Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 98 (2000)

Heft: 4

Artikel: GIS und Lärmbelastung bei Flugplätzen und Flughäfen

Autor: Thomann, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-235634

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

GIS und Lärmbelastung bei Flugplätzen und Flughäfen

Detaillierte Analysen der letzten Jahre zeigen, dass der Fluglärm erhebliche volkswirtschaftliche Kosten verursacht und massive Konsequenzen für die Raumplanung hat. Die entsprechenden Analysen gehen auf Problem- und Fragestellungen zurück, welche im Zusammenhang mit verschiedenen fluglärmrelevanten Grossprojekten bearbeitet wurden. Dabei gelangten zusehends Geo-Informationssysteme (GIS) zur Anwendung, anfänglich als Instrument zur kartografischen Darstellung später für Detailbetrachtungen und -analysen. Indem verschiedene Informationsebenen überlagert und miteinander verknüpft werden, lassen sich mit Hilfe von GIS die Auswirkungen der Fluglärmbelastung oder Änderungen derselben auf die Bevölkerung und die Raumplanung räumlich darstellen und quantifizieren. Neben diesen beiden klassischen Anwendungen werden GIS vermehrt zur Aufarbeitung der Eingabedaten (beispielsweise zur Erhebung der Flugwege) eingesetzt.

Des analyses détaillées des dernières années montrent que le bruit dû à l'aviation provoque d'importants coûts socio-économiques et des conséquences massives pour l'aménagement du territoire. Les analyses correspondantes se basent sur des problèmes et des questions qui ont été traités en relation avec le bruit dû à l'aviation de plusieurs grands projets. Pour ce faire, on s'est servi de plus en plus de systèmes d'information du territoire (SIT), d'abord comme instrument pour la représentation cartographique puis pour des considérations et analyses de détail. En superposant les différentes couches d'information et en les connectant entre elles, il est possible de représenter en trois dimensions et de quantifier les effets de la charge dû au bruit de l'aviation ou de ses modifications sur la population et l'aménagement du territoire. A part ces deux applications classiques, les SIT sont de plus en plus utilisés pour le traitement des données saisies (par exemple le relevé des routes de vol).

Dalle analisi dettagliate degli ultimi anni risulta che l'inquinamento fonico aereo ha generato notevoli costi economici nonché marcate conseguenze per la pianificazione del territorio. Le analisi effettuate si sono concentrate sulle problematiche e sui quesiti connessi a vari grossi progetti comportanti grande rumorosità degli aerei. A riguardo, ci si è rivolti ai sistemi d'informazione geografica (SIG): in un primo tempo come strumento di rappresentazione cartografica e, in seguito, per le analisi e le osservazioni dettagliate. Sovrapponendo e collegando i vari livelli d'informazione, i SIG permettono di rappresentare e quantificare spazialmente gli effetti o i mutamenti dell'inquinamento fonico sulla popolazione e sulla pianificazione del territorio. Oltre a queste due applicazioni classiche, i SIG sono sempre più utilizzati per il rinnovo dei dati immessi (per es., per il rilevamento delle rotte aeree).

G. Thomann

Kartografische Darstellung der Fluglärmbelastung

Fluglärm wird im Gegensatz zu anderen Lärmarten nicht gemessen sondern berechnet. Der Grund liegt in seiner Ausdehnung, welche eine flächendeckende Erfassung mit messtechnischen Mitteln verunmöglicht. Zur Berechnung der Fluglärmbelastung stehen speziell entwickelte Computerprogramme zur Verfügung. In der Schweiz wird bei den Landesflughäfen und Militärflugplätzen das von der EMPA entwickelte Simulationsprogramm FLULA2 verwendet. Mit FLULA2 lassen sich einzelne Flugbewegungen im Computer nachfliegen.[1] Dabei werden die Flugwege – falls vorhanden – aus den Radardaten der Flugwegüberwachung gewonnen. Die Quellenstärke der einzelnen Flugzeuge (emittierte Schallleistung) wird durch individuelle Abstrahldiagramme beschrieben. Sie entstammen umfangreichen Messungen am realen Flugbetrieb in Zürich Kloten (zivile Flugzeuge), Payerne (Militärjets) und Turtmann (Helikopter).[2]

