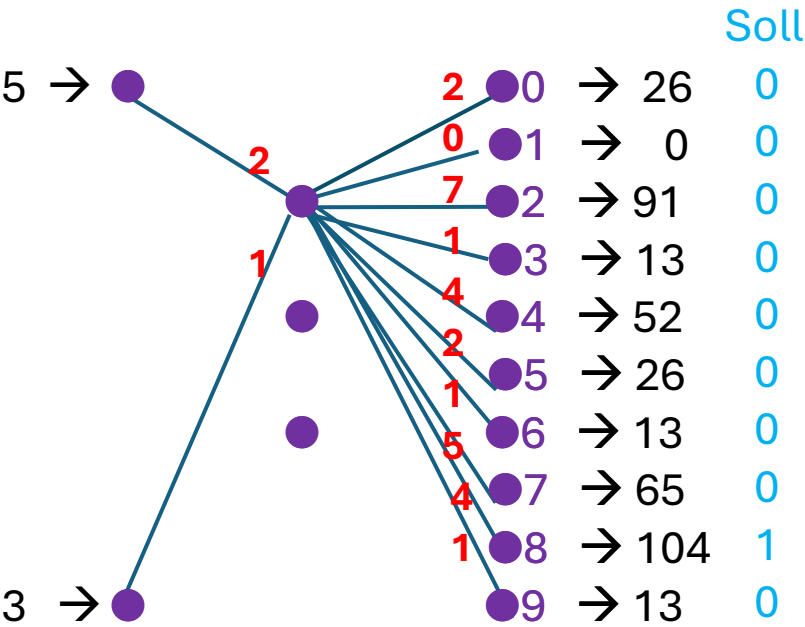
Exkurs: Automatische Generierung von Wenn-Dann-Regeln



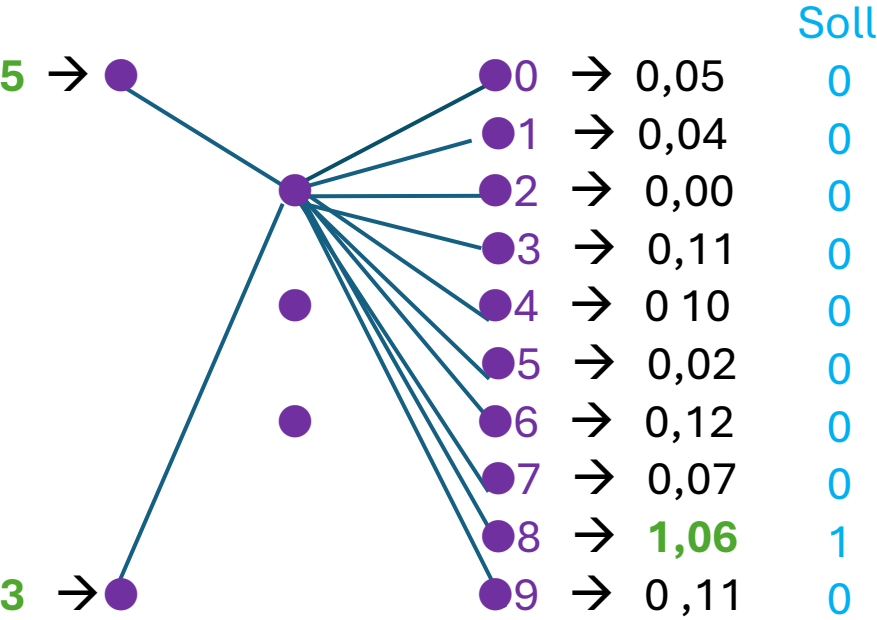
Exkurs: Automatische Generierung von Wenn-Dann-Regeln



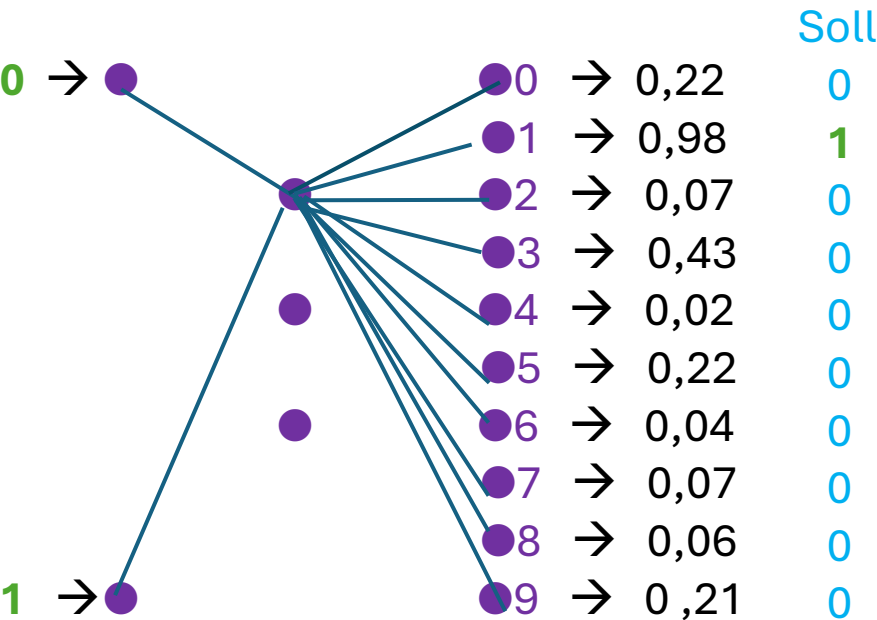
Exkurs: Automatische Generierung von Wenn-Dann-Regeln



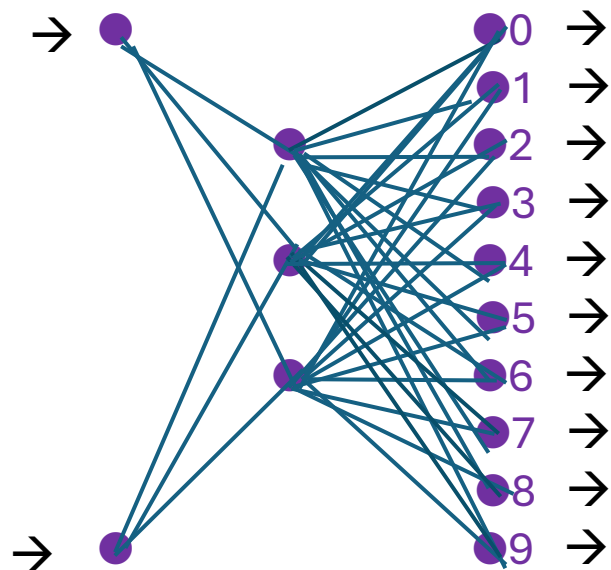
Exkurs: Automatische Generierung von Wenn-Dann-Regeln



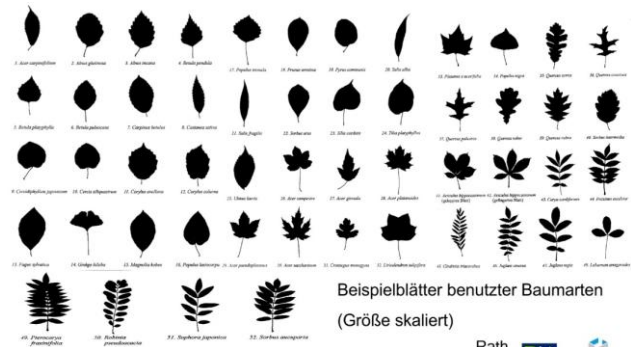
Exkurs: Automatische Generierung von Wenn-Dann-Regeln



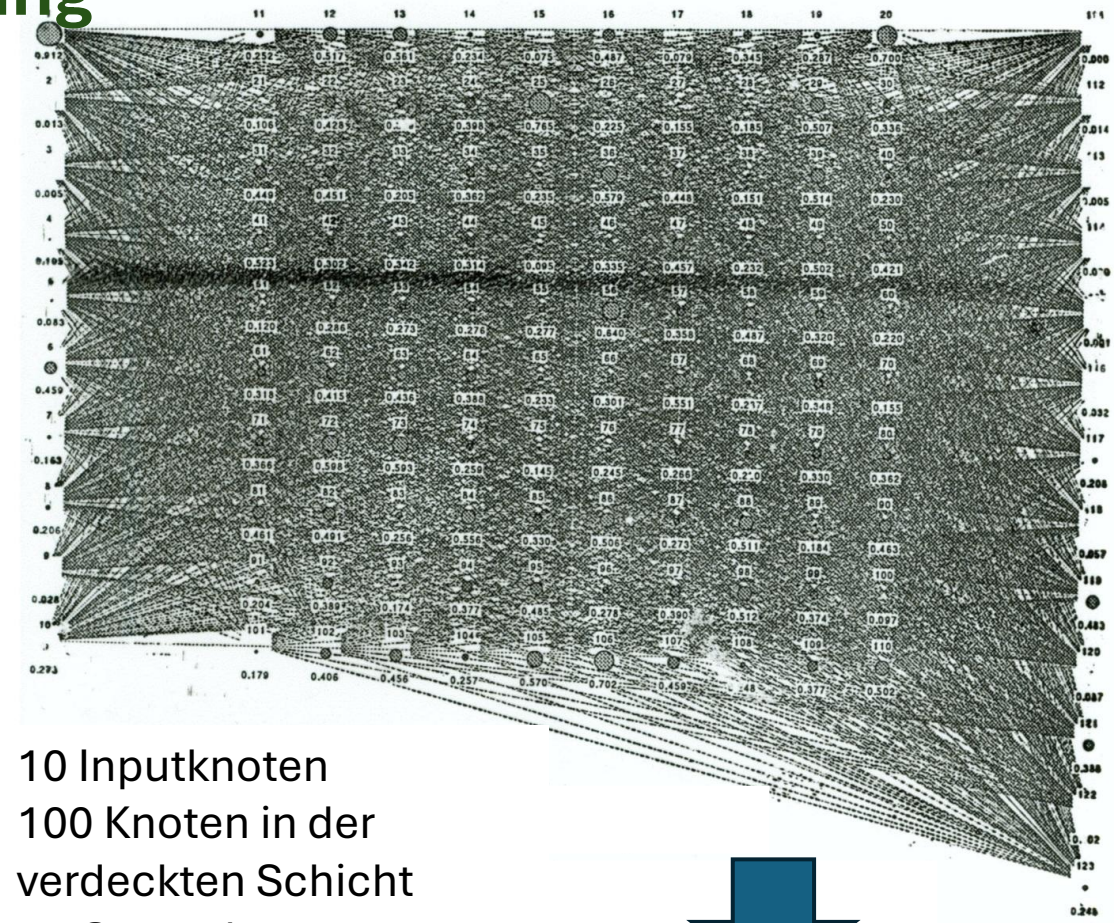
Exkurs: Automatische Generierung von Wenn-Dann-Regeln



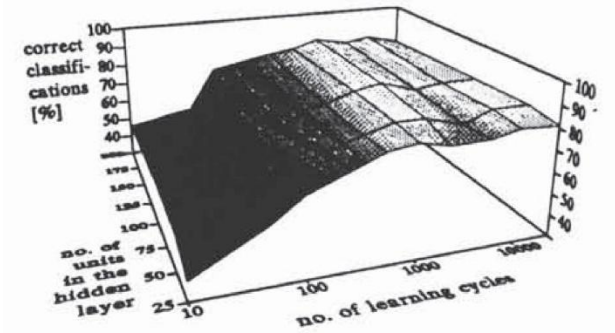
Dendrix 1997 - Dendrologische Bestimmung mit neuronalen Netzwerken



