

Immobilien und Fluglärm

Karl-Heinz Eger, Katja Köhler, Dirk T.G. Rübhelke, Stephan Schnorr, Friedrich Thießen¹

1. Einleitung

Zwischen 1970 und 1997 wuchs der Flugverkehr in Deutschland um jährlich mehr als 5%. Damit ist er der am stärksten wachsende Verkehrsträger. Die bestehenden Prognosen gehen davon aus, dass diese Entwicklung weiter anhält.² Um die mittlerweile knapp gewordenen Kapazitäten des Luftverkehrs in Europa zu steigern, hat die europäische Flugsicherung im Jahr 2002 die Sicherheitshöhenabstände verringert, so dass weiteres Wachstum möglich ist.³

Der zunehmende Flugverkehr bringt als Begleiterscheinung eine Lärmbelastung mit sich. In einer Studie im Rhein-Main-Gebiet gaben knapp 93% der befragten Immobilienmakler eines rund 1.800 km² großen Gebietes an, vom Fluglärm negativ betroffen zu sein.⁴ Der Fluglärm macht sich nicht nur in Flughafennähe in Form des Start- bzw. Landungsgeräusches bemerkbar, sondern ist auch an weiter entfernten Orten unter den Flugrouten und Warteschleifen wahrnehmbar.

Immobilien unter stark belasteten Routen können nur mit Preisabschlägen gehandelt werden. Da sich der Fluglärm flächig ausbreitet, sind nicht nur punktuell einzelne Immobilien betroffen, sondern meist ganze Stadtteile und Regionen. Angesichts dieser Entwicklung stellt sich die Frage, welchen Einfluss Fluglärm auf die Werte von Immobilien hat. Diese Frage ist zuletzt in der Schweiz behandelt worden, als nach Sperrung des deutschen Luftraums die Flugrouten zum Flughafen Zürich neu geordnet werden mussten. Die Frage wird auch im Zusammenhang mit der derzeit in der Planungsphase befindlichen Ausbauten der Flughäfen Berlin-Schönefeld und Frankfurt/Main diskutiert.

¹ Karl-Heinz Eger ist ordentlicher Professor im Bereich Mathematik der TU-Chemnitz. Katja Köhler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Mathematik der TU Chemnitz. Dirk T.G. Rübhelke ist Juniorprofessor für Europäische Wirtschaft an der TU Chemnitz. Stephan Schnorr ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Wirtschaftswissenschaften an der TU-Chemnitz. Friedrich Thießen ist ordentlicher Professor im Bereich Wirtschaftswissenschaften an der TU Chemnitz.

² Vgl. Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (1999), S. 192

³ Vgl. <http://www.ecacnav.com/rvsm/default.htm>

⁴ Vgl. Müller (2005); einige der hier getroffenen Aussagen wurden aus unveröffentlichtem Material der Arbeit von Müller (2005) extrahiert.

Der folgende Beitrag fasst die vorliegenden wissenschaftlichen Ergebnisse zusammen und stellt eine neue empirische Untersuchung zur Fluglärmwirkung auf Immobilienpreise im Rhein-Main-Gebiet vor.

2. Ergebnisse empirischer Untersuchungen in der Literatur

Im September 2004 hat der interdisziplinäre Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt 29 Studien zur Lärmwirkung auf Immobilienwerte ausgewertet. Die Studien sind teilweise sehr unterschiedlich aufgebaut und von den regionalen Spezifika des jeweils untersuchten Gebietes geprägt.⁵ Mit Hilfe der Kennziffer NSDI, dem „Noise Sensitivity Depreciation Index“, versucht man, die Ergebnisse allgemein nutzbar zu machen. Der NSDI misst die prozentuale Wertänderung einer Immobilien pro Dezibel Lärmbelastung.⁶ Aus den 29 vom Arbeitskreis ausgewerteten Studien ergab sich ein mittlerer NSDI von 0,87%.⁷ D.h., eine Immobilie, die bei einem Ausgangslärm von z. B. 55 dB einen Wert von 200.000 Euro hat, würde bei einer Steigerung des Fluglärms auf 65 dB 8,7% Wertminderung erfahren. Allerdings zeigen die Untersuchungen größere Streuungen, sind regional ungleich verteilt und stammen aus verschiedenen zurückliegenden Zeiträumen. Der Arbeitskreis konnte lediglich zwei Studien identifizieren, die europäische Gebiete betreffen (Manchester, London). Für Manchester wurden 1994 NSDI zwischen 0,65% und 1,28% ermittelt, für London 1975 ein NSDI von 0,62%.⁸ Für die USA ermittelt Nelson (2003) in einer Meta-Analyse einen NSDI zwischen 0,5% und 0,6%. Für Kanada bestimmt er einen NSDI von 0,8 – 0,9%.⁹ Aber auch höhere NSDI-Werte wurden gemessen. Der Arbeitskreis beim Umweltbundesamt weist auf weitere Studien hin, die NSDI zwischen 1,5% und 2,3% nennen.¹⁰ Die europäische Kommission hat sich 2002 eine Synopse über Studien zum Einfluss von Fluglärm erstellen lassen [vgl. Navrud (2002)]. Die Untersuchungen beziehen sich zum größten Teil auf die USA, aber auch auf Großbritannien, Australien und Kanada. Navrud findet NSDI zwischen 0,29% und 2,3%.¹¹ Orszag und Orszag (2000) berechnen auf Basis mehrerer Studien einen NSDI von 0,6%. Der Fokus ihrer Untersuchung liegt auf der Wertzunahme von Immobilien durch reduzierte Lärmeinwirkung. Sie beschränken sich in ihrer Arbeit auf die USA.

⁵ Vgl. Guski, Schönplflug (2004), S. 114

⁶ Vgl. Navrud (2002), S. 14

⁷ Vgl. Guski, Schönplflug (2004), S. 114

⁸ Vgl. Müller, H. (2005), S. 47

⁹ Vgl. Nelson (2003), S. 16

¹⁰ Vgl. Guski, Schönplflug (2004), S. 113

Bei der Ermittlung des NSDI unterstellen sie, dass auch nach der Lärmreduzierung ein Lärmniveau von mehr als 65 dB(A) besteht. Um auch nicht betrachtete Effekte der Lärmreduzierung abzubilden, vermuten sie, dass der wahre NSDI bei rund 1,0% liegt. In ihrer Studie untersuchen sie weiterhin die Hypothese, dass die Reagibilität der Preise von der Höhe der Preise abhängt. Ihre These ist, dass mit zunehmendem Preis einer Immobilie die Reaktion auf zu- bzw. abnehmenden Lärm höher ausfällt.¹² Schipper (1996) findet im Rahmen seiner Arbeit, dass zum einen verschiedene Faktoren, wie Zeitpunkt, untersuchtes Land und Spezifikation der entsprechenden Studie den Wertabschlag beeinflussen und dass zum anderen der NSDI für Fluglärm sich in Europa um den Wert von 0,44% bewegt, während er für die USA in der doppelten Größenordnung angenommen wird.¹³

Problematisch an der Zusammenfassung von Studienergebnissen in einem NSDI sind neben den oben genannten Faktoren insbesondere die unterschiedlichen Lärmuntergrenzen. Die meisten Studien erfassen nur Lärm ab einer bestimmten Mindestintensität. Da, wie medizinische Studien zeigen, Lärm nicht linear bewertet wird, hängt die Lärmsensitivität auch vom Lärmniveau ab¹⁴, so dass Studien mit unterschiedlichen Lärmuntergrenzen schwer vergleichbar sind.

Eine aktuelle europäische Studie zur Immobilienpreisabhängigkeit von Fluglärm stammt aus der Schweiz. Nach der Neuordnung der An- und Abflugrouten des Flughafens Zürich wollten die Besitzer der vom stark belasteten „Südanflug“ beeinträchtigten Immobilien für Steuerzwecke neue Grundstückswerte errechnen lassen. Da es aufgrund einer geringen Zahl vorhandener unbebauter Grundstücke auf absehbare Zeit nicht zu einer auswertbaren Zahl von Markttransaktionen mit Grundstücken kommen würde, musste die vermutete Wertminderung ohne Marktpreise geschätzt werden. Die beauftragten Gutachter verwendeten ein in der Schweiz bekanntes Lageklassenkonzept.¹⁵ Hierbei werden Grundstücke anhand der Ausprägungen bestimmter qualitativer Merkmale (allgemeine Situation, Verkehr, Verdichtung, Standard, sonstige Wohnattribute) einer Lageklasse zugeordnet und dann bewertet. Die Grundstücke im Einflussbereich der neuen Anflugroute wurden zunächst in drei Zonen eingeteilt; dann wurden die Verschiebungen der Merkmalsausprägungen durch die neue Flugroute für jede Zone geschätzt. Auf diese Weise konnte eine neue Klas-

¹¹ Vgl. Navrud (2002), Appendix 3, S. 3

¹² Vgl. Orszag u. Orszag (2000), S. 20

¹³ Vgl. Schipper (1996), S. 11

¹⁴ Vgl. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1999), S. 159

¹⁵ Vgl. Rinderknecht (2004), S. 6

senzuordnung vorgenommen werden, aus der sich neue Werte ableiteten. Es ergaben sich Wertminderungen zwischen 10% und 29%, wobei – analog zur These von Orszag und Orszag (2000) – hochwertigere Lagen einen stärkeren Preisabschlag erfuhren als Lagen minderer Qualität.¹⁶ Mit einer ähnlichen Methode ermittelte Kühling Wertminderungen im Umkreis des Flughafens Berlin-Schönefeld. Er bestimmt Wertverluste zwischen 10% und 50% des lärmfreien Lagewertes¹⁷.

Die Schweizer Großbank Credit Suisse senkte unabhängig von diesen Berechnungen 2004 Beleihungswerte für Grundstücke in bestimmten Gemeinden im Züricher Raum pauschal um 5%-Punkte, um den Effekt des vermehrten Fluglärms auf den Wert von Kreditsicherheiten zu berücksichtigen.¹⁸

Die verschiedenen Studien zeigen, dass es einen allgemeingültigen NSDI weder auf Länderebene noch global gibt. Es spielen offenbar viele Faktoren eine Rolle, deren Einfluss noch nicht ausreichend erforscht ist.

Die negativen Auswirkungen des Fluglärms haben in Deutschland den Gesetzgeber veranlasst, Regularien zu erlassen. Ein kleiner Teil extrem belasteter Immobilien wird entschädigt. Der Rest muss die Wertminderungen selbst tragen. Im Fluglärmschutzgesetz werden Gebiete mit einem durch Fluglärm hervorgerufenen äquivalenten Dauerschallpegel von 75 dB(A) als Schutzgebiet ausgewiesen. In einem solchen Gebiet dürfen keine neuen Wohngebäude oder wohnlich genutzte Immobilien errichtet werden. Die Grenzwerte für die einzelnen Schutzzonen wurden mit einem Gesetzesbeschluss vom Mai 2005 (in Schutzzone 1 auf 65 dB(A)) gesenkt.¹⁹

Nach diesem kurzen Einblick in die vorliegenden Ergebnisse zur Wirkung von Fluglärm auf Immobilienwerte werden im Folgenden die Methoden vorgestellt, mit denen Werteffekte im Allgemeinen abgeleitet werden.

3. Methodische Grundlagen der Messung von Fluglärmwirkungen auf Immobilienpreise

3.1 Befragung und hedonische Preismessung

Da es für den Faktor Fluglärm keine Marktpreise gibt, kann man seine Wirkungen auf Immobilienwerte nur indirekt ermitteln. Die Methode der Befragung von Betroffenen

¹⁶ Vgl. ebda., S. 12

¹⁷ Vgl. Wilfried Kühling, Ermittlung von Boden- und Gebäudewerten bei Wohneigentum durch den geplanten Großflughafen Berlin-Schönefeld; unveröff. Gutachten, Oktober 2005, Prof. Dr.-Ing. Wilfried Kühling, Heisterkamp 18a, 44265 Dortmund.

¹⁸ Vgl. Credit Suisse (2004), S. 9

¹⁹ Vgl. Pressemitteilung Nr. 133/05 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

(i) und die Methode der hedonischen Preismessung (ii) sind die wichtigsten Verfahren. Eine Variante des letzteren Verfahrens ist das in der Schweiz und in Berlin-Schönefeld angewandte Lageklassenverfahren.

