

Sämtliche Informationen unterliegen der Sperrfrist bis am 7. Dezember 2023 um 21:00 Uhr.



Empa

Materials Science and Technology

Medien-Fachgespräch Lärm F-35A

Dr. Beat Schäffer

Empa, Abteilung Akustik/Lärmminderung, Dübendorf

Projektteam Empa: Beat Schäffer, Mateja Gligorijevic,
Thomas Ramseier, Stefan Schalcher, Stefan Schucker,
Jean Marc Wunderli

Bern, 05. Dezember 2023



Inhalt

- Hintergrund—Fluglärmrechnungen
- Berechnungsverfahren
 - Berücksichtigte Eingangsgrößen
 - Wichtigste Unterschiede sonAIR—FLULA2
- Kampfflugzeuge
 - Akustischer Vergleich F-35A und F/A-18
- Lärmrechnungen: Resultate
 - Zukünftiger vs. heutiger Jetbetrieb
 - Einfluss Fluglärmrechnungsprogramm
 - Zukünftiger (mit F-35A) vs. heutiger Gesamtbetrieb (mit F/A-18 & F-5)



▪ Hintergrund—Fluglärmrechnungen



Hintergrund

Fluglärmrechnungen:

- Nach Lärmschutz-Verordnung (LSV, Anhang 8) und Leitfaden Fluglärm (Publikation BAFU/BAZL/GS-VBS)
- Bundesamt für Umwelt empfiehlt geeignete Berechnungsverfahren (LSV Art. 38 Abs. 2)
- Empa-Programm **FLULA2** eines von bisher drei empfohlenen Fluglärmprogrammen
 - *Best Practice* Programm für Jahresbelastungsrechnungen
- Neues Empa-Programm **sonAIR** soll FLULA2 ablösen
 - *Next Generation* Programm für Einzelflüge und Jahresbelastungen; detailliertere und präzisere Berechnungen
- sonAIR wird die **offizielle Belastung** der Prognose 2035 (Betrieb F-35A) liefern
 - ➔ Vergleichsberechnungen sonAIR vs. FLULA2



▪ **Berechnungsverfahren**



Berücksichtigte Eingangsgrößen

Inputs Luftwaffe/armasuisse

- Flottenmix (Flugzeugtypen – für die Kategorien Jets, Props, Helis)
 - Gruppierung bei fehlenden Emissionsmodellen
- Fluggeometrien
 - Streuspuren pro Flugkorridor
 - Flugprofile (Höhen- und Geschwindigkeitsverlauf, Flugphase)
- Typen- & routenspezifische Flugbewegungszahlen



Weitere Inputs

- Flugzeugtypen-spezifische Emissionsmodelle (Start, Landung; Leistungssetzung)
- Flugplatz: Pisten-Länge und Position
- Gelände
- Bodenbedeckung (je nach Programm)

Exemplarischer MIL Start 04 F-35A EMM:
Flugspuren, Flugbahnen *Footprint* ($L_{AE} = 105-120$ dB)

sonAIR und FLULA2 im Vergleich

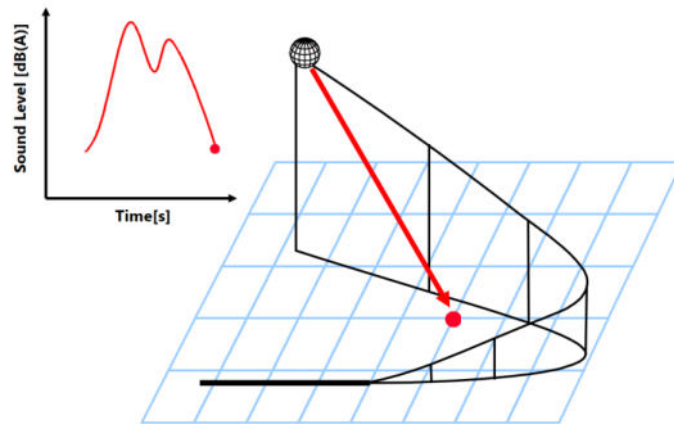


Gemeinsamkeiten

- Emissionsmodelle für Start (MIL / MAX) und Landung, basierend auf Messungen in Payerne (F-35A, F/A-18)
- Einzelflug-Simulation nach dem Zeitschritt-Verfahren