11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.912	0.232	0.312	0.234	0.073	0.437	0.070	0.345	0.217	0.700
2	0.101	0.473	0.234	0.312	0.223	0.153	0.113	0.307	0.311
3	0.005	0.440	0.451	0.205	0.362	0.210	0.372	0.441	0.151
4	0.199	0.377	0.377	0.212	0.314	0.013	0.333	0.439	0.232
5	0.083	0.127	0.211	0.372	0.372	0.277	0.410	0.331	0.417
6	0.459	0.311	0.413	0.471	0.317	0.233	0.201	0.339	0.277
7	0.163	0.314	0.503	0.373	0.237	0.413	0.210	0.270	0.310
8	0.206	0.461	0.491	0.256	0.356	0.330	0.503	0.372	0.511
9	0.028	0.204	0.310	0.172	0.377	0.413	0.273	0.300	0.317
10	0.273	0.101	0.102	0.103	0.104	0.105	0.107	0.108	0.109
11	0.179	0.406	0.456	0.257	0.570	0.702	0.459	0.48	0.377
12									0.302
13									0.02
14									0.346
15									0.02
16									0.346
17									0.02
18									0.346
19									0.02
20									0.346



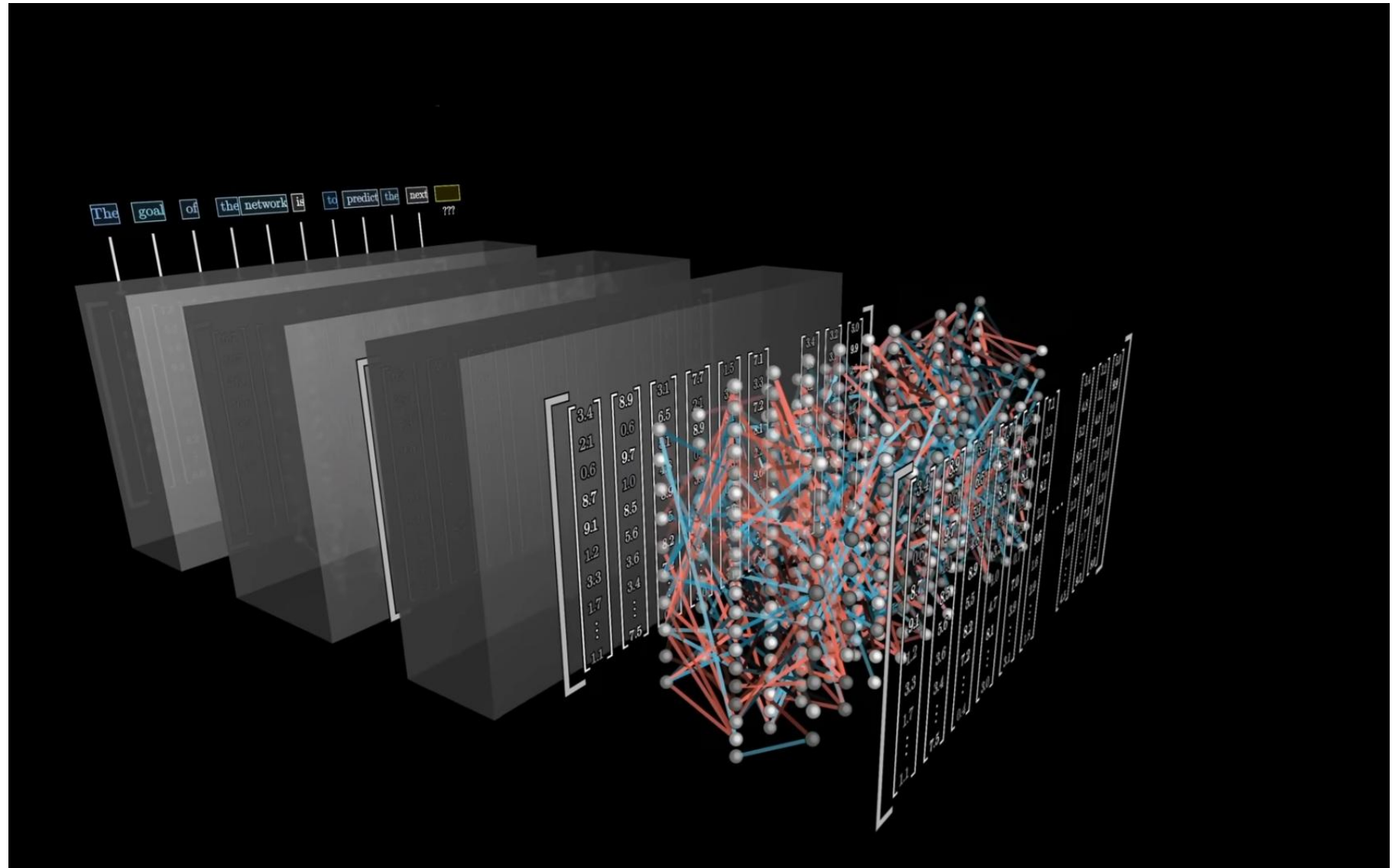
10 Inputknoten
100 Knoten in der
verdeckten Schicht
13 Outputknoten



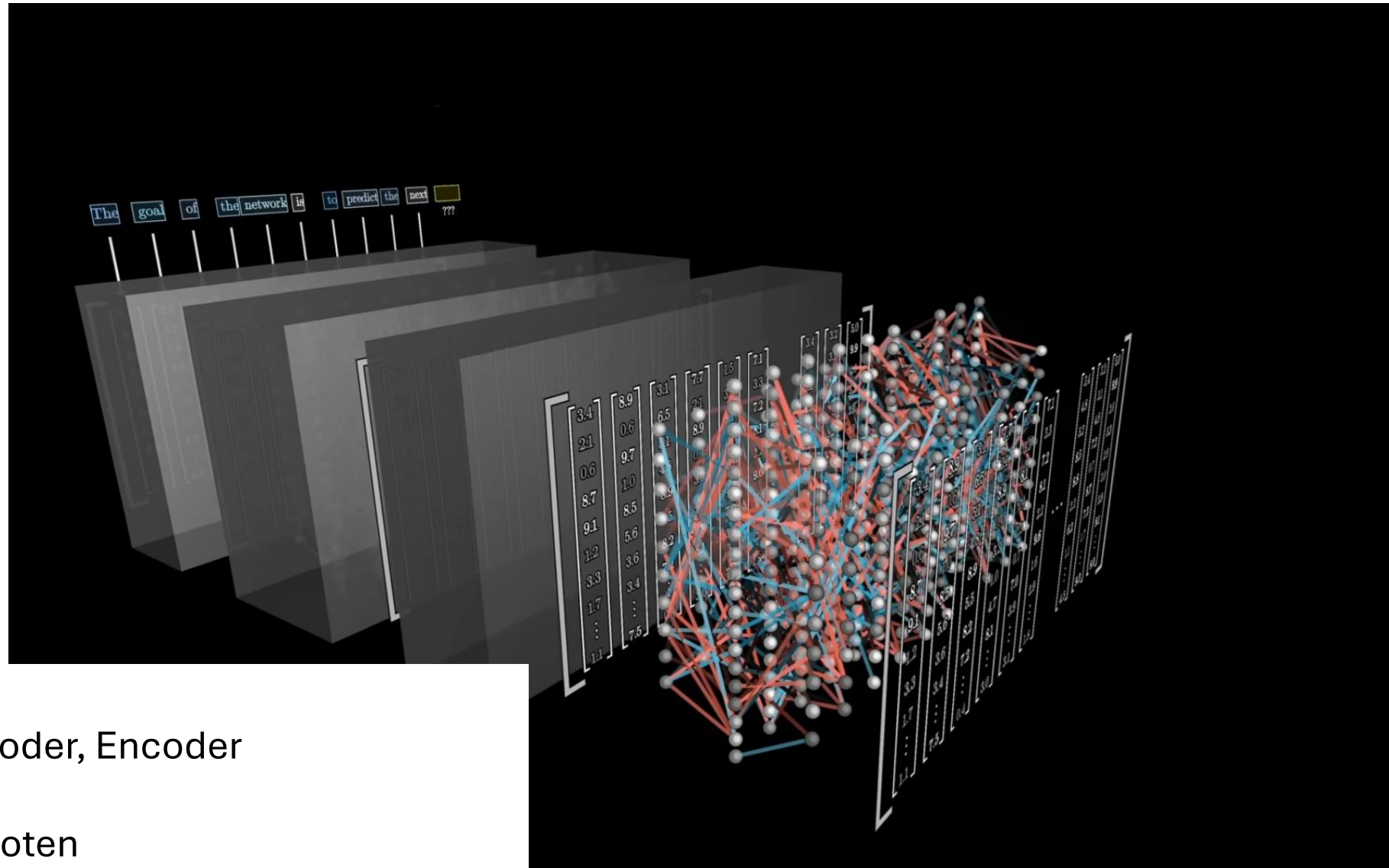
Gamechanger ab 1995

- **Prozessorperformance**
- **Internet**
- **Verfügbare digitale Daten**
- **Internetökonomie**

Generative Pre-Trained Transformer



Generative Pre-Trained Transformer



ChatGPT:

- Transformer, Decoder, Encoder
- 96 Schichten
- 170 Milliarden Knoten
- Trainingsdatensatz 45 Terrabyte

Mögliche Token

- Textschnipsel → Wörter, Silben, Zeichen
- Musikschnipsel → Frequenzen, Frequenzschnipsel
- Bildschnipsel → Hinter-, Vordergrundschnipsel
- Filmschnipsel → Bildsequenzen



KI und Neuronale Netzwerke 2026

- *KI als besserer Experte?*

Schauen wir auf Beispiele.

Anwendungsbeispiel KI heute in der akademischen Ausbildung

Transferfrage: Photosynthese mit rotem Licht bei 680 nm. Welche Anregung erfolgt dadurch bei Chlorophyll a?

Sie sehen das rote Rücklicht eines vor Ihnen fahrenden Autos. Die Photonen haben eine Wellenlänge von 680 nm. Welche Energieerhöhung einzelner Elektronen der Sehpigmente in Ihren Augen resultiert daraus (= Anregung der Sehpigmente).

Wir bestimmen die **Energie eines Photons** mit der gegebenen Wellenlänge $\lambda = 680, \text{ nm}$.