Ad (i): Die Methode der Befragung von Betroffenen beruht darauf, die Präferenzen von Wirtschaftssubjekten hinsichtlich eines oder mehrerer Produktmerkmale festzustellen.²⁰ Die Probanden müssen angeben, wie viel ihnen der Fluglärm „wert“ ist. Problematisch ist die Auswertung der Antworten: Aufgrund verschiedener Bewertungs- und Entscheidungsanomalien wird meist angenommen, dass die Befragten keine unverzerrten Präferenzurteile abgeben, weshalb die „wahren“ Preise mittels Befragungen nicht zu finden sind. Man versetzt die Probanden deshalb stattdessen in Extremsituationen, wodurch man eine wahrscheinliche Wertuntergrenze (willingness to pay-Methode) und eine wahrscheinliche Wertobergrenze (willingness to sell-Methode) ermitteln kann, innerhalb derer die wahre Präferenz liegen muss.²¹

Ad (ii): Alternativ wird die traditionelle empirische Regressionsanalyse angewendet (Hedonische Preisregression). Es wird angenommen, dass sich der Preis einer Liegenschaft durch verschiedene Parameter erklären lässt, deren relativer Einfluss auf den Wert der Immobilie durch die Präferenzen der Erwerber determiniert ist. Mittels multifaktorieller Regressionsanalysen lässt sich der Einfluss einzelner Parameter, wie z.B. Fluglärm, isolieren. Allerdings macht sich hierbei die Vielzahl an Einflussfaktoren und die im Detail unbekanntem Wirkungszusammenhänge zwischen Immobilienwert und Lärm störend bemerkbar, was die Ergebnisse stark verfälschen kann.²² Darüber hinaus gibt es methodische Probleme: Um eine statistisch auswertbare Zahl von Datensätzen zu erhalten, muss man oftmals sehr unterschiedliche Gebiete einbeziehen, wodurch die Bedingung, dass alle anderen nicht betrachteten Faktoren konstant sind, verletzt sein kann. Aufgrund dieser Probleme erfolgt in der hier vorgestellten Studie eine Beschränkung auf das Rhein-Main-Gebiet.

3.2 Lärmmessung

Ein anderes Problem ist die Messung des den Immobilienwert beeinflussenden Lärms. Wie die medizinische Lärmwirkungsforschung gezeigt hat, wirken verschiedene Lärmformen unterschiedlich auf das Wohlbefinden der Betroffenen ein.²³

²⁰ Vgl. Müller, H. (2005), S. 20. Auch die Conjoint-Analysetechnik wird angewendet.

²¹ Vgl. ebda., S. 16ff.

²² Zu den Problemen der Methode siehe Müller, H. (2005) S.23

²³ Vgl. Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (2004), S.42ff.

Nachtlärm z. B. löst u. U. Erkrankungen aus, während gleich starker Taglärm „nur“ störend wirkt. An- und abschwellende Geräuschverlaufsformen wirken anders als gleich bleibende Lärmengen. Tiefe Töne werden weniger unangenehm empfunden als hohe Frequenzen. Bei vielen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass Schienen- und Straßenlärm gleichen Schalldrucks als etwas weniger unangenehm empfunden wird als Fluglärm.²⁴

In Deutschland hat sich als Maß für die Lärmbelastung der mit der Lärmempfindlichkeit des Ohres gewichtete physikalische Schalldruck $L(A)$ mit der Maßeinheit $dB(A)$ etabliert. Erfasst wird der Lärm meist als Mittelwert des Schalldrucks einer längeren Messperiode. Der sog. äquivalente Dauerschallpegel ist ein nach internationalen Vereinbarungen gemittelter Schalldruckwert einer Periode, wobei Frequenzen, Spitzenlautstärken, die Dauer und die Häufigkeit von Lärmbelastungen einfließen. Nicht alle Lärmeigenschaften werden somit berücksichtigt.²⁵

Will man den Fluglärm messen, dann ergibt sich das Problem, den Lärm der Flugzeuge von anderen Lärmverursachern zu trennen.²⁶ Im Allgemeinen definiert man einen Grundlärm und misst als Fluglärm nur den Lärm, der über den Umgebungslärm hinausreicht. Die nach § 19 Luftverkehrsgesetz von den Flughäfen einzurichtenden Messstellen werden daher auf einen für die jeweilige Umgebung typischen Lärmwert voreingestellt, bei Fraport z. Bsp. 70 dB ²⁷, und messen nur die darüber hinausgehenden Lärmwerte. Ein veröffentlichter Lärmwert von 10 dB bedeutet demnach, dass der Luftverkehr 10 dB Lärm über den Umgebungslärm von 70 dB hinaus verursacht. Zusätzlich wird der erfasste Lärm nach Lärmverlaufsmustern hin analysiert. Dann werden diejenigen Lärmwerte eliminiert, die nicht mit Lärmverlaufsmustern von Flugzeugen übereinstimmen können. Dazu gehört auch, dass Windgeräusche gelöscht werden. Der Flughafen Frankfurt löscht auf diese Weise 5% der Daten. Der Flughafen Hannover nach eigenen Angaben nur 1% . Die verbleibenden Lärmwerte werden dann nach verschiedenen Verfahren gemittelt, um den äquivalenten Dauerschallpegel zu erhalten. In Summe führt das dazu, dass die schließlich erhaltenen Lärmwerte mehr gerechnet als gemessen sind.

So einseitig und verzerrt die nach § 19 Luftverkehrsgesetz ermittelten Werte auch sein mögen, sie eignen sich als Ausgangspunkt für Fluglärmwirkungsuntersuchungen

²⁴ Vgl. ebda., S.44

²⁵ Vgl. Spreng, Költzsch (2004), S. 7

²⁶ Zur Technik des Messens von Fluglärm siehe die sehr ausführliche Studie Krebs et al. (2003). Die folgenden Angaben sind der Studie entnommen.

²⁷ Vgl. Fraport AG (2003), S. 7

besser als andere Lärmwerte, bedingt durch die standardisierte Bereinigungen um alle nicht vom Luftverkehr stammenden Geräusche. Dies ist für die vorliegende Untersuchung besonders wichtig, da die Probanden nach dem Einfluss des Einzelfaktors Fluglärm befragt wurden. Wir basieren unsere Untersuchung daher auf den Daten, die von dem von der Hessischen Landesregierung eingesetzten „Regionalen Dialogforum“ über den Fluglärm im Rhein-Main-Gebiet bereitgestellt wurden.

3.3 Methodik der Untersuchung im Rhein-Main-Gebiet

3.3.1 Befragung von Maklern

Die Untersuchung basiert auf einer Befragung von Grundstücksmaklern im Rhein-Main-Gebiet. Sie gehört gemäß der angewandten Methodik in die Klasse der Hedonischen Preisermittlungsverfahren. Das Verfahren ist nicht regionsspezifisch und kann ohne jede Änderung an jedem beliebigen Ort eingesetzt werden. Es wurden Immobilienmakler in insgesamt 26 Städten und Ortschaften im Rhein-Main-Gebiet, welches eine Fläche von rund 1.800 km² mit über 3 Mio. Menschen umfasst, befragt. Bei den Großstädten erfolgte jeweils eine Unterteilung in Nord/Ost/Süd/West, so dass sich 35 Teilgebiete ergaben. Die Auswahl der Immobilienmakler erfolgte nach dem Kriterium der Ortskenntnis. Aus dem Internet wurden Makler selektiert, die für Vermittlungen in einem oder mehreren der 35 Teilgebiete warben. Insgesamt wurden 58 Makler angeschrieben. 57% davon beteiligten sich an der Umfrage. Die meisten Teilgebiete sind mit mehreren Maklern abgedeckt. Die Umfrage bestand aus einer quantitativen und mehreren ergänzenden qualitativen Fragen. Zunächst wurde dem Makler eine Standardimmobilie (Eigentumswohnung in modernem Mehrfamilienhaus) vorgestellt, so wie sie in jeder deutschen Stadt angeboten werden könnte.

Dann wurde ein von einem Immobilienentwickler des Rhein-Main-Gebietes tatsächlich verwendeter Werbetext auszugsweise wiedergegeben, in dem die Immobilie zum Kauf angeboten und auf die Freiheit der Immobilie von Fluglärm hingewiesen wird. Anschließend wurde gefragt, mit welchem Preisabschlag diese Immobilie zu verkaufen wäre, wenn sie von derjenigen Fluglärmbelastung betroffen wäre, die in den vom Makler vertretenen Teilgebieten vorhanden ist. In Pretests wurden zusammen mit Maklern verschiedene Formulierungen der Frage nach dem Preisabschlag getestet und schließlich die dem Verständnis der Makler am nächsten kommende ausgewählt.

Die gewählte Befragungstechnik hat den Vorteil, dass der Preisabschlag je dB Lärm-belästigung direkt ermittelt werden kann. Das vermeidet die Unschärfen, die bei an-deren Studien daraus entstehen, dass aus indirekten Daten implizite Preise errech-net werden müssen. Durch die Befragung von Maklern, d.h. Intermediären, vermeidet man darüber hinaus die Bewertungsunschärfe, die durch Differenzen zwischen der Willingnes-to-pay und der Willingness-to-sell der Käufer und Verkäufer entstehen, da die Makler von tatsächlichen Transaktionspreisen ausgehen.

Außer dem Wertminderungseffekt wurde das allgemeine Preisniveau der Standard-immobilie im jeweiligen Gebiet abgefragt, um evtl. Abhängigkeiten festzustellen. Schließlich bestand der Fragebogen im Weiteren aus 18 Statements, mit denen u.a. die allgemeine Einstellung des Maklers zum Fluglärm eruiert wurde, um evtl. vorhan-dene subjektive Faktoren im Antwortverhalten ausfiltern zu können. In den Pretests hatte sich gezeigt, dass das Thema Fluglärm bei einem Teil der Makler emotional beladen war, und es bestand die Befürchtung, dass Subjektivismen die Untersu-chung gefährden könnten. Dies hat sich aber im Ganzen gesehen nicht bewahrhei-tet.

3.3.2 Ermittlung der Lärmbelastung

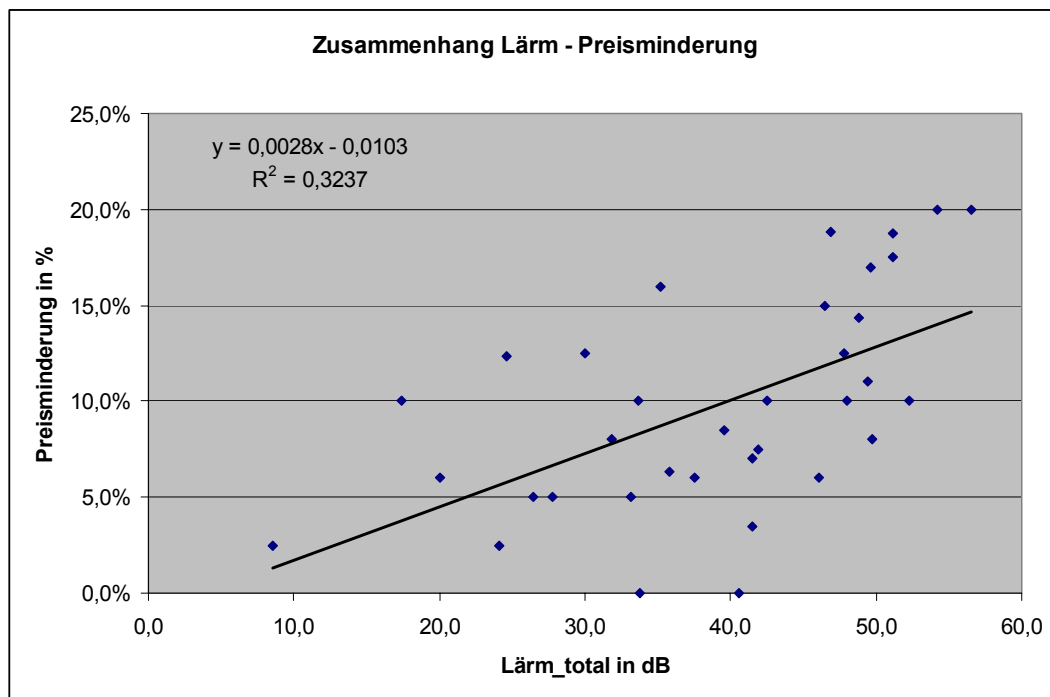
Zur Ermittlung der Lärmbelastung wurde das Angebot des „Regionalen Dialogfo-rums“²⁸ genutzt. Dieses veröffentlicht für die untersuchten Ortschaften im Rhein-Main-Gebiet die äquivalenten Dauerschallpegel (Leq 3) jeweils für die Wetterlage Ost- bzw. Westwind und getrennt für Tag und Nacht. Die Daten stammen aus dem Jahr 2001. Es handelt sich um berechnete, nicht gemessene Werte. Dabei hat das Regionale Dialogforum ein sehr enges Berechnungsraster verwendet. Es liegen qua-si für jeden Straßenzug individuelle Lärmwerte vor. Die Makler konnten nun aller-dings ihre Lärmschätzungen nicht derart fein differenzieren. Sie können Lärm nur pro Ort bzw. bei größeren Orten auch pro Stadtteil schätzen und bewerten. Wir haben die Lärmwerte pro Ort bzw. pro Stadtteil deshalb aus gemittelten Stichproben aus der Lärmkarte des Regionalen Dialogforums berechnet. Aufbauend auf diesen Daten wurde gemäß im Anhang beschriebener Vorgehensweise eine Variable „Lärm_total“ berechnet, die im weiteren Verlauf dieser Untersuchung als erklärende Variable An-wendung fand.

