

01100  
0011100011011010  
10101011001011110  
0011101010110010101  
1110101101011000111  
0101110011011011010  
010 0110 011110001110001010110110001  
101110001101011000101101011011000  
01110001 101011001100110011010  
1101010101011000111  
110111000

**KI ÖSTERREICH**

ANWENDUNGSZENTRUM FÜR DATEN  
& KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

*Business Nachmittag*

# Impulsvortrag 3 KI für Logistik: Werkzeuge der Digitalisierung in der Logistik

DI Marija Gojkovic (Lakeside Labs)

# KI für Logistik: Werkzeuge der Digitalisierung in der Logistik

*Natur inspiriert...*

DI Marija Gojković, Researcher



# Lakeside Labs, Klagenfurt, Austria

- Gemeinnütziges, außeruniversitäres Forschungszentrum, gegründet 2008
- Stärkung Kärntens als F&E-Hotspot
- Derzeit rund 25 Forscher:innen bei der Lakeside Labs GmbH
- Drei Spin-offs von ehemaligen Mitarbeiter:innen
- Bisher rund >600 wissenschaftliche Publikationen, 6 EU- und 3 US-Patente erteilt



# Warum Schwarm?

## Neueste Studie von IoT Analytics\*

- Prognose für Ende 2024: 18,8 Milliarden Geräte (13 % Wachstum).
- Prognose für 2030: Erwartet wird eine Zahl von 40 Milliarden vernetzten Geräten.

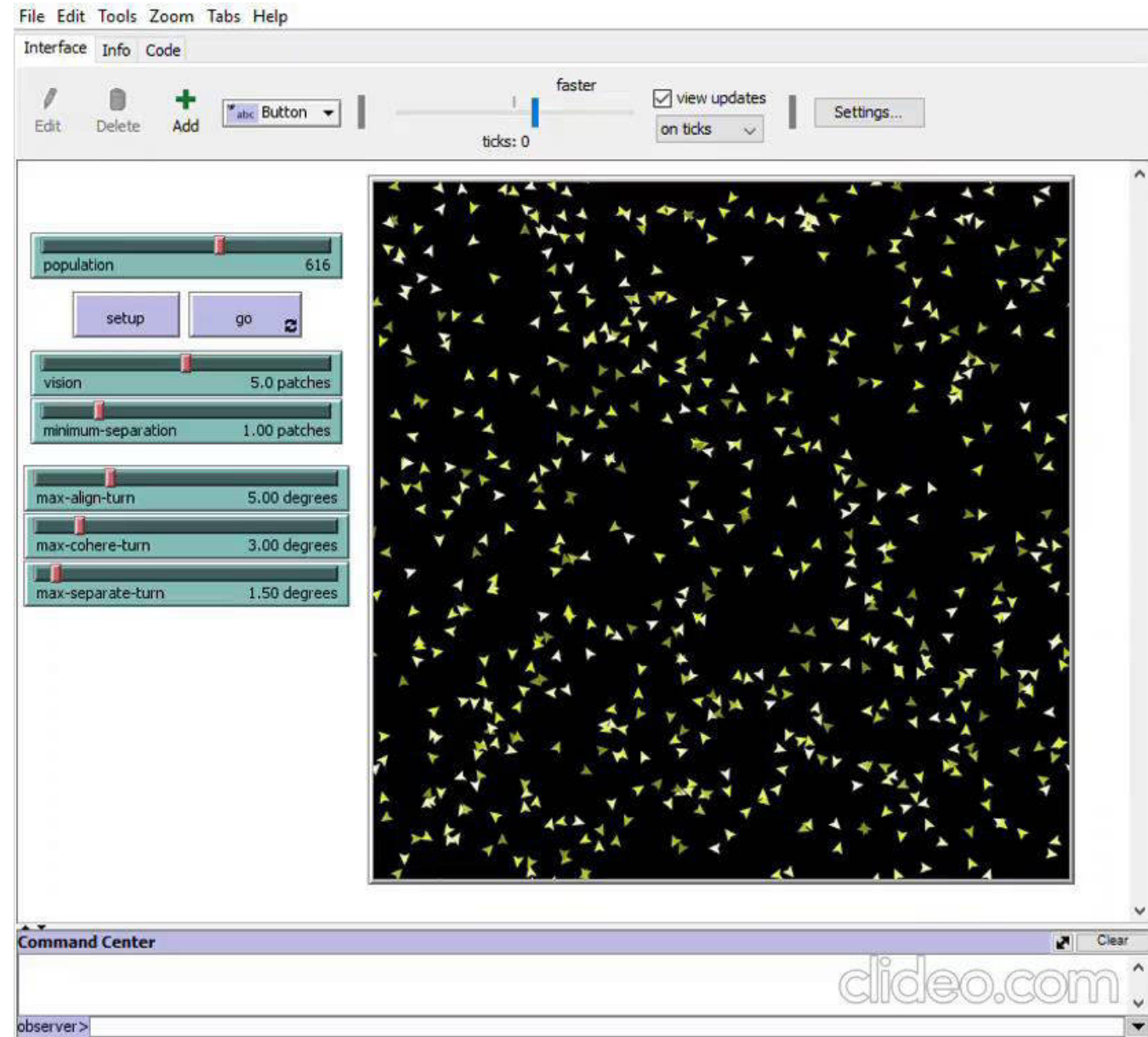
Die Welt verwandelt sich in eine wirklich **vernetzte** und **kollektive** Realität!

\* <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>



# Was ist ... Schwarmintelligenz?

<https://www.youtube.com/watch?v=4cPZ2HC2QHg>

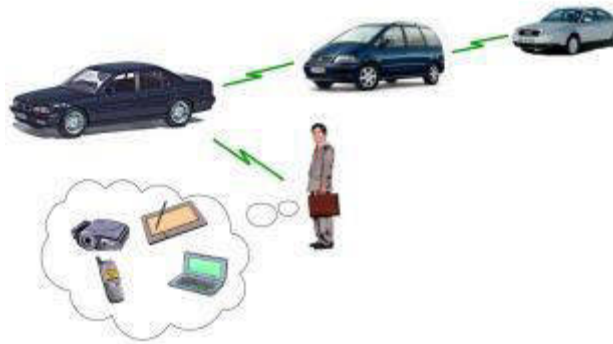


# Beispiele für Schwarmintelligenz heutzutage

Die zunehmende Vernetzung technischer, sozialer und sozio-technischer Systeme wie z. B.



Internet of Things



Smart Mobility

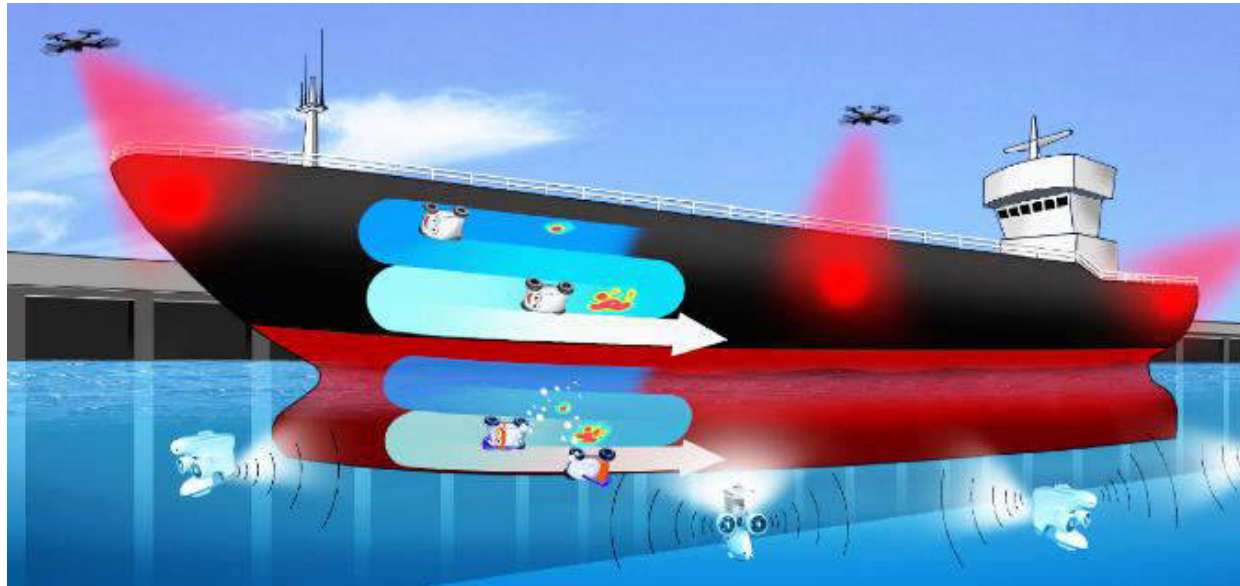
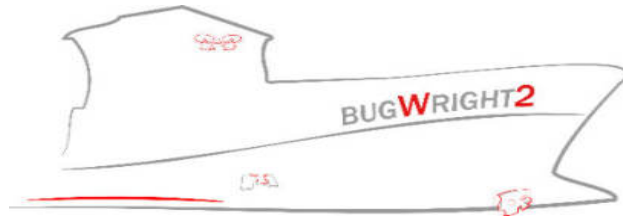


Networked Robots

führt zu einer enormen Zunahme der Komplexität bei der Entwicklung und dem Betrieb solcher Systeme.



# Schwarmkoordination für kritische Anlagen



### Fakten:

- Ausschreibung: H2020-ICT-2019-2
- Projekt-ID: 871260
- Laufzeit: 48 Monate
- Budget: 8.999.807 €
- Beginn: 01/2020

Automatisierte Schiffsinspektion und –reinigung  
unter Einsatz von Teams aus UAVs,  
Unterwasserrobotern und magnetischen  
Kletterrobotern.



U.PORTO



Universitat  
de les Illes Balears

NTNU  
Norwegian University of  
Science and Technology

INSA



Universität Trier

Trondheim Havn



tens

STAR BULK

WMU



APDL

RWTH AACHEN  
UNIVERSITY



danans

Lakeside Labs  
SELF-ORGANIZING NETWORKED SYSTEMS

30

UNIVERSITÄT  
KLAGENFURT

# MCUAS

Militärische Gegenmaßnahmen bei Angriffen unbemannter Luftfahrtsysteme — Methoden und Prozesse zur Erkennung, Verifizierung und Abwehr eines angreifenden Drohnenschwarms



© Andy Dean Photography

## Fakten:

- Ausschreibung: FFG FORTE, Call 2018
- Projekt-ID: 873514
- Projektstart: November 2019
- Laufzeit: 24 Monate
- Beginn: 11/2019
- Gesamtbudget: 800.006 €

# 6G-Sky: Technologien zur Vernetzung und Koordination des intermodalen Güterverkehrs



**Drone Swarms  
Supporting Goods  
Mobility (T5.4)**



## Fakten:

- Ausschreibung: Celtix Next, Call 2020
- Länder: 17 Partner aus GER, SWE, AUT, HUN
- Laufzeit: 1.5.2022 – 30.4.2025 (36 Monate)
- Finanzen: Volumen: 9 Mio. €
  - GER: 5,1 Mio.€
  - SWE: 2,6 Mio.€
  - AUT: 817 k€
  - HUN: 485 k€



# Wenn Produktionssysteme wie im Schwarm agieren

# SWILT, ML&Swarms, SwarmIn (2018-2025)

Optimierung von Produktionsanlagen mit  
Schwarmintelligenz —  
**!BOTTOM-UP!**



- **Hohe Produktvielfalt** (~ 1.800 Produkte in jeweils ~300 Verarbeitungsschritten)
- **Historisches Wachstum** der Produktionsanlage
- **Lineare Optimierungsmethoden** können nur auf einem Teil der Anlage angewendet werden
- **Engpässe und Schleifen** können nicht verhindert werden → Entstehung von WIP-Wellen



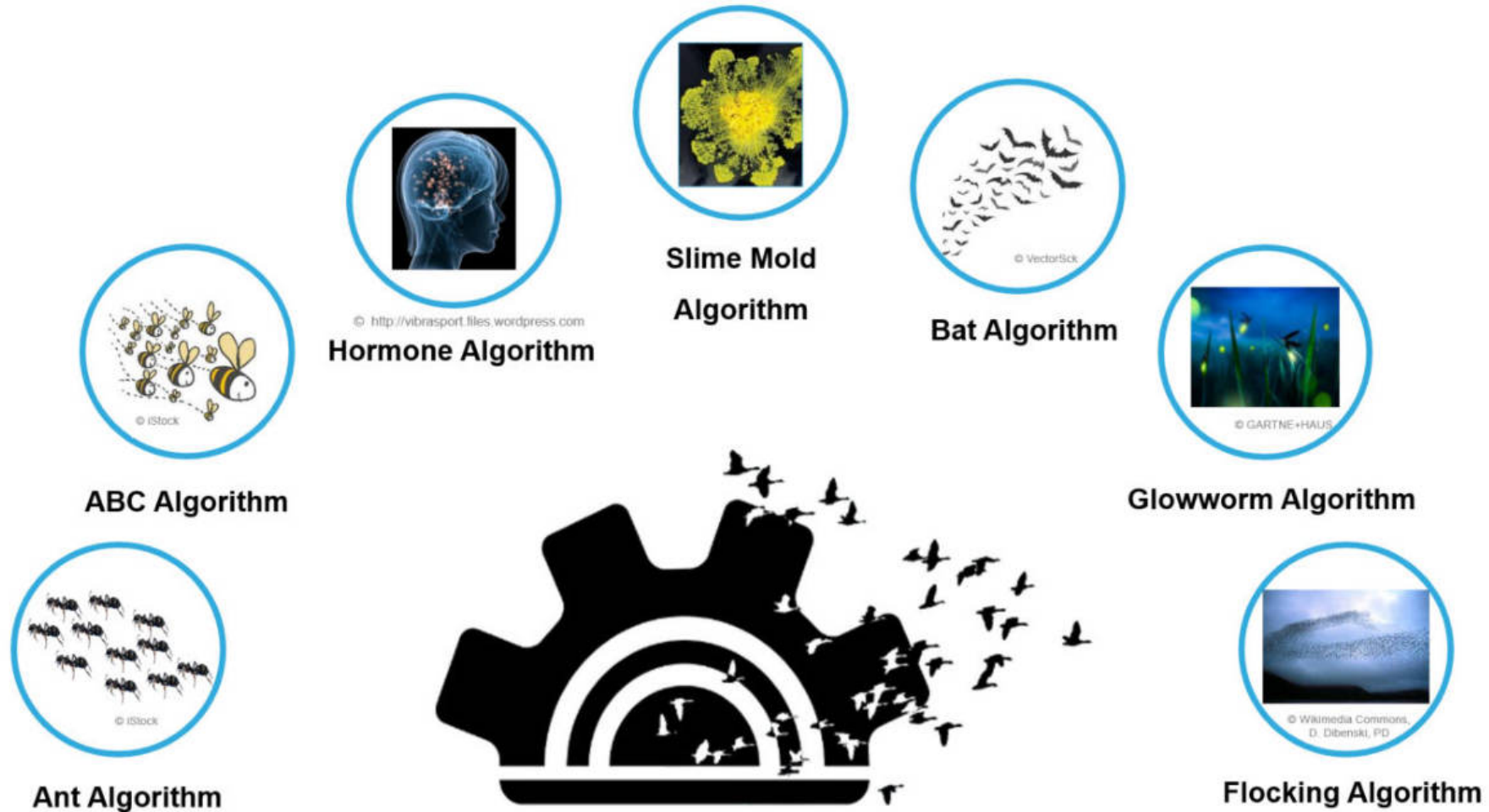
**BISHER: Es kann keine optimale Lösung in Polynomialzeit erzeugt werden**



Messfeld

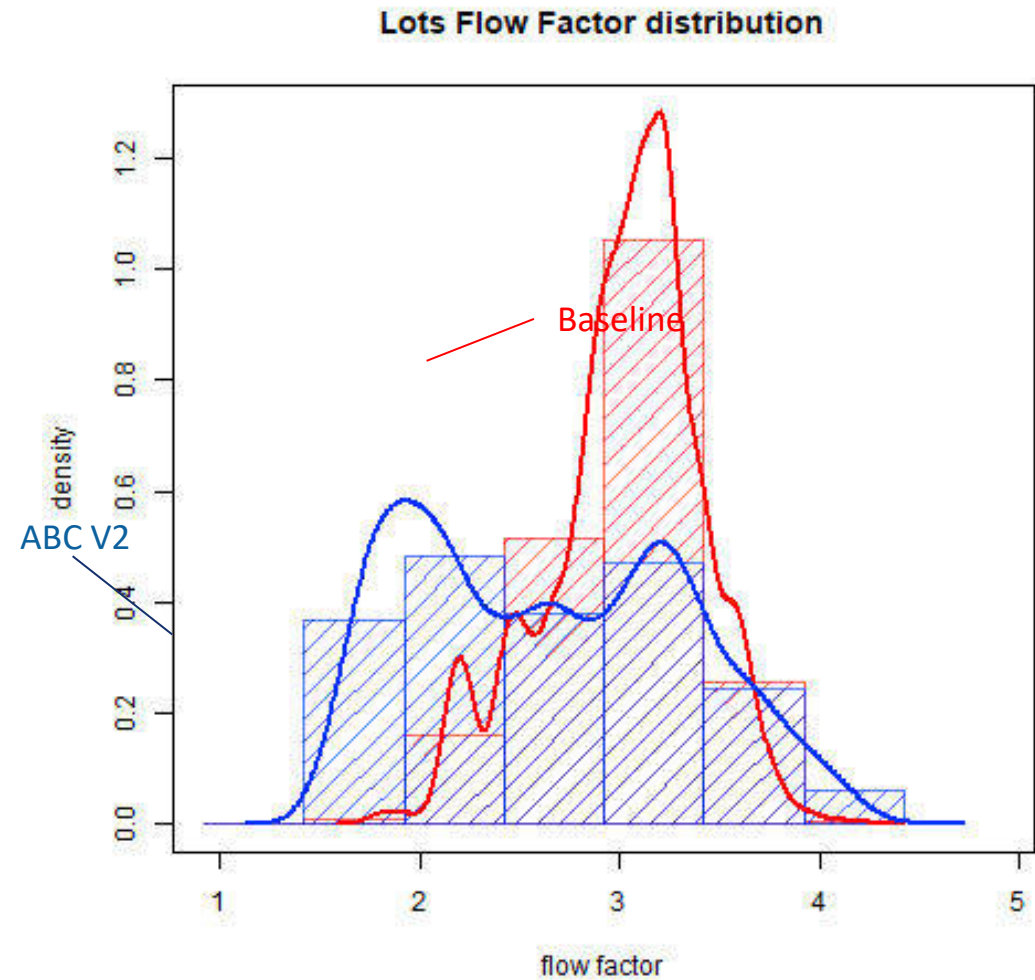
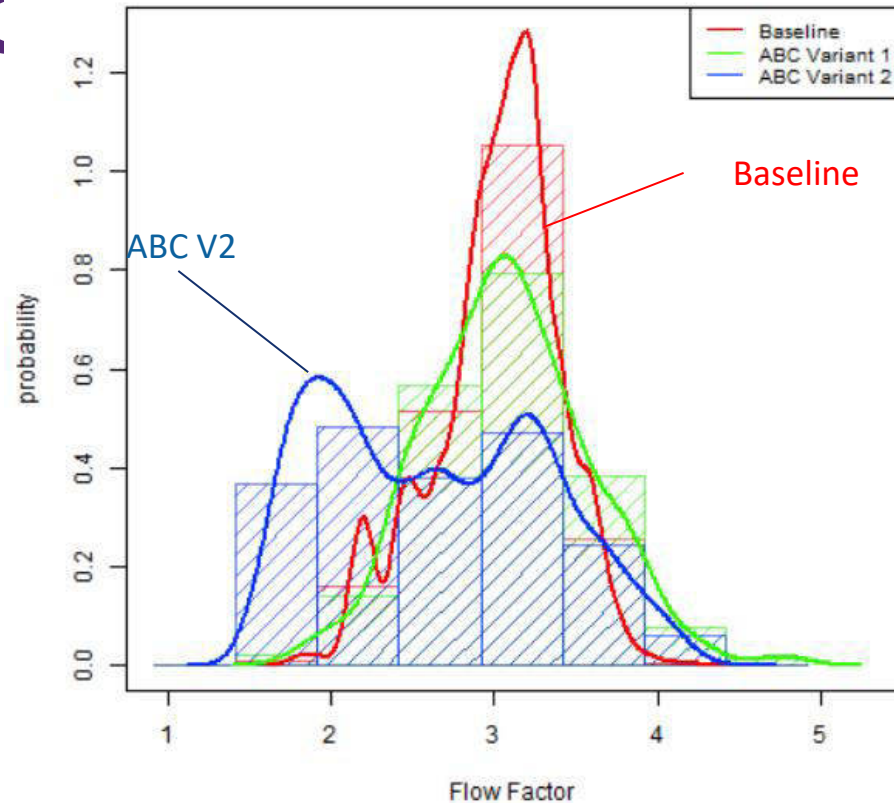


# Schwarmintelligenz-Bibliothek bei LSL (ohne Varianten)



# Ergebnisse der Bottom-Up-Schwarmintelligenz

## ABC



| ALGORITHM     | LA | DF  | duration | tardiness_in | wafer_wip | wafer_out |
|---------------|----|-----|----------|--------------|-----------|-----------|
| DSim baseline | NA | NA  | 7 days   | 0.15         | 56000     | 8425      |
| ABC v.4.3     | 2  | 0.9 | 7 days   | 0.15         | 53550     | 10875     |
| Improvement   |    |     |          |              |           | 29%       |

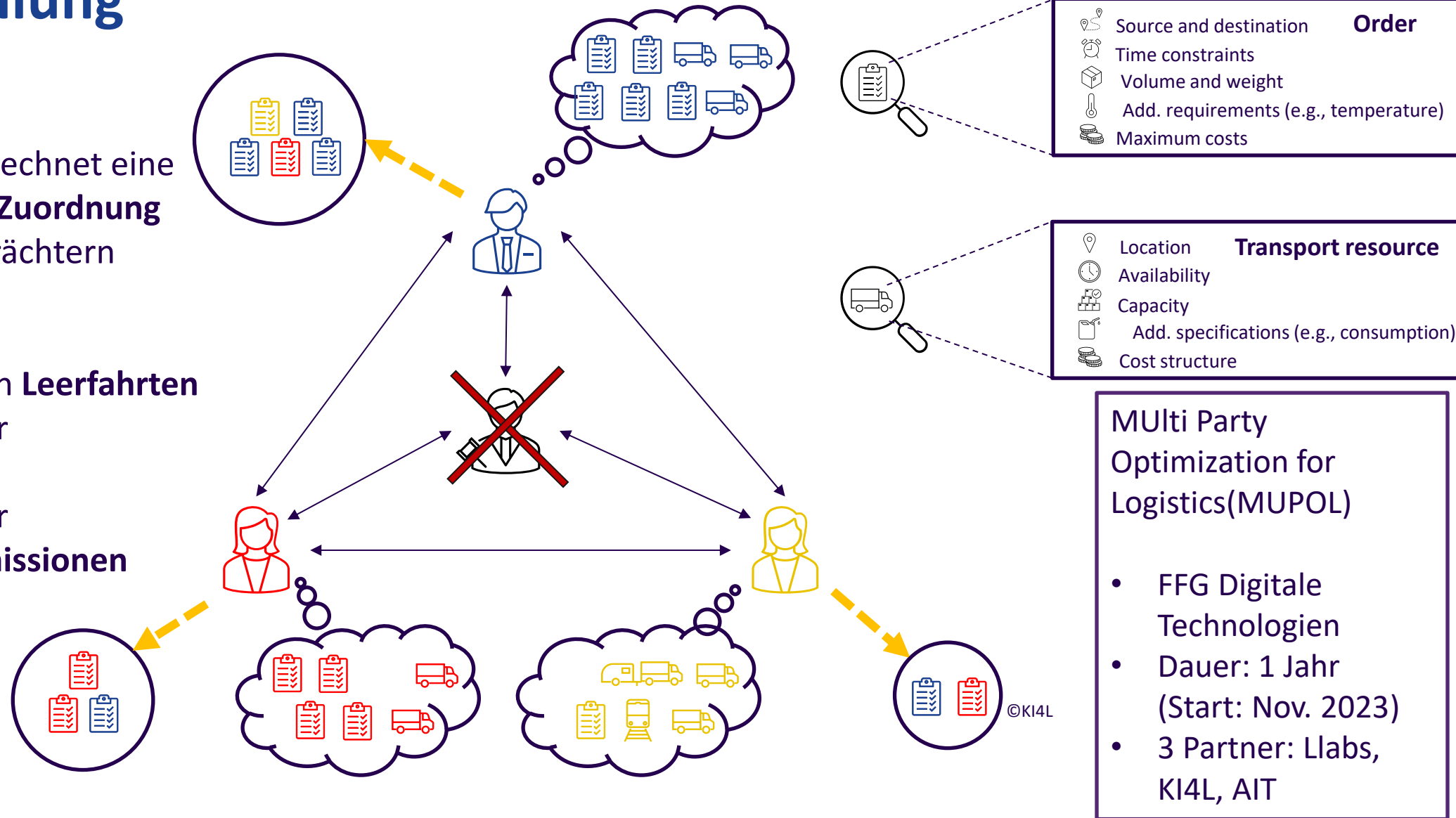


# Schwarmintelligenz für sichere Frachtlieferungen

# Problemstellung

Das Framework berechnet eine **(nahezu) optimale Zuordnung** von Aufträgen zu Frächtern durch:

- Minimierung von **Leerfahrten**
- Minimierung der **Gesamtkosten**
- Minimierung der **Treibhausgasemissionen**



# Datenunterdrückung mit Schwarmintelligenz

## Frächter: **Begrenzter Informationszugang**

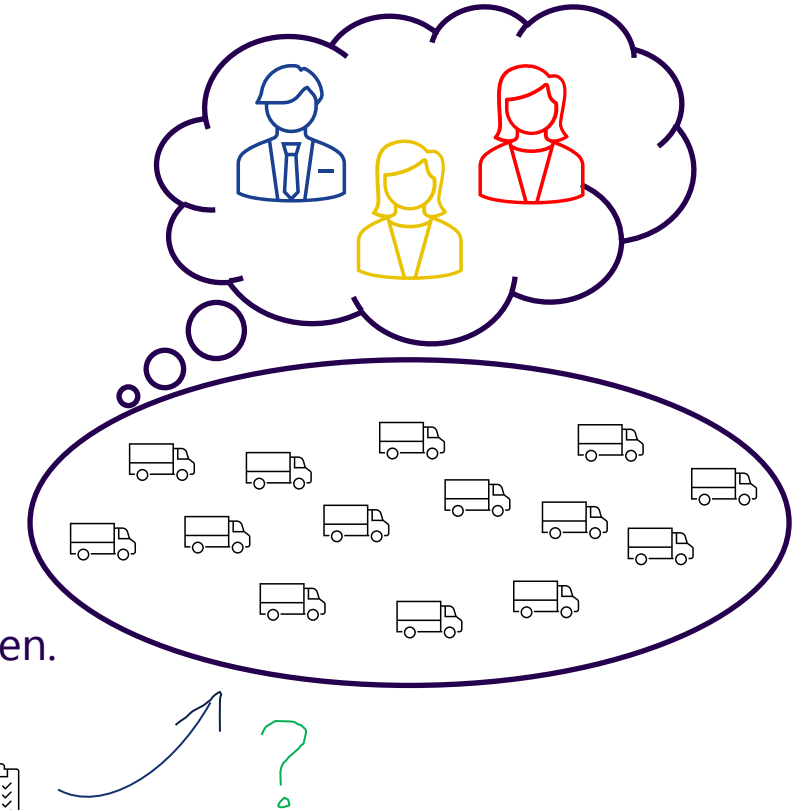
- Kein Zugriff auf LKW-Besitz oder Routen (andere Frächter-IDs).
- Kein Zugriff auf den Ursprung der Aufträge (andere Frächter-IDs).

## LKW: **Isolierte Informationen**

- Kein Zugriff auf den Auftragsursprung (andere Frächter-IDs).
- LKWs innerhalb eines Pools können keine Informationen miteinander teilen.

## Aufträge: **Eingeschränkte Weitergabe**

- Kann nur auf begrenzte Informationen anderer Aufträge zugreifen, wenn sie auf demselben LKW eingesetzt werden.



# Ergebnisse der Optimierung

|                  | Inst. 180 | ABC  | Verb. [%] |
|------------------|-----------|------|-----------|
| Leerfahrten      | 3.78      | 3.01 | 20.37     |
| Ingesamt fahrten | 294       | 231  | 21.43     |

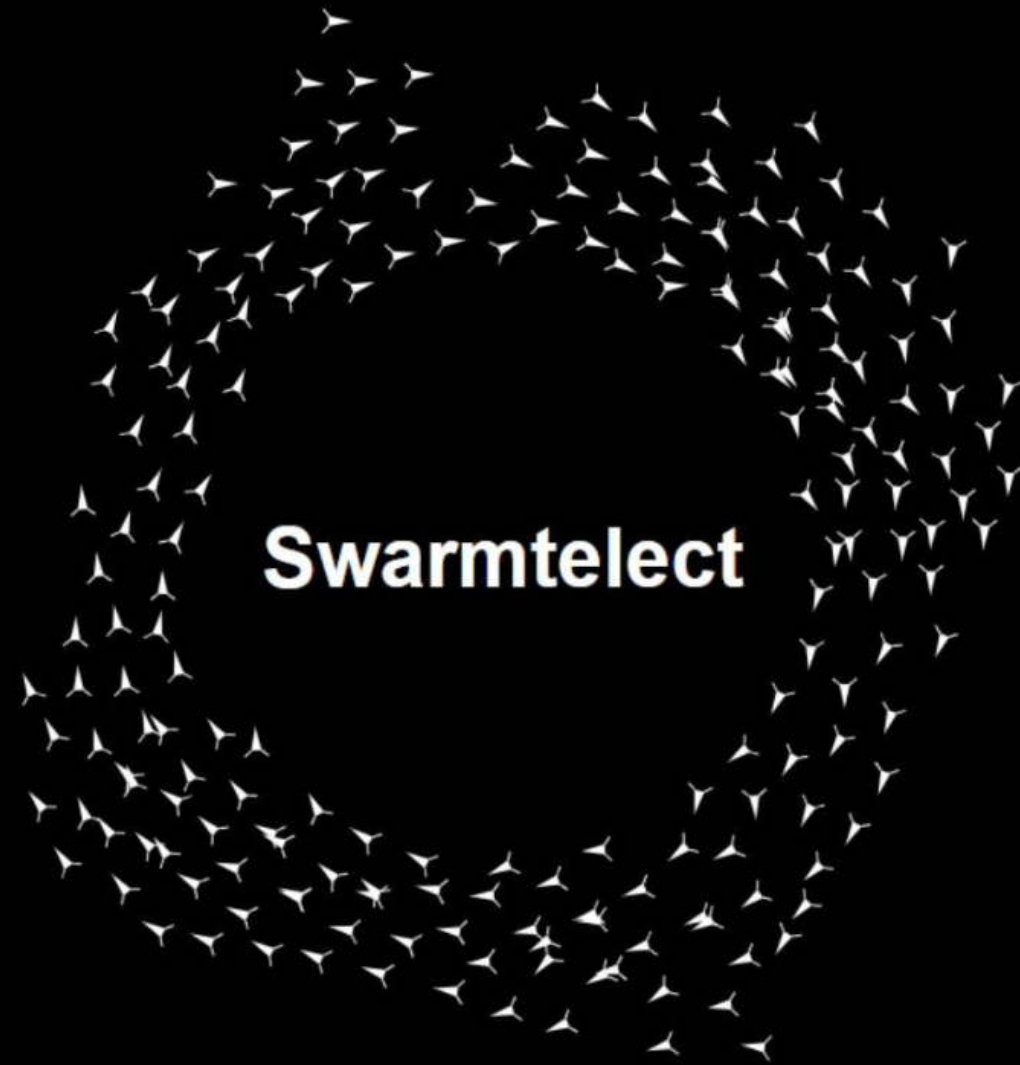
| Parameter     | Instance 139 |
|---------------|--------------|
| Auftragsarten | 500          |
| Frächterarten | 4            |
| LKW Arten     | 20           |

\* S. Krenn, C. Petschnigg, E. Teppan, and E. Wiegelmann, "Collaborative freight delivery planning: Problem description and benchmark specification." <https://arxiv.org/corr.repository>, 2024

M. Gojkovic and M. Schranz, Preserving Privacy in Logistics by Using Swarm Intelligence from the Bottom-Up, IEEE International Conference on Intelligent Systems, 2024.



# Swarmtelect – Lakeside Labs Spin-Off!



Revolutionizing Industry Through Collective Intelligence

# Unternehmen, die unsere Arbeit kennen! → und deren Probleme wir kennen!

## Industry 4.0

Zunehmende  
Produktkomplexität  
und -vielfalt



## Edge-Fog-Cloud

Hohe Latenz, geringe  
Privatsphäre



## Energy Systems

Dynamik  
erneuerbarer  
Energiequellen





# **Reale Auswirkungen von 30% Effizienzsteigerungen in der intelligenten Fertigung**

**Unsere Kunden haben erhebliche Verbesserungen festgestellt. Die Ressourcenzuweisung ist optimiert. Abfall wird minimiert. Wir bieten messbaren ROI.**

**10%**

**Energieeinsparung**

**Jährlich geringerer  
Energieverbrauch**

**30%**

**Effizienzsteigerung**

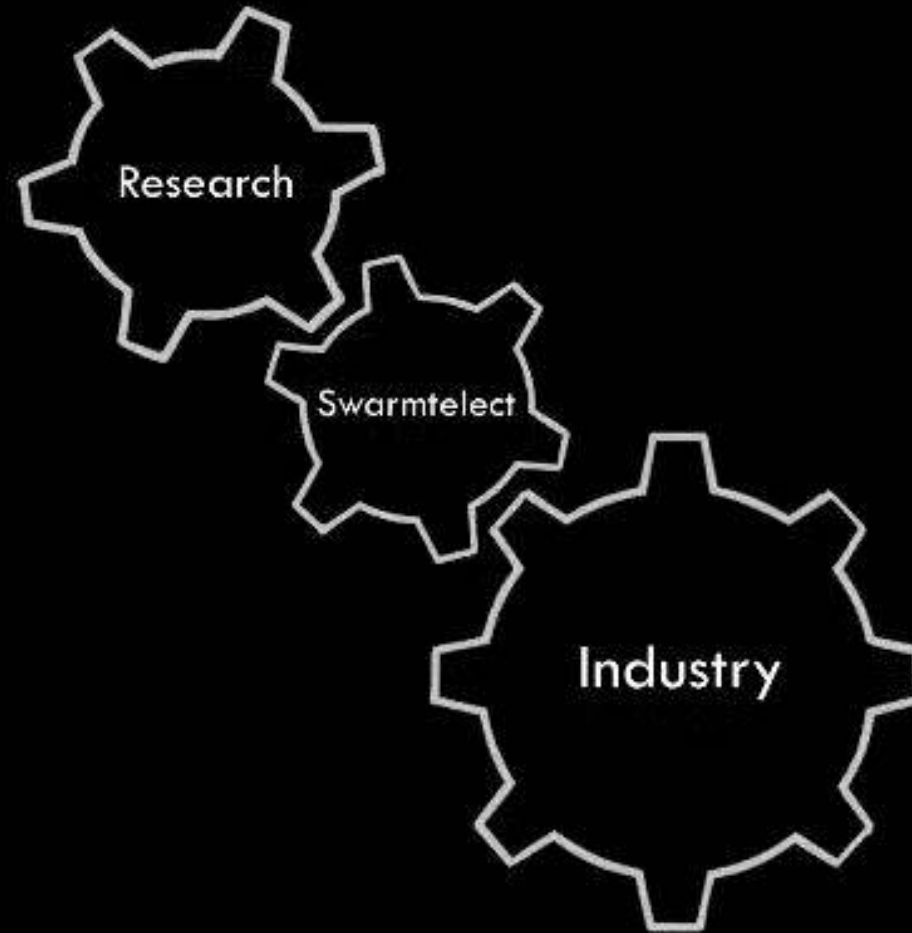
**Durchschnittliche  
Verbesserung in den  
Fertigungsprozessen**

**15%**

**Abfallreduktion**

**Rückgang des  
Rohstoffabfalls**

## Von TRL6 bis TRL9



# Company Structure



CEO, CTO

Melanie Schranz



BDM

Marija Gojkovic



PRO Department

Khalil Youssefi



EFC Department

Peter Forgacs



Bridging gap between research and industry

THANK YOU !

DI Marija Gojković

Researcher  
at Lakeside Labs GmbH  
BDM  
at Swarmtelect



**Contact Data**

T: +43 650 45 22 503

E: [gojkovic@lakeside-labs.com](mailto:gojkovic@lakeside-labs.com)

LinkedIn:

<https://www.linkedin.com/in/marija-gojkovic/>

W: <https://swarmtelect.com/>

