

Vergleich der An-und Abflugvarianten auf dem Flughafen Unique anhand der Absturzrisiken für die Bevölkerung

Zusammenfassende Dokumentation der Risikoanalyse und deren Ergebnisse

TM 188-3, 30. August 2002 / A. Bienz, P. Nussbaumer

Titel	Vergleich der An- und Abflugvarianten auf dem Flughafen Unique anhand der Absturzrisiken für die Bevölkerung
Untertitel	Zusammenfassende Dokumentation der Risikoanalyse und deren Ergebnisse
Auftraggeber	Fluglärmforum Süd
Bericht-Nummer	TM 183-3
Autoren	A.Bienz, P. Nussbaumer
Berichtdatum	30. August 2002
Anzahl Seiten	46
Art des Berichtes	Schlussdokumentation
Zusammenfassung	<p>Nachdem in der Diskussion neuer An- und Abflugvarianten auf dem Flughafen Unique - Zürich/Kloten bis anhin die Sicherheit der überflogenen Bevölkerung nie umfassend, differenziert und zahlenmässig einbezogen worden war, entschloss sich das "Fluglärmforum Süd", diese Lücke zu schliessen und als Grundlage für eine ganzheitliche Diskussion die ins Auge gefassten neuen An- und Abflugvarianten sowie das heutige Flugregime einer risikobasierten Sicherheitsbeurteilung unter Einbezug von Wahrscheinlichkeit und Schadensausmass zu unterziehen. Am 3.Juli 2002 beauftragte der Steuerungsausschuss des Forums die Firma Bienz, Kummer & Partner AG, diese Untersuchung mit begrenztem Aufwand durchzuführen.</p> <p>Die Ergebnisse sind die folgenden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es ist im langfristigen Schnitt mit 1 Absturz ca. alle 10 Jahre in Flugplatznähe zu rechnen. 2. Die für den Variantenvergleich relevanten Risiken werden im Umkreis von 5 - 8 km um die Pisten erzeugt. 3. Die z.Zt. diskutierten 4 Betriebsvarianten ab dem bestehenden Pistensystem mit vielen Flügen über dicht besiedeltem Gebiet sind <ul style="list-style-type: none"> · insgesamt (kollektives Risiko) ca. 2.3 - 2.7 mal und · für den höchstgefährdeten Anwohner (max. individuelles Risiko) ca. 1.3 - 1.5 mal unsicherer als das bisherige über weniger besiedeltem Gebiet führende Regime. 4. <ol style="list-style-type: none"> a) Die langfristig ins Auge gefasste "Parallelpistenvariante" ist ca. 30 % unsicherer als der bisherige Betrieb und entsprechend sicherer als die vier anderen Varianten. b) Sie gefährdet die am meisten exponierten Anwohner etwas weniger als bisher, aber deutlich weniger als die 4 anderen Varianten 5. <ol style="list-style-type: none"> a) Generell sind die Risiken für die Anwohner vergleichsweise nicht sehr hoch, aber auch nicht vernachlässigbar. b) Insbesondere sind Unfälle mit katastrophalen Opferzahlen nicht vollständig unmöglich.
Deskriptoren	Risikoanalyse, Flughafenrisiko, Flugzeugabsturzrisiken, Unique

Inhaltsverzeichnis

1	Rahmen und Problemstellung	2
2	Aufgabe und Zielsetzung	2
3	Präsentation und Dokumentation	3
4	Vorgehen	4
	4.1 Beschaffung von Grundlagendaten	4
	4.2 Durchführung der Untersuchung	4
5	Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	5
	5.1 Planmaterial:	5
	5.2 Unterlagen Unique	5
	5.3 Andere Risikobetrachtungen	6
6	Bildpräsentation	6

1 Rahmen und Problemstellung

Im Rahmen der mit sehr vielen emotionalen und politischen Argumenten geführten Diskussion neuer An- und Abflugvarianten auf dem Flughafen Unique - Zürich/Kloten, welchen die Lösung des Fluglärmproblems zugeschrieben wird, ist bis heute die Sicherheit der überflogenen Bevölkerung nie umfassend, differenziert und zahlenmässig einbezogen worden. Die Unfallgeschichte indessen zeigt, dass sich *ein überwiegender Teil der Flugzeugabstürze bei Start und Wegflug sowie Anflug und Landung, d.h. im flugplatznäheren Bereich* ereignen. Ein Absturz in der dichtest bevölkerten Zone der Schweiz kann deshalb sehr wohl *Opferzahlen katastrophalen Ausmasses* unter den Anwohnern zur Folge haben.

In Anbetracht der beobachteten Reaktionen von Bevölkerung, Verwaltung und Regierung bis auf Stufe Bundesrat auf die letzten grösseren Unfallereignisse in (oder nahe) der Schweiz - wie z.B. im Gotthard-Strassentunnel oder die Abstürze bei Birchwil und Niederhasli (oder Ueberlingen) - sowie des Rufes nach Verantwortlichen, Unterlassungen und Fehlentscheidungen nach solchen Ereignissen kann es nicht angehen, ohne eine aussagekräftige Vorstellung über mögliche Unfälle und Unfallfolgen in den überflogenen Gebieten An- und Abflugrouten über dem dichtest besiedelten Gebiet der Schweiz festzulegen.

Das "Fluglärmforum Süd" entschloss sich deshalb, diese Lücke zu schliessen und als Grundlage für eine ganzheitliche Diskussion neuer An- und Abflugvarianten diese einer risikobasierten Sicherheitsbeurteilung unter Einbezug von Wahrscheinlichkeit und Schadenausmass zu unterziehen. Am 3.Juli 2002 beauftragte der Steuerungsausschuss des Forums die Firma Bienz, Kummer & Partner AG, deren Fachleute sich seit Jahrzehnten mit Methodik und Durchführung von Risikoanalysen befasst haben, diese Untersuchung mit begrenztem Aufwand durchzuführen.

2 Aufgabe und Zielsetzung

Primäres Ziel der durchzuführenden Risikoanalyse war es, das Unfallpotential für die überflogene Bevölkerung der folgenden An- und Abflugvarianten von Unique

- "Olive optimiert",
- "Orange optimiert",
- "BV II optimiert",
- "Beige",
- "Grün" und
- das bisherige Betriebsregime "2001"

sichtbar zu machen und miteinander zu vergleichen.

Zu diesem Zweck sollten sowohl die *kollektiven Todesfallrisiken* (Gesamtheit der von der Variante ausgehenden Gefahr) der überflogenen Bevölkerung als auch die maximal zu erwartenden *individuellen Todesfallrisiken* einzelner Exponierter ermittelt werden.

Die Untersuchung war in einem engen zeitlichen Rahmen und mit beschränktem, aber einem fachlich vertretbaren Aufwand durchzuführen. Dies bedeutete entsprechende Vereinfachungen hinsichtlich Erhebung von Grundlagendaten und Berechnungen sowie des Einbezuges von weniger relevanten Einflüssen. Eine entsprechend beschränkte (aber dennoch zu verlässlichen Aussagen führende) Genauigkeit in absoluter Hinsicht wurde dabei in Kauf genommen.

Insbesondere sollte davon ausgegangen werden, dass die technischen Sicherheitsausrüstungen bei allen Pisten sowie alle Flugzeuge und Piloten denselben Sicherheitsstandard gewährleisten. Ferner soll der Einfluss der Topographie (z.B. bei der Flugachse entlang des Pfannenstils) zahlenmässig nicht detailliert erfasst werden. Ebenso war nicht zwischen den verschiedenen Flugzeugtypen resp. -grössen zu unterscheiden.

3 Präsentation und Dokumentation

Die Untersuchung wurde am

- 22. August 2002 in Küsnacht dem Steuerungsausschuss des Fluglärmforums Süd
- 27. August 2002 in Uster den Vertretern aller Mitgliedergemeinden des Fluglärmforums Süd
- 28. August 2002 in Fällanden den Medien

vorgelegt.

Als Dokumentation wurde ein kurzer zusammenfassender Bericht vereinbart, welcher das Schwergewicht auf die Ergebnisse legt. Auf eine umfassende und ausführliche *technische* Dokumentation wurde aus Kostengründen verzichtet.

Der vorliegende Bericht stellt diese Dokumentation dar. Sie wird in wenigen Belegexemplaren dem Steuerungsausschuss und in elektronischer Form allen Mitgliedsgemeinden des Fluglärmforums Süd zugestellt. Sie besteht aus dem vorliegenden kurzen

Textteil, welcher im folgenden Vorgehen und Grundlagen präzisiert, sowie einem zweiten Teil, der die an den Präsentationen verwendeten Bilddarstellungen enthält.

4 Vorgehen

4.1 Beschaffung von Grundlagendaten

In einem ersten Schritt wurden folgende Grundlagendaten beschafft:

- Kenndaten der Varianten wie insbesondere Flugrouten, Anzahl und geographische und zeitliche Verteilung An- und Abflüge
- Geometrie der An- und Abflugfächer um die Idealflugachse
- Absturzwahrscheinlichkeiten bei An- und Abflug
- Verteilung der Absturzwahrscheinlichkeiten auf der An- und Abflugachse; Aufprallgeometrie/-geographie
- Bevölkerungsdichtekarte des Kt. Zürich, Gebäudekenndaten besonderer Objekte (grosse Gebäude, Sportstätten usw.)

4.2 Durchführung der Untersuchung

- Erarbeitung einer Aufprallwahrscheinlichkeitskarte für alle An- und Abflugvarianten aufgrund der Verarbeitung der erhobenen Daten über Absturzwahrscheinlichkeit und Flugachsengeometrie. Dabei wurde auch ein Fachgespräch mit einem erfahrenen Piloten geführt.
- Erarbeitung von Modellen (Ausdehnung, Intensität) für die Beurteilung der Letalitäten im Ereignisfall für Bewohner von Gebäuden
- Erarbeitung von Expositionskarten je Situation aufgrund der Bevölkerungsdichtekarte und der Gebäudekenndaten besonderer Objekte.
- Superposition der Aufprallwahrscheinlichkeits- und Expositionskarte sowie der Letalitätszonen im Ereignisfall und Eingabe in Risikoberechnungstabelle (auf EXCEL-Basis).

- Darstellung und Diskussion der Ergebnisse, Präsentation und Bericht

5 Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

5.1 Planmaterial:

- Einwohner 2000 (1 : 50'000)
Kanton Zürich; Hektarraster
Amt für Raumplanung und Verkehr, Zürich
- Beschäftigte (Betriebszählung 98 - 1 : 100'000)
Region Flughafen Unique; Hektarraster
Statistisches Amt des Kantons Zürich
- Einwohner (Volkszählung 90 - 1 : 100'000)
Region Flughafen Unique; Hektarraster
Statistisches Amt des Kantons Zürich

5.2 Unterlagen Unique

- UVB Betriebsreglement, Variantenstudium für die SIL-Koordinationssitzung vom 28.05.02
EMPA Bericht Nr. 423'662/1 vom 15.05.02
- Beurteilungshilfe zur Ermittlung des Maximalpegels eines Flugereignisses in Abhängigkeit der Distanz zum Flugzeug
EMPA Bericht Nr. 420'580 vom 15.02.02
- Bericht über den Fluglärm 2001
Unique Lärmmanagement & Anwohnerschutz
- Umweltverträglichkeitsbericht, Änderung des Betriebsreglements Flughafen Zürich (Neue Wochenendregelung)
Unique, 20.02.02
- Neues Betriebsreglement Flughafen Zürich
Pressekonferenz vom 25.10.01

- Durchschnittliche Bewegungen pro Tag, Woche und Jahr
Persönliche Mitteilungen von Unique, Juli 2002

5.3 Andere Risikobetrachtungen

- Risikoanalyse für den Flughafen Basel-Mülhausen - Kurzfassung
Gesellschaft für Luftverkehrsforschung, Berlin und
Arcadis Trischler & Partner GmbH, Darmstadt
Juni 2001
- A Methodology for Calculating Individual Risk in the Vicinity of Airports and its
Applications to Decision Making
National Air Traffic Services Ltd, London
Center for Transport Studies, University of London
School of Actuarial Science and Statistics, City University, London
Paper presented at the Annual Meeting of the Society for Risk Analysis-Europe,
Stockholm 1997
- Aircraft Crashes into Robust Structures
Logicon RDA, Alexandria, VA
Weidlinger Associates Inc., Los Altos, CA
Paper presented at the Meeting of the American Society of Mechanical Engineers

6 Bildpräsentation

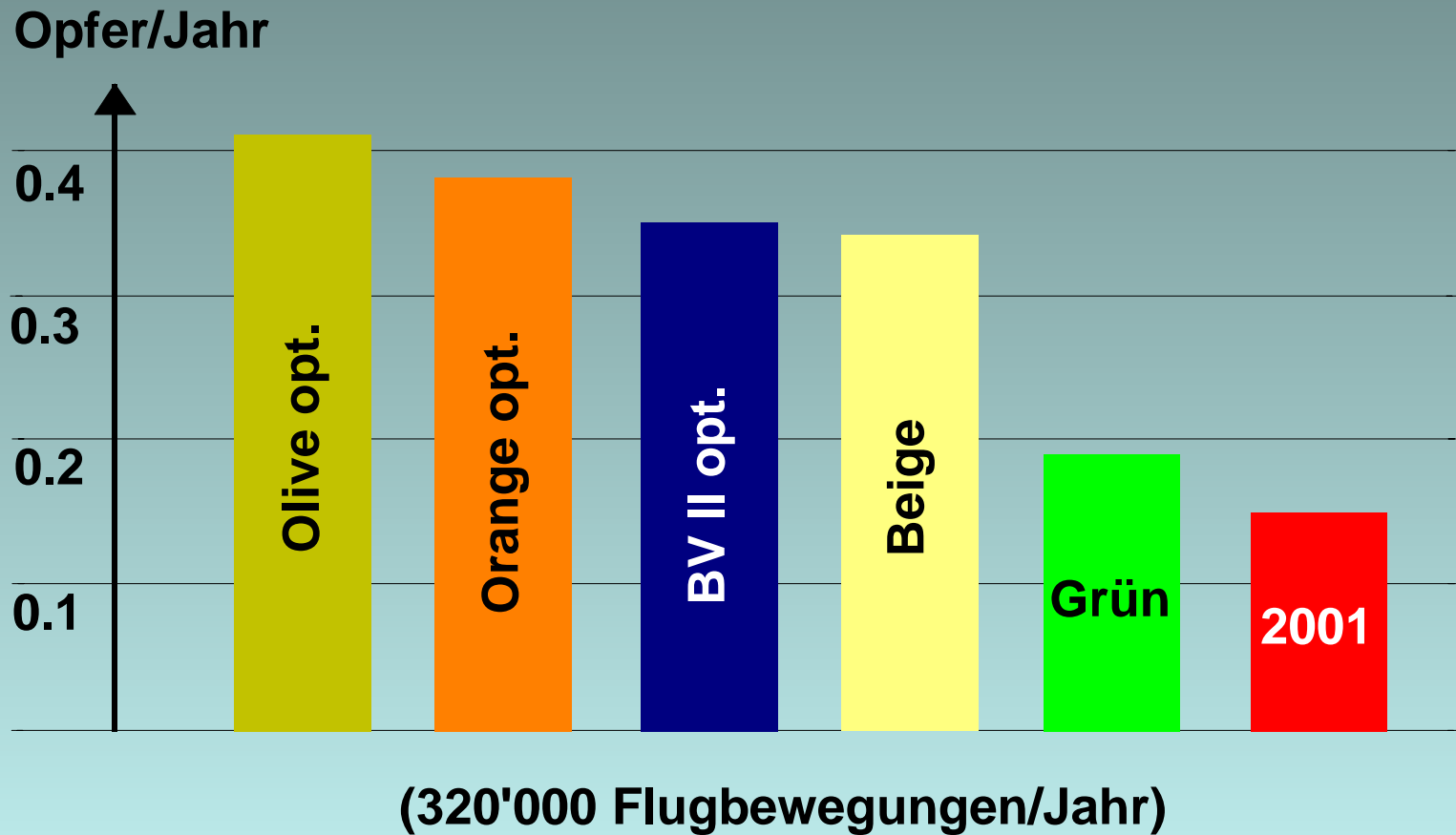
Nachfolgend werden die für die verschiedenen Präsentationen verwendeten Bilder und Graphiken vollständig wiedergegeben.