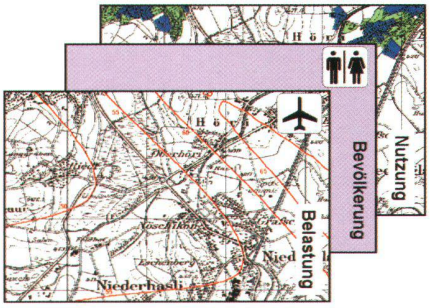

Abb. 1: Überlagerung verschiedener raumbezogener Daten mit GIS zur Analyse der Fluglärmbelastung.

In der Regel werden die Ergebnisse der Simulationsrechnungen in Form von Linien gleicher Belastungsniveaus[3] auf eine Karte gezeichnet. Die sogenannten Niveau oder Isolinien markieren dabei gewissermassen die Flanken des durch den Flugbetrieb verursachten Lärmberges und sind vergleichbar mit den Höhenkurven auf den topografischen Karten, wobei die Äquidistanzen nicht in Metern sondern in Dezibel (dB) angegeben werden.

Bis Mitte 1996 wurde an der EMPA zur Herstellung von Fluglärmkarten ein Pen-Plotter verwendet. Diese ziemlich archaische Methode war mit viel Handarbeit verbunden, da sich beispielsweise die Niveaulinien nicht automatisch beschriften liessen. Es wurden Alternativen gesucht und im Software-Paket ArcView der Firma ESRI gefunden. Die Implementierung dieses GIS eröffnete einen Entwicklungsschub in den Bearbeitungs- und Darstellungsmöglichkeiten von Fluglärmkarten.

GIS für differenziertere Fragestellungen

Die Darstellung der Fluglärmbelastung als reine «Niveaulinien» vermittelt jedoch ein

verzerrtes Bild der tatsächlichen Belastungssituation. Fluglärmkarten sind grundsätzlich schwierig zu interpretieren. Ein Vergleich von Fluglärmkarten verschiedener Jahre gibt zwar einen guten Anhaltspunkt über die räumliche und zeitliche Veränderung in der Belastung. Die Auswirkungen und Konsequenzen für die Bevölkerung und Raumplanung lassen sich jedoch aus den Fluglärmkarten nur mit Mühe ablesen oder ableiten.

Lärmbelastungskataster

Auswirkungen und Konsequenzen eines bestehenden oder prognostizierten Belastungszustandes werden grundsätzlich durch die Umweltschutzgesetzgebung bestimmt. Dabei spielen die Lärmbelastungsgrenzwerte eine herausragende Rolle. Umweltschutzgesetz (USG) und Lärmschutzverordnung (LSV) enthalten detaillierte Vorschriften, wo welcher Grenzwert gilt und welche Massnahmen bei Überschreiten der Grenzwerte einzuleiten sind. Eine Beurteilung der Lärmbelastung richtet sich somit in der Regel nach den in den Anhängen zur Lärmschutzverordnung verankerten Belastungsgrenzwerten. Die in Form eines Lärmbelastungskatasters (LBK) ausgewiesenen Lärmbelastungen bilden dabei den Ausgangspunkt der Lärmbeurteilung.

Der Lärmbelastungskataster enthält dabei neben der berechneten Lärmbelastung auch die Nutzung und die (Lärm)Empfindlichkeit des betroffenen Gebietes. Diese Angaben sind notwendig, da in den Nutzungszonen nach Lärmempfindlichkeit (Empfindlichkeitsstufe ES) abgestufte Grenzwerte gelten.

