

Optimierungsmöglichkeiten bei der Flugroutengestaltung

Darmstadt, den 21.05.2008

Schalltechnische Überprüfung alternativer Flugrouten
am Flughafen Frankfurt/Main am Fallbeispiel der Abflüge Richtung Funkfeuer 'König'

Autoren:

Henning Arps,
IBK Ingenieur- und Beratungsbüro
Guido Kohnen, Freinsheim

und

Regine Barth
Öko-Institut e.V.

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 50 02 40
79028 Freiburg, Deutschland
Hausadresse
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg, Deutschland
Tel. +49 (0) 761 - 4 52 95-0
Fax +49 (0) 761 - 4 52 95-88

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt, Deutschland
Tel. +49 (0) 6151 - 81 91-0
Fax +49 (0) 6151 - 81 91-33

Büro Berlin
Novalisstraße 10
10115 Berlin, Deutschland
Tel. +49 (0) 30 - 28 04 86-80
Fax +49 (0) 30 - 28 04 86-88

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	1
2	Hintergrund und Einleitung	1
3	Positionen zur Frage 'Bündelung' oder 'Streuung'	2
4	Bisherige Verfahrensschritte	3
5	Arbeitsplan 'Optimierungsmöglichkeiten bei der Flugroutengestaltung'	4
6	Emissionsanalyse	6
7	Definition der Berechnungsszenarien	8
8	Berechnungsmethodik	9
9	Ermittlung der Betroffenen.....	10
10	Darstellung Ergebnisse	11
11	Diskussion und Schlussfolgerungen	12
12	Weiteres Vorgehen.....	13
13	Quellen	14
14	Anhang	14

1 Vorwort

Der vorliegende Text fasst die bisherigen Arbeitsschritte zum Arbeitspaket 'Optimierungsmöglichkeiten bei der Flugroutengestaltung' zusammen und stellt entsprechende Bezüge her. Wesentlicher Bestandteil der Ausführungen sind die Darstellungen und Ergebnisse aus der *'Untersuchung zur Ermittlung der Geräuschbelastung und der Anzahl Betroffener für alternative Abflugvarianten in Richtung Funkfeuer König (KNG)'* (1), die im Auftrag des RDF von Herrn Müller erstellt wurde. Der komplette Bericht (inkl. der Anlagen) von Herrn Müller ist diesem Dokument als Anhang beigelegt. Darüber hinaus sind in diesem Text die vorausgehenden Arbeitsschritte, die vom PT ALP/Opti durchgeführt wurden, dargestellt.

2 Hintergrund und Einleitung

Das Regionale Dialogverfahren Flughafen Frankfurt/Main (RDF) hat in Kooperation mit der Frankfurter Fluglärmkommission (FLK) sowie mit Unterstützung der Stadt Darmstadt beispielhaft eine potenzielle Möglichkeit zur Optimierung der bestehenden Flugrouten geprüft. Es wurde der bereits wiederholt gestellten Frage nachgegangen, ob das im Rahmen der Flugroutengestaltung seit vielen Jahren geltende Prinzip zur Priorisierung der Routen-Bündelung gegenüber der Routen-Streuung aus Sicht der Lärmbetroffenen - am Beispiel der Flugrouten im Bereich der Stadt Darmstadt - nach wie vor aktuell und angemessen ist. Um dies zu überprüfen wurde, neben der Ermittlung der Geräuschbelastung, zum ersten Mal für diese Fragestellung ein Instrument eingesetzt, dass zur Beurteilung der Belastungssituation auch die Anzahl und Intensität der Lärmbetroffenheit (siehe Ergebnisse in Kapitel 9) ermittelt. Die Ermittlung der Lärmbetroffenheiten in Form der Anzahl der Belästigten (innerhalb der Wohnbevölkerung) beruht auf Dosis-Wirkungskurven, die von einer Arbeitsgruppe der EU (4) empfohlen werden¹.

Im PT ALP/Opti einigte man sich zunächst darauf, in einem ersten Arbeitspaket die Situation der Abflüge Richtung Funkfeuer 'König' (KNG) von der Startbahn 18-West sowie dem Parallelbahnsystem näher zu untersuchen. Es wurden Annahmen in Form von Szenarien getroffen, wie die Führung der Flugzeuge alternativ zu den derzeit definierten Routen, die eine Bündelung vorsieht, erfolgen kann. Zu den einzelnen betrachteten Varianten, die jeweils eine gestreute Routenführung vorsehen, wurden Berechnungen zur Ermittlung der Fluglärmmissionen sowie der Anzahl der Betroffenen durchgeführt. Der Vergleich der Berechnungsergebnisse für diese 'Streu-Varianten' mit den Ergebnissen der Lärmberechnungen zum Referenzfall (Status-quo) ermöglichte schließlich eine Aussage über den unterschiedlichen Grad der Lärmbelastung bzw. -betroffenheit. Das Ziel der Untersuchung bestand somit darin, eine

¹ Die Bewertung der Varianten erfolgte damit nach vergleichbaren und weitgehend identischen Kriterien und Zielen wie dies unter Nutzung des Fluglärmindex nach ALP vorgesehen wäre. Zum Zeitpunkt der Berechnung der Flugroutenvarianten lagen die späteren Ausarbeitungen im Sommer 2007 für den Index noch nicht vor.

lärm-minimale Routenführung ausfindig zu machen. Eine Beibehaltung der derzeitigen Regeln war damit ausdrücklich nicht ausgeschlossen.

Dabei erhebt diese Untersuchung nicht den Anspruch, generell die Frage zu klären, welche Art der Routenführung besser oder schlechter ist (Bündelung oder Streuung). Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden als beispielhaften Einzelfall betrachtet, zumal es nicht möglich ist, die Ergebnisse 1:1 auf andere Räume zu übertragen. Mithilfe dieses ersten Untersuchungsgebiets besteht die Möglichkeit, die schalltechnische Wirksamkeit der möglichen Optimierungsmaßnahmen für einen konkreten Untersuchungsraum zu beurteilen.

3 Positionen zur Frage 'Bündelung' oder 'Streuung'

Die Frage 'Bündelung oder Streuung' wird zum Teil kontrovers diskutiert. Die jedenfalls in der Vergangenheit weitgehend einhellige politische Position zugunsten der Bündelung wurde bisher von keinem Akteur aufgehoben, aber es zeichnet sich deutlich ab, dass mittlerweile vor allem differenzierte Positionen vertreten werden. Es liegen beispielsweise von folgenden Akteuren Positionen zu dieser Fragestellung vor:

- Differenzierte Position: Im Bericht der Mediation wird auf die Frage 'Sollte Fluglärm „gebündelt“ oder „gestreut“ werden?' ausgeführt: *'Zum Schutz von bestehenden Siedlungen sind die Flugverfahren so zu wählen, dass erhebliche Belästigungen und gesundheitliche Schädigungen der Menschen im Umfeld des Flughafens weitestgehend vermieden werden. Das bedeutet zuerst, dass Fluglärm abseits der Siedlungen auf so genannten „minimum noise routes“ zu bündeln ist, wo keine Menschen unzumutbar belastet werden können. Auf die Einhaltung dieser optimierten Flugpfade ist besonders zu achten. In Bereichen, wo dies nicht möglich ist, sind vorrangig die Möglichkeiten der Entlastung durch aktiven Schallschutz zu prüfen und auszunützen. Wenn für Teilbereiche durch die Aufteilung von Flugrouten die Zahl der gesundheitlich gefährdeten oder erheblich belästigten Menschen verringert werden kann, ist vom Prinzip der Lärmbündelung abzuweichen. Für dennoch Betroffene sollten Ausgleichs und Ersatzangebote und Schallschutzmaßnahmen bereitgestellt werden'* (Bericht der Mediation 2000, S. 46ff.)
- Bündelung, aber ggf. Öffnung: Die gültige Beschlusslage innerhalb der Fluglärmkommission (FLK) orientiert sich an der Auffassung, die generell die Bündelung bevorzugt (z.B. 18.12.96 und 5.12.2001). Im Kontext zur aktuellen Diskussion und Prüfung der 'Kommunalen Fluglärmmentlastungsvorschläge' hat man sich innerhalb der Kommission darauf geeinigt, dass im Vorhinein keine Festlegung auf Bündelung oder Streuung getroffen wird. Stattdessen sollen detaillierte Untersuchungen und Analysen, entsprechend der hier gewählten Vorgehensweise, die Entscheidung über die Empfehlung oder Ablehnung eines Entlastungsvorschlags stützen.
- Differenziert: Die Bundesvereinigung gegen Fluglärm (BVF) spricht sich dafür aus, dass die Umstände des jeweiligen Einzelfalls zu betrachten sind und keine allgemeingültige Antwort der Frage, aus Sicht der BFV, gegeben werden kann. Es kommt

auf den Einzelfall an, der dementsprechend untersucht werden muss. Insbesondere die tatsächliche Siedlungsdichtenverteilung ist genau zu prüfen (siehe Merkblatt LT009 'Bündeln oder Streuen?', Stand 02/2007).

4 Verfahrensschritte

Maßnahmen des aktiven Schallschutzes stehen seit Beginn der Arbeiten des RDF im Mittelpunkt der Diskussion; dies vor allem im Projektteam ALP (Anti-Lärm-Pakt). Hierbei spielen unter anderem aktive Maßnahmen zur Optimierung der bestehenden Flugrouten eine Rolle. Auf Initiative der Stadt Darmstadt wurde in diesem Kontext die Frage aufgeworfen, ob es sinnvoll sein kann, von der aktuellen Regel, die Flugrouten zu bündeln, gegebenenfalls lokal abzuweichen, um eine Lärmentlastung zu erzielen. Um diese Frage zu prüfen, sollte auf Vorschlag der Stadt Darmstadt auf Methoden zurückgegriffen werden, die in früheren Diskussionen in der FLK nicht für diese Fragestellung herangezogen wurden (v.a. Ermittlung Anzahl der Betroffenen und Ausmaß Betroffenheit).

Von vornherein war die Einbindung der FLK vorgesehen, weil weitere Entscheidungen auf Basis der Ergebnisse jedenfalls auch in der FLK zu treffen wären.

In chronologischer Reihenfolge wurden folgende Arbeitsschritte vorgenommen:

- Die Stadt Darmstadt schlägt die Behandlung einer beispielhaften Streuvariante als Option einer Fluglärmentlastung für Betroffene im RDF vor (siehe PT ALP/Opti Sitzung vom 12.07.2005, Anlage 19 zum Protokoll).
- Eine allgemeine Vorgehensweise in Form eines mehrstufigen Arbeitsplans (siehe Kapitel 4) wurde im PT ALP/Opti auf Basis eines Entwurfs der Wissenschaftlichen Begleitung (WB) diskutiert und abgestimmt. Er dient im Weiteren als 'Richtschnur' für die Bearbeitung der Fragestellung (siehe PT-Sitzung ALP/Opti vom 5. April 2006).
- Die FLK stimmt dem Vorschlag für eine Zusammenarbeit mit dem RDF (mit wenigen Gegenstimmen) zu. Das Thema 'Bündelung vs. Streuung' soll im Weiteren unter dem Titel 'Optimierungsmöglichkeiten bei der Flugroutengestaltung' behandelt werden (194. Sitzung am 17. Mai 2006). Die Bearbeitung erfolgt in enger Abstimmung mit der FLK und es erfolgt eine regelmäßige Information in der FLK über den Fortgang der Arbeiten.
- Der Bereich Darmstadt-Arheilgen, der primär von den Abflügen Richtung Funkfeuer König betroffen ist, wird als exemplarisches Untersuchungsgebiet ausgewählt (siehe PT-Sitzung ALP/Opti am 11. Juli 2006). Die Ergebnisse aus dem Gutachten 'Regionale Lärminderungsplanung' weisen für diesen Bereich besondere Lärmbetroffenheiten auf und das Gebiet erscheint geeignet für die gestellte Untersuchungsfrage.

- Vertreter der Stadt Darmstadt und die WB stellen in mehreren Arbeitstreffen die erforderlichen Datengrundlagen zusammen und stimmen definierte Berechnungsszenarien ab.
- Die Ergebnisse fließen in den Entwurf einer Leistungsbeschreibung, die die notwendigen schalltechnischen Berechnungen definiert, ein. Es sollen die Geräuschimmissionen, die Anzahl und das Ausmaß für die betroffenen Bewohner für die definierten Szenarien ermittelt werden. Die Leistungsbeschreibung wurde mit dem Vorstand der FLK abgestimmt.

5 Arbeitsplan 'Optimierungsmöglichkeiten bei der Flugroutengestaltung'

Die Umsetzung des im PT ALP/Opti verabschiedeten Arbeitsplans ist im Folgenden in tabellarischer Form dargestellt:

Tabelle 1 Übersicht zur Umsetzung der Arbeitsschritte aus dem Arbeitsplan 'Optimierungsmöglichkeiten bei der Flugroutengestaltung'

Arbeitsschritt	Umsetzung
Identifikation kritischer An- oder Abflugbereiche (Bereich mit erheblicher Anzahl Lärmbetroffener); Emissionsanalyse (ausführliche Beschreibung der Lärmquellen);	Im PT ALP wurde der Vorschlag begrüßt in einem ersten Prüfschritt die Belastungssituation im Bereich Darmstadt-Nord (Arheiligen) in Bezug auf die Abflugrouten Richtung Funkfeuer König näher zu untersuchen. Emissionsanalyse siehe Kapitel 5
Für den ausgewählten Bereich werden alternative Routenführung(-en) definiert und dokumentiert;	siehe Definition der Szenarien in Kapitel 6
Prüfung der flugbetrieblichen Umsetzbarkeit der definierten Auffächerungsvarianten (seitens der DFS);	Auf diesen Prüfschritt wurde zunächst verzichtet, weil auf die Ergebnisse einer vorliegenden TAAM-Simulation (3) zurückgegriffen werden konnte; die Untersuchung wurde von der DFS im 10/2001 erstellt und legt vergleichbare Annahmen zu Grunde; Ergebnis siehe Kapitel 6;
Ergänzend ist zu prüfen, ob weitere Einfluss-	Während der Diskussion und Bearbeitung des

Arbeitsschritt	Umsetzung
faktoren bestehen, die die gewählten Berechnungsszenarien beeinflussen können.	Arbeitsplans sind keine weiteren Einflussgrößen bekannt geworden, die einen (positiven oder negativen) Einfluss auf die gewählten Szenarien nehmen könnten bzw. berücksichtigt werden sollten;
Lärmberechnungen zur Ermittlung der Geräuschimmissionen; Bestandteil sind Darstellungen der Eingangsdaten, der Rechenmethodik sowie der Ergebnisse.	siehe Kapitel 6 (Eingangsgrößen) und Kapitel 7 (Berechnung)
Ermittlung Anzahl der Belästigten; Bestandteil sind Darstellungen der Eingangsdaten, der angewandten Bewertungsmethodik sowie der Ergebnisse;	siehe Kapitel 6 (Eingangsgrößen) und Kapitel 8 (Berechnung)
Abwägung und Diskussion der Ergebnisse; nach Möglichkeit mit einer abschl. gemeinsamen Empfehlung des RDF sowie der FLK;	siehe Kapitel 9 und 10; Die abschließende Diskussion folgt nach Vorlage der gesamten Dokumentation dieses Arbeitspakets;

6 Emissionsanalyse

Für die Berechnungen im weiteren Verlauf wurde vereinbarungsgemäß die Situation im Status-quo (Ist-Situation 2005) berücksichtigt.² Die zugehörigen Zahlen, die sich auf den Bezugszeitraum der sechs verkehrsreichsten Monate beziehen, sind den ergänzten Planfeststellungsunterlagen der Fraport AG (Stand 09/2006) entnommen. Die Bahnbelegung entspricht der standardisierten Betriebsrichtungsverteilung.³

Der Untersuchungsraum umfasst den gesamten Bereich für den Veränderungen der Geräuschimmissionssituation zu erwarten sind und ist entsprechend weiträumig abgegrenzt. Folgende Kommunen sind berücksichtigt:

- Landkreis Darmstadt-Dieburg (Kommunen plus Ortsteile):
Erzhausen, Weiterstadt (inkl. Gräfenhausen, Braunshardt, Schneppenhausen), Griesheim, Pfungstadt (inkl. Hahn, Eschollbrücken), Seeheim-Jugenheim (inkl. Ober-Beerbach, Malchen), Bickenbach, Mühlthal (inkl. Frankenhausen, Nieder-Beerbach, Nieder-Ramstadt, Traisa, Trautheim, Waschenbach), Ober-Ramstadt (inkl. Modau, Rohrbach), Gross-Bieberau (inkl. Rodau), Reinheim (inkl. Spachbrücken, Georgenhausen, Zeilhard), Roßdorf (inkl. Gundershausen), Gross-Zimmern (inkl. Klein-Zimmern), Dieburg, Otzberg (inkl. Lengfeld mit Zipfen, Habitzheim, Hering, Ober-Klingen, Nieder-Klingen, Ober-Nauses, Schloß-Nauses) und Messel.
- Kreis Gross-Gerau (Kommunen plus Ortsteile):
Mörfelden-Walldorf, Büttelborn (inkl. Worfelden, Klein-Gerau), Gross-Gerau (inkl. Dornheim, Wallerstädten) und Riedstadt (inkl. Crumstadt, Erfelden, Goddelau, Leeheim, Wolfskehlen).
- Stadt Darmstadt (komplett)

Es sind folgende Abflugrouten aus dem bestehenden Routensystem Richtung Funkfeuer König (KNG) berücksichtigt⁴:

- Betriebsrichtung (BR) 25:

² Die Beurteilung der dieser Untersuchung zugrunde liegenden Fragestellung erfolgt über die Berücksichtigung der Differenz zwischen dem Referenzfall und den definierten Szenarien (' Δ -Betrachtung'). Insofern ist die ermittelte Differenz der Geräuschimmissionen bzw. der Betroffenen maßgeblich und der betrachtete Zeitpunkt spielt keine Rolle für die Bewertung der Berechnungsergebnisse.

³ Standardisierte Betriebsrichtungsverteilung am Tag: 73% Westbetrieb, 27 % Ostbetrieb; in der Nacht: 77% Westbetrieb, 23 % Ostbetrieb.

⁴ Die Bezeichnungen der Abflugrouten erfolgt gemäß DES.

D25R_KNG_F/G, D25R_KNG_F/G, D25R_KNG_Prop, D25L_KNG_Prop,
D18_KNG_S und D18_KNG_L.

- Betriebsrichtung (BR) 07: D18_KNG_S und D18_KNG_L.

Die geometrische Beschreibung der einzelnen Abflugrouten ist den Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren zu entnehmen (siehe (2), Tab. 12-2, S. 19 ff.). Dort wird jedes einzelne Segment einer Route mit Hilfe der Parameter 'Runway', 'Gerade [m]', 'Kurve L/R', 'Kursänderung [°]', 'Radius [m]' und 'Korridorbreite am Segmentende [m]' eindeutig beschrieben.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Belegung der untersuchungsrelevanten Routen dargestellt (Routenbelegung). Die Angaben über die Anzahl der Flugbewegungen je Abflugroute sind dem DES (2) entnommen.

Tabelle 2 Routenbelegung der ausgewählten Abflugrouten Richtung Funkfeuer KNG (Ist-Situation)

BR	Route	Tag	Nacht	Gesamt
25	D25R_KNG_FGQ	73	745	818
	D25L_KNG_FGQ	429	449	878
	D25R_KNG_P	43	0	43
	D25L_KNG_P	739	0	739
	W_D18_KNG_L	1.633	432	2.065
	W_D18S_KNG_L	13	0	13
	W_D18_KNG_S	21.708	3.586	25.294
	W_D18S_KNG_S	1.203	14	1.217
07	O_D18_KNG_L	233	69	302
	O_D18S_KNG_L	0	0	0
	O_D18_KNG_S	4.988	656	5.644
	O_D18S_KNG_S	296	4	300
	D07L_KNG_D	0	0	0
	D07R_KNG_D	0	0	0
Summe		31.358	5.955	37.313
Quelle: DES Fraport 2006 (2), Tabelle 12-4, Seite 39 ff.				

Die Differenzierung der Routenbelegung (Tag und Nacht) in die einzelnen Flugzeugklassen der AzB ist dem DES (2) (Tabelle 12-4, Seite 39 ff.) zu entnehmen.

Als Quelldaten werden die Angaben der AzB₉₉ verwendet. Die AzB₉₉ definiert das Emissionsverhalten der einzelnen Flugzeugklassen, indem diverse schalltechnische Kenngrößen (z.B. Oktavpegel, Richtungsfaktor etc.) sowie die Schallpegel L_A und die Pegelminderung E durch Dämpfung vorgegeben werden.

7 Definition der Berechnungsszenarien

Das Ziel zur Definition der alternativen Routenführungen bestand darin, nach Möglichkeit neben einer 'räumlichen' auch eine 'zeitliche' Streuung zu betrachten. Damit soll gewährleistet werden, dass die Spannbreite möglicher Veränderungen der Flugroutengestaltung im Rahmen dieser Untersuchung beispielhaft berücksichtigt wird.

Die Ausgestaltung der Szenarien orientierte sich an der Diskussion im PT ALP/Opti und den Ergebnissen der Arbeitstreffen zwischen Mitarbeitern der Stadt Darmstadt sowie der Wissenschaftlichen Begleitung (WB). Für alle Szenarien wurden der gleiche Untersuchungsraum sowie die gleichen Abflugrouten unterstellt.

- **Referenzfall**
Berechnung und Darstellung der Geräuschsituation im Status-quo (Stand Jahr 2005) im definierten Modellgebiet unter Berücksichtigung der ausgewählten Abflugrouten
- **Szenario 1** (Abdrehen bei 3.500 ft)
Für die Abflüge Richtung Funkfeuer KNG wird ein höhenabhängiger Abdrehpunkt bei 3.500 ft definiert. Nach Erreichen dieser Flughöhe drehen alle Flugzeugführer in Richtung Funkfeuer KNG.
- **Szenario 2** (Abdrehen bei 4.500 ft)
Für die Abflüge Richtung Funkfeuer KNG wird ein höhenabhängiger Abdrehpunkt bei 4.500 ft definiert. Nach Erreichen dieser Flughöhe drehen alle Flugzeugführer in Richtung Funkfeuer KNG.
- **Szenario 3** (zeitliche Streuung)
Für die Abflüge Richtung Funkfeuer KNG wird ein höhenabhängiger Abdrehpunkt zeitlich flexibel definiert. Der Flugbetrieb wird von 0:00 bis 12:00 bei 3.500 ft Richtung Funkfeuer KNG geführt; in der Zeit zwischen 12:00 und 24:00 bei 4.500 ft Richtung Funkfeuer KNG. Es findet wöchentlich ein Wechsel des höhenabhängigen Abdrehpunktes von 3.500 ft und 4.500 ft statt.

