

Simulative Bewertung von Personenbewegungen in der Flugzeugkabine unter Berücksichtigung einer pandemischen Lage

F. Rudolph, F. Reimer, I. Moerland-Masic, T.-M. Bock

DLR TS-KOS Kooperative Systeme | Mensch-Maschine-Interaktion (MMI)

DLR Institut für Verkehrssystemtechnik

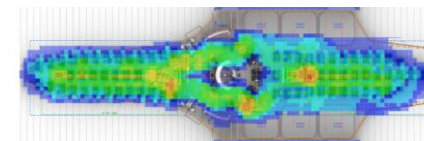
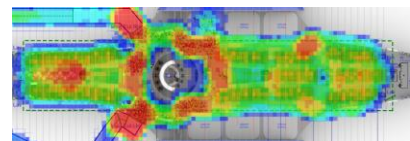
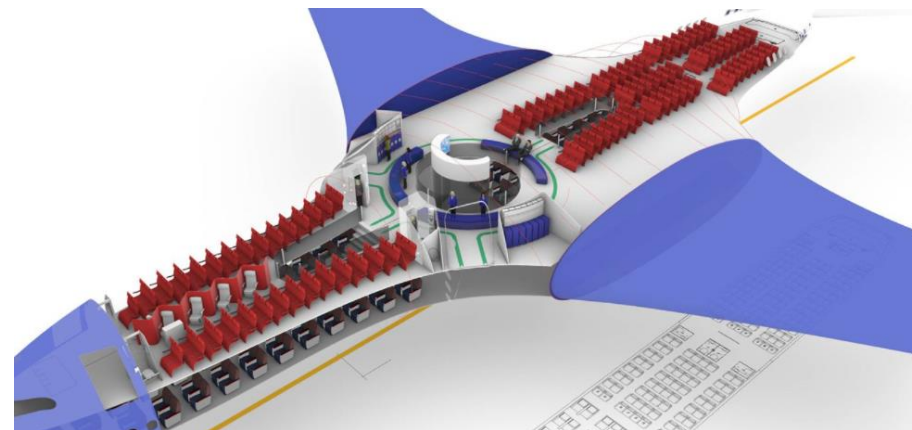
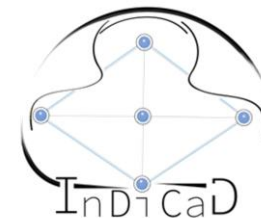
Braunschweig

Knowledge for Tomorrow



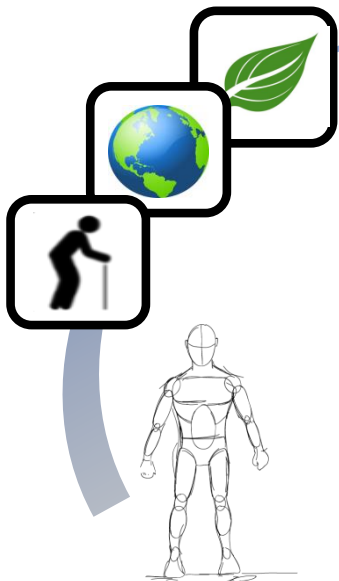
Inhalt

- Projektidee
- Pandemischer Einfluss
- Motivation
- Corona Warn-App
- Simulationsmodell
- Simulationsergebnis
- Fazit und Ausblick