Weiterentwicklungen von sonAIR

- Trennung von Emission und Ausbreitung
- **Dreidimensionale Abstrahlcharakteristik**
- Explizite Modellierung des **Doppler-Effektes** → Geschwindigkeitsabhängigkeit
- Detailliertes **Ausbreitungsmodell**, u.a. mit Berücksichtigung der Bodenbedeckung und physikalische Modellierung von Situationen mit streifendem Schalleinfall
- Berechnung spektral, in Terzen





▪ **Kampfflugzeuge**



Akustischer Vergleich F-35A und F/A-18

- **Datengrundlagen:**
 - **F-35A:** NKF Messungen Empa 2019, Flugplatz PAY
 - **F/A-18:** Messungen Empa 1997, Flugplatz PAY
- **Emissionen:** akustische Kenndaten (standardisierter Überflug, h = 1000 ft, v = 160 kt)

L_{AE}	Start MIL	Start MAX	Landung
F-35	118.8	122.5	101.5
F/A-18	116.4	120.6	102.0
ΔL_{AE}	+2.4	+1.9	-0.4

- **Immissionen:** inkl. Ausbreitung & Betrieb (z.B. Flugprofile)

Verfahren	Start			Landung	Rollen
	in Pisten- richtung	quer zur Pisten- richtung	Alle Messpunkte		
Gruppierung				In Pisten- richtung	
Messpunkte	2,4,7,8,9,10	5,6,11	2,4,5,6,7,8,9,10,11	2,4,7,8,9,10	
F-35A	+ 3dB(A)	+4 dB(A)	+ 3dB(A)	+ 0 bis1 dB(A)	+5 dB(A)

Tabelle 3: Vergleich des F-35A mit der Schweizer F/A-18

Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederazione Svizzera
 Confederaziun svizra
 Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
 Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Bundesamt für Rüstung - armasuisse ar
 Luftfahrtsysteme