Veranlassung und Auftrag

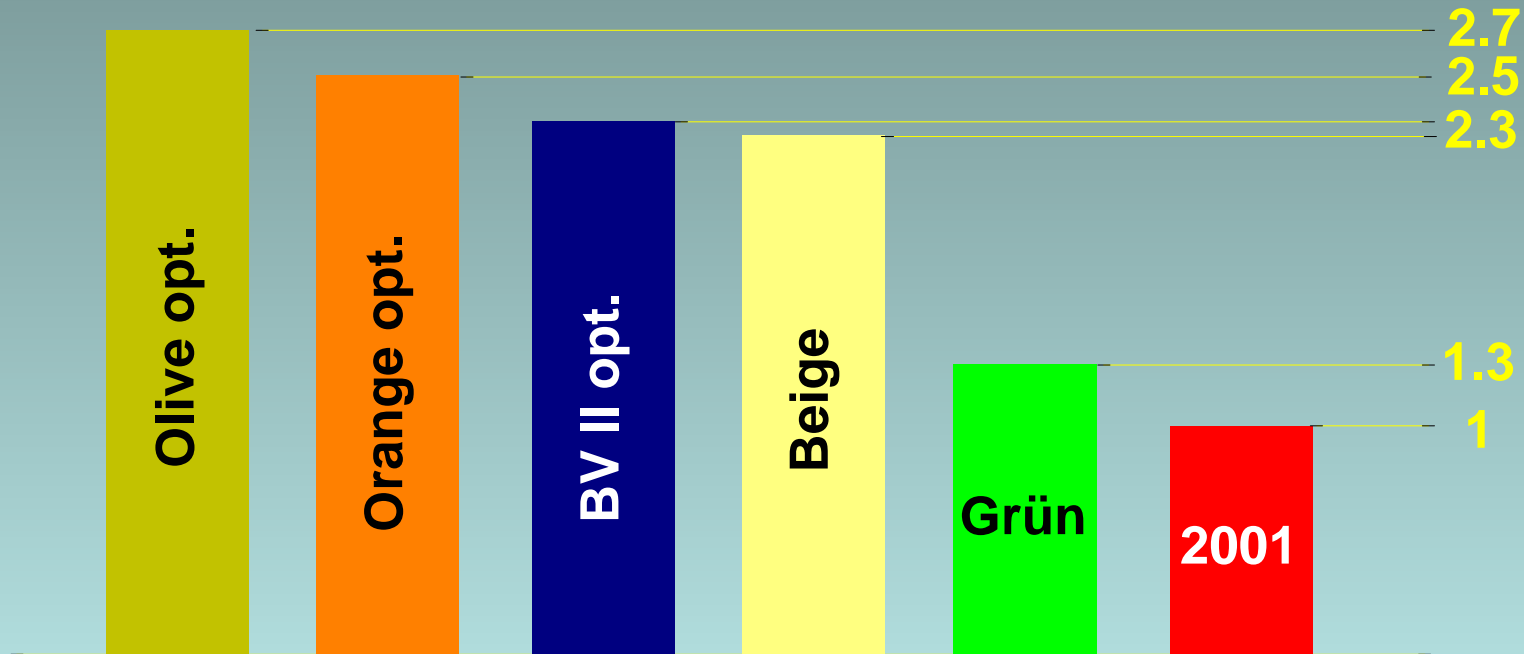
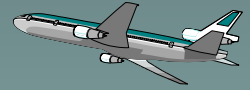
- An- und Abflugvarianten bisher ohne Sicherheit für Bevölkerung diskutiert
- Fluglärmforum Süd → Risikoanalyse als Grundlage für ganzheitliche Diskussion der An- und Abflugvarianten
- Auftrag an BK&P:
 - Ermittlung der kollektiven und individuellen Risiken der Bevölkerung infolge der heute diskutierten An- und Abflugvarianten und des bisherigen Regimes
 - mit beschränktem, aber fachlich vertretbarem finanziellen und zeitlichen Aufwand
 - Darstellung und Diskussion



Resultat: Kollektive Risiken der verschiedenen Varianten



Resultat: Variantenvergleich



Qualitatives Mass für die Sicherheit



„Sicher“

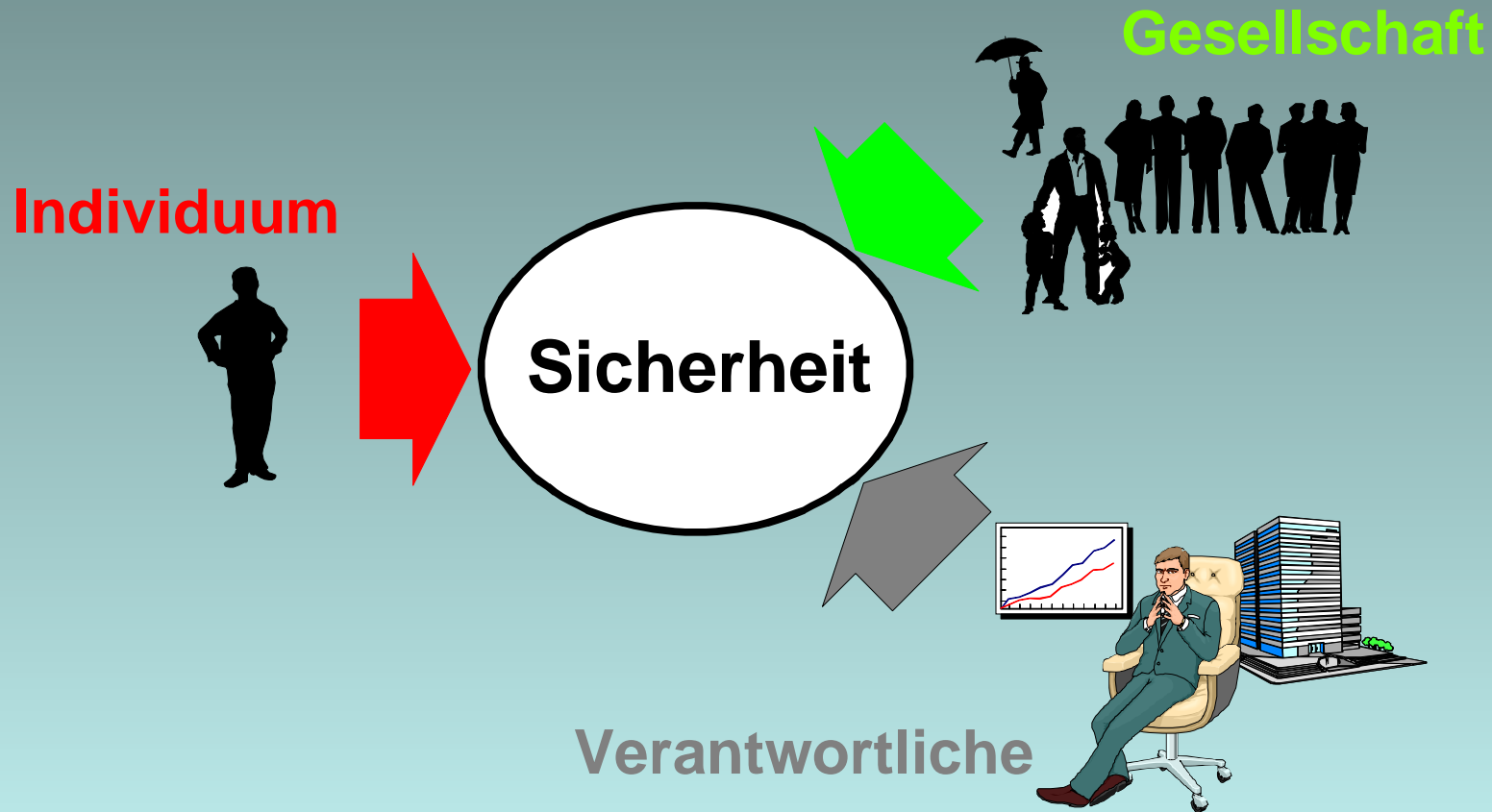
**betrachtet man etwas oder fühlt man sich,
wenn keine Verluste oder Schäden auftreten.**

**→ Qualitatives Mass für die Sicherheit
= zu erwartende Verluste oder Schäden**

**Todesfallrisiko ist in vielen Fällen genügend
aussagekräftig**



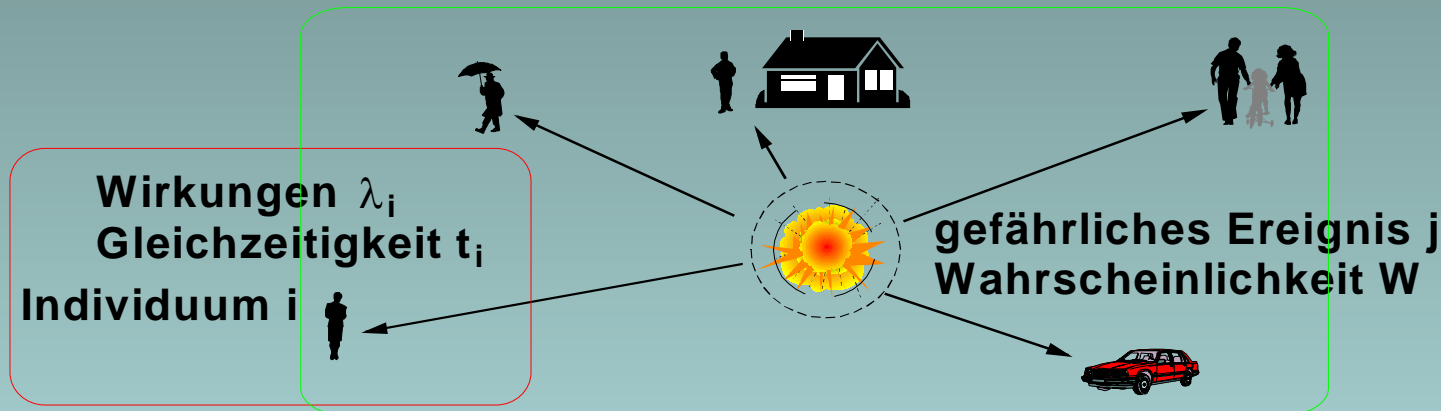
Hauptgesichtspunkte



Was ist ein Risiko?



Risiko = Wahrscheinlichkeit x Ausmass



Individuum:

individuelles Risiko:

$$r_i = W \cdot \lambda_i \cdot t_i$$

Gesellschaft:

**tatsächliches
kollektives Risiko:**

$$R_t = \sum W \cdot \lambda_i \cdot t_i$$

Verantwortliche:

**empfundenes
kollektives Risiko:**

$$R_e = \varphi \cdot R_t$$

(φ = Aversion)

Was ist und kann eine Risikoanalyse (nicht)?

- RA ist ein umfassendes, systematisches, technisch/objektives, Verfahren zur quantitativen Bestimmung von Gefahren (Risiko). Es modelliert die tatsächlichen Gegebenheiten auf der Basis von verfügbaren Daten und Informationen und mittels auf Wissen, Erfahrung, Vergleichen usw. abgestützten Gedankenmodellen.



- Die erzielbare Genauigkeit wird bestimmt durch die Genauigkeit der Grundlegendaten und –informationen, der Detailliertheit der qualitativen Modelle und Berechnungsprozedere sowie des möglichen Untersuchungsaufwandes. Die *erforderliche* Genauigkeit ist eine Frage des Zweckes der RA.

