

GIS-gestützte Verkehrslärmanalysen für Raumplanungszwecke

Manuela Brückler

(Mag. Manuela BRÜCKLER, SIR - Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen, Alpenstraße 47, 5033 Salzburg)

Zusammenfassung

Lärmimmissionskarten stellen eine wichtige Planungsgrundlage für die Raumplanung dar, wenn die Rolle der Raumplanung beim Lärmschutz wahrgenommen wird. Durch geeignete Modellrechnungen können Verkehrslärmimmissionen unter Berücksichtigung der relevanten Parameter, wie Verkehrsstärke, LKW-Anteil, Straßenlängsneigung, Luftabsorption, Fahrbahnbeschaffenheit, Topographie, Bodennutzung etc. ermittelt werden. Zur flächenhaften Berechnung des Verkehrslärms gibt es Computersimulationsprogramme, die im Idealfall mit einer GIS-Software gekoppelt sind. In der vorgestellten Fallstudie wurde auf ein in der Schweiz entwickeltes Lärmausbreitungsmodell zurückgegriffen, das in die Systemumgebung einer sehr leistungsfähigen und flexiblen GIS-Software eingebettet ist. Mit dieser Software-Kombination wurden die Lärmimmissionen für zwei Autobahnabschnitte im Bundesland Salzburg flächenhaft berechnet, klassifiziert und dargestellt. Durch Verschneidung der Immissionsergebnisse mit weiteren Datenschichten (Flächennutzung, Siedlungen, Baulandwidmung) wurden beispielhaft einige raumplanungsbezogene Analysen durchgeführt. So konnten unter anderem jene als Bauland gewidmeten Gebiete aufgezeigt werden, in denen die Lärmbelastung über den jeweiligen Planungsrichtwerten liegt.

1. EINLEITUNG

Immer mehr Menschen fühlen sich durch Straßenverkehrslärm stark bis sehr stark gestört. Lärm - insbesondere ein ständig andauerndes Geräusch, wie es beim Straßenverkehr der Fall ist - kann je nach individueller Lärmempfindlichkeit des Betroffenen das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und sogar die Gesundheit des Menschen beeinträchtigen (näheres zu Wirkungen des Lärms auf den Menschen siehe z.B. G. FLEISCHER 1990, S.134-134, D. FISHER, P.A. BELL and A. BAUM 1984, S.110-115, H.-G. STIDL und M. KOLLER 1989, S.10-13. und R. GUSKI 1987, S.77-80). Aufgrund der enormen Verkehrszunahme der letzten Jahre und Jahrzehnte und der dadurch steigenden Zahlen der durch Verkehrslärm gestörten Menschen sind heute Lärmschutzmaßnahmen notwendiger denn je. Die Lärmbekämpfung beschränkte sich bislang fast ausschließlich auf bauliche Lärmschutzmaßnahmen, wie Lärmschutzwände und -wälle, Schallschutzfenster, Untertunnelung von Straßen, geräuschkämpfende Straßenbeläge und dergleichen. All diese Lärmschutzmaßnahmen bekämpfen jedoch nur das Symptom, und nicht die Ursache. Langfristig gesehen ist jedoch die sinnvollste Art der Lärmbekämpfung, das Übel an der Wurzel zu packen, indem man lärmempfindliche und lärm erzeugende Nutzungen voneinander trennt. Dies ist eine Aufgabe der Raumplanung. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, müssen Planungsgrundlagen in Form von Lärmimmissionskarten bereitgestellt werden.

Die vorliegende Arbeit soll einen Einblick in die Möglichkeiten der Erstellung von Lärmimmissionskarten, der Lärmausbreitungsmodellierung und -analyse für Raumplanungszwecke geben und anhand einiger Beispiele aus einer Fallstudie über die Lärmbelastung an zwei Autobahnabschnitten im Bundesland Salzburg beleuchten. Zu dieser Fallstudie, die im Rahmen einer Diplomarbeit (M. BRÜCKLER 1993a) bearbeitet wurde, muß folgendes festgehalten werden:

Die Lärmimmissionsberechnungen und alle damit verbundenen GIS-Bearbeitungen wurden im Jahr 1992 durchgeführt. Seit dieser Zeit hat sich zwar sowohl bei der Hard- und Software als auch bei den zur Verfügung stehenden digitalen Daten einiges geändert. Eine Neubearbeitung der Fallstudie mit einer verbesserten Hard- und Software war nicht möglich und erscheint auch nicht notwendig, da sich an der zugrundeliegenden Problemstellung und an der prinzipiellen Vorgangsweise kaum etwas geändert hat.

2. RAUMPLANUNG UND LÄRMSCHUTZ

Bei fast allen Maßnahmen zur Verkehrslärmverminderung - meist handelt es sich um bauliche Maßnahmen - werden die Fahrzeuge und Straßen als Verursacher angenommen. Die eigentliche Ursache ist jedoch das Transportbedürfnis, welches selbst v.a. durch unsere Siedlungs- (vgl. K. GILGEN 1991, S.31) und Wirtschaftsstruktur hervorgerufen wird. In diesem Sinne erlangt die Raumplanung eine sehr umfassende Aufgabe in der Lärmbekämpfung. Raumplanerische Lärmbekämpfung setzt nicht bei der Schallquelle ein, sondern - viel tiefgreifender - bei den zugrundeliegenden Raumstrukturen. Deshalb wirken raumplanerische

Maßnahmen nur relativ langsam, denn die Strukturen können aufgrund ihrer Persistenz nicht innerhalb eines kurzen Zeitraumes verändert und umgestaltet werden. Trotzdem stellen - langfristig betrachtet - raumplanerische Maßnahmen wohl die sinnvollste, effizienteste und wahrscheinlich auch kostengünstigste Art der Lärmbekämpfung dar.²²

Aufgrund der bisher zu wenig wahrgenommenen Rolle der Raumplanung bei der Lärmbekämpfung und Verkehrsverminderung spricht S. SCHMITZ (1991, S.17) von der Machtlosigkeit der Raumplanung. Er kommt zu dem Schluß, daß ökonomische Instrumente zur langfristigen Vermeidung von Verkehr wirksamer sind als planerische Konzepte. Auch meiner Meinung nach sind planerische Maßnahmen nur dann wirkungsvoll, wenn die Weichen durch die preispolitischen Rahmenbedingungen entsprechend gestellt werden.

