



Center for Real Estate Studies

Steinbeis-Hochschule Berlin (SHB)

CRES Deutsche Immobilien-Akademie (DIA)

CRES | Center for Real Estate Studies

Lärm und Immobilienwert

CRES Discussion Paper No. 4

Prof. Dr. Marco Wölfle

Verschiedene Wissenschaftsdisziplinen widmen sich der Untersuchung von Lärm. Wird der Begriff Lärm als Wahrnehmung „unerwünschte Schallereignisse“ aufgefasst, so wird deutlich, dass neben physikalischen Eigenschaften (Schalldruckpegel, Tonhöhe, Ton- und Impulshaltigkeit) sowie objektivierbaren Untersuchungskriterien, z.B. Gesundheitsschäden, die durchschnittlich ab einer gewissen Lautstärke und Aussetzungsdauer bei Menschen eintreten können, auch subjektive Wahrnehmungsunterschiede eine Rolle spielen. Werden die vier benannten physikalischen Dimensionen betrachtet, so dürfte es möglicherweise in der Mitte der Verteilung zu unterschiedlichen Wahrnehmungen objektiver Kriterien kommen. In den Extremen wird aber bei den meisten Menschen Einigkeit darüber bestehen, dass Lärm grundsätzlich unerwünscht ist, bzw. dass extreme Schallereignisse als Lärm empfunden werden. So dürfte beispielsweise der Schall, der von einem Flugzeug ausgeht, von den meisten Menschen als Lärm empfunden werden und erklären, warum sich die meisten empirischen Arbeiten mit dieser Lärmquelle befassen.¹

In seiner negativen Wirkung auf Menschen ist Lärm daher Untersuchungsgegenstand der Psychologie und der Medizin bzw. im dazwischen befindlichen Schnittbereich. Genau diese Bereiche sind auch in Bezug auf Immobilienwerte relevant, da zu erwarten ist, dass die ablehnende Haltung der Menschen gegen Lärm zumindest zu Preisabschlägen, wenn nicht gar zur Ablehnung von Immobilienobjekten führen wird. Besonders die Tatsache, dass dauerhafter und extremer Lärm ein Ausschlusskriterium für den Immobilienerwerb darstellt, zeigt auf, dass Lärm keineswegs trivial und linear auf Immobilienwerte wirken dürfte. Neben die genannten mehrdimensionalen physikalischen Eigenschaften von Schallereignissen tritt die Tatsache, dass Menschen Lärm individuell wahrnehmen und der einzelne Mensch in diversen Situationen – z.B. zu verschiedenen Tageszeiten – unterschiedlich von Lärm betroffen sein wird.

Geringe Lautstärken dürften bei regelmäßigen, einfachen Arbeitsvorgängen kaum als störend wahrgenommen werden, während für Arbeitsschritte, die hohe Konzentration erfordern, geringfügiger Lärm bereits als hinderlich angesehen werden kann. Im persönlichen Bereich kann nächtlicher Lärm abhängig von Lautstärke, Dauer und Häufigkeit zu Gesundheitsschäden führen. Die Beispiele zeigen, dass Lärm auf Gewerbe- und Wohnobjekte unterschiedlich wirkt. In Bezug auf Wohnobjekte dürfte die Lärmwahrnehmung in ähnlicher Weise objektivierbar dargestellt werden können wie beispielsweise Strom- oder Wasserverbrauch, die regelmäßigen, prognostizierbaren Tagesmustern folgen. Um die Wirkung von Lärm auf den Wert von Gewerbeobjekten untersuchen zu können, müssten die verschiedenartigen Arbeitsvorgänge zuerst auf ihre Lärmempfindlichkeit geprüft werden. Es ist daher verhältnismäßig, vorerst die Wirkung von Lärm auf Wohnimmobilien zu fokussieren. Gerade hier lassen die teils massiven Anstrengungen, die beim Bau von Schutzwällen zur Bekämpfung bestehenden Lärms unternommen werden, sowie die Bürgerbegehren zur Abwehr von drohendem Lärm vermuten, dass Lärm besonders stark auf Immobilienwerte wirken könnte.

Im Kern dieser Arbeit steht daher die Untersuchung der Wirkung von Lärm auf Werte von Wohnimmobilien. Dazu muss einleitend eine verfolgbare Abgrenzung des stark wahrnehmungsabhängigen Begriffs „Lärm“ erfolgen, aus der dann die Wirkungen auf Menschen und ein Übertragungsmechanismus auf Immobilienwerte dargestellt werden kann. Das ökonomische Modell bei der Untersuchung des Verhaltens verschiedener Marktteilnehmer geht aber nicht nur auf deren individuelle Anreiz-Handlungs-Konstellationen ein, sondern befasst sich ebenso mit den Rahmenbedingungen des relevanten Marktes. Bestimmende Einflüsse könnten beispielsweise entstehen, weil sich Marktteil-

¹ Vgl. Bell, R. (2001), S. 313 und Reingold, L. (1995), S. 79.