- Eine RA vermittelt vertieften Einblick in Entstehung und Ablauf von Unfällen. Sie vermag jedoch den nächsten Unfall weder zeitlich, noch phänomenologisch noch quantitativ vorauszusagen

Absturzwahrscheinlichkeit

Absturzwahrscheinlichkeit = ca. $7 \cdot 10^{-7}$ /Flug = ca. 1 x /1.5 Mio Flüge

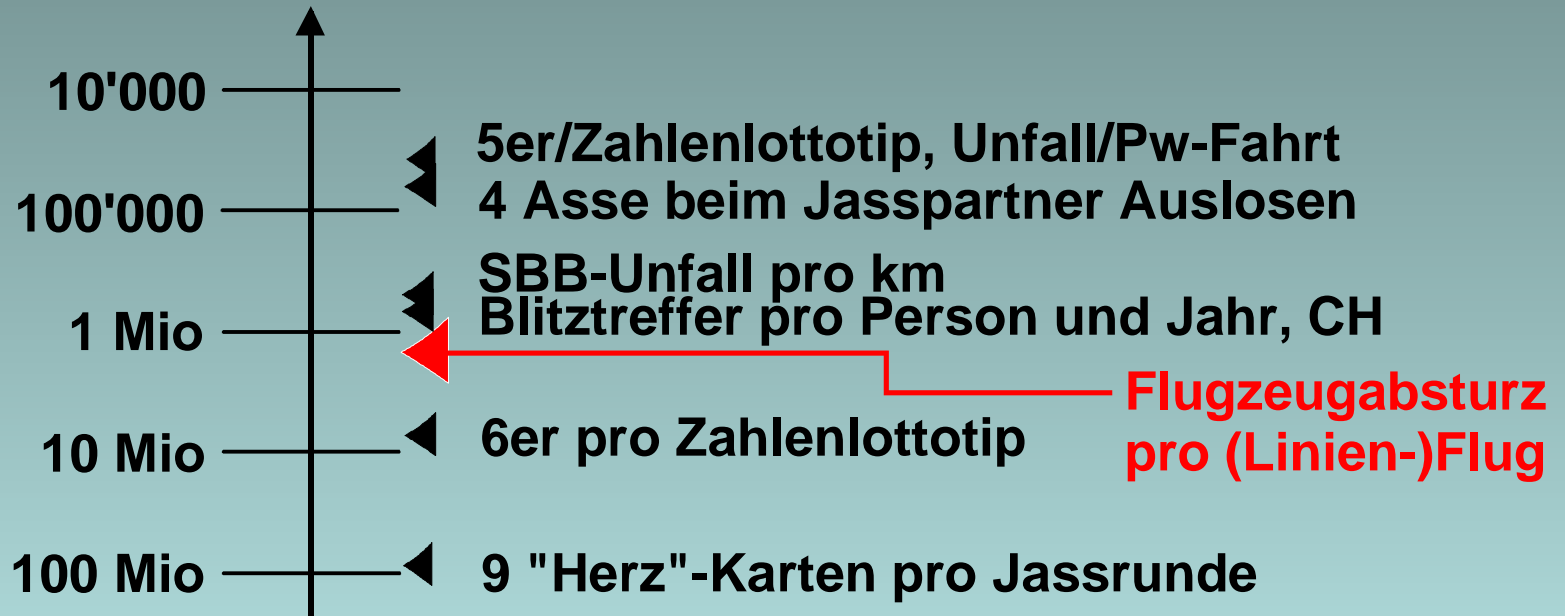


Quellen:

NTSB, FAA (USA)
BFU, BAZL (CH)
Boeing
Internet

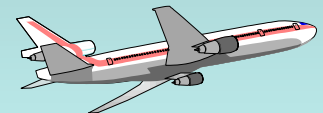
Absturzwahrscheinlichkeit im Vergleich

Wahrscheinlichkeit 1mal pro



Absturzwahrscheinlichkeit: Vereinfachungen

- **Keine Differenzierung von W nach**
 - Pisten (alle technisch gleich ausgerüstet)
 - Richtungen (Wettereinflüsse)
 - Airlines und Flugzeugen (Kleinflugzeuge irrelevant)
- **Topographie geprüft:**
 - Einfluss bei Landung (Gockhausen, Nürensdorf) einbezogen
 - Kein relevanter Einfluss bei Start





Umsetzung von Absturz- in Aufprallwahrscheinlichkeit

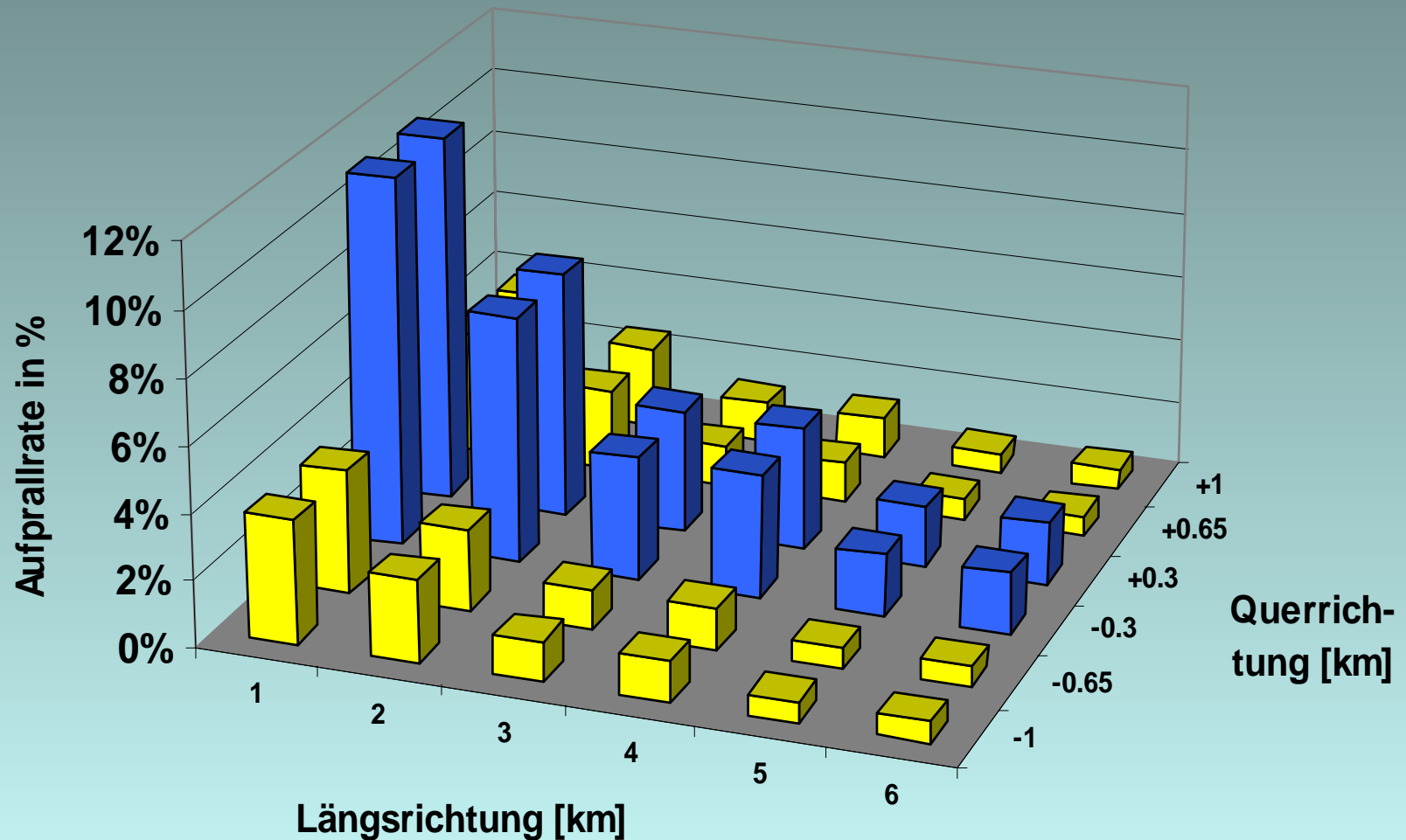
Grundsätzlich

- Je geringer die Höhe über Grund, desto grösser die Aufprallwahrscheinlichkeit ➡ **Längsverteilung**
- Je grösser die seitliche Distanz von der Flugspur, desto kleiner die Aufprallwahrs. ➡ **Querverteilung**

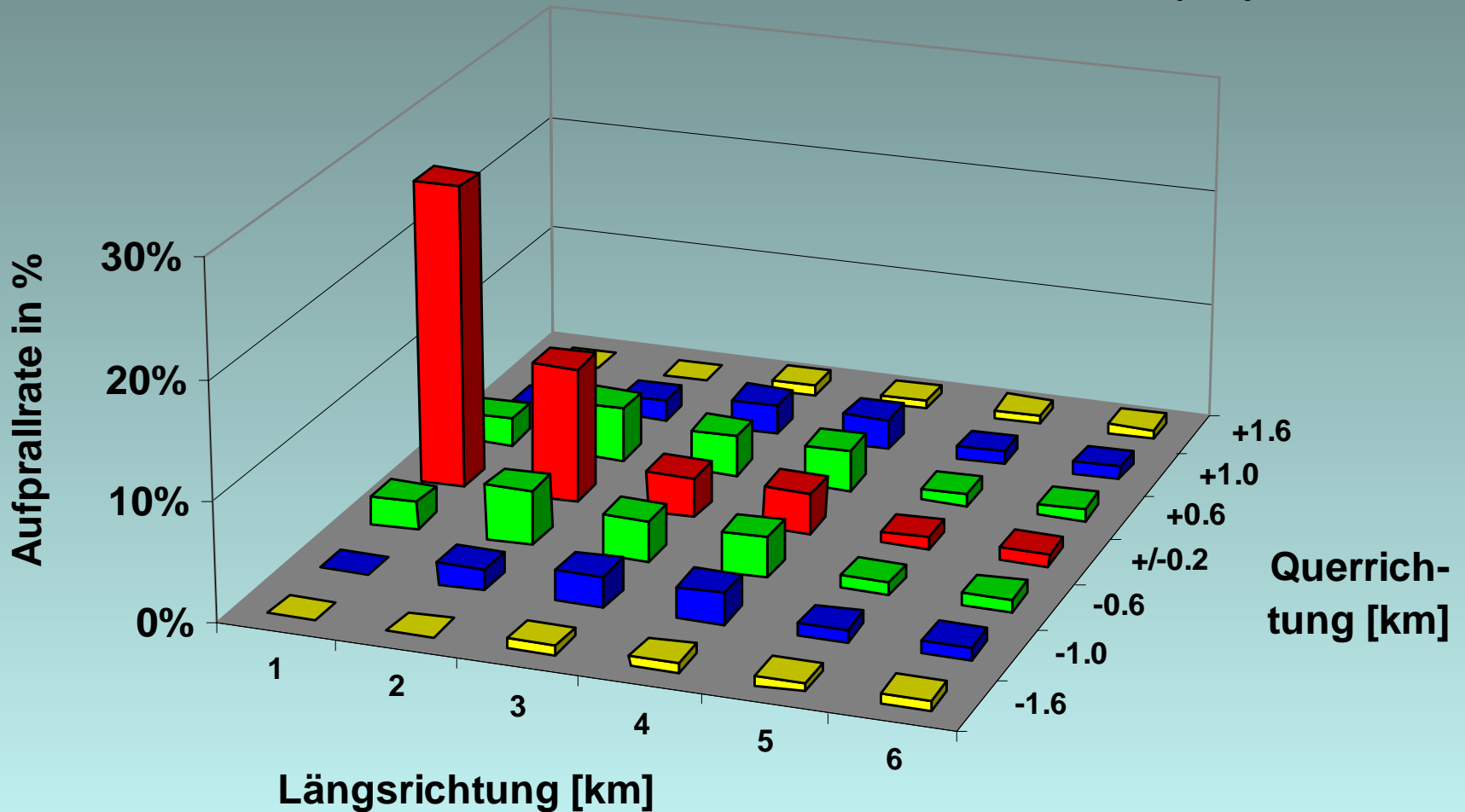
Unterscheidung Start / Landung

- **Landung:** Anflugwinkel konstant, keine Kurven, QV unabhängig LV ➡ **Verteilung rechteckig**
- **Start:** Abflugwinkel variiert, auch Kurven, QV mit zunehmender Distanz breiter ➡ **fächerförmig**

Relative Verteilung Aufprallwahrscheinlichkeit Beispiel Landung



Relative Verteilung Aufprallwahrscheinlichkeit Beispiel Start (Piste 10/28 ähnlich)



Schaden am Boden: Los Angeles

31. August 1986 (DC 9)



Schaden am Boden: Amsterdam

4. Oktober 1992 (B 747)

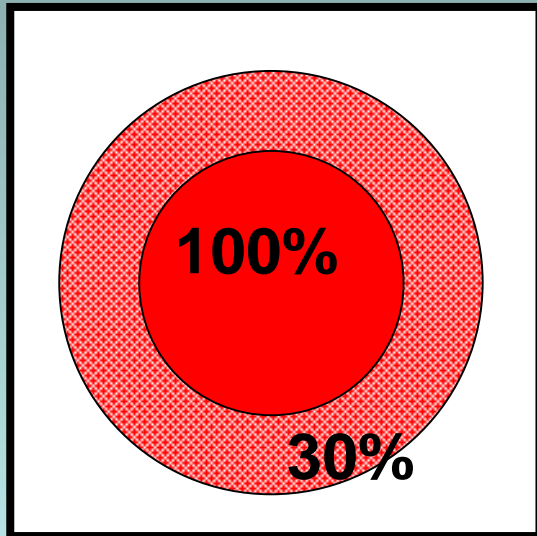
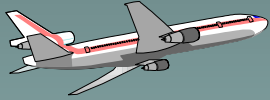


15

Schaden am Boden: New York 12. November 2001 (A 300)



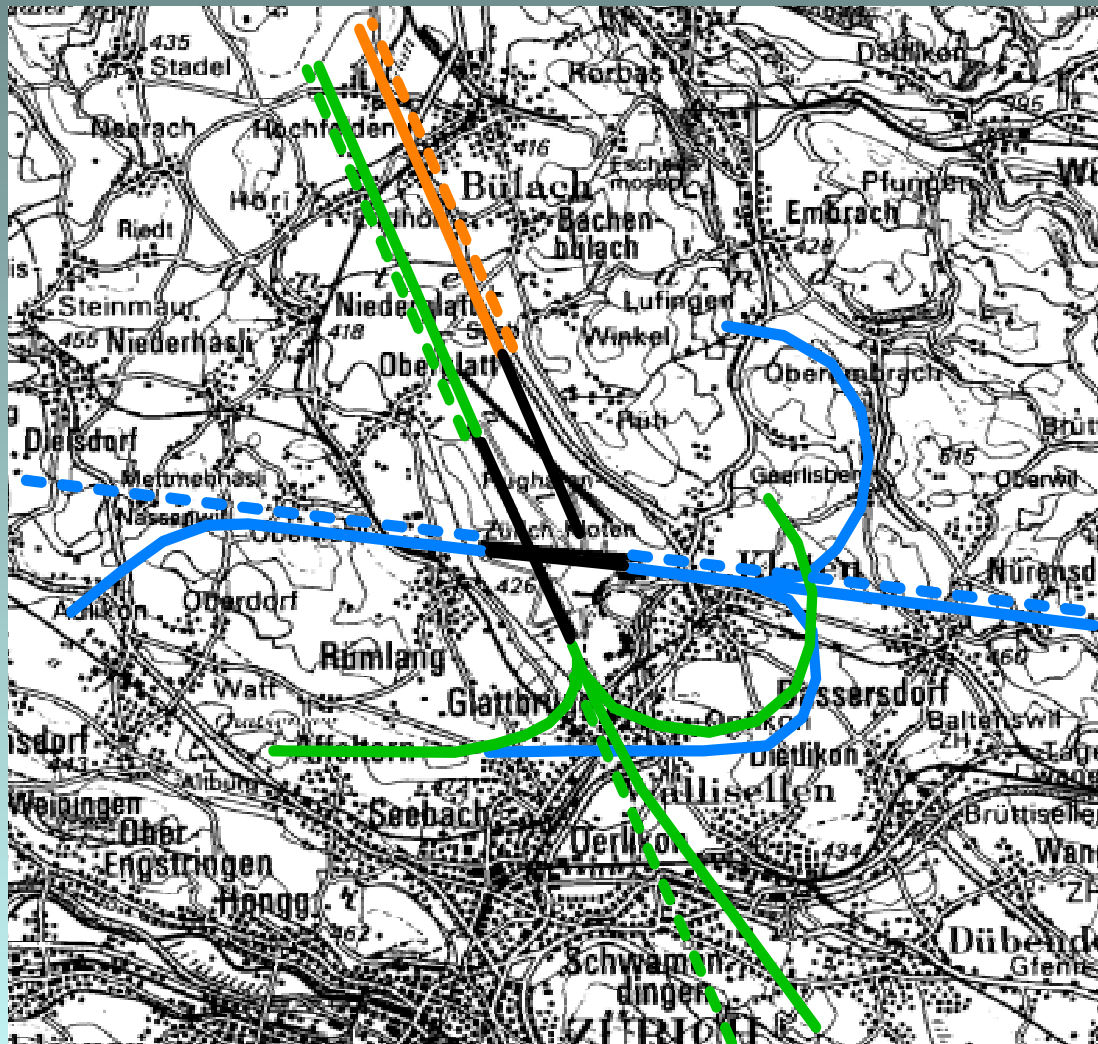
Verwendete Schadenradien



- **Letalität 100%**
 $R = 25 \text{ m}$
- **Letalität 30%**
 $R = 40 \text{ m}$
- **Untersuchung zeigte, dass Schadenradien nur sekundär vom Gewicht des Flugzeugs abhängen**