Eine Grundlage für den raumplanerischen Lärmschutz stellen die Planungsrichtwerte für zulässige Lärmimmissionen gemäß der ÖNORM S 5021 dar.²³ Diese Planungsrichtwerte besitzen jedoch keinen verbindlichen Charakter, sondern sind nur als Planungsgrundlage zu verstehen. Nur einige österreichische Bundesländer verfügen über rechtsverbindliche Lärmimmissionsgrenzwerte. Als absolut notwendig erscheint deshalb die rasche Erlassung von verbindlichen Grenzwerten durch die übrigen Bundesländer. Dabei wäre es erstrebenswert, bundesweit einheitliche Grenzwerte einzuführen. Anders als in der Schweiz und in der BRD, wo die Lärmbekämpfung Bundessache ist, liegt sie in Österreich sowohl in der Kompetenz der Bundesgesetzgeber als auch der Landesgesetzgeber. Leider ist diese Rechtslage einer sinnvollen Lärmbekämpfung eher abträglich, da es deshalb in den einzelnen Bundesländern zu unterschiedlichen Zielsetzungen in der Lärmbekämpfung kommt. Die Folge davon sind voneinander abweichende Gesetze und Verordnungen und ein unterschiedlich ausgereifter Stand der Lärmbekämpfung (weiteres dazu siehe C. ONZ et al. 1989, S.6).

Es kann im Rahmen dieser Arbeit nicht detailliert auf die einzelnen raumplanerischen Möglichkeiten zur Lärmbekämpfung eingegangen werden.

Es wird lediglich festgehalten, daß raumplanerische Lärmschutzmaßnahmen mehr oder weniger in allen Ebenen der Raumordnung geplant und umgesetzt werden können. Folgende Aufzählung bezieht sich auf das Bundesland Salzburg:

- Landesentwicklungsprogramm (und Landesverkehrskonzept)
- Sachprogramme als ergänzende Teile des Landesentwicklungsprogramms
- Regionalprogramme
- Räumliche Entwicklungskonzepte (REKs)
- Flächenwidmungspläne
- Bebauungspläne

Für genaueres zum Thema Lärmschutz und Raumplanung wird auf die Ausführungen von H. SEDLMAYER und S. SNIZEK (1991), E. PÖTZELSBERGER (1990), C. ONZ et al. (1989), K. GILGEN (1991), M. BRÜCKLER (1993b), D. BAUSCH und W. DIETSCH (1979) und von E. SCHMITZ (1978) verwiesen.

3. MÖGLICHKEITEN DER LÄRMIMMISSIONSBERECHNUNG

Eine sinnvolle und zukunftsorientierte Raumplanung ist nur dann möglich, wenn die nötigen Planungsgrundlagen zur Verfügung stehen. Um der raumplanerischen Aufgabe der Trennung von lärmempfindlichen und lärm erzeugenden Gebieten gerecht zu werden, sind Lärmkarten erforderlich. Bisher wurden Lärmimmissionskarten und Lärmkataster vorwiegend mit Hilfe von Messungen oder punktuellen Berechnungen für kleinere abgegrenzte Bereiche erstellt. Da der Aufwand für flächendeckende Lärmmessungen zu hoch und kaum realisierbar ist, müssen Modellrechnungen eingesetzt werden, um über die Lärmimmissionen eines bestimmten Gebietes einen Überblick zu gewinnen. Neben der Modellierung des Ist-Zustands sollen solche Programme auch als Instrument für die Berechnung von Szenarien dienen. Durch diese theoretisch-empirischen Modelle sind Lärmmessungen nur mehr bei der Bearbeitung von Einzelfällen und bei rechentechnischen Problemlagen sowie zur Verifizierung der Rechenergebnisse notwendig.

²² Dies bedeutet jedoch nicht, daß auf andere Lärmschutzmaßnahmen in Zukunft völlig verzichtet werden könnte.

²³ Die Richtwerte für die Tagesimmissionen sind auf den Karten 2 - 4 ausgedruckt).

Es gibt bereits seit längerer Zeit verschiedene Ansätze zu Lärmimmissionsberechnungen. Modellrechnungen können im allgemeinen nur unter bestimmten Prämissen und für einen bestimmten Zeitpunkt durchgeführt werden. Die Genauigkeit der Ergebnisse ist abhängig von der Anzahl und Vollständigkeit der Parameter, die in die Berechnung eingehen, von der Genauigkeit und vom Maßstab der verwendeten Daten. Schallimmissionen werden in verschiedenen Staaten auf verschiedene Weise berechnet, und es existieren in den einzelnen Ländern unterschiedlich genormte Rechenvorschriften. Dies kann als Hinweis darauf interpretiert werden, daß die modellhafte Umsetzung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten des Phänomens Lärm noch nicht völlig zufriedenstellend realisiert werden konnte (obwohl sich Lärm selbstverständlich in Österreich mit den gleichen Gesetzmäßigkeiten ausbreitet wie etwa in der Schweiz). Tatsache ist, daß der Lärm auf teilweise unterschiedliche Art und Weise berechnet werden kann: Manche Rechenvorschriften sind relativ einfach gestaltet und berücksichtigen nur Korrekturwerte für die einzelnen einflußnehmenden Parameter (z.B. Schwerverkehrsanteil, Beschaffenheit der Fahrbahndecke, Längsneigung der Straße, Geschwindigkeit, Einfluß von Kreuzungen, Einfach- oder Mehrfachreflexionen, Lärmschutzanlagen, etc.), andere Rechenmodelle sind sehr komplex aufgebaut und arbeiten frequenzabhängig, indem für einzelne Oktavbereiche separat gerechnet wird. Computergestützte Lärmausbreitungsmodelle basieren auf solchen Rechenvorschriften; meist werden die im jeweiligen Staat gültigen Berechnungsnormen oder Richtlinien verwendet.