²⁸ Daten verfügbar auf <http://www.laermkarten.de/dialogforum/index.php>

4 Die Ergebnisse im Einzelnen

4.1 Allgemeine Wertfunktion

Aus den Aussagen der Makler wurde für jeden Ort ein mittlerer Preisabschlag ermittelt. Dieser wurde dann jeweils den ermittelten Lärmwerten in einem Diagramm gegenübergestellt. Durch die so entstandene Punktwolke wurde eine Regressionsgerade gezogen, die eine Steigung von 0,0028 aufweist und die x-Achse im positiven Bereich schneidet (vgl. Graphik 1).

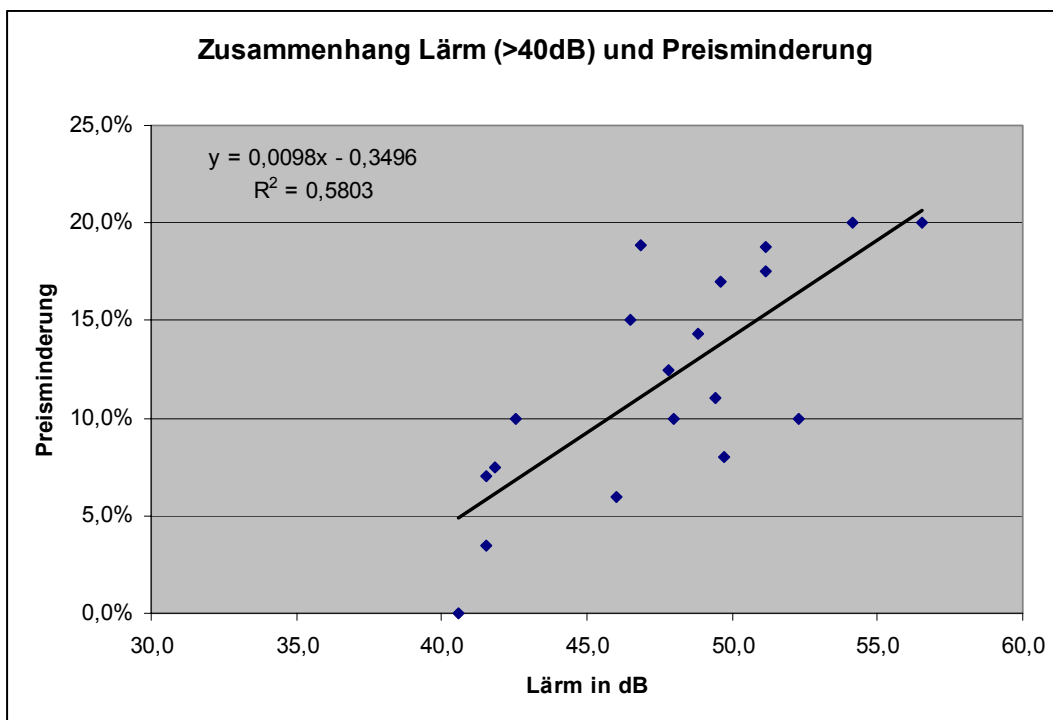


Graphik 1: Zusammenhang Lärm_total und Preisminderung

Die Gerade weist die zu erwartende Form auf: sehr kleine Lärmeinheiten führen nicht zu einer Wertminderung, insgesamt lässt steigender Lärm den Wertabschlag größer werden. Die Residuen sind normalverteilt. Gemäß einem Durbin-Watson-Test liegt keine Autokorrelation vor. Es wird ein Bestimmtheitsmaß von 32,37% erreicht. Der Koeffizient ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,001 signifikant. Die Steigung von 0,00277 bedeutet, dass je Dezibel Lärmzunahme eine Wertminderung von ca. 0,3% eintritt. Im Vergleich mit den anderen, oben zitierten Studien liegt dieser Wert deutlich am unteren Ende der üblichen Bandbreite. Allerdings beginnen diese Studien meist erst bei hohen Lärmbelastungen, während hier auch ruhigere Orte wie beispielsweise Königstein oder Idstein mit weniger als 20 dB Fluglärmbelastung eingeschlossen wurden.

Stärker lärmbelastete Regionen

Betrachtet man gesondert die stärker verlärmten Orte mit einer Fluglärmbelastung von mehr als 40 dB, so lässt sich für diese Orte eine Funktion berechnen, die eine Steigung von 0,01 (vgl. Graphik 2) aufweist. Dieser Wert liegt in der Größenordnung des mittleren NSDI der oben zitierten weltweiten Studien. Mit dem Lärm_total als alleiniger erklärender Variable ergibt sich für Städte mit einem Lärmniveau über 40 dB(A) ein Bestimmtheitsmaß von 58%. Der Einfluss des Lärms mit einem Koeffizienten von 0,01 ist auf einem Niveau von 0,001 signifikant. Durch diese Betrachtung wird verdeutlicht, dass Studien, die sich auf unterschiedliche Lärmniveaus beziehen, nur schwer miteinander vergleichbar sind.

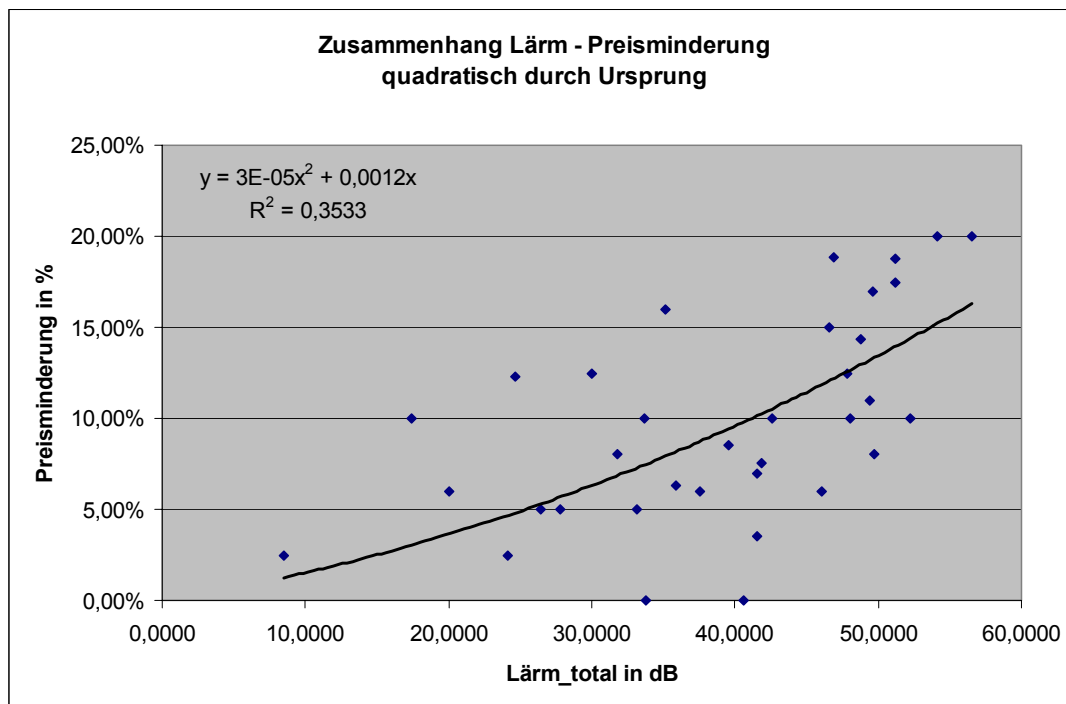


Graphik 2: Der Zusammenhang Preisabschlag - Lärmpegel für „Lärm_total“ >40dB

Exponentielle Funktionen

Die Tatsache, dass der Anstieg für höhere Lärmniveaus steiler wird, lässt vermuten, dass der gesamte Zusammenhang besser durch eine exponentielle Funktion repräsentiert wird. Eine solche Funktion haben wir berechnet. Sie erreicht ein Bestimmtheitsmaß von 40,5%. Sie schneidet jedoch die Y-Achse im positiven Bereich, was ökonomisch unplausibel ist, würde es doch bedeuten, dass es zu Preisabschlägen käme, obwohl kein Fluglärm einwirkt.

Mit einer durch den Ursprung des Koordinatensystems gelegten quadratischen Funktion lässt sich dieser Zusammenhang ebenso darstellen als $y = 0,00003 * x^2 + 0,0012 * x$ und erreicht ein geringfügiges höheres Bestimmtheitsmaß als eine lineare Funktion. Der steilere Anstieg für höhere Lärmniveaus lässt sich mit Hilfe dieser Funktion formal abbilden.



Graphik 3: Der Zusammenhang Preisabschlag – Lärmpegel
Quadratische Funktion durch den Ursprung

Nelson (2003) vermutet, dass sich der Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Preisänderung von Immobilien am besten logarithmisch oder halb-logarithmisch darstellen ließe²⁹. Diese Hypothese haben wir mit den vorliegenden Daten getestet. Sowohl eine logarithmische als auch eine halb-logarithmische Darstellung führt in etwa zu denselben Bestimmtheitsmaßen als eine nicht-logarithmische Darstellung. Aufgrund dieser Tatsache kann mit den vorliegenden Daten Nelsons Hypothese nicht eindeutig belegt werden.

Maximallärmeffekte

Die Lärmwirkungsforschung führt zu den Erkenntnissen, dass die Maximallärmwerte besonders belasten. Dies widerspiegelt sich unter anderem auch in der Technik der Lärmmessung: der Zusammenhang zwischen dem empfundenem Lärm und dem in

dB(A) angegebenem Wert ist logarithmisch. Das bedeutet, eine Zunahme des Lärms um 10 dB(A) entspricht einer empfundenen Verdoppelung der Lautstärke.³⁰

Wir haben daraufhin die Hypothese formuliert, dass die Wertminderung der Immobilien nicht mit dem Durchschnittslärm (Lärm_total), sondern mit dem Lärm der jeweils vorherrschenden Wetterlage (in dem Fall Westwind) korreliert. Eine Analyse der Korrelationskoeffizienten (Lärmmaß – Wertminderung) ergibt folgende Ergebnisse:

Lärm_total	0,5689
Lärm_total (arithmetisch gemittelt)	0,6500
Maximallärm	0,4729
Lärm bei Westwind	0,5892
Lärm nachts	0,6101
Lärm tags	0,5541
Lärm nachts (wenn größer 33dB)	0,6542

Tab. 1: Korrelationen einzelner Lärmwerte mit den Preisminderungen

Wie die Daten zeigen, ist der Lärm bei Westwetterlage etwas stärker mit den Preisminderungen korreliert, als der in der Variable Lärm_total abgebildete Durchschnittslärm. Die eingangs formulierte Hypothese trifft demnach zu. Weiterhin zeigt sich, dass der Lärm nachts, insbesondere in den Fällen, in denen nachts der Lärm über der Aufwachschwelle von 33dB³¹ liegt, am stärksten mit den Preisminderungen korreliert.