Neues Kampfflugzeug

Kurzbericht Lärmmessungen und Auswirkungsanalyse F-35A

Aktionszeichen: ae/213.11-17/17/2/13/11/16

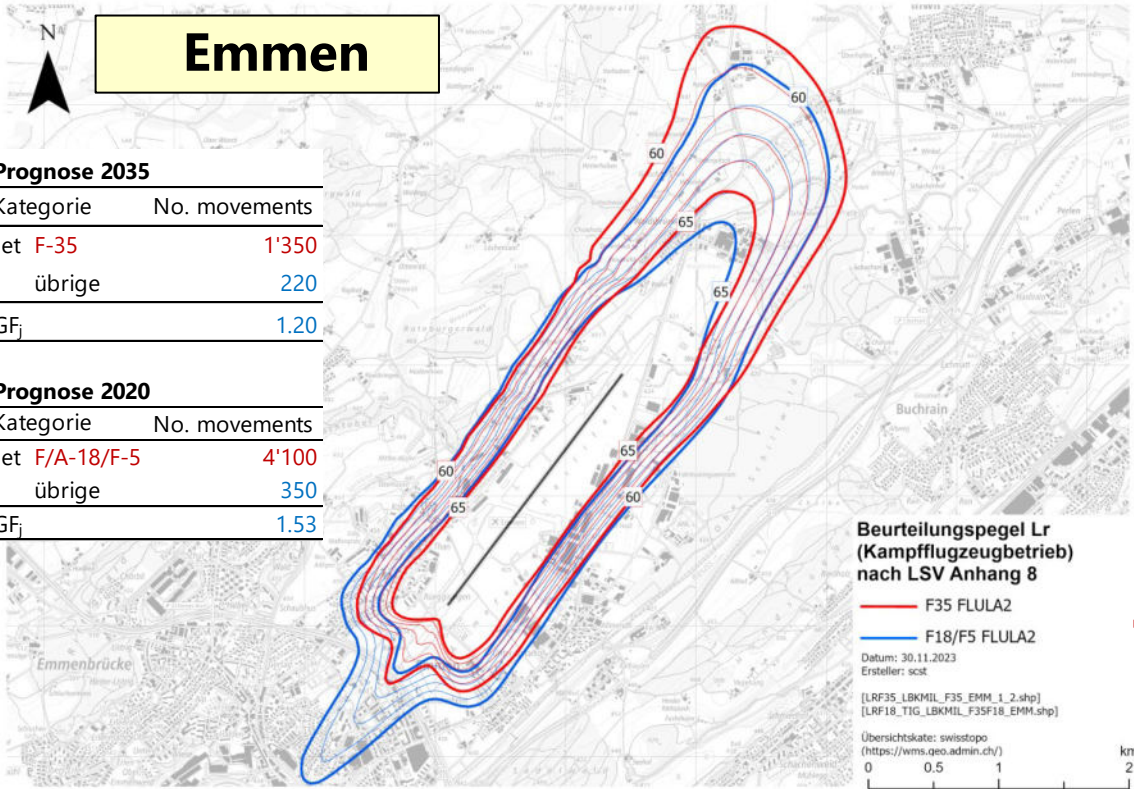


▪ **Lärmberechnungen: Resultate**

- **Jetbetrieb** F-35A vs. F/A-18 & F-5
 - **Jetbetrieb** F-35A, **Berechnung sonAIR vs. FLULA2**
 - **Gesamtbetrieb** Prognose 2035 (F-35A) vs. aktuell (F/A-18 & F-5) → Emmen, Meiringen, Payerne
- } Bsp. Emmen



Resultate—F-35 vs. F/A-18 & F-5

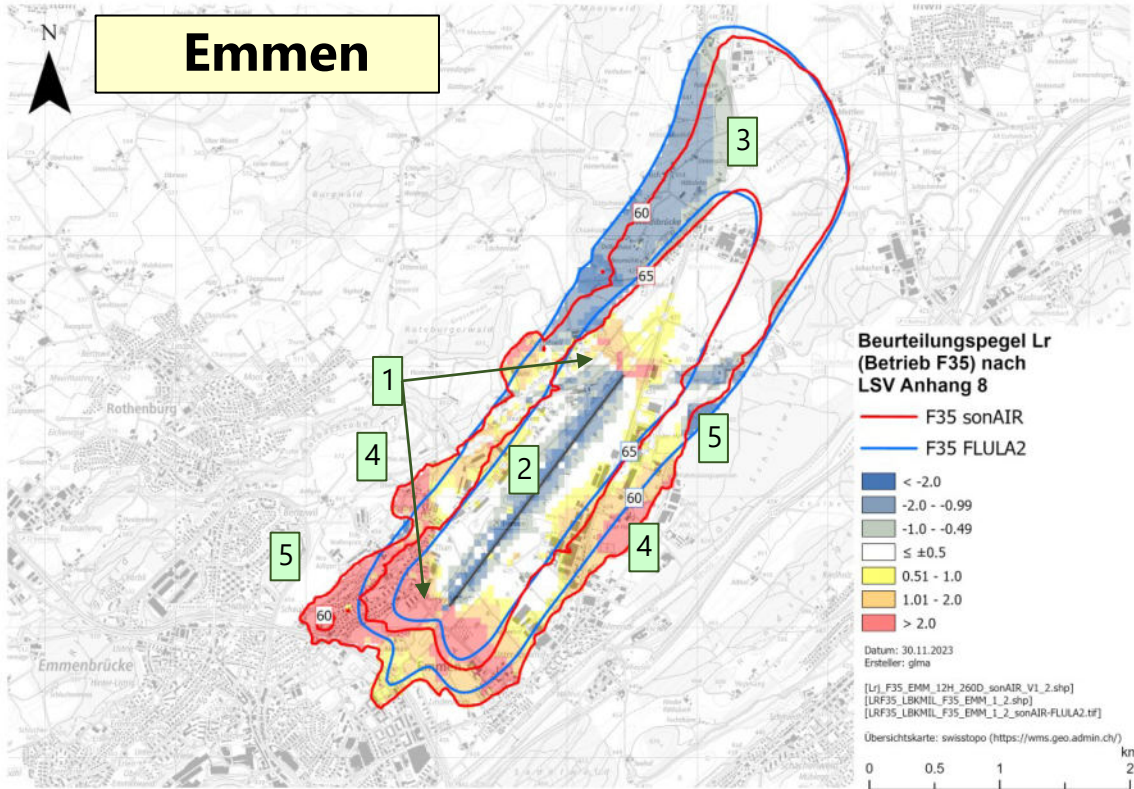


Belastungsrechnungen: Stand: 30.11.2023

- Bew. um rund zwei Drittel reduziert (grosser Anteil F-5), GF_j tiefer (→ ΔLr = -1 dB)
 - Höhere Lärmemissionen F-35 kompensiert durch Bew. & GF_j
 - Abflüge F-35 nach Süden: deutlich weniger laut (steilere Profile: MAX Starts)
 - Abflüge nach Norden: lauter (geringer Anteil Volten)
 - Seitlich Piste: ähnlich laut
- ➔ Insg. deutliche Abnahme der Jet-Belastung im Süden und Zunahme im Norden