Folgende Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern ist ein Versuch, Lärmausbreitungsmodelle in gewisse Kategorien einzuteilen. Darüberhinaus sollen Stand und Defizite der bisher zur Anwendung gekommenen und der möglichen Techniken kurz beleuchtet werden:

3.1. Ausbreitungsmodelle zur aräumlichen Berechnung von Lärmimmissionen

Darunter fallen alle einfachen Programme und Routinen, die auf Basis einer Lärmausbreitungsformel (beispielsweise ÖAL-Richtlinie Nr. 23) die Immissionen für bestimmte Punkte oder Profillinien berechnen. Die Berechnung erfolgt völlig aräumlich und ohne Berücksichtigung von Topographie bzw. Geländeformen, und unter vereinfachten Annahmen der Schallausbreitung. Das Ergebnis steht in Form einer Tabelle, die meist den energieäquivalenten Dauerschallpegel (L_{eq}) der einzelnen Immissionspunkte enthält, zur Verfügung. Solche Programme eignen sich durchaus zur Betrachtung von Einzelsituationen, wenn beispielsweise Beschwerden über die Lärmbelastung eines Wohnhauses oder einer Wohnsiedlung vorliegen und ermittelt werden soll, ob eine Lärmschutzwand erforderlich ist. Eine auf diese Weise schrittweise durchgeführte Berechnung zur flächenhaften Ermittlung der Immissionen für ein größeres Gebiet stellt jedoch keine geeignete Lösung und keinen Ersatz für flächenhafte Lärmausbreitungsmodelle, wie sie im folgenden beschrieben werden, dar.

3.2. Computersimulationsprogramme zur räumlichen Lärmausbreitungsberechnung, die mit einem GIS oder mit einem CAD-Programm gekoppelt sind

Nahezu alle Programme, die bisher zur flächenhaften Ermittlung von Verkehrslärmimmissionen erstellt wurden, sind dieser Kategorie zuzuordnen. Die Lärmberechnung erfolgt mit einer adäquaten Ausbreitungsformel, die einfach bis sehr komplex sein kann, in einem eigenen Programm. Eine Übernahme der im GIS oder in der CAD-Software digitalisierten Daten (Straßenlinien, Flächennutzung, Gebäude usw.) in das Lärmberechnungsprogramm ist gewährleistet, ebenso wie die Klassifizierung und kartographische Darstellung der Immissionsergebnisse.

Heute gibt es bereits einige zum Teil in GIS- zum Teil in CAD-Software implementierte Programme zur flächenhaften Berechnung von Straßen- (und Schienen-) lärm. Ende der 80er- bis Anfang der 90er-Jahre war das Angebot noch sehr gering. Eines der Pionierprodukte war das an der ETH Zürich entwickelte Programm *Regiolärm* (siehe U. KIAS, B. RIHM und C. SCHMUCKI 1989). *Regiolärm* ist in die Systemumgebung der weltweit verbreiteten GIS-Software *Arc/Info* eingebettet. Die Dateneingabe und -verwaltung erfolgt mit *Arc/Info*, die Berechnung der Immissionen mit *Regiolärm*, die Analyse und kartographische Bearbeitung kann wiederum mit *Arc/Info* durchgeführt werden. Auf diese Weise können die Vorteile eines für einen ganz speziellen Anwendungsbereich programmierten Computersimulationsmodells mit den Vorteilen der vielfältigen Analysemöglichkeiten und Flexibilität eines Geographischen Informationssystems verbunden werden, was das Programm *Regiolärm* in ganz besonderem Maße auszeichnet.

3.3. Rasterbasierte Lärmausbreitungsmodellierung im Sinne der Diffusionsanalyse

Gemeint ist damit die Modellierung der Lärmausbreitung von der linienförmigen Schallquelle (Straße als diskretes Objekt) bis zu den umgebenden Empfangspunkten im Sinne einer echten Propagation. Die Schallausbreitung stellt ein Kontinuum dar und resultiert in nicht diskret abgrenzbaren Flächen unterschiedlicher Immissionswerte. (*Die auf Lärmausbreitungskarten sehr verbreiteten Isophonendarstellungen zwingen die Immissionswerte in ein diskretes Korsett, was dem Phänomen Schall jedoch stark widerspricht, da es bei einem Kontinuum keine scharfen Grenzen der Werteverteilungen geben kann.*)

Daher könnte die Lärmausbreitungsmodellierung idealerweise mit einer Kostenoberfläche in einem rasterbasierten GIS realisiert werden.²⁴ Da der Schall unter anderem durch die Geländeformen, durch die Oberflächenbeschaffenheit der Bodennutzung und durch den Wind beeinflusst wird, müßte dafür eine anisotrope Diffusionsanalyse durchgeführt werden, bei der Richtungsvektoren als verstärkende oder abschwächende Faktoren mit den Kosten verknüpft werde. Allerdings stellt die Einbeziehung der Mehrfachreflexionen des Schalls nicht gerade ein triviales Problem dar. Der Autorin sind bislang keine derartigen Umsetzungen bekannt.

4. FALLSTUDIE: LÄRMBELASTUNG AN ZWEI AUTOBAHNABSCHNITTEN IM BUNDESLAND SALZBURG

4.1. Regiolärm

Dank der freundlichen Genehmigung und Unterstützung vom ORL-Institut der ETH Zürich konnten die Berechnungen für die vorgestellte Fallstudie mit dem dort entwickelten Lärmberechnungsprogramm *Regiolärm* durchgeführt werden, das mit der GIS-Software *Arc/Info* gekoppelt ist.