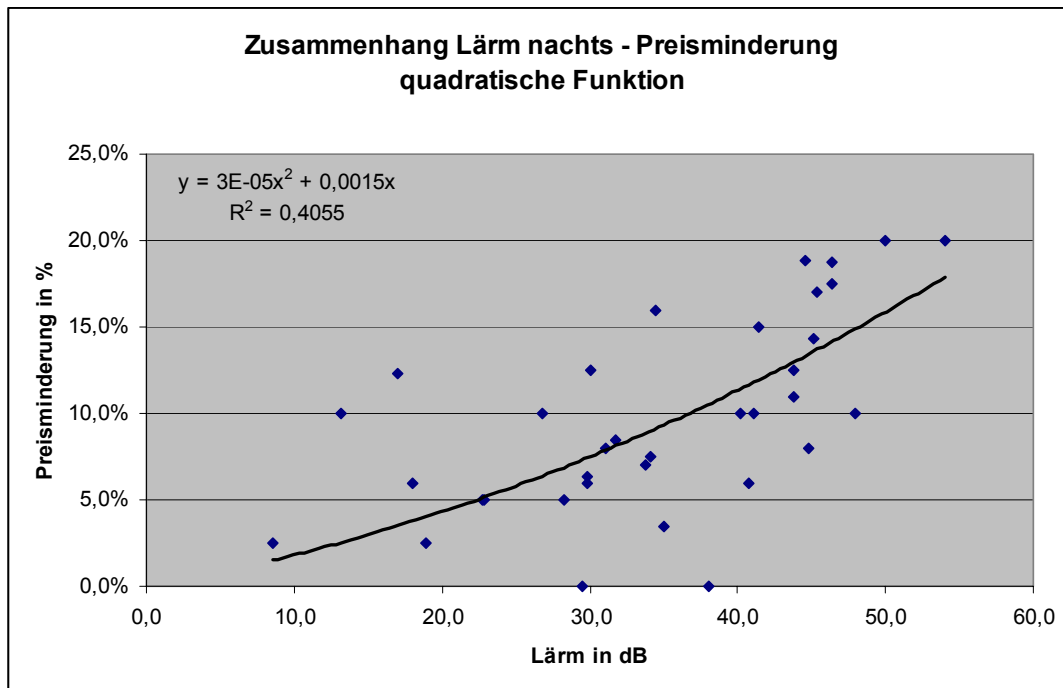
Nähere Ausführungen zum arithmetisch gemittelten Durchschnittslärm und dessen Einflüsse auf die Preise von Wohnimmobilien erfolgen an späterer Stelle (Vgl. 4.5.3). Aus diesen Ergebnissen kann man den Schluss ziehen, dass der energetisch gemittelte Durchschnittslärm nicht immer die höchste Erklärungskraft hat. Abhängig von der untersuchten Fragestellung muss ein jeweils geeignetes Lärmmaß gefunden werden. Im Falle der Preisminderung von Immobilien kommt der Lärmbelastung in der Nacht offenbar eine große Bedeutung zu.

Eine quadratische Funktion ohne Absolutglied erreicht für das Subset der Orte mit einer Lärmbelastung in der Nacht über der Aufwachschwelle von 33 dB ein Bestimmtheitsmaß von 43,8%. Bezieht man alle Orte mit ihrer jeweiligen Lärmbelastung

²⁹ Vgl. Nelson (2003), S. 5

³⁰ Vgl. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1999), S. 159

nachts in die Analyse mit ein, erreicht eine solche Funktion ein Bestimmtheitsmaß von 40,5%. In beiden Regressionen sind die Faktoren hochsignifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner 0,002). Der Nachtlärm hat in der vorliegenden Erhebung die höchste Erklärungskraft in Bezug auf die Preisminderungen von Immobilien.



Graphik 4: Der Zusammenhang Preisabschlag – Lärmpegel nachts quadratische Funktion durch den Ursprung

Die besondere Bedeutung des Nachtlärms erscheint durchaus plausibel. Lärmeinwirkungen in der Nacht, während des Schlafes, werden als besonders störend empfunden³². Dies trifft natürlich umso mehr zu, wenn der Lärm der Flugzeuge die Anwohner aus dem Schlaf weckt. Damit haben diese Ereignisse auch einen größeren Einfluss auf lärmbezogene Wirkungen, wie hier die Preisminderung von Wohnimmobilien.

4.2 Der Faktor Erreichbarkeit und Nähe

Das erreichte Bestimmtheitsmaß von max. 43% legt die Frage nahe, welche weiteren Faktoren außer dem Lärmpegel den Wertminderungseffekt beeinflussen. Dings et al (2003) schlagen vor, positiv wirkende Aspekte von Flughäfen, insbesondere Faktoren wie Erreichbarkeit, zu berücksichtigen.³³ Die Literatur vermutet eine Verbesserung der Attraktivität eines Gebietes als Wirtschaftsstandort durch das Vorhandensein ei-

³¹ Vgl. Isermann (2004), S. 36

³² Vgl. Quehl (2005), S. 7

nes gut erreichbaren Flughafens in der Nähe. Damit ergäbe sich ein indirekter Zusammenhang zwischen Flughafen und den Preisen für Wohnimmobilien der Art, dass z.B. über die zunehmende Attraktivität eines Gebietes und Wirtschaftsleistung die steigende Nachfrage nach Wohnimmobilien steigende Preise bewirkt.

Dieser Zusammenhang wurde im Rahmen dieser Studie überprüft. Allerdings stellt sich folgendes Problem: Das Rhein-Main-Gebiet ist infrastrukturell so gut erschlossen, dass alle untersuchten Ortschaften und Städte über eine sehr gute Anbindung an den Flughafen verfügen, sei es über das Straßen-, das Autobahn- oder das Schienennetz. Es stellt sich daher die Frage, wie der Faktor „Nähe“ bzw. „Erreichbarkeit“ zu konkretisieren ist. Wir haben folgende drei Varianten geprüft:

- (i) absolute räumliche Entfernung (Luftlinie) des Immobilienstandortes zum Flughafen,
- (ii) Zugang zur Autobahn³⁴ und
- (iii) Fahrzeit mit Nahverkehrsmitteln/Bahn zum Flughafen.

Die Ergebnisse lauten wie folgt:

Ad Hypothese (i): Der Faktor „absolute Entfernung zum Flughafen“ erreicht in einer Regression als zweitem Faktor neben dem Lärm_total kein ausreichendes Signifikanzniveau. Auf Basis der vorliegenden Daten muss ein Einfluss dieser Variable auf die Preisminderung abgelehnt werden.

Ad Hypothese (ii): In einer Regression mit dem Faktor „Zugang zur Autobahn“ als zweiter Regressor neben dem Lärm_total erreicht diese Variable ein Signifikanzniveau von 0,98. In der erstellten Regressionsgleichung geht der untersuchte Faktor mit einem negativen Vorzeichen ein. Dies bedeutet, dass die Preisminderung mit sich verbesserndem Zugang zur Autobahn zunimmt. Dies widerspricht der eingangs aufgestellten Hypothese, dass Erreichbarkeit positiv eingeschätzt wird und damit wertsteigernd wirkt.

³³ Vgl. Dings et al (2003), S. 14

³⁴ Die Hypothese lautet, dass bei dem dichten Autobahnnetz im Rhein-Main-Gebiet nur der Zugang zur Autobahn einen Engpassfaktor darstellt. Hat man die Autobahn erreicht, ist man von überall in maximal 15 bis 20 Minuten am Flughafen.

Ad Hypothese (iii): Die Fahrtzeit mit öffentlichen Nahverkehrsmitteln gemäß Hypothese (iii) erreicht in einer Regression mit dem Faktor Lärm eine Signifikanz auf dem Niveau von knapp 90%. Es ergibt sich ein Koeffizient mit positivem Vorzeichen. Dies stützt die Hypothese, dass die Nähe zum Flughafen positiv bewertet wird. Mit kürzerer Fahrtzeit zum Flughafen ergibt sich damit ein niedrigerer Preisabschlag. Der Einfluss dieser Variable erreicht jedoch kein Signifikanzniveau, welches eine statistisch abgesicherte Aussage zulässt.

Insgesamt zeigt sich, dass ein Einfluss des Flughafens im Sinne einer besseren Erreichbarkeit/Nähe auf die Preise von Wohnimmobilien nicht feststellbar ist. Das bedeutet, dass wenn überhaupt ein Faktor Nähe/Erreichbarkeit eine Rolle spielt, dann kann er höchstens das Rhein-Main-Gebiet insgesamt betreffen, was eine Untersuchung der Immobilienpreise im Rhein-Main-Gebiet relativ zu Immobilienpreisen in vergleichbaren Gebieten ohne Flughafen erfordert. Die eingangs aufgestellte These einer positiven Einschätzung der verbesserten Erreichbarkeit kann auf Basis der vorliegenden Daten damit nicht bestätigt werden.

4.3 Image-Effekt

Gestützt auf das Züricher Lageklassenkonzept wurde der Frage nachgegangen, ob die Qualität von Ortschaften Auswirkungen auf die Wertminderung hat. Die Qualität von Wohnregionen wird üblicherweise durch Faktoren wie Mieter-Eigentümer-Verhältnis, relatives Preisniveau etc. gemessen. Aus den von den Maklern genannten Werten der Standardimmobilie und weiteren Antworten zum Mieterniveau konnte auf die Qualität der jeweiligen Ortschaft geschlossen werden. Diese Angaben waren aber nicht signifikant mit der Wertminderung durch Fluglärm korreliert.

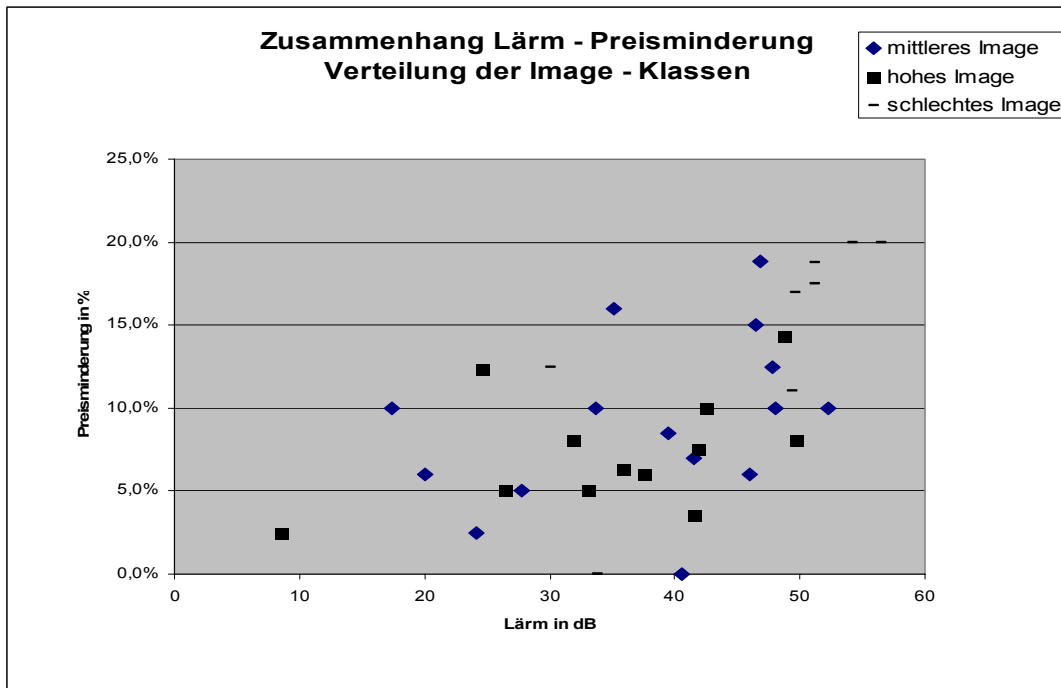
Ein anderer Faktor erwies sich dagegen als signifikant. Es wurden die Ortschaften nach ihrem Image in die drei Gruppen unterdurchschnittliches Image, mittleres Image und gehobenes Image eingeteilt und ein entsprechender Faktor in die Regressionsanalyse integriert. Dieser Faktor erwies sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 als signifikant. Das Bestimmtheitsmaß konnte mit den zwei Regressoren Lärm_total und Image im Vergleich zu einer linearen Regression mit dem Lärm_total als alleinigem Regressor leicht angehoben werden. Der Faktor Image besagt, dass Immobilienwerte in Orten mit einem niedrigen Image durch Fluglärm stärker gemindert werden als Immobilien in Orten mit einem hohen Image. Dieses Ergebnis ist

überraschend. Es ist genau das Gegenteil der Intuition. Das intuitive Gefühl besagt, dass Immobilienpreise in gehobenen Vierteln stärker auf eine zunehmende Lärmbelastung reagieren müssten. Die Preise in gehobenen Lagen müssten damit bei zunehmendem Fluglärm stärker fallen. Das Gegenteil scheint aber der Fall zu sein. Es bieten sich zwei Erklärungen hierfür an:

- **Bewusste Verzerrung.** Makler, die Immobilien in gehobenen Vierteln makeln, könnten systematisch zu niedrige Wertabschläge genannt haben, um das hohe Preisniveau nicht zu gefährden. So weisen Orte wie Neu Isenburg oder der Lerchesberg trotz Spitzenwerten der Lärmbelastung relativ geringe Preisabschläge auf. Auch Hofheim und Idstein liegen mit ihren geringen Preisabschlägen deutlich unter der Regressionsgeraden. Für die These der Stabilisierung eines attraktiven Preisniveaus spricht, dass (nicht repräsentativ befragte) Verkäufer von Immobilien den Eindruck haben, dass der Preisverfall größer sei als der von den Maklern genannte. Gegen die Annahme einer bewussten Verzerrung spricht aber, dass wir keinen statistisch verlässlichen Zusammenhang zwischen dem von den Maklern geschätzten Wert der Immobilie und dem genannten Preisabschlag gefunden haben.
- **Mangelnde Alternative.** Eine andere Erklärung besteht darin, dass Ortschaften und Viertel mit gehobenem Image über bestimmte, für die jeweilige Region außergewöhnliche Eigenschaften verfügen, die schwer replizierbar sind. Die Menschen, die solche Eigenschaften suchen, haben keine Alternative, was die Nachfrage stabilisiert. In Bezug auf die Immobilien in der Schweizer Untersuchung für Zürich kann dies folgendes Beispiel verdeutlichen. Einige der fluglärmbelasteten Grundstücke dort gehören in die Lageklasse „*einmalige, ideal besonnte, absolut ruhige Lage mit uneingeschränkter Panoramasicht auf See und Berge*“.³⁵ Es versteht sich, dass es nur wenige Objekte dieser Art geben kann, was immer dann, wenn die Panoramasicht auf See und Berge das knappste Gut ist, zu einer Preisstabilisierung trotz Fluglärms beitragen kann.