Resultate—F-35 sonAIR vs. FLULA2



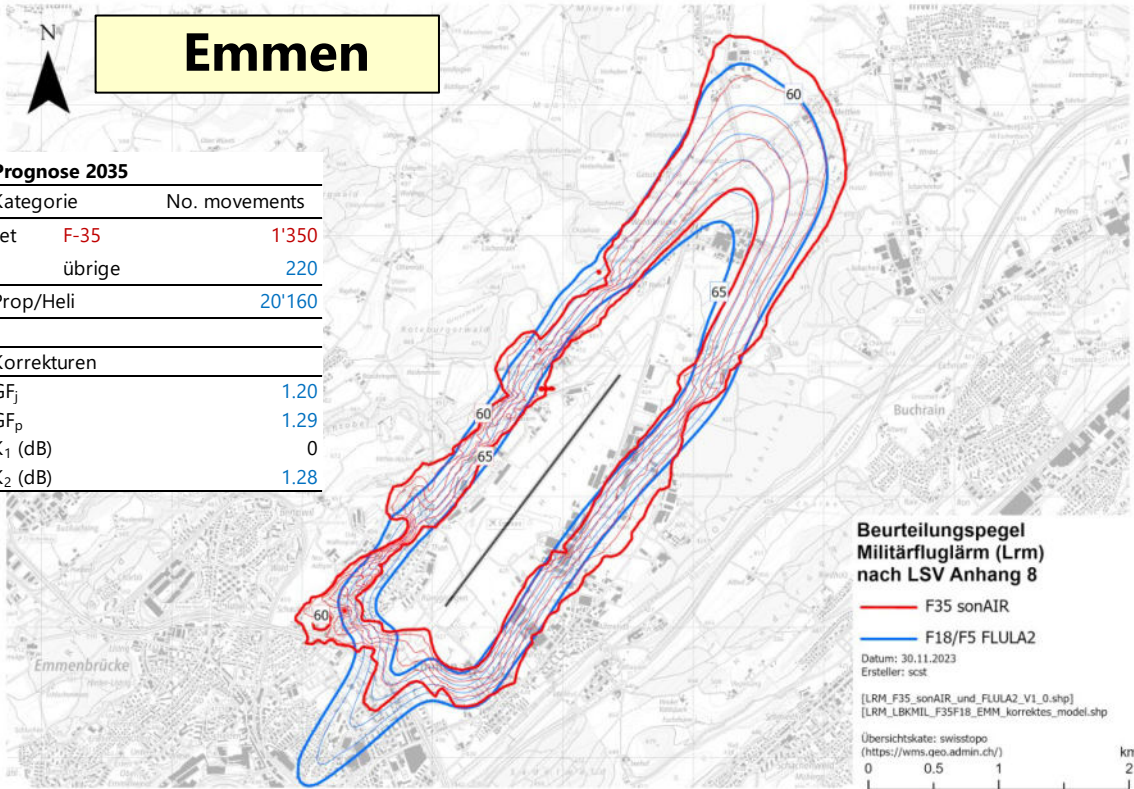
Belastungsrechnungen: Stand: 30.11.2023

1. Pistenschwellen: sonAIR lauter nach hinten (Doppler)
 2. Piste: sonAIR weniger laut (Bodenreflexionen)
 3. Unter Hauptflugkorridoren: ähnliche Belastung; sonAIR im Norden leiser (laterale Richtwirkung in starker Kurvenlage)
 4. Streifender Schalleinfall: sonAIR lauter
 5. Lokale Unterschiede wegen Bodenbedeckung (sonAIR), z.B. Siedlungsgebiet, Wald
- Direktschall: sonAIR und FLULA2 meist sehr ähnlich

➔ Insgesamt ähnliche Lr, aber (realistisch) unruhigere Kurven sonAIR



Resultate—Beurteilungspegel Lr (Gesamtbetrieb)