Die Photonen des roten Rücklichts ($\lambda = 680 \text{ nm}$) regen die Sehpigmente um etwa

$$E = 2,9 \times 10^{-19} \text{ J} \approx 1,8 \text{ eV}$$

Rechnung (Schritt für Schritt):

$$E = \frac{6,626 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{680 \times 10^{-9}}$$

Zähler:

$$6,626 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 = 1,9878 \times 10^{-25}$$

Nenner:

$$680 \times 10^{-9} = 6,80 \times 10^{-7}$$

Division:

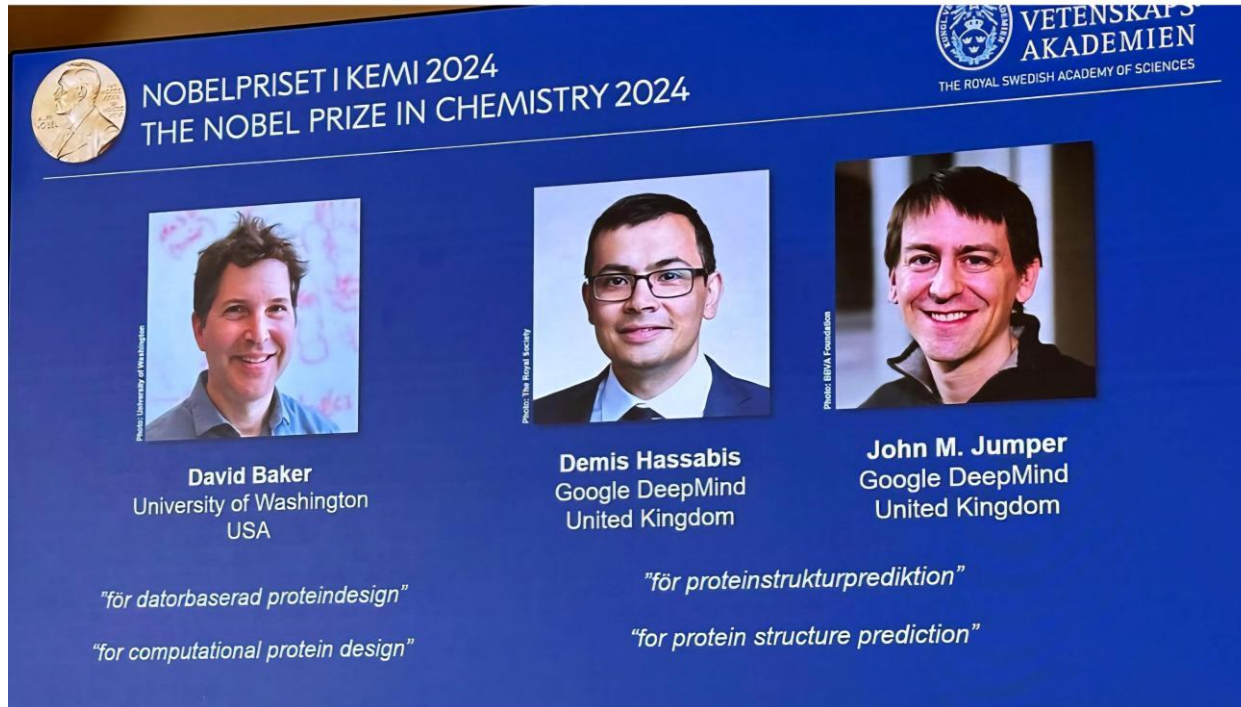
$$E = \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{6,80 \times 10^{-7}} = 2,92 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Anwendungsbeispiel KI heute in der Biochemie

Article | [Open access](#) | Published: 15 July 2021

Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold

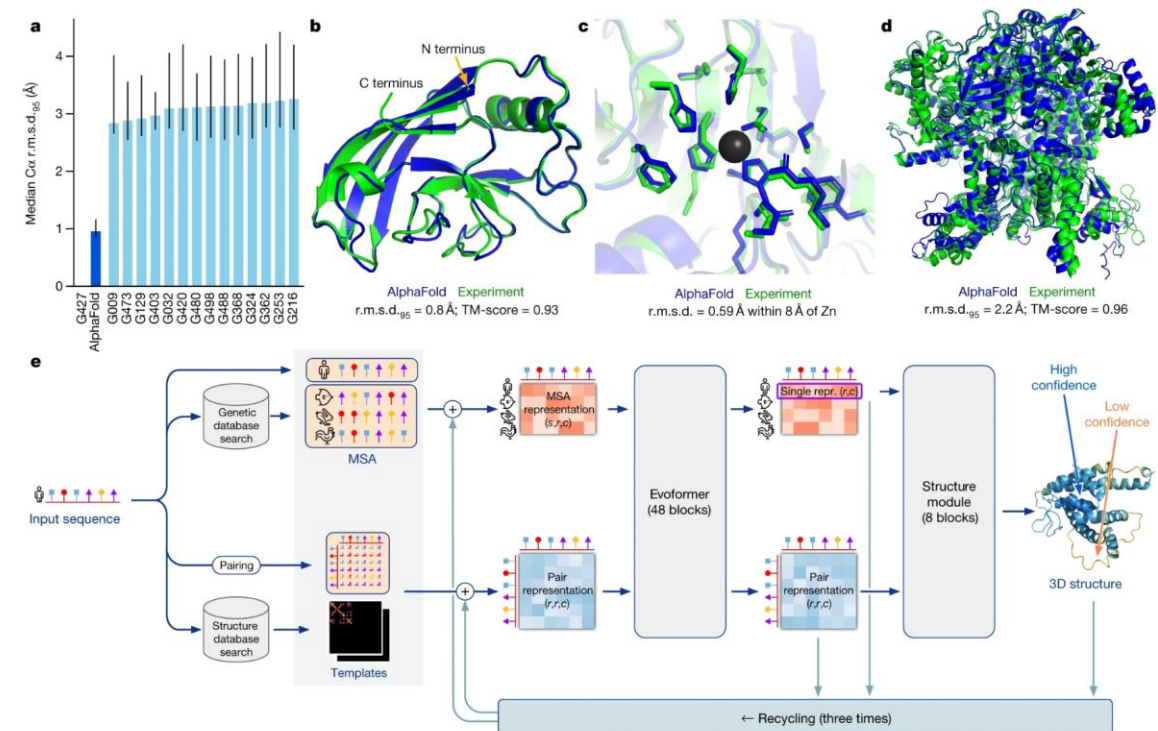
[John Jumper](#) , [Richard Evans](#), [Alexander Pritzel](#), [Tim Green](#), [Michael Figurnov](#), [Olaf](#)



been determined^{6,7}, but this represents a small fraction of the billions of known protein sequences^{6,7}. Structural coverage is bottlenecked by the months to years of painstaking effort required to determine a single protein structure. Accurate computational approaches are needed to address this gap and to enable large-

Fig. 1: AlphaFold produces highly accurate structures.

From: [Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold](#)



a, The performance of AlphaFold on the CASP14 dataset ($n = 87$ protein domains) relative to the top 15 entries (out of 146 entries) group numbers correspond to

Anwendungsbeispiel KI 2026 in der Medizin

Article | [Open access](#) | Published: 02 April 2026

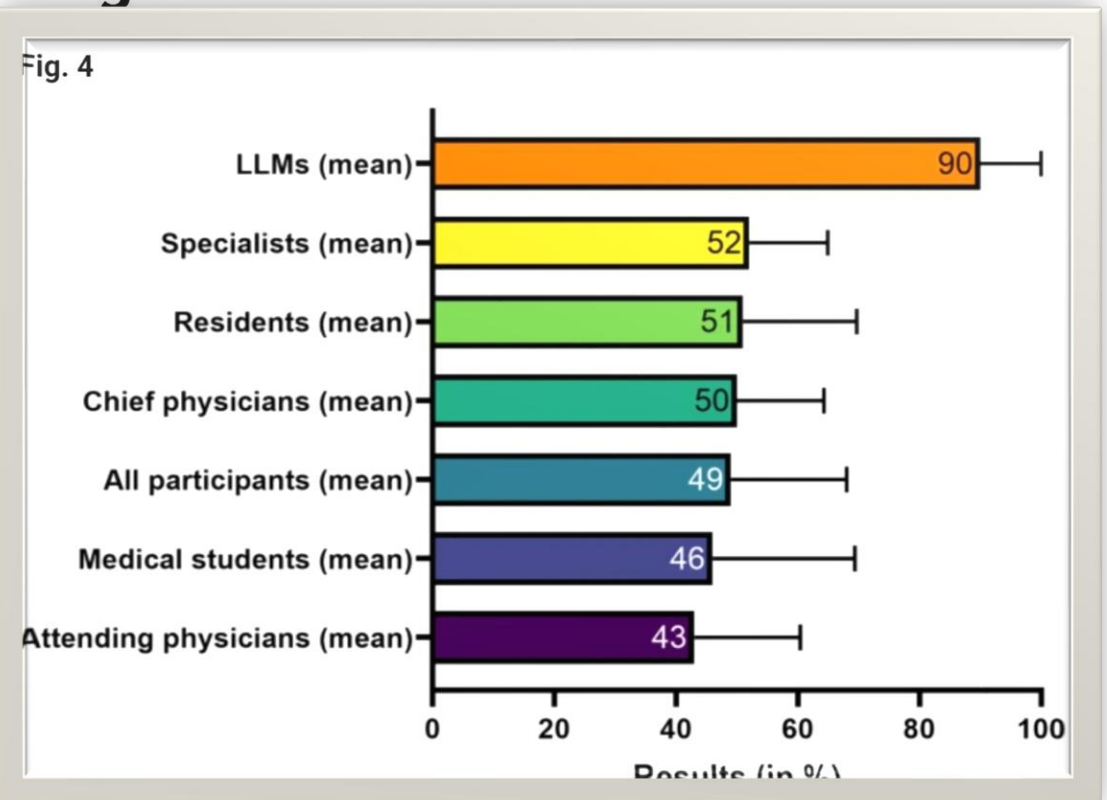
Potential of large language models for rapid clinical inform support: evidence from acute kidney injury knowledge test

[Philipp Russ](#) ✉, [Simon Bedenbender](#), [Jonas Einloft](#), [Hendrik L. Meyer](#),
[Ganser](#), [Martin C. Hirsch](#) & [Ivica Grgic](#) ✉

[Scientific Reports](#) **16**, Article number: 11224 (2026) | [Cite this article](#)

🔖 [Save article](#) [View saved research](#) ➤

3719 Accesses | 208 Altmetric | [Metrics](#)



Intelligenz ist das, was Intelligenztests messen



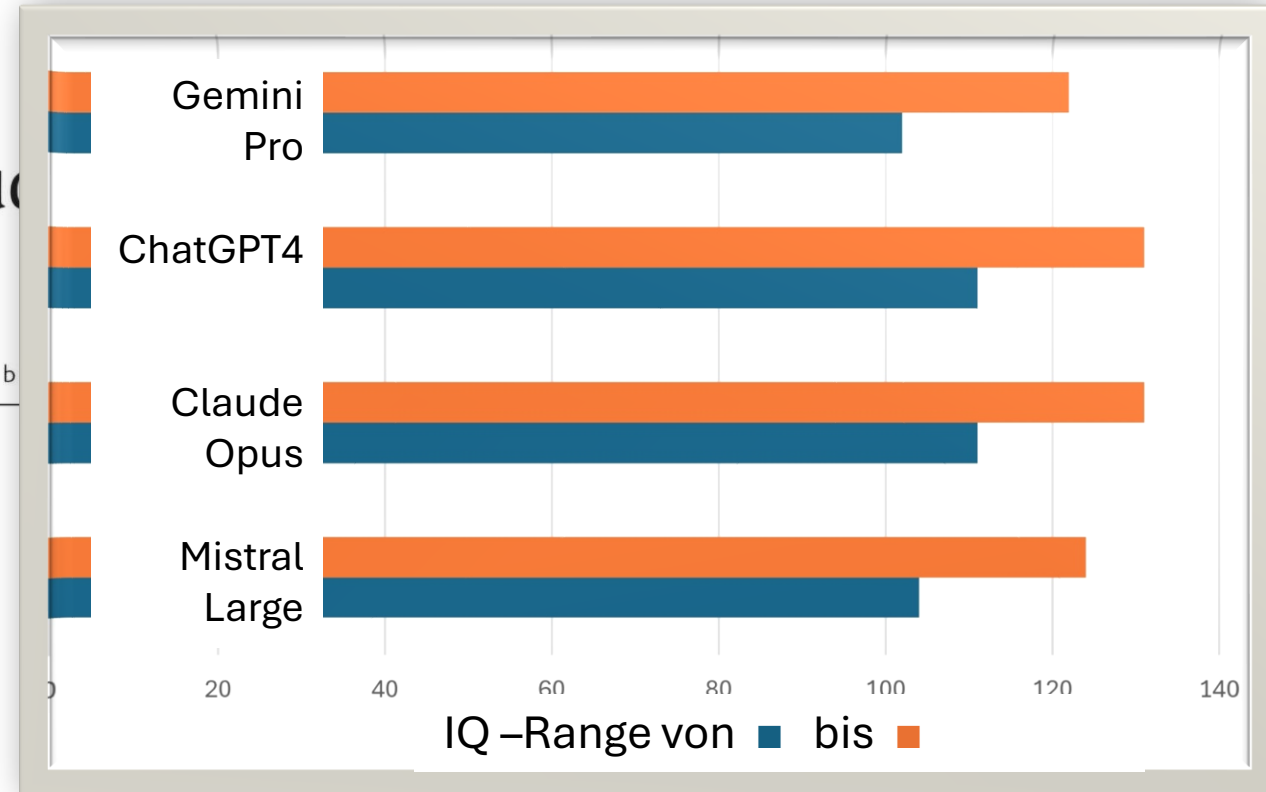
Computers in Human Behavior: Artificial Humans