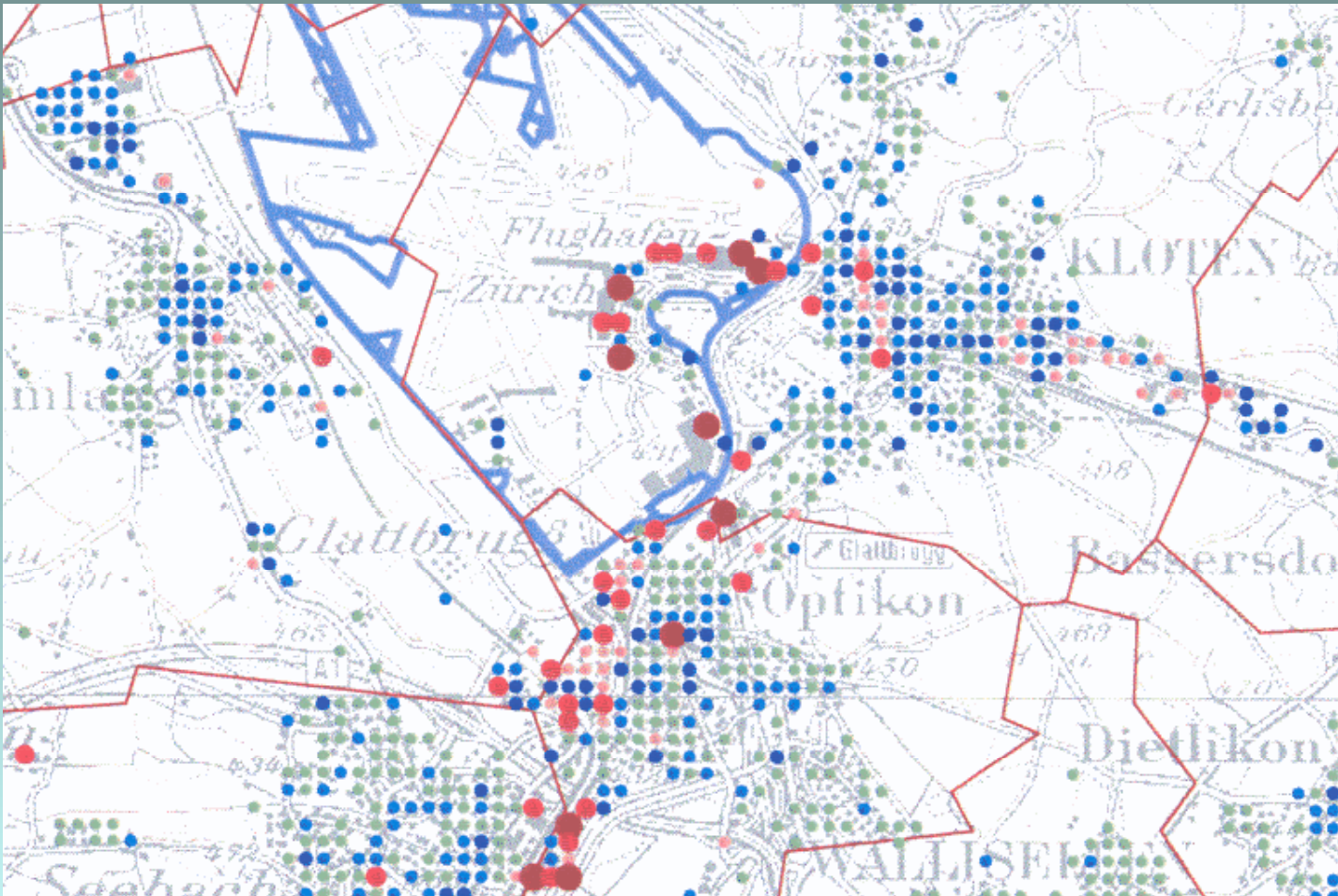
Flugspuren Parallelpiste (Variante Grün)



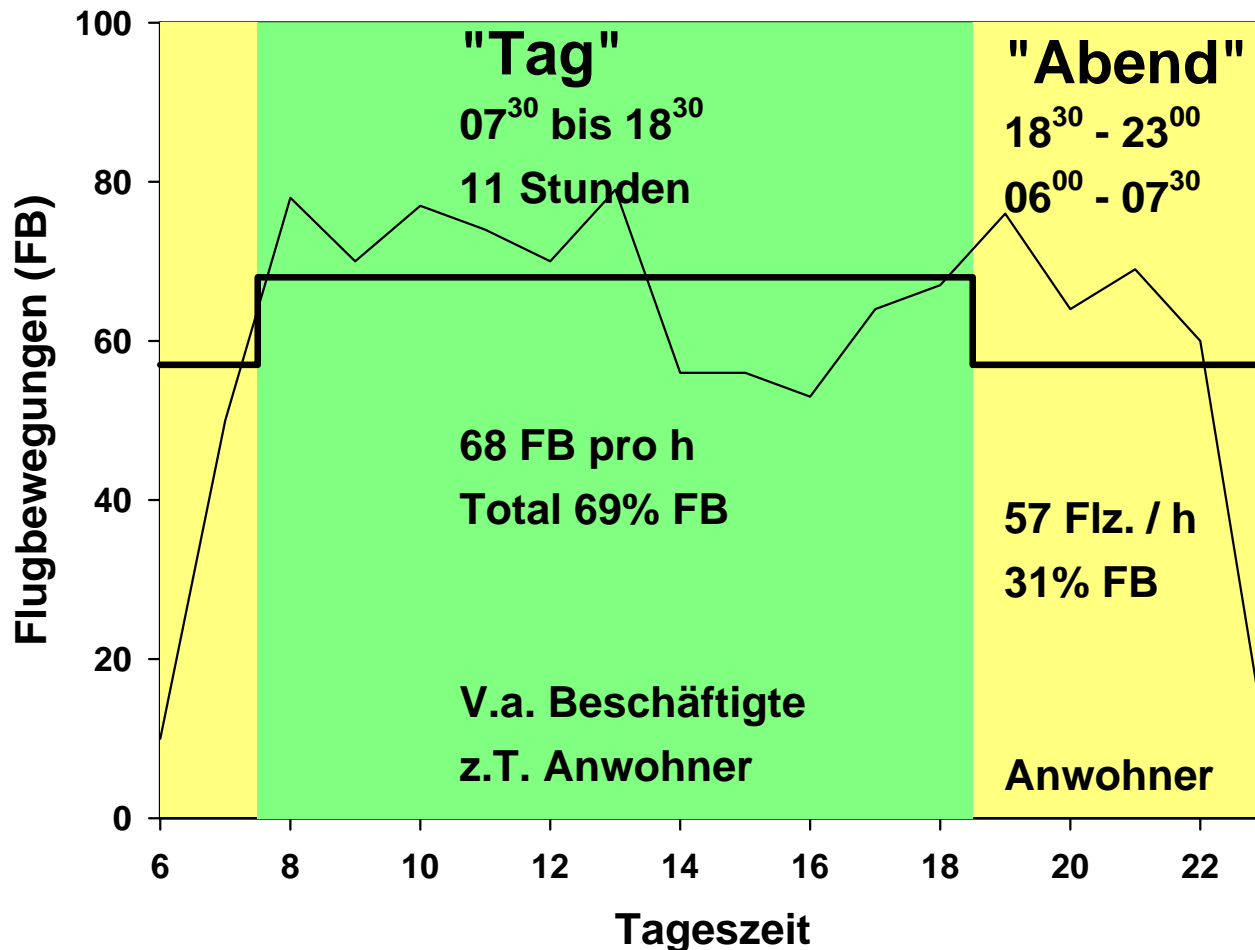
Landung

Start

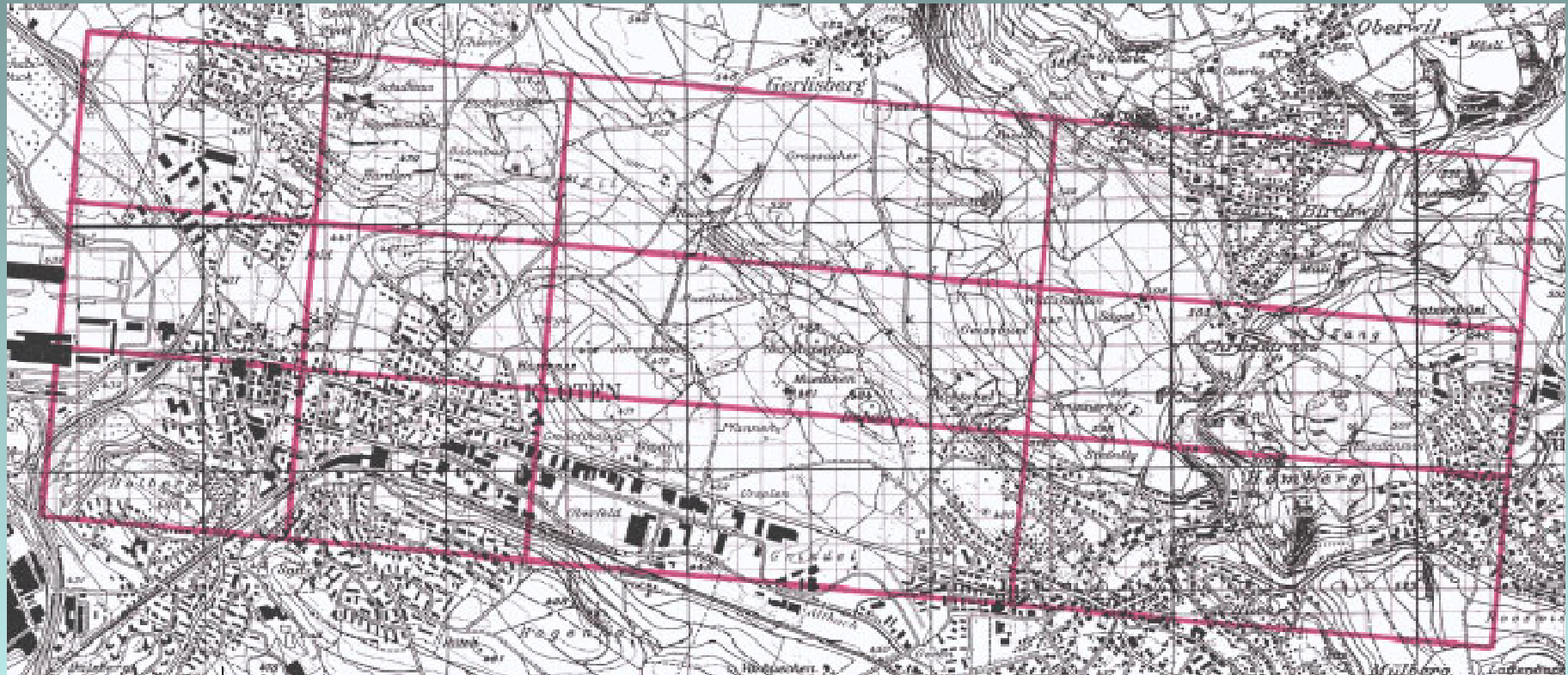
Demographische Verteilung – Beispiel Beschäftigte (Kartenausschnitt)