Die höhenabhängige Differenzierung des Abdrehpunktes wurde in Anlehnung an die bestehende Beschreibung der Abflugrouten vom Flughafen Frankfurt/Main Richtung TABUM (so genannte 'Taunus-Routen') vorgenommen. Die sich daraus ergebenden Verkehrsverteilungen sind beispielhaft in Abbildung 2 sowie in den Anlagen 1 bis 5 des Anhangs 1 grafisch dargestellt. Die Flugzeugtypen wurden dabei nach ihrem Steigverhalten nach fünf Korridoren differenziert. Ein früheres Abdrehen vor Erreichen der definierten Abdrehpunkte ist nicht möglich, selbst wenn die Mindestflughöhe bereits zu einem früheren Zeitpunkt erreicht wird.

Weitere Einzelheiten zum methodischen Vorgehen siehe Müller (1), Anhang 1, Kapitel 3.

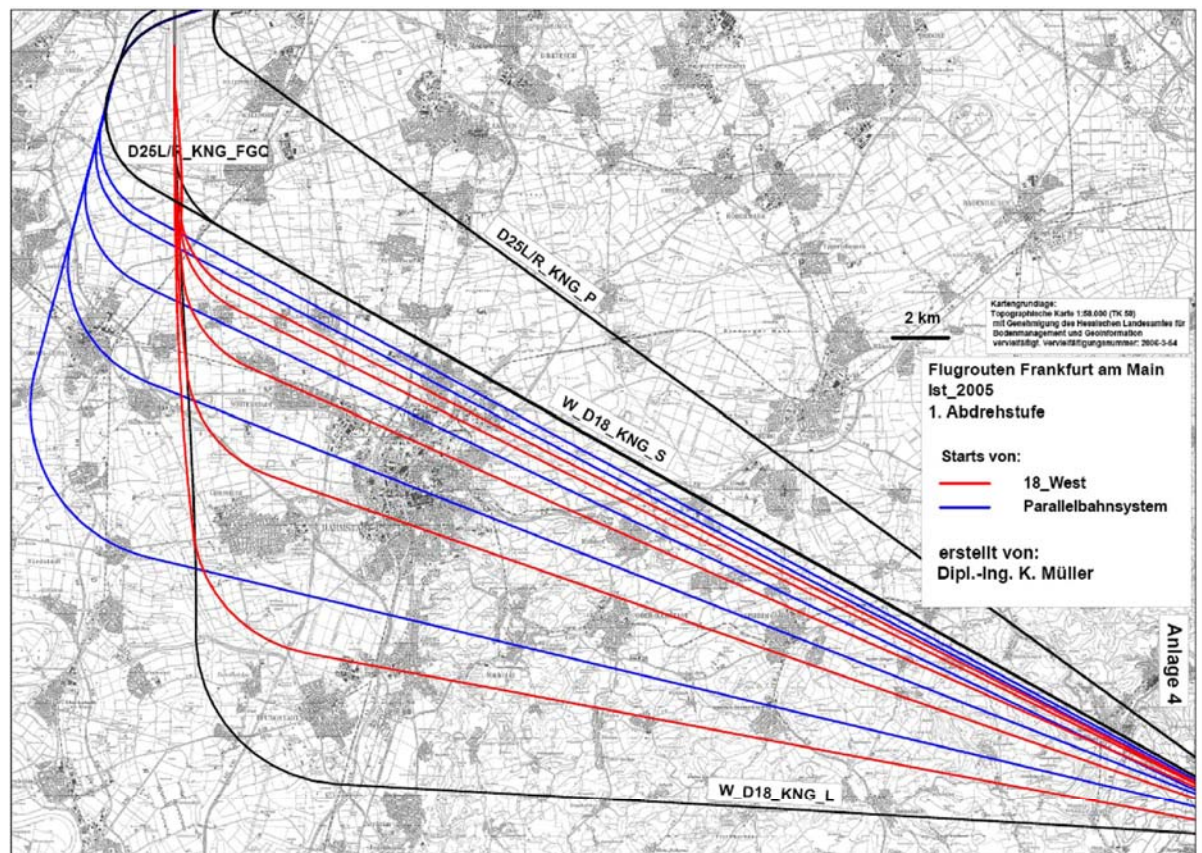


Abbildung 1: Verkehrsverteilung betrachtete Abflugrouten Richtung Funkfeuer KNG (Szenario 1) aus (1) Anlage 4

Weitergehende Szenarien sollten gegebenenfalls zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden, falls sich anhand der Ergebnisse weitere alternative Routenführungen (z. B. über feste Abdrehpunkte) anbieten.

8 Berechnungsmethodik

Die Berechnungsmethodik lehnte sich an aktuelle Fluglärmberechnungsverfahren an, um weitergehende Vergleiche zu ermöglichen. Die Fluglärmkonturen sind in Übereinstimmung mit der Methodik 'Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen' (AZB) erstellt worden. Die Berechnung und Darstellung bezieht sich auf das DES für den Status-quo (2005) und verwendet als Bezugszeitraum die sechs verkehrsreichsten Monate. Die Darstellung der Betriebsrichtungen sowie die darauf aufbauende Auswertung erfolgt sowohl nach der '100/100-Regel' als auch nach der 'Realverteilung (plus 1 Sigma)'.

Die Berechnungen berücksichtigen die Topographie. Für die Fluglärmisophonen wird als Lärminde x der $L_{eq(3)}$ verwendet sowie eine Tag (06-22) und Nacht (22-06) Bewertung vorgenommen. Zusätzlich erfolgt die Darstellung als Differenzkarte in 2 dB-Stufen.

Weiterführende Erläuterungen zu den einzelnen Berechnungsschritten sind dem Bericht von Herrn Müller zu entnehmen (1).

9 Ermittlung der Betroffenenheiten

Neben der Berechnung der Fluglärmisophonen wurde die Anzahl der Lärmbetroffenen (Menschen die innerhalb der ausgewählten Konturen leben) sowie die Anzahl der Belästigten ermittelt und dargestellt. Die Ermittlung der Belästigten (A %) und stark Belästigten (HA %) erfolgt nach dem Bewertungsvorschlag der 'EU Working Group 2 Dose/Effect' (4). Als untere Grenze zur Erfassung der Betroffenheit wurde tags L_{eq3} 53 dB(A) und nachts L_{eq3} 43 dB(A) gewählt, so dass alle Bereiche mit einer nennenswerten Betroffenheit rechnerisch berücksichtigt werden.

Als Grundlagedaten sind die aktuell zur Verfügung stehenden Einwohnerzahlen aller Ortschaften und Ortsteile verwendet worden, die in der Regel dem Stand 01.01.2006 entsprechen. Die Auswertung und Darstellung erfolgt getrennt für die Darstellung der Betriebsrichtungsverteilungen nach der 100/100-Regel sowie der Realverteilung. Dargestellt wird die Anzahl der stark Belästigten (% HA) sowie der Belästigten (% A) auf Basis der Einwohnerdaten innerhalb der relevanten Lärmisophonen der betroffenen Kommunen bzw. Stadtteile. Hierzu wurden die Einwohnerdaten auf die Wohnbauflächen in den betrachteten Ortsteilen in 100 x 100 m Raster aufgeteilt.

Für die Darstellung der Betroffenenheiten wird der Lärminde x L_{dn} verwendet, der einen anerkannten Standard zur Ermittlung und Darstellung der Dosis-Wirkungs-Beziehungen darstellt.

Weitere Einzelheiten zum methodischen Vorgehen sowie den Berechnungsergebnissen siehe 'Müller' (1) (Kap. 3 plus Anlagen 5 bis 26).

10 Darstellung Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in zwei unterschiedlichen Formen:

- Fluglärmisophonen (Rasterdarstellung),
- Anzahl der Belästigten (Säulendiagrammdarstellung).

Als untere Grenze zur Darstellung der Fluglärmisophonen wurden tags ein $L_{eq3} = 50$ dB(A) und nachts $L_{eq3} = 40$ dB(A) gewählt, so dass diese Darstellungen einen größeren Bereich erfassen als er für die Ermittlung der Betroffenen (siehe Kapitel 8) ausgewählt wurde und damit Fluglärmbe- oder -entlastungen auch unterhalb von 53 dB(A) am Tag bzw. 43 dB(A) in der Nacht darstellen, die für die Ermittlung der Betroffenen nicht herangezogen wurden.

Im Rahmen der Untersuchung zur Ermittlung der Geräuschbelastung und der Anzahl Belästigter wurden folgende Ergebnisdarstellungen im Einzelnen erstellt, die dem Anhang zu entnehmen sind:

Tabelle 3 Übersicht der Ergebnisdarstellungen zur Ermittlung der Geräuschbelastung und der Anzahl Lärmbetroffener

Fluglärmisophonen		100/100-Regel		Realverteilung (plus 1-sigma)	
		L_{eq} Tag	L_{eq} Nacht	L_{eq} Tag	L_{eq} Nacht
Mittelungspegel	52 dB(A)	Anlage 6	-	Anlage 8	-
	48 dB(A)	-	Anlage 7	-	Anlage 9
NAT 70	20-mal L_{Amax}	Anlage 10	-	Anlage 12	-
	3-mal L_{Amax}	-	Anlage 11	-	Anlage 13
Mittelungspegel; Differenzkarte Referenzfall zu ..	Szenario 1	Anlage 14	Anlage 15	Anlage 20	Anlage 21
	Szenario 2	Anlage 16	Anlage 17	Anlage 22	Anlage 23
	Szenario 3	Anlage 18	Anlage 19	Anlage 24	Anlage 25
Anzahl Belästigte		24 h (L_{dn})		24 h (L_{dn})	
Stark Belästigte (HA)	Referenzfall	Anlage 27		Anlage 27	
	Referenzfall und Szenario 1-3	Anlage 28 und Anlage 29		Anlage 32 und Anoähe 33	
Belästigte (A)	Referenzfall und Szenario 1-3	Anlage 30 und Anlage 31		Anlage 34 und Anlage 35	

11 Diskussion und Schlussfolgerungen

Im PT ALP/Opti wurden die Ergebnisse nach Abschluss der Berechnungen präsentiert und vorerst zur Kenntnis genommen (siehe Protokoll Sitzung vom 13.06.2007). Dabei wurde nochmals betont, dass aufgrund der Ergebnisse weder die Umsetzung noch eine Übertragung auf andere Abflugstrecken von vornherein beabsichtigt sei.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse, die die Gesamtsumme der Belasteten, also den gesamten Untersuchungsraum berücksichtigen, ergeben die Berechnungen, dass sowohl die Anzahl der belästigten Personen (A-%) als auch der hoch belästigten Personen (HA-%) bei den alternativen Flugrouten (Szenarien 1 bis 3) im Vergleich zum Status-quo ansteigen. Damit wird die bisherige Annahme zur generellen Präferenz für die Bündelung bestätigt. Das Ergebnis behält auch seine Gültigkeit, wenn die Darstellung der Betriebsrichtungsverteilung (100/100-Regel bzw. Realverteilung plus 1 Sigma) gewechselt wird.

Betrachtet man allerdings isoliert einzelne Kommunen bzw. Ortsteile innerhalb des Untersuchungsraums, kann festgestellt werden, dass es hier lokal zu Lärmentlastungen bzw. einer geringeren Anzahl belästigter Personen kommen kann (siehe Abbildung 3). Diese Entlastungen bewegen sich dabei in Bezug auf die betrachteten Kommunen in einer Größenordnung von deutlich < 1.000 Personen der Kategorien ‚Stark Belästigte‘ (HA) oder ‚Belästigte‘ (A). In der überwiegenden Anzahl der Kommunen tritt diese Entlastung nicht auf. Die Kommunen, für die eine Entlastung identifiziert wird (z. B. Erzhausen, Groß-Zimmern, Otzberg), weisen (bis auf die Ausnahme Mörfelden-Walldorf) eine relative geringe absolute Anzahl an Lärm-belästigten (Anzahl < 700) auf, zählen also insofern nicht zu den hoch-belasteten Kommunen im Umfeld des Frankfurter Flughafens. Würde man eine stärkere Differenzierung der Ergebnisdaten vornehmen, könnte man wahrscheinlich auch einzelne Stadtteile (Bsp. Darmstadt) mit einer nennenswerten Entlastung identifizieren, die aber das ermittelte regionale Gesamtbild nicht ändern würden.

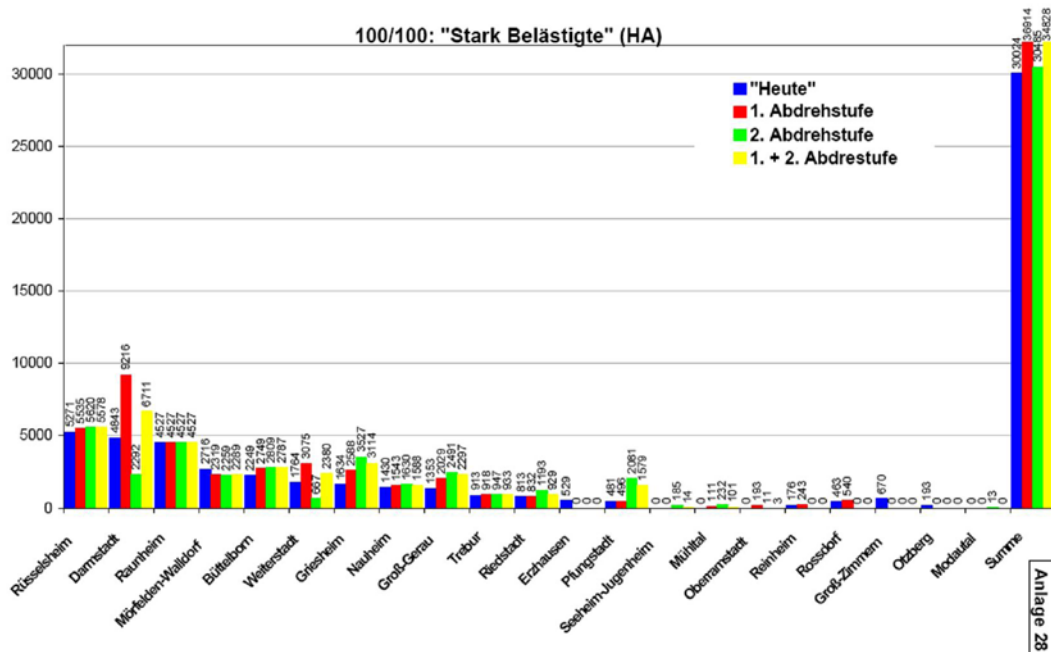


Abbildung 1: Anzahl der stark belästigten Personen (HA %) für alle Szenarien aus (1), Anlage 28

Unter Berücksichtigung der Leitlinie, dass eine eindeutige Entlastung, auch unter Berücksichtigung möglicher Unsicherheiten der Ermittlungsmethode, gegenüber der bisherigen Variante erzielt werden muss, um eine Änderung argumentativ zu rechtfertigen, fällt das Ergebnis für diese Untersuchung eindeutig aus: Die Beibehaltung der bisherigen Routenbündlung gewährleistet eine minimale Belastung der betroffenen Einwohner im Einflussbereich der betrachteten Abflugrouten Richtung Funkfeuer 'König'.

12 Weiteres Vorgehen

Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Weiteren der FLK zur Verfügung gestellt. Dort sollen die Ergebnisse ebenfalls vorgestellt und diskutiert werden. Weiterhin werden die Ergebnisse dem RDF Forum zur Kenntnis gegeben. Die Ergebnisse der Lärmberechnungen können bei Interesse in einem digitalen Standarddatenformat (LIMA *.ert-Format) bei der Geschäftsstelle des RDF angefordert werden, um weitergehende Analysen anhand der Lärmberechnungsergebnisse durchzuführen.

13 Quellen

- (1) K. Müller (2007): Untersuchung zur Ermittlung der Geräuschbelastung und der Anzahl betroffener für alternativ Abflugvarianten in Richtung Funkfeuer König (KNG); Untersuchung im Auftrag des Regionalen Dialogforums vom 14.09.2007
- (2) Fraport (2006): Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Planteil B 11, Planungsgrundlagen, Kap. 12 Datenerfassungssystem und Modelltage
- (3) DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (2001): Abschlussbericht, Auswirkungen von veränderten Abflugverfahren (variabler, höhenabhängiger Abdrehpunkt) in Richtung KNG auf die Verkehrsverteilung im südlichen Nahbereich des Flughafen Frankfurt, vom 05.10.2007, Version 1.1 (unveröffentlicht)
- (4) EU Working Group 2 Dose/effect (2002): Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance vom 20.02.2002, ISBN: 92-894-3894-0

14 Anhang

14.1 Untersuchung zur Ermittlung der Geräuschbelastung und der Anzahl betroffener für alternativ Abflugvarianten in Richtung Funkfeuer König (KNG)

- (1) K. Müller (2007): Untersuchung zur Ermittlung der Geräuschbelastung und der Anzahl betroffener für alternativ Abflugvarianten in Richtung Funkfeuer König (KNG); Untersuchung im Auftrag des Regionalen Dialogforums vom 14.09.2007 (13 Seiten und 35 Anlagen)

**Untersuchung zur Ermittlung
der Geräuschbelastung und der Anzahl Betroffener
für alternative Abflugvarianten in
Richtung Funkfeuer König (KNG)**

**(Diese Untersuchung ist Bestandteil des Arbeitspakets L 2.7
Optimierung der Flugroutengestaltung
im RDF-Arbeitsprogramm)**

**erstellt für das: Regionale Dialogforum
Diesterwegstraße 10
60594 Frankfurt am Main**

**von: Dipl.-Ing. K. Müller
Utestraße 3
65232 Taunusstein**

14. September 2007

0 Inhaltsverzeichnis

	Seite
01 Abkürzungsverzeichnis	17
02 Verzeichnis der Anlagen	19
1 Aufgabenstellung	22
2 Datengrundlage	23
3 Berechnungsparameter und methodisches Vorgehen	24
4 Berechnungsergebnisse	26

01 Abkürzungsverzeichnis

AzB:

Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen an zivilen und militärischen Flugplätzen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30.03.1971 (Gemeinsames Ministerialblatt, 26 Jahrgang vom 10.03.1975) und Ergänzungen des Bundesminister des Innern vom 20.02.1984

AzB_99:

Entwurfssfassung von neueren Emissionsdaten und Steigprofilen des Umwelt-Bundesamtes aus dem Jahre 1999

dB(A):

Bezeichnung des A-bewerteten (entsprechend der Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs) Geräuschpegels

DFS:

Deutsche Flugsicherung GmbH

DES:

Datenerfassungssystem nach der AzB (Zusammenstellung der flugbetrieblichen Daten wie Flugzeugtypen und Flugrouten)

HA:

Highly annoyed = Stark Belästigte

A :

Annoyed = Belästigte

L_{eq3}:

Energieäquivalenter Dauerschallpegel (Äquivalenzparameter q = 3)

L_{eq3, Tag}:

Energieäquivalenter Dauerschallpegel für die Tageszeit 6:00 – 22:00 Uhr

L_{eq3, Nacht}:

Energieäquivalenter Dauerschallpegel für die Nachtzeit 22:00 – 6:00 Uhr

L_{dn}:

Gemittelter Tages- und Nachtdauerschallpegel mit 10-facher Gewichtung der Nachtzeit

NAT:

Number above threshold = Anzahl über Schwellenwert (Pegelhäufigkeit)

MTOM:

Maximales Startgewicht in t

100/100 Regel:

Umhüllende Darstellung aus Ost- und Westbetrieb

Realverteilung mit 1_Sigma:

Umhüllende der Realverteilung (Mittelung des Betriebs der 6 verkehrsreichsten Monate) mit positiver und negativer Standardabweichung der realen Flugbewegungen aus der 10-jährigen Betriebsrichtungsverteilung

02 Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:

Darstellung des heutigen Zustandes der Abflüge Richtung KNG bei 15° Außentemperatur aus dem DFS-Gutachten

Anlage 2:

Darstellung der Abflüge Richtung KNG bei 15° Außentemperatur und einer Abdrehhöhe bei 3.500 ft aus dem DFS-Gutachten

Anlage 3:

Darstellung der Abflüge Richtung KNG bei 30° Außentemperatur und einer Abdrehhöhe bei 3.500 ft aus dem DFS-Gutachten

Anlage 4:

Darstellung einer 1. Abdrehhöhe für das Parallelbahnsystem und die 18-West (Szenario 2)

Anlage 5:

Darstellung einer 2. Abdrehhöhe für das Parallelbahnsystem und die 18-West (Szenario 3)

Anlage 6:

Darstellung des $L_{eq3, Tag} = 52$ dB(A) aller vier Szenarien für die 100/100 Regel

Anlage 7:

Darstellung des $L_{eq3, Nacht} = 48$ dB(A) aller vier Szenarien für die 100/100 Regel

Anlage 8:

Darstellung des $L_{eq3, Tag} = 52$ dB(A) aller vier Szenarien für die Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 9:

Darstellung des $L_{eq3, Nacht} = 48$ dB(A) aller vier Szenarien für die Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 10:

Darstellung des NAT70 = 20 für die Tageszeit aller vier Szenarien für die 100/100 Regel

Anlage 11:

Darstellung des NAT70 = 3 für die Nachtzeit aller vier Szenarien für die 100/100 Regel

Anlage 12:

Darstellung des NAT70 = 20 für die Tageszeit aller vier Szenarien für die Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 13:

Darstellung des NAT70 = 3 für die Nachtzeit aller vier Szenarien für die Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 14:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Tag}$ der 1. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die 100/100 Regel

Anlage 15:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Nacht}$ der 1. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die 100/100 Regel

Anlage 16:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Tag}$ der 2. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die 100/100 Regel

Anlage 17:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Nacht}$ der 2. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die 100/100 Regel

Anlage 18:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Tag}$ der 1. und 2. Abdrehstufe – heutiger
Betrieb für die 100/100 Regel

Anlage 19:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Nacht}$ der 1. und 2. Abdrehstufe – heutiger
Betrieb für die 100/100 Regel

Anlage 20:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Tag}$ der 1. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die Realverteilung und 1_Sigma

Anlage 21:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Nacht}$ der 1. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die Realverteilung und 1_Sigma

Anlage 22:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Tag}$ der 2. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die Realverteilung und 1_Sigma

Anlage 23:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Nacht}$ der 2. Abdrehstufe – heutiger Betrieb
für die Realverteilung und 1_Sigma

Anlage 24:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Tag}$ der 1. und 2. Abdrehstufe – heutiger
Betrieb für die Realverteilung und 1_Sigma

Anlage 25:

Darstellung der Differenz des $L_{eq3, Nacht}$ der 1. und 2. Abdrehstufe – heutiger
Betrieb für die Realverteilung und 1_Sigma

Anlage 26:

Darstellung des HA und A in Abhängigkeit vom L_{dn} (Dosis-Wirkungskurven nach Midema)

Anlage 27:

Darstellung eines Balkendiagramms der HA für den heutigen Betrieb nach der 100/100 Regel und der Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 28:

Darstellung eines Balkendiagramms der HA für alle vier Szenarien (heutiger Zustand, 1.-, 2. Abdrehsstufe und Kombination aus 1. und 2. Abdrehsstufe) nach der 100/ 100 Regel

Anlage 29:

Darstellung eines Balkendiagramms der HA wie in Anlage 28, jedoch ohne die Summenbalken

Anlage 30:

Darstellung eines Balkendiagramms der A für alle vier Szenarien (heutiger Zustand, 1.-, 2. Abdrehsstufe und Kombination aus 1. und 2. Abdrehsstufe) nach der 100/ 100 Regel

Anlage 31:

Darstellung eines Balkendiagramms der A wie in Anlage 30, jedoch ohne die Summenbalken

Anlage 32:

Darstellung eines Balkendiagramms der HA für alle vier Szenarien (heutiger Zustand, 1.-, 2. Abdrehsstufe und Kombination aus 1. und 2. Abdrehsstufe) nach der Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 33:

Darstellung eines Balkendiagramms der HA wie in Anlage 32, jedoch ohne die Summenbalken

Anlage 34:

Darstellung eines Balkendiagramms der A für alle vier Szenarien (heutiger Zustand, 1.-, 2. Abdrehsstufe und Kombination aus 1. und 2. Abdrehsstufe) nach der Realverteilung mit 1_Sigma

Anlage 35:

Darstellung eines Balkendiagramms der A wie in Anlage 34, jedoch ohne die Summenbalken

1. Aufgabenstellung

In den Projektteams Anti-Lärm-Pakt und Optimierung des Regionalen Dialogforums und der Frankfurter Fluglärmkommission wird derzeit das Thema *Überprüfung alternativer Flugroutengestaltung* gemeinsam bearbeitet, um potentielle Möglichkeiten zur Minderung der Lärmbetroffenheiten zu erarbeiten. Als mögliche Maßnahmen werden vereinbarungsgemäß im ersten Arbeitsschritt alternative Streuvarianten für die Abflugstrecken Richtung Funkfeuer König (KNG) untersucht und diskutiert¹⁾.

Zur Untersuchung des Einflusses einer solchen Maßnahme auf die Fluglärmimmissionen und die Anzahl Betroffener wird im Folgenden nach dem Fluglärmberechnungsverfahren der „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen“ (AzB_99) die Lärmbelastung im Vergleich zum heute verwendeten Verfahren ermittelt und dargestellt.

Das Gutachten „TAAM 48“ der DFS vom 05.10.2001, in dem die Auswirkungen veränderter Abflugverfahren (variabler, höhenabhängiger Abdrehpunkt) in Richtung Funkfeuer König (KNG) auf die Verkehrsverteilung von Starts von der Startbahn 18-West untersucht wurden, wird als Grundlage zur Konstruktion der Abflugstrecken für diese hier vorliegende Untersuchung verwendet²⁾. Die von der DFS ermittelte Verkehrsverteilung ist beispielhaft in den Anlagen 1 bis 3 wiedergegeben. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Verteilung neben dem Steigverhalten der einzelnen Flugzeugtypen entscheidend auch von den Außentemperaturen abhängt. Daher wurden entsprechend der Aufgabenstellung sowie nach Rücksprache mit der wissenschaftlichen Begleitung zwei Abdrehbereiche definiert, für die die Auswirkungen der Flugroutenstreuung betrachtet werden. Es wurden folgende Szenarien untersucht:

- **Szenario 1:** heutiger Betriebszustand Referenzfall (Istzustand 2005), in den Anlagen 4 und 5 die in schwarz dargestellte Flugrouten ,
- **Szenario 2:** Abdrehen Richtung Funkfeuer KNG entsprechend dem Steigvermögen der einzelnen Flugzeuge südlich der derzeitigen Flugroute W_D18_KNG_S (- hier als 1. Abdrestufe bezeichnet und in der Anlage 4 dargestellt),

¹⁾ Weitergehende Informationen zum Hintergrund dieser Untersuchung, dem zugehörigen Arbeitsplan des Arbeitspakets „Optimierung der Flugroutengestaltung sowie dem weiteren Vorgehen innerhalb der Kooperation zwischen der Frankfurter Fluglärmkommission und dem RDF werden der geplanten Dokumentation zu entnehmen sein.

²⁾ Diese Untersuchung wurde im Rahmen der Arbeiten der Fluglärmkommission erstellt und die Ergebnisse diskutiert

- **Szenario 3:** Abdrehen Richtung Funkfeuer KNG entsprechend dem Steigvermögen der einzelnen Flugzeuge nach weiteren gestiegenen 1000 ft gegenüber der 1. Abdrehstufe (- hier als 2. Abdrehstufe bezeichnet und in Anlage 5 dargestellt) und
- **Szenario 4:** Das Verfahren der 1. Abdrehstufe wird zeitlich gestaffelt von 0:00 bis 12:00 Uhr und das der 2. Abdrehstufe zwischen 12:00 bis 24:00 Uhr geflogen (bei einem wöchentlichen Wechsel).

Der Untersuchungsraum wurde entsprechend der Aufgabenstellung auf den Einflussbereich der Richtung Funkfeuer König (KNG) führenden Abflugrouten beschränkt. Um bei der Ermittlung der HA und A Unsicherheiten bei niedrigen Prozentanteilen der Belästigten aber auch keine relevanten Bevölkerungsanteile zu unterschlagen, wurde nach Rücksprache mit der wissenschaftlichen Begleitung in Anlehnung an die Umgebungslärmrichtlinie und den Sicherheitszuschlägen LAI-Hinweise eine untere Grenze für die Ermittlung der Betroffenheit von $L_{eq3,Tag} = 53 \text{ dB(A)}$ und $L_{eq3,Nacht} = 43 \text{ dB(A)}$ gewählt.

Alle Ergebnisse werden in den beigelegten Anlagen als L_{eq3} , Pegeldifferenzen, NAT70 und Betroffenheiten (Highly annoyed = Stark Belästigte HA und annoyed = Belästigte A) grafisch dargestellt. Bei der Darstellung der L_{eq3} und NAT70 sind Zahlenwerte gewählt worden, die die Unterschiede der verschiedenen Szenarien in diesem Darstellungsbereich deutlich zeigen.

2. Datengrundlage

Als Datengrundlage wurden für diese Berechnung die in der Tabelle 1 zusammengestellten Flugbewegungen des Datenerfassungssystems (DES) der Fraport AG aus der Ergänzung der Planfeststellungsunterlagen für den Istzustand des Jahres 2005 (Gutachten G 10.1 vom 30.09.2006) zugrunde gelegt. In diesem DES sind für die Tages- und Nachtzeit separate Bewegungszahlen für den Zeitraum der 6 verkehrsreichsten Monate Mai bis Oktober angegeben. Ferner sind in dieser Tabelle für die einzelnen Flugzeuggruppen der AzB_99 beispielhaft bekannte Flugzeugtypen aufgeführt.

Flugzeug- gruppe	Ein-stu- fung	MTOM	Tag	Nacht	Gesamt	Flugzeugtypenbeispiele
	Annex 16	t	06 - 22	22 - 06	0 - 24	
P 2.1		>5,7	6.639	537	7.176	Propellerflugzeuge $\geq 5,7$ t
S 1.0	2	>34	14	0	14	Learjet 23-25
S 1.1	2	34 - 100	3	1	4	DC-9, Tu134
S 1.3	2	<100	2	0	2	B727
S 3.2	2	>100	116	2	118	ältere DC10 und B747
S 4a/b	-	>100	217	52	269	B707, IL62, C5 Galaxy
S 5.1	3	<50	40.342	1.904	42.246	BAe146, CR Regionaljet
S 5.2	3	<120	120.806	15.027	135.833	B737-300/400, A320, B757
S 5.3	3	<120	4.282	419	4.701	MD80-87, B737/727 mit Hush-Kit
S 6.1	3	>120	27.693	4.486	32.179	A300, A310, A330, B767, B777
S 6.2b	3	<300	5.713	3.148	8.861	DC10, MD11, L1011, DC-8-70
S 6.3	3	<300	7.948	1.329	9.277	A340
S 7a/b	3	>300	15.948	3.070	19.018	B747-300/400
Summe			229.723	29.975	259.698	

Tabelle 1: Zusammenstellung der Flugbewegungen für das Jahr 2005

Die Einwohnerdaten sind von den einzelnen Gemeinden ortsteilbezogen erhoben worden. Hier konnte zum Teil auf vorhandene Daten des HLUG zurückgegriffen werden, die durch Daten aus dem Internet weiterer Gemeinden ergänzt wurden. Von der Stadt Darmstadt wurden für 36 statistische Bezirke Einwohnerdaten zu Verfügung gestellt. Hier wurden die Daten mit Stand 01.01.06 verwendet, weil auch die Daten der anderen Gemeinden keinen neueren Stand aufwiesen.

3. Berechnungsparameter und methodisches Vorgehen

Die Fluglärmrechnungen sind mit den Emissionsdaten, den Fluggeschwindigkeiten, den Zusatzpegeln und den Steigprofilen der AzB_99 durchgeführt worden. Die Flugrouten sind nicht für jeden Flugzeugtyp einzeln konstruiert worden, sondern entsprechend der Aufgabenstellung in Anlehnung an die Flugroutenbeschreibung der Abflugrouten Richtung TABUM

zusammengefasst und in den Anlagen 4 und 5 für die 1. und 2. Abdrehsstufe dargestellt. Nach dem Steigverhalten der einzelnen Flugzeugtypen wurden die Flugzeuge, mit Ausnahme der Propellerflugzeuge der Route D25L/R_KNG_P auf 5 Flugrouten (rot: Abflug von 18-West und blau: Abflug Parallelbahnsystem) verteilt, denen jeweils von Nord nach Süd folgende Flugzeuggruppen zugeordnet werden:

- S 5.2; S 5.3; S 1.0; S 4a und S 1.3
- S 6.1; S 6.2 und S 4a
- S 5.1 und P 2.1
- S 7b; S 3.2 und S 4b
- S 6.3

Die Betroffenenheiten sind nach dem „Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance“ (02/2002) der EU Working Group 2 Dose/Effect ermittelt, das auf Untersuchungen von Miedema zurückgreift. Für Fluglärm sind danach die stark Belästigten (highly annoyed = HA) und die Belästigten (annoyed = A) für den Außen - L_{dn} nach folgenden Beziehungen zu ermitteln:

$$\%HA = - 1,395 * 10^{-4} * (L_{dn} - 42)^3 + 4,081 * 10^{-2} * (L_{dn} - 42)^2 + 0,342 * (L_{dn} - 42)$$

$$\%A = 1,460 * 10^{-5} * (L_{dn} - 37)^3 + 1,511 * 10^{-2} * (L_{dn} - 37)^2 + 1,346 * (L_{dn} - 37)$$

Für diese Beziehungen, die in der Anlage 26 graphisch dargestellt sind, ist die Nachtzeit von 23:00 bis 7:00 Uhr definiert. Da sich am Flughafen Frankfurt / Main die letzte Tagesstunde und die erste Nachtstunde sowie die letzte Nachtstunde und die erste Tagstunde in den Flugbewegungen nicht wesentlich unterscheiden, können diese Gleichungen mit hinreichender Genauigkeit auch für eine in Deutschland definierte Nachtzeit von 22:00 bis 6:00 Uhr herangezogen werden, wie es auch schon in anderen Untersuchungen des RDF praktiziert wurde.

Die Einwohnerdaten wurden für die Wohnbebauungsflächen in den Ortsteilen oder Bezirken auf die darin enthaltenen 100 * 100 m Rasterpunkte, wie sie für die Fluglärmberechnung benutzt werden, aufgeteilt. Mit den errechneten L_{dn} - Werten der Rasterpunkte werden nach den o.a. Beziehungen für %Ha und %A die auf die Rasterpunkte entfallende Anzahl betroffener Personen (HA und A) ermittelt. Die Betroffenenanzahlen werden für die einzelnen Ortsteile oder Bezirke, die gesamte Kommune und als Gesamtsumme aufaddiert.

4. Berechnungsergebnisse

In den Anlagen 6 bis 13 sind entsprechend der Aufgabenstellung für die Tages- und Nachtzeit die Leq3- und die NAT70-Werte aller vier Szenarien für die 100/100-Regelung und die Realverteilung mit 1_Sigma als Isophonen graphisch dargestellt³). Um die Differenzen der Leq3 – Werte in der Umgebung von Darmstadt deutlich erkennen zu können sind für den Tagpegel 52 dB(A) und für den Nachtpegel 48 dB(A) gewählt worden. Bei den zusätzlich ermittelten NAT70 – Werten sind es tags/nachts 70/3. Ein Vergleich der 100/100- mit der Realverteilung mit 1_Sigma zeigt keine großen Unterschiede, weil in diesem Bereich die Westbetriebsrichtung häufiger (ca. zu 75 %) auftritt, und daher ähnlich ist der 6-Monats-Mittelung der Realverteilung.

Die Dauerschallpegeldifferenzen tags/nachts > 50/40 dB(A) der drei untersuchten Varianten in Bezug zum heutigen Zustand sind in den Anlagen 14 bis 25 flächenhaft dargestellt. Auf diesen Abbildungen sind die Bereiche der Pegelabnahmen (grün) deutlich im Vergleich zu den Pegelzunahmen (gelb bis orange) zu erkennen.

Dauerschallpegelerhöhungen und -minderungen sind nicht einfach gegeneinander aufzurechenbar, denn es muss hierbei auch die Anzahl der betroffenen Menschen berücksichtigt werden. Die im Abschnitt 3 aufgezeigten Beziehungen von Midema für die Ermittlung der Anzahl der „Belästigten“ können hier eine objektive Bewertungsmethode darstellen. Daher werden hier auftragsgemäß auch die Betroffenheiten (HA und A) nach den Midema – Untersuchungen ermittelt und dargestellt.

In der Anlage 27 sind für den heutigen Zustand die Betroffenheiten (HA) nach der 100/100-Regelung und der Realverteilung mit 1_Sigma dargestellt. Außerdem sind in dieser Darstellung unter der Abszissenachse die Prozente der Stark Belästigten (HA) von der Gesamtbevölkerung aufgeführt. Danach zählen z.B. in Raunheim 23,3 bis 32,8 % der Bevölkerung zu der Stark Belästigten (HA), während es in Darmstadt 3,3 bis 3,5 % sind. Für die gesamten gewählten Untersuchungsraum ergeben sich 4,0 bis 4,9 % HA.

In den Anlagen 28 bis 35 sind für die einzelnen Kommunen und als Summe die HA und A der vier untersuchten Szenarien für die 100/100-Regelung und die Realverteilung mit 1_Sigma als Balkendiagramme (mit und ohne Summenbalken zur besseren Lesbarkeit) dargestellt.

In der Summenbewertung (der Gesamt-HA oder –A) ist bei beiden Untersuchungsmethoden (100/100 und Realverteilung mit 1_Sigma) der heutige Zustand, dass heißt in diesem Fall die Bündelung der Flugrouten, das Szenario mit der geringsten Anzahl Stark Belästigter (HA) und Belästigter (A).

Die hier gewählte Methode zur Bewertung der Fluglärmbelastung kann auch auf andere Flugrouten übertragen werden, um lärmminimierte Routenführungen zu finden. Allerdings sollten bei einer solchen Minimierung an keiner Stelle Lärmpegel auftreten, die Gesundheitsschäden verursachen könnten.

³⁾ Es ist hier aber darauf hinzuweisen, dass die hier verwendete Sigma-Regelung entsprechend den Planfeststellungsunterlagen nicht identisch ist mit dem Verfahren des neuen Fluglärngesetzes (2007)

Nach den Erläuterungen in dem EU-Papier sind die Beziehungen nach Midema für die Ermittlung der stark Belästigten (HA) für über lange Zeiträume stabile Situationen (of long term stable situations) und nicht für die Beurteilung kurzzeitiger Effekte (of short-term effects) verwendbar. Daher sollten nach dieser Methode nicht einzelne Tage oder kurze sensible Zeitabschnitte beurteilt werden.

Diese Untersuchung umfasst 12 Seiten und 35 Anlagen.

Taunusstein, den 14.09.2007

gez. K. Müller

(K. Müller)

Anlagen: - 35 -

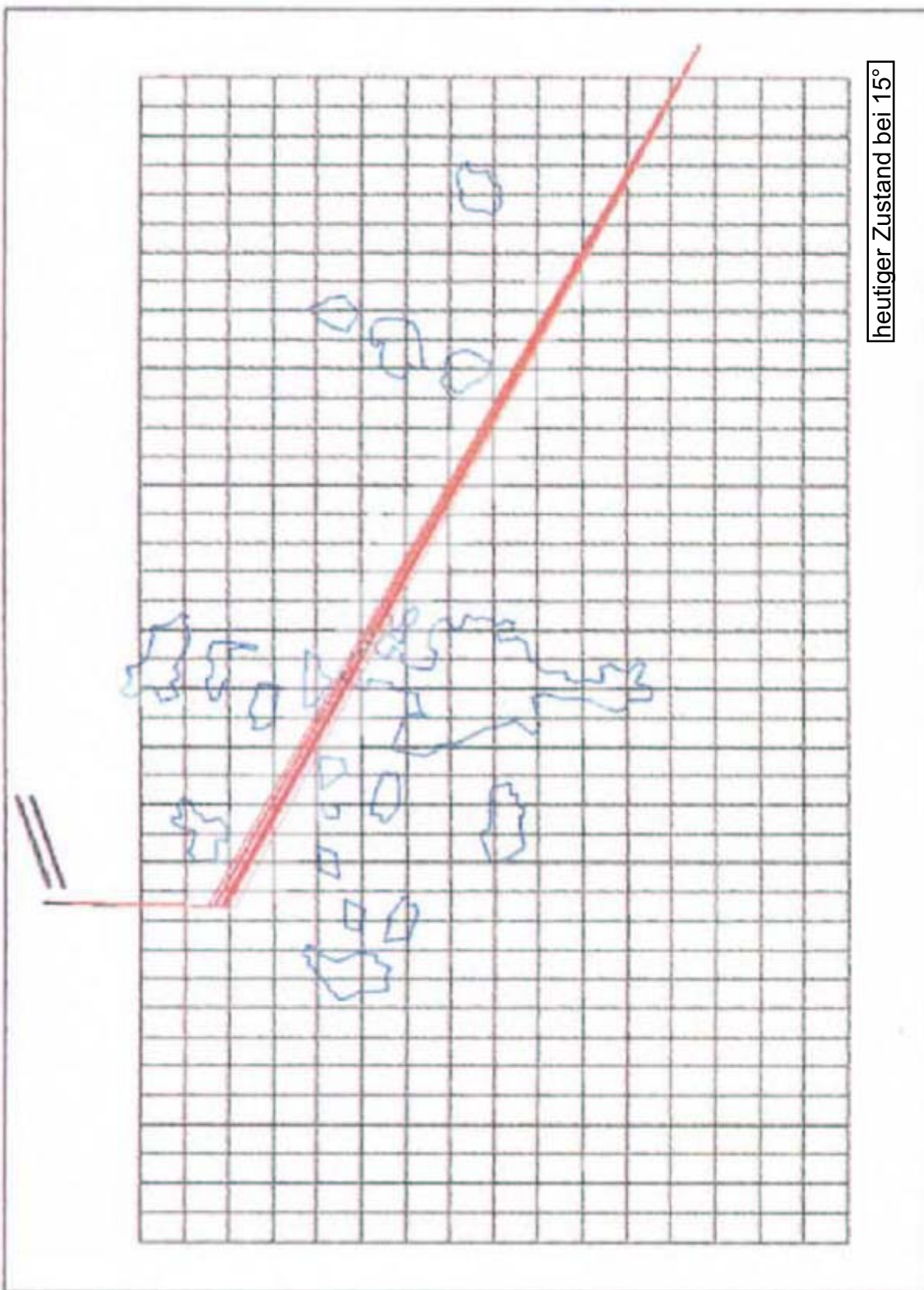


Abbildung 14, Skizze Abflugverfahren (REF1A)

Anlage 2

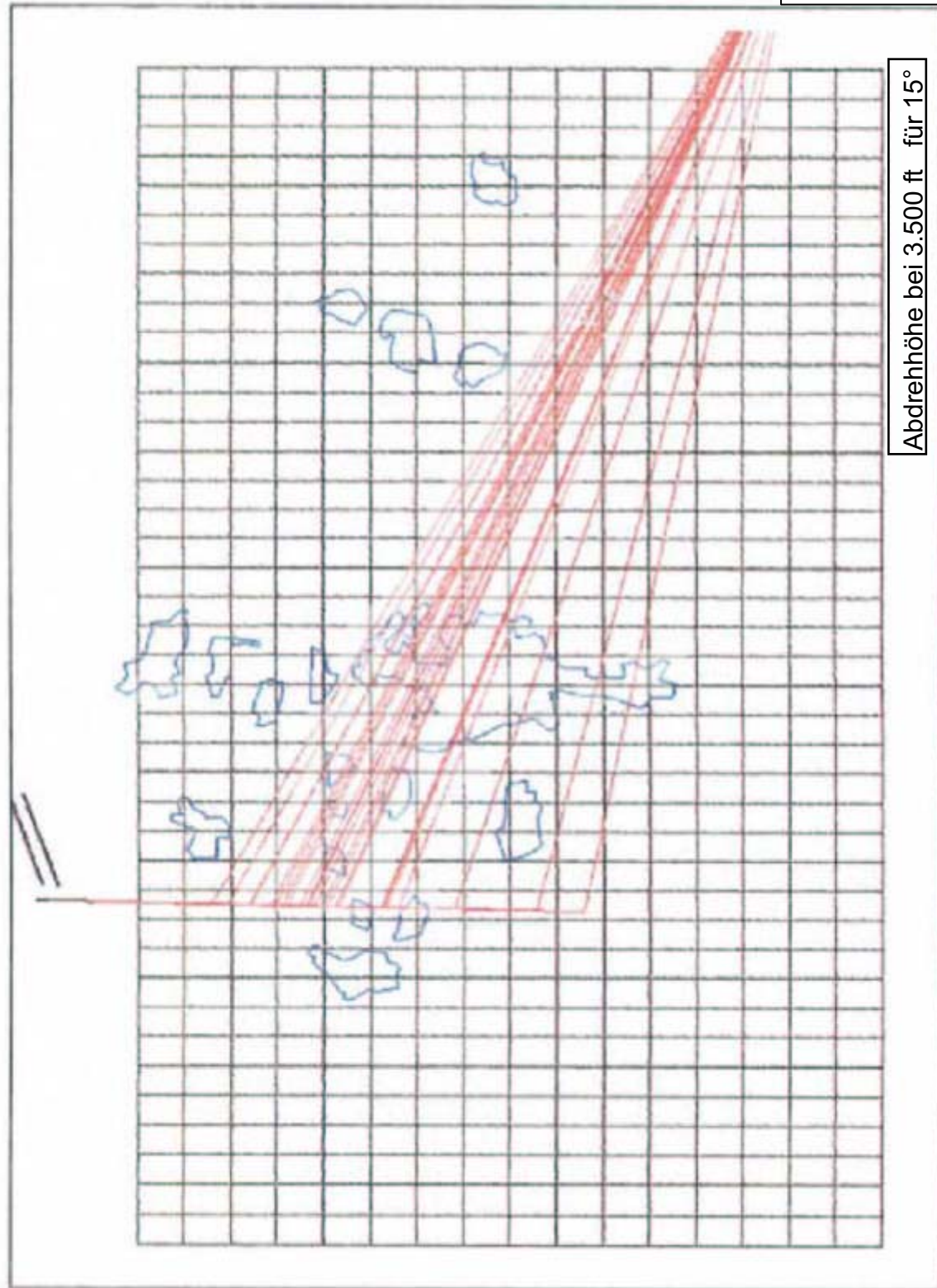


Abbildung 15, Skizze Abflugverfahren (ORG1A)

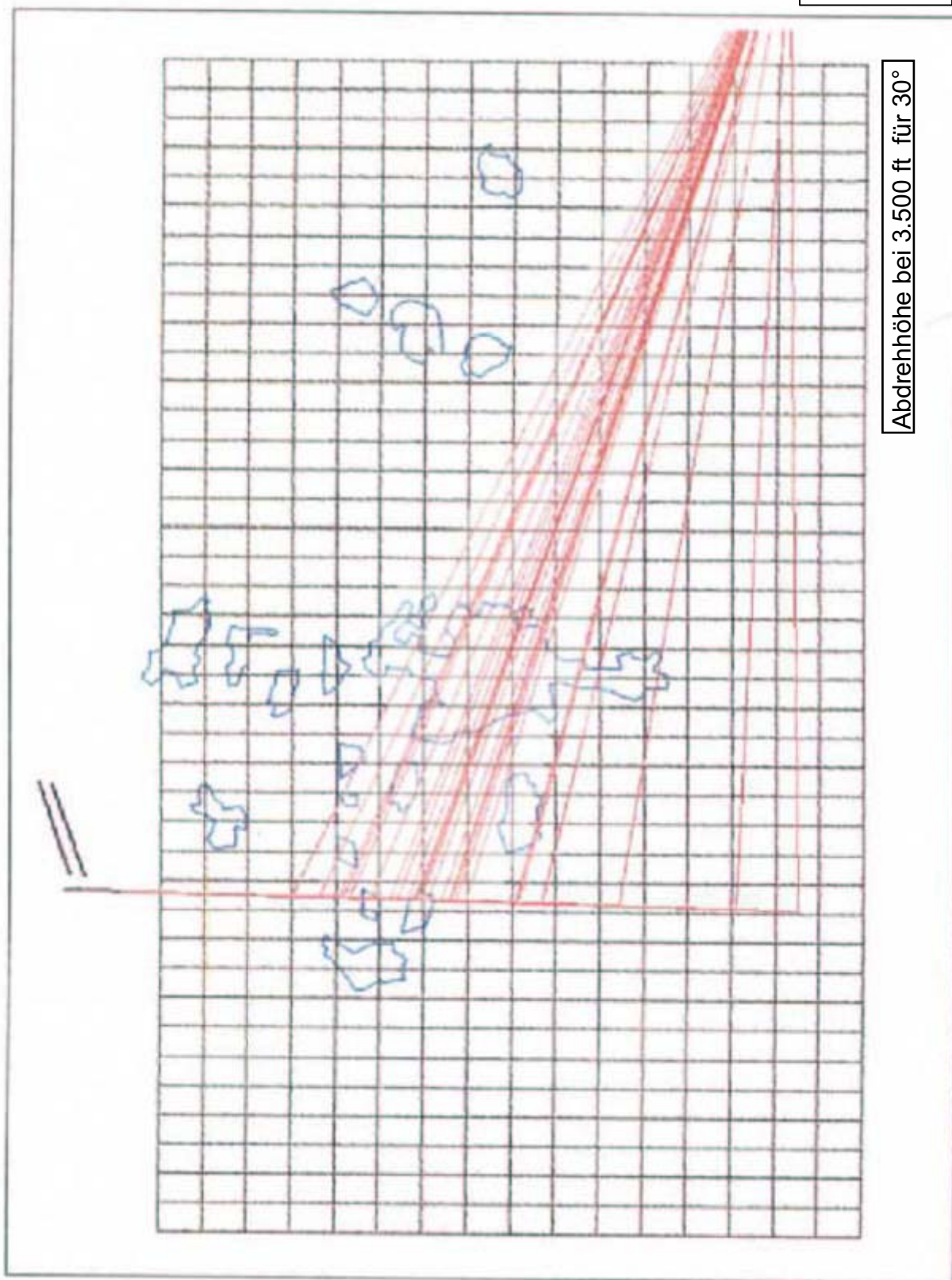
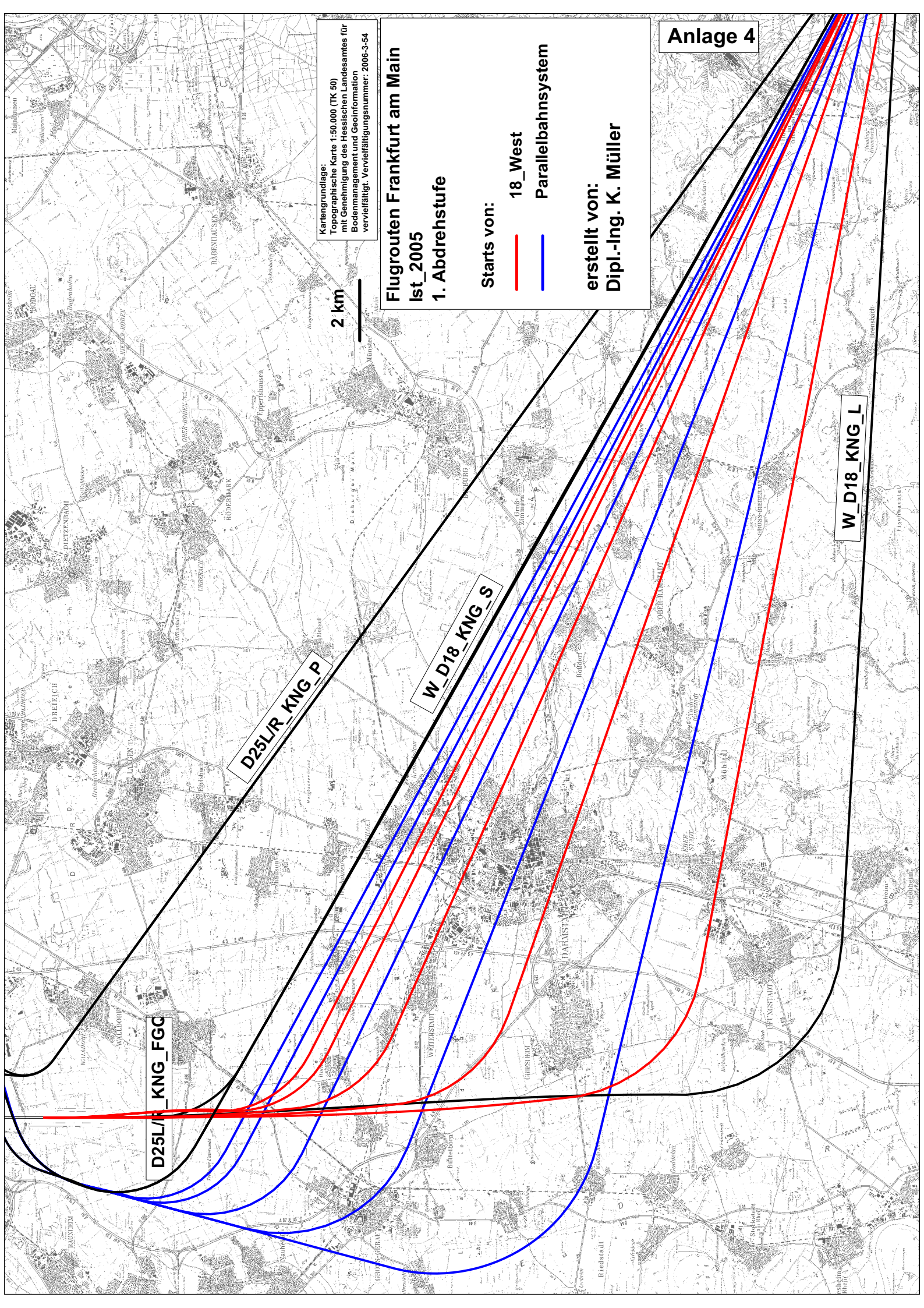


Abbildung 17, Skizze Abflugverfahren (ORG1B)



Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Flugrouten Frankfurt am Main
Ist_2005
1. Abdrehtstufe

Starts von:

- 18_West
- Parallelbahnsystem

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

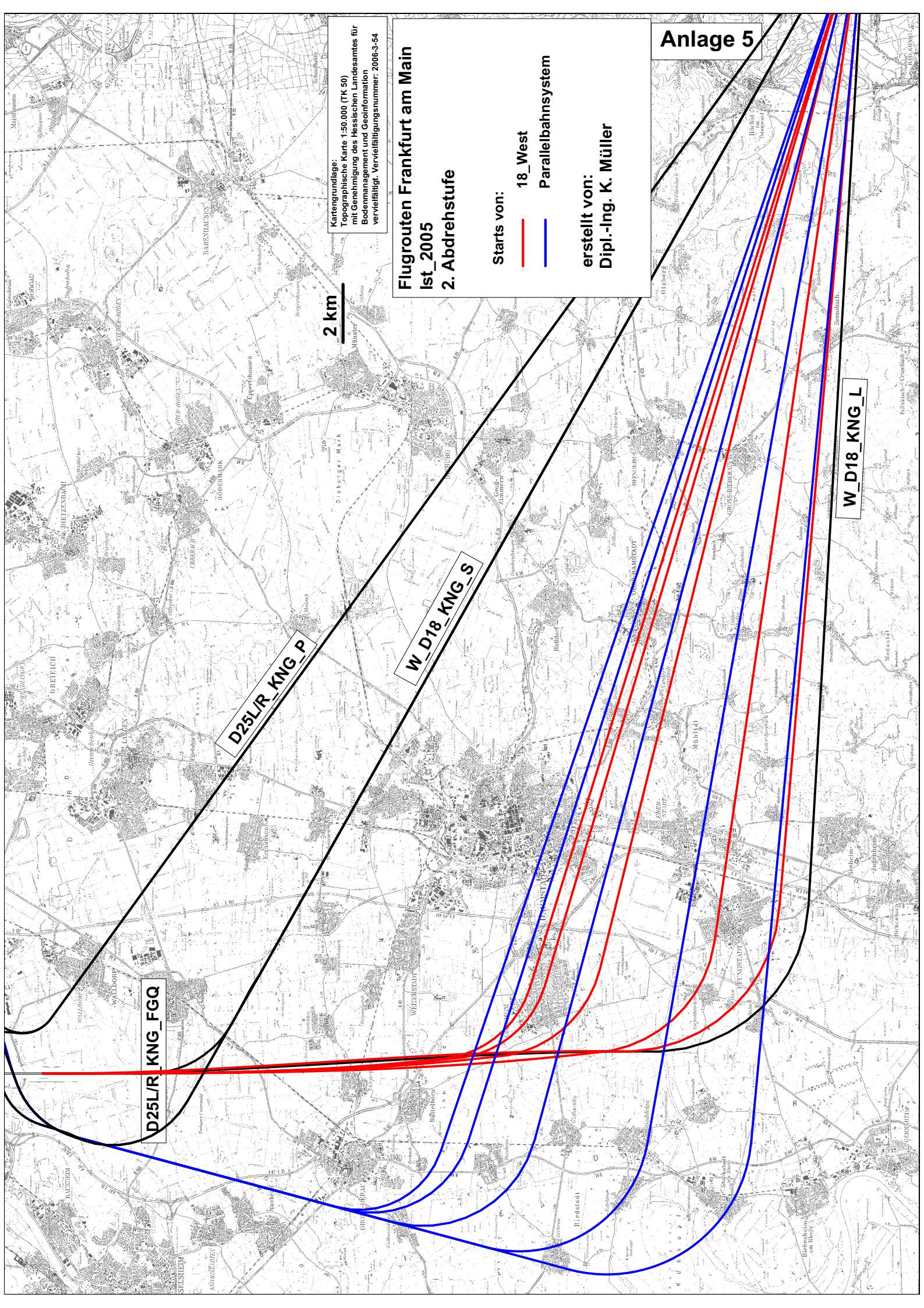
Anlage 4

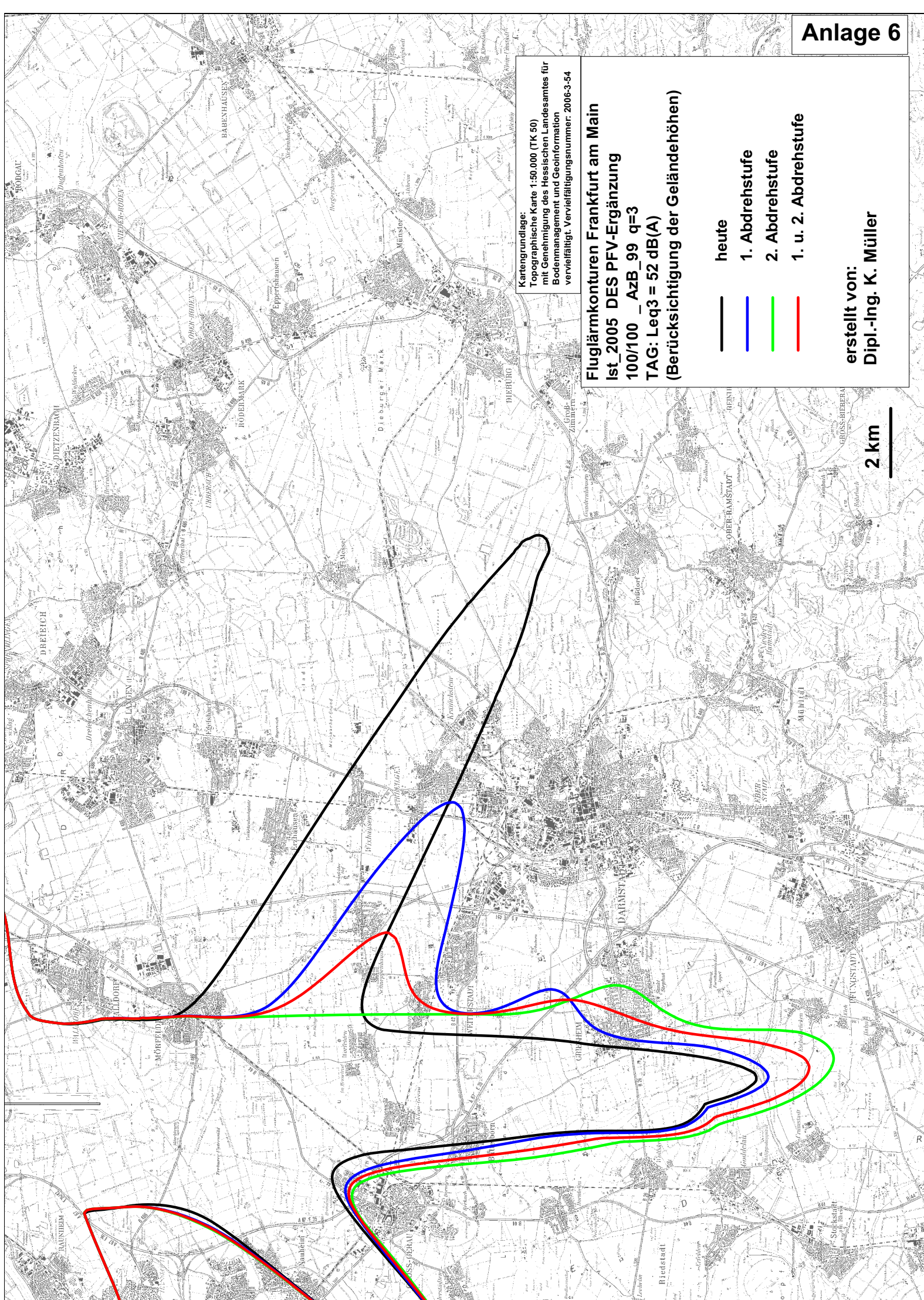
D25L/R_KNG_FGG

D25L/R_KNG_P

W_D18_KNG_S

W_D18_KNG_L





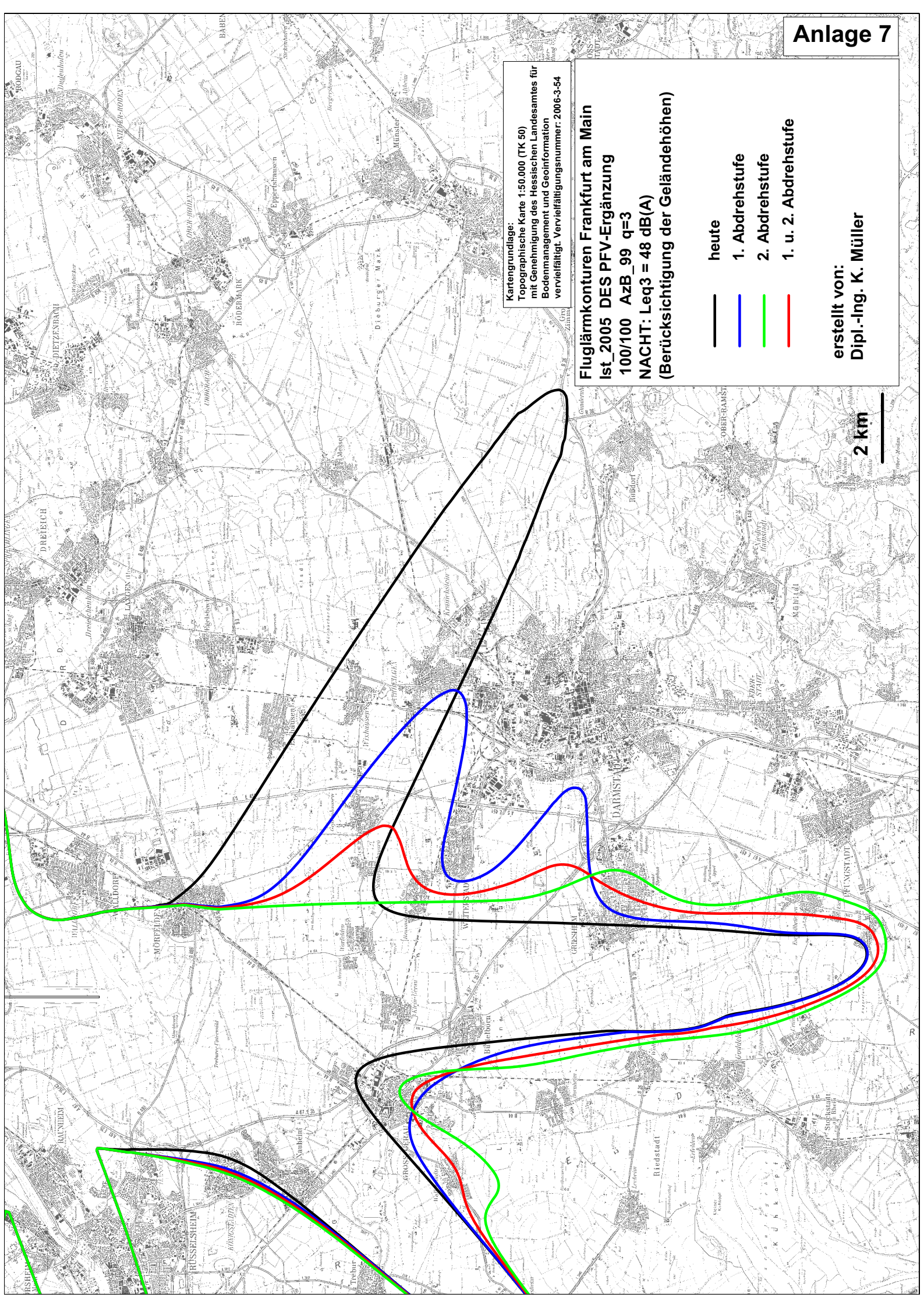
Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt, Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main
Ist_2005 DES PFV-Ergänzung
100/100 AzB_99 q=3
NACHT: Leq3 = 48 dB(A)
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

- heute
- 1. Abdrehsstufe
- 2. Abdrehsstufe
- 1. u. 2. Abdrehsstufe

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

2 km



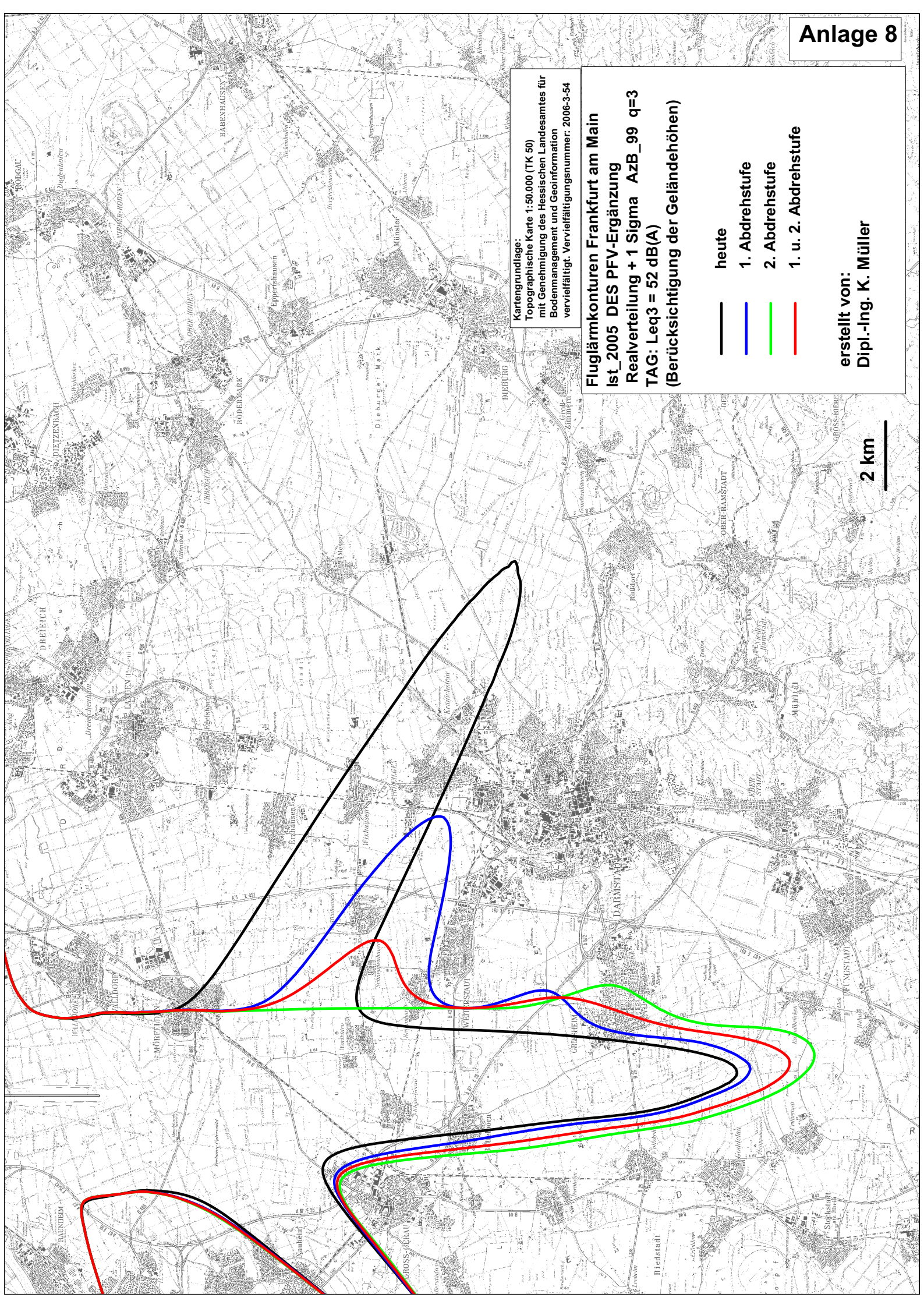
Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main
Ist_2005 DES PFV-Ergänzung
Realverteilung + 1 Sigma AzB_99 q=3
TAG: Leq3 = 52 dB(A)
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

- heute
- 1. Abdrestufe
- 2. Abdrestufe
- 1. u. 2. Abdrestufe

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

2 km



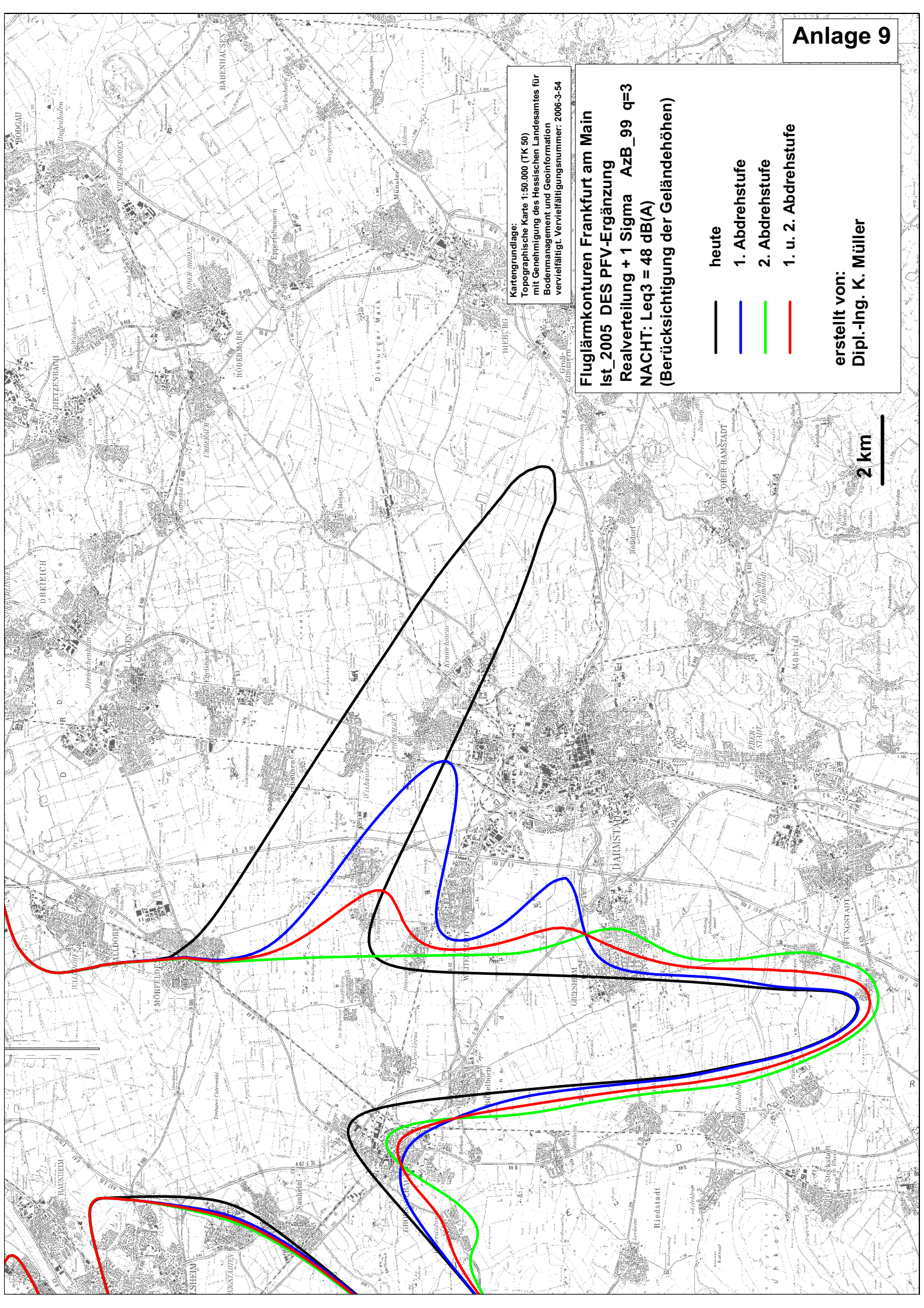
Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main
Ist_2005 DES PFV-Ergänzung
Realverteilung + 1 Sigma AzB_99 q=3
NACHT: Leq3 = 48 dB(A)
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

- heute
- 1. Abdrehsstufe
- 2. Abdrehsstufe
- 1. u. 2. Abdrehsstufe

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

2 km



Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main

Ist_2005 DES PFV-Ergänzung

100/100 _AzB 99 q=3

TAG: NAT70=20

(Berücksichtigung der Geländehöhen)

heute

1. Abdrestufe

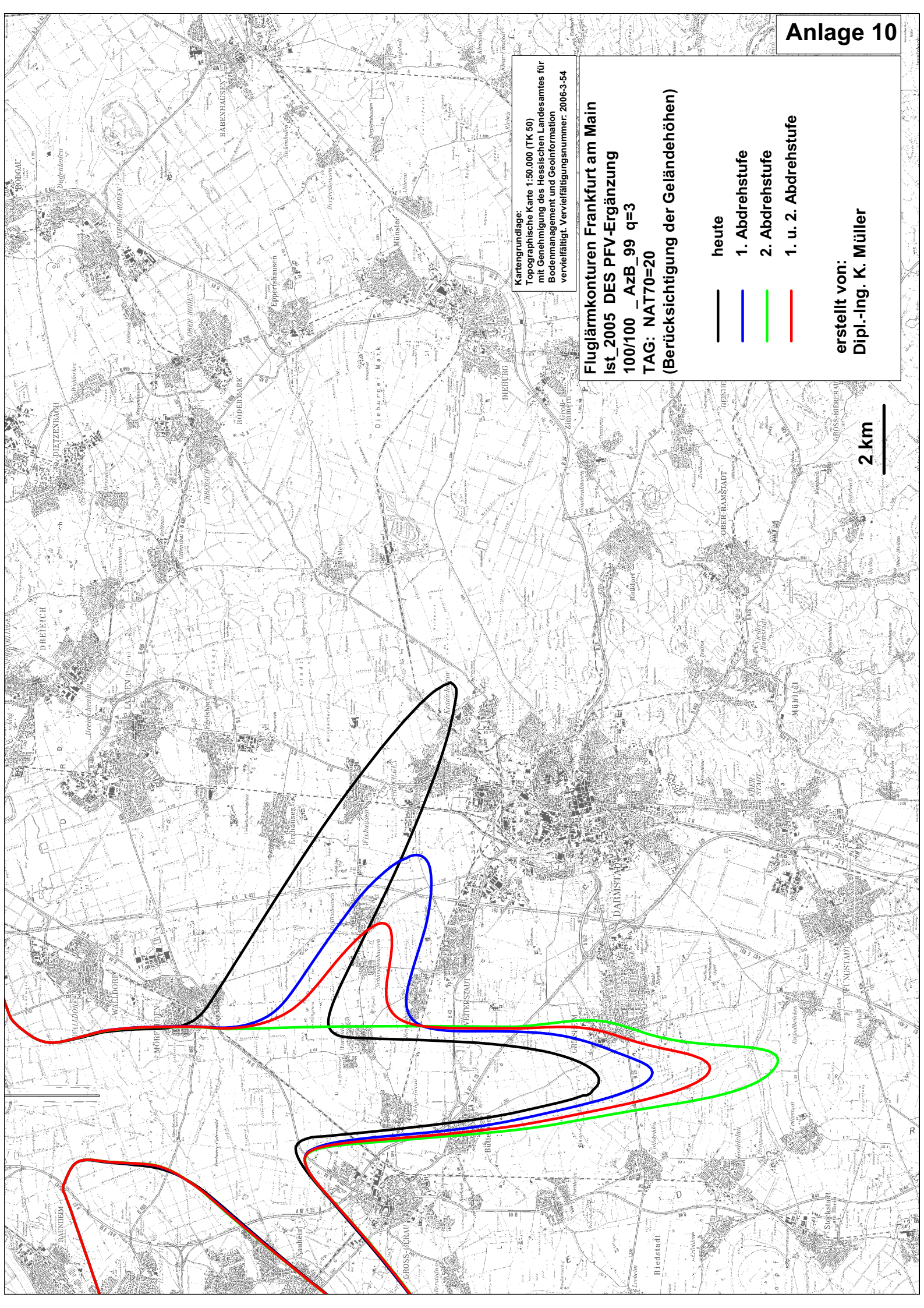
2. Abdrestufe

1. u. 2. Abdrestufe

erstellt von:

Dipl.-Ing. K. Müller

2 km



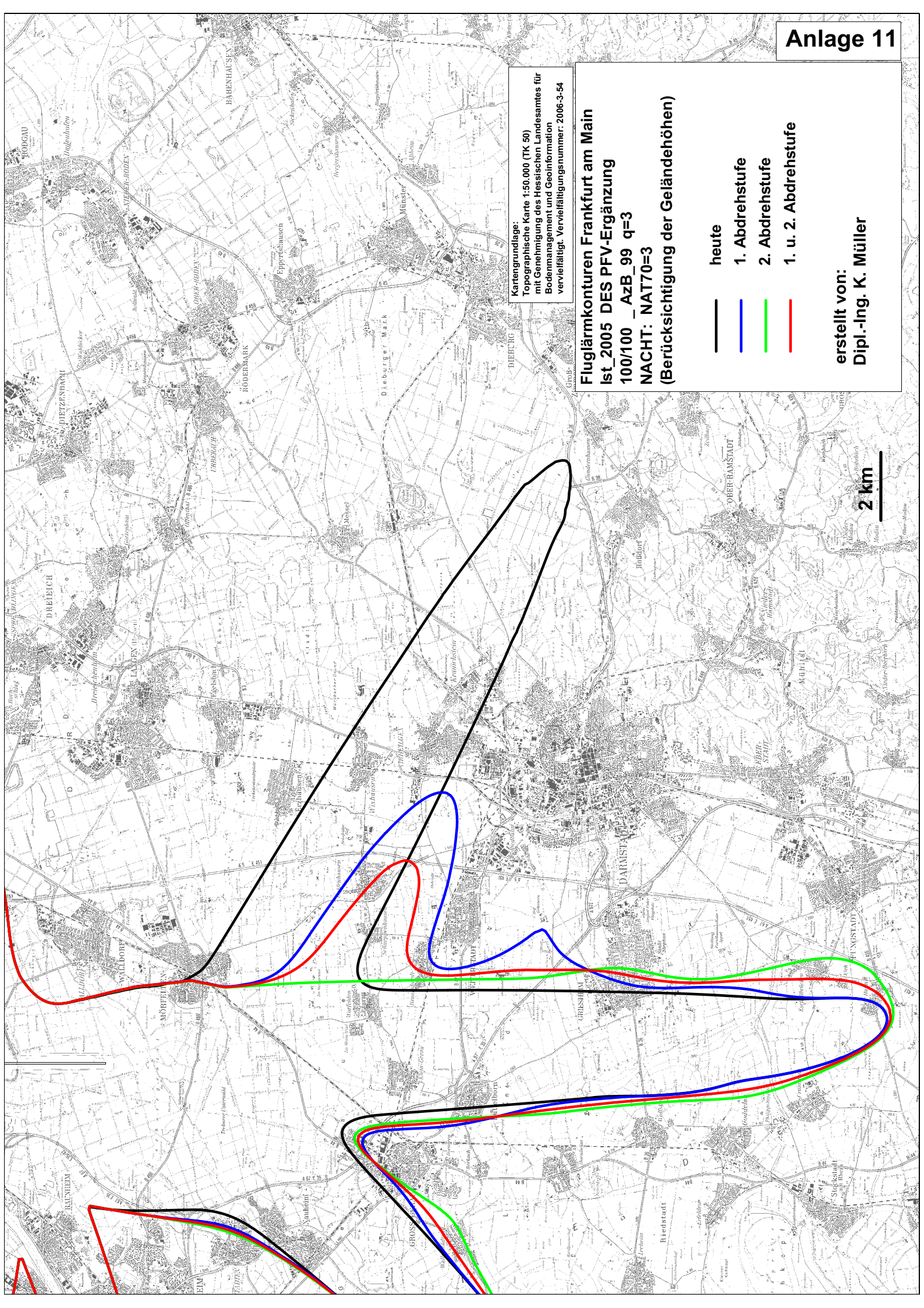
Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und GeoInformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main
Ist_2005 DES PFV-Ergänzung
100/100_AzB_99 q=3
NACHT: NAT70=3
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

- heute
- 1. Abdrehsstufe
- 2. Abdrehsstufe
- 1. u. 2. Abdrehsstufe

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

2 km



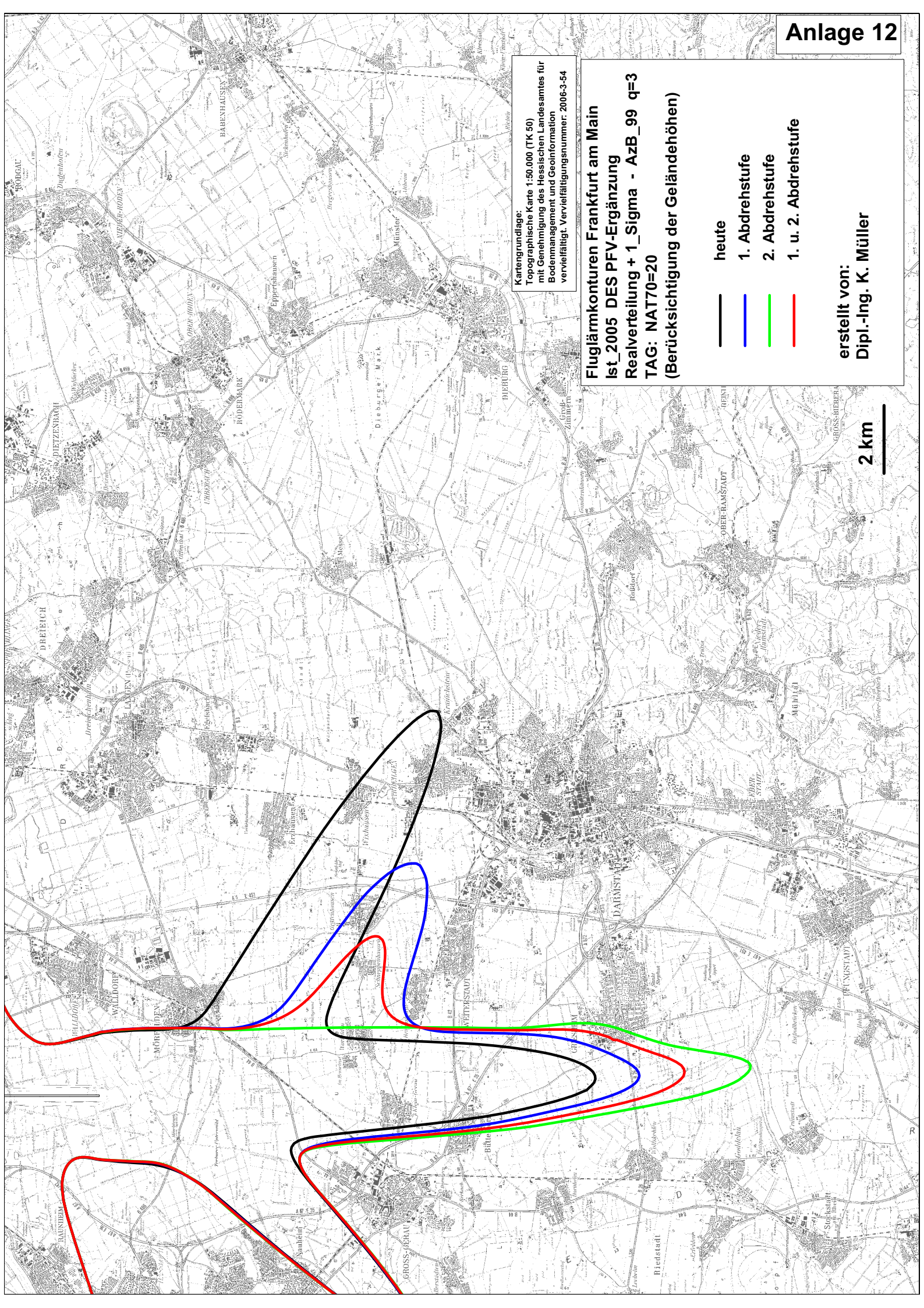
Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main
Ist_2005 DES PFV-Ergänzung
Realverteilung + 1_Sigma - AzB_99 q=3
TAG: NAT70=20
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

- heute
- 1. Abdrestufe
- 2. Abdrestufe
- 1. u. 2. Abdrestufe

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

2 km



Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main

Ist_2005 DES PFV-Ergänzung

Realverteilung + 1_Sigma - AzB_99 q=3

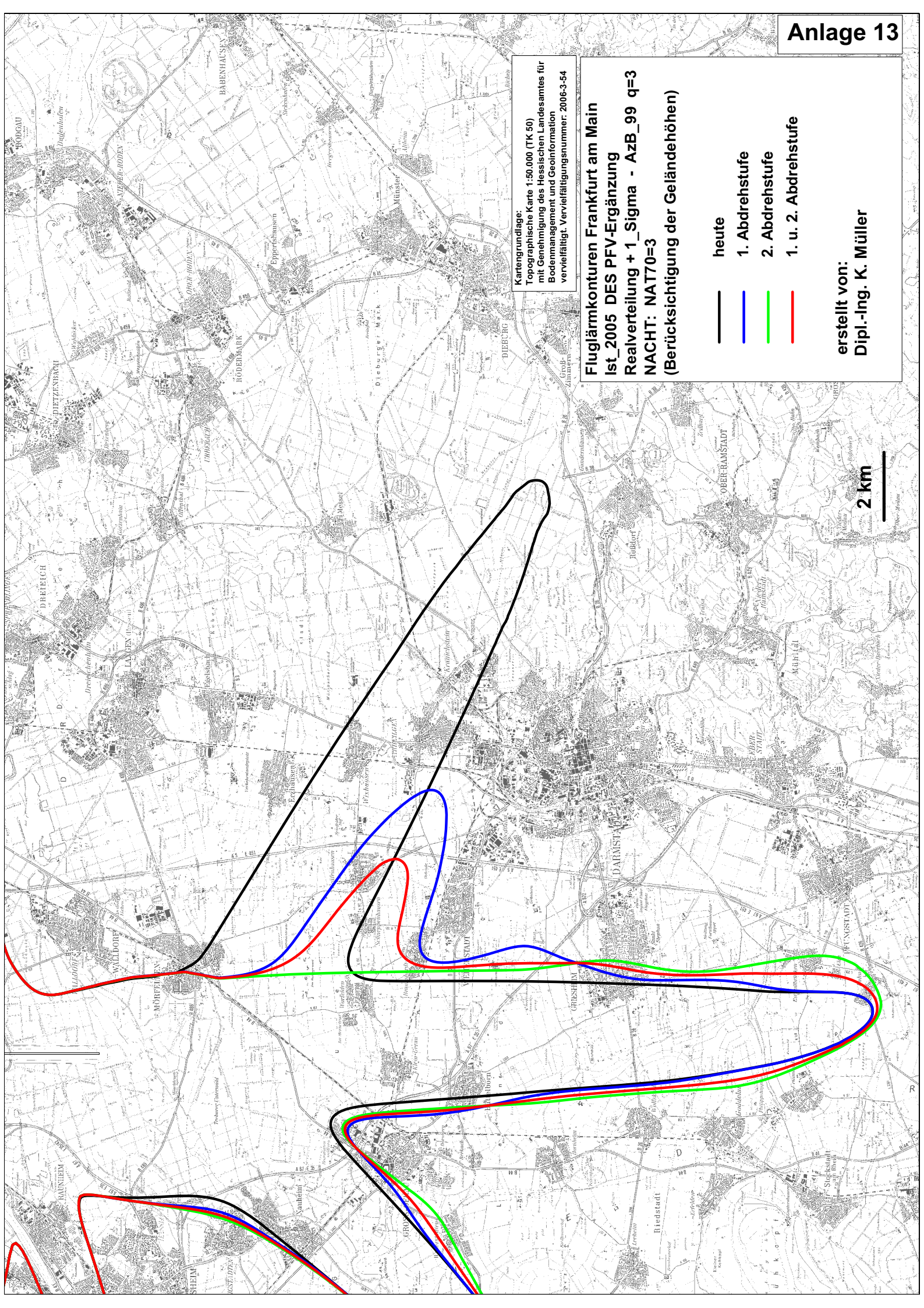
NACHT: NAT70=3

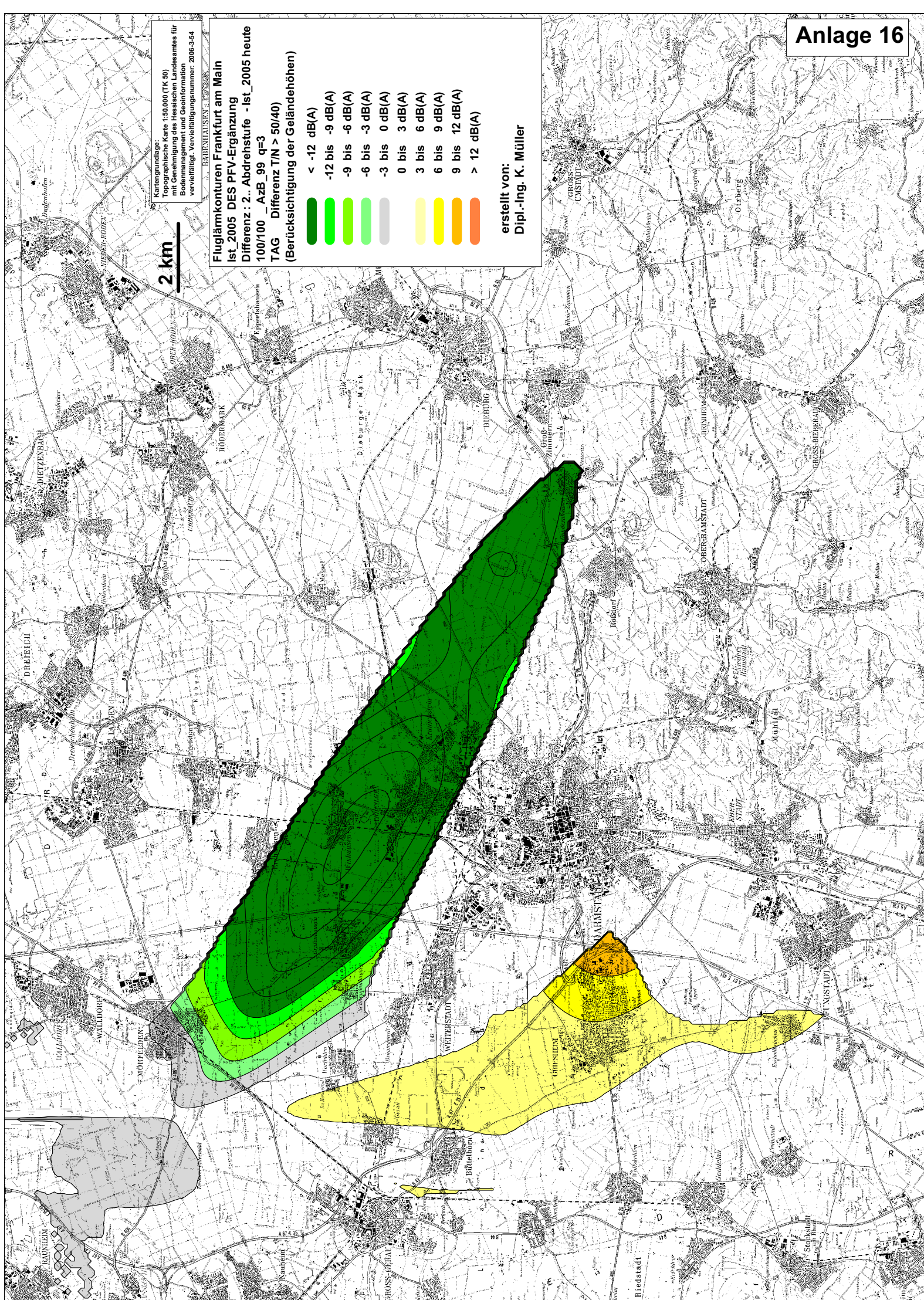
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

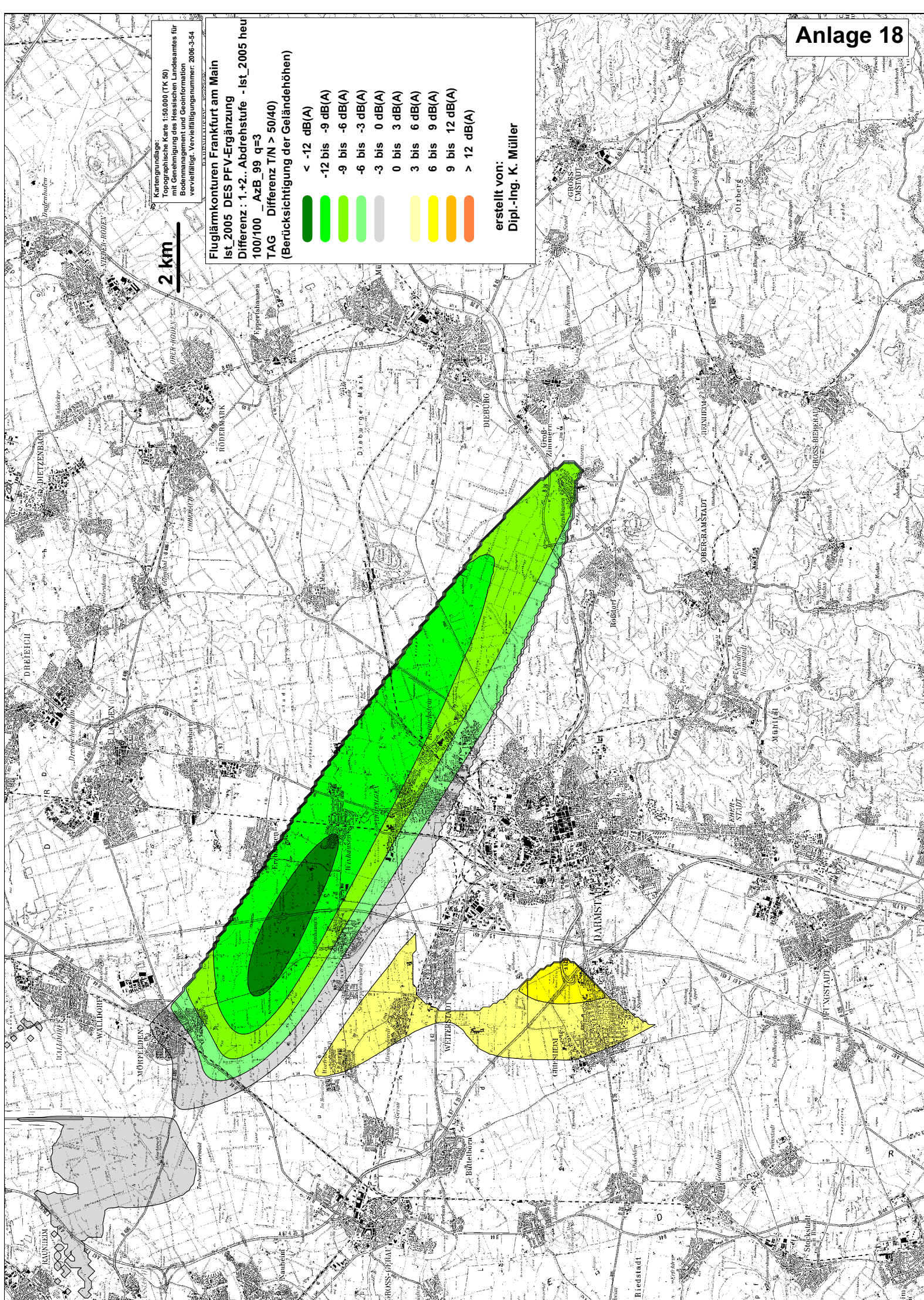
- heute
- 1. Abdrehstufe
- 2. Abdrehstufe
- 1. u. 2. Abdrehstufe

erstellt von:
Dipl.-Ing. K. Müller

2 km







Kartengrundlage:

Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Vervielfältigungsnummer: 2006-3-54

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main

Ist 2005 DES PFV-Ergänzung

Differenz: 1.+2.: Abdrehsstufe - 1st 2005 heu

100/100 AzB_99 q=3

TAG Differenz T/N > 50/40)

(Berücksichtigung der Geländehöhen)

< -12 dB(A)

-12 bis -9 dB(A)

0 bis -6 dB(V)

-9 dB(A)

-6 bis -3 dB(A)

-3 bis 0 dB(A)

0 bis 3 dB(A)

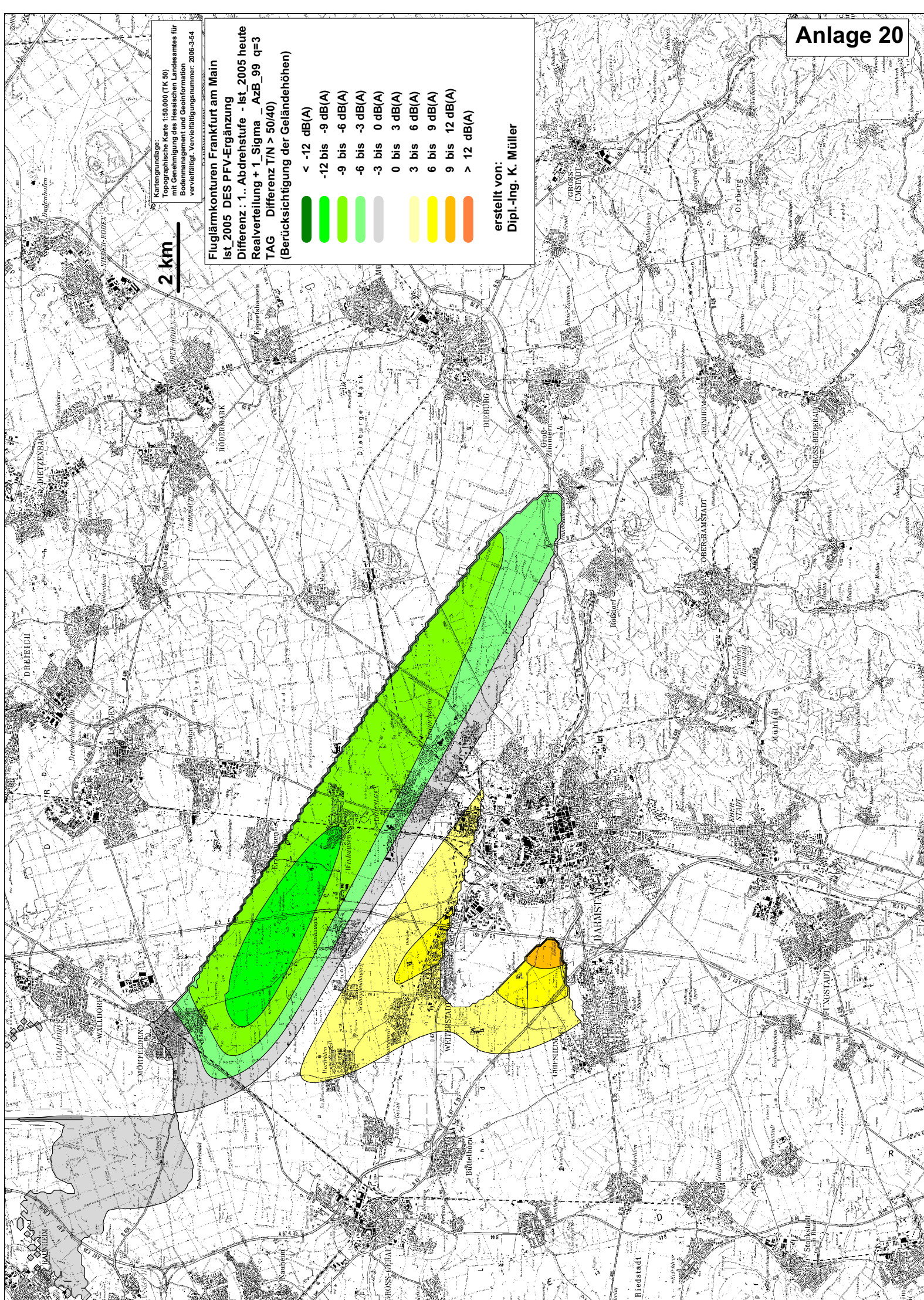
3 bis 6 dB(A)

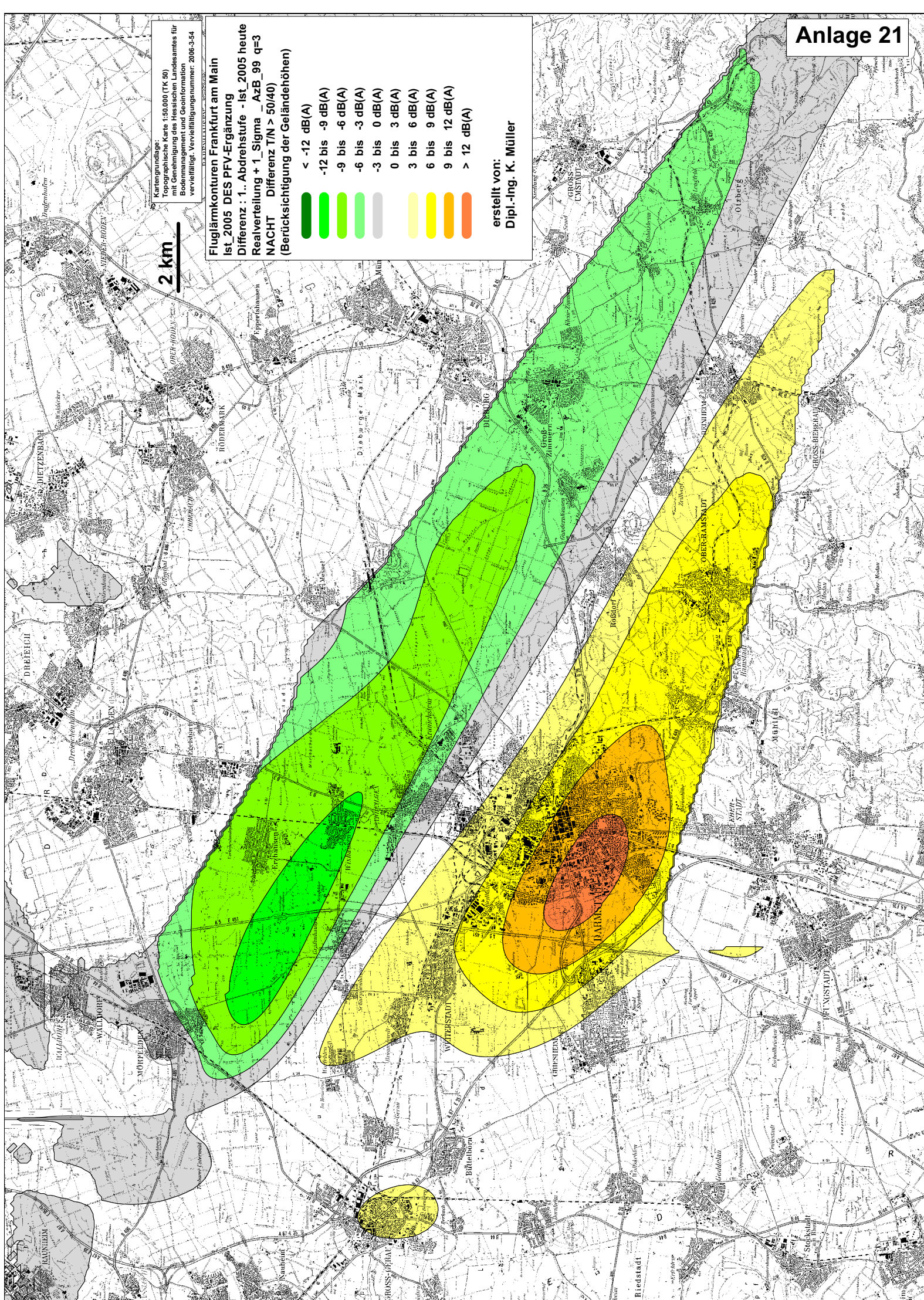
0 bis 9 dB(A)

6 bis 9 dB(

erstellt von:

Dipl.-Ing. K. Müller





Kartengrundlage:
Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
mit Genehmigung des Hessischen Landesamtes für
Bodenmanagement und Geoinformation
vervielfältigt. Veröffentlichungsnummer: 2006-3-54

2 km

Fluglärmkonturen Frankfurt am Main

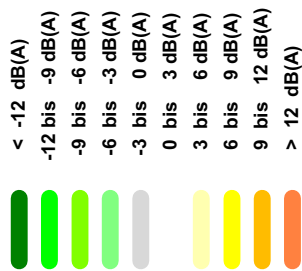
Ist_2005 DES PFV-Ergänzung

Differenz: 2.. Abdrehtstufe - Ist_2005 heute

Realverteilung + 1_Sigma_AzB_99 q=3

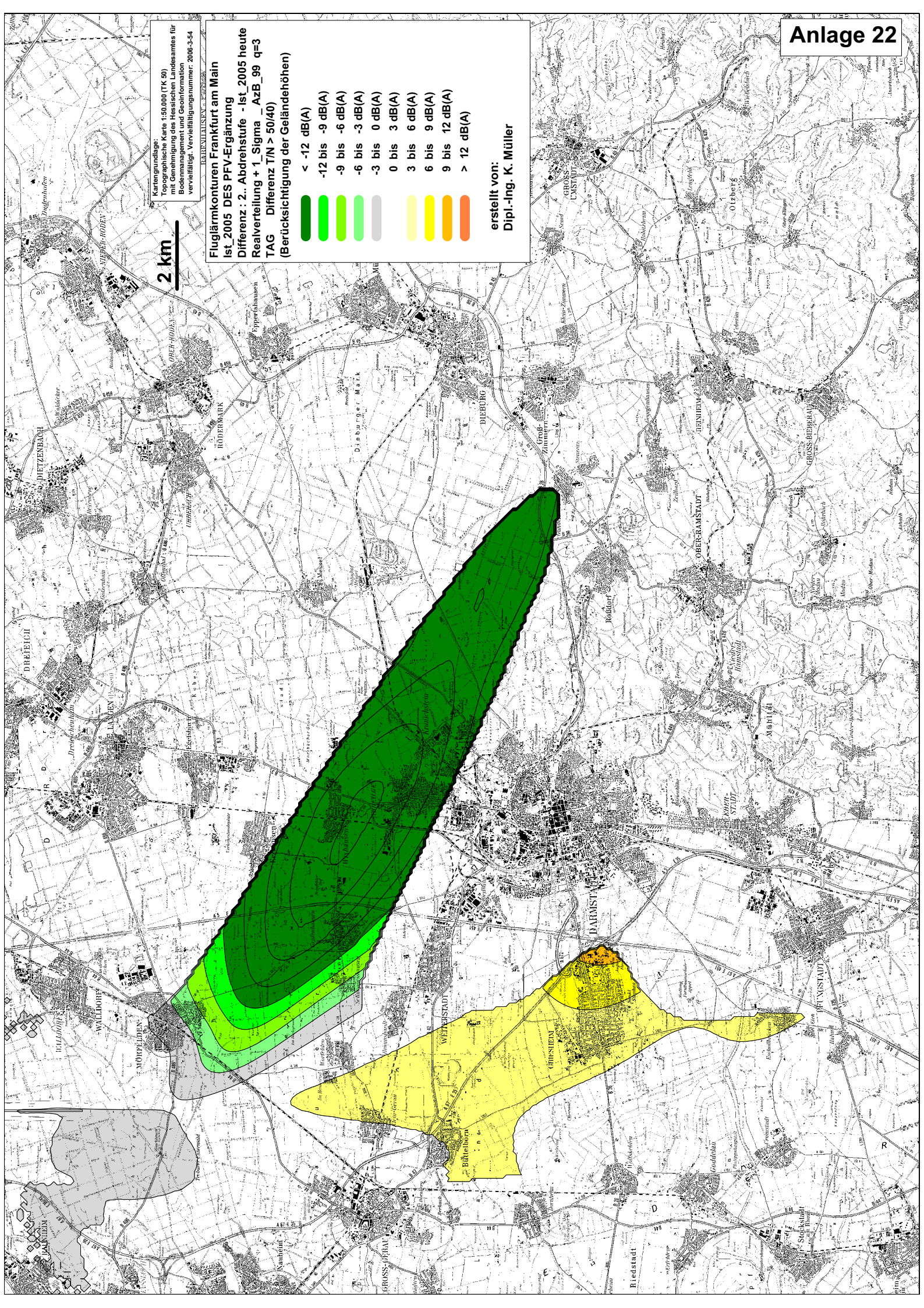
TAG Differenz TN > 50/40

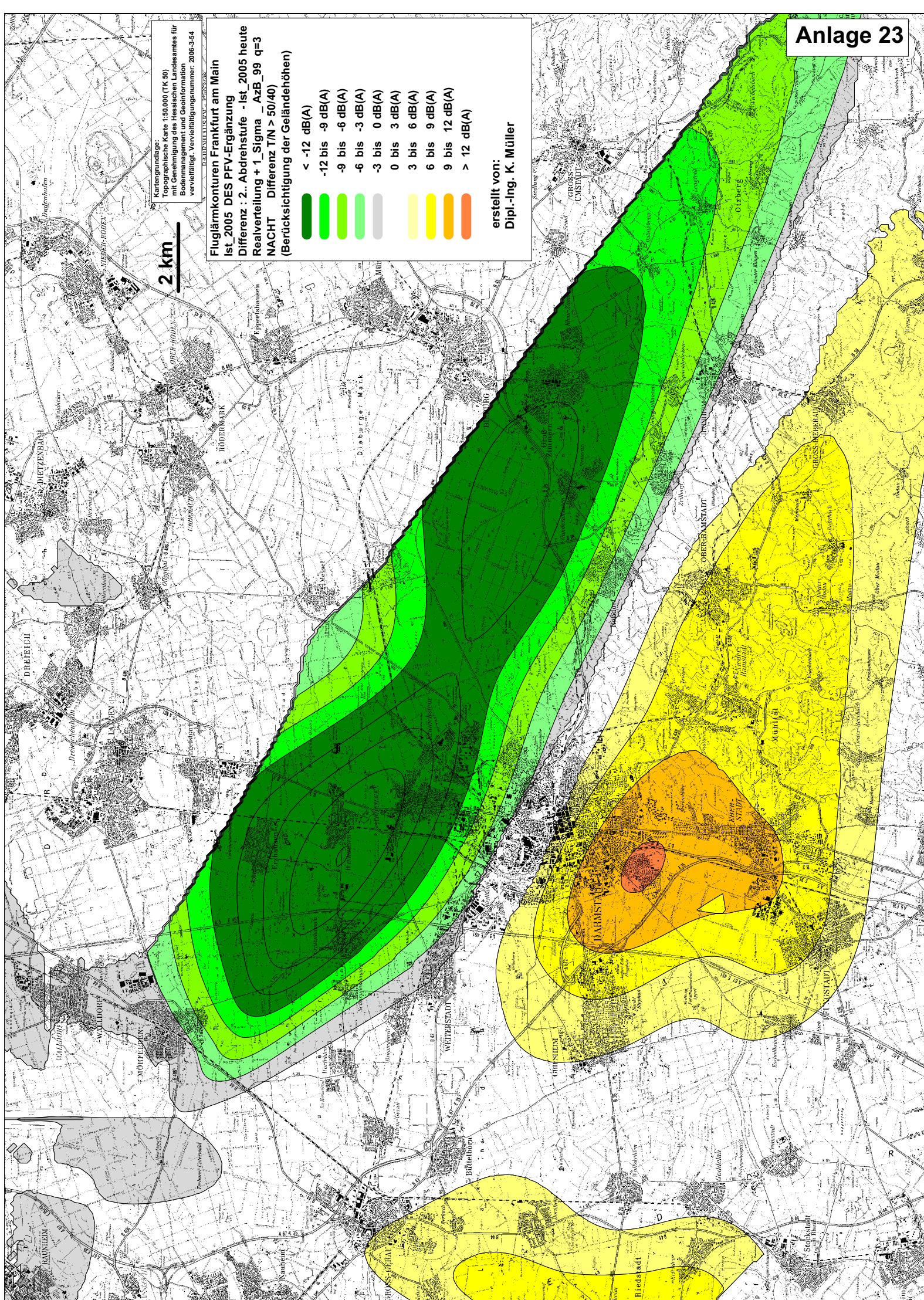
(Berücksichtigung der Geländehöhen)

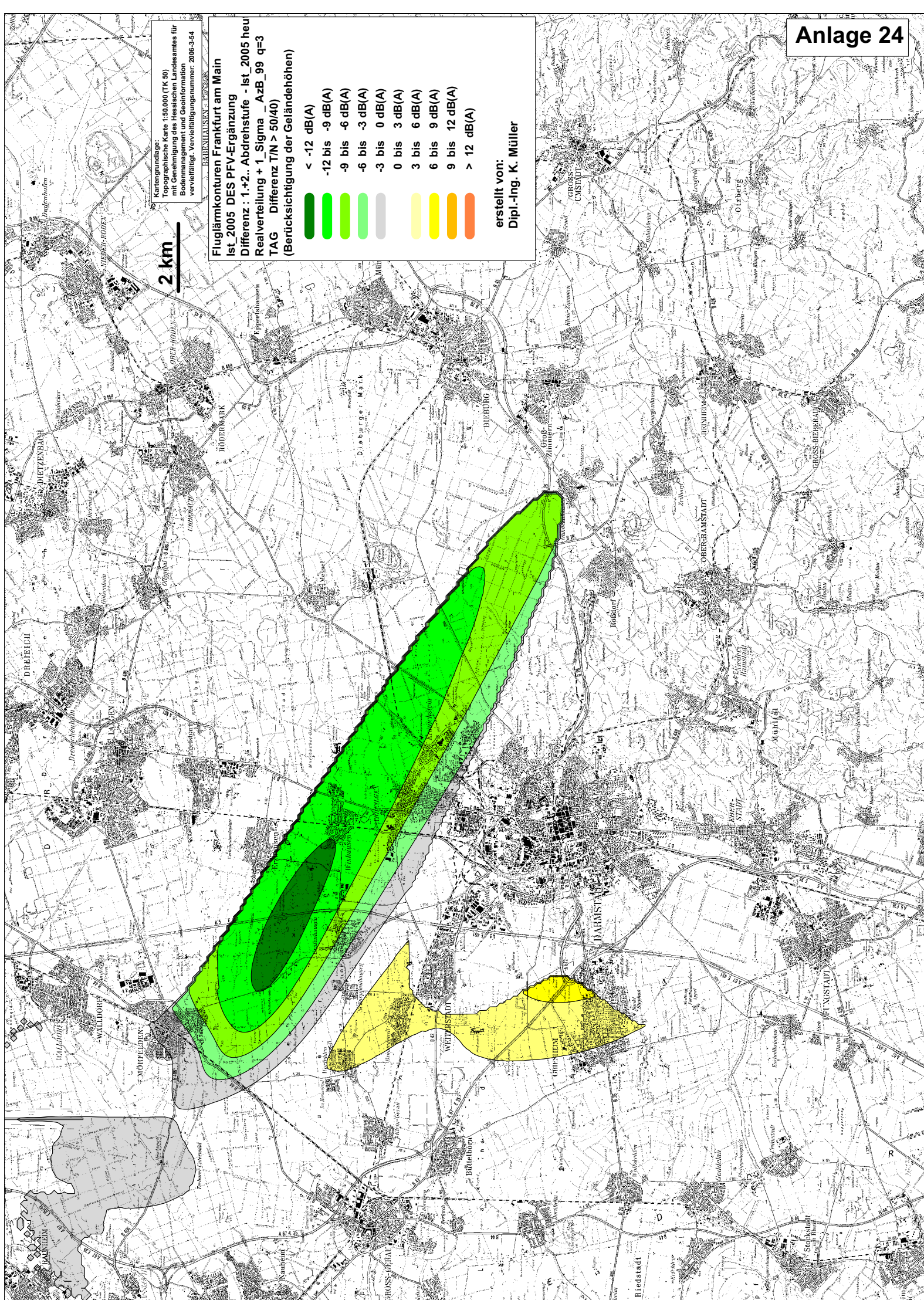


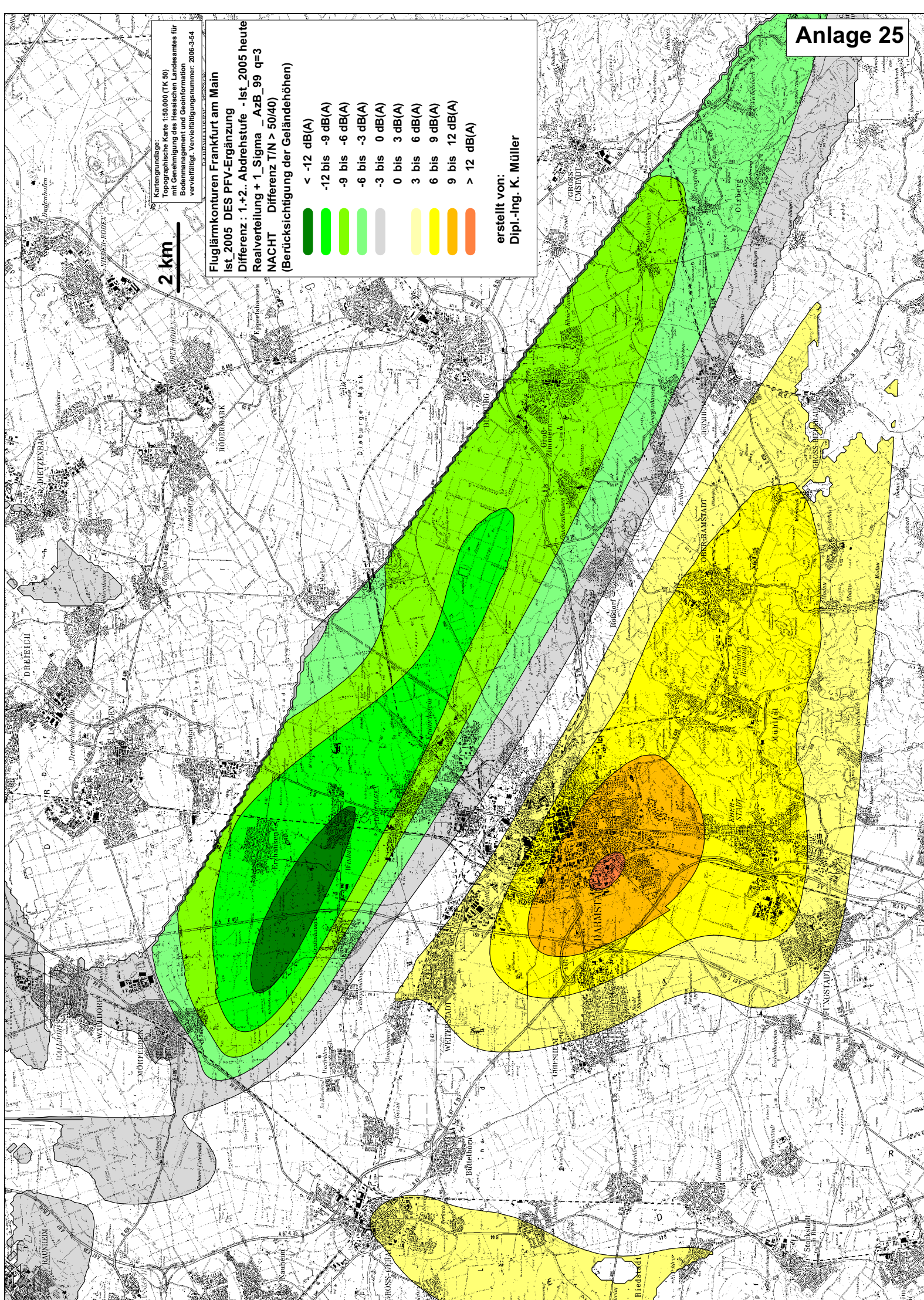
erstellt von:

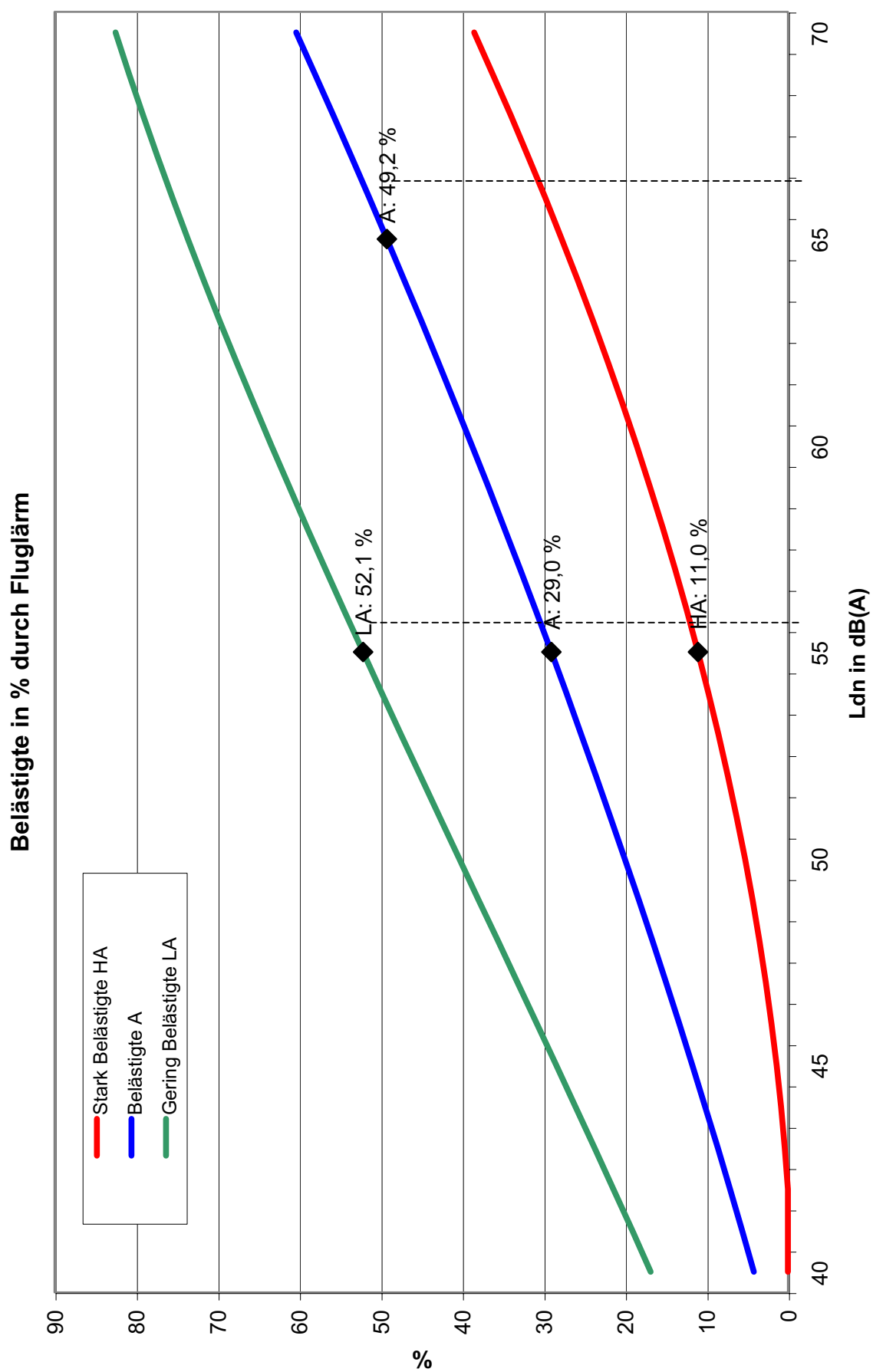
Dipl.-Ing. K. Müller



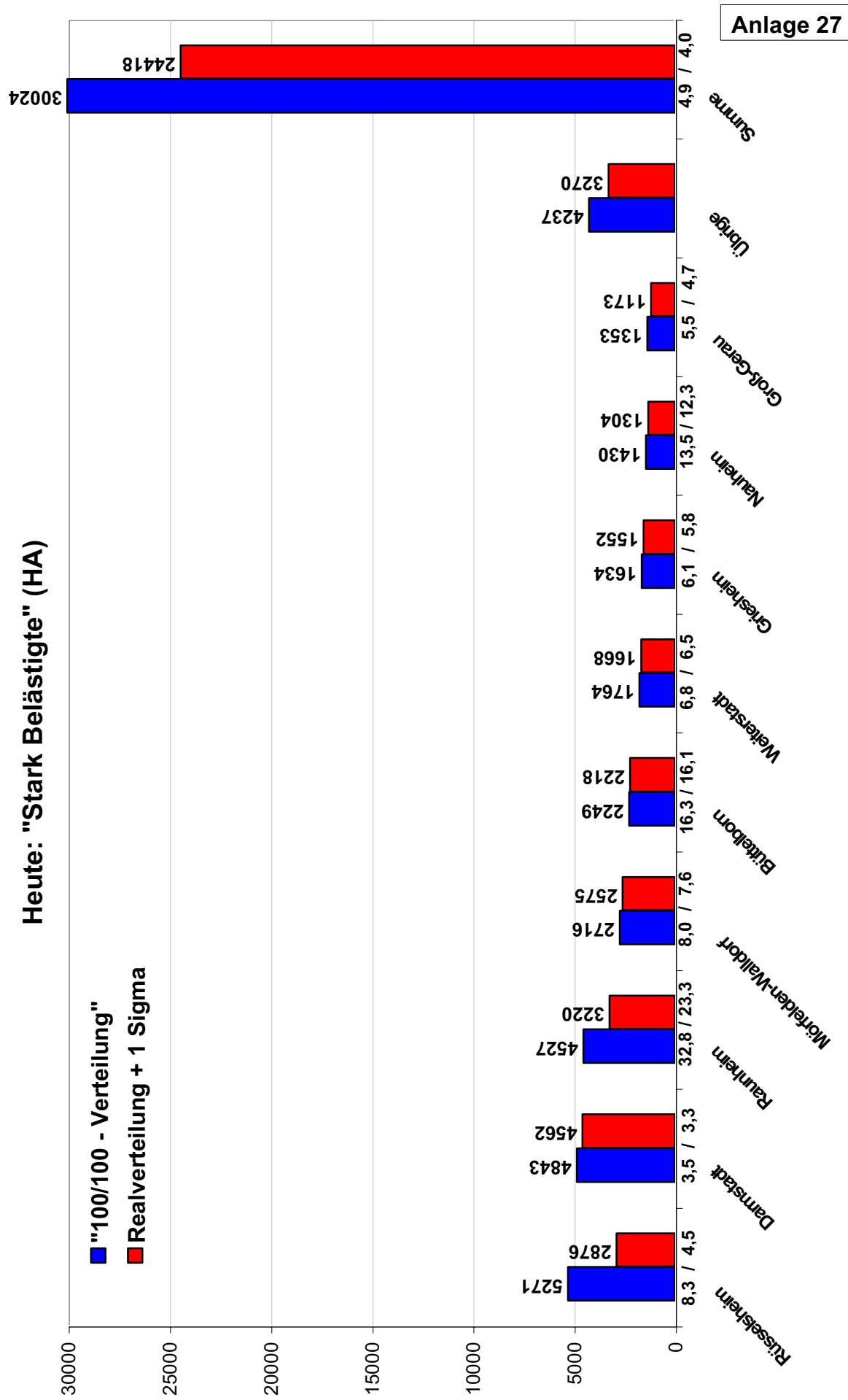


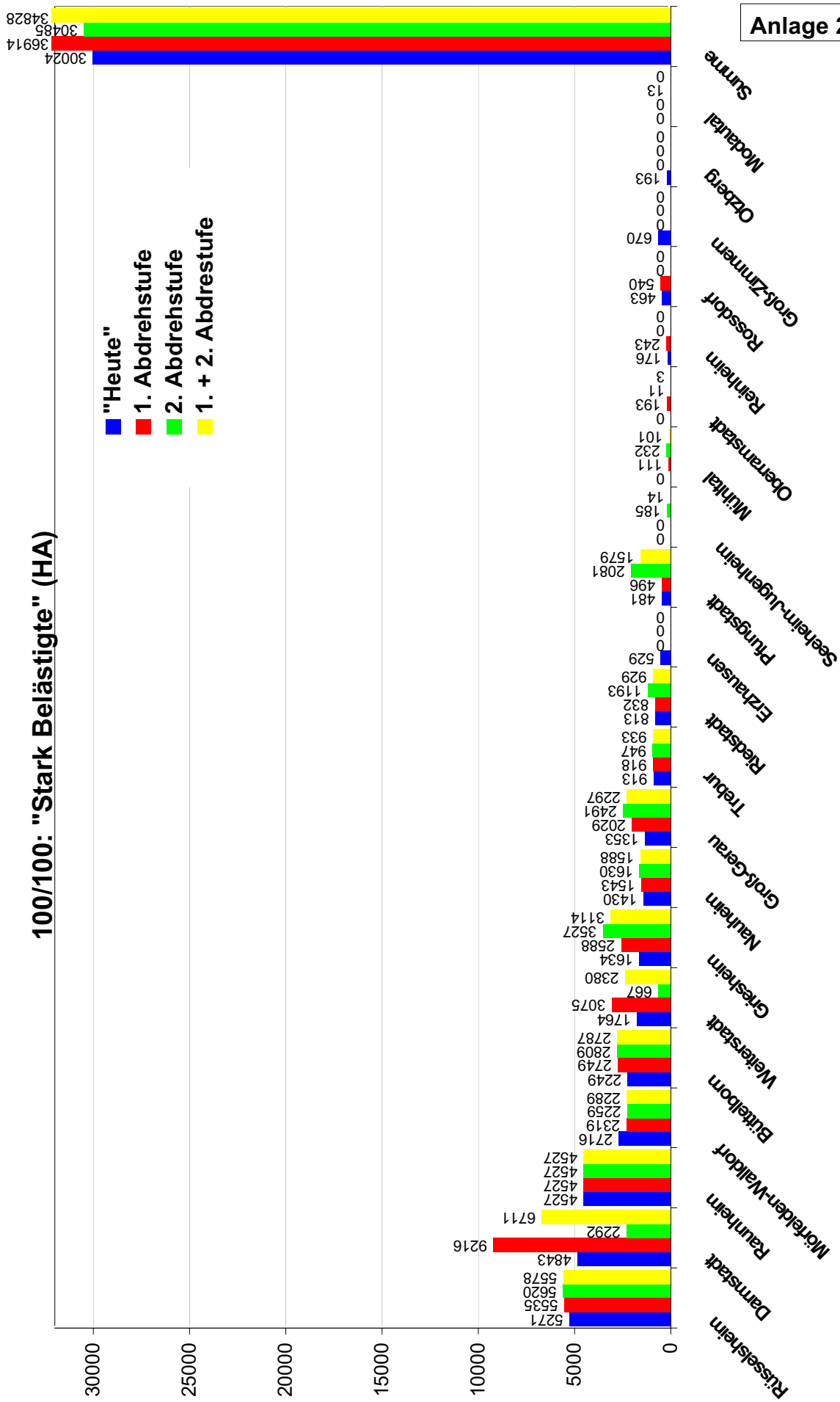




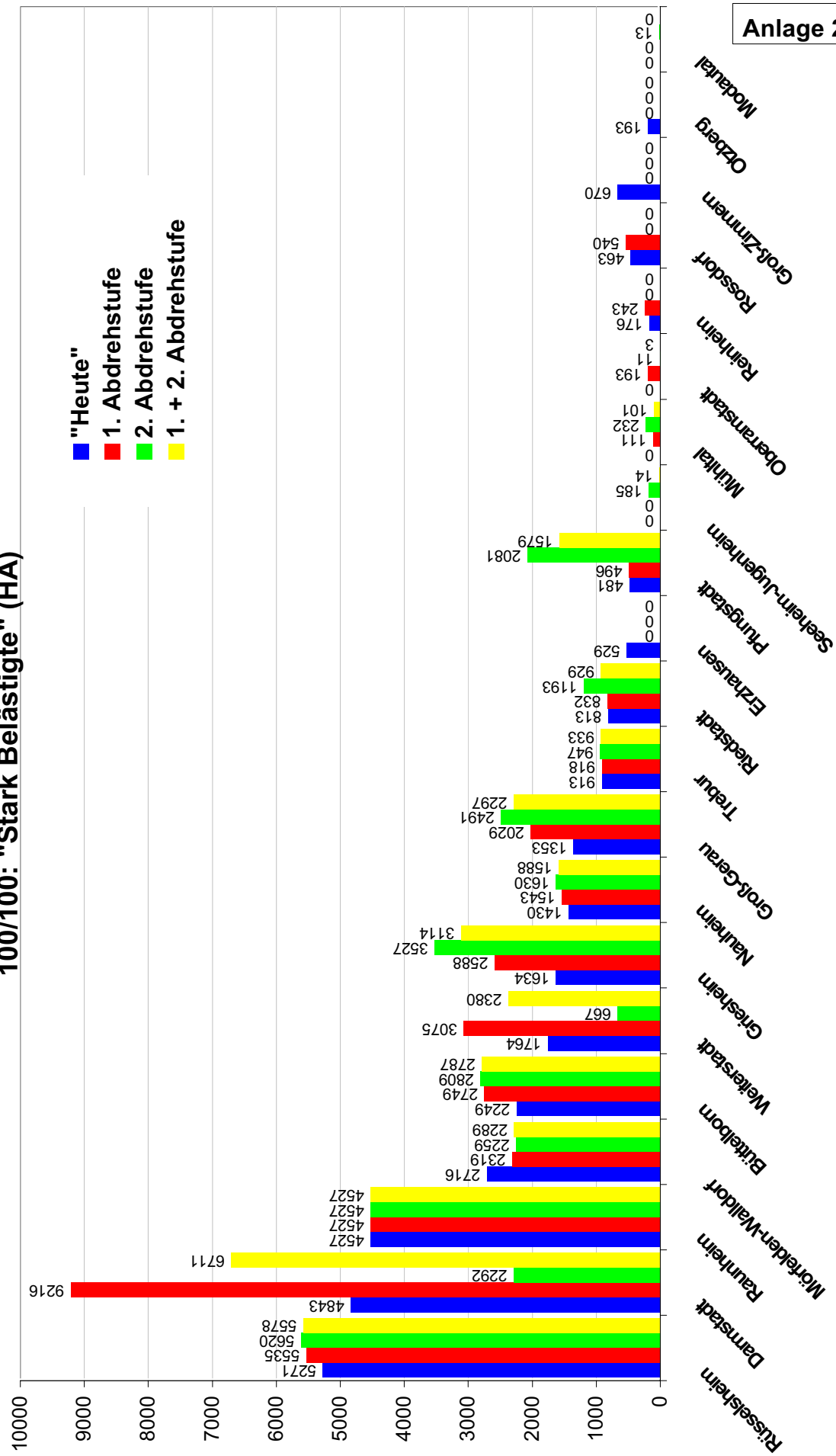


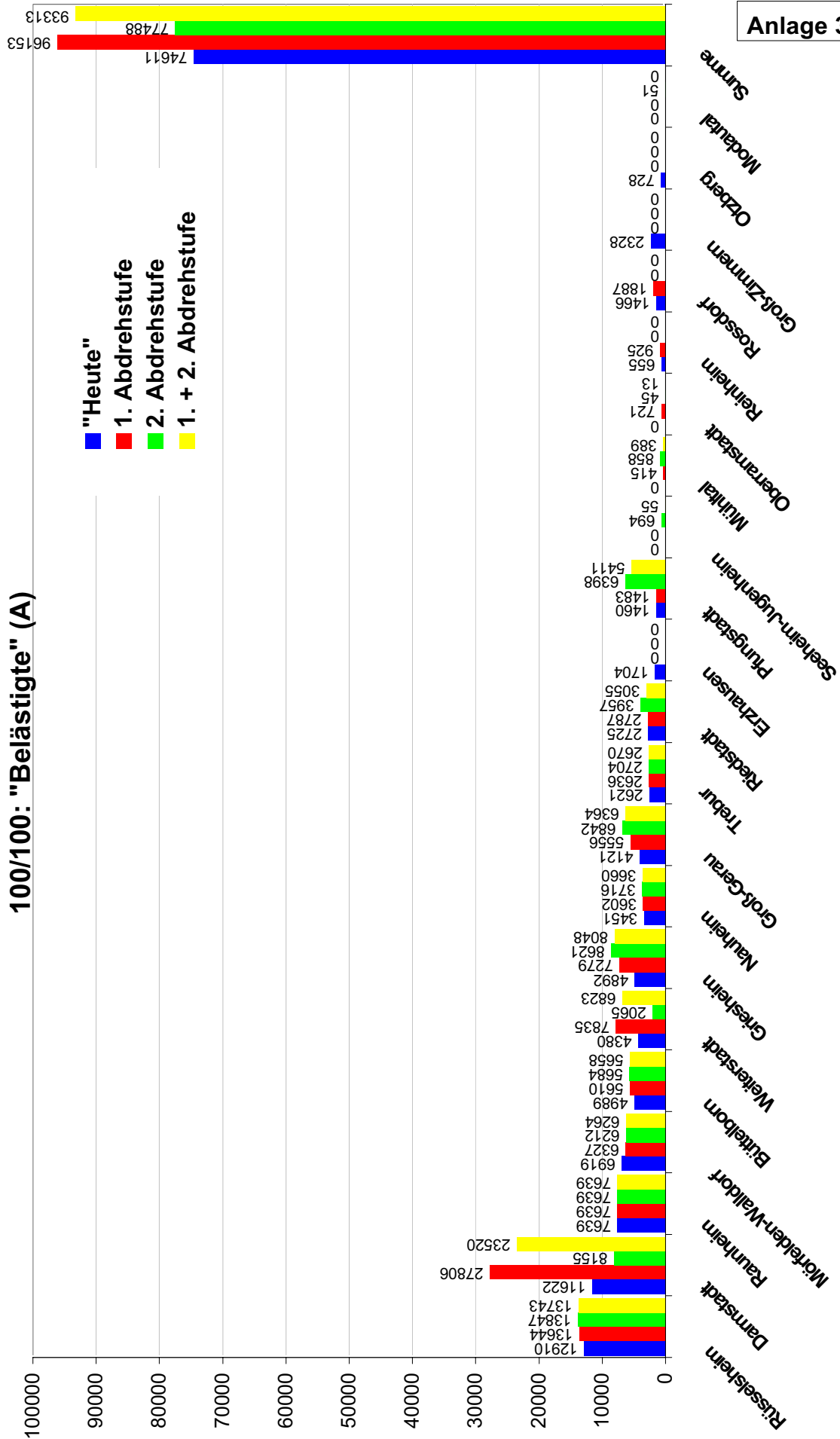
Heute: "Stark Belästigte" (HA)

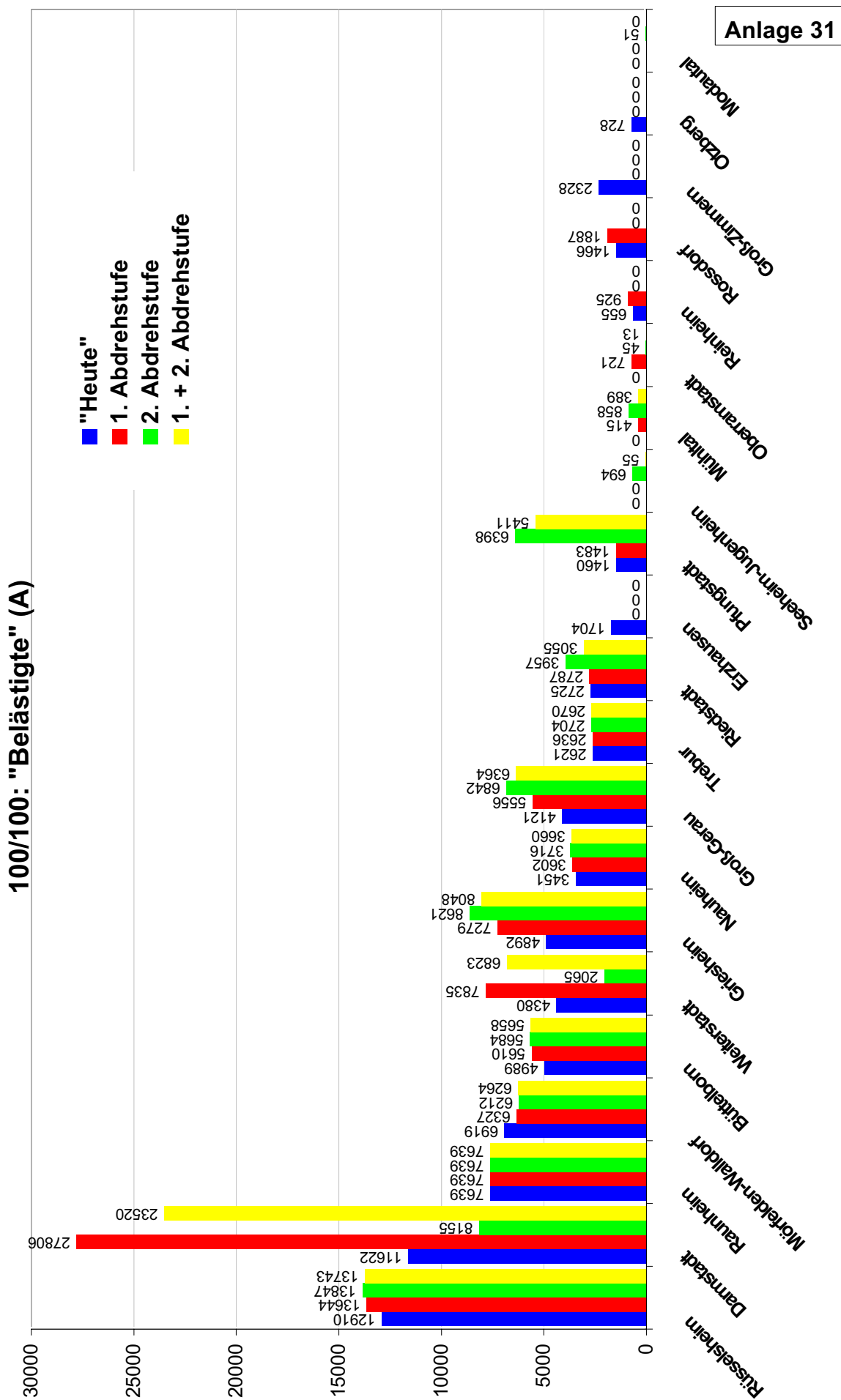




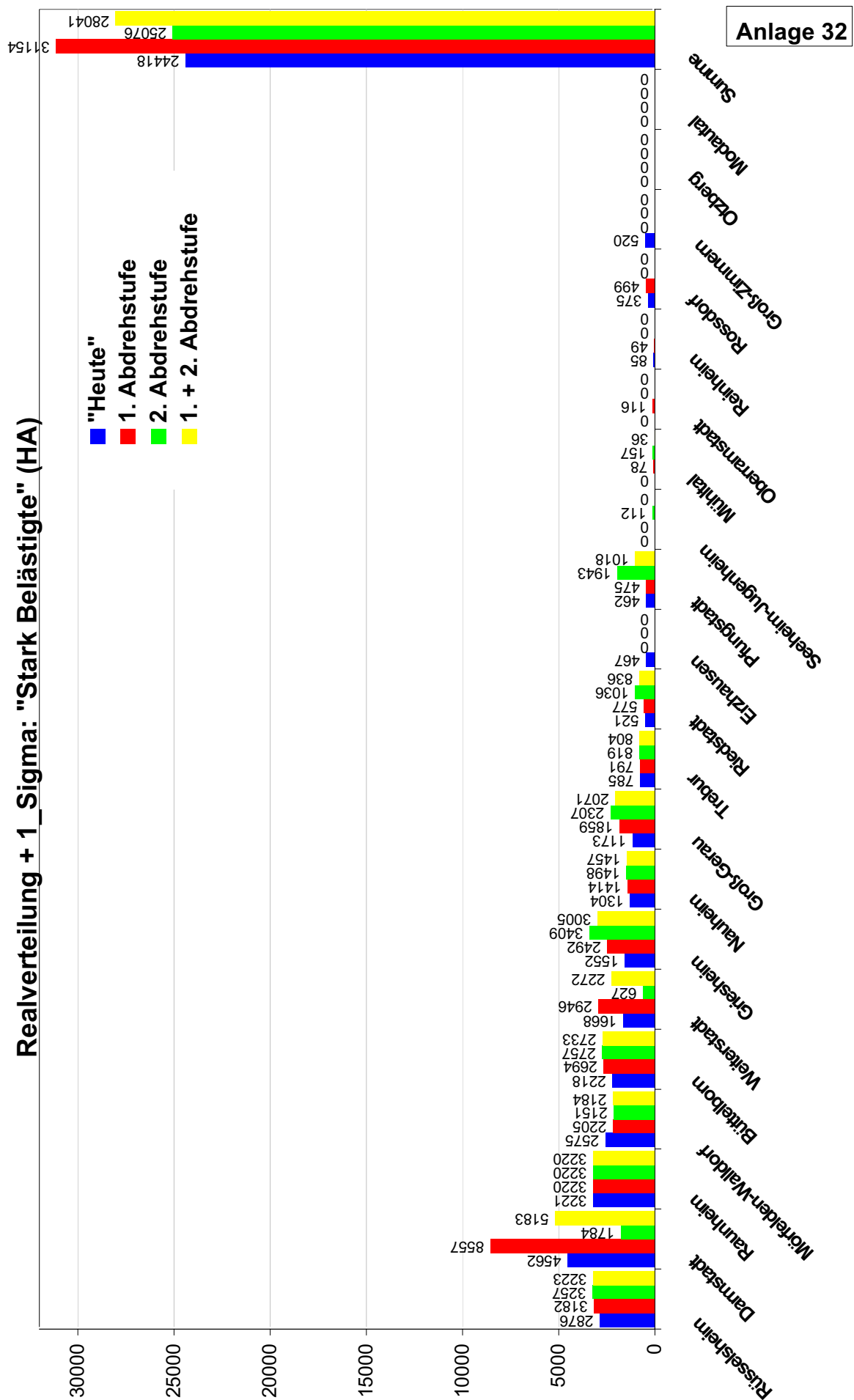
100/100: "Stark Belästigte" (HA)



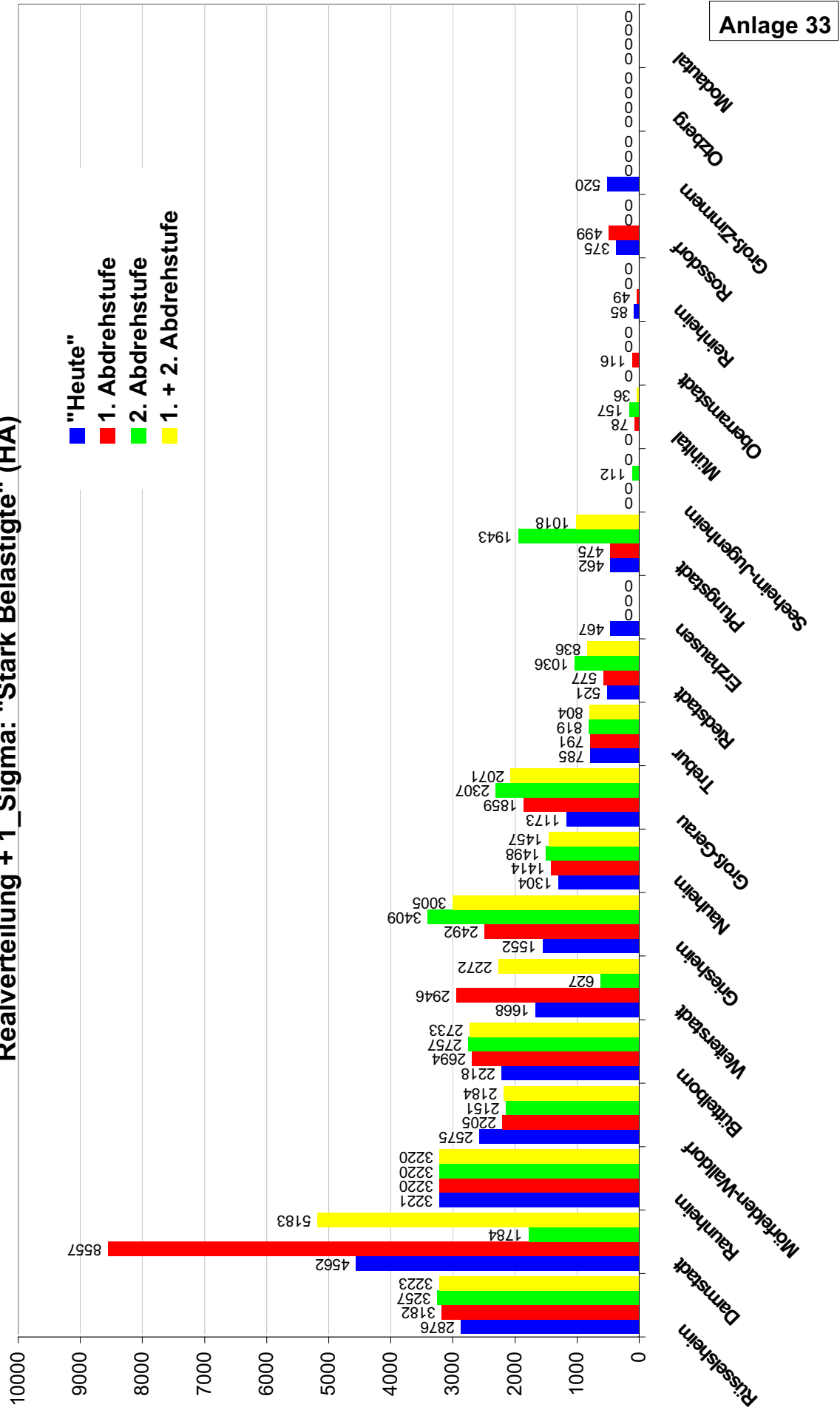




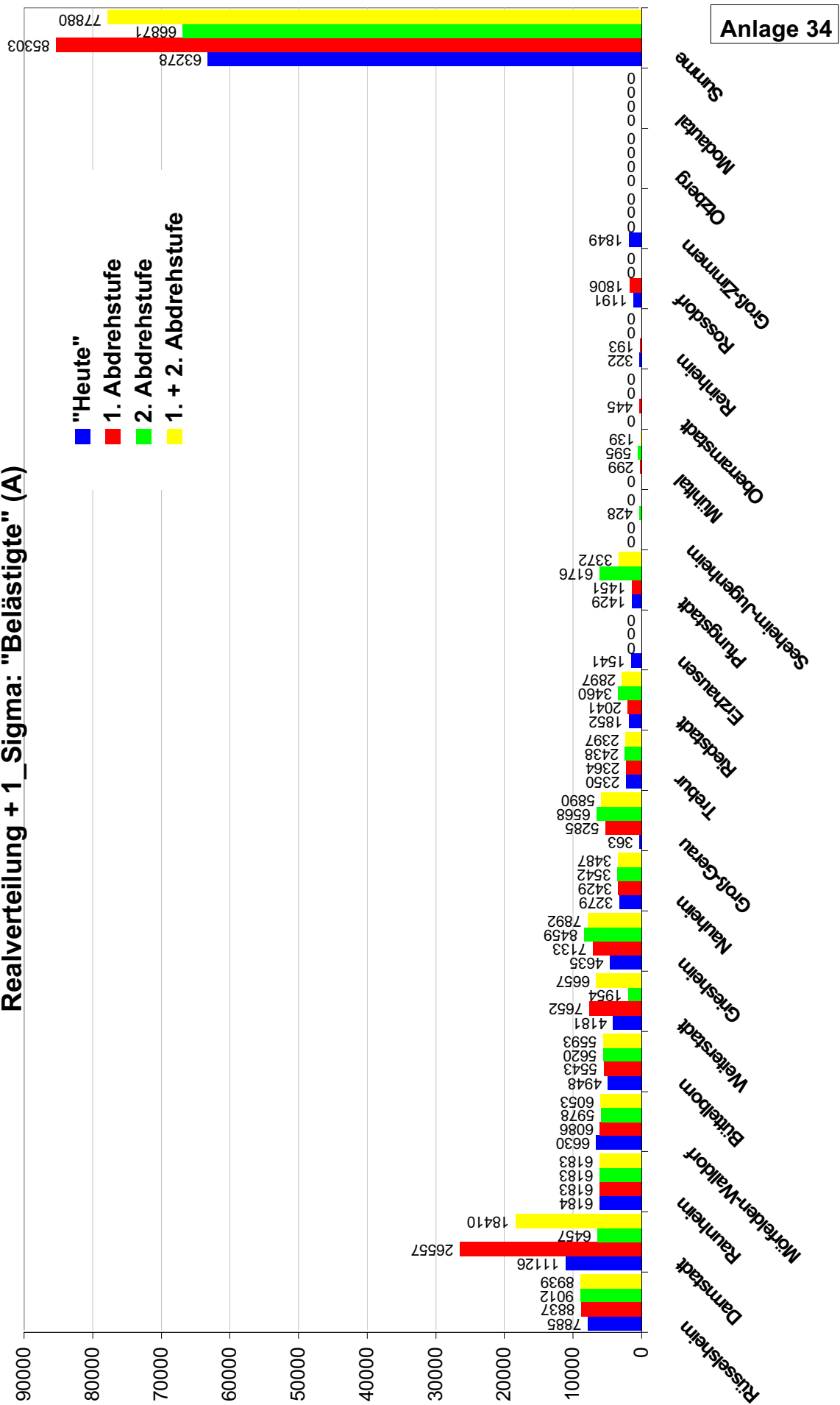
Realverteilung + 1_Sigma: "Stark Belästigte" (HA)



Realverteilung + 1_Sigma: "Stark Belästigte" (HA)



Realverteilung + 1_Sigma: "Belästigte" (A)



Realverteilung + 1_Sigma: "Belästigte" (A)