Volume 5, August 2025, 100170

Research paper

Evaluating the Intelligence of large language models: A comparative study using verbal and visual IQ tests

Sherif Abdelkarim ^{a 1}✉, David Lu ^{a 1}✉, Dora-Luz Flores ^c✉, Susanne Jaeggi ^{a b}
Pierre Baldi ^a ✉



Anwendungsbeispiel KI 2026 in der Medizin

Article | [Open access](#) | Published: 02 April 2026

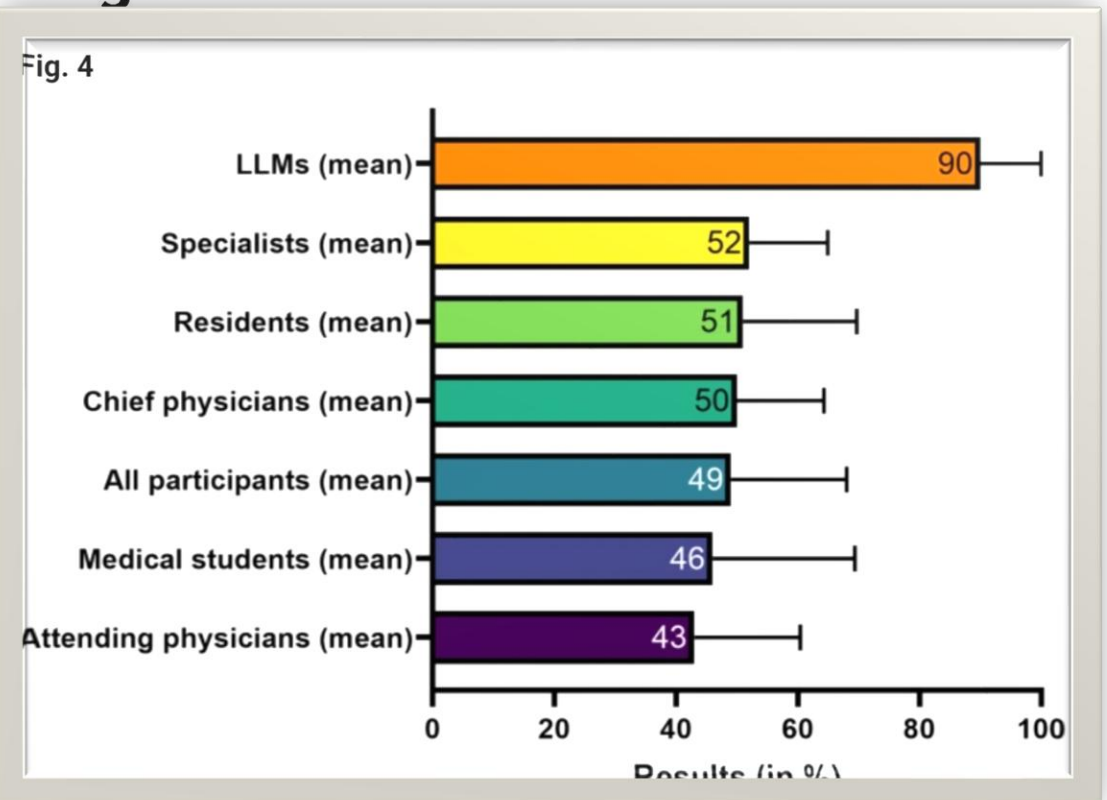
Potential of large language models for rapid clinical inform support: evidence from acute kidney injury knowledge test

[Philipp Russ](#) ✉, [Simon Bedenbender](#), [Jonas Einloft](#), [Hendrik L. Meyer](#),
[Ganser](#), [Martin C. Hirsch](#) & [Ivica Grgic](#) ✉

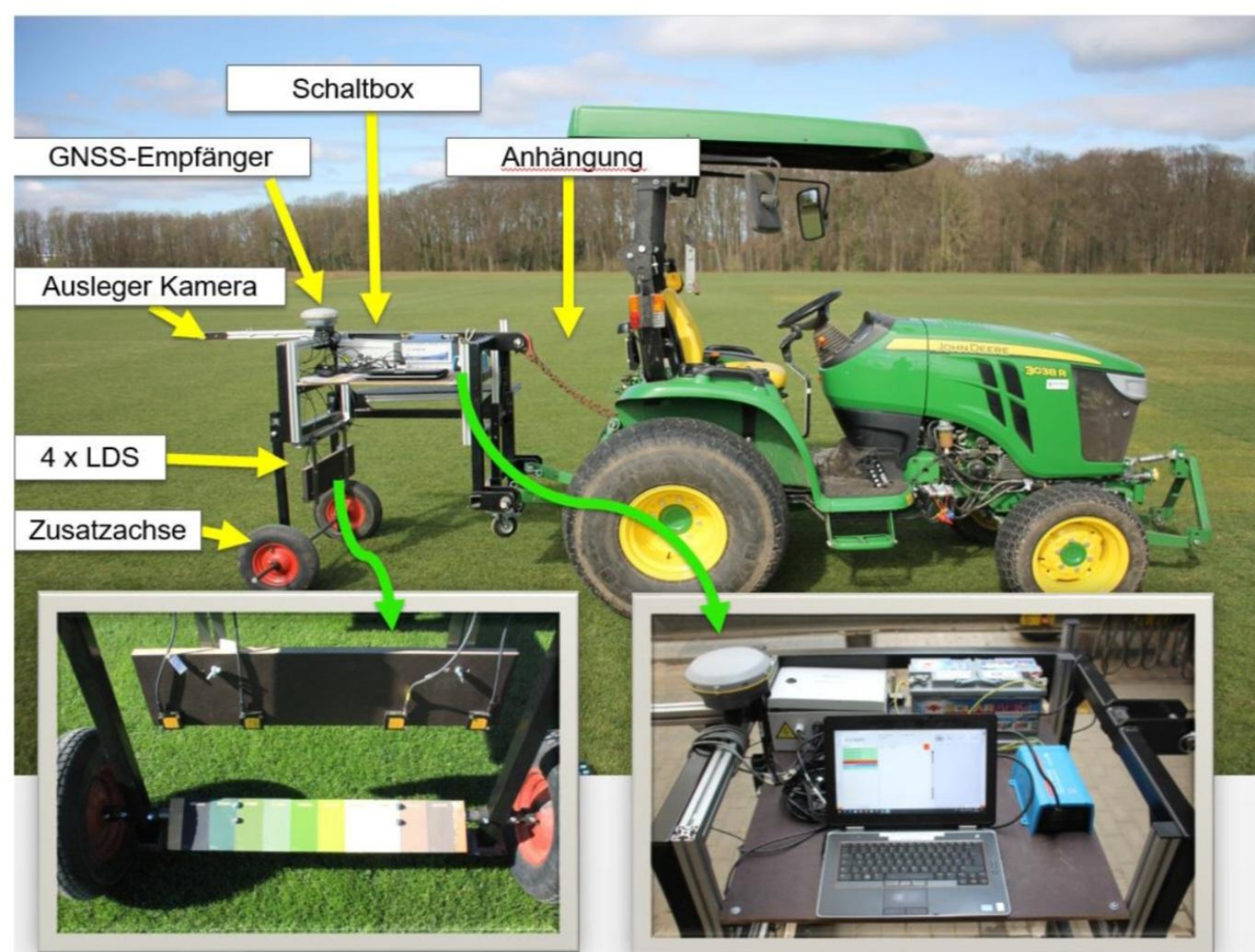
[Scientific Reports](#) **16**, Article number: 11224 (2026) | [Cite this article](#)

🔖 [Save article](#) [View saved research](#) ➤

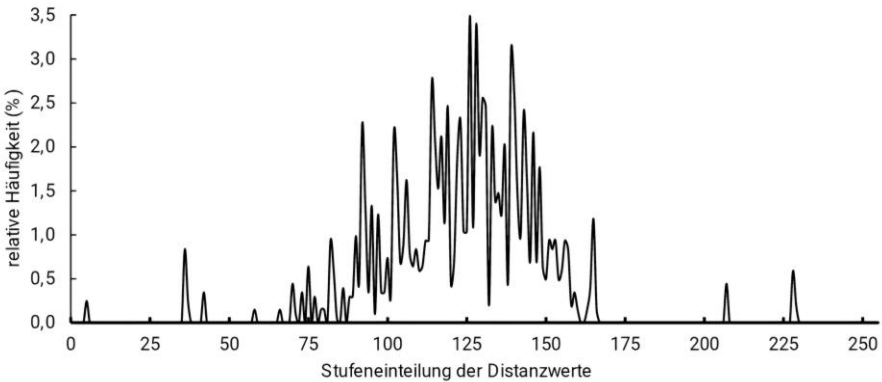
3719 Accesses | 208 Altmetric | [Metrics](#)