Für zwei Testgebiete (an der A 10 im Bereich Golling und an der A 1 im Bereich Eugendorf) entlang der Autobahnen im Land Salzburg sollten die Lärmimmissionen für einen Durchschnittstag mit dem computergestützten Simulationsmodell *Regiolärm* berechnet werden, indem die für die Schallausbreitung relevanten Parameter möglichst vollständig eingehen. Als Betrachtungsmaßstab wurde ein planungsrelevanter Maßstabsbereich (Erfassung großteils in 1:10000, Ausgabe in 1:20000) gewählt, um für ein abgegrenztes Gebiet einen Überblick der Lärmsituation zu gewinnen. Das auf Rasterbasis arbeitende Programm *Regiolärm* ermöglicht die flächenhafte Berechnung von Immissionen, die anschließend in *Arc/Info* klassifiziert, kartographisch dargestellt und für Analysezwecke mit verschiedenen anderen Datenschichten (Flächennutzung, Flächenwidmung, Erholungs- und Schutzgebiete etc.) verschnitten werden können. Neben den üblichen Schallausbreitungsparametern (Verkehrsdaten, wie der jahresdurchschnittliche tägliche Verkehr - JDTV, LKW-Anteil, Steigung der Straße, Luftabsorption, Fahrbahnbeschaffenheit etc.) gehen auch das digitale Geländemodell, die Flächennutzung und darauf bezogene Dämpfungswerte in die Berechnung mit ein. Basierend auf einer in der Schweiz gültigen Berechnungsvorschrift für Straßenverkehrslärm (StL-86) wird im akustischen Modell des Programms der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel sowie der Immissionspegel berechnet. Die darin enthaltenen Funktionen beschreiben die geometrische Dämpfung (durch die Schallausbreitung), die Bodendämpfung, die Luftdämpfung und die Hindernisdämpfung (siehe U. KIAS, B. RIHM und C. SCHMUCKI 1989, U. KIAS 1989 und BUNDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1987).

Das Geländemodell ist bei *Regiolärm* auf die Berechnung der Lärmimmissionen mittels einer systematischen Stichprobenmethodik ausgelegt. Das Untersuchungsgebiet wird mit einem Rasternetz wählbarer Maschenweite überzogen, wobei die Schnittpunkte die Stichprobenelemente des Modells bilden. Zur geographischen Beschreibung werden die Höhe über Meer, die Landnutzung und der Straßenverlauf (alle im Rasterformat) einbezogen. Demnach wird die Straße als perlschnurartige Aneinanderreihung einzelner Punktschallquellen betrachtet. Ausgehend von den Quellenpixeln werden durch die Verfolgung radialer Profile und Prüfung auf Sichtbeziehung zu den Empfangspunkten sowie durch Berücksichtigung der Dämpfungswirkungen durch Topographie und Landnutzung einzelne Teillärmmatrizen berechnet, die zum Schluß zu einer Gesamtlärmatrix addiert werden (vgl. U. KIAS 1989, S.78-80, U. KIAS, B. RIHM und C. SCHMUCKI 1989, S. 108-109). Die Berücksichtigung von Lärmschutzwänden ist in *Regiolärm* an sich nicht möglich, weshalb in der Fallstudie versucht wurde, dies durch einen Umweg zu bewerkstelligen (siehe M.

²⁴ Unter Kosten sind in diesem Fall modellierte Ausprägungen des Lärms für jede Rasterzelle in Abhängigkeit der verwendeten Ausbreitungsparameter zu verstehen.

BRÜCKLER 1993a, S. 88-91). Mit *Regiolärm* können zwar die Immissionen eines ganzen Straßennetzes berechnet werden, für die Fallstudie wurden jedoch aufgrund der Datenverfügbarkeit nur die Immissionen des jeweiligen Autobahnabschnittes ermittelt.

4.2. Vorgangsweise

Nach der Datenerfassung wurden die Lärmimmissionen für die Jahre 1976 und 1990 berechnet (jeweils für Tag und Nacht). Für diese Jahre waren alle notwendigen Daten inklusive der Luftbilder für die Flächennutzungs- und Siedlungskartierung vorhanden. Durch die Subtraktion der unklassifizierten Immissionswerte des Jahres 1976 von den Werten des Jahres 1990 wurde die Veränderung der Lärmbelastung 1976-1990 ermittelt und in klassifizierter Form dargestellt (**Karte 1**). Da sich der Verkehr im Betrachtungszeitraum weit mehr als verdoppelt hat (vgl. JDTV-Werte auf der Karte), sind enorme Zunahmen der Lärmimmissionen zu verzeichnen. Eine Verdoppelung des Verkehrs bedeutet in der Akustik eine Zunahme um 3 dB(A).

Die Immissionsergebnisse wurden gemäß ÖNORM S 5021 in 5 dB-Stufen klassifiziert und kartographisch dargestellt. Die eigentlichen Lärmimmissionskarten wurden dem Bericht aus Platzgründen nicht beigelegt.²⁵ Die Autorin weist in diesem Zusammenhang nochmals darauf hin, daß für das Phänomen Lärm als Kontinuum eine kartographische Darstellung in Form von rasterbasierten Lärmzonen weitaus geeigneter ist als eine Isophonendarstellung, die scharfe Grenzen der Lärmimmissionen 'vortäuscht'.

Um einen Überblick über die Lärmbelastung der angrenzenden verbauten Gebiete zu gewinnen, werden die Immissionen mit den mittels Luftbildkartierung erhobenen Siedlungen verschnitten. **Karte 2** zeigt die vom Luftbild kartierten Siedlungen, die im Immissionsbereich der A 10 liegen. Die Grenzen der Immissionsbelastungsklassen wurden an den ÖNORM-Planungsrichtwerten orientiert. Beim Vergleich von Karte 2, die die tatsächliche Verbauung zeigt, und Karte 3, die die Baulandwidmung enthält, wird die massive Zersiedlung des Salzachtales offenkundig. Die meisten der vom Autobahnlärm betroffenen Siedlungen befinden sich nicht im gewidmeten Bauland, sondern im Grünland. Der Anteil der Siedlungen mit Lärmbelastungen von über 60 dB(A) ist erschreckend hoch. Es wird hier der Grenzwert für Kerngebiete bei weitem überschritten, obwohl es sich um ländliche Siedlungen handelt. Die zweithöchste Belastungsklasse nimmt flächenmäßig einen gleich hohen Anteil der Siedlungsfläche ein wie die höchste Klasse. Der Planungsrichtwert für erweiterte Wohngebiete oder Dorfgebiete (55 dB(A)) wird in diesen Bereichen überschritten, obwohl mehrere Lärmschutzwände vorhanden sind.²⁶