Eine solide Beurteilung der Lärmbelastung muss somit die Lärmverteilung zusammen mit der Besiedlungsstruktur (Bevölkerungsverteilung und Nutzungsplanung) erfassen. Die Lärmberechnungen werden deshalb mit den Hektardaten der Wohnbevölkerung und den digitalen Zonenplänen verknüpft. Als Resultat erhält man Angaben, wie viele Personen pro Lärmbelastungsklasse einer bestimmten Nutzungszone wohnen oder wie gross die Nutzungszonenfläche je Lärmbelastungsklasse ist. Die Klassenbreiten betragen typischerweise 1 dB. Aus den Personen und Flächenangaben je dB-Klasse lassen sich dann die Anzahl Personen und Zonenflächen über den Grenzwerten quantifizieren.

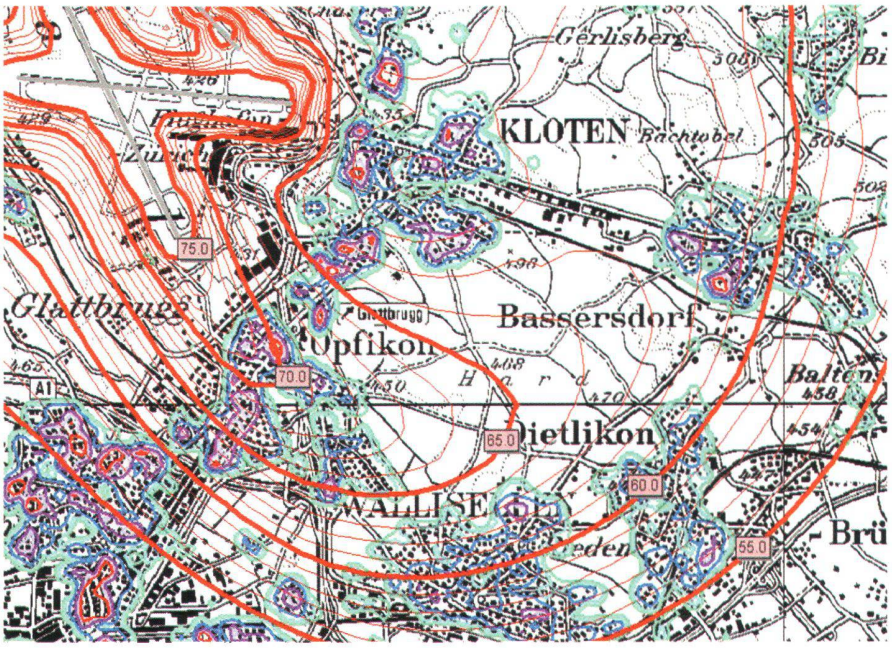

Abb. 2: Ausschnitt einer Fluglärmbelastungskarte: Dargestellt ist die Tagesbelastung als 16-Stunden-Mittelungspegel für 1997 im Süden des Flughafens Zürich Kloten (die Aequidistanzen der Belastungskurven betragen 1 Dezibel), ergänzt mit den Nutzungen der Bauzone (die Farbgebung unterscheidet Gebiete, bzw. Nutzungen mit unterschiedlicher Lärmempfindlichkeit: Grün Nutzungen der Empfindlichkeitsstufe ES II, blau der ES III und rosa der ES IV) und mit den Hektardaten der Wohnbevölkerung.

Die Quantifizierung sowie die Lokalisierung von Grenzwertüberschreitungen ist denn auch eine typische GIS-Anwendung. Entsprechende Detailanalysen wurden zum ersten Mal Mitte der 90er Jahre im Zusammenhang mit dem Ausbau des Flughafens Zürich Kloten[4], der Grundlagenbearbeitung für die Belastungsgrenzwerte der Landesflughäfen[5] und der Erstellung der Lärmbelastungskataster für die Militärflugplätze[6] durchgeführt.

Die verfügbaren Datensätze erwiesen sich jedoch für diese Aufgaben als teilweise unvollständig. Die Zonenpläne mussten von Hand nachdigitalisiert oder gar neu eingegeben und die Empfindlichkeitsstufenzuordnung kontrolliert und korrigiert werden. Zur Quantifizierung wurde eine eigens zu diesem Zweck entwickelte Software verwendet, welche den Output des Fluglärmsimulationsprogrammes direkt verarbeiten konnte.

Schallschutzkonzept

Diese Insellösung bestand jedoch nur kurze Zeit. Die Sensibilisierung der Bevölkerung bezüglich Fluglärm generierte zusehends komplexere Fragestellungen, die eine Vernetzung mit professionellen GIS-Anwendern erforderte.

Beispielsweise wurde in einem gemeinsamen Projekt mit dem GIS-Dienstleistungszentrum des Kantons Zürich Mitte 1997 der provisorische Lärmbelastungskataster (LBKprov) und das Schallschutzkonzept (SSK) für den Flughafen Zürich Kloten erarbeitet. Dabei wurden für die Gemeinden mit Immissionsgrenzwertüberschreitungen – als Basis dienten vom UVEK erlassene, provisorische Belastungsgrenzwerte – ein Satz von Katasterplänen (sog. Objekteblätter) im Massstab 1:2500 und dazugehörende Datenblätter (sog. Objektedatenblätter) erstellt. Diese beiden umfangreichen Karten und Text-