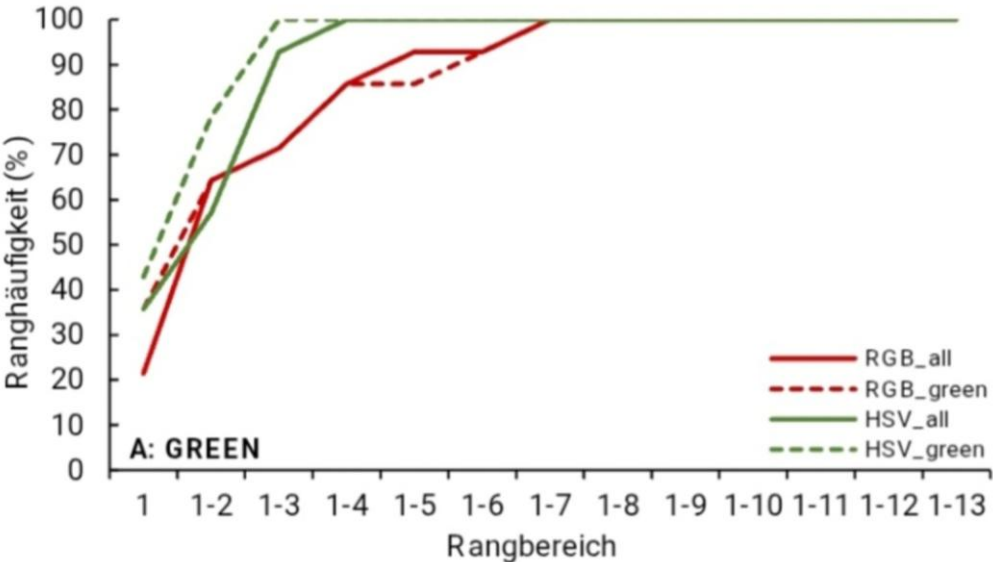
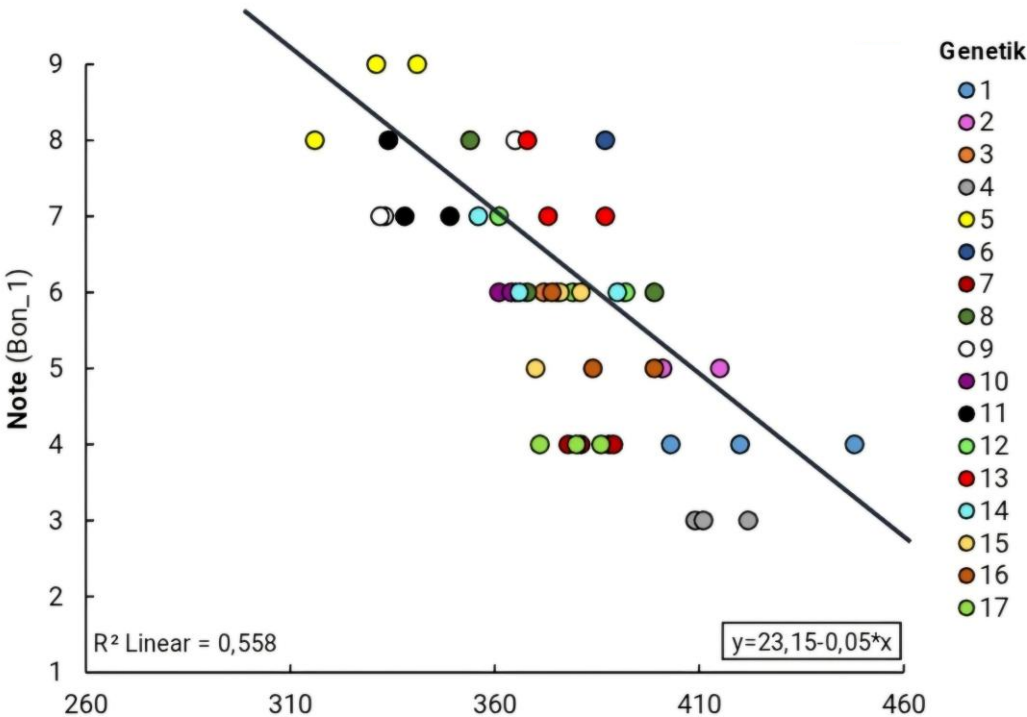
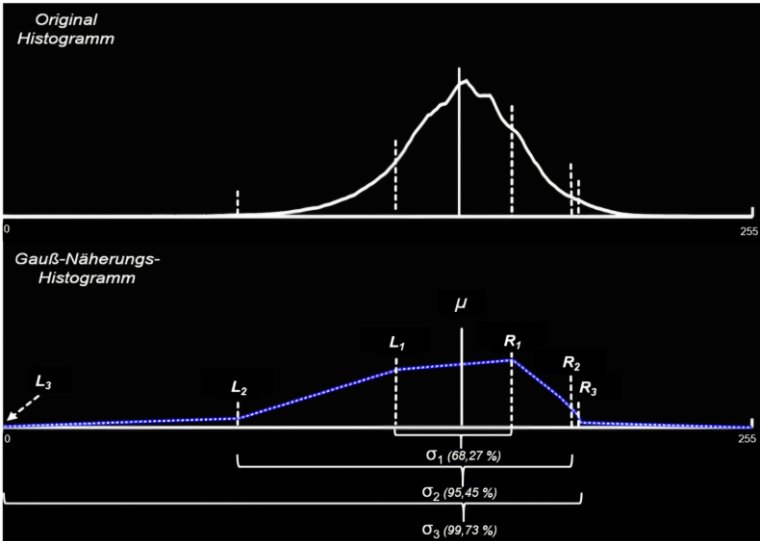
Phenotypisierung von Farbe, Deckungsgrad (Bonitur) von Rasenflächen (Genotypen)



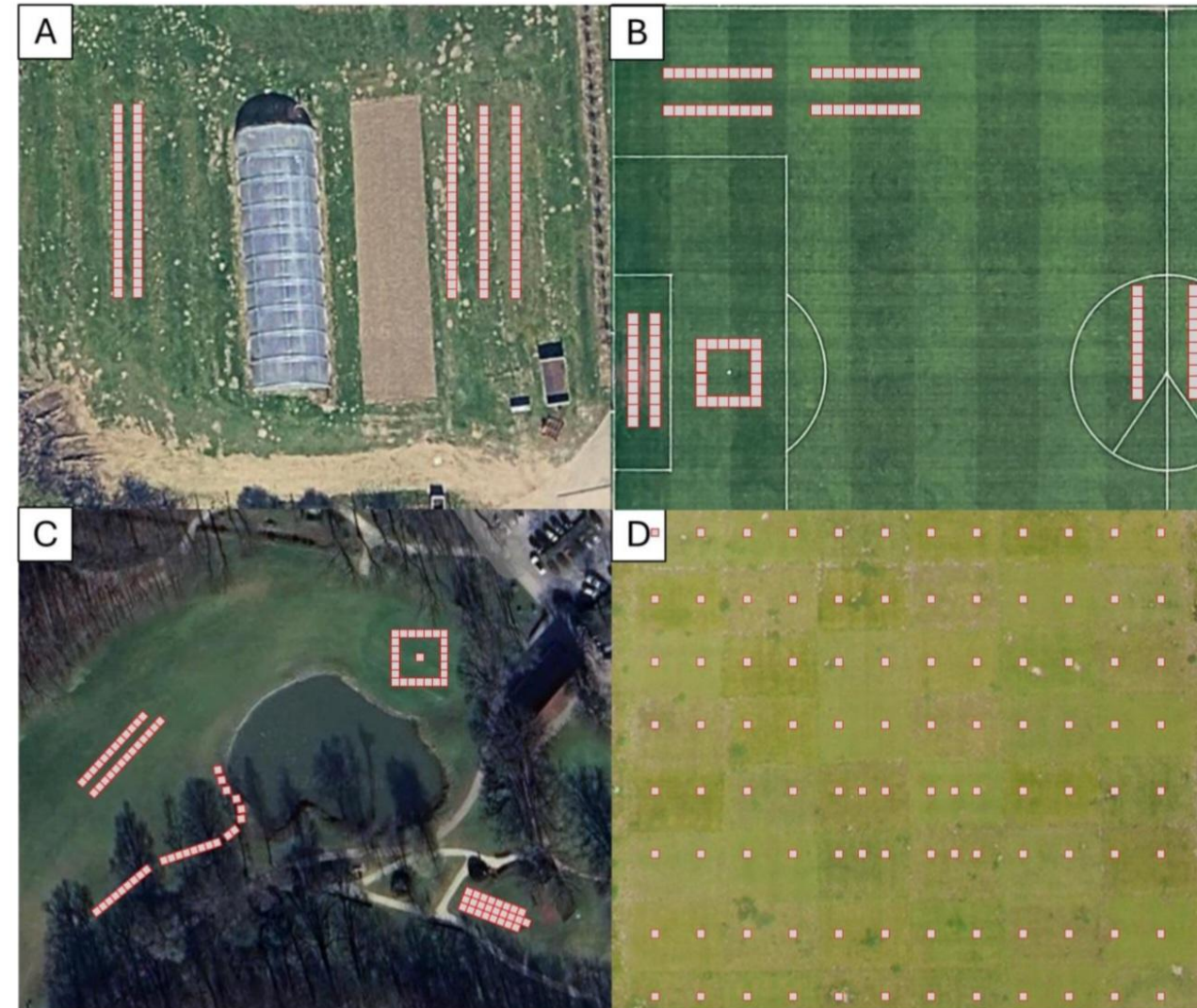
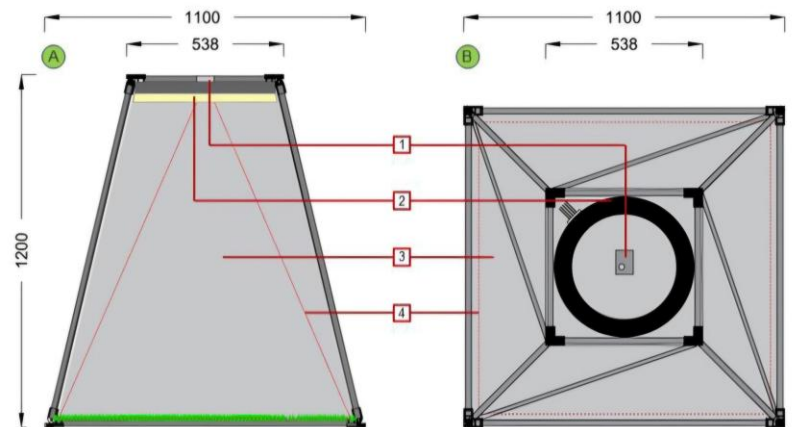
Histogramm Laserabstandssensor bei Rasenüberfahrt



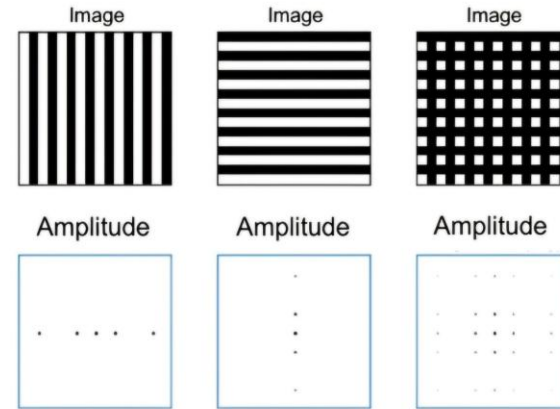
Histogramm Farbintensität einer RGB-Kamera bei Rasenüberfahrt



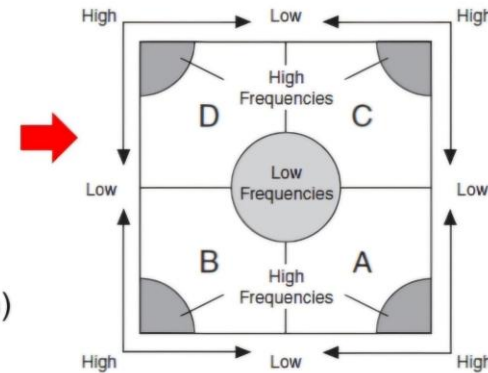
Phenotypisierung von Farbe, Deckungsgrad (Bonitur) von Rasenflächen, zweiter Ansatz



Fast-Fourier-Transformation als lokale Auswerteverfahren (Datenverdichtung) für Rasenflächen



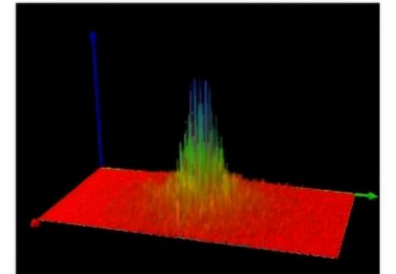
Streifenmuster (oben) mit jeweiliger invertierter Frequenzraumdarstellung (unten)
(verändert nach WERNER 2021)