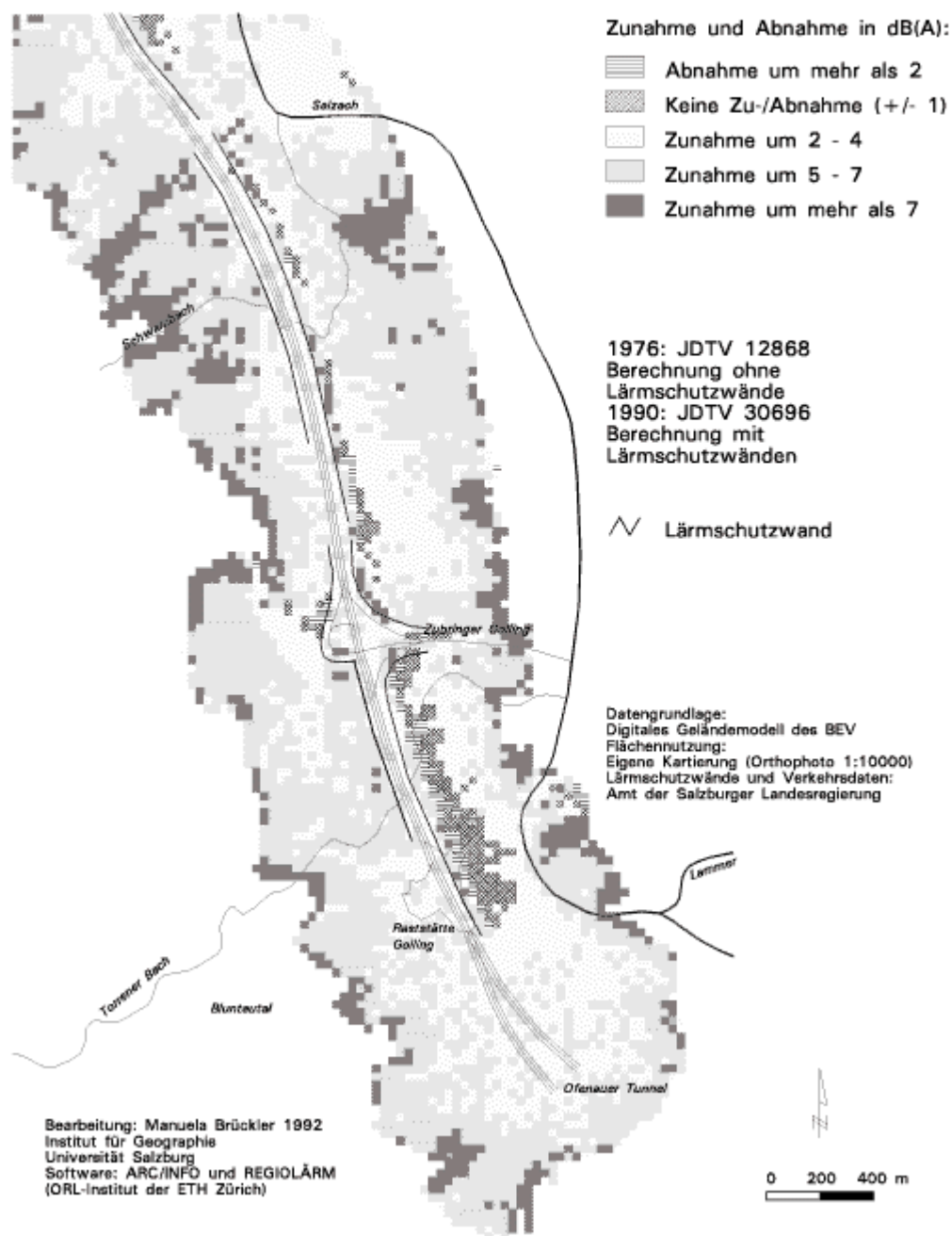
Durch die Verschneidung der Immissionen mit der Baulandwidmung soll einerseits festgestellt werden, wo Wohngebiete im Immissionsbereich der Autobahn gewidmet sind (**Karte 3**) und wo der ÖNORM-Planungsrichtwert für die jeweiligen Widmungskategorien bereits überschritten ist (**Karte 4**). Karte 4 spricht für sich selbst, weshalb keine Erläuterungen dazu nötig sind.

Im Hinblick auf zukünftige Planungsentscheidungen sind in **Karte 3** die Immissionen nicht nur für die Polygone der Baulandwidmungen ausgewiesen, sondern auch für die (Grünland-)Zonen dazwischen. Dadurch werden jene Gebiete sichtbar, die für zukünftige Wohngebietswidmungen aufgrund zu hoher Lärmbelastung nicht mehr in Betracht kommen (sollten). Die dunkelste Zone stellt jenen Bereich dar, der bei Berücksichtigung der ÖNORM-Planungsrichtwerte für eine Wohnnutzung nicht in Frage kommen sollte. Hier wird sogar der Grenzwert für Kerngebiete überschritten, der mit 60 dB(A) am Tag bzw. 50 dB(A) nachts ohnehin relativ großzügig gesetzt wurde. Laut Baulandwidmung reichen in diese besonders laute Zone einige erweiterte Wohngebiete hinein. Sogar in der Zone 51-55 dB(A) sind kritische Bereiche zu finden. Obwohl hier der Grenzwert für reine Wohngebiete überschritten wird, gibt es in dieser Zone reine Wohngebiete (am nordwestlichen Ortsrand von Golling zwischen Autobahn und Salzach).