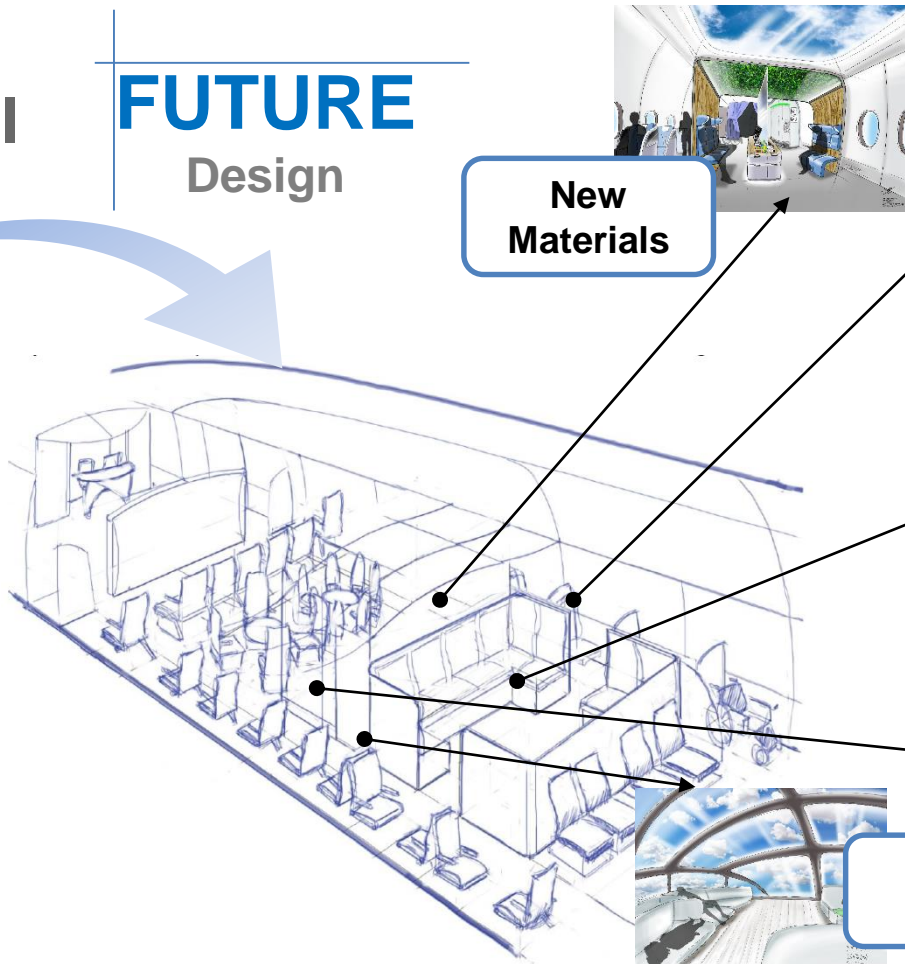


Projektidee I/III

FUTURE Design



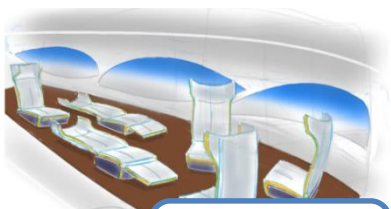
FUTURE Passenger



New
Materials



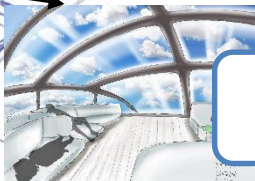
New Seat
Concepts



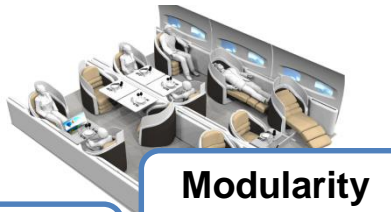
Class
Diversity



Open
Space

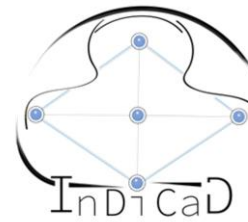


Modularity
& Flexibility



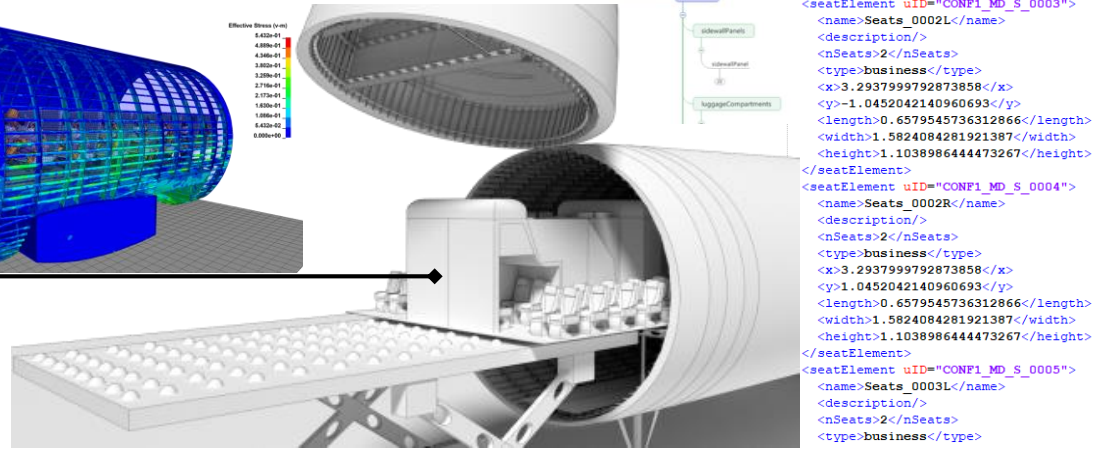
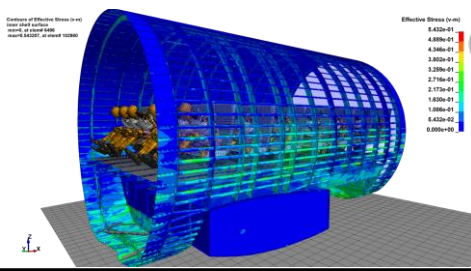
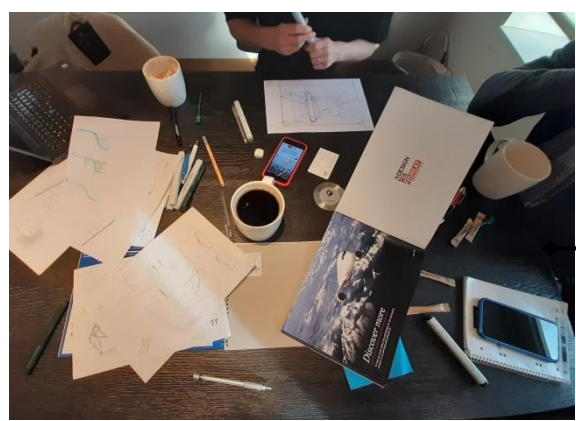
Projektidee II/III

- **Digitaler Faden**
 - Digitalisierung vom Entwurf bis zur Fertigung
- **Innovatives Digitales Kabinendesign (InDiCaD)**
 - Flexibles und digitales Kabinendesign der Zukunft



```

<seatElements>
<seatElement uid="CONF1_MD_S_0001">
  <name>Seats_0001L</name>
  <description/>
  <nSeats>2</nSeats>
  <type>business</type>
  <x>2.5317999792873858</x>
  <y>-1.0452042140960693</y>
  <length>0.6579545736312866</length>
  <width>1.5824084281921387</width>
  <height>1.1038986444473267</height>
</seatElement>
<seatElement uid="CONF1_MD_S_0002">
  <name>Seats_0001R</name>
  <description/>
  <nSeats>2</nSeats>
  <type>business</type>
  <x>2.5317999792873858</x>
  <y>1.0452042140960693</y>
  <length>0.6579545736312866</length>
  <width>1.5824084281921387</width>
  <height>1.1038986444473267</height>
</seatElement>
<seatElement uid="CONF1_MD_S_0003">
  <name>Seats_0002L</name>
  <description/>
  <nSeats>2</nSeats>
  <type>business</type>
  <x>3.2937999792873858</x>
  <y>-1.0452042140960693</y>
  <length>0.6579545736312866</length>
  <width>1.5824084281921387</width>
  <height>1.1038986444473267</height>
</seatElement>
<seatElement uid="CONF1_MD_S_0004">
  <name>Seats_0002R</name>
  <description/>
  <nSeats>2</nSeats>
  <type>business</type>
  <x>3.2937999792873858</x>
  <y>1.0452042140960693</y>
  <length>0.6579545736312866</length>
  <width>1.5824084281921387</width>
  <height>1.1038986444473267</height>
</seatElement>
<seatElement uid="CONF1_MD_S_0005">
  <name>Seats_0003L</name>
  <description/>
  <nSeats>2</nSeats>
  <type>business</type>
  
```



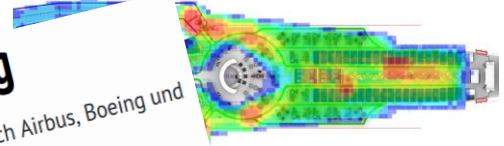
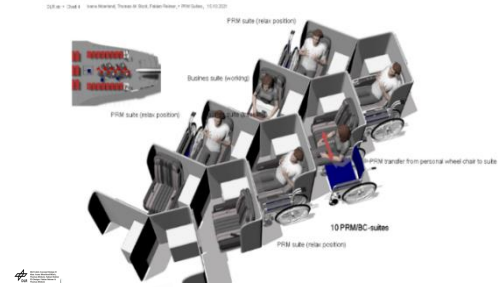
Projektidee III/III

Zeitersparnis

Indigo lässt Fluggäste über drei Türen aussteigen

Der indische Billigflieger will die Zeit reduzieren, die seine Jets am Boden verbringen. Dazu lässt Indigo nun Reisende auch auf der rechten Seite des Flugzeugs aussteigen

Quelle: Aerotelegraph.de (August 2022)



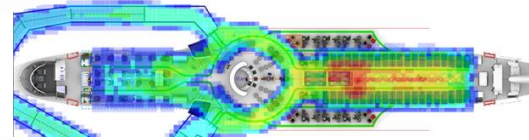
...ge – (Inbound)

Shortlisted Crystal...
Multipurpose...

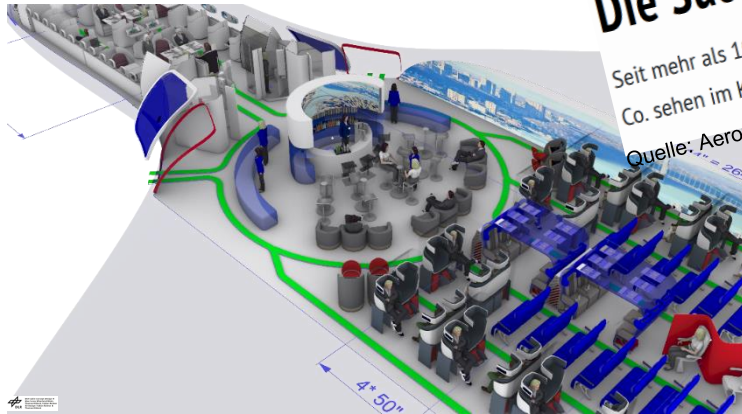
Die Suche nach dem besseren Flugzeug

Seit mehr als 100 Jahren wird an Blended-Wing-Body-Flugzeugen geforscht. Auch Airbus, Boeing und Co. sehen im Konzept weiterhin Potenzial. Mehr

Quelle: Aerotelegraph.de (Feb 2020)

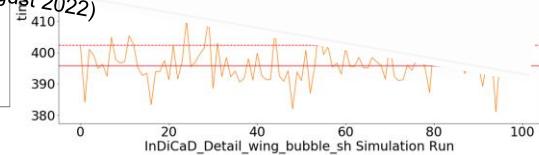
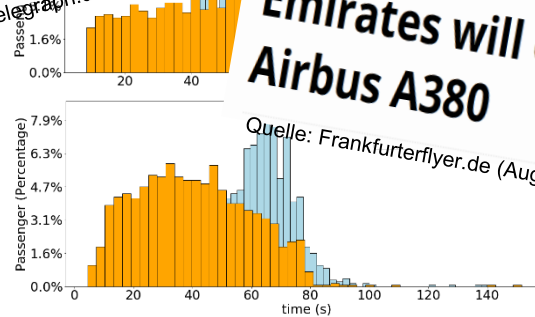
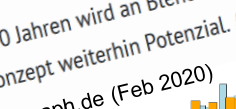


...Bande – (Outbound)



Emirates will einen neuen, größeren Airbus A380

Quelle: Frankfurterflyer.de (August 2022)



Covid-19 I/III

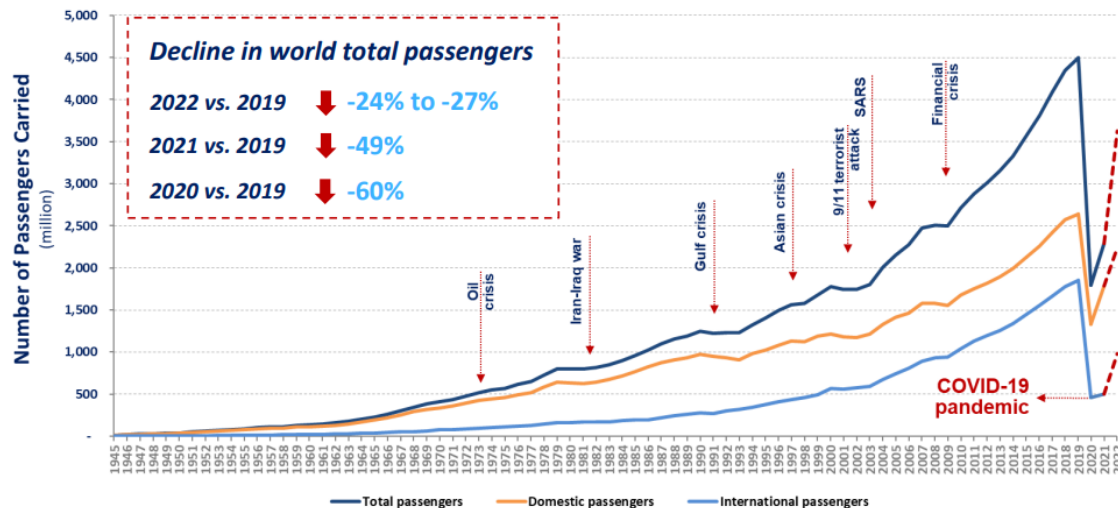


ICAO

UNITING AVIATION

World passenger traffic collapses with unprecedented decline in history

World passenger traffic evolution 1945 – 2022



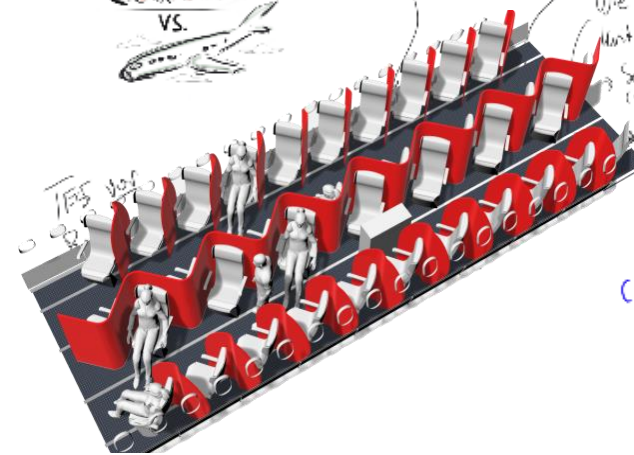
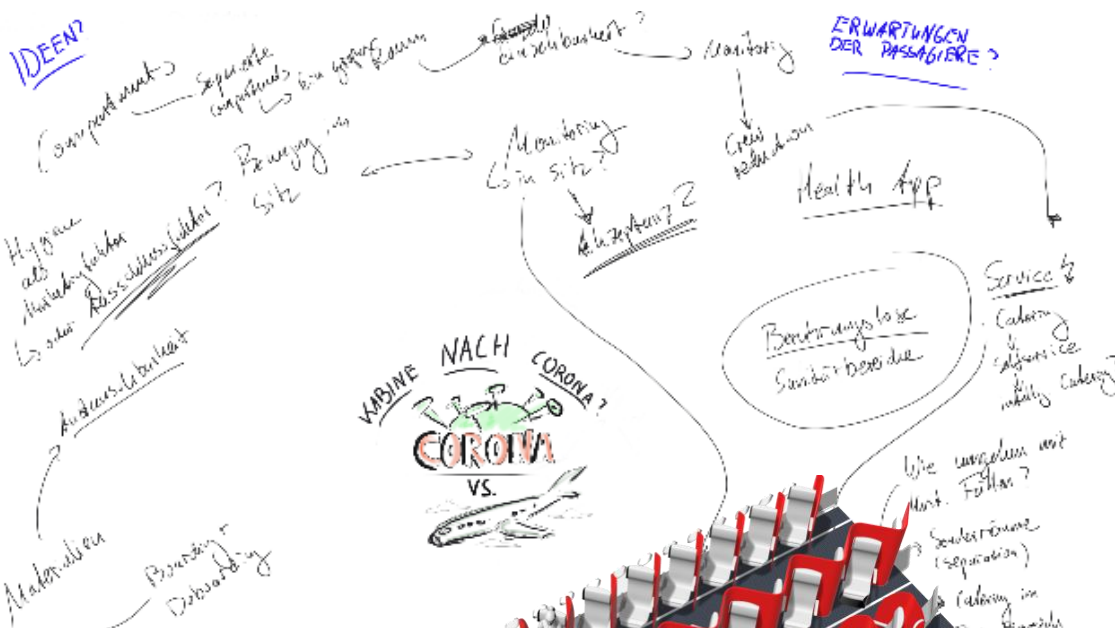
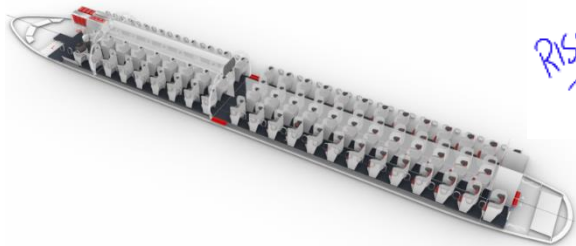
Source: ICAO Air Transport Reporting Form A and A-S plus ICAO estimates.

https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf (12.9.2022)

4



Covid-19 II/III



RISIKEN?

CHANCEN??



Covid-19 III/III



© Spiegel.de

**Die AHA-Formel
gegen Corona!**

 +  + 

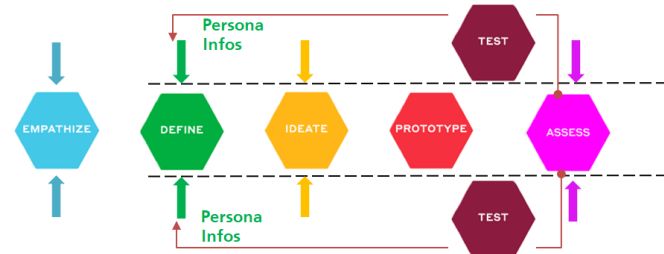
A = Abstand H = Hygiene A = Alltagsmasken

© 2020 DLR



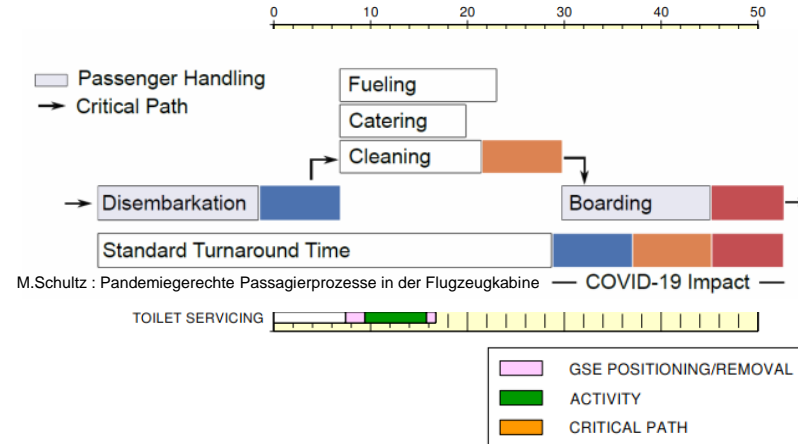
Motivation

- Lassen sich bereits während der Konzeptphase auch ohne pandemiespezifische Anpassungen mögliche Risikokontakte reduzieren?
- Hat die Reihenfolge der Passagiere beim Boarding einen Effekt auf die Anzahl der erfassten Kontakte?
- Ursprünglich für eine Terminalsimulation entwickelt, Übertragung auf Flugzeugkabine.



Reimer, Fabian und Rudolph, Florian und Granzel, Werner und Moerland-Masic, Ivana und Meller, Frank und Nagel, Björn (2020) *Applikation des Design Thinking Ansatzes auf den Flugzeugkabinen Entwurfsprozess*. Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2020

TRT: 44 min



M.Schultz : Pandemiegerechte Passagierprozesse in der Flugzeugkabine — COVID-19 Impact —

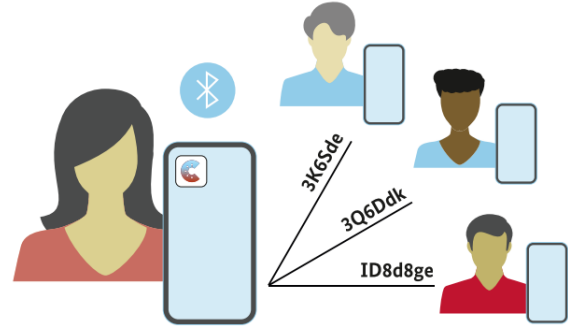
AIRBUS A320 - AIRCRAFT CHARACTERISTICS - AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING (Rev. 5.2015)



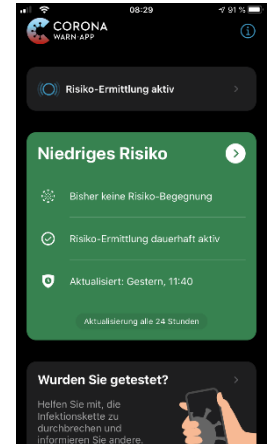
Corona Warn-App I/II

- **RISIKO-ERMITTLUNG**
 - Wenn Sie anderen Menschen nahe kommen, werden über Bluetooth pseudonyme Codes ausgetauscht.

- **WARNUNG**
 - Sobald eine Begegnung der letzten 14 Tage anonym ein positives Testergebnis meldet, werden Sie gewarnt.

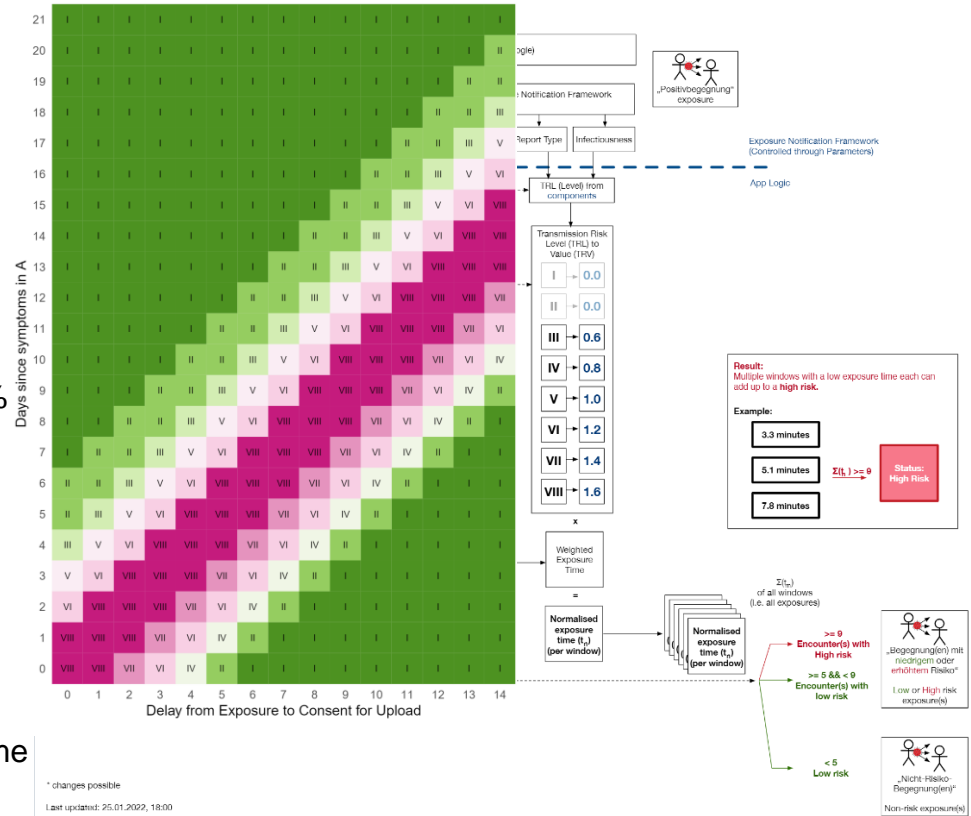


© Bundesregierung



Corona Warn-App II/II

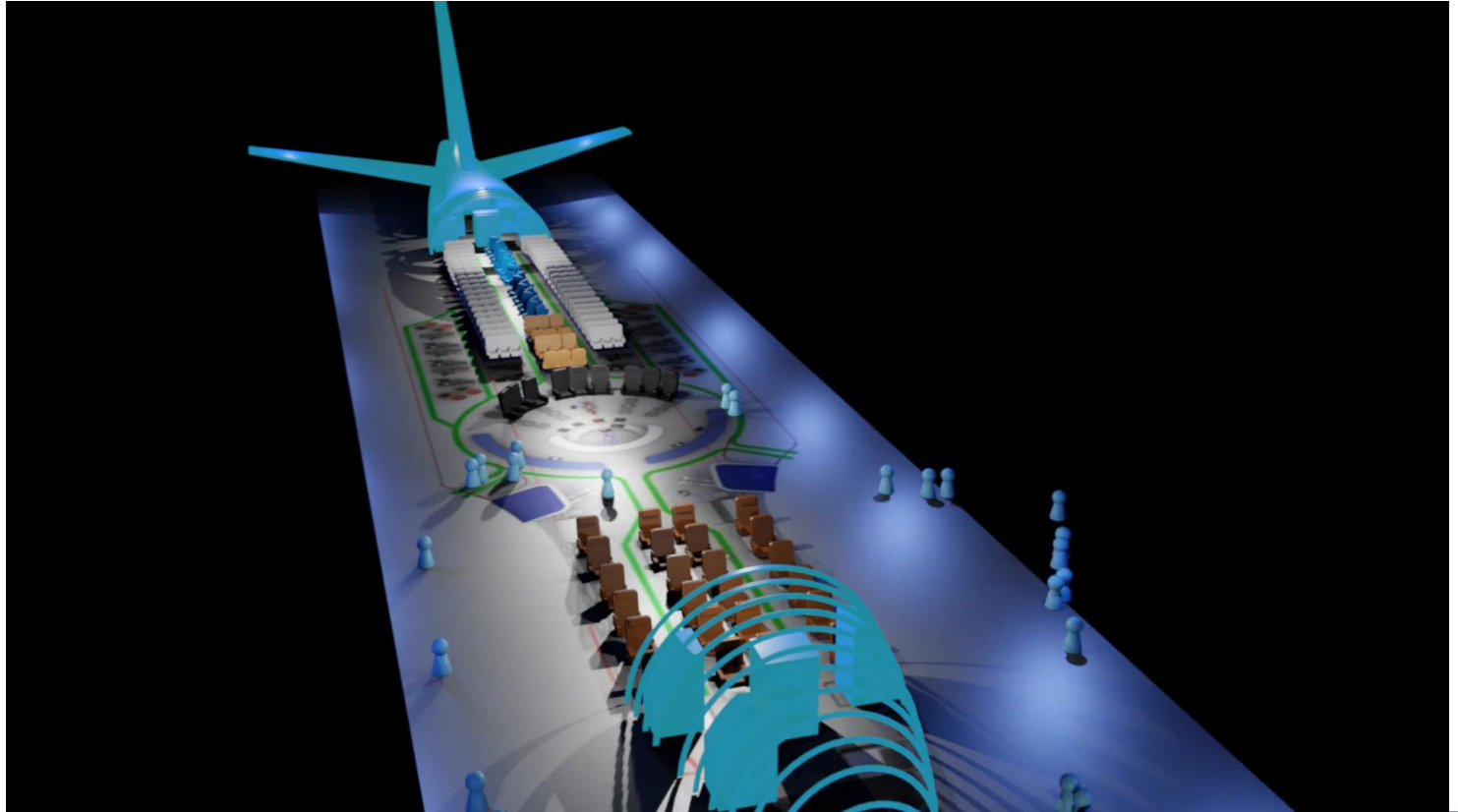
- Signal Bewertung
 - Mindestens 5 Minuten innerhalb des 30-minütigen Fensters muss die Signaldämpfung unter 79 dB gelegen haben
- Signal Gewichtung
 - Zeiten mit einer Dämpfung < 63 dB werden mit 80 % gewichtet.
 - Zeiten mit einer Dämpfung ≥ 63 dB und < 73 dB werden mit 100 % gewichtet.
 - Zeiten mit einer Dämpfung ≥ 73 dB und < 79 dB werden mit 10 % gewichtet.
- Das „Übertragungsrisiko“ (Transmission Risk Level, TRL) wird anhand des Zeitpunkts des Hochladens der Tagesschlüssel und der Angabe des Tages erster Symptome geschätzt.



https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/tree/main/images/risk_calculation (15.9.2022)

https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/blob/main/transmission_risk.pdf (15.9.2022)

Simulation II/II

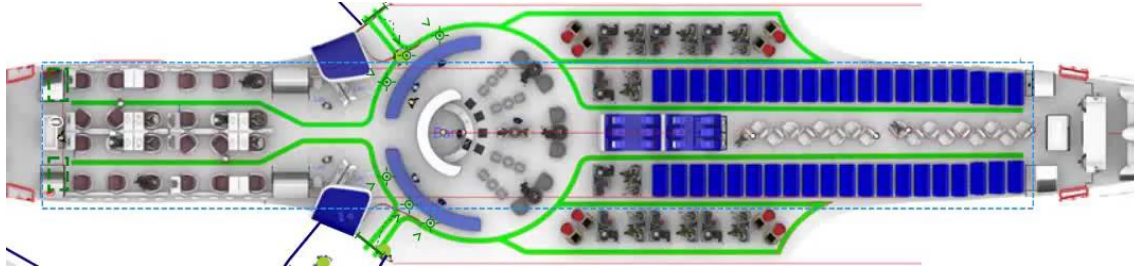


Covid-19 – Spielregeln in der Simulation

- Der Personenfluss beim Boarding in der Flugzeugkabine wird simuliert und mit einem Algorithmus für pseudonyme *code-shares* erweitert.
- → Es werden nur die Bewegungen im Inneren der Kabine betrachtet.
- → Sitzende Personen senden keinen Code aus.
- → Dämpfung/Gewichtung wird über Distanz berücksichtigt.
- → TRL wird nicht betrachtet.
- Als Referenz wird die Anzahl der *code-shares* gezählt.
- Für die Steuerung werden zwei unterschiedliche gegebene Personenflussvarianten simuliert und hinsichtlich ihrer *code-shares* verglichen.
- Es ist anzunehmen, dass : **Weniger *code-shares* → weniger Warnungen → weniger Risikokontakte.**
- Kontaktzeiten werden gespeichert.



Corona Warn-App Simulation I/V



- Insgesamt 700 Simulationsläufe pro Entwurfsversion (350 pro Variante)
- In 2 exemplarischen Varianten der Boardingreihenfolge (*random/oi_btf*)
- *code_shares* werden gezählt und verglichen.

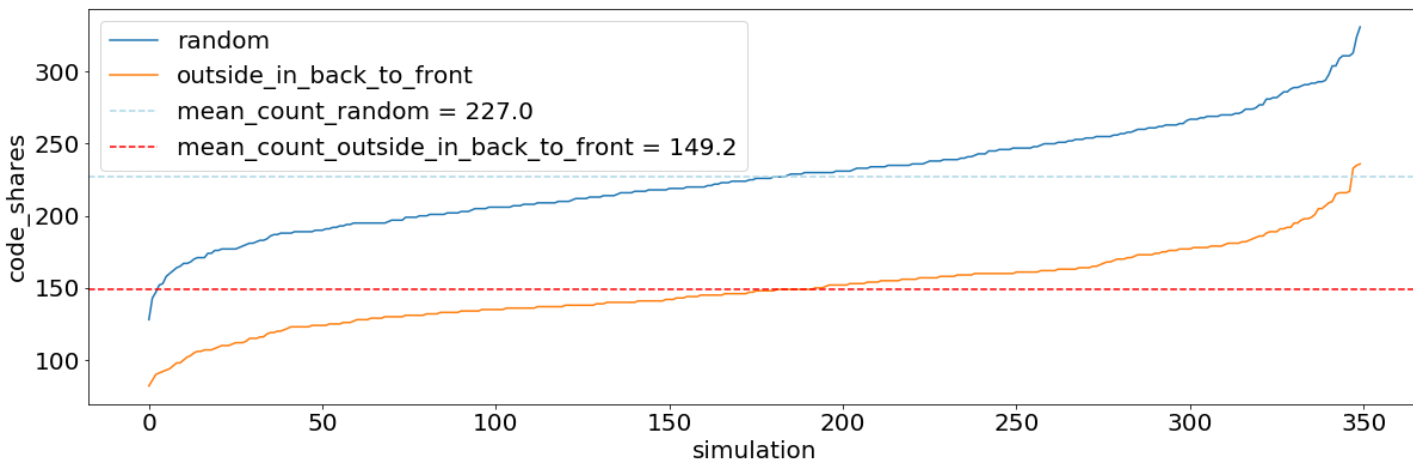
$[(Zeit), (Pax_ID_1), (Pax_ID_2), (Distanz), (Simulationslauf)]$



Corona Warn-App Simulation II/IV

$$\sum \textit{outside_in_back_to_front} = 52209$$

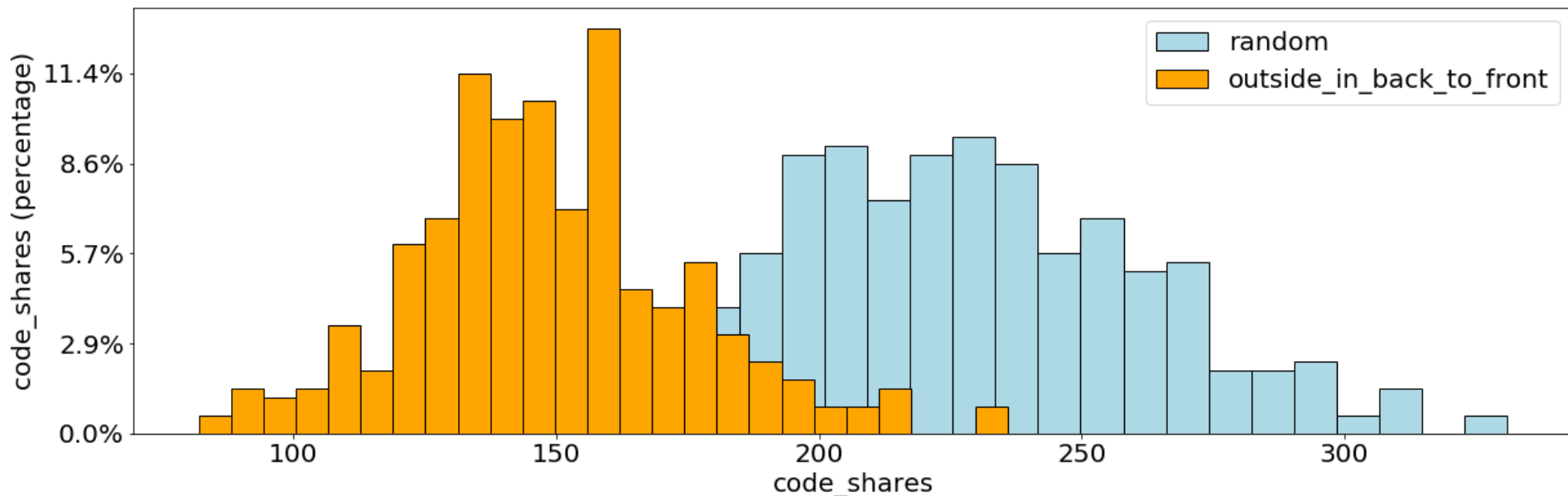
$$\sum \textit{random} = 79454$$



$$\textit{std}_{oi_btf} = 26.35$$
$$\textit{std}_{random} = 35.03$$



Corona Warn-App Simulation III/V

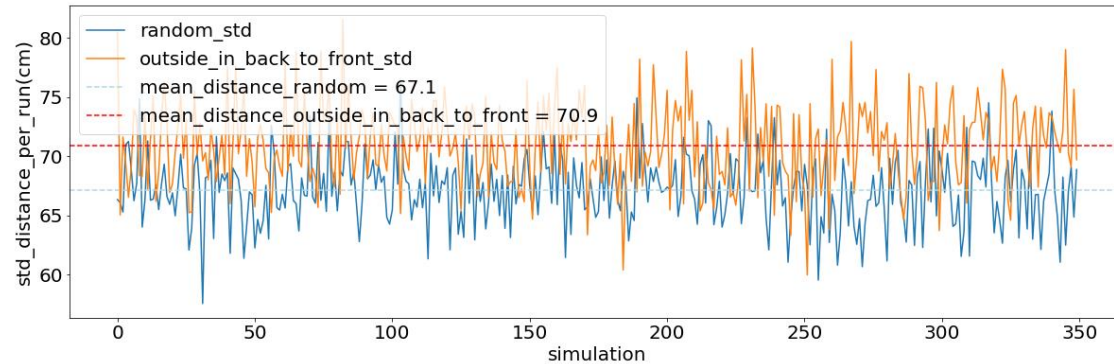
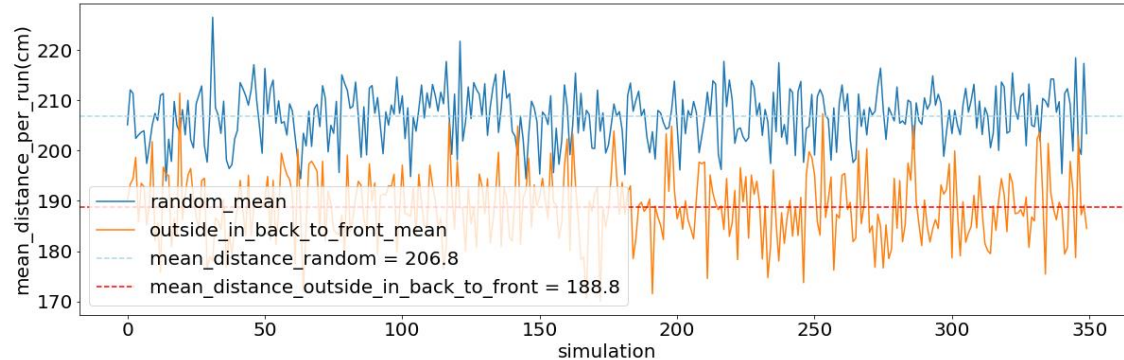


$mean_{oi_btf} = 149.2 \quad std_{oi_btf} = 26.35$
 $mean_{random} = 227.0 \quad std_{random} = 35.03$

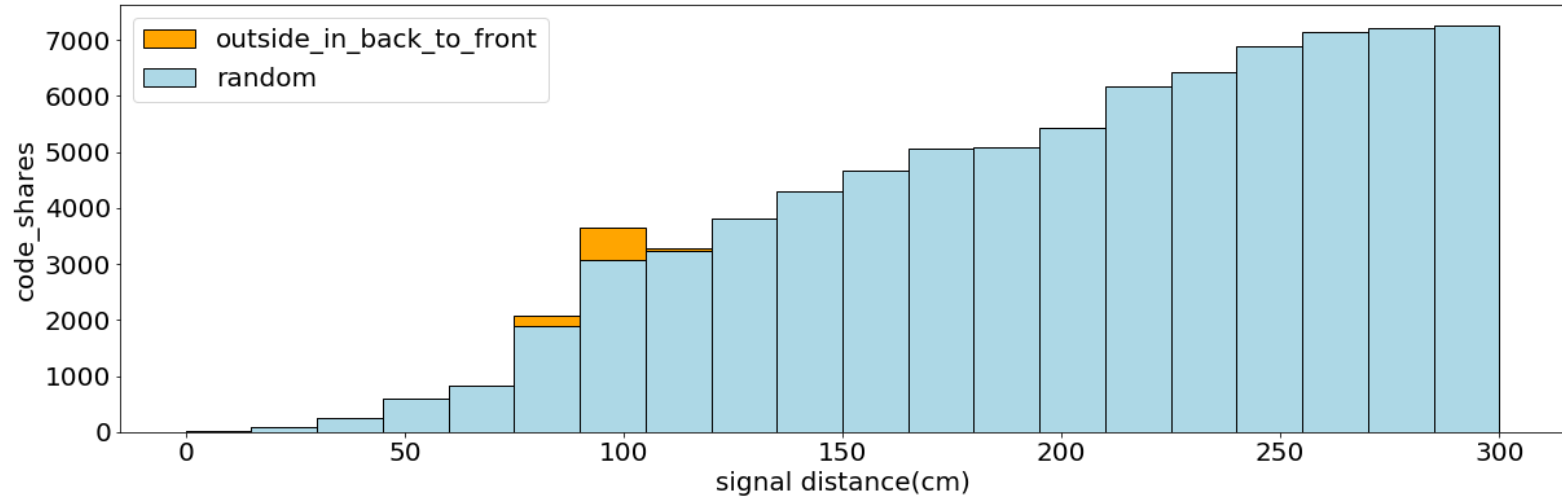


Corona Warn-App Simulation IV/V

- Distanz der übertragenen Nachrichten in der Random-Variante leicht höher als im Vergleich mit der geordneten Variante.
- → geringere Gewichtung der Nachrichten.



Corona Warn-App Simulation V/V



- Mehr übertragene Nachrichten in der *random*-Variante im höheren Distanzbereich als im Vergleich mit der *oi_btff*-Variante.

$$\begin{aligned}
 \text{mean}_{oi_btf} &= 188.8 \text{ cm} & \text{std}_{oi_btf} &= 70.9 \text{ cm} \\
 \text{mean}_{random} &= 206.8 \text{ cm} & \text{std}_{random} &= 67.1 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



Fazit und Ausblick

- *code_shares* können einen zusätzlichen Einflussfaktor im Designprozess darstellen.
- Boardingreihenfolge hat Einfluss auf die Anzahl der *code_shares*.
- Die Variante für das zufällige Einsteigen im Verhältnis generiert insgesamt mehr *code_shares* allerdings auch im höherem Entfernungsbereich.
- Nächste Schritte und Ausblick?
 - *code_share* Modul ist in Simulation hinterlegt
 - → Folgeprojekt - Berücksichtigung der Aerosole in der Kabine.
 - *Stark frequentierte Bereiche besonders zu betrachten.*
 - Genauere Betrachtung mehrerer Boardingvarianten und realer Flugzeugtypen.

Infektionsschutz Maskenpflicht im Flugzeug entfällt

BERLIN - Bei den parlamentarischen Beratungen über die Corona-Regeln für den Herbst zeichnen sich noch Änderungen ab - auch bei einem Reizthema. Die Corona-Maskenpflicht in Flugzeugen von und nach Deutschland soll zum Herbst vorerst entfallen. Die Regierung setzt auf Freiwilligkeit.

Die zunächst weiterhin bundesweit im Infektionsschutzgesetz vorgesehene

<https://www.aero.de/news-43450/Maskenpflicht-im-Flugzeug-entfaellt.html>
<https://www.mdr.de/brisant/maskenpflicht-flugzeug-126.html>





Florian Rudolph

```
System.out.println("Gerne beantworten wir Ihre Fragen.");
```

```
while (questions > 0) {  
    question_string = voice.readLine();  
    String answer = answer_question(question_string);  
    System.out.println(answer);  
  
    questions--;  
}
```

```
System.out.println("Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit. ");
```

German Aerospace Center (DLR)

Institut für Verkehrssystemtechnik | Kooperative Systeme |
Lilienthalplatz 7 | 38108 Braunschweig | Germany

Mensch-Maschine-Interaktion (MMI)

Telefon 0531 295-2587 florian.rudolph@dlr.de



Knowledge for Tomorrow