Frequenzspektrum einer FFT
(NI 2021)



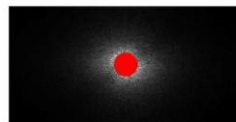
Rasenbild



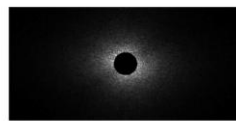
3D-Bild der Amplituden
im Frequenzraum
Rasenbild



FFT



ROI



Entfernung ROI

28 deskriptive
statistische
Merkmale in den
rücktransformierten
Ortsräumen

Komplexe Bildverarbeitungsalgorithmen zur Generierung lokaler Merkmalsvektoren



67 deskriptive quantitative Merkmale
(überwiegend Merkmale von Häufigkeitsverteilungen)

Datenauswertung und Interpretation mit KI

67 deskriptive quantitative
Merkmale
(überwiegend Merkmale von
Häufigkeitsverteilungen)

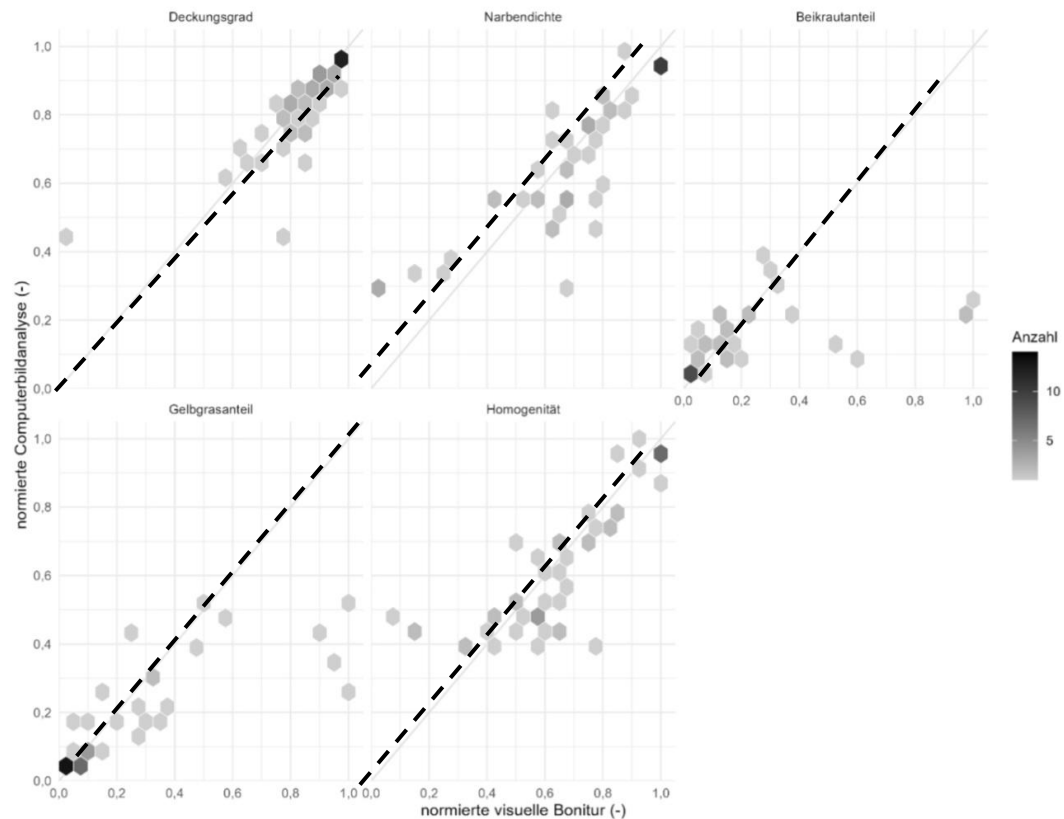
28 deskriptive statistische
Merkmale in den
rücktransformierten
Ortsräumen



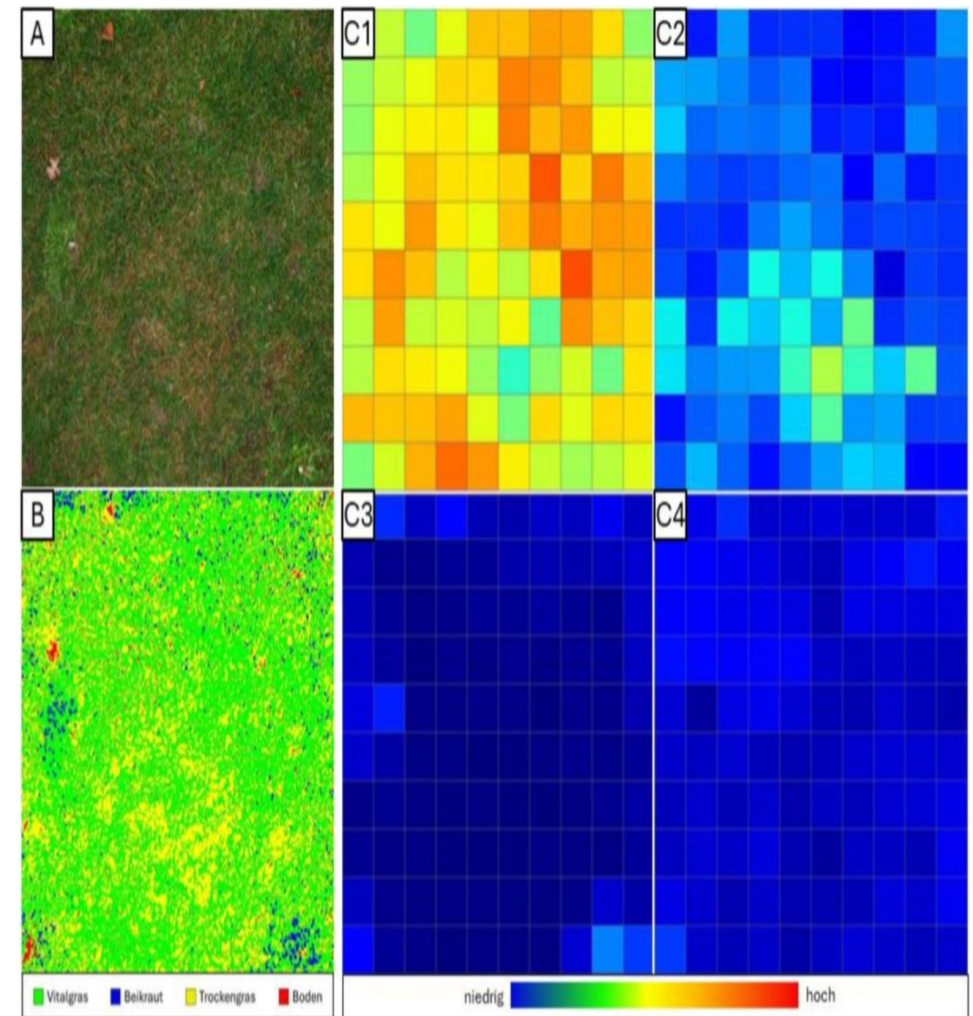
Algorithmus	Neuronales Netz	Anzahl Neuronen je Layer		
		Input	Hidden	Output
Flächenhistogramm	Full_3	62	30	3
	Full_5	62	30	5
	Lean_3	43	30	3
	Lean_5	49	30	5
FFT	FFT_3	28	30	3
	FFT_5	28	30	5

Boniturergebnisse bei Einsatz der KI

Phenotypisierungsgüte

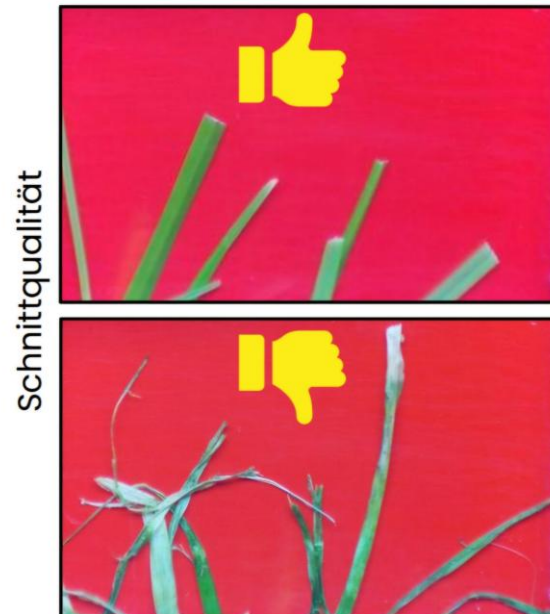


Lokale Auswertung, Heatmaps



Erweiterung der Phenotypisierung auf Einzelpflanzen

- Blattschnittindex gibt Auskunft über Pflegemaßnahmen
- Blattschnittindex gibt Auskunft über Rasenzustand
- Schnittmuster verfeinern objektive Rasenbewertung



Modellinput

Modelldesign

KI-Modell



'area', V1)
'ratio', V2)
'circularity', V3)
'compactness', V4)
'contlength', V5)
'convexity', V6)
'rectangularity', V7)
'ra', V8)
'rb', V9)
'anisometry', V10)
'bulkiness', V11)
'outer_radius', V12)
'inner_radius', V13)
'dist_mean', V14)
'dist_deviation', V15)
'roundness', V16)
'max_diameter', V17)
'rect2_len1', V18)
'rect2_len2', V19)

Halcon®

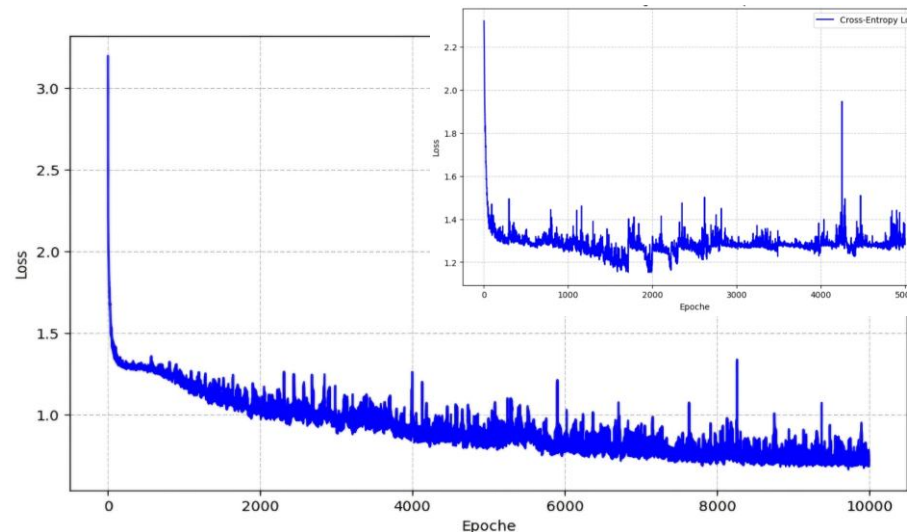
PC/Handy/Tablet

```
model = nn.Sequential(  
    nn.Linear(anzahl_eingaben, 256),  
    nn.BatchNorm1d(256),  
    nn.LeakyReLU(0.1),  
    nn.Dropout(0.2),  
    nn.Linear(256, 128),  
    nn.BatchNorm1d(128),  
    nn.LeakyReLU(0.1),  
    nn.Linear(128, 64),  
    nn.LeakyReLU(0.1),  
    nn.Linear(64, 32),  
    nn.LeakyReLU(0.1),  
    nn.Linear(32, anzahl_klassen)  
)
```