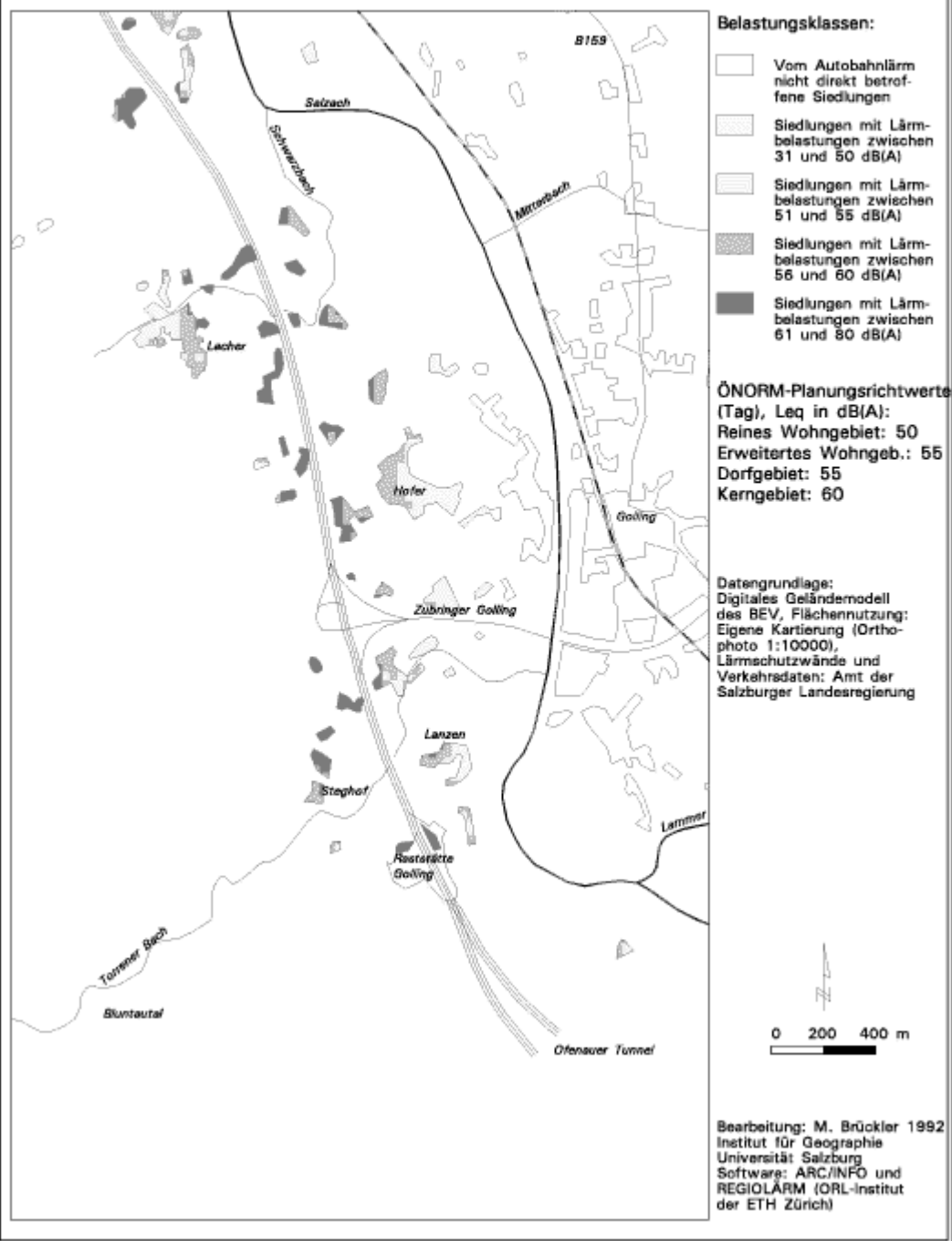
²⁵ Die Diplomarbeit enthält insgesamt 24 Farbkarten.

²⁶ Die Lärmschutzwände sind nur auf Karte 1 eingezeichnet.

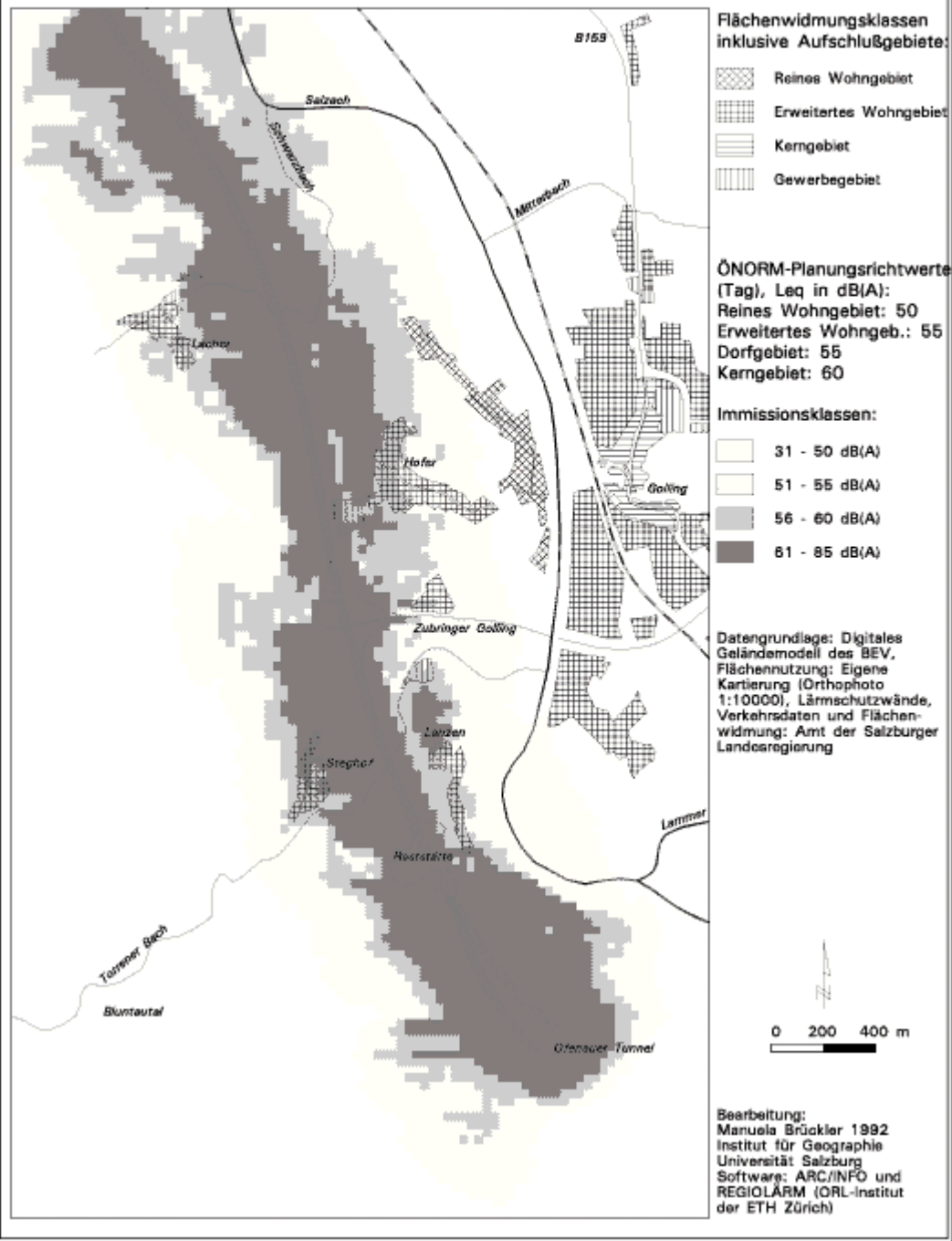
Karte 1: Lärmimmissionen Autobahnabschnitt Golling Veränderung der Lärmimmissionen 1976 - 1990 (Tag)



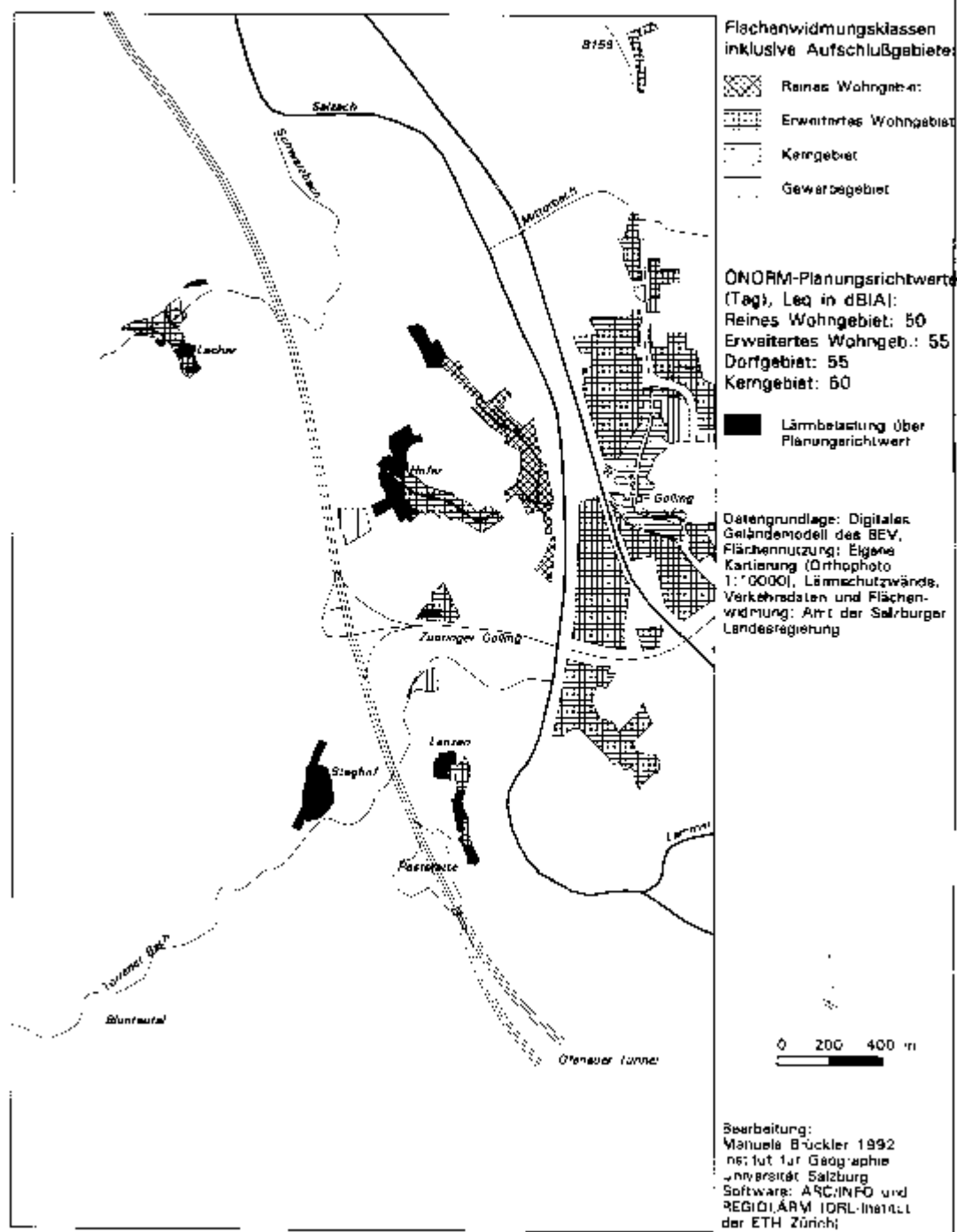
Karte 2: Lärmimmissionen Autobahnabschnitt Golling Siedlungen im Immissionsbereich der Autobahn (1990, Tag)



Karte 3: Lärmimmissionen Autobahnabschnitt Golling Flächenwidmung im Immissionsbereich (1990, Tag)



Karte 4: Lärmimmissionen Autobahnabschnitt Golling Flächenwidmung mit Lärmbelastung über Planungsrichtwert (1990, Tag)