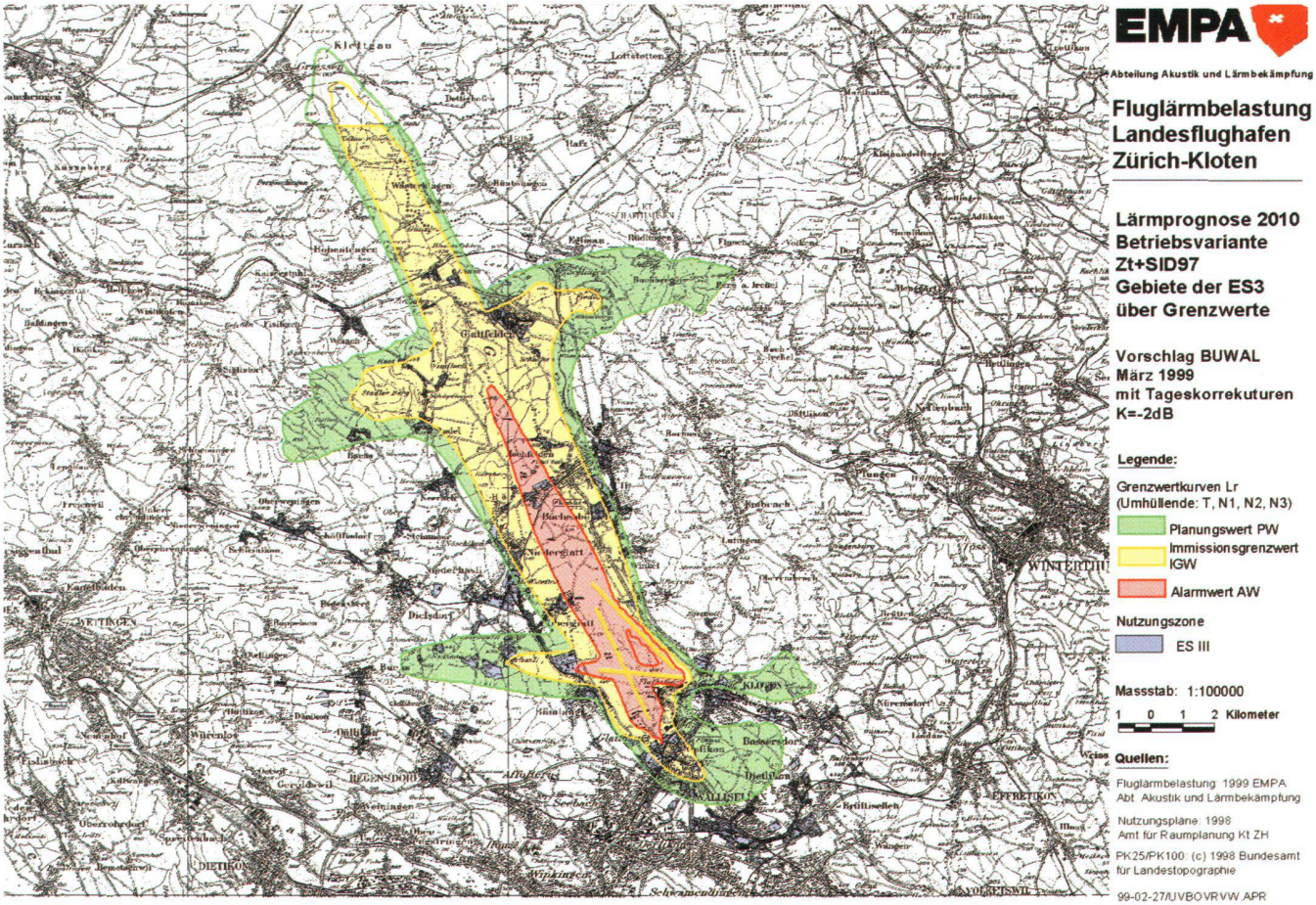

Abb. 3: Grenzbelastungskarte der Gebiete mit ES III (weisse Zonenpolygone) für den Flughafen Zürich Kloten; dargestellt sind die Umhüllenden der Grenzbelastungen für den Betriebszustand im Jahre 2010 nach Ausbau des Flughafens: Zonen innerhalb des roten Perimeters liegen über den Alarmwerten, Zonen innerhalb des gelben Perimeters über den Immissionsgrenzwerten und Zonen innerhalb des grünen Perimeters über den Planungswerten.

werke bildeten die Grundlage für die Erleichterungsanträge, welche zusammen mit dem Baukonzessionsgesuch für das Dock Midfield dem UVEK eingereicht wurden. Sie wurden Ende 1998 im Zusammenhang mit Ergänzungsarbeiten zum UVB Rahmenkonzession überarbeitet.

Sämtliche Angaben im LBKprov und SSK sind parzellenscharf ausgestaltet und beziehen sich auf einzelne Objekte wie Liegenschaften und Gebäude. Es wird beispielsweise in den Objekteblättern jedes Gebäude farblich hervorgehoben, bei welchem der Immissionsgrenzwert (IGW; orange) oder der Alarmwert (AW; rot) überschritten wird. Ein grafisches Symbol auf dem Gebäude selbst kennzeichnet den Zeitabschnitt (Tag oder Nacht) der Überschreitung. In den dazugehörenden Datenblättern werden sämtliche Objekte mit Grenzwertüberschreitung unter Angabe der Gebäudeversicherungsnummer (GVZNr.), der Empfindlichkeitsstufe (ES) und der Nutzungszonen, der Tages- und Nachtbelastungen, der Art der Grenzwertüberschreitung (IGW, AW überschritten) aufgelistet.

Die Grundlagen zur Erstellung der Kataster und Datenblätter wurden von den verschiedensten Behörden und Ämter des Kantons Zürich zur Verfügung gestellt, mit GIS verknüpft und verarbeitet.

Lärmüberlagerungen

GIS werden jedoch nicht nur zur Erstellung von Lärmbelastungskatastern im eigentlichen Sinne eingesetzt. Mit GIS lassen sich auch die Immissionen verschiedener Anlagetypen in ein und demselben Einzugsgebiet überlagern. Nachfolgend sind exemplarisch zwei Beispiele aufgeführt, welche die Visualisierung und Grobbeurteilung von Kombinationsbelastungen ermöglichen.