Gemini®

Google-Server
Colab-Tool®
PyTorch®

PC/Handy/Tablet

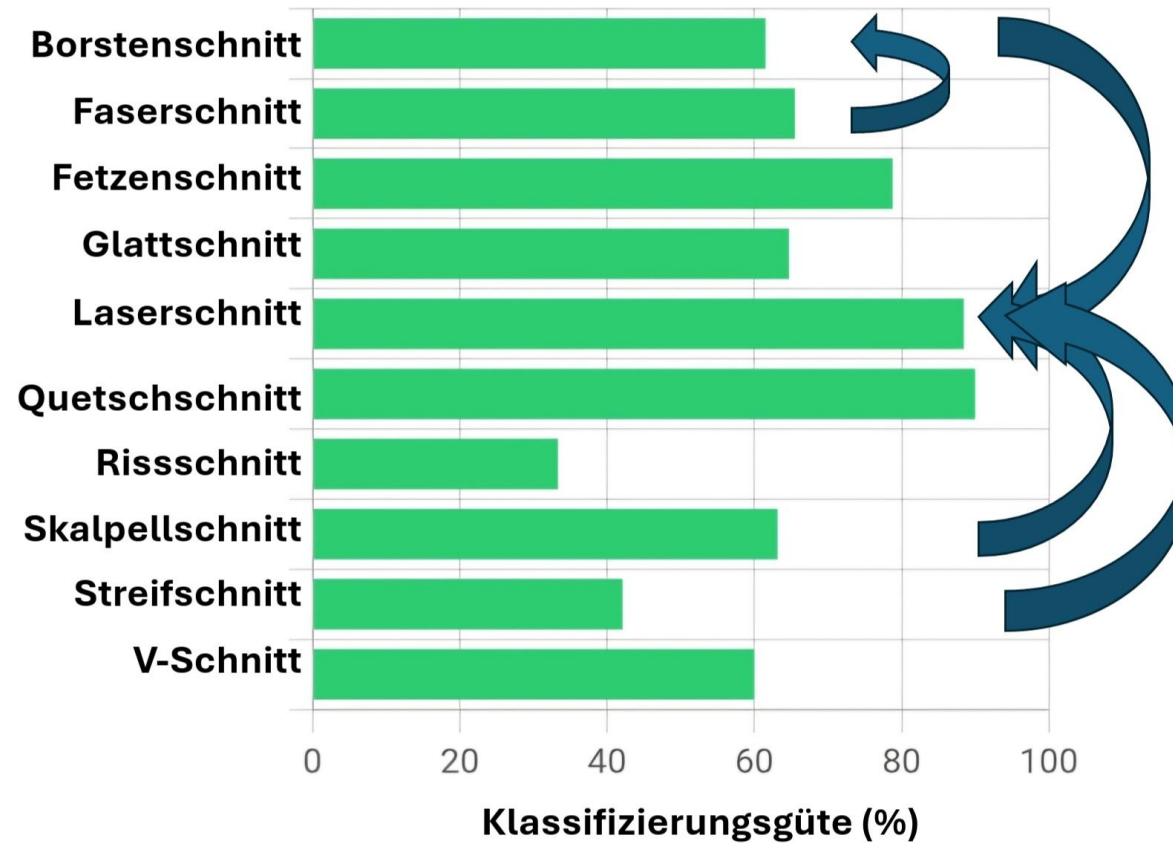


Server: colab.research.google.com
Datensätze: 206
Dimensionen Eingangsvektor: 23
Zielgröße: 1 numerischer Wert,
.gerundet, 10 Klassen

Model: Backprob., nn.sequential
5 Netzwerkarchitekturen untersucht
Zielnetzwerk:
Normierte Eingangsdaten
5 Layer mit 32 - 256 Neuronen
Lineare Aktivierungsfunktion > 0
50218 Gewichte
10000 Lern-Epochen
dynamisch Abnehmende Lernrate,
(0,5 bis herunter auf 0,001)
Lerndauer Modellbildung 77 Sek)

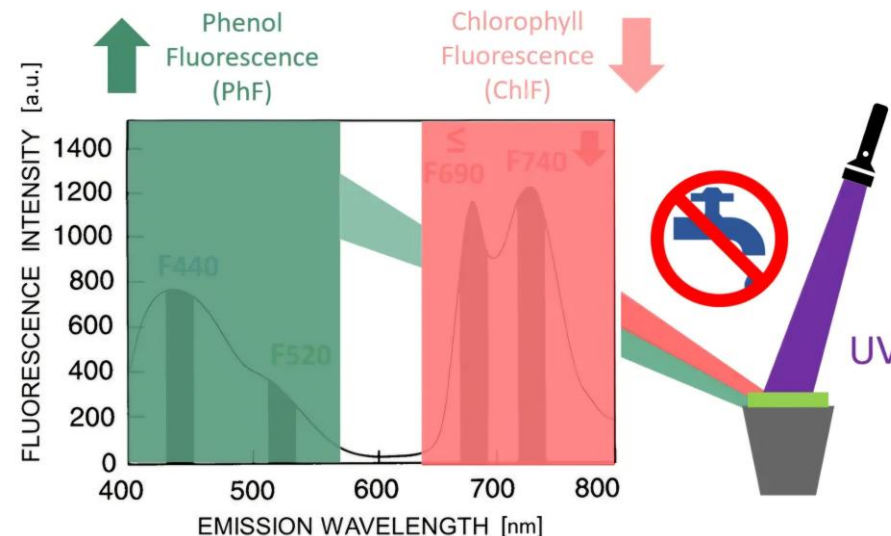
Testdatensatz = Lerndatensatz!!
Keine Kreuzvalidierung

KI - Modelloutput Blattschnittmuster



Erweiterung der Phenotypisierung durch spezifische Sensorik (2D-Fluoreszenzdaten)

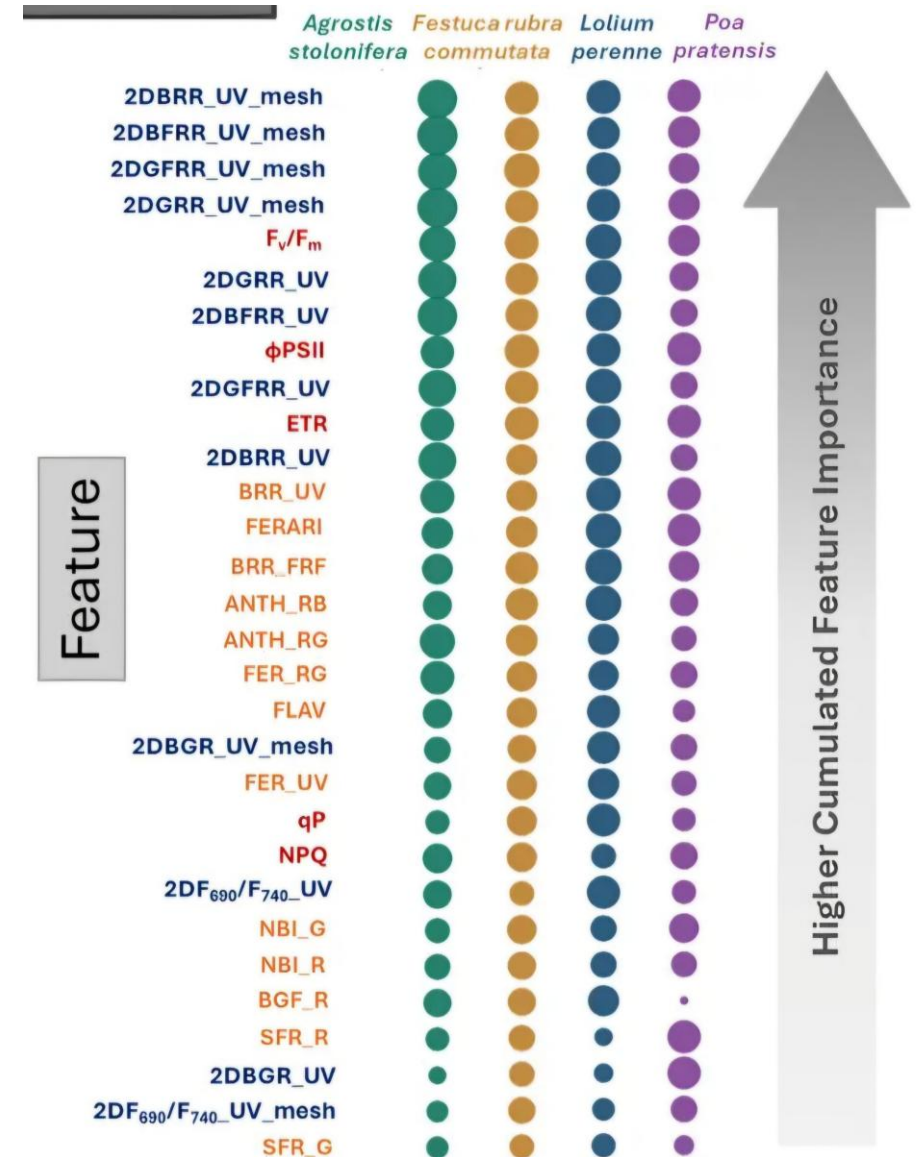
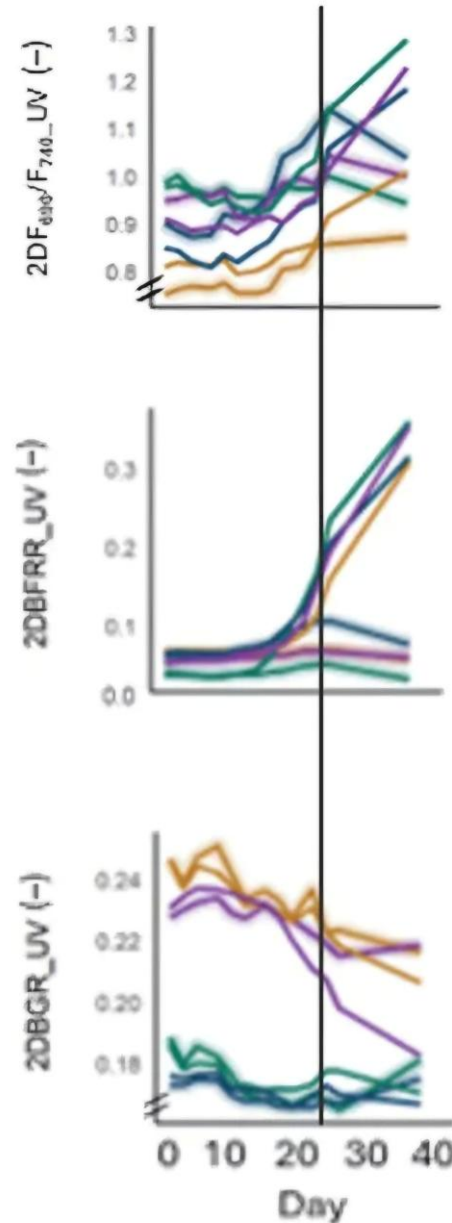
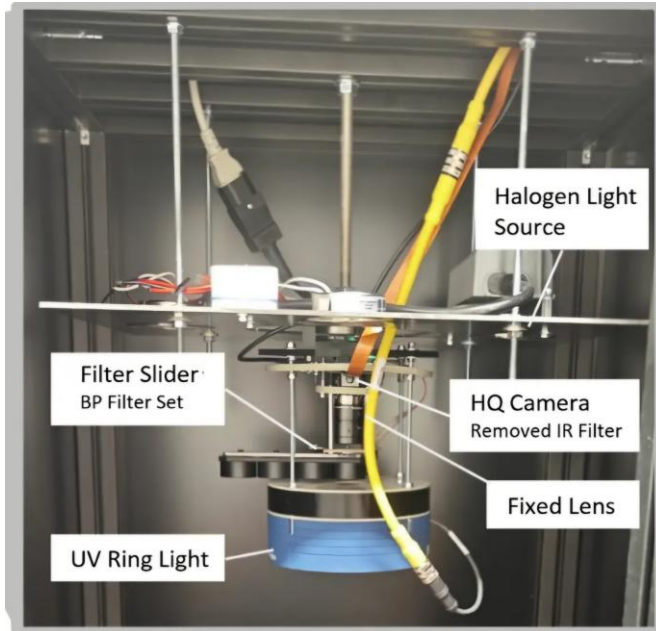
- Fluoreszenzsignale geben frühzeitig Auskunft über Stress, Krankheit, Mangel u.v.a.
- Viele verschiedene Wellenlängen und Signale möglich
- Chlorophyllfluoreszenz und Phenolfluoreszenz sind wichtig