Interessanterweise kann man feststellen, dass Ortschaften mit einem eher niedrigen Image in Bereichen hoher Lärmbelastung liegen. Nur zwei Orte dieser Kategorie un-

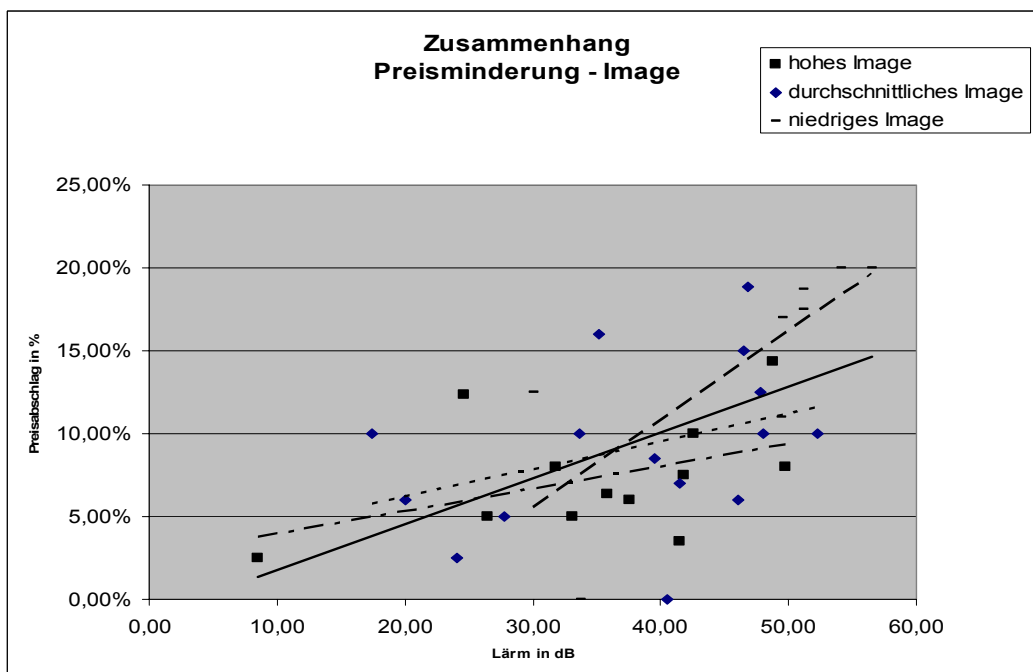
³⁵ Vgl. Rinderknecht (2004), Anhang 1



Graphik 5: Der Zusammenhang Preisabschlag – Lärmpegel
Verteilung der Image-Klassen

terliegen einer Lärmbelastung von 30 – 40 dB. Die überwiegende Zahl der Orte weist Lärmbelastungen von 50 dB und mehr auf.

Legt man durch die einzelnen Punktwolken Geraden, ergibt sich ein folgendes Bild.



Graphik 6: Der Zusammenhang Preisabschlag – Lärmpegel
Verteilung der Image-Klassen

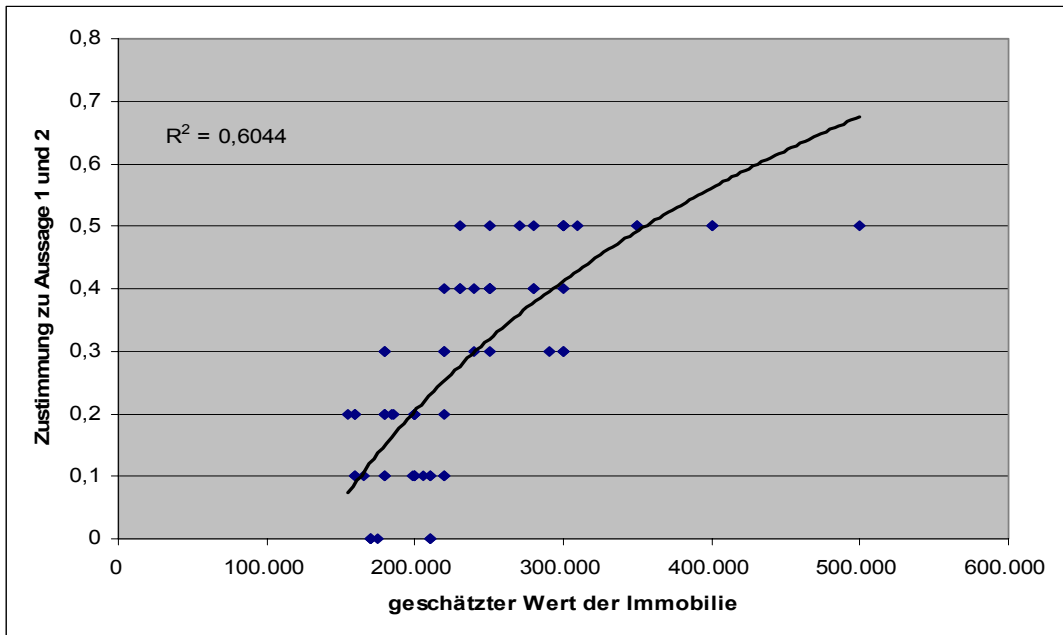
niedriges Image – - - - -
 mittleres Image –
 hohes Image – - · - ·
 alle Orte – ———

Es ist zu erkennen, dass Orte mit einem eher schlechten Image bei höheren Lärmbelastungen einen deutlich höheren Preisabschlag erfahren. Bedenkt man, dass die Orte mit schlechtem Image fast ausschließlich einer Lärmbelastung von mehr als 40 dB unterliegen, kann man, den Bereich der Geraden unterhalb dieser Grenze vernachlässigend, zu dem Schluss kommen, dass in Orten mit einem niedrigen Image Immobilien grundsätzlich eine höhere Preisminderung durch Fluglärm erfahren, als es in Orten mit einem durchschnittlichen oder gutem Image der Fall wäre. Die Geraden durch die Orte mit hohem oder durchschnittlichem Image verlaufen nahezu parallel. Lärm wirkt in Städten beider Kategorien offenbar gleich. Lediglich das Niveau der Preisminderung ist anders. In Städten mit hohem Image ist die Preisminderung bei gleicher Lärmbelastung zwischen 1% und 2%-Punkte geringer als in den Orten mit durchschnittlichem Image.

4.4 Plausibilität der Antworten der Makler

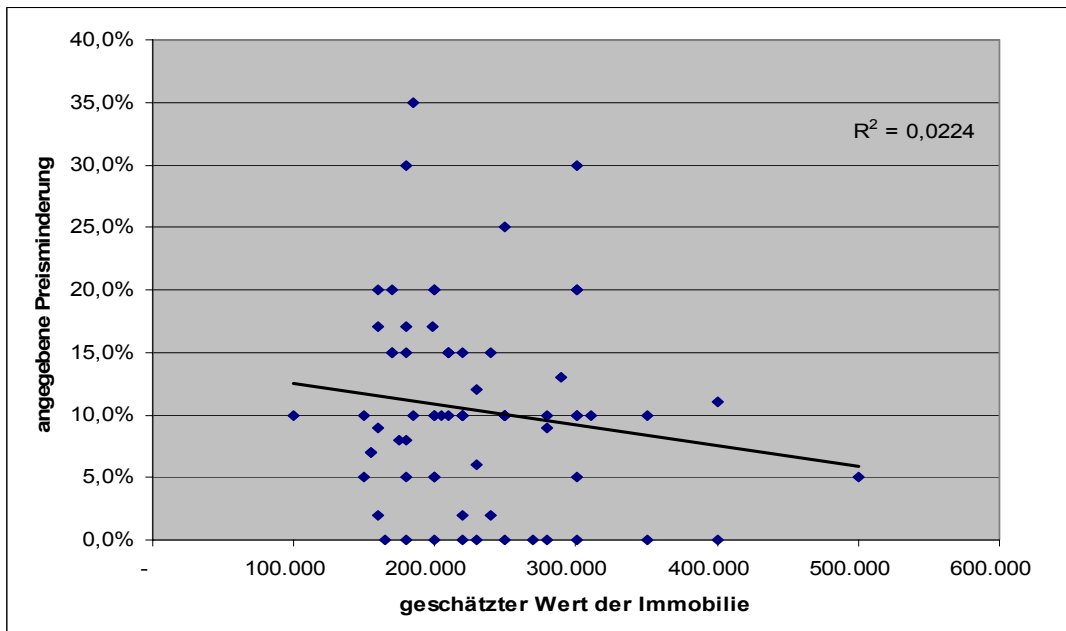
Um auf Basis einer Befragung, wie sie hier durchgeführt wurde, robuste Aussagen erzielen zu können, müssen die Aussagen der Befragten plausibel und frei von subjektiven Verzerrungen oder anderen verfälschenden Einflüssen sein. Hierzu wurden die Antworten der Makler mehreren Plausibilitätsprüfungen unterzogen. Im Ergebnis kann gesagt werden, dass die Makler konsistent und plausibel geantwortet haben. Zur Plausibilitätsprüfung wurden die Antworten der Makler auf die ergänzenden quantitativen und qualitativen Fragen herangezogen (vgl. Tab. 2).

Welche Inkonsistenzen hätten im Rahmen dieser Studie auftreten können? Beispielfhaft sei auf Graphik 7 verwiesen, die zeigt, dass die Makler tendenziell eher der Aussage „*Wir haben überhaupt keinen Fluglärm*“ und „*Flugzeuge sind hörbar, aber unbedeutend*“ zustimmen, je teurer die Immobilie im Berichtsgebiet eingeschätzt wird. Dies stützt die in der Literatur zu findende Annahme, dass Fluglärmeffekte etwas mit dem Preisniveau zu tun haben: dort wo Immobilien überdurchschnittlich teuer sind, gibt es weniger Fluglärm, bzw. wird der Fluglärm als unbedeutender eingeschätzt. Dies bedeutet, dass Makler offenbar einen Zusammenhang von Ruhe und Wert von Immobilien verinnerlicht haben (Graphik 7). Nun könnte man befürchten, dass Makler auch den erfragten Preisabschlag nicht (nur) vom objektiven Lärm, sondern (auch) vom Wert der Immobilie abhängig machen. Dies wäre sicherlich eine Inkonsistenz.



Graphik 7: Zustimmung zur Frage 1 und 2 des Fragebogens und geschätzter Wert der Immobilie in Euro im Berichtsgebiet

Tatsächlich gibt es aber, wie Graphik 8³⁶ zeigt, keinen Zusammenhang zwischen dem gemeldeten Preisabschlag und dem Immobilienwert. Der Preisabschlag hängt nur vom Lärmniveau und nicht vom Immobilienwert ab. Wir haben alle qualitativen Fragen überprüft und fanden keinen Faktor, der mit dem Preisabschlag inkonsistent korreliert wäre.



Graphik 8: Geschätzter Wert der Immobilie in Euro (x-Achse) und Wertminderung durch Fluglärm (y-Achse)

³⁶ Diese Graphik zeigt die Aussagen der einzelnen Makler, es erfolgte hier keine Aggregation auf Ebene der Orte

Ein Überblick über die Fragen, deren Zutreffen die Makler für ihr Gebiet einschätzen sollten, findet sich in Anhang 2. Insgesamt zeigt sich, dass eine Belastung durch Fluglärm im gesamten Rhein-Main-Gebiet wahrgenommen wird. Die Aussagen der Befragten sind im Mittel frei von subjektiven Einflüssen und konsistent mit den erwarteten Zusammenhängen. Die notwendige Plausibilität der Antworten ist gegeben. Es kann deshalb die Vermutung, dass sich die Makler ausschließlich vom Fluglärm und dessen Bewertung haben leiten lassen, nicht widerlegt werden.