Expositionssituationen



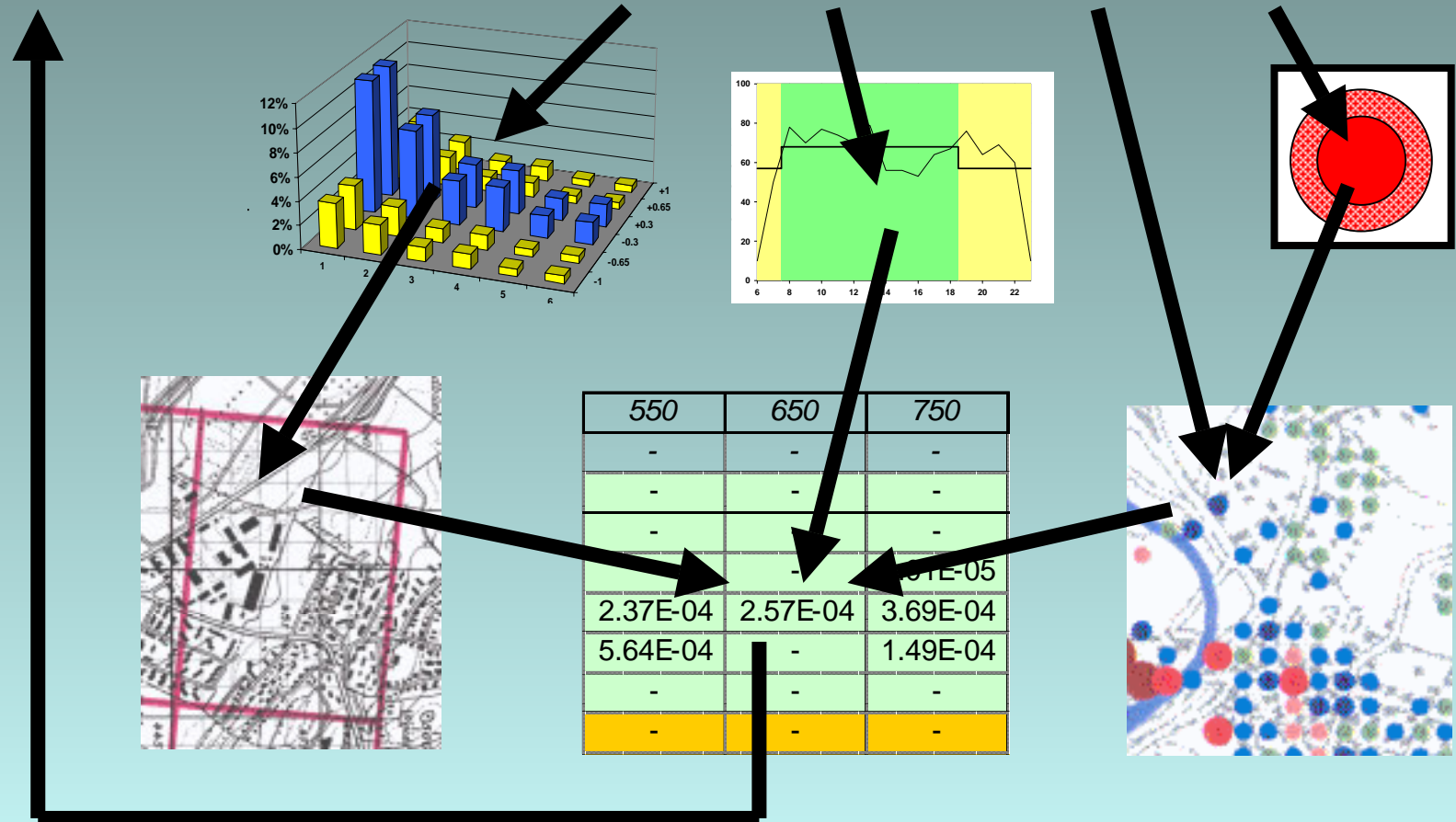
Superposition Aufprallwahrscheinlichkeiten und Bevölkerungsdichte (Landung Piste 28)





Risikoberechnungsschema

$$R = w \times A = (w \times t) \times (n \times \lambda)$$



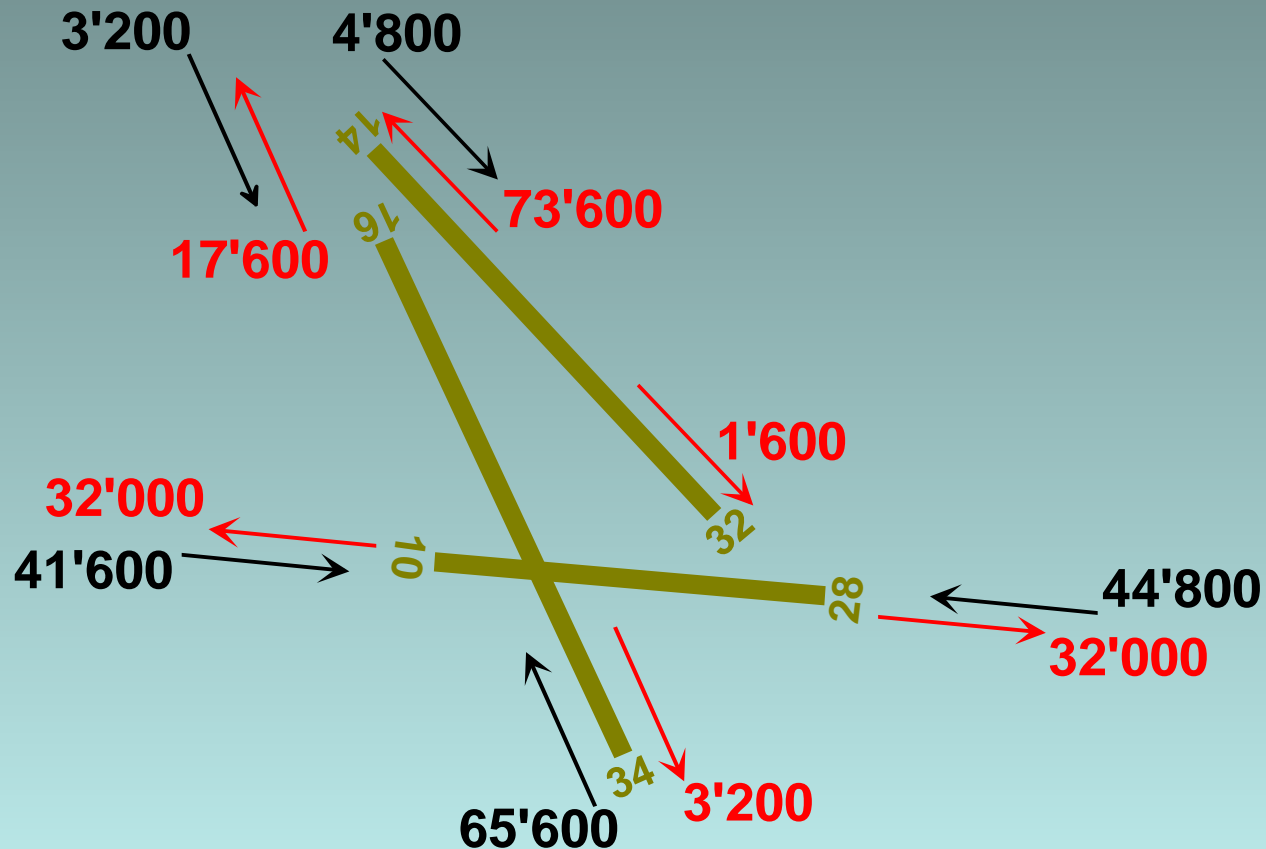
550	650	750
-	-	-
-	-	-
-	-	-
2.37E-04	2.57E-04	3.69E-04
5.64E-04	-	1.49E-04
-	-	-
-	-	-



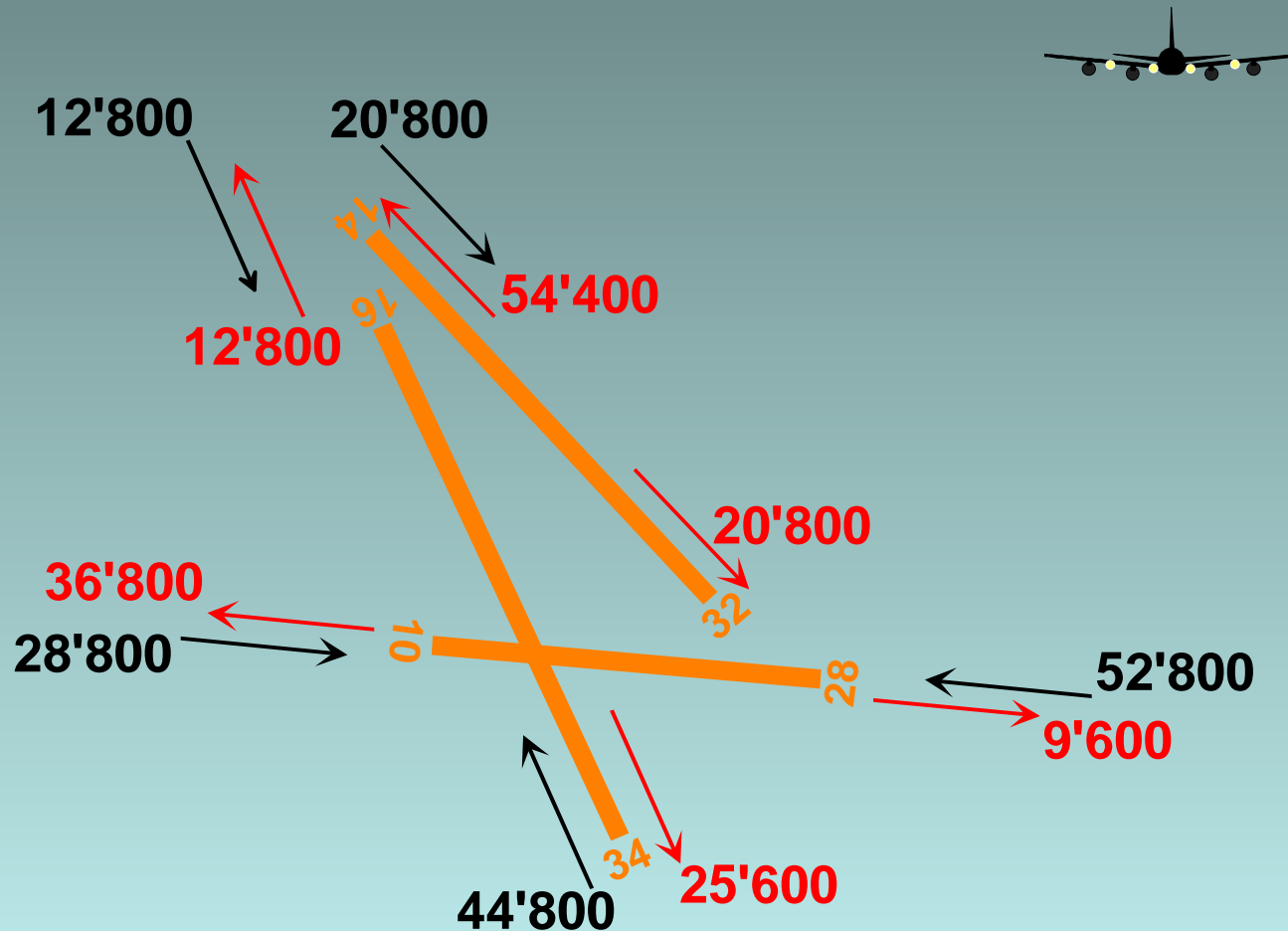
Beispiel einer Risikoberechnungsmatrix

Risikomatrix		Start 10 rechts				Situation Tag											
4.89		= Relatives Risiko pro Bewegung				Präsenzfaktor Anw ohner			0.35	Präsenzfaktor Beschäftigte			1.0	Letalitätszone 100%		0.2	Letalitätszone
		0.00E+00	0.00E+00	7.34E-04	2.20E-02	1.84E-01	1.06E-01	2.73E-01	5.16E-01	2.38E-01	6.83E-01	6.64E-02	6.01E-02	8.85E-02	1.36E-01	1.60E-01	1.95E-01
Koordinaten		685							686								
		450	550	650	750	850	950	050	150	250	350	450	550	650	750	850	950
258	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
257	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.99E-05	-	-	-	-
	550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.10E-03	-	-	-
	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.08E-03
	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00E-04	-	-	-	-
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	4.50E-03	3.40E-03	2.05E-03	3.05E-03	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	1.60E-02	-	-	-	1.44E-02	1.38E-02	1.91E-03	9.29E-04	-	-	-	-
	050	-	-	7.34E-04	1.49E-02	-	6.42E-03	8.22E-03	7.68E-03	1.27E-02	2.19E-02	-	-	-	-	-	-
256	950	-	-	-	-	-	3.54E-02	1.46E-03	6.00E-03	4.79E-03	1.02E-02	-	-	3.32E-03	3.32E-03	-	-
	850	-	-	-	-	-	-	2.91E-03	-	3.73E-02	4.73E-02	-	-	-	2.02E-02	8.33E-03	2.02E-02
	750	-	-	-	-	-	-	4.57E-02	2.18E-03	-	-	-	-	-	3.31E-02	8.33E-03	8.33E-03
	650	-	-	-	-	-	2.08E-02	1.59E-01	8.74E-02	1.66E-02	5.20E-01	6.33E-03	6.67E-04	-	-	1.96E-02	3.17E-02
	550	-	-	-	-	9.38E-02	7.86E-03	2.11E-02	2.77E-01	4.78E-02	2.85E-02	1.00E-03	1.33E-03	-	4.00E-03	5.60E-02	4.29E-02
	450	-	-	-	7.11E-03	-	1.02E-02	1.64E-02	5.26E-02	1.08E-02	1.13E-02	1.16E-02	1.46E-03	2.79E-03	9.15E-03	2.66E-02	1.52E-02
	350	-	-	-	-	-	8.63E-03	7.71E-03	4.56E-02	1.99E-02	1.62E-02	5.36E-03	6.10E-03	2.60E-02	5.80E-03	1.15E-02	9.89E-03
	250	-	-	-	-	7.45E-02	1.64E-02	1.05E-02	3.36E-02	3.67E-02	4.40E-04	2.90E-03	1.97E-02	1.97E-02	3.41E-02	1.69E-03	2.88E-02
	150	-	-	-	-	-	-	-	4.64E-03	3.29E-02	1.00E-02	1.40E-02	1.07E-02	1.79E-02	1.07E-02	1.55E-02	4.60E-03
	050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16E-02	9.91E-03	6.28E-03	8.76E-03	7.77E-03	2.39E-02
255	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.86E-03	1.19E-03	9.99E-05	1.43E-04	3.85E-03	7.14E-04
	850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.23E-03	3.28E-03	3.40E-03	3.34E-03	4.28E-04	2.00E-03
	750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.62E-03	1.20E-03	3.85E-03	3.53E-03	8.49E-04	3.89E-03
	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