Fluglärm Kloten und Dübendorf:

In den politischen Gemeinden Dietlikon und Wallisellen überlagert sich der Fluglärm von Zürich Kloten mit demjenigen vom Militärflugplatz Dübendorf. Die Belastungen werden in separaten Lärmkatastern oder Fluglärmkarten dargestellt. Es wurde versucht, die globale Fluglärmbelastung anhand der zur Verfügung stehenden gesetzlichen Vorschriften zu berechnen und zu beurteilen. Es wurden folgende zwei Lösungsansätze gewählt:

- Berechnung und Beurteilung nach LSV Anhang 8 sowie
- Berechnung und Beurteilung nach dem vorgeschlagenen Konzept für die Landesflughäfen (BUWAL, SR 296).

Die energetische Überlagerung zu einer Gesamtbelastung (Kloten plus Dübendorf) und die Quantifizierungen von Grenzwertüberschreitungen erfolgten mit GIS.

Strassen-, Eisenbahn- und Fluglärm:

Die Lärmimmissionen des Strassen-, Eisenbahn- und Flugverkehrs sollten für die Stadt Opfikon-Glattbrugg in einem einzigen Kataster dargestellt werden. Da sich die Beurteilungspegel der verschiedenen Lärmquellen nicht ohne weiteres auf der Basis ihrer Energien addieren lassen – bei den Beurteilungspegeln handelt es sich nicht um ein physikalisches Mass sondern um ein Störungsmass –, wurde folgender Lösungsansatz gewählt: Mit Hilfe von GIS wurden sämtliche Lärmdaten erfasst und die Gebiete mit Einfach- oder Mehrfach-

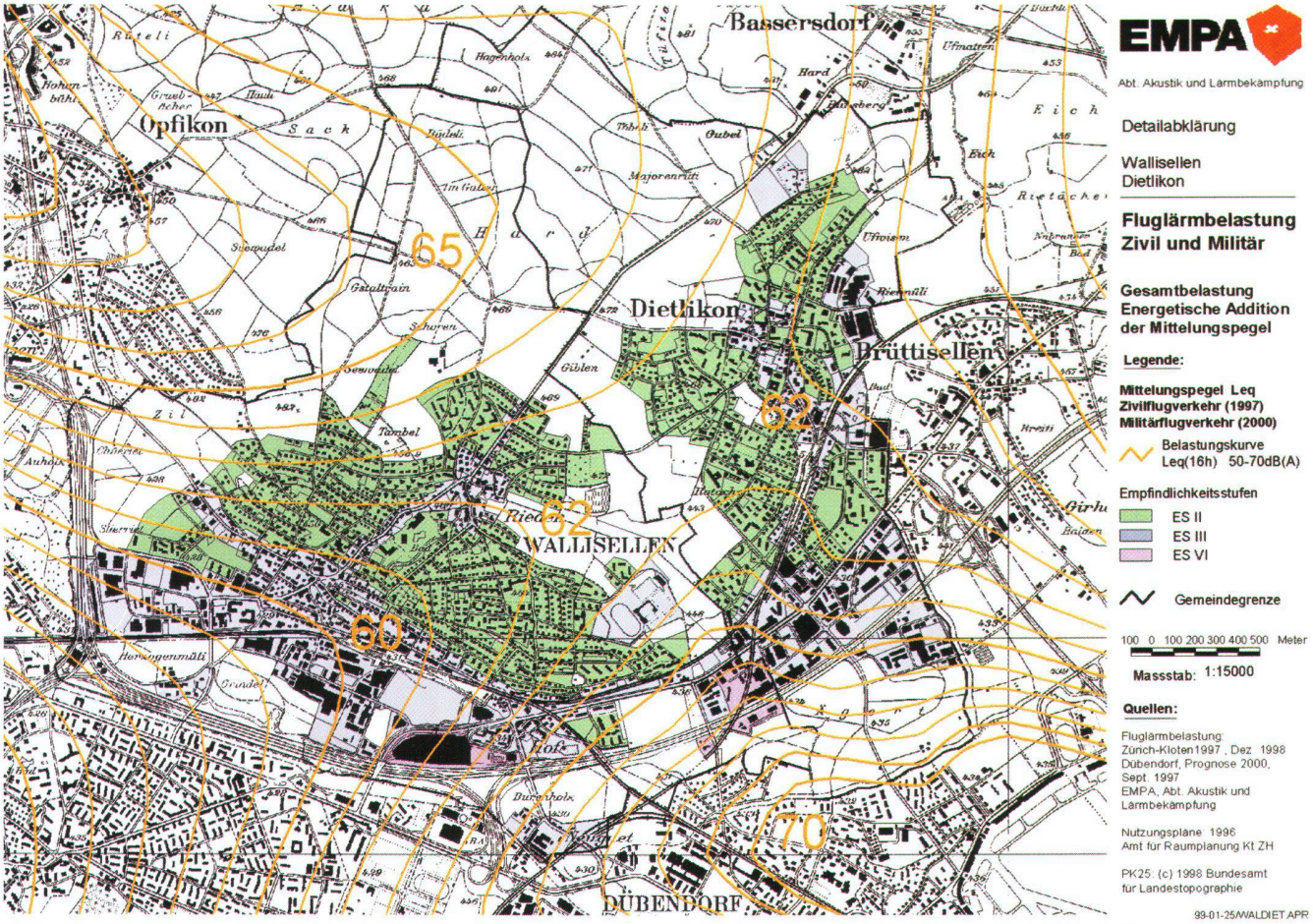

Abb. 4: Fluglärmbelastung in den Gemeindegebieten von Wallisellen und Dietlikon: energetische Überlagerung der beiden Belastungen Zürich Kloten und Dübendorf (rot Kombinationsbelastung als Leq 16h).

belastungen entsprechend der Belastungshöhen farblich hervorgehoben.

Weitere GIS-Anwendungen

GIS lassen sich nicht nur als Analyse sondern auch als «Erhebungs- oder Erfassungs»-Software einsetzen. So werden beispielsweise bei Regional- und Militärflugplätzen, die keine radargestützte Flugwegüberwachung besitzen, die Flugwege direkt im GIS unter Beizug von Flugsicherungsexperten gezeichnet und auf diese Weise digital erfasst. Auch lassen sich mit Hilfe von GIS für Gebiete ohne georeferenzierte Daten über die Bevölkerungsverteilung entsprechende Informationen abschätzen – sofern Angaben über die Besiedlungsstruktur und die Anzahl Einwohner zur Verfügung stehen.

Die diversen Beispiele zeigen, dass GIS in der Darstellung und Beurteilung von Fluglärmbelastungen nicht mehr wegzudenken sind. Die komplexen Wechselbeziehungen im Lebens- und Wirtschaftsraum «Flughafen» erfordern leistungsfähige Analyse- und Darstellungsinstrumente. FLULA2 und GIS sind dafür geeignete Computeranwendungen.

Anmerkungen:

1 Vergleiche Technische Dokumentation FLULA2 (Version 1) vom Juli 1999 (Bezugsquelle: EMPA).

2 Zürich Kloten 1991 und 1996, Payerne 1989 und 1997, Turtmann 1998.

3 Je nach Fragestellung werden unterschiedliche Belastungsmasse berechnet und dargestellt: Leq 16h, Lr, NNI.

4 Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) zur Rahmenkonzession 5. Ausbauetappe (Quelle: Flughafendirektion Zürich FDZ).

5 Schriftenreihe BUWAL Nr. 296.

6 Erstellt sind: Dübendorf, Payerne, Emmen, Meiringen, Sion, Turtmann und Buochs (Quelle: Bundesamt für die Betriebe der Luftwaffe BABLW, Sektion Raum und Umwelt, Dübendorf).

Georg Thomann
Dipl. Umweltingenieur ETH
EMPA
Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
e-mail: georg.thomann@empa.ch