4.5 Ergänzende Analysen

4.5.1 Der Näheeffekt in Abhängigkeit vom Image

Da der Faktor „Nähe“ zum Flughafen in der gegenwärtigen politischen Diskussion um Erweiterungen von Flughäfen eine Rolle spielt, wollen wir im Folgenden diesen Faktor noch etwas näher beleuchten, wobei wir die Ortschaften in der Nähe des Flughafens Frankfurt im Einzelnen betrachten.

Die östlich des Flughafens Frankfurt gelegenen Orte Neu Isenburg und Lerchesberg haben einen vergleichsweise niedrigen Preisabschlag, während die westlichen Ortschaften Raunheim und Flörsheim oder auch Hattersheim einen überdurchschnittlich hohen Preisabschlag verzeichnen. Die östlichen Ortschaften haben die hochwertigeren Wohnlagen, während die westlichen Ortschaften eher durch ein unterdurchschnittliches Image gekennzeichnet sind. Hieraus könnte man die Hypothese ableiten, dass „Nähe zum Flughafen“ nur bei hochwertigeren Wohnlagen ein positiver Faktor ist. Einfache Wohnlagen profitieren nicht von der Nähe zum Flughafen.

Ökonomisch interpretiert könnte dies damit erklärt werden, dass Nähe zum Flughafen sich überhaupt nur dann in den Preisen für Wohnimmobilien steigernd bemerkbar machen kann, wenn die Nachfrager bereit sind, etwas mehr für die mit der Nähe verbundene Bequemlichkeit zu bezahlen. Die Einkommensschicht, die einfachen Wohnraum sucht, könnte, dieser Hypothese zufolge, aber vor allem an preiswertem Wohnraum interessiert sein und daher eine hohe Preiselastizität besitzen, was verhindert, dass sich ein Näheeffekt in den Preisen der von diesem Klientel nachgefragten Immobilien bemerkbar macht.

Um derartige denkbaren Klientel-Effekte zu eliminieren, kann der Faktor „Nähe“ getrennt für Städte mit unterschiedlichem Image untersucht werden. In einer transformierten Form, die die verschiedenen Variablen zur Abbildung der Entfernung zum

Flughafen nur für Städte mit einem durchschnittlichen bis hohen Image einbezieht, ergibt sich folgendes Bild:

Die Entfernung zum Flughafen erreicht in der transformierten Form als zweitem Regressor zum Lärm_total mit knapp 0,05 ein niedrigeres Signifikanzniveau, als in der nicht transformierten Form. Weiterhin führt die Regression zu einem negativen Vorzeichen. Dies würde bedeuten, dass die Preisabschläge für ein bestimmtes Lärmniveau mit zunehmender Entfernung vom Flughafen geringer werden. Dies widerspricht der aufgestellten Hypothese (s.o. 4.2). Die Variable Zugang zur Autobahn erreicht ein Signifikanzniveau von 0,1. Aber es ergibt sich wiederum ein negativer Koeffizient. Dies hieße, mit zunehmend besserer Anbindung an die Autobahn würden die Preisminderungen zunehmen. Die Variable Fahrzeit mit der Deutschen Bahn verliert in dieser Konstellation deutlich an Signifikanz. Sie hat, in dieser transformierten Form, keinen Einfluss.

Insgesamt muss die oben in 4.2 aufgestellte These zur Nähe abgelehnt werden. Man kann auf Basis der Daten zu dem Schluß kommen, dass die Nähe zum Flughafen nicht gesucht, sondern eher gemieden wird. Die Preisabschläge bei gegebenem Lärmniveau scheinen mit größerer Nähe zum Flughafen zuzunehmen.

Einige der untersuchten Orte aus dem Umkreis des Flughafens liegen bedingt durch den geringen Abstand des Flughafens von der Stadt Frankfurt zugleich sehr nahe am Stadtzentrum Frankfurts. Unterschiede in den Preisabschlägen lassen sich unter Umständen auch durch die Nähe zu dieser Stadt erklären.

4.5.2 Lärmarteneffekte

Die Tatsache, dass nicht alle Beobachtungen auf der Regressionsgeraden liegen, lässt vermuten, dass es außer der reinen Lärmmenge weitere Einflussfaktoren auf die von den Maklern gemeldeten Preisänderungen gibt. Es wurden folgende Faktoren untersucht:

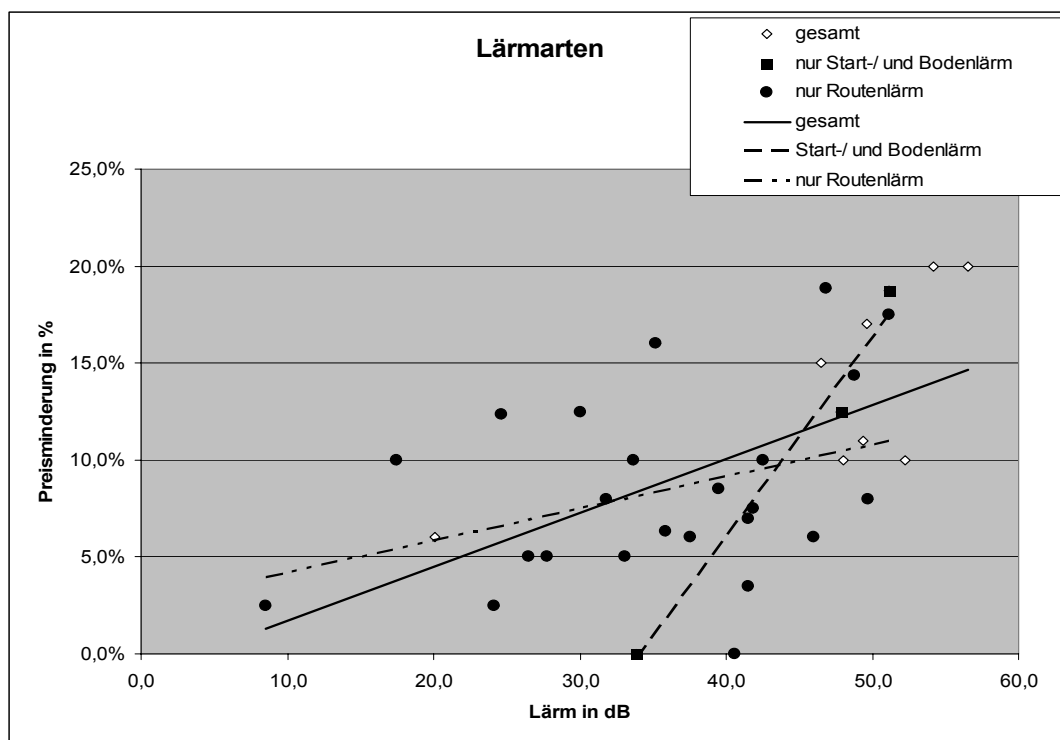
- Lärmarteneffekte: Der Start-/Landungseffekt, Nachtlärmeffekt
- Subjektive Faktoren der Lärmwahrnehmung oder Lärmbewertung
- der Großstadteffekt

4.5.2.1 Start-/Landungslärm und Routenlärm

Im Fragebogen wurden die Makler gebeten, Angaben zur Art des Fluglärms zu machen, der ihre Vertretungsgebiete belastet. Dabei wurde zwischen Bodenlärm, Start-/

Landungslärm und Routenlärm unterschieden (vgl. Tab. 2, Frage 8 bis 10). Während keiner der Befragten angab, lediglich den Bodenlärm des Flughafens zu hören, konnte Start-/Landungslärm und Routenlärm getrennt untersucht werden. Graphik 9 zeigt die Ergebnisse.

Es ist nicht nur der Lärm der startenden und landenden Flugzeuge, der belastet. Vielmehr belastet auch derjenige Lärm die Menschen, der von Flugzeugen stammt, die ihre Bahnen teilweise weit entfernt von Flughäfen ziehen. Auf der abgebildeten Graphik ist zu erkennen, dass der Anstieg für die Gerade durch die Orte mit nur Start-/Landungs- und Bodenlärm sehr steil ist. Sie erreicht einen Anstieg analog der Geraden für Orte mit einer Gesamtlärmbelastung größer 40 dB. Dies ist insofern plausibel, als der Lärm von startenden oder landenden Flugzeugen durch die geringe Höhe der Maschinen als sehr unangenehm empfunden wird und hohe Lärmspitzen erreicht.³⁷



Graphik 9: Preisabschlag in Abhängigkeit von verschiedenen Lärmarten

Die Daten deuten daraufhin, dass eine lineare Funktion, die die Preisminderung in Abhängigkeit vom Routenlärm beschreibt, eine etwas geringere Steigung aufweist, als die eingangs beschriebene Funktion auf Basis des Lärm_{total}. Diese Funktion erreicht ein Bestimmtheitsmaß von knapp 13%.

³⁷ Vgl. Kastka (1999), S. 8

4.5.2.2 Nachtlärm

Wir haben geprüft, ob eine Differenzierung nach Tag- und Nachtlärm notwendig ist. Tatsächlich sind beide Faktoren hoch signifikant. Der Nachtlärm erwies sich sogar als die beste einzelne Erklärungsvariable der Untersuchung (siehe Punkt 4.1). Da Tag- und Nachtlärm aber hoch korreliert sind, ist es schwierig, genauere Aussagen über die Hintergründe der Signifikanz gerade des Nachtlärms zu machen.

In einer gesonderten Untersuchung haben wir geprüft, ob ein vom Taglärm unabhängiger Nachtlärmfaktor ein erklärender Faktor ist. Dazu haben wir in denjenigen Orten Nachtlärm als Faktor in der Regression berücksichtigt, in denen das Verhältnis aus Tag- und Nachtlärm unter dem Durchschnitt dieses Verhältnisses über alle Orte liegt³⁸. Dieser Faktor ist nicht mehr mit dem Taglärm korreliert und kann damit statistisch eigenständig ausgewertet werden. Der Transformation lag die Hypothese zugrunde, dass Nachtlärm insoweit eigenständig wertbeeinflussend wirken könnte, als er als besonders belastend empfunden wird. Dies könnte insbesondere dann der Fall sein, wenn der Lärm während der Nacht relativ zum Tag nicht nennenswert abklingt, was bei über der Hälfte der Ortschaften der Fall ist. Der Faktor erwies sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,001 als signifikant und es wird ein Bestimmtheitsmaß von 43,6% erreicht. Dies spricht dafür, dass der Nachtlärm als ein eigenständiger wertbeeinflussender Faktor betrachtet werden muss.

4.5.2.3 Großstadteffekt

Schließlich wurden die vorliegenden Daten unter der Fragestellung analysiert, ob Lärm in Großstädten anders wahrgenommen wird und zu anderen Folgen führt als in kleineren Ortschaften. Die Hypothese, dass bei der städtischen Bevölkerung eine höhere Bereitschaft vorhanden ist, Lärm zu akzeptieren, erscheint plausibel. Daraus ergäbe sich, dass sich eine zusätzliche Lärmbelastung durch Flugzeuge in Großstädten nicht in dem Maße wie in anderen, tendenziell ruhigeren Orten bzw. Städten auswirkt. Diese Hypothese konnte nur teilweise bestätigt werden. Der Faktor Großstadt erreicht als zweiter Regressor zusätzlich zum Gesamtlärm ein Signifikanzniveau von 0,2. Die aufgestellte Hypothese kann nicht zuverlässig bestätigt werden, ein Einfluß des Faktors „Großstadt“ ist jedoch vorhanden.

4.5.3 Arithmetische Mittelung versus energetische Mittelung

An dieser Stelle soll der Frage der richtigen Mittelungsmethode von Lärmwerten vor dem Hintergrund ökonomischer Fragestellungen nachgegangen werden. Um eine durchschnittliche Lärmbelastung physikalisch korrekt darzustellen, müssen die einzelnen einfließenden Meßwerte energetisch gemittelt werden. Genau diese energetische Mittelungsmethode haben wir in dieser Studie zur Berechnung der Variable Lärm_total verwendet.