Prognose 2035

Kategorie	No. movements
Jet F-35	1'350
übrige	220
Prop/Heli	20'160
Korrekturen	
GF _j	1.20
GF _p	1.29
K ₁ (dB)	0
K ₂ (dB)	1.28

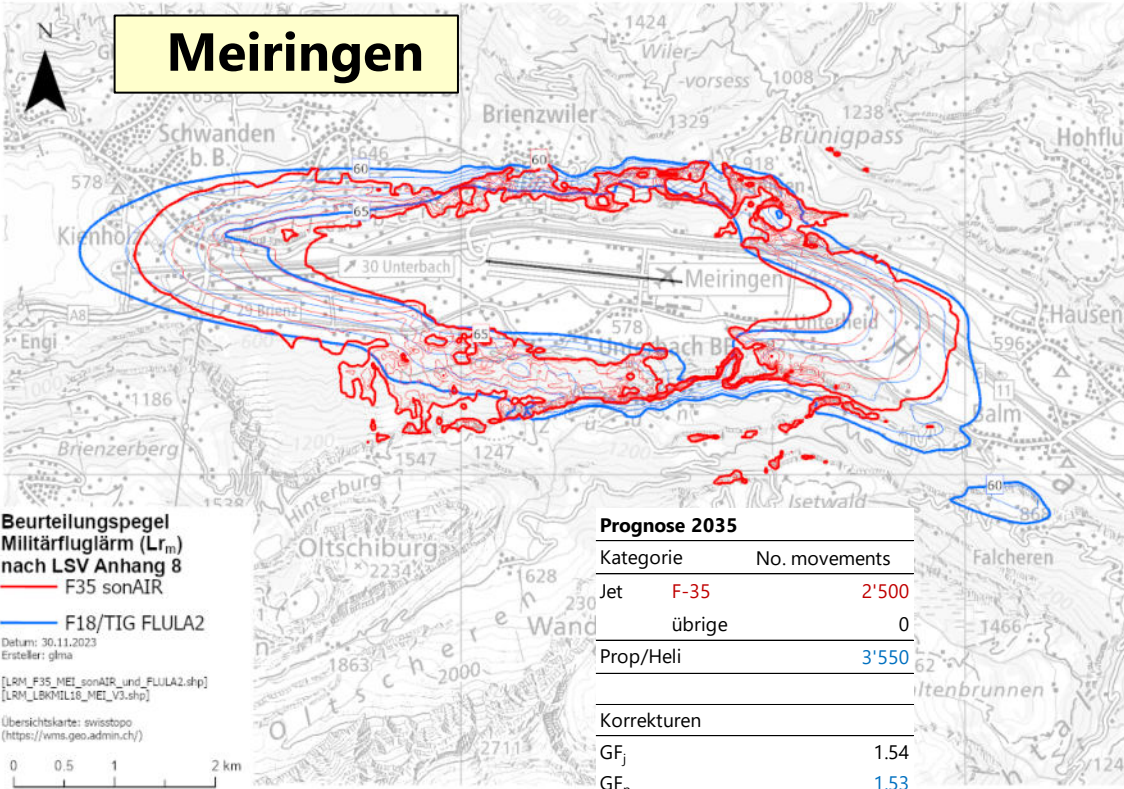
- Gesamtbetrieb Militär Lr entspricht annähernd Lr_j (akustisch dominierend), trotz hoher Bewegungszahlen Heli/Prop
- Differenzen sind stark abhängig von der Region um den Flughafen

➔ Insg. Abnahme der Fluglärmbelastung im Süden und Zunahme im Norden in Prognose 2035 im Vergleich zu 2020

Belastungsrechnungen: Stand: 30.11.2023



Resultate—Beurteilungspegel Lr (Gesamtbetrieb)



Prognose 2035

Kategorie	No. movements
Jet	
F-35	2'500
übrige	0
Prop/Heli	3'550
Korrekturen	
GF _j	1.54
GF _p	1.53
K ₁ (dB)	0
K ₂ (dB)	0

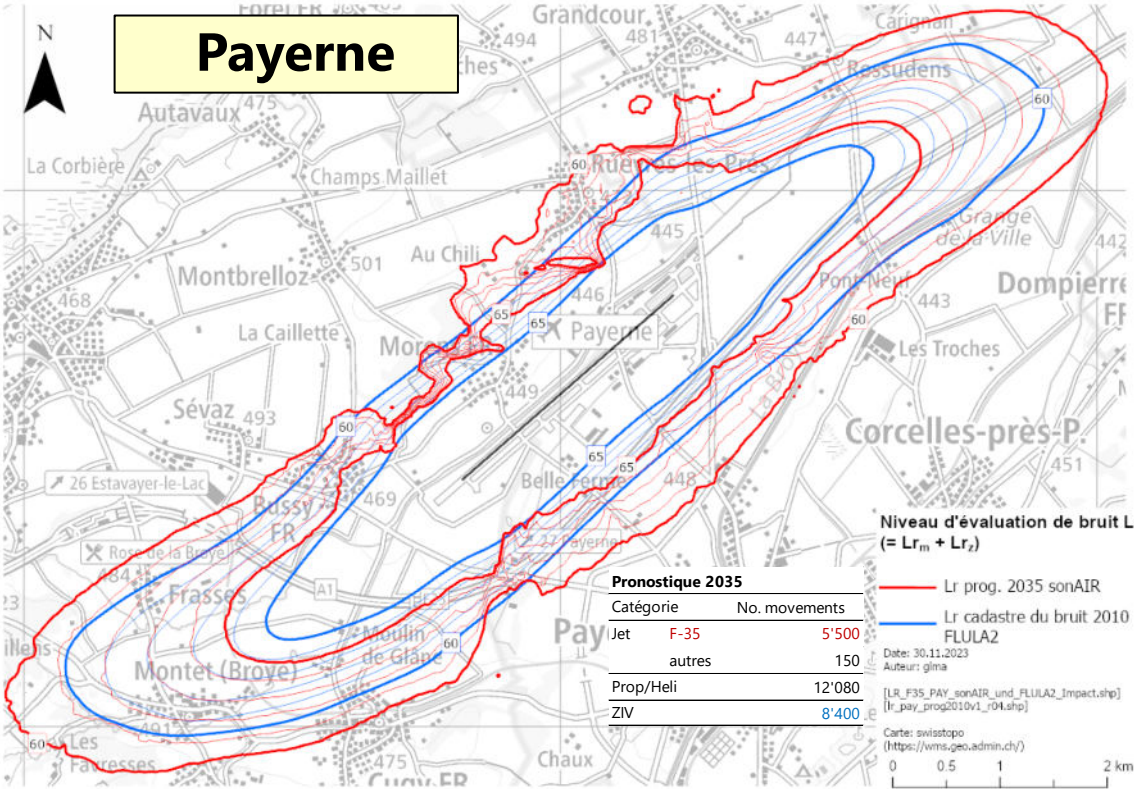
- Gesamtbetrieb Militär Lr entspricht annähernd L_{rj} (akustisch dominierend)
- Ähnlicher Lr in Flugplatznähe, in Pistenverlängerung mit zunehmender Distanz tieferer Lr in Prognose 2035 als in Prognose 2020

➔ Insgesamt meist tiefere Fluglärmbelastung in Prognose 2035 als 2020

Belastungsrechnungen: Stand: 30.11.2023



Resultate—Beurteilungspegel L_r ($L_{r_m} + L_{r_z}$)



Calculs de l'exposition: Etat le 30.11.2023

▪ Gesamtbetrieb L_r sehr ähnlich wie militärischer Betrieb L_{r_m} / L_{r_j} (akustisch dominierend)

➔ Insgesamt höhere Belastung in Prognose 2035 als LBK 2010



Zusammenfassung

- Prognose 2035 vs. aktueller Zustand:
 - EMM: Abnahme der Fluglärmbelastung im Süden und Zunahme im Norden
 - MEI: Insgesamt meist Abnahme der Fluglärmbelastung
 - PAY: Insgesamt Erhöhung der Fluglärmbelastung
- Gleichzeitiger Wechsel Simulationsmodell & Flugzeugtyp komplex
 - Gleichzeitige Änderung mehrerer Variablen
 - Effekte können sich gegenseitig verstärken oder kompensieren
- sonAIR: exaktere Berechnung als FLULA2
 - Quellenmodellierung (3D) → Kurvenflug
 - Ausbreitung → streifender Schalleinfall
- FLULA2 und sonAIR liefern insgesamt vergleichbare Resultate
 - Gute Übereinstimmung in einfachen Ausbreitungssituationen
 - Lokale Unterschiede in komplexeren Ausbreitungssituationen