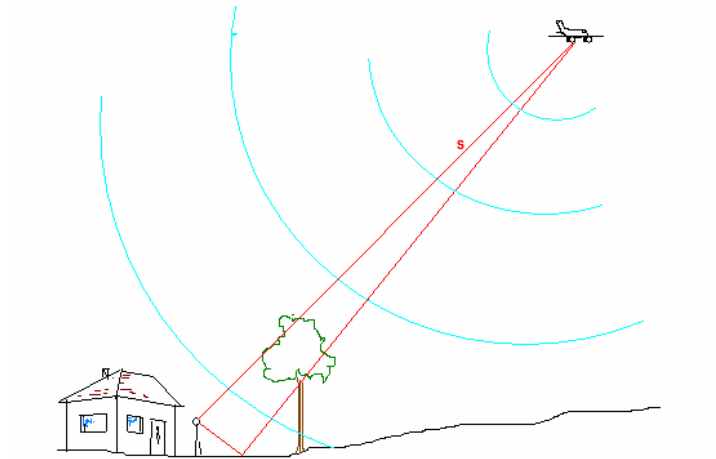


Fluglärm – Berechnung und Auswirkungen

Ein Übersichtsvortrag von

Prof. Dr.-Ing. habil. Erhard Augustin

auf der BVBB-Fachtagung am 26.03.2011 auf Schloß
Diedersdorf



1. Berechnungsmethode

Voraussetzungen: **Modellflugplan für das zu untersuchende Analyse- bzw. Prognosejahr:**

- nach **Verkehrsaufkommen**, Personen, Fracht, erkennbarer Verkehrsbedarf **oder**
- nach **Flugplan**,
- nach **Flugzeugtypen** (Art, Größe, Flugzeugmix) und somit den zutreffenden **Flugzeuggruppen** gemäß Definition in der AzB,
- nach deren **Betriebsart** (Start, Landung),
- nach deren **Betriebsrichtung** (westlich, östlich, abhängig von der Windrichtung und –stärke und von den Destinationen,
- nach der **Tageszeit**,
- nach den in Frage kommenden **Start- bzw. Landebahnen**,
- nach der **Anzahl der Flugbewegungen** und
- nach der **Zuordnung zu optimalen Flugrouten**, abhängig von den Destinationen

1. Ergebnis: **Nach entsprechender Aufbereitung dieser Ausgangsdaten liegt fest:**

- wann, zu welcher Tageszeit
- wie viele Flugzeuge bestimmter Gruppen nach AzB
- von welcher Startbahn/auf welcher Landebahn
- in/aus welcher Richtung, und damit Betriebsrichtung
- entlang welcher – idealisierten – Flugrouten
- ab- bzw. anfliegen.

Berechnung:

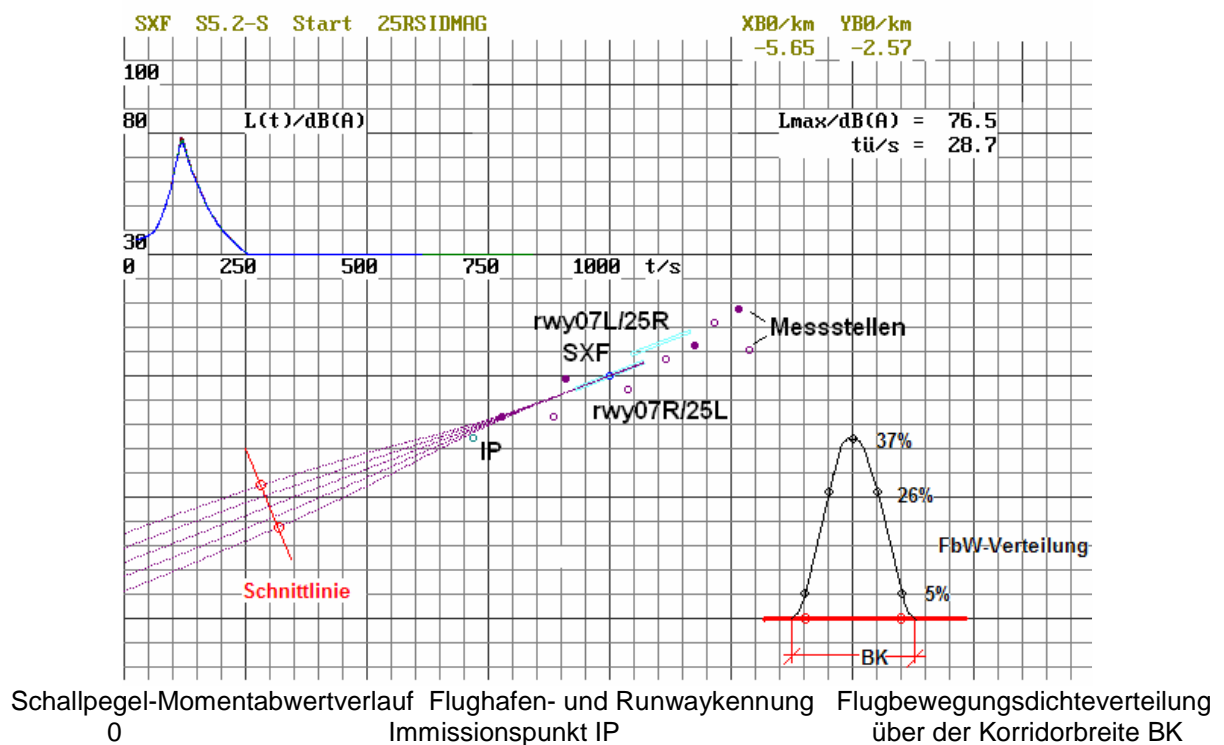
- **Grundlage** bildet die mit dem Fluglärmgesetz gemeinsam verabschiedete Verordnung: „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen ... (**AzB**)“, **Stand 2008**.
- Die Berechnung basiert auf einer **Simulation** aller Flugbewegungen (dreidimensional) auf ihren Flugbahnen entlang der entsprechend gewählten Flugrouten im **Sekundentakt**.
- Dabei werden den entsprechenden **Flugzeuggruppen** die typischen **akustischen** (z. B. die Schallabstrahlungsleistung, usw.) und die spezifischen **flugdynamischen Parameter** (z.B. die Flughöhe und das Steigvermögen, die Fluggeschwindigkeit, usw.) zugeordnet.
- **Für jeden** gewählten **Immissionspunkt** werden in Abhängigkeit von der momentanen Sichtentfernung zwischen Immissionspunkt und Flugzeug und der davon abhängigen Schallausbreitungsdämpfung die momentanen Schallpegel berechnet.

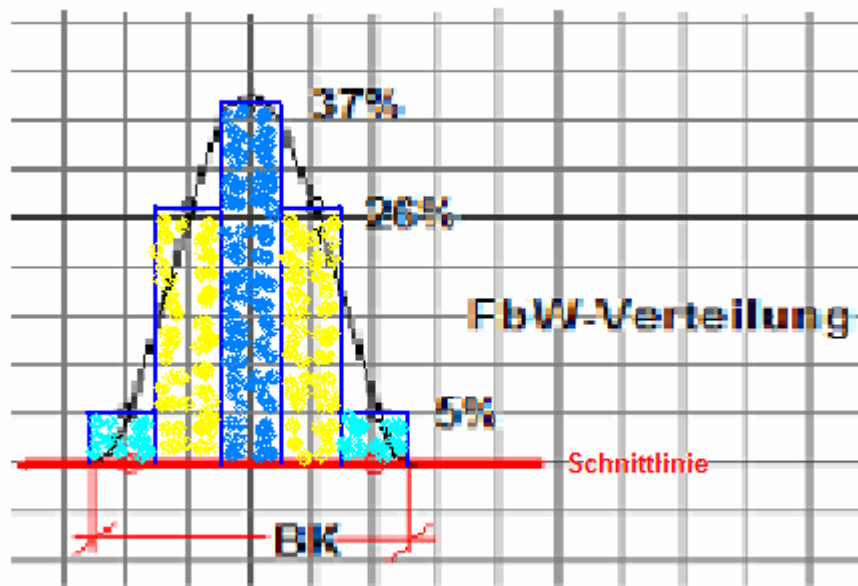
Beachtung bestimmter Randbedingungen:

- Bei der Wahl der für die Berechnung **maßgebenden Flugbahnen** werden nicht die idealisierten Flugrouten angesetzt, sondern **Flugkorridore**.
- Die **Breite dieser Flugkorridore** nimmt – besonders für alle Abflugwege – ausgehend bei Null im Abhebe- und Landepunkt auf der Start- und Landebahn – mit der Entfernung vom Flughafen kontinuierlich – nach Erfahrungswerten – zu und erreicht schließlich auf geraden Flugroutenabschnitten eine **maximale Breite** von **etwa 2 bis 3 km**.
- Dabei liegt die **idealisierte Flugroute** etwa im **Zentrum** des Flugkorridors.

- Die **Belegungsdichte** des Flugkorridors in Folge der Abweichungen der realen Flugbahnen von der „idealisierten Flugroutenlinie“ wird als statistische Verteilung in Form einer **Glockenkurve** rechnerisch berücksichtigt.

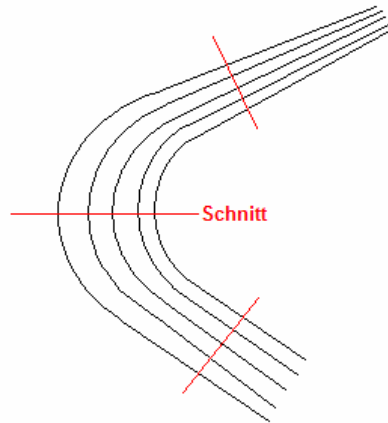
Flughafenkennung Flugzeuggruppe Betriebsart Runwaykennung und Betriebsrichtung
 Immissionspunktkoordinaten
 Maximalschallpegel und
 Wirksame Überflugdauer





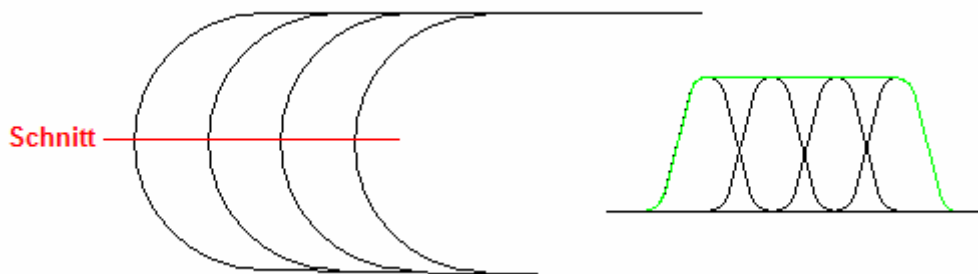
Ersatz einer kontinuierlichen Belegung eines Flugbahnkorridors der Breite BK durch 5 Ersatz-Sub-Korridore mit jeweils konstanter Belegung

- Bei der **Berechnung** kann aber aus Aufwandsgründen (echte Integration) keine kontinuierliche Belegungsdichte angesetzt werden.
- Deshalb werden mit guter Genauigkeit **5** (bis maximal 15) **Sub-Flugbahnen** mit einer jeweils **konstanten Belegungsdichte** des angegebenen %-Wertes der Verteilung (ca. 5%, 26% und 37%) im Sinne einer **angenäherten Integration** durch Addition) zu Grunde gelegt.
- Bei **gekrümmten Flugbahnabschnitten** werden die **Korridorbreiten** – im Anschluss an die Werte am Ende der davor liegenden geraden Flugbahnabschnitte – tendenziell fortgesetzt; aber **zur Mitte des Kreisbogenabschnitts hin** – noch etwas **vergrößert**



Skizze der „Aufblähung“ der Korridorbreite im Abkurbungsbereich

- Bei zu erwartenden **Flugbahnabschnitten mit besonders breiten Abkurbungsbereichen** werden diese in **mehrere**, sich am Rand überlappende **Abkurbungsabschnitte** mit anteiliger Aufteilung der betreffenden Flugbewegungen gebildet.

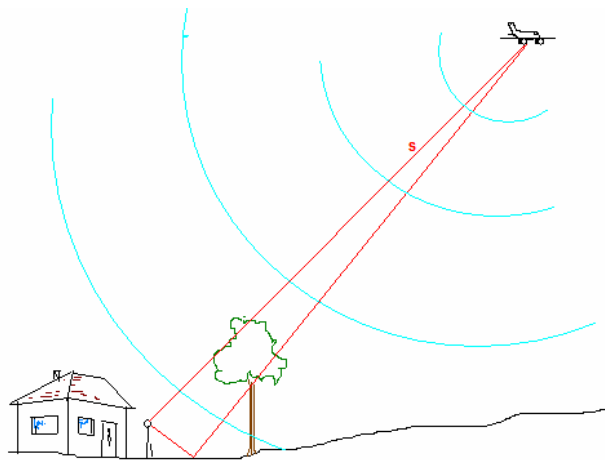


Erweiterung der Korridorbreite im mehrfachen Abkurbungsbereich – im Zentrum ergibt sich dabei eine etwa **gleichverteilte Belegungsdichte**

Maßgebend für die Lärmbelastung am Immissionspunkt sind:

- die **momentane Sichtentfernung** zwischen dem Immissionspunkt und dem Flugzeug,
- der **Erhebungswinkel** dieser Sichtverbindung,

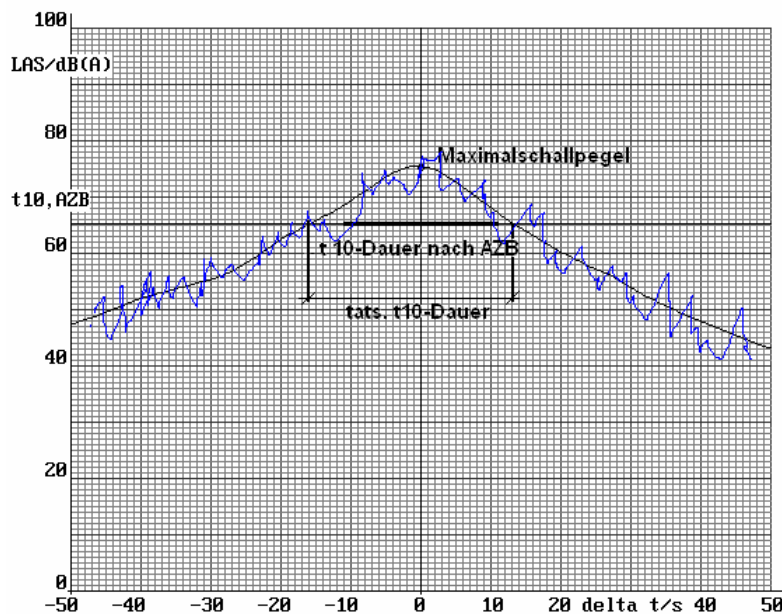
- die **Messhöhe über dem Erdboden** (normal 4 bis 10m),
- der **Abstand des Messpunktes von der Hauswand** (mindestens 2m) **und von** anderen **reflektierenden Objekten** im näheren Umfeld des betroffenen Gebäudes (mindestens 10m).
- Es wird der Schallpegel unter **Berücksichtigung einer idealen Bodenreflexion** ermittelt (Freifeldpegel).
- **Reflexionen an Nachbargebäuden, Abschattungen** durch das eigene oder benachbarte Gebäude und andere Objekte, **Umgebungsbewuchs** sowie Einflüsse von **Wetterbedingungen**, insbesondere **Wind werden nicht berücksichtigt.**



Als Ergebnis der Berechnungen ergibt sich:

- der **momentane Schallpegel** jeder Flugbewegung am Beobachtungspunkt (Immissionspunkt) im Sekundentakt in Abhängigkeit von der momentanen Sichtentfernung

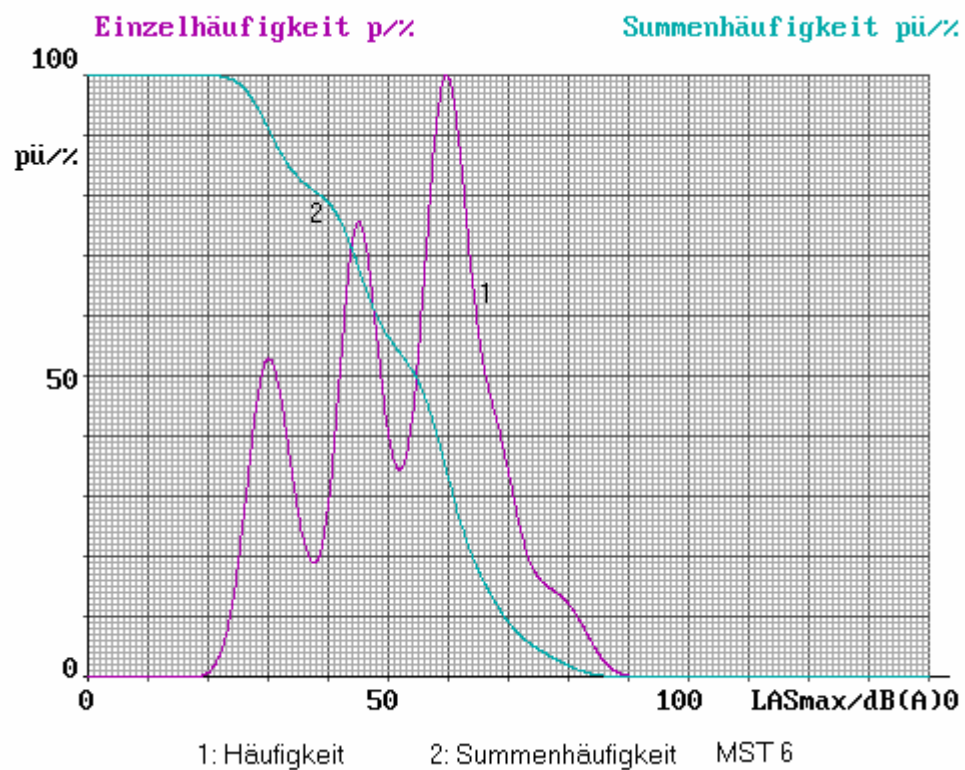
und dem Erhebungswinkel jeder Flugbewegung auf dem jeweiligen Flugkurs.



Tatsächlicher und „**gemittelter**“ **Verlauf** des momentanen Schallpegels an einem Immissionspunkt (insbesondere durch **Windeinfluss** bedingt !)

Auswertung und Zusammenfassung:

- Aufsummierung aller am Immissionspunkt eingetroffenen Schallenergieanteile aller Flugbewegungen und deren zeitlicher Mittelwert ergibt – nach einer Logarithmierung – den **Dauerschallpegel**.
- Für jede Flugbewegung erhält man den **Maximalschallpegel** und die **wirksame Überflugdauer** im Bereich des Immissionspunktes
- Aus der Häufigkeitsverteilung der in 1 dB(A)-Klassen einsortierten, tagesdurchschnittlichen Maximalschallpegel aller Flugbewegungen erhält man über die Summenhäufigkeitsverteilungskurve die **Zahl der – größten - Maximalschallpegel, die einen bestimmten Grenzwert** (normal z.B. 70 dB(A)) **erreichen oder überschreiten** und damit den sogenannten **NAT70-Wert** (numbers above threshold) bestimmen.



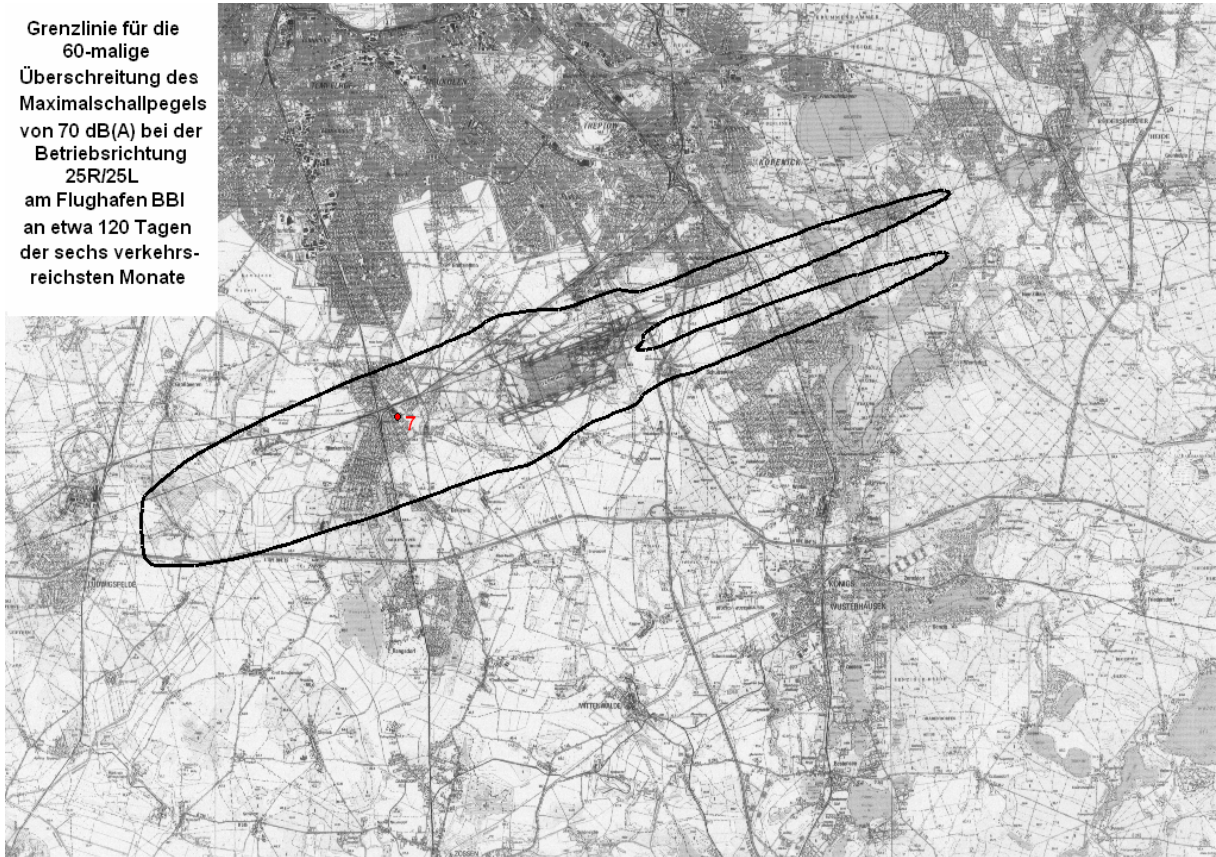
Typische Verläufe der **Häufigkeits-** und **Summenhäufigkeits-**Verteilungen im Bereich einer Fluglärmmessstelle

Der **NAT(70)-Wert** ergibt sich **hier zu 9% aller Flugbewegungen im Bereich dieses Immissionspunktes.**

Bisheriges Ergebnis der Untersuchungen:

- **Viele relevante Fluglärmgrößen und wichtige Zusatzinformationen** für jeden einzelnen gewählten Immissionspunkt – oder
- eine geschlossene **Isokonturlinie** um den Flughafen herum - **für einen ganz bestimmten Fluglärmpegel oder NAT-Wert**, der mit einer 50%-igen Wahrscheinlichkeit an jedem Punkt dieser Kurve die Einhaltung bzw. Überschreitung des entsprechenden Pegels angibt (z.B. einen **Lärmschutzbereich**).
-

Grenzlinie für die
60-malige
Überschreitung des
Maximalschallpegels
von 70 dB(A) bei der
Betriebsrichtung
25R/25L
am Flughafen BBI
an etwa 120 Tagen
der sechs verkehrs-
reichsten Monate

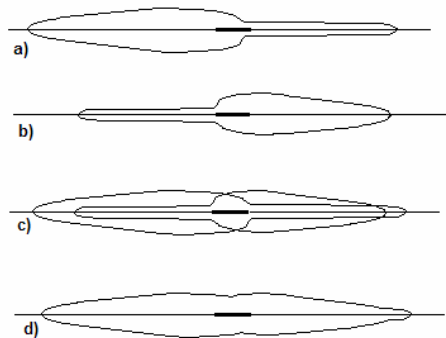


Darstellung der Isokontourlinie $\text{NAT}(70) = 60$ am Tage bei Westbetrieb

2. Nun einige Bemerkungen zu den **Auswirkungen der errechneten Fluglärmbelastung** (Diskussion der erzielten Ergebnisse) :

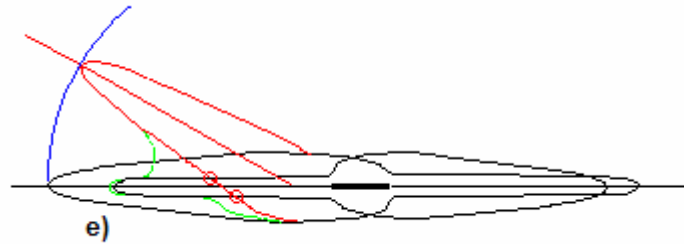
- **schmale „Lärmzipfel“ beim Landeanflug** wegen des im Normalfall erfolgenden funkstrahl- und instrumenten-geführten Landeanflugs (ILS) und
- **breitere „Lärmkeulen“ auf der Abflugseite** bei westlicher Betriebsrichtung durch Westwindkomponenten entgegen der Flug-richtung.
- Bei einem **Windrichtungsverhältnis West/Ost = 2**, typisch für die sechs verkehrsreichsten Monate im Raum Schönefeld, bedeutet dies, dass das dargestellte Fluglärmgebiet durch Westwindbedingungen **an ca. 120 Tagen** zu erwarten ist.

- An den restlichen **60 Tagen** ergibt sich etwa – **spiegelbildlich** – ein **ähnlicher Kurvenverlauf**, allerdings mit einer **geringeren Länge der „Zipfel“ bzw. „Keule“**, da sich auch die **Anzahl der Flugbewegungen** in diesem Bereich zur Gesamtzahl aller Flugbewegungen im Beobachtungszeitraum wegen West/Ost = 2 wie **1 zu 3** verhält.



Die **Überlagerung** der genannten Fälle a) und b) zu c) und schließlich d) lässt erkennen:

- dass auf der **westlichen Seite** die Lärmbeiträge der Landeanflüge durch die Lärmanteile der Abflüge „überdeckt werden“.
- Auf der **Ostseite** ist die Situation anders. Hier überwiegt zunächst der Einfluss der wesentlich niedrigeren Landeanflüge, bis die breitere Lärmkeule der Abflüge in der Nähe des Flughafens dann auch wieder bestimmend wird.
- Das bedeutet im Falle des **BBI** bei **geplanten 360000 Flugbewegungen im Jahr** (ca. **195000 Flugbewegungen in den sechs verkehrsreichsten Monaten**) eine **Verkürzung der „Zipfel-„ bzw. „Keulenlänge“ um ca. 5 km** im Vergleich mit den Werten bei westlicher Betriebsrichtung.

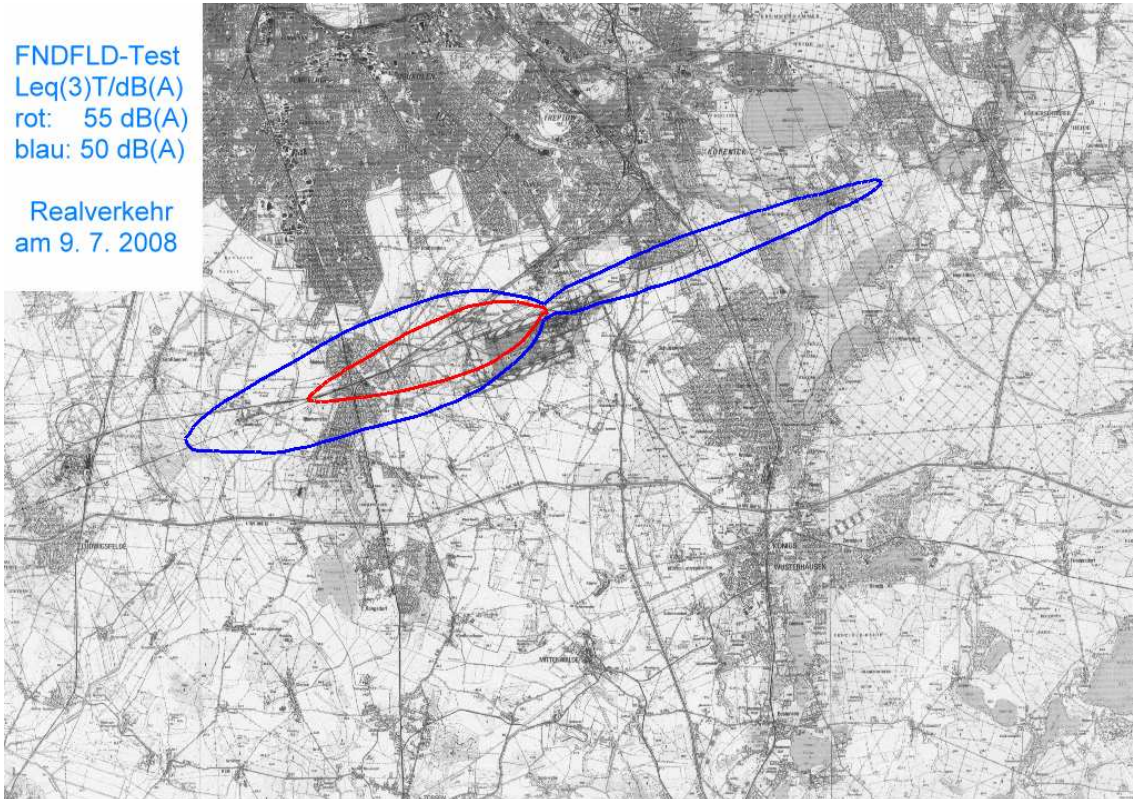


Einfluss des Abknickens der Abflüge auf die Verlärmung des Umfeldes:

- Die **Länge und Breite** des Abknickungsgebietes **ändern sich nicht**.
- Das bisher verdeckte **Landeanfluggebiet tritt hervor**.
- An den **Schnittstellen (o)** liegt der **Pegel 3 dB(A) höher**,
- deshalb wird durch die **energetische Überlagerung** der Lärmwerte der **Zwischenraum „aufgefüllt“**, auch der „Landezipfel“ etwas vergrößert – in erster Näherung vernachlässigbar – und der südliche Teil unterhalb des Landeanflugbereichs wird etwas nach Süden wieder ausgedehnt.
- Die jetzt **belastete Gesamtfläche** ist – bei konstanter Anzahl der Flugbewegungen – nun beachtlich **größer als vorher** !

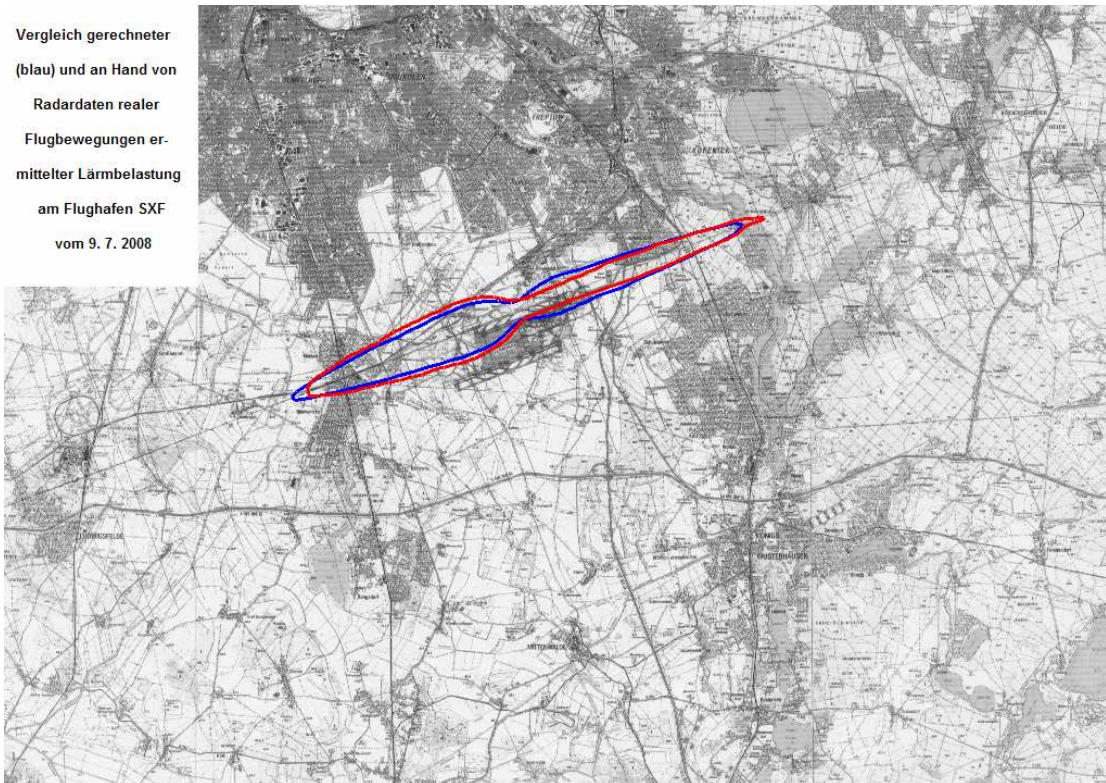
FNDFLD-Test
Leq(3)T/dB(A)
rot: 55 dB(A)
blau: 50 dB(A)

Realverkehr
am 9. 7. 2008

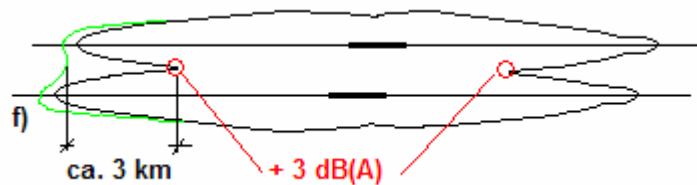


Anhand von [Radaraufzeichnungen](#) der realen Flugbewegungen
ermittelte Lärmbelastung im Umfeld des Flughafens Schönefeld am
9.7.2008

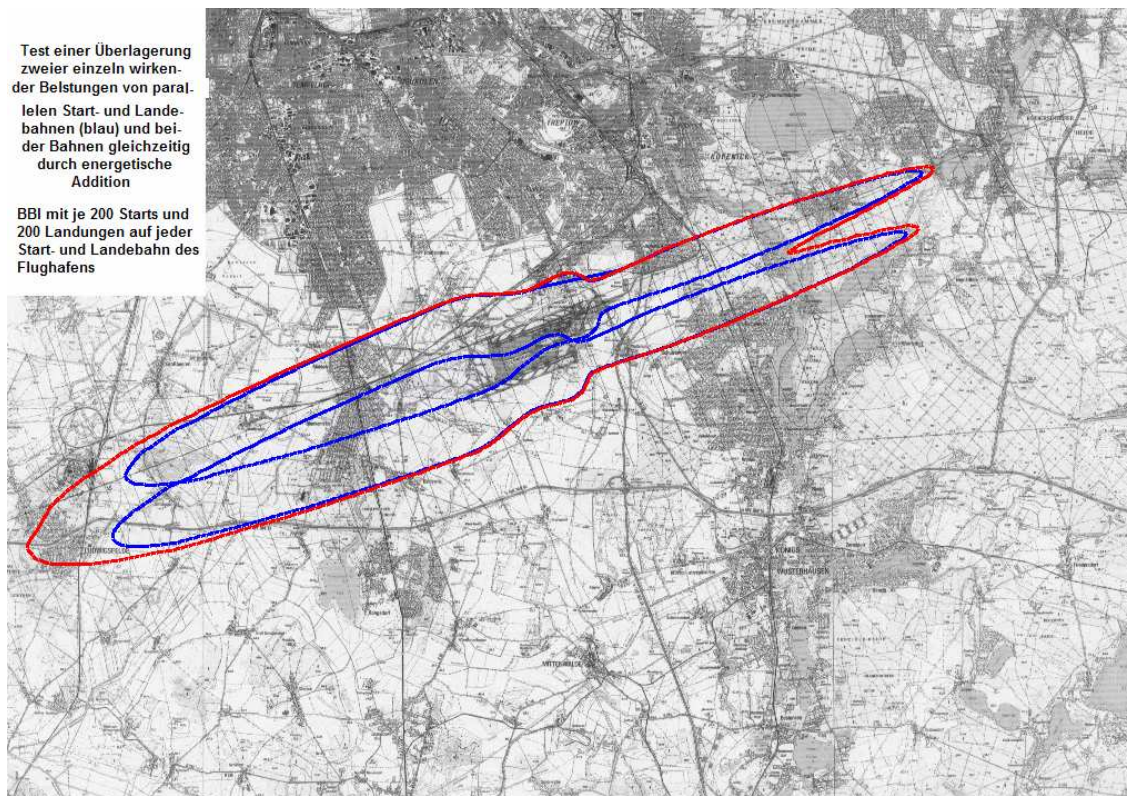
Vergleich gerechneter
(blau) und an Hand von
Radardaten realer
Flugbewegungen er-
mittelter Lärmbelastung
am Flughafen SXF
vom 9. 7. 2008



Ein Vergleich **berechneter Lärmwerte (blau)** aus einer **Simulation** mit dem Programm „FlightNoise“ und aus **Radaraufzeichnungen(rot)** mit Hilfe des Programms „FlightNoiseDFLD“ abgeleiteter 16-Stunden **Tages-Dauerschallpegel** für das Umfeld von Schönefeld am 9. 7. 2008



- Bei der **Überlagerung der Lärmgebiete zweier paralleler Start und Landebahnen** – unabhängig davon, ob ein unabhängiger oder abhängiger Betrieb des Flughafens auf beiden Pisten erfolgt bzw. möglich ist – ergeben sich wiederum zwei **Schnittpunkte**, an denen der resultierende **Pegel um 3 dB(A) erhöht** wird.
- Dadurch wird wiederum diese „**Lücke**“ **aufgefüllt** und die Spitzen der „Lärmlanzetten“ werden u.U. beachtlich verlängert, was im folgenden Bild gezeigt wird:



Vergleich des Überlagerungsvorgangs durch exakte Berechnung der zunächst unabhängigen **Einzelwirkungen (blau)** und dann der **energetischen Überlagerung (rot)**. Die Fläche jeder Einzelwirkung ist deutlich geringer als die der Überlagerung – -- -- bedeutsam bei abknickenden Flugrouten !

3. Schlussfolgerungen

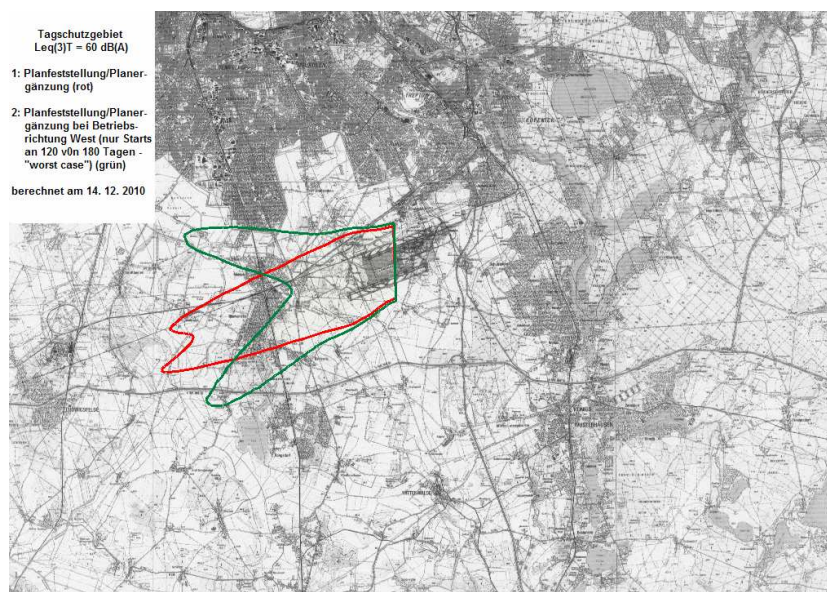
- Alle bisher recht emotional; aber sachlich wenig fundiert geführten **Flugroutendiskussionen sind unsinnig !**
- **Es gibt für einen fehlerhaft und gegen jede Vernunft** in einem sehr dicht bebauten Wohnumfeld **errichteten Flughafens** nach den heutigen internationalen Erkenntnissen weder eine plausible Rechtfertigung, noch Möglichkeiten, durch irgendwelche „neuen Flugrouten“ die **unzumutbare Verlärmung** großer Teile der Umlandbevölkerung zu verhindern.
- Deshalb kann – trotz des erreichten Bauzustandes des BBI und entgegen aller lobbyistischen Verfechter des falsch gewählten Standortes - aus meiner Sicht **nur ein Baustopp** mit entsprechender Umwidmung des BBI-Areals **sinnvoll** sein.

Was soll die Panikmache und die daraus abgeleitete Forderung nach der Rückkehr zu den „alten, geradlinigen Flugrouten“ ?

- Den zahlreichen BI's, die durch **fehlende Grundkenntnisse** und dadurch **fehlenden Sachverstand** zum panikartigen Aufstand **politisch manipuliert** worden und angetreten sind, um Forderungen zu erheben, nicht durch unzumutbaren Fluglärm durch „abknickende“ Flugrouten belastet zu werden, muss man eindeutig sagen, dass – bei welcher Änderung der Flugroutenführung auch immer – sie **in keiner Weise unzulässig belastet** werden, wenn sich ihre **Wohngebiete**

weiter als ca. 15 km - entlang einer Flugroute gemessen – befinden.

- Weder Teltow, noch Stahnsdorf, noch Klein-Machnow und schon gar nicht Potsdam oder Werder, Mellensee und Zossen, Wannsee und Zehlendorf, usw. würden – gleich, welche Routenführung gewählt werden würde – im gesetzlich geregelten Rahmen einer unzumutbaren Belastung ausgesetzt !
- Der Protest der in diesen Orten agierenden BI's ist angesichts der dort zu erwartenden „Lärmbelastung“ grotesk, wenn man gleichzeitig eine zig-mal höhere Belastung den in Blankenfelde/Mahlow wohnenden Betroffenen – selbstlos und unsolidarisch – „frei nach Sankt Florian“ zumutet.



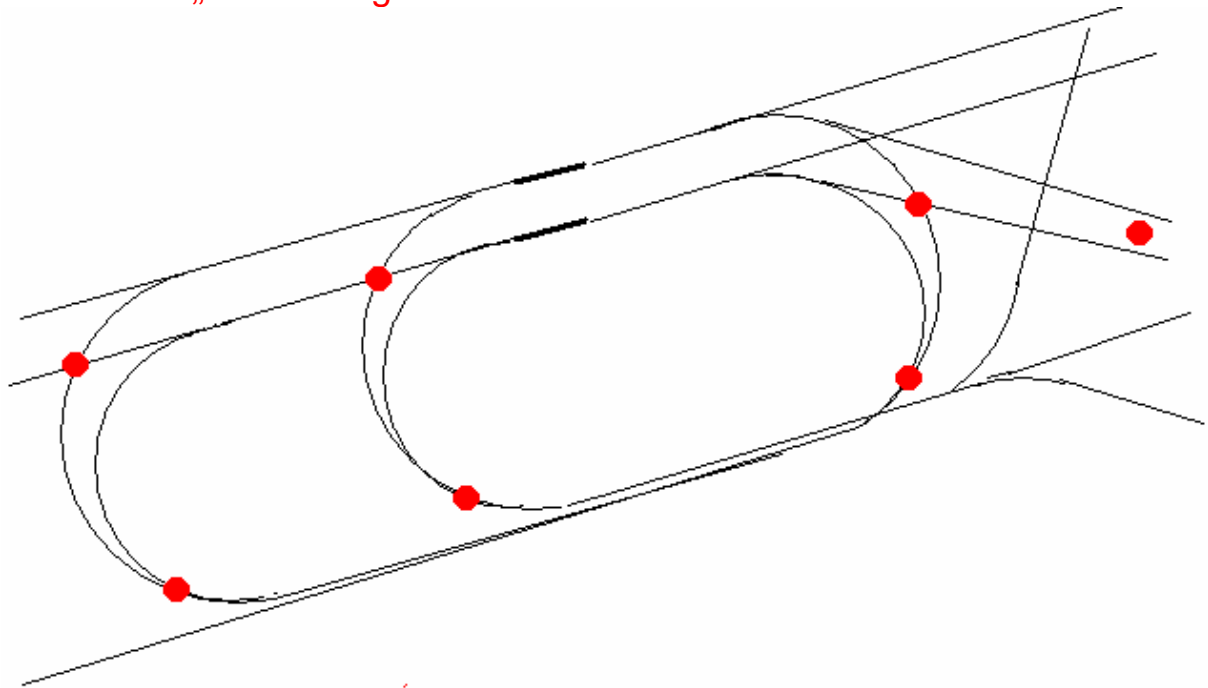
Der „worst case“-Vergleich der maximalen Belastungsgebiete mit und ohne 15° Abknickung der Flugrouten für den Fall des Endausbaus des BBI im Jahre 20XX – hier nur für die Abflugstrecken dargestellt !

- Man würde die Flugzeuge zwar sehen und auch hören; aber Lärm, so wie er nun mal durch entsprechende international gültige Grenzwerte definiert ist, wäre nicht nachzuweisen !

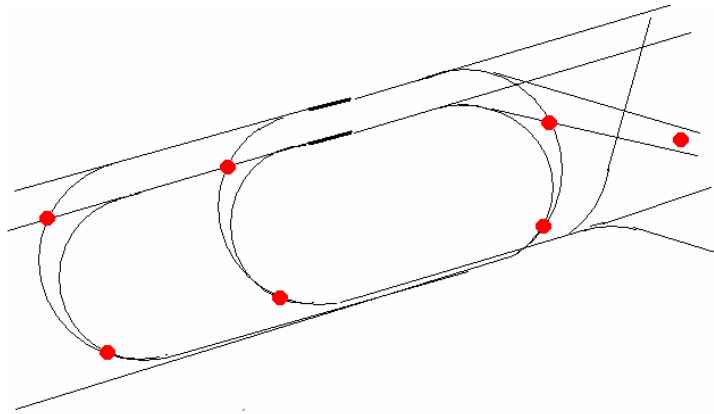
- Die Einzigen, die – gleich welche Routen gewählt werden – vom **Lärmterror** bei Überflughöhen unter 350m beim Landeanflug und 600 bis 800m beim Start im Laufe der Zeit „zerfressen“ werden, sind aus heutiger Sicht auf der **Westseite des Flughafens** die Bewohner der **Großgemeinde Blankenfelde**.
- Jegliche **Verdrehung der Flugrouten** führen nur zur **partiellen Entlastung** kleiner Teile dieser Gemeinde, während **andere Teile nun stärker als bisher belastet** werden würden.
- Dazu würden auch die Bürger von **Mahlow-Nord und Lichtenrade-Süd** gehören.
- Auch auf der **Ostseite des Flughafens** liegen die Verhältnisse nicht besser, obgleich dort nur etwa **halb so viele Starts, dafür aber doppelt so viele Landungen** ertragen werden müssen.
- Es bleiben die **hohen Belastungen von Bohnsdorf, Schulzendorf und Eichwalde**, gleich, welche neuen Flugrouten gewählt werden.
- Die bisher diskutierten **Kurzabkürzungen (Hoffmann-Kurve), um das Überfliegen Zeuthens zu vermeiden**, bieten auch **keine sehr zufriedenstellende Lösung**, weil jetzt **Neu-Diepensee** näher an die belastenden Lärmquellen heranrückt.
- Besonders makaber – und **durch völlig fehlende Sachkenntnis geprägt** – ist die immer wieder erhobene **Forderung, zu der** – angeblich als Grundlage der Planfeststellung gedienten – **geradlinigen Routenführung zurückzukehren**.
- Abgesehen davon, dass es **im Planfeststellungsbeschluss keine Festlegung von Flugrouten** gab, wohl aber „Striche auf der Landkarte“, die mit teuren Gutachten zur Berechnung **ominöser Lärmschutzzonen herangezogen worden sind**, auf die sich sogar das noch ominösere Schallschutzprogramm der FBS heute abstützt - - ,

sind die sogenannten „**geradlinigen Flugrouten**“

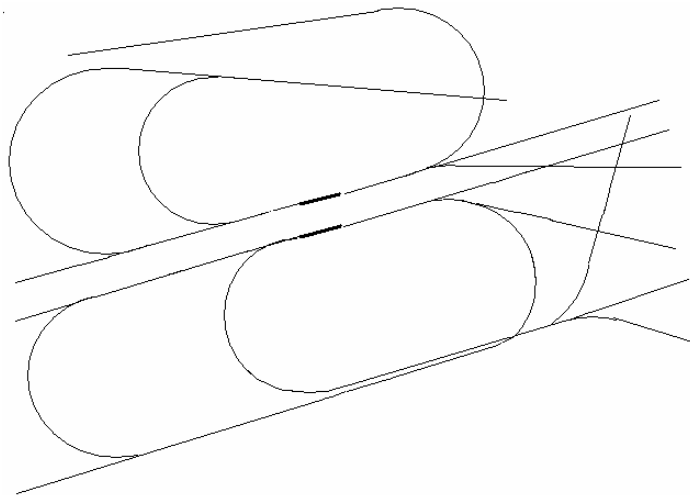
- weder durchweg geradlinig,
 - noch dazu geeignet, die unabdingbare Forderung der FBS erfüllen zu können, einen unabhängigen Flugbetrieb beim BBI durchführen zu können bzw. sogar zu dürfen, d.h.
 - diesbezüglich ist der Planfeststellungsbeschluss voller Widersprüche und grober Planungsfehler !
- Diese Tatsache demonstriert die nachfolgende Skizze der in den Gutachten zum Planfeststellungsverfahren zur Berechnung der Lärmschutzbereiche herangezogenen „Pseudoflugrouten“ auf sehr anschauliche Art und Weise !



- Die roten Punkte in der Prinzipskizze zeigen, dass es sich hier keinesfalls um nur geradlinige Flugrouten handelt und dass es zahlreiche mögliche Kollisionspunkte im Falle eines unabhängigen Flugbetriebs gibt, die die Grundforderung der FBS nach einem „Drehkreuz“ ad absurdum führen.



- Es gibt **Kreuzungspunkte in etwa gleicher Flughöhe**,
- **Kurszusammenführungen auf einer gemeinsamen Trasse** und
- sogar eine **Annäherung – anstelle einer Spreizung – parallel verlaufender Flugtrassen**, was – wie wir es heute zum Glück wissen - **nach ICAO-Regeln für einen unabhängigen Flugbetrieb unzulässig, d.h. verboten** ist – ohne wenn und aber !

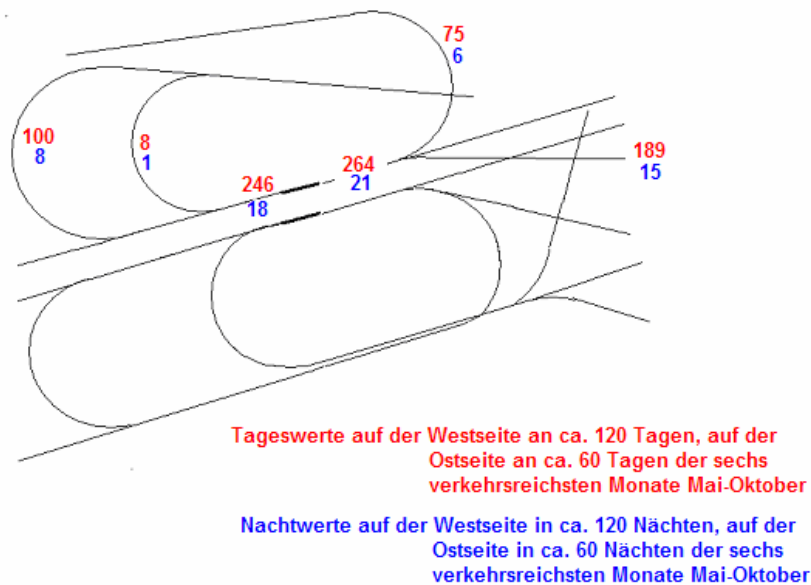


- Ohne hier Flugroutenvorschläge machen zu wollen und auch zu können, **verbleibt** aber das **Problem**, dass – **wenn** in Flughafennähe bei geradlinig geführten Flugrouten diese **Kreuzungspunkte und Trassenzusammenführungen vermieden werden sollen** – **alle Abflüge von der Nordbahn zu Zielen im Osten**, die zunächst in Richtung Westen fliegen, **irgendwie das Stadtgebiet von Berlin und die Orte Teltow, Stahnsdorf, Klein-Machnow, Wannsee, Zehlendorf und – wenn** auch wieder

Nahabkurvungen vorgesehen werden sollten - auch Mahlow-Nord, Lichtenrade-Süd, Rudow usw. überfliegen müssen.

- Gleiches gilt für Abflüge zu Zielen im Westen, die mit einem Start nach Osten angeflogen werden sollen.

Nur einige Zahlen aus dem Gutachten M2 zum Planfeststellungsbeschluss sollen zum Abschluss das Gesagte unterstreichen:



- Das sind Tageswerte, die im Durchschnitt während der ca. 180 Tage der sechs verkehrsreichsten Monaten an 120 Tagen (westlich) sowie an 60 Tagen (östlich) über den Großraum Berlin geführt werden müssen.
- An Spitzentagen können sich diese Zahlen sogar noch um 10 bis 20% erhöhen !

Ich danke für Ihre
Aufmerksamkeit !