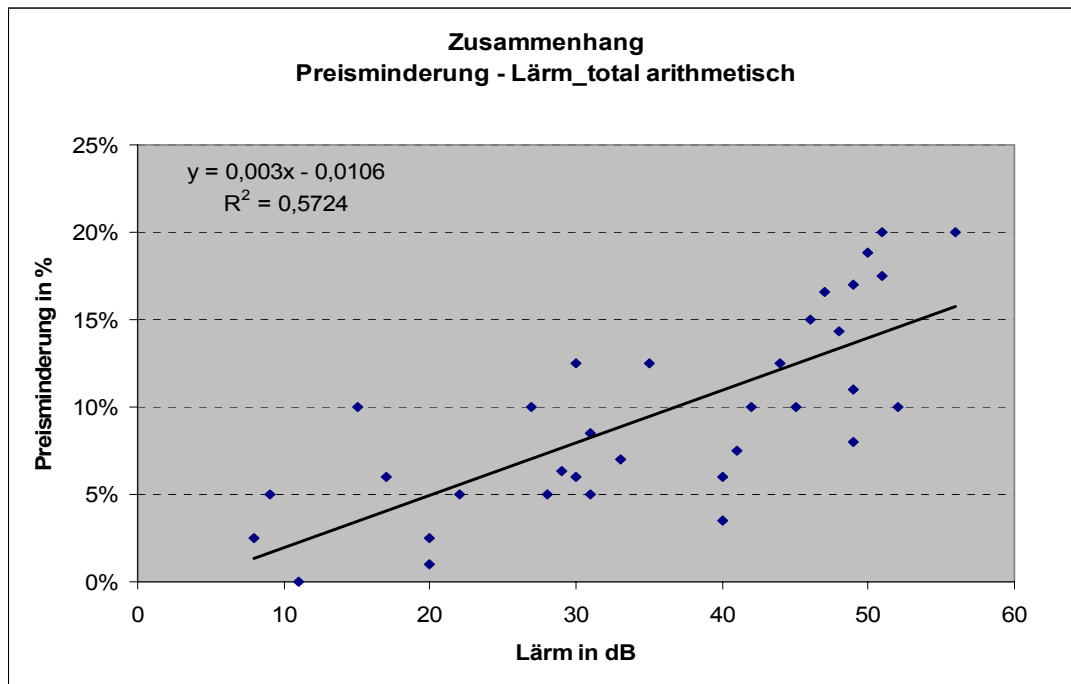
Eine andere Möglichkeit, aus einzelnen ermittelten Dezibelwerten pro Ort bzw. pro Stadtteil jeweils pro Tageszeit und Wetterlage (Vgl. 3.3.2) einen Durchschnitt zu bilden, besteht darin, diese Werte arithmetisch zu mitteln. Arithmetisch gemittelt ergäbe sich für die Variable Lärm_total folgende Berechnung:

$$\text{Lärm_total}^{\text{arithmetisch}} = 0,77 \cdot (0,67 \cdot \text{Lärm bei Tag/Westwind} + 0,33 \cdot \text{Lärm bei Nacht / Westwind}) + 0,23 \cdot (0,67 \cdot \text{Lärm bei Tag/Ostwind} + 0,33 \cdot \text{Lärm bei Nacht/Ostwind})$$

Ist nun die Variable Lärm_total in ihrer energetisch gemittelten Form tatsächlich besser geeignet, die *ökonomischen* Lärmwirkungen abzubilden als eine arithmetisch gemittelte Variable? Wir haben einige der oben bereits vorgestellten Analysen mit der Variable Lärm_total^{arithmetisch} wiederholt, um zu testen, ob arithmetische oder energetische Mittelung die ökonomischen Folgen von Lärm besser abbildet. Wie bereits in einem vorangegangenen Abschnitt dargestellt, korreliert die Variable Lärm_total^{arithmetisch} im Vergleich mit den anderen Variablen am zweitstärksten mit dem Preisabschlag. Nur der Lärm nachts ab der Aufwachschwelle von 33 dB weist eine höhere Korrelation mit dem Preisabschlag auf.

Eine lineare Funktion auf Basis dieser Daten weist einen Anstieg in etwa der gleichen Höhe wie auf Basis der energetischen Daten auf. Der Gesamtzusammenhang wird also in etwa gleich abgebildet. Jedoch erreicht die Funktion auf Basis des arithmetisch gemittelten Lärmwertes ein höheres Bestimmtheitsmaß (Vgl. Graphik 10). Auch eine quadratische Funktion auf Basis der arithmetisch gemittelten Daten erreicht ein höheres Bestimmtheitsmaß, als es im Fall der energetisch gemittelten Daten der Fall war.

³⁸ Ein Verhältnis von 1 bedeutet, dass nachts derselbe Lärmpegel erreicht wird wie im Laufe des Tages. Der Mittelwert dieser Quotienten liegt bei 1,18, das Maximum wird mit 1,6 erreicht.



Graphik 10: Preisminderung in Abhängigkeit von Lärm_total^{arithmetisch} (lineare Funktion)

Ein Vergleich der einzelnen Werte für die Variable Lärm_total zeigt, dass für das energetische Mittel in jedem Fall höhere Durchschnitte errechnet werden. Die größte Abweichung zeigt sich bei den Orten, wo die in die Durchschnittsberechnung einfließenden Werte stark voneinander abweichen. Es zeigt sich, dass die Korrelation zwischen den Schwankungen der Lärmwerte über die Wetterlagen und Tageszeiten sehr eng mit den Differenzen der verschiedenen Mittelungsverfahren korreliert. Je größer diese Schwankung ist, desto größer ist auch die Differenz zwischen den jeweiligen Durchschnitten.

Wenn man die Bestimmtheitsmaße aus den erstellten Funktionen und die Korrelation der Lärmvariablen mit der Preisminderung als Maß für die Geeignetheit der Variable für die Untersuchung betrachtet, kommt man zu dem Schluss, dass sich der arithmetisch gemittelte Durchschnittslärm für eine ökonomische Fragestellung, wie insbesondere Preisminderungen in Abhängigkeit von der Fluglärmbelastung, möglicherweise besser eignet, als der energetisch gemittelte Durchschnitt.

4.6 Funktionaler Zusammenhang

Um die Aussagen dieser Studie für grobe Abschätzungen von lärmbedingten Wertminderungen in der Praxis nutzbar zu machen, bietet sich die Aufstellung einer Funktion an, die die hier aufgedeckten Zusammenhänge in einer möglichst einfachen

Gleichung mit möglichst wenigen erklärenden Variablen zusammenfasst. Ziel einer solchen Funktion sollten einfach ermittelbare und gleichwohl verlässliche Aussagen zur Entwicklung von Immobilienpreisen unter Einfluss verschiedener Faktoren sein. Eine solche Funktion kann folgende die Form haben:

$$\Delta P = a + b \cdot \text{Lärm_total} + c \cdot \text{Image}$$

mit		Signifikanz auf einem Niveau von
a =	0,01291	
b =	0,00224	99,0%
c = -	- 0,02193	90,0%
Bestimmtheitsmaß:		39,9%

Wird statt dem Lärm_total der Lärm bei Westwind in der Regression eingesetzt, erreicht der Faktor Image ein höheres Signifikanzniveau von 99,9%:

$$\Delta P = a + b \cdot \text{Lärm bei Westwind} + c \cdot \text{Image}$$

mit		Signifikanz auf einem Niveau von
a =	0,02278	
b =	0,00208	99,9%
c =	- 0,02774	99,0%
Bestimmtheitsmaß:		48,3%

In Ergänzung zu den im Punkt 4.5.3 gemachten Aussagen, haben wir die funktionalen Zusammenhänge auf Basis der arithmetisch gemittelten Lärmvariable überprüft (siehe Anhang 3).

4.7 Weitere Effekte

In diesem Abschnitt sollen spezielle Effekte untersucht werden, die im Rahmen der Studie beobachtet wurden. Der Einfluss dieser Effekte auf den Wertabschlag ist je-

doch geringer, als die im vorangegangenen Absatz beschriebenen Faktoren bzw. es handelt sich um Auswirkungen des Fluglärms auf andere Aspekte als auf den Preis.

4.7.1 Mieterqualität

In der Literatur wird beschrieben, dass in einigen Regionen mit steigender Belastung durch Fluglärm eine Migration einsetze und dass das Mieter- bzw. Eigentümerklientel sich tendenziell verschlechtere. Einer entsprechenden Aussage („Die Qualität der Mieter sinkt, wenn der Fluglärm höher ist.“) im Fragebogen stimmten knapp 82% der Makler zu, so dass die in der Fachliteratur gemachten Aussagen somit durch das vorliegende Material bestätigt werden können.

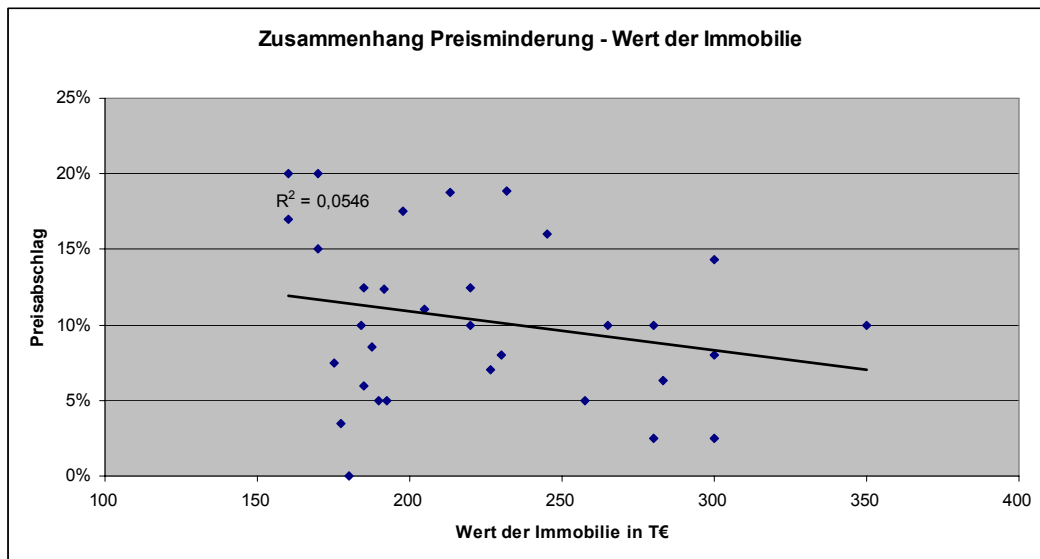
4.7.2 Wertabhängigkeit der Preisabschläge

In der Literatur wird, wie oben ausgeführt, ein Zusammenhang zwischen dem Wert von Immobilien und dem lärmbedingten Preisabschlag behauptet. Ein solcher Zusammenhang ist zuletzt in der bereits zitierten Schweizer Studie verwendet worden.³⁹ Es wird argumentiert, dass höherwertige Immobilien stärker unter Fluglärm litten, d.h. größere prozentuale Preisabschläge hinnehmen müssten als geringwertige Immobilien. Orszag und Orszag (2000) z.B. stellten die Hypothese auf, dass mit zunehmendem Wert der Immobilie die Preisänderungen je dB Lärm zunehmen. Um diese These zu prüfen, haben wir für verschiedene Immobilienpreisklassen jeweils die NSDI berechnet. Die Aussagen der Makler, auf Ebene der Ortschaften zusammengefasst, wurden getrennt untersucht in den Preisklassen bis 199 T€ sowie 200-350 T€. Für jede Preisklasse wurde der NSDI bestimmt. Gemäß Orszag und Orszag müsste für höhere Preisklassen ein jeweils höherer NSDI auftreten. Dies ist aber nicht der Fall. Für das vorliegenden Datenset ergibt sich ein genau umgekehrter Sachverhalt. Der NSDI für die höherpreisigen Immobilien ist halb so groß, wie der für die Immobilien der untersten Preiskategorie. Auch auf Ebene der einzelnen Statements der Makler lässt sich der behauptete Zusammenhang nicht nachvollziehen. Die Ergebnisse von Orszag und Orszag können mit den vorliegenden Daten nicht bestätigt werden.

Zusammenfassend finden wir in unsere Studie, keinen statistisch hinreichend zuverlässig ableitbaren Zusammenhang zwischen Wert und Preisminderung. Wie Graphik 11 zeigt, existiert nur eine sehr schwache Beziehung, die sogar konträr zu der in der

³⁹ Vgl. Rinderknecht (2004), S. 6

Literatur beschriebenen Beziehung verläuft: für höherwertige Immobilien werden tendenziell geringere Preisabschläge vorgenommen.



Graphik 11: Zusammenhang Preisabschlag – Wert der Immobilie

5 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Studie ergänzt die bereits bestehende Literatur zu diesem Thema um eine Untersuchung für Deutschland. Die vorgestellte Verfahrensweise lässt sich auf Befragungen in anderen Regionen übertragen.