Nachts sind die Lärmimmissionen aufgrund des verringerten Verkehrsaufkommens geringer als tagsüber. Deshalb werden üblicherweise eigene Lärmkarten für Tag und Nacht erstellt. Auch in der Fallstudie wurde so vorgegangen, indem sowohl die Immissionsberechnungen als auch die Verschneidungen jeweils für Tag und Nacht durchgeführt wurden. Die Nacht-Karten konnten jedoch diesem kurzen Bericht nicht beigelegt werden. Aufgrund der um jeweils 5 dB(A) niedrigeren Nacht-Immissionsrichtwerte sieht die nächtliche Situation der Lärmbelastung trotz des geringeren Verkehrsaufkommens ähnlich unbefriedigend aus wie tagsüber. Zum Teil liegen sogar noch größere Bereiche in den Zonen höchster Lärmbelastung. Um die in den Karten veranschaulichten Probleme und Nutzungskonflikte beurteilen zu können, muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß die hier dargestellten Immissionen nur durch den Lärm der Autobahn zustande kommen. Bei Berücksichtigung der übrigen Straßen sowie der Bahn würde sich ein noch ungünstigeres Bild ergeben. Die betroffene Bevölkerung ist dieser Lärmbelastung tagtäglich ausgesetzt.

5. SCHLUSSBEMERKUNG

Mit dieser Arbeit und der darin vorgestellten Fallstudie wird gezeigt, daß mit der Kombination GIS und Lärmausbreitungsmodell ein Instrumentarium zur Ermittlung der flächenhaften Lärmimmissionsbelastung eines abgegrenzten Gebiets, zur Erstellung von Lärmimmissionskarten und zur Durchführung raumplanungsrelevanter Analysen vorliegt. Damit lassen sich Planungsgrundlagen für raumplanerische Entscheidungen erarbeiten, auf deren Basis gesetzlich verankerte Maßnahmen (beispielsweise Nutzungsbeschränkungen, Mindestabstände zwischen lärmempfindlichen und lärm erzeugenden Nutzungen) oder auch passive Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzwände und -wälle etc.) verordnet und überwacht werden können.

6. LITERATUR

- BAUSCH, D. und W. DIETSCH, 1979, Lärmschutz an Straßen. Planungsgrundlagen. Systeme aus Beton. - Düsseldorf (= Schriftenreihe der Bauberatung Zement).
- BRÜCKLER, M, 1993a, Der Verkehrslärm als Problem der Raumplanung. Eine Untersuchung am Beispiel der Autobahnen im Bundesland Salzburg mit Hilfe eines Simulationsmodells und eines Geographischen Informationssystems. - Dipl.arb. Nat.wiss. Fak. Salzburg.
- BRÜCKLER, M, 1993b, Der Verkehrslärm als Problem der Raumplanung. - In: Mitteilungen und Berichte des Salzburger Instituts für Raumordnung und Wohnen, Heft 1-4, S. 29-45.
- BUNDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.), 1987, Computermodell zur Berechnung von Straßelärm. Teil 1: Bedienungsanleitung zum Computerprogramm StL-86, Version 1.0. - Bern, (=Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 60).
- FISHER, D., P.A. BELL and A. BAUM, 1984, Environmental Psychology. - New York.
- FLEISCHER, G., 1990, Lärm - der tägliche Terror. Verstehen - Bewerten - Bekämpfen. - Stuttgart.
- GILGEN, K., 1991, Lärmbekämpfung - eine Aufgabe der Raumplanung. - In: DISP 104, S. 24-31.
- GUSKI, R., 1987, Lärm. Wirkungen unerwünschter Geräusche. - Bern, (=Huber Psychologie Sachbuch).
- KIAS, U, 1989, Regiolärm, ein Computermodell zur integralen Ermittlung von Lärmimmissionen aus Straßen- und Schienenverkehr für eine ganze Region - ein Beitrag zum Methodenpool eines GIS. - In: F. DOLLINGER und J. STROBL (Hrsg.), Angewandte Geographische Informationstechnologie, Beiträge zum GIS-Symposium 5.-7. Juli 1989.- Salzburg, (=Salzburger Geographische Materialien, Heft 12), S. 75-86.
- KIAS, U., B. RIHM und C. SCHMUCKI, 1989, Lärm im regionalen Maßstab. Ein Computerprogramm zur integralen Ermittlung von regionalen Lärmimmissionen. - In: Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr.5, S.107-111.
- ÖNORM S 5021, Teil 1, Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung. 1990. - Wien.
- ONZ, C. unter Mitarbeit von J. LANG und E. SCHÄFER, 1989, Umweltbericht Lärm. Herausgegeben vom Österreichischen Bundesinstitut für Gesundheitswesen, verfaßt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. - Wien.
- PÖTZELBERGER, E., 1990, Aspekte des Lärmschutzes in der Raumordnung des Bundeslandes Salzburg. - In: Mitteilungen und Berichte des Salzburger Instituts für Raumforschung, Heft 1-4, S.54-58.
- SCHMITZ, E., 1978, Lärmschutzgerechte Siedlungsplanung. - In: H. ISING (Hrsg.), Lärm - Wirkung und Bekämpfung. Medizinische, psychologische, technische und rechtliche Aspekte. - Berlin, S.136-146.
- SCHMITZ, S., 1991, Straßenverkehrsemissionen und Verkehrsvermeidungsstrategien. Die Rolle der Raumplanung. - In: Standort. Zeitschrift für angewandte Geographie, Heft 4, S.13-17.
- SEDLMAYER, H. und SNIZEK, S., 1991, Raumplanerische Aspekte im Landesverkehrskonzept Salzburg. - In: Mitteilungen und Berichte des Salzburger Instituts für Raumforschung, Heft 1-2, S.84-88.

STIDL, H.-G. und M. KOLLER, 1989, Lärm - Einige Gedanken zu seiner Auswirkung auf Wohlbefinden und Gesundheit. - In:
Raumordnung aktuell, Heft 4, S.10-13.