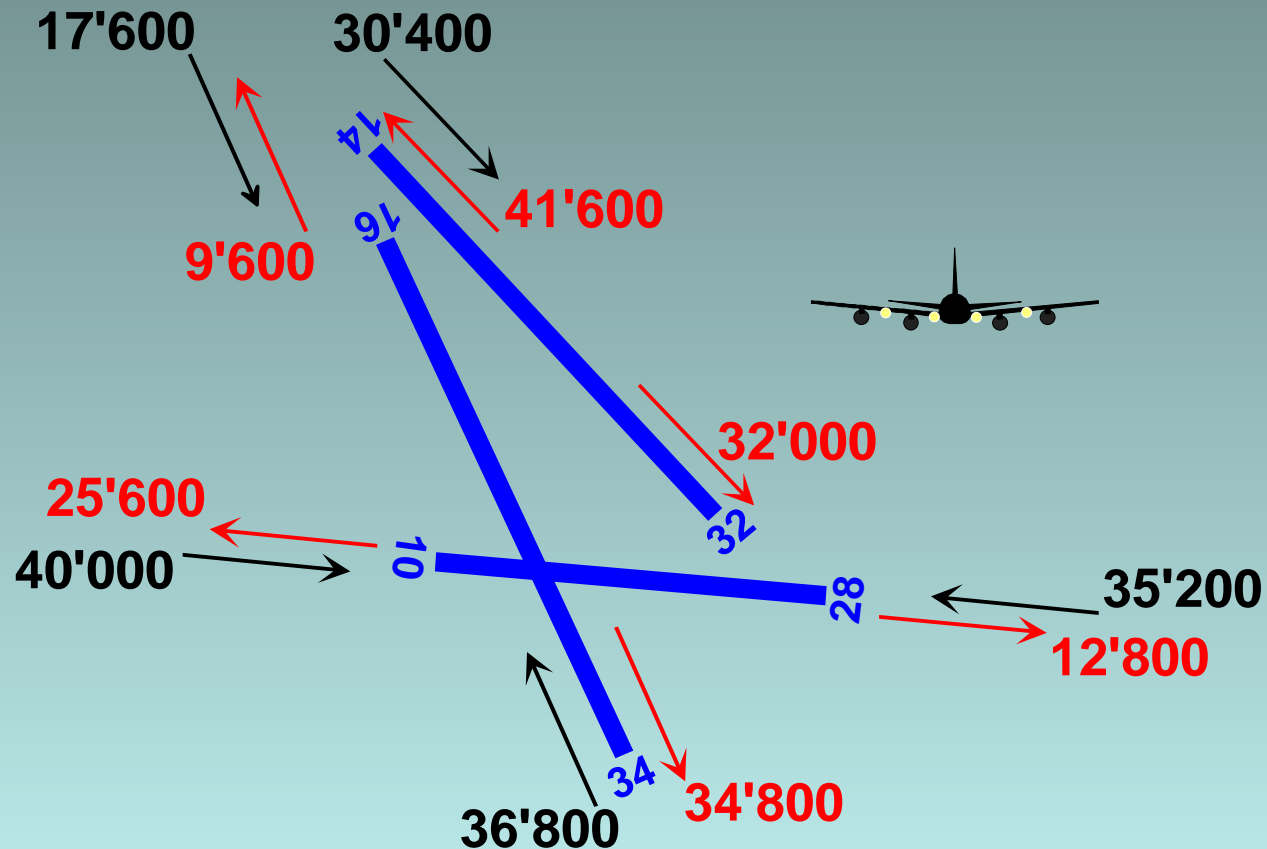
Variante Oliv optimiert



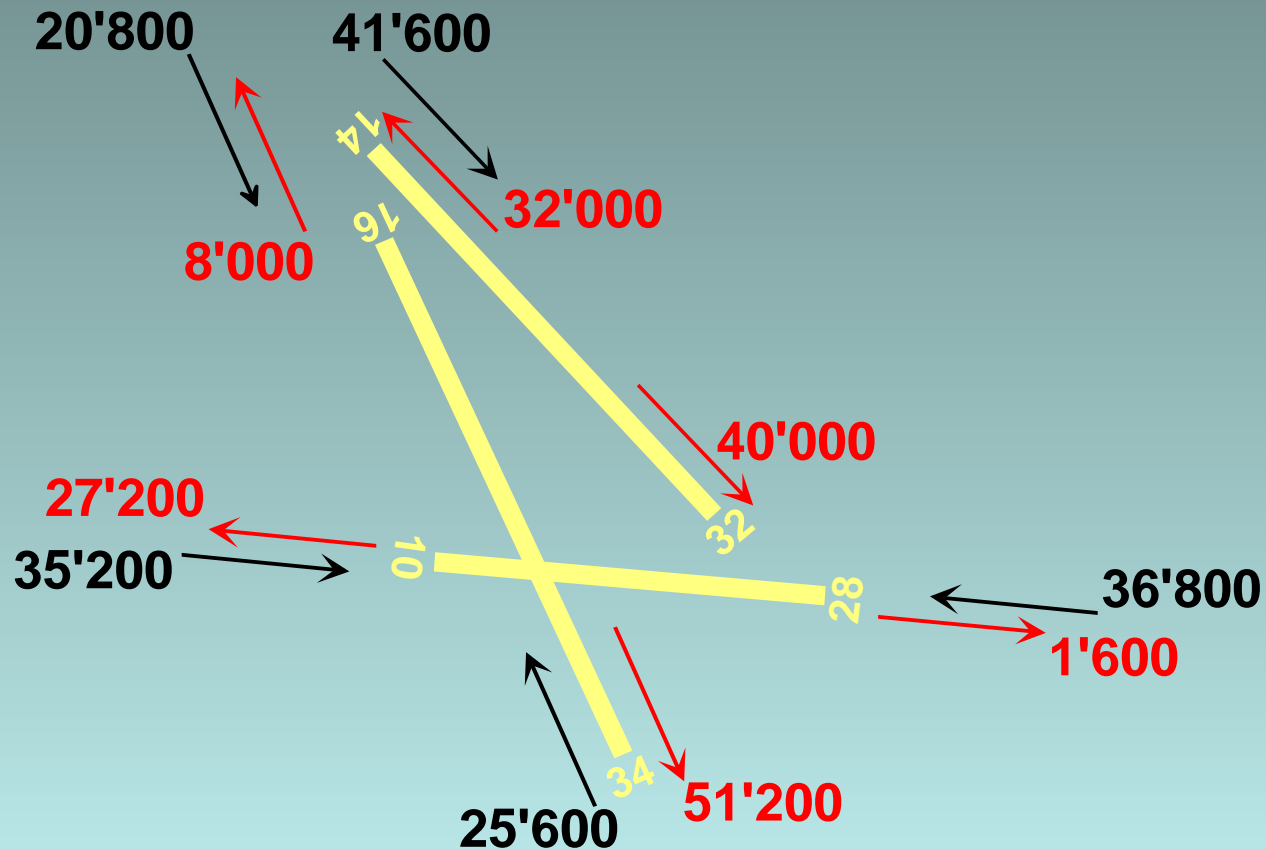
Variante Orange optimiert



Variante BV II optimiert („Runder Tisch“)

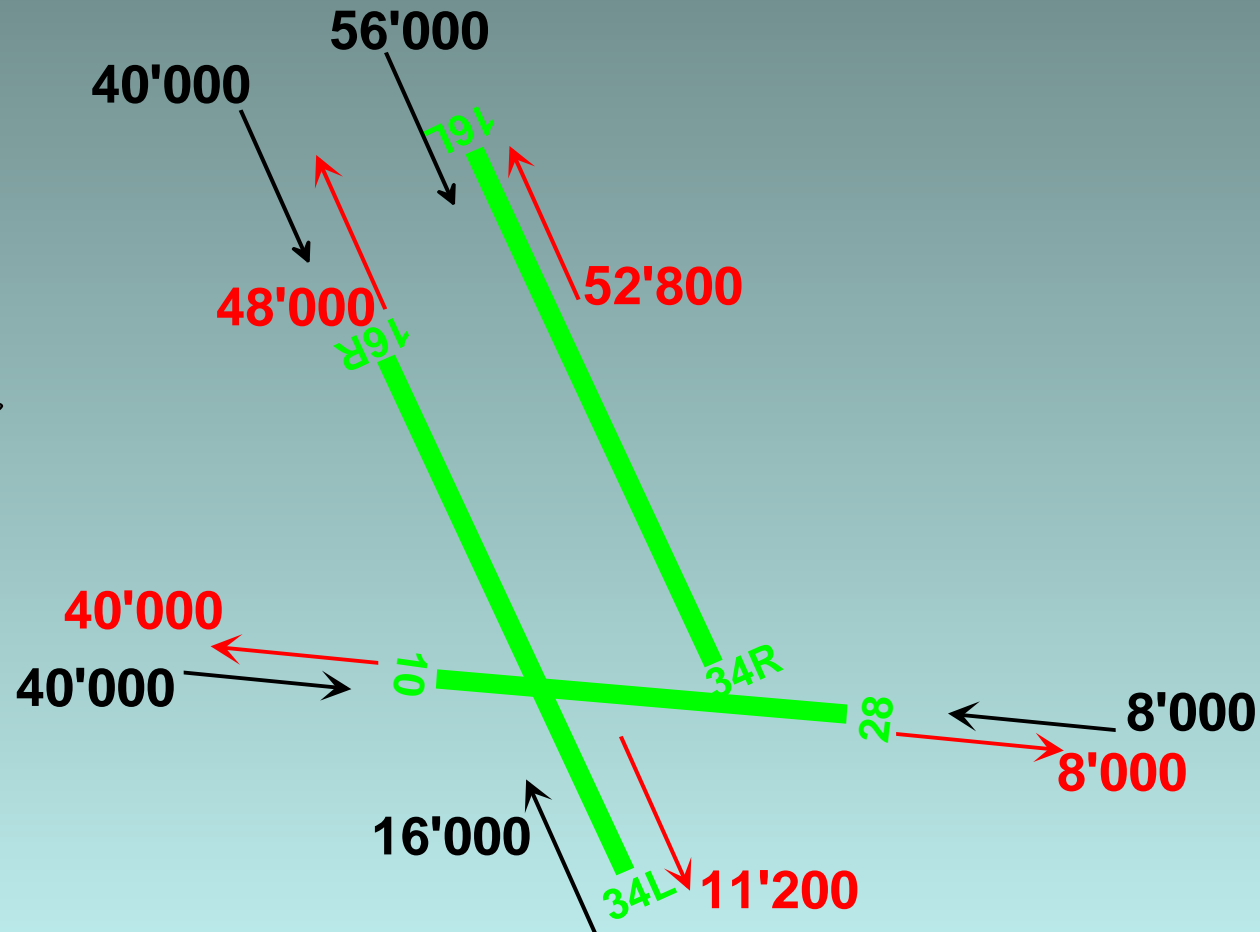


Variante Beige

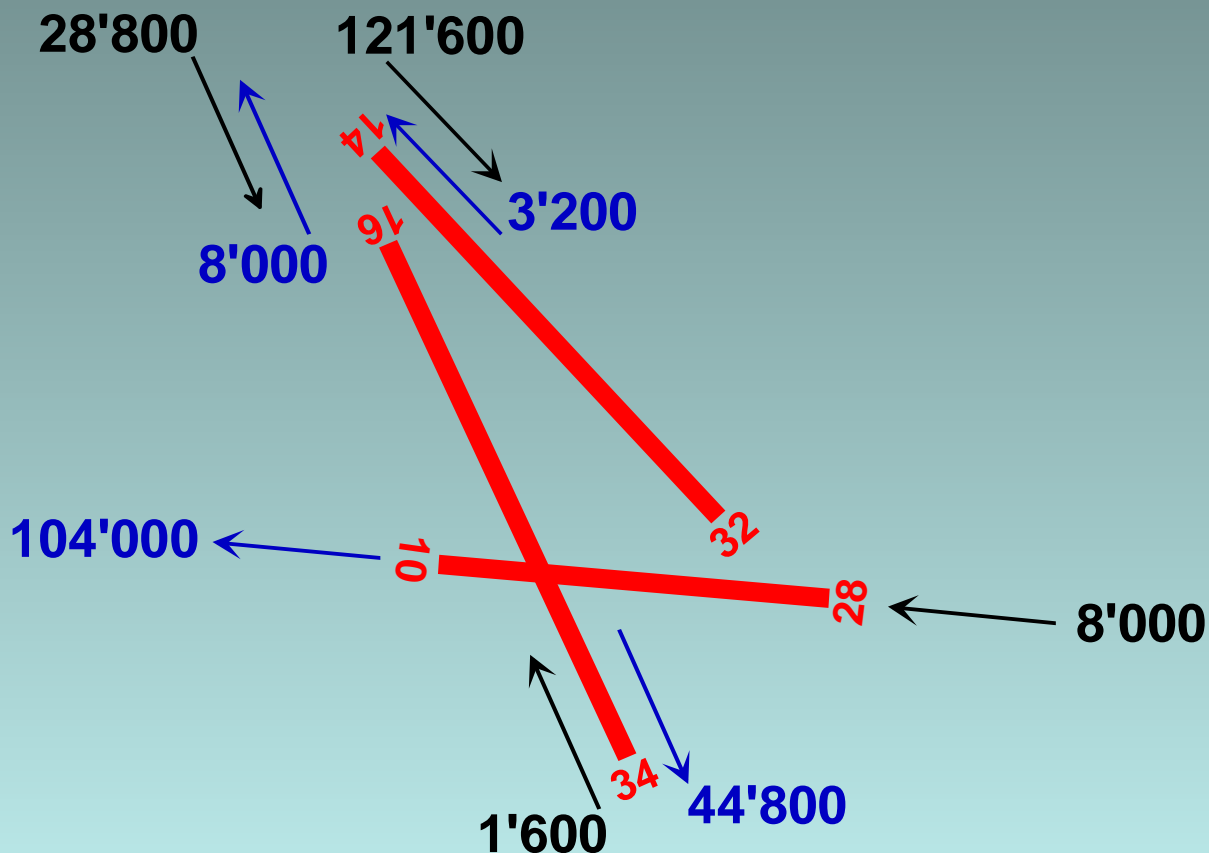




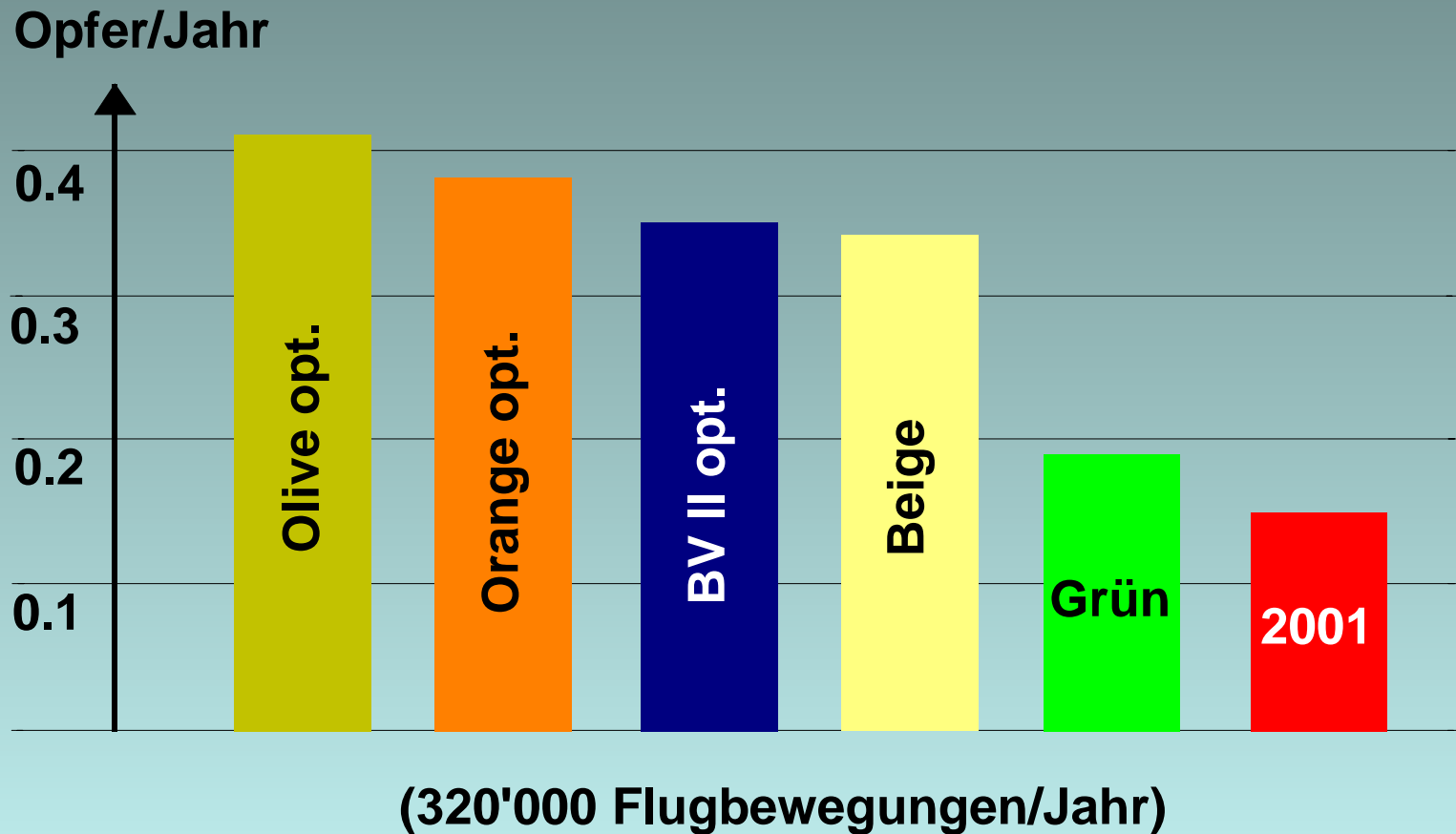
Variante Grün



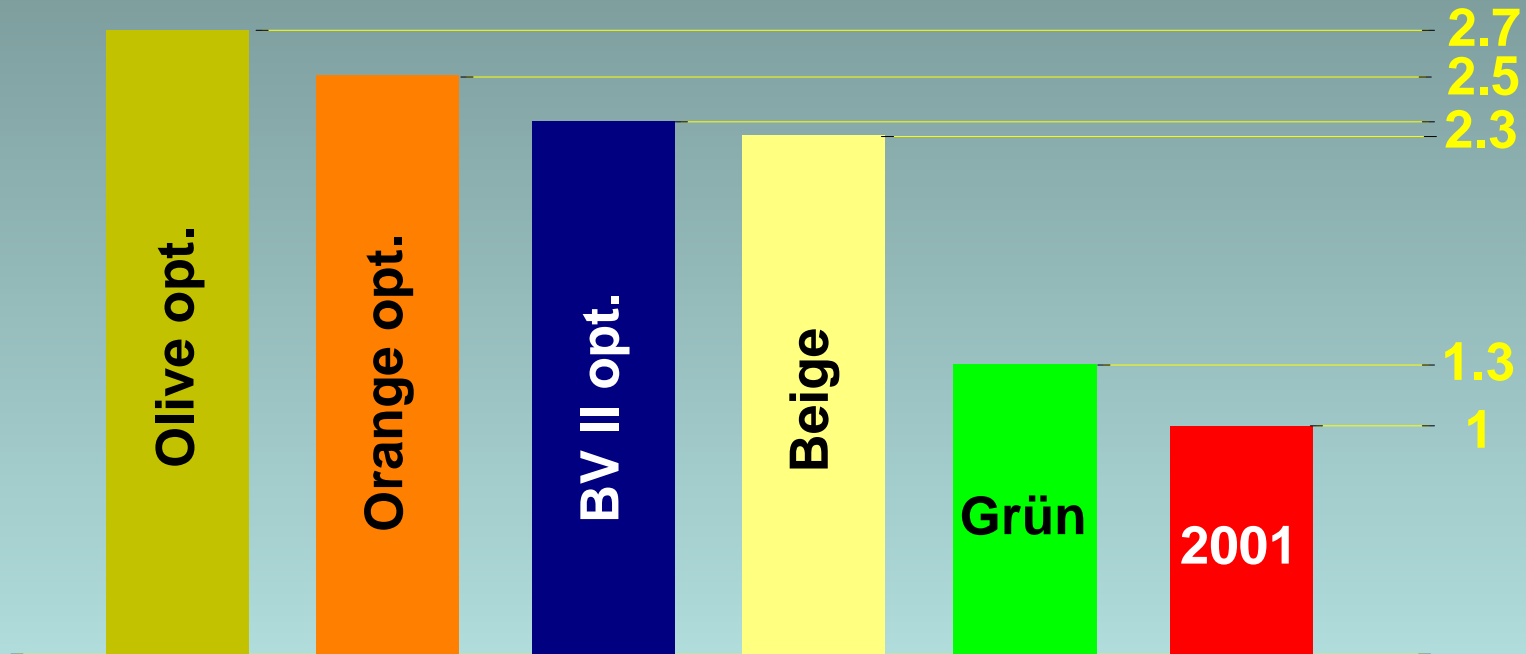
Variante 2001



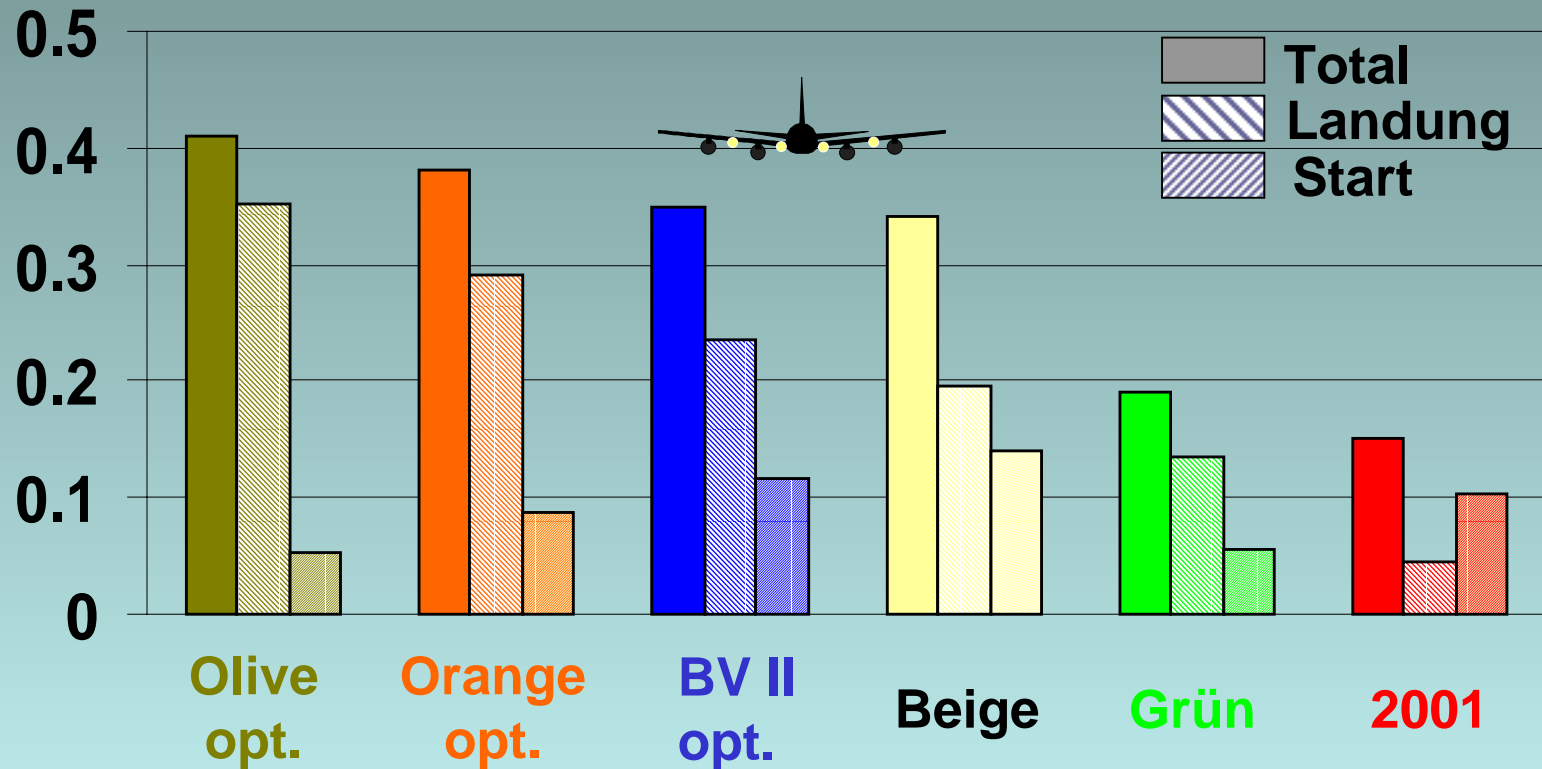
Resultat: Kollektive Risiken der verschiedenen Varianten



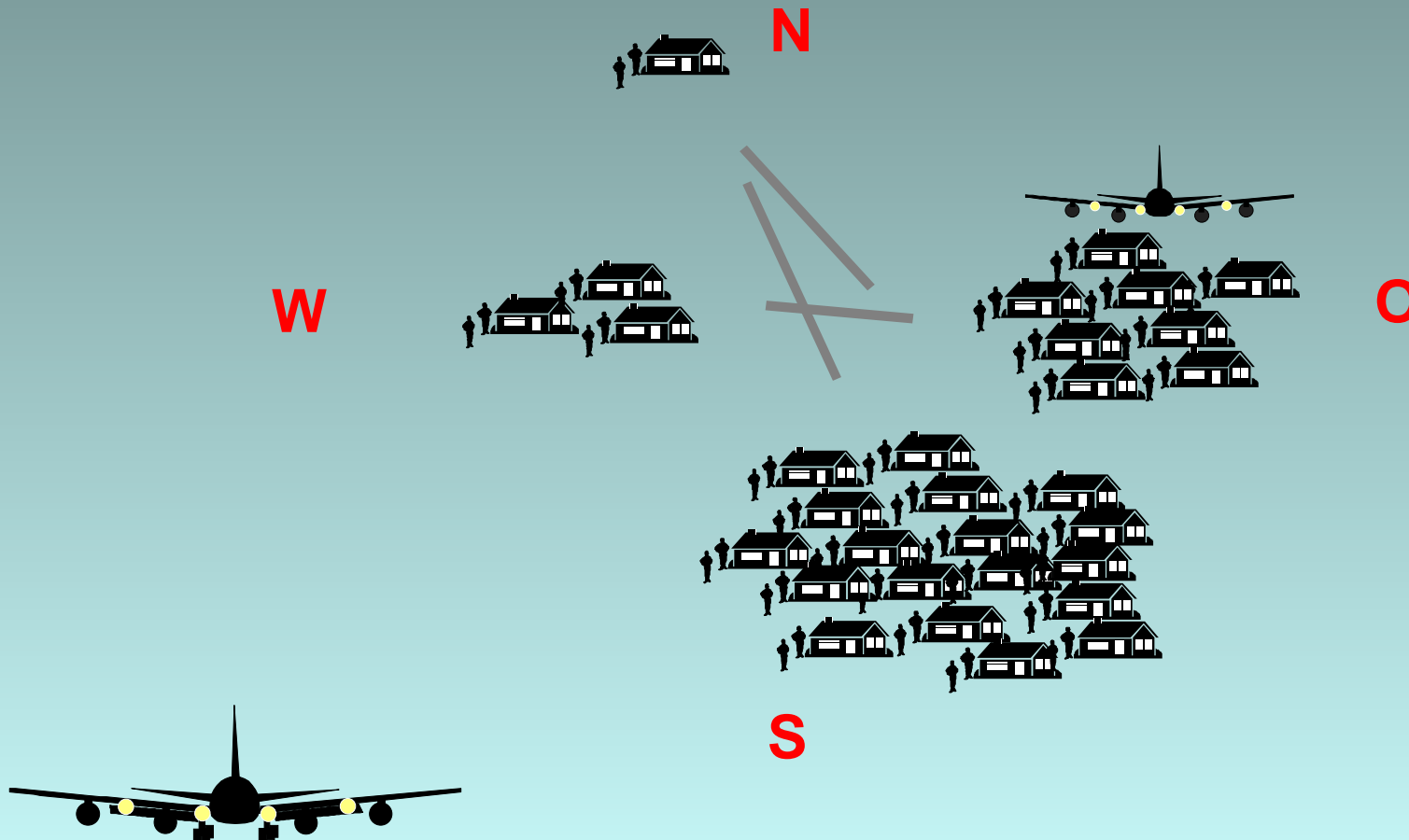
Resultat: Variantenvergleich (koll.Risiko)



Aufschlüsselung der kollektive Risiken/Jahr

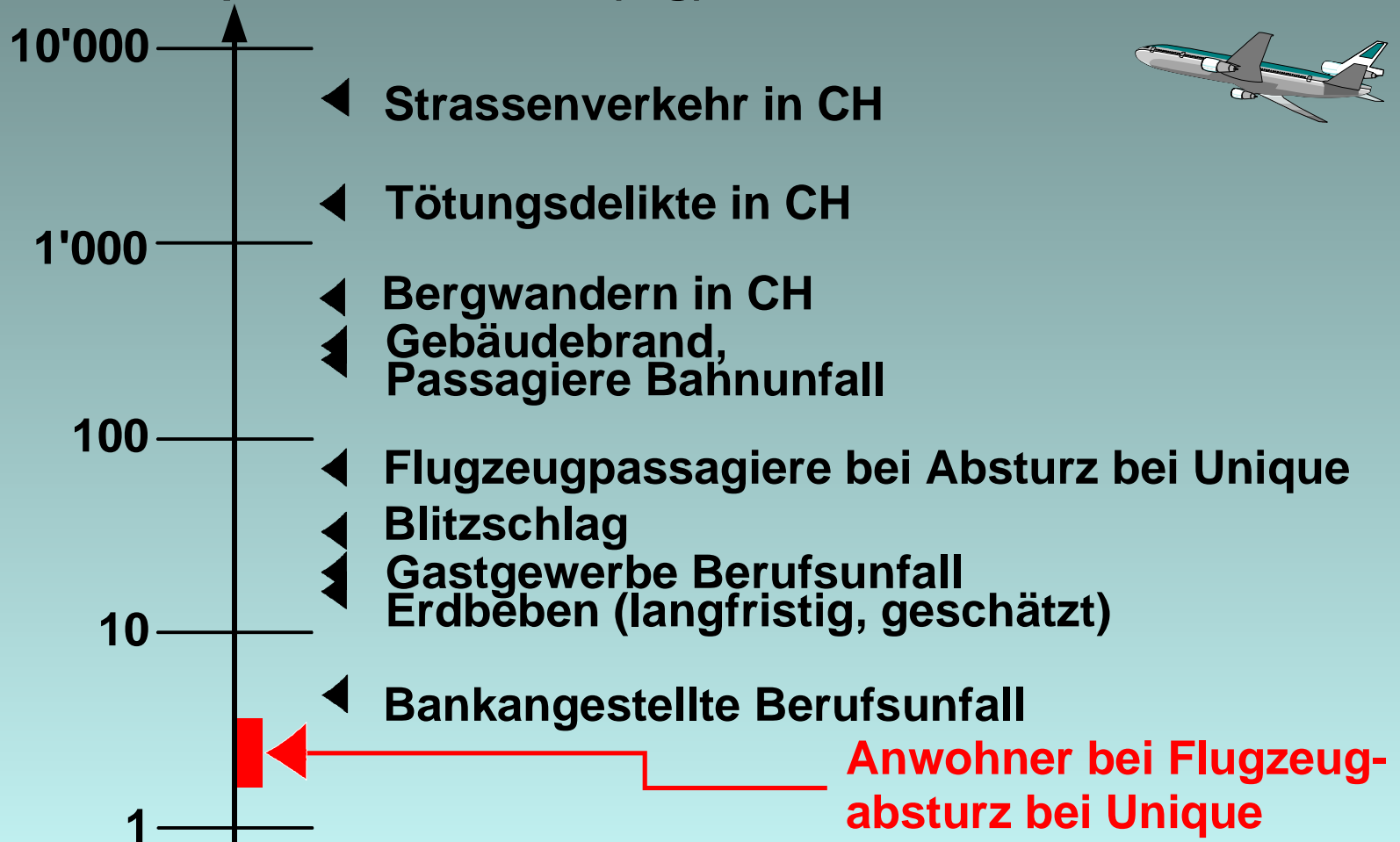


Begründung für Risikoverhältnisse anhand der zu erwartenden (mittleren) Ausmasse



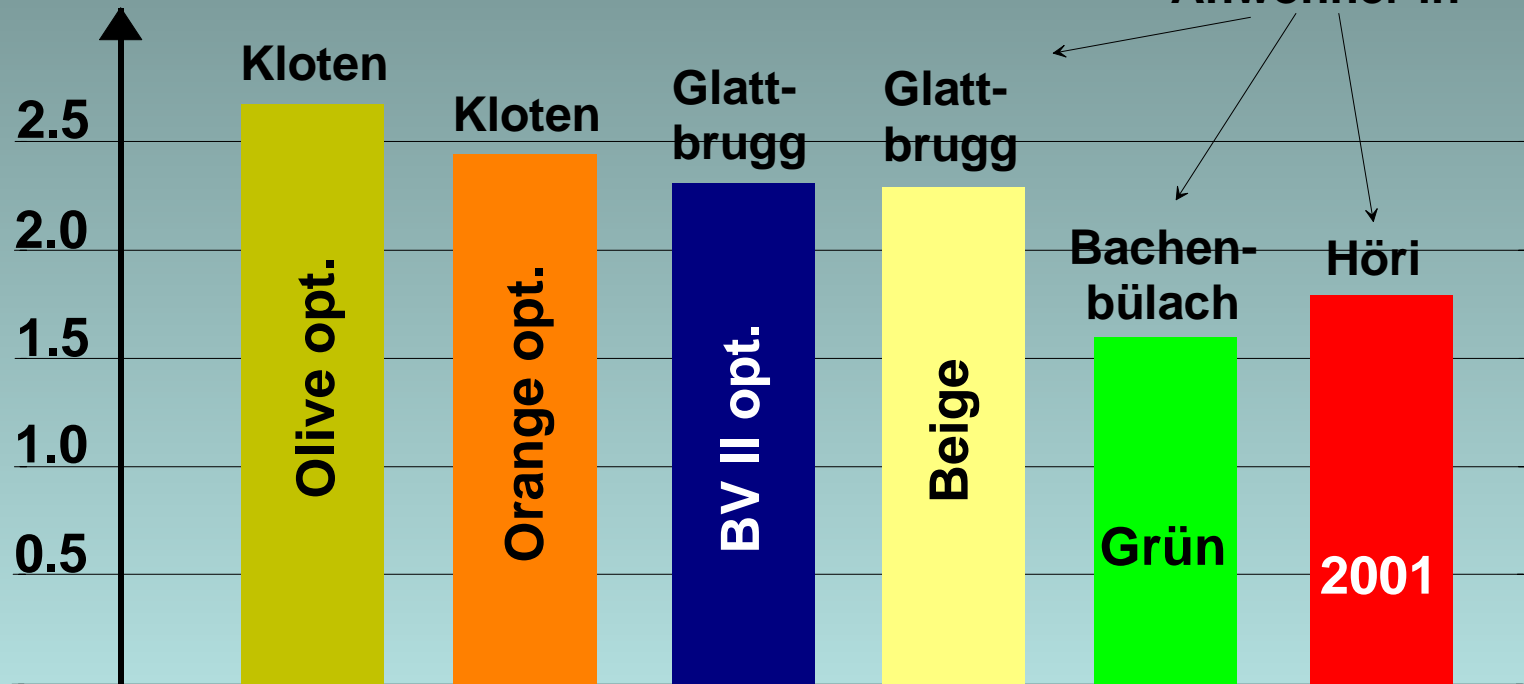
Vergleich kollektives Risiko

Erwartete Opfer in 10 Jahren (log)



Resultat: Maximale individuelle Risiken der verschiedenen Varianten

Opfer/100'000 Jahre

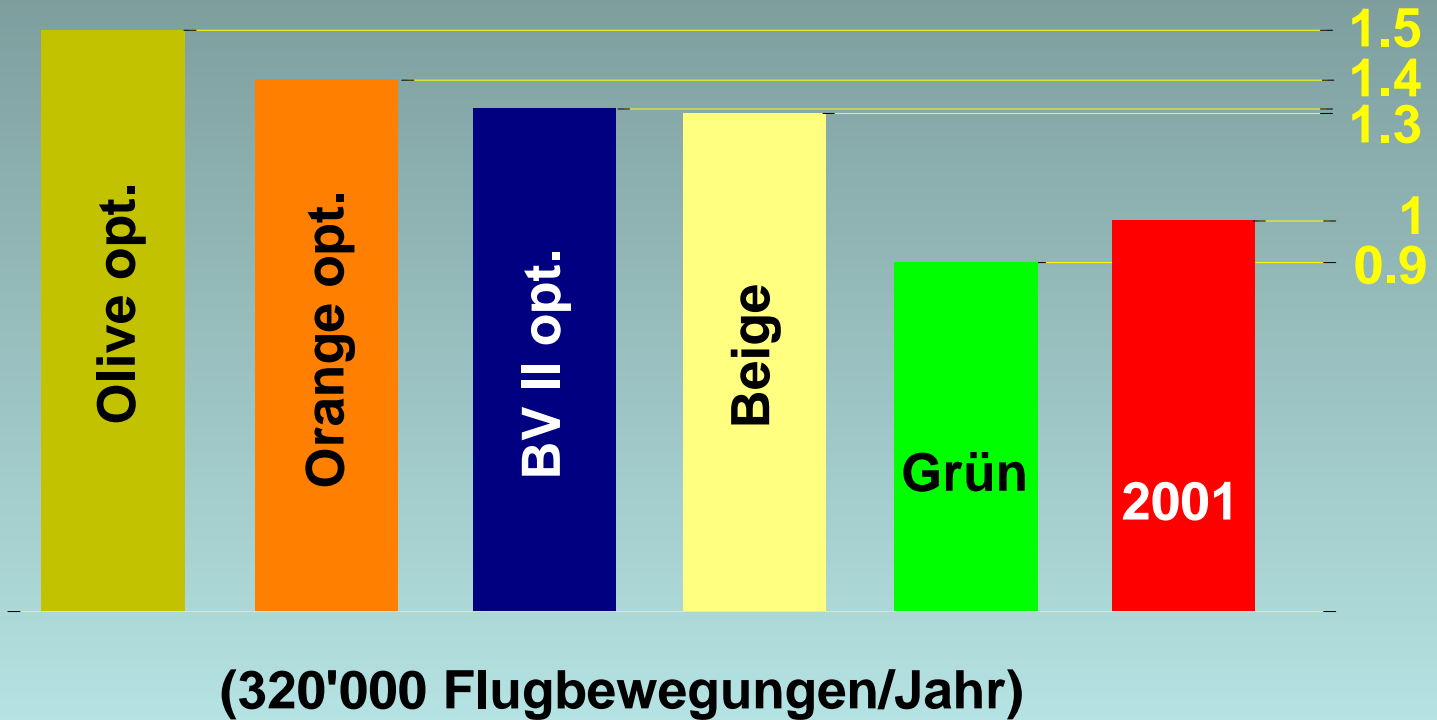


(320'000 Flugbewegungen/Jahr)





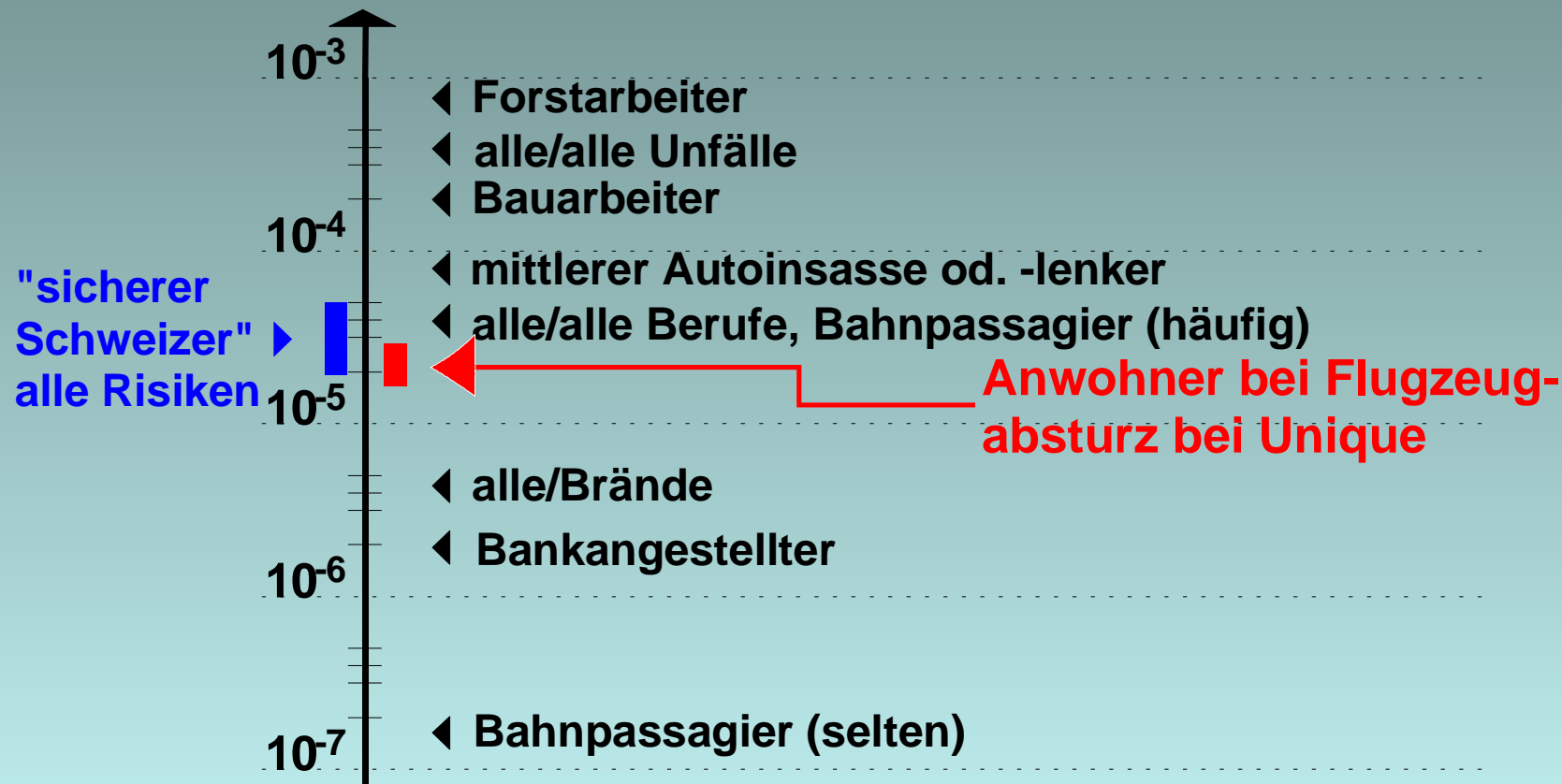
Resultat: Variantenvergleich (ind. Risiko)



Vergleich individuelles Risiko



Individuelles Todesfallrisiko/Jahr (log), Vergleichsbeispiele CH



Zusammenfassung 1

1. Es ist im langfristigen Schnitt mit **1 Absturz alle 10 Jahre** in Flugplatznähe zu rechnen.
2. Die für den Variantenvergleich **relevanten Risiken** werden im **Umkreis von 5 - 8 km** um die Pisten erzeugt.
3. Die z.Zt. diskutierten **4 Betriebsvarianten** mit vielen Flügen über dicht besiedeltem Gebiet sind
 - **insgesamt** (kollektives Risiko) ca. **2.3 - 2.7 mal** und
 - für den höchstgefährdeten **Anwohner** (max. individuelles Risiko) ca. **1.3 - 1.5 mal**

unsicherer als das bisherige über weniger besiedeltem Gebiet führende Regime.





Zusammenfassung 2

- 4. a) Die "**Parallelpistenvariante**" ist ca. **30 % unsicherer** als der bisherige Betrieb und entsprechend sicherer als die 4 anderen Varianten.
- b) Sie gefährdet die am **meisten exponierten** Anwohner etwas weniger als bisher, aber **deutlich weniger** als die 4 anderen Varianten
- 5. a) Generell sind die **Risiken für die Anwohner** vergleichsweise **nicht besonders hoch**, aber damit **nicht vernachlässigbar**.
- b) Insbesondere sind **Unfälle mit katastrophalen Opferzahlen** **nicht** vollständig **unmöglich**.