Neue Sensorik

Auswertung

Möglichkeiten



Versuchsaufbau und Problem



Ongoing Work

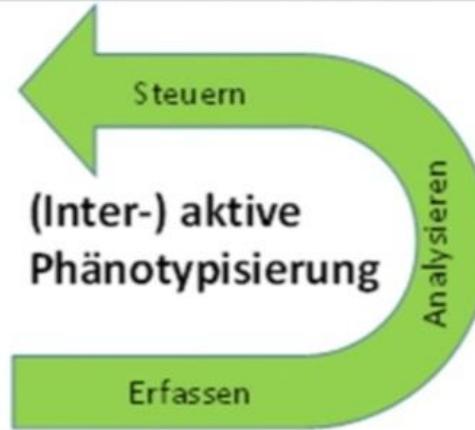
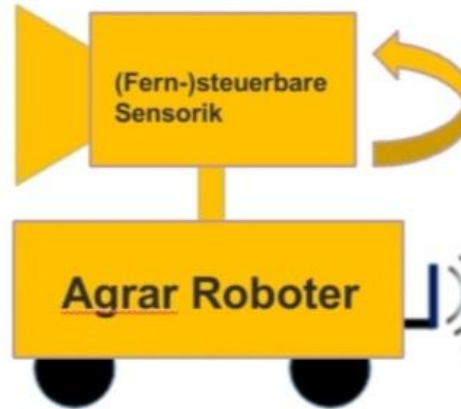
1) Automatisiertes System zur Phänotypisierung

2) Datenanalyse- und Messprozesse

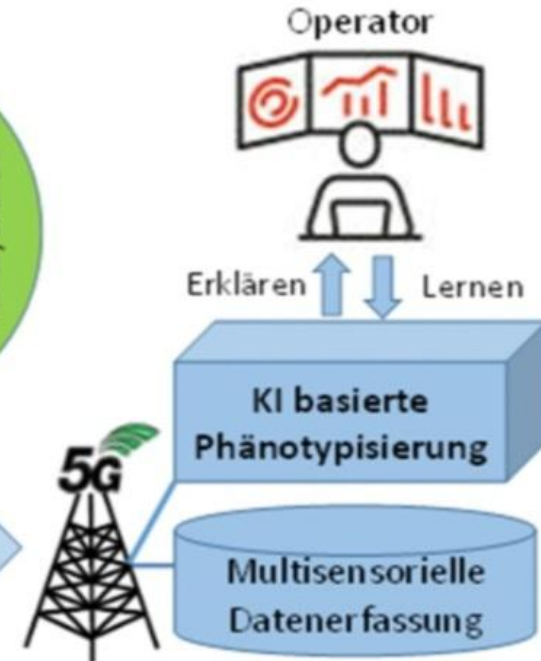
3) Kommunikationstechnik

Rasen

- Fluoreszenz
- 2D-imaging
- LiDAR



KI basierte
Netzwerkautomation



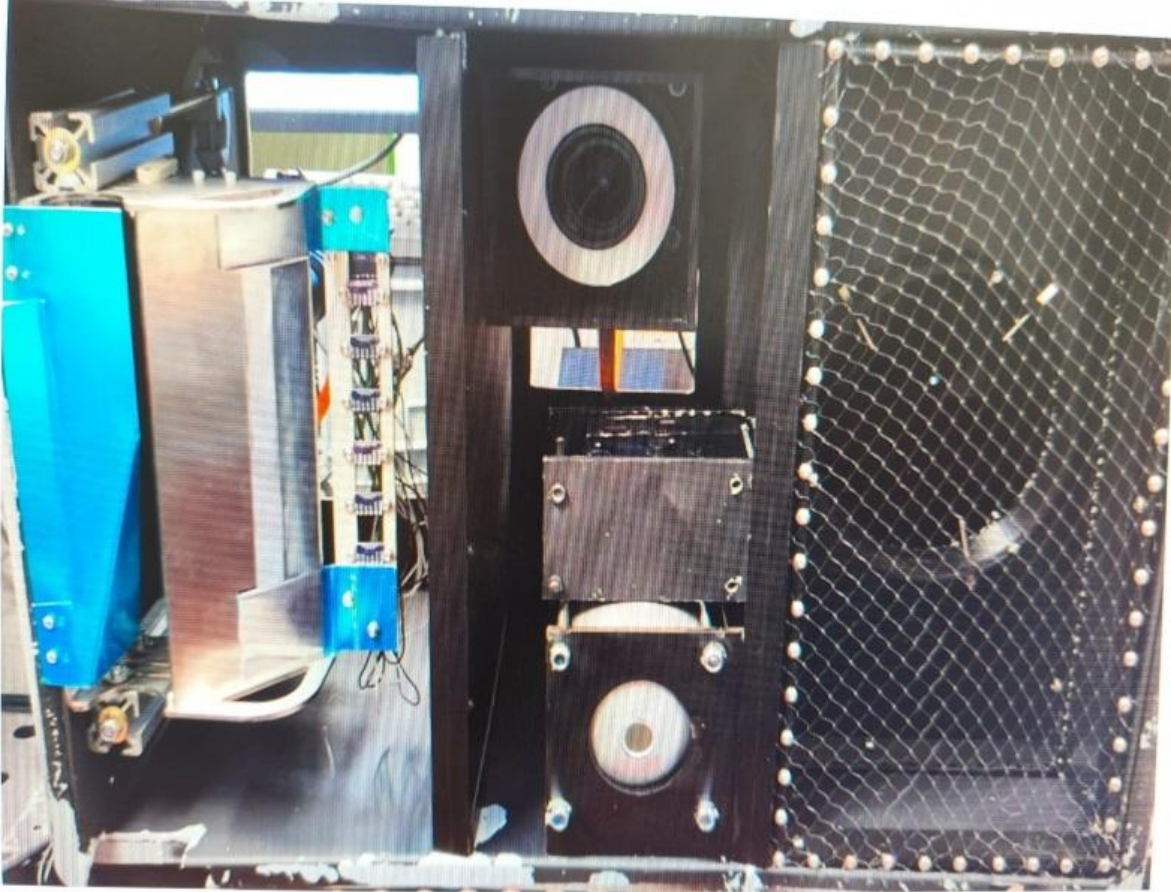
Kooperationspartner:



Förderung:



Ongoing Work



Der Phentotyper 5 – Proof of Concept

Ongoing Work



Wir werden sehen ...
Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

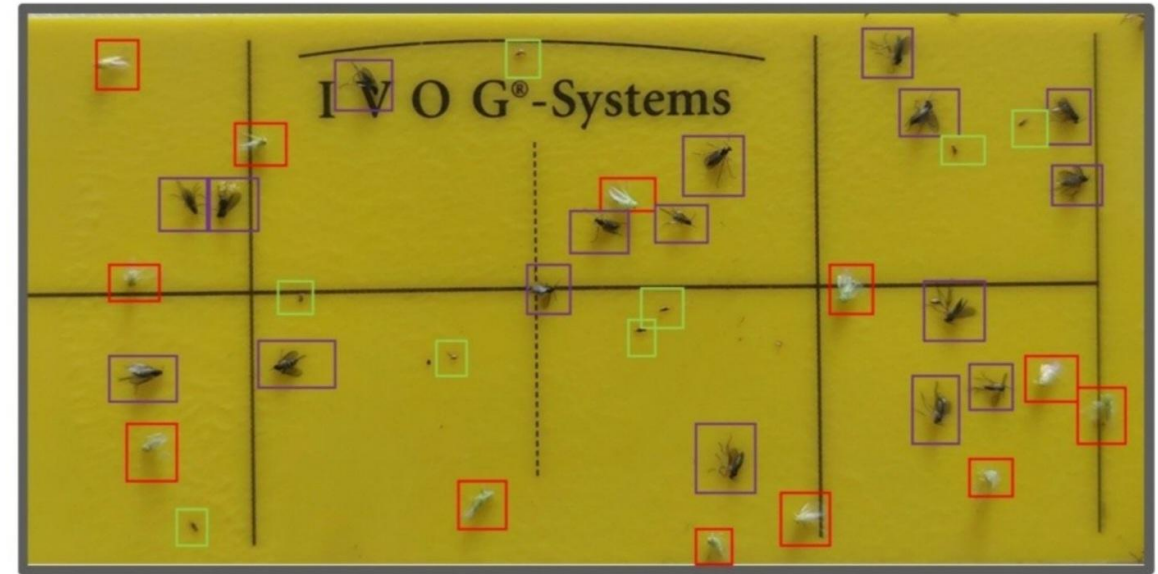
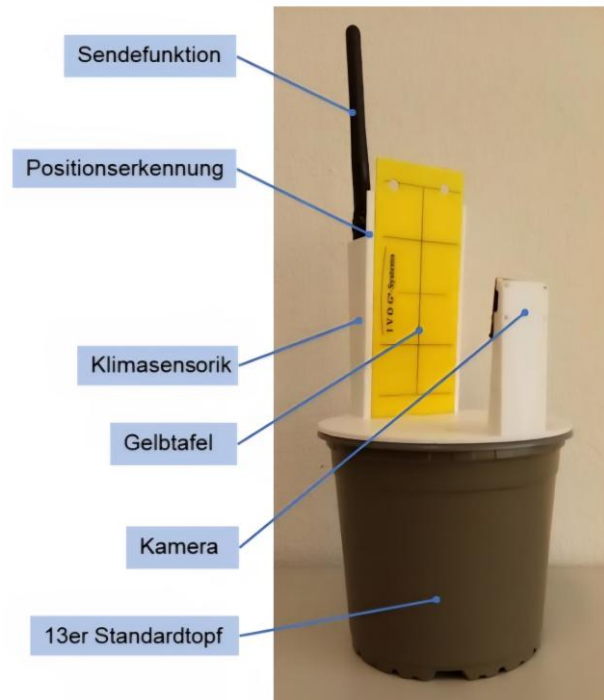


Der Phentotyper 5 – Proof of Concept

Probleme, Unsicherheiten

- **Bildungsdesaster**
- **Manipulationsdesaster**
- **Wissensdesaster**
- **Ökonomiedesaster**
- **Ressourcendesaster**
- **Copyrightdesaster**

Exkurs in den Pflanzenschutz: Das Checkpot-Projekt



Zum Trainieren von 5 Insektenarten wurden
120000 Insektenannotationen manuell
durchgeführt.