Die diesem Artikel zugrunde liegende Studie untersucht den Einfluss des Fluglärms auf Preise für Wohnimmobilien speziell im Rhein-Main-Gebiet. Zu diesem Zweck wurden in dem Gebiet ansässige Makler befragt. Es wurde im Rahmen einer hedonischen Preisermittlung über eine sehr große Lärmrandbreite ein NSDI von 0,3% je dB(A) festgestellt. Damit wird ein Wert ermittelt, der am unteren Ende der Bandbreite der in anderen Studien ermittelten NSDI liegt. Die Annahme, dass Lärm je nach Niveau der Lärmbelastung einen anderen Einfluss hat, kann insoweit bestätigt werden, als für Orte, deren Lärmpegel über 40 dB(A) liegt, ein NSDI von 1,0% ermittelt wurde. Dieser Wert stimmt mit Untersuchungen in anderen Erdteilen überein.

Neben den Auswirkungen des Fluglärms existieren weitere, vielfältige Einflüsse auf die Preisreaktion von Immobilien. Im Rahmen dieser Studie konnte ein „Großstadteffekt“ ermittelt werden. Dieser besagt, dass der Wertabschlag in Großstädten i.d.R. geringer ausfällt. Ein weiterer Einfluss ist die Beliebtheit bzw. das Image der Ortschaft als Wohnort. In beliebten Wohnorten mit gutem Image erfahren Immobilien einen geringeren Wertabschlag.

Die in der Literatur behandelten positiven Nähe-Effekte konnten nicht bestätigt werden. Im Sinne der beschriebenen Theorien müssten Wohnimmobilien in Ortschaften in der Nähe von Flughäfen einen geringeren Wertabschlag verzeichnen als entferntere, weil der Flughafen als Magnet wirkt und die mit der Nähe zum Flughafen verbundene bessere Erreichbarkeit positiv eingeschätzt wird. Dieser Effekt lässt sich statistisch aber nicht nachweisen. Die vorliegenden Daten deuten eher an, daß die Erreichbarkeit negativ bewertet wird. Vermutlich ist im dicht besiedelten Rhein-Main-Gebiet das Angebot an Arbeitsplätzen mehr oder weniger gleich verteilt, so dass der Flughafen, der nicht mehr als ein Arbeitgeber unter vielen ist, kein Dominanzzentrum darstellt, das sich positiv auf einzelne Wohnlagen und Ortschaften auswirkt.

Aus den hier vorgestellten Ergebnissen lassen sich weitere Fragen und Ansätze für weitergehende Untersuchungen ableiten.

Die zugrunde liegenden Lärmdaten stammen aus dem Jahr 2001. Die erreichten Signifikanzniveaus und Bestimmtheitsmaß lassen den Schluß zu, dass diese Werte im Zusammenhang mit den genannten Preisabschlägen aussagekräftig sind. Der eingangs beschriebene Trend des weiter wachsenden Flugverkehrs läßt vermuten, dass die tatsächliche Lärmbelastung im Jahr 2005 höher lag. Eine Studie mit aktuellen Lärmwerten kann vorhandene Tendenzen aufzeigen und Aufschluß über die Entwicklung der Abhängigkeit der Wohnimmobilienpreise von Lärmeinwirkungen geben. Die gefundene hohe Korrelation eines arithmetisch gemittelten Lärmmaßes führt zu der Frage, welche Art der Abbildung der durchschnittlichen Lärmbelastung die ökonomische Bewertung des Faktors Lärm am besten abbildet. Weitere Untersuchungen können sich der Frage widmen, ob die physikalisch korrekten, energetischen Mittel für ökonomische Fragestellungen geeignet sind, oder ob sich andere Lärmmaße besser eignen, die ökonomische Bewertung von Lärm abzubilden.

Anhang

Anhang 1

Aus den ermittelten Dezibelwerten pro Ort bzw. pro Stadtteil jeweils pro Tageszeit und Wetterlage wurde jeweils ein Schalldruck nach der Formel

$$\text{Schalldruck} = 10^{\frac{dB}{20}}$$

berechnet. Die so erhaltenen Werte wurden zu einem Wert je Ort mit folgenden Gewichten⁴⁰ gemittelt:

Tag: 0,67

Nacht: 0,33

West: 0,77

Ost: 0,23

Der mittlere Schalldruck in einem Ort ergibt sich damit aus folgender Rechnung:

$$\text{Schalldruck gesamt} = 0,77 \cdot (0,67 \cdot \text{Schalldruck bei Tag/Westwind} + 0,33 \cdot \text{Schalldruck bei Nacht/Westwind}) + 0,23 \cdot (0,67 \cdot \text{Schalldruck bei Tag/Ostwind} + 0,33 \cdot \text{Schalldruck bei Nacht/Ostwind})$$

Die so erhaltenen Mittelwerte wurden nach der Formel

$$\text{dB} = 20 \cdot \log_{10}(\text{Schalldruck})$$

in dB-Werte umgerechnet. Die nach diesem Vorgehen ermittelten energetischen Mittelwerte der Lärmeinwirkung wurden im Laufe der Untersuchung in Form der Variable „Lärm_total“ verwandt.

Anhang 2

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Fragen, deren Zutreffen die Makler für ihr Gebiet einschätzen sollten.

Zustimmung von Maklern im Rhein-Main-Gebiet zu verschiedenen Aussagen			
Nr.	Aussage	trifft zu in %	trifft nicht zu in %
1	Wir haben überhaupt keinen Fluglärm.	2	93
2	Flugzeuge sind hörbar, aber unbedeutend.	53	46
3	Fluglärm wirkt gelegentlich störend, aber sonst ist es ruhig.	66	27
4	Der Fluglärm hat zugenommen.	74	21
5	Der Fluglärm hängt von der Wetterlage ab.	80	17
6	Bei bestimmten Wetterlagen ist der Fluglärm störend.	81	15
7	In dem am meisten betroffenen Teil unseres Verkaufsgebietes fühlen sich viele vom Fluglärm belästigt.	48	46
8	Wir hören den Bodenschall des Flughafens als Hintergrundrauschen.	12	84
9	Wir hören startende und landende Flugzeuge.	25	71

⁴⁰ Vgl. Müller (2005), S. 64 und Regionales Dialogforum

10	Wir liegen in der Nähe von Flugrouten und hören vorbeifliegende Flugzeuge.	83	13
11	Über Fluglärm wird nicht offen geredet.	4	90
12	Ich habe den Eindruck, kein Mieter oder Käufer will sich eingestehen, in einer fluglärmbelasteten Immobilie zu wohnen oder eine solche gekauft zu haben.	42	52
13	Wir stellen fest, dass sich das Verhalten der Mieter in fluglärmbelasteten Gegenden ändert.	48	43
14	Mieter ziehen schneller wieder aus, wenn der Fluglärm höher ist.	46	48
15	Die Qualität der Mieter sinkt, wenn der Fluglärm zunimmt.	69	27
16	Käufer von Immobilien fragen mittlerweile ganz offen nach der Fluglärmbelastung.	93	2
17	Viele Kaufinteressenten, die von auswärts kommen, schätzen das Ausmaß des Fluglärms falsch ein.	48	45
18	Immobilienkäufer kalkulieren unserer Erfahrung nach den Fluglärm nicht richtig ein.	41	52

Tab. 2: Qualitative Fragen und die Häufigkeiten der Antworten

Zusammenfassend kommen wir zu folgenden Ergebnissen: Frage 1 wird von fast niemandem bejaht, d.h. im Rhein-Main-Gebiet wird überall Fluglärm wahrgenommen. Bei den Fragen 2 und 3 sinkt die Zustimmung tendenziell mit zunehmendem Lärm im Vertretungsgebiet. Bei den Fragen 4 bis 7 und 12 bis 15 lässt sich ein leicht positiver Zusammenhang zum Lärmniveau der Vertretungsgebiete erkennen. D.h. Makler stimmten den Fragen um so eher zu, je lauter es in ihren Gebieten ist.

Anhang 3

$$\Delta P = a + b \cdot \text{Lärm}_{\text{total}} + c \cdot \text{Image}$$

mit Signifikanz auf einem Niveau von

a = 0,00827

b = 0,00255 99,9%

c = - 0,02824 99,9%

Bestimmtheitsmaß: 71,58%

Eine lineare Regression dieser Form erreicht auf Basis der arithmetisch gemittelten Werte ein deutlich höheres Signifikanzniveau als auf Basis der energetisch gemittelten Werte.

Literatur

- Bateman, I., Day, B., Lake I., Lovett, A. (2000), "The Effect of Road Traffic on Residential Property Values: A Literature Review and Hedonic Pricing Study", Studie für das Scottish Executive Development Department, Edinburgh
- Beecken, V. (2005), Flugspuren vom 2005-08-22
- Credit Suisse (2004), Financial Services, "Immobilien-Portfoliopolitik"
- DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, <http://www.flugsicherung.de>
- Dings, J.M.W., Wit, R.C.N., Leurs, B.A., Davidson, M.D. (2003), „External Cost of Aviation“, Research Report 299 96 106, UBA-FB 000411, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin
- European Organisation for the Safety of Air Navigation, verfügbar: <http://www.ecacnav.com/rvsm/default.htm>. (Abruf 23.06.2005)
- Fraport AG (2003), Fluglärmreport, Bericht über die Ergebnisse der Fluglärmüberwachung am Flughafen Frankfurt, Frankfurt
- Guski, R., Schönpflug, W. (2004), Soziale und ökonomische Auswirkungen, in: Fluglärm 2004, Stellungnahme des Interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt, S. 112-115
- Guski, R., Schick, A. (2004), Belästigung, in: Fluglärm 2004, Stellungnahme des Interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt, S. 43-51
- Interdisziplinärer Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (2004), Fluglärm 2004, Stellungnahme des Interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt, Veröffentlichung des Umweltbundesamtes, Berlin
- Isermann, U. (2004), Eine kurze Einführung zum Themenkomplex Fluglärmbewertung, Vortrag, DLR Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Göttingen
- Kastka, Dr. Joachim (1999), Gutachten - Analyse und Bewertung von vorliegenden Beschwerdedateien zu Flugbewegungen am Flughafen Frankfurt im Hinblick auf die Abhängigkeit vom Überflugpegel und anderen Bedingungen, Düsseldorf
- Krebs, W, Bütikofer, R., Heutschi, K., Plüss, S., Thomann, G. (2003), „Gutachten – Fluglärmmonitoring Flughafen Frankfurt Main AP2: Akustik“, Bericht Nr. 422'493 im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt, EMPA, Dübendorf
verfügbar: http://www.dialogforum-flughafen.de/html/uploads/a325/-Be422293_Schlussbericht.pdf. (Abruf 23.06.2005)
- Müller, H. (2005), „Die Kosten von Fluglärm“, Diplomarbeit am Lehrstuhl für Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre, Technische Universität Chemnitz, Chemnitz
- Navrud, St. (2002), „The State-of-the-Art on Economic Valuation of Noise“, Final Report to European Commission DG Environment
- Nelson, J. P. (2004), "Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values: Problems and Prospects", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 38, No.1, S. 1-28
- Orszag, P. R., Orszag, J. M. (2000), „Quantifying the Benefits of more stringent Aircraft Noise Regulations“, commissioned by Northwest Airlines

- Pressemitteilungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, verfügbar: http://www.bmu.de/pressemitteilungen/pressemitteilungen_ab_01012005/pm/35538.php (Abruf 23.06.2005)
- Quehl, J. (2005), Nachtfluglärmwirkungen – Band 4– Psychologische Wirkungen, Forschungsbericht DLR FB 2004-10/D, Köln
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1999), „Umwelt und Gesundheit Risiken richtig einschätzen“, Sondergutachten, Drucksache 14/2300
- Regionales Dialogforum (o.J.), Fluglärmkonturen Frankfurt am Main, verfügbar: <http://www.noiserus.com/dialogforum/index.php> (Abruf 10.08.2005)
- Regionales Dialogforum (o.J.), Fluglärmkonturen, verfügbar: <http://www.dialogforum-flughafen.de/htm/page.asp?pageID=526> (Abruf 05.01.2006)
- Rinderknecht, Th. (2004), „Gutachten über die Wertbeeinflussung steuerlich massgebender Vermögenssteuer- und Eigenmietwerte in der Gemeinde Zumikon aufgrund des „Südanflugs““, Studie im Auftrag des Gemeinderates der Gemeinde Zumikon, Zürich
- Schipper, Y.J.J. (1996), „On the Valuation of Aircraft Noise: A Meta-Analysis“, European Regional Science Association, 36th European Congress, Zürich
- Spreng, M., Költzsch P. (2004), „Mess- und Beurteilungsverfahren“ in: Fluglärm 2004, Stellungnahme des Interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt