

Robotic Ecosystems for 21st Century Cargo Operations – Research insights from the Digital Testbed Air Cargo (DTAC)

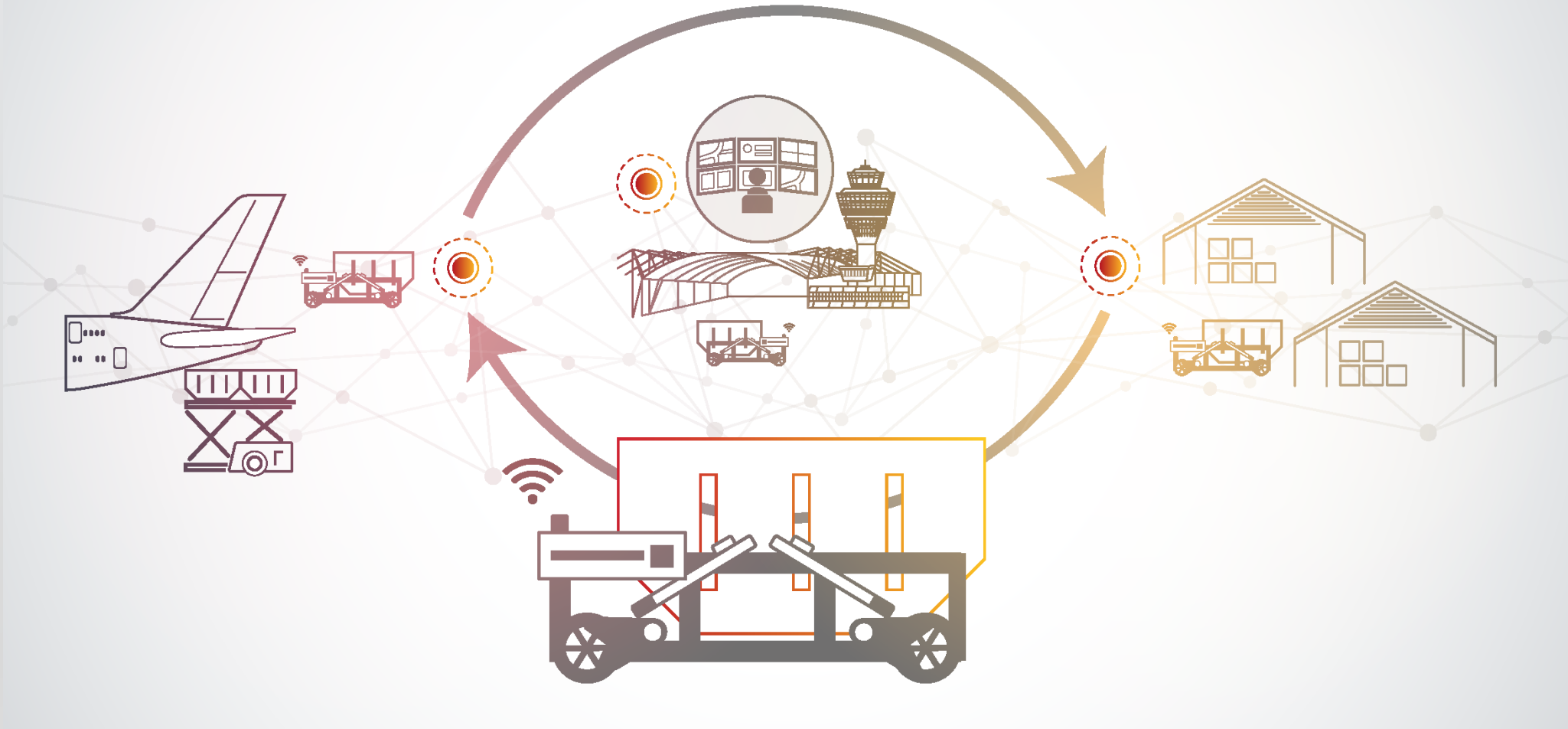
*ACI Europe · Webinar Series ·
Automation in Action –
The Future of Airport Operations ·
26 May 2025 · online*

*Manuel Wehner ·
Fraunhofer IML ·*



Our R&D vision for air cargo operations and beyond:

Creating a new airport robotics ecosystem



Our Aviation Logistics Dept. - based in Frankfurt / Germany:

Fraunhofer IML - Aviation R&D topics



Total funding: €13.7m.

Who we are:
Fraunhofer Society (Germany)

~ 32.000
employees

76 institutes (incl. IML)

and research centers

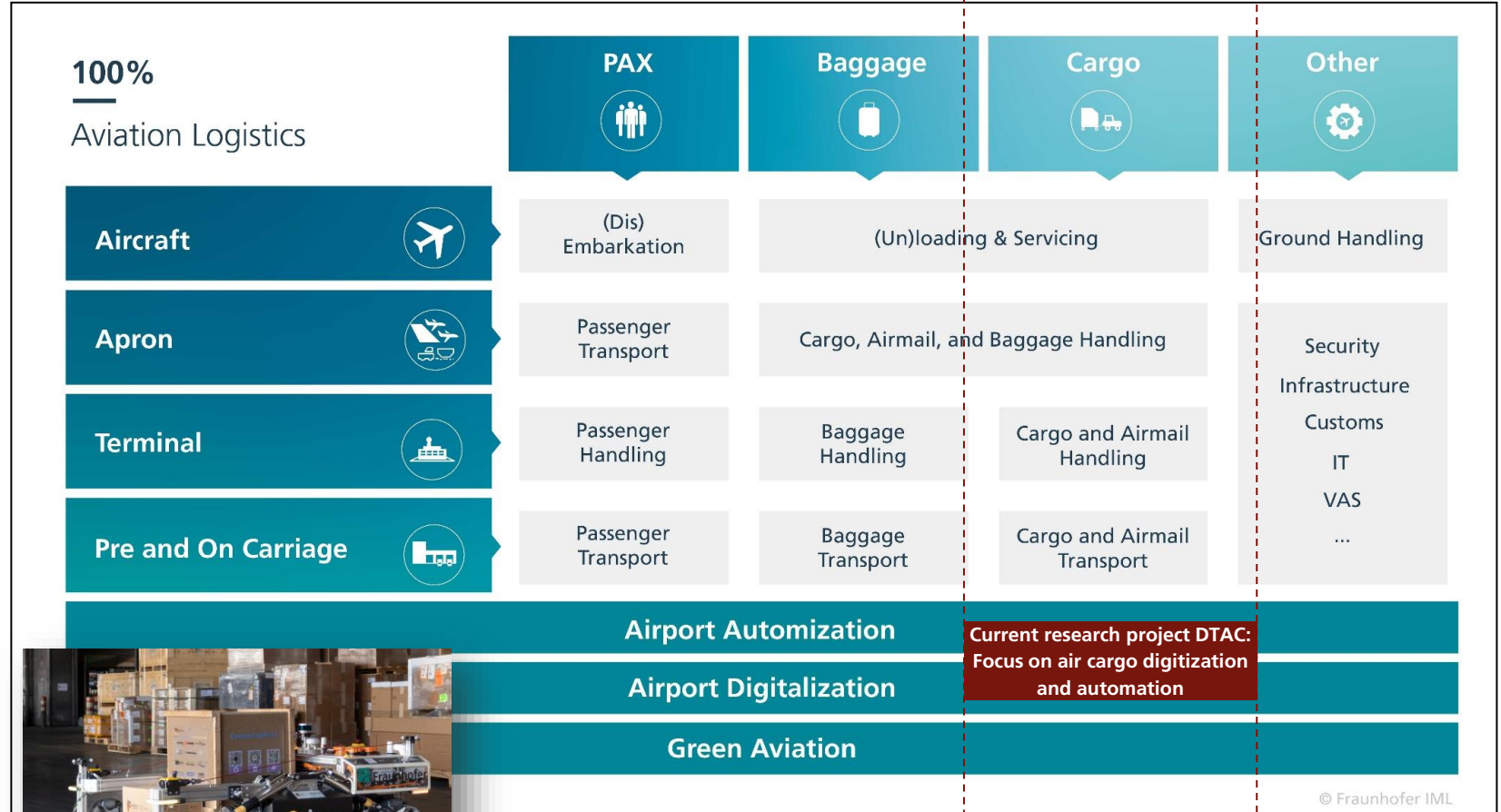


€ 3.4 bil.

annual research volume

We are Europe's largest non-profit organization for applied research.

IML's Focus Dept. →



Picture: Fraunhofer IML, V. Neugebauer

→ Focus of this pitch: our robotic developments and tests

© Fraunhofer IML



Asking an AI software to design a ULD handling robot for airports...

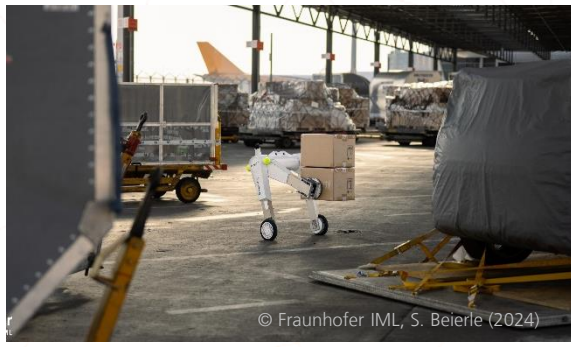
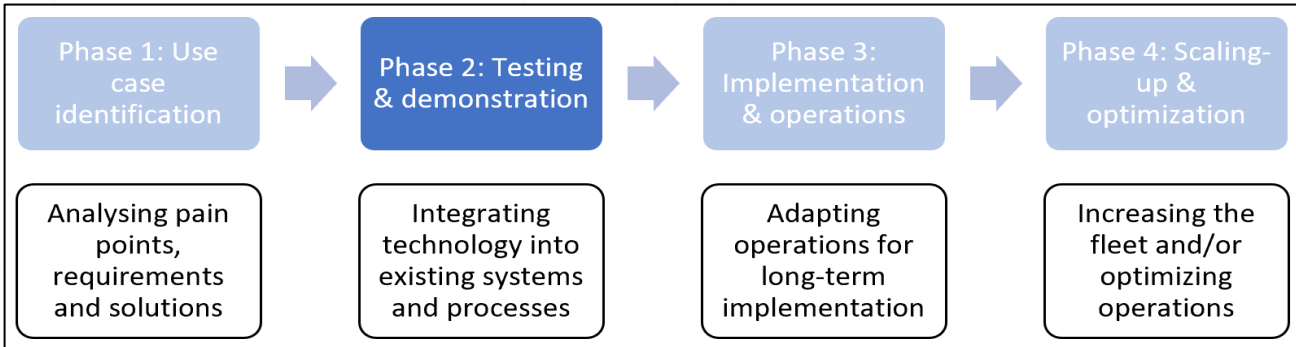


Generated with Fraunhofer Society's AI tools



Autonomous cargo vehicles at airports worldwide

- Increasing number of applications (61 cases in 15 countries since 2017)
- Focus on tests and demonstrations, mostly transportation cases
- Limited transfer of scientific knowledge from other industries so far



Current challenges in the air cargo industry:

DTAC research focus (2021 – 2026)



Focus today – our robotic tests in 2024:

? HOW can next-gen AMRs* support Air Cargo Handling?

* AMR: Autonomous Mobile Robot



Autonomous Warehouse Handling & Apron Transports

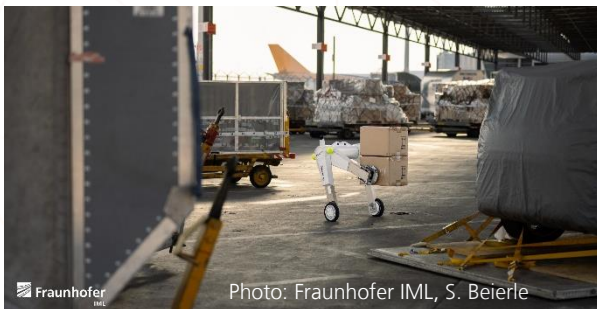
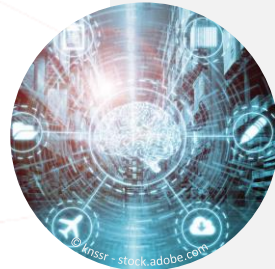


Photo: Fraunhofer IML, S. Beierle

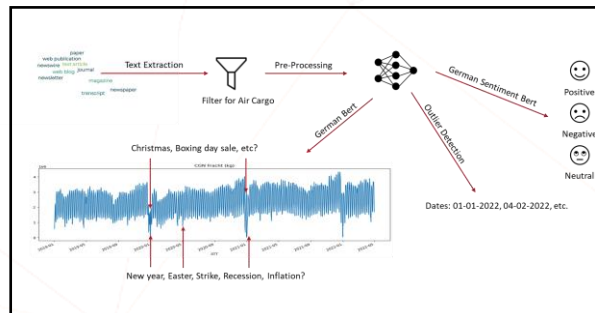
Our approach: R&D with own and market solutions

DTAC focus on AI:

? HOW can AI improve Air Cargo efficiency?



Predictive Analytics



Our approach: analyses based on historic cargo data

DTAC focus on data:

? Why is Data Sharing still so difficult ?



Data Platform & Digital Avatar

Never change a running system !

Why should I use ONE Record ?

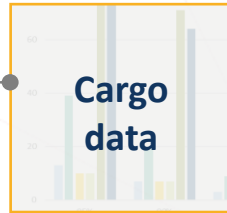
Our approach: open-source server NE:ONE and IoT

9 Focus Analyses: Key Messages



Individual shipments consist of up to 10 pieces in 90% of the cases

90% of pieces < 500 kg

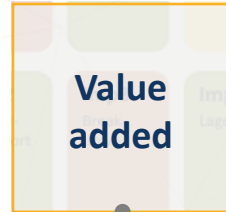


2 weeks of live data analysis with >150 sensors; >300h of data

Direct cargo handling covers 49% of total work time; transports cover 7.5%

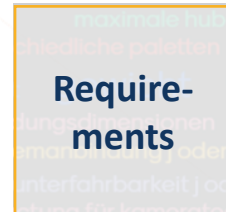
>600 systems from >130 manufacturers; >250 scientific sources

Flexible usage of space; low degree of standardization



Focus sequences for robotics (processes X AGV categories)

Focus on waiting times, unnecessary transports and movements



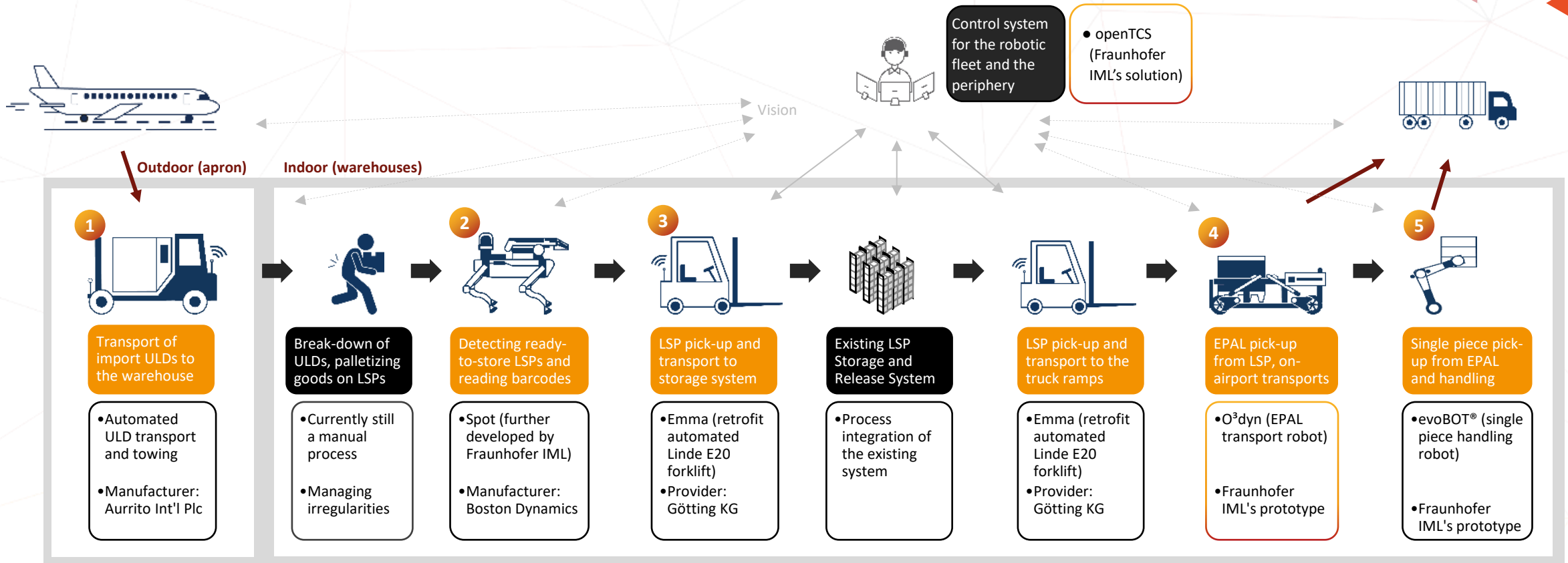
Sharpened iteratively

Recurring processes at forwarders and handlers

Limited knowledge transfer from other application fields

2024: 3-month trials at MUC and STR airport with 5 robots

Our multi-robot testbed: supporting cargo flow automation

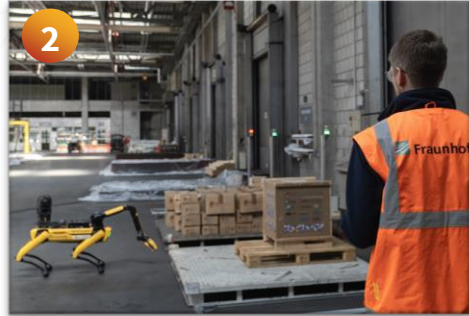


ULD: Unit load device (air cargo containers / build-up units, various sizes)
LSP: Large metal storage pallet (130 x 130 cm or 200 x 200 cm)
EPAL: Standardized wooden Euro-pallet (120 x 80 cm)

DTAC

»Digitales Testfeld Air Cargo«

2024 Results – 2 airports, 5 robots, 12 test weeks, 674 tests, 84% success rate



Auto-DollyTug® (Aurrigo)

Tests: n = 178
Success rate: 65 %
Autonomy level: 30 %

- ✓ Outdoor functionality
- ✗ Load handling

Spot® (Boston Dynamics)

Tests: n = 77
Success rate: 95 %
Autonomy level: 60 %

- ✓ Autonomy level
- ✗ Assessing obstacles

LindeE20 (Götting KG)

Tests: n = 202
Success rate: 86 %
Autonomy level: 20 %

- ✓ Repetit. storage tasks
- ✗ Unbalanced loads

O³dyn (Fraunhofer IML)

Tests: n = 146
Success rate: 97 %
Autonomy level: 20 %

- ✓ Pick-up from pallet
- ✗ Busy intersections

evoBOT® (Fraunhofer IML)

Tests: n = 71
Success rate: 89 %
Autonomy level: 0 %

- ✓ Different shapes
- ✗ Automation outside lab

Pictures: Fraunhofer IML, V. Neugebauer

Selected partner testimonials



“
Our staff will be able to focus more on **activities where ad-hoc decisions are needed.**
- Claudia Weidenbusch

“
By automating transports with robots, we can **increase efficiency** and counteract the shortage of skilled workers.
- Dominik Mißkamp



“
We see the potential of robots to **support our employees in repetitive tasks**, particularly in terms of ergonomic relief.”
- Erik Wirsing

»International Award for Excellence in Air Cargo«

Pressemittlung / 21. Februar 2025

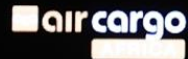
Das Projektkonsortium »Digitales Testfeld Air Cargo« (DTAC) ist am 20. Februar 2025 in Nairobi (Kenia) mit dem »International Award for Excellence in Air Cargo« ausgezeichnet worden. Mit im Rennen waren namhafte Big Player der Branche. Die Auszeichnung im Rahmen der »air cargo Africa 2025«, einer führenden Messe und Konferenz der Branche, ist ein bedeutender Meilenstein für die Erfolgsgeschichte des Luftfrachtprojekts.



© Fraunhofer IML

Von den insgesamt acht Finalisten wurde neben dem DTAC-Konsortium mit dem Prädikat »highly acclaimed« auch die Fluggesellschaft Ethihad (»Winner«) mit dem Award ausgezeichnet. Erst im vergangenen Jahr hat verschiedene KI-Lösungen geplant. Dr. Volker Wissing, Bundesminister für Innovationen, Wissenschaft und Technologie, hat dem Preis für »Innovative Logistics Solutions in Air Cargo« die Unterstützung zugesagt. »Wir sind stolz darauf, ein solches Vorhaben zu fördern, das Maßstäbe für die gesamte Branche setzt.«

DIAMOND PARTNER



Awarded for excellence

Projekt »Digitales Testfeld Luftfracht« erhält zusätzliche Förderung über 6,8 Millionen Euro bis August 2026

Pressemittlung / 10. Mai 2024

Schnell, pünktlich und flexibel: Das sind die zentralen Anforderungen an den Warentransport. In Zeiten des globalen Warenhandels kommt der Luftfracht eine zentrale Rolle zu. Um die Effizienz und Leistungsfähigkeit der Transportkette in der Luftfracht signifikant zu steigern, ist eine umfassende Digitalisierung und Prozessautomatisierung unabdingbar. Dieser Aufgabe widmet sich seit 2021 das Projekt »Digitales Testfeld Air Cargo« unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML zusammen mit neun Akteuren der Luftfrachtbranche. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) stützt nun die Förderung um 6,8 Millionen Euro auf und sichert damit die Fortsetzung der Arbeiten bis August 2026. Damit summiert sich die Förderung auf 13,7 Millionen Euro und ein Gesamtvolumen von 18 Millionen Euro.



Oliver Lütjens, Geschäftsführer des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML, freut sich über die Unterstützung durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). »Das Projekt »Digitales Testfeld« ist eine Investition in die Zukunftsfähigkeit unseres Landes.«

Additional funding

DTAC-Konsortium demonstriert KI und autonome Roboter am Flughafen München

Pressemittlung / 14. Mai 2024

Vor zahlreichen hochrangigen Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Industrie, Verwaltung und Medien haben Forschende des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML am 13. Mai auf dem Gelände des Flughafens München erste Ergebnisse des Forschungsvorhabens »Digitales Testfeld Air Cargo« (DTAC) demonstriert – eine wegweisende Präsentation von Lösungen, die das Potenzial digitaler Technologien optimal nutzen und die Zukunft der Luftfracht aktiv mitgestalten werden.



© Flughafen München

Ein »Roboterhund«, der autonom navigiert, sucht, ein hochdynamisches Förderband legt. Das IML setzt am Flughafen München gemeinsam mit der Fraunhofer-Gruppe und Industriepartnern am Flughafen München (Cargogate, CHL, Sovereign Speed und DB Schenker) – erste konkrete Ergebnisse des Forschungsprojekts »Digitales Testfeld Air Cargo« (DTAC).

Tests widely discussed

Organised by



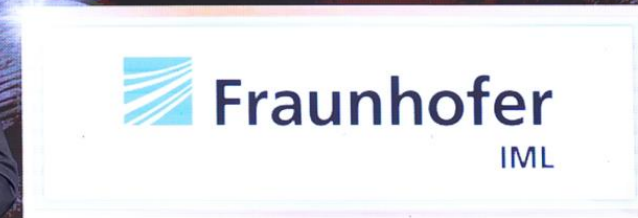
STAT
TRADE TIMES
INTERNATIONAL AWARDS FOR
EXCELLENCE IN AIR CARGO

Innovative Logistics Solutions in Air Cargo

Highly Acclaimed

Nairobi / Kenya, 20 February 2025

Picture: STAT Media Group

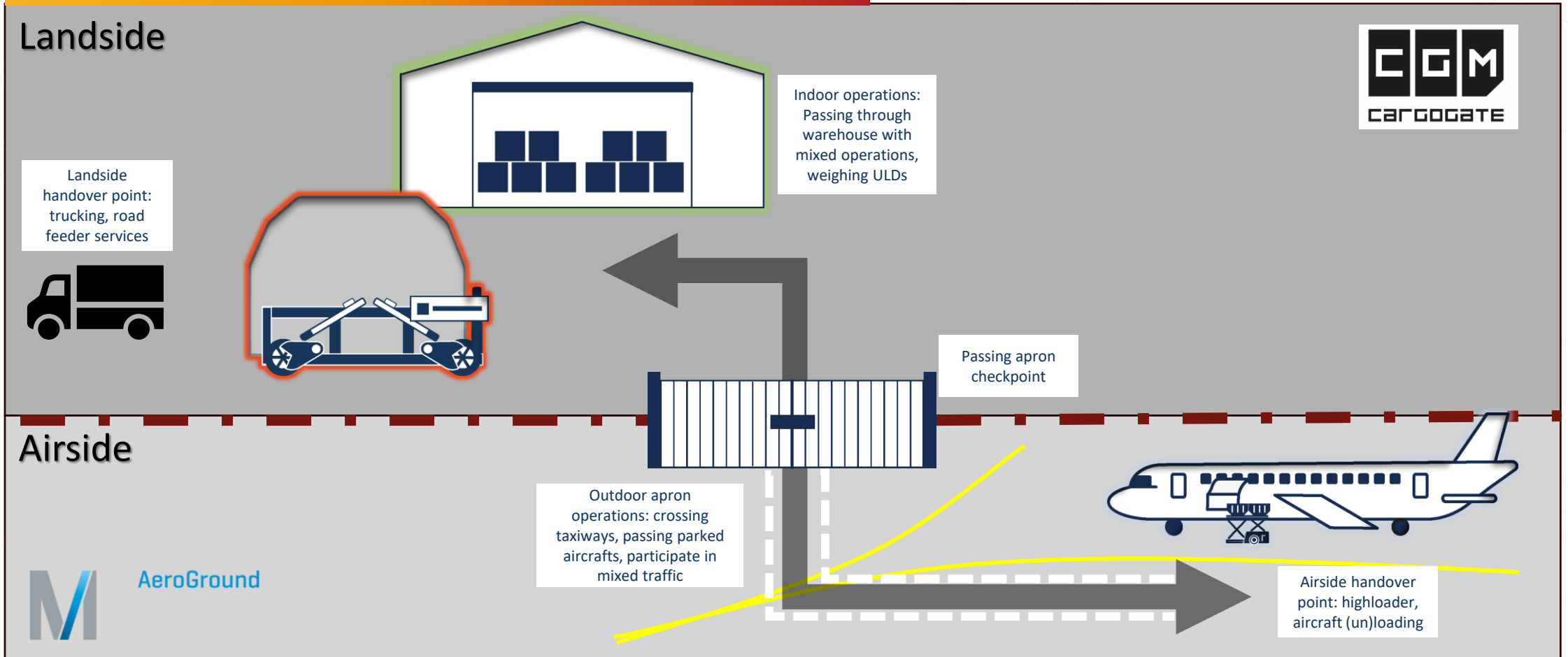


Next research steps until 2026:

New robot, truck-to-plane, more integrated in airport IT



DTAC vision: The new ULD robot shall be 'ready for airport tests' by fall 2026



Driving Strategies for the new robot

Challenges (1-4 / 8)



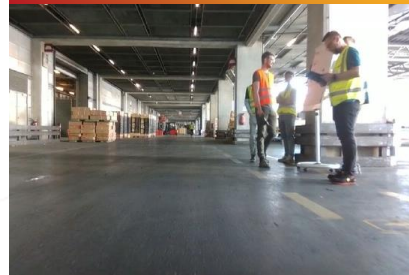
#1 Docking



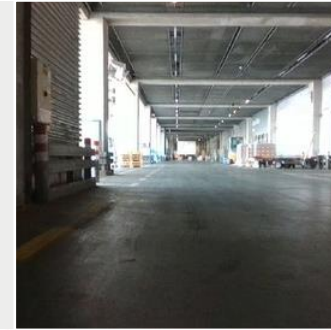
Docking at handover points indoor and outdoor (final approach)



#3 Travel Indoor



Regular indoor routes



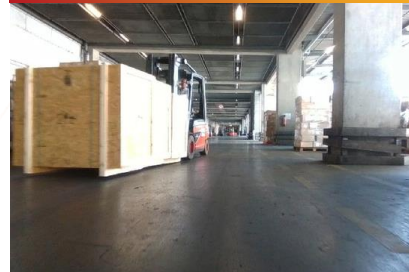
#2 Cargo Indoor



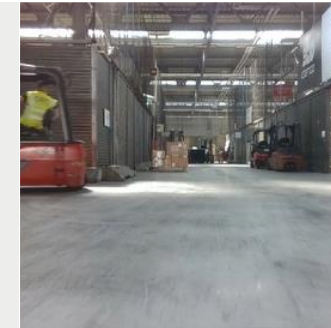
Maneuvering indoor handover points



#4 Aware Indoor



Gate passages, intersections, warning fields, traffic priority passages



Pictures: Fraunhofer IML | M. Wehner, C. Blesing

Driving Strategies for the new robot

Challenges (5-8 / 8)



#5 Cargo Outdoor



Maneuvering outdoor handover points



#7 Aware Outdoor



Pushbacks, intersections, uneven terrain, traffic priority passages, security checkpoints



#6 Travel Outdoor



Regular outdoor routes



#8 Freeway



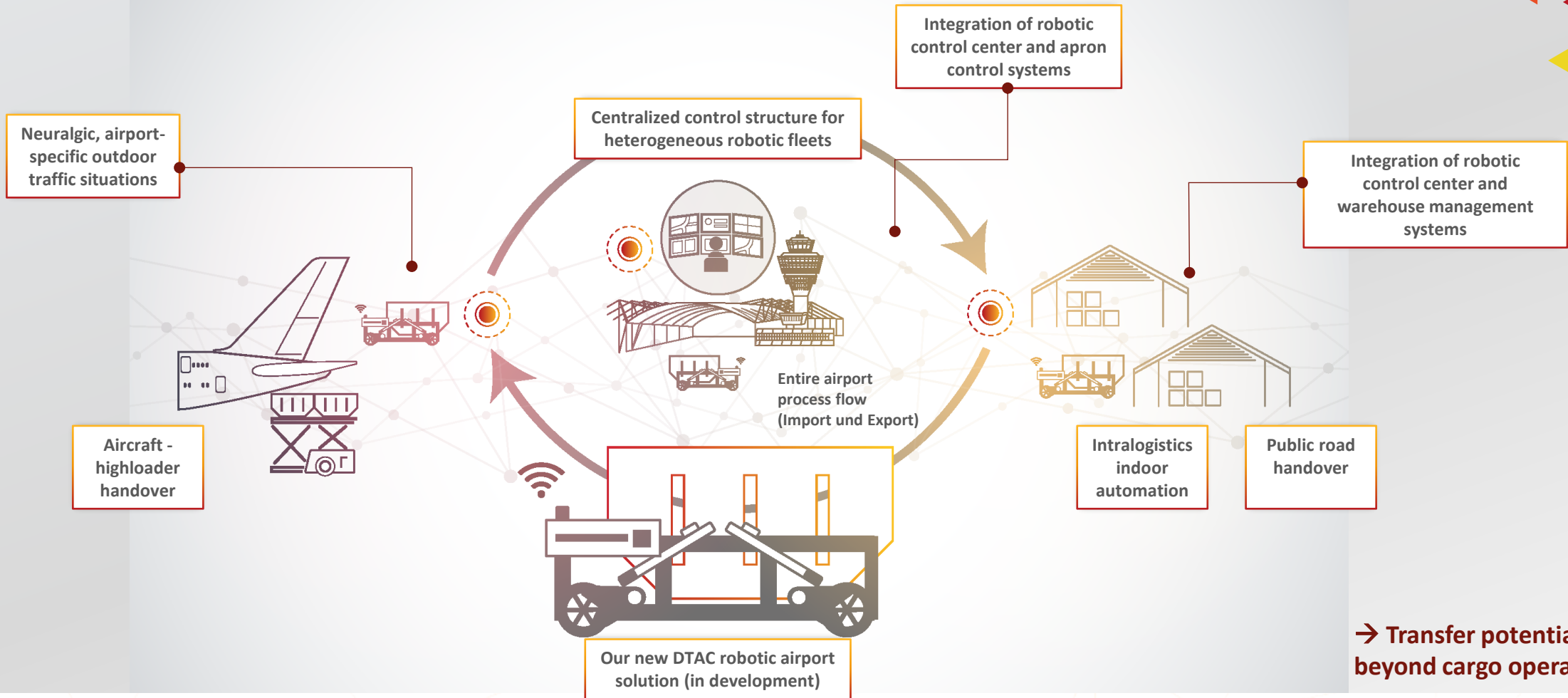
Outdoor routes with high velocity



Pictures: Fraunhofer IML | M. Wehner, C. Blesing

Our vision:

New airport robotics ecosystem



→ Transfer potential beyond cargo operations !





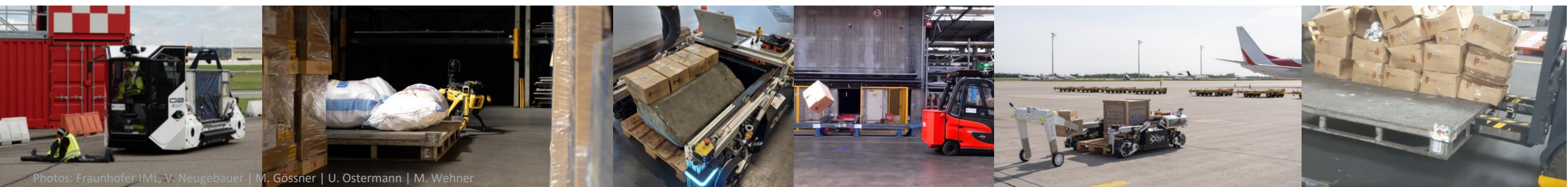
Photos: Fraunhofer IML, | M. Wehner | S. Guth | M. Gössner | V. Neugebauer

“... as the air cargo industry searches for ways to improve the level of its material handling efficiency, [AGVs*] will be an important element in the productivity equation.”

**AGV: Automated Guided Vehicle*

Reeves, J., “Automated Guided Vehicle Systems – Their Place in Air Cargo Handling”
SAE Technical Paper 880969, **1988**, DOI: 10.4271/880969.

↓
Has the time finally come?



Photos: Fraunhofer IML, V. Neugebauer | M. Gössner | U. Ostermann | M. Wehner

Thank you for your participation !

Contact details:

Manuel Wehner, M.Sc.
Fraunhofer IML - Aviation Logistics



Tel. +49 (0)69 668118-359

Email manuel.wehner@iml.fraunhofer.de



**DIGITAL
TESTBED**

AIR CARGO



Photo: Fraunhofer IML, V. Neugebauer

Q&A:

“Further development and application potential for airport robotics?”