nehmer bei der Bepreisung von Immobilien an Entschädigungszahlungen orientieren, die für manche Sachverhalte vom Gesetzgeber vorgeschrieben sind. Hinzu kommt das Urteil von Immobilien-Sachverständigen, die neben den bestehenden Rechtsvorschriften durch Bewertungsnormen oder eigenen Sachverstand lärmbedingte Wertanpassungen vornehmen und damit Einfluss auf das Verhalten von Marktteilnehmern ausüben können. Obgleich diese beiden Perspektiven zweifelsohne als einschlägig zu deklarieren sind, liegt in ihrer zielorientierten Perspektive auch das Risiko, zwei wesentliche Aspekte außer Acht zu lassen:

Erstens sind wenige reale Sachverhalte so gleichförmig und linear, wie es für Pauschalaussagen wünschenswert ist. Beispielsweise könnten Menschen eine um 5 dB(A) leisere Lärmquelle, die aber 5 Mal so lange dauert als eine andere, als störender empfinden. Doppelte Lautstärke werden Menschen sicher mehr als doppelt so störend empfinden. Ebenso werden Sprungstellen in der Wirkungskurve von Lärm bestehen. Eine Steigerung von 10 auf 15 dB(A) wird möglicherweise kaum wahrgenommen, während eine Steigerung von 70 auf 75 dB(A) deutlich spürbar sein könnte. Zur Klärung dieses Aspekts sind Untersuchungen aus der Verhaltens- und Medizinforschung notwendig.

Der zweite Aspekt ist rein ökonomischer Natur: Werte, die theoretisch - z.B. von Sachverständigen - ermittelt werden, können und sollen, müssen aber nicht immer den tatsächlich auf Märkten erlösten Preisen entsprechen. Die Unschärfe theoretischer Modelle wird doch gerade im Extrem- und Grenzbereich größer, so dass auch Sachverständige, die sich nicht auf die Beurteilung der Auswirkung von Lärm spezialisiert haben, möglicherweise vom Marktpreis abweichende Werte ermitteln werden. Der letzte inhaltliche Abschnitt der Arbeit filtert daher die Wirkung von Lärm verschiedener Quellen aus der Menge weiterer Eigenschaften verkaufter Objekte, um Preisabschläge schätzen zu können. Hierzu sind grundsätzlich hedonische Modelle geeignet. Ein gutes Beispiel findet sich für den Markt von Hamburg.² Weitere empirische Untersuchungen wurden im Rhein-Main-Gebiet angestellt³, werden aber in der einschlägigen Bewertungsliteratur⁴ eher kritisch beurteilt. Die durchgeführten Befragungen ortsansässiger Makler, die geringen ermittelten Signifikanzen und die deutlichen Schwankungen in den ermittelten Wirkungskoeffizienten könnten teilweise in der sehr erfahrungsabhängigen Beurteilung von Wertminderungen durch Lärm begründet liegen.

1. Was ist Lärm?

1.1. Arten von Lärm

Wird Lärm als die Summe negativ bewerteter Schallereignisse definiert, so lassen sich vier physikalische Eigenschaften nutzen, um Lärm zu beurteilen: Der auch als Lautstärke wahrgenommene *Schalldruckpegel* lässt sich physikalisch in Form des Schalldrucks messen. Daneben ist die *Höhe der Töne* relevant, da Menschen hohe Töne in der Regel unangenehmer wahrnehmen als tiefe Töne. Die Anzahl einzelner Töne, die innerhalb eines Geräusches wahrgenommen werden, wird als *Tonhaltigkeit* bezeichnet. Dabei werden besonders tonhaltige Geräusche als störender empfunden als wenig tonhaltige Geräusche. Einzeltöne, die mit starken Pegeländerungen einher gehen, werden in der Regel als störender empfunden als Einzeltöne mit konstanter oder gleichmäßiger Lautstärke. Die Messung dieses Sachverhalts wird als *Impulshaltigkeit* bezeichnet.

² Siehe Brandt, S. / Maennig, W. (2010).

³ Siehe Thießen, F. / Schnorr, S. (2006).

⁴ Siehe Kleiber, W. (2014).

Die benannten physikalischen Eigenschaften des Lärms sind insbesondere relevant, um aus juristischer Perspektive die Höhe von Entschädigungszahlungen durch Lärmimmissionen zu bemessen und Maßnahmen zum Lärmschutz am Arbeitsplatz festzulegen. Grundlage hierfür stellen so genannte *Beurteilungspegel* dar. Abhängig von der Ausprägung der physikalischen Messgrößen erfolgen in der objektivierten Größe *Beurteilungspegel* Zu- bzw. Abschläge.

Jenseits der dargestellten objektiv bzw. objektiviert messbaren Größen steht in Bezug auf Immobilien aber der *Wahrnehmungskontext* des Menschen/Nutzers im Vordergrund. Lärm während beruflicher Tätigkeit wird anders als im privaten Umfeld wahrgenommen. Die eingangs getroffene Eingrenzung auf Wohnimmobilien legt zur Objektivierung von Beurteilungspegeln bzw. Angaben zur Schallimmission, wie sie für viele Regionen existieren, nahe, sich am Lebensrhythmus der Menschen zu orientieren. Hier hat sich - zumindest aus medizinisch-psychologischer Perspektive - eine Dreiteilung des Tages in die Zeitabschnitte von 6 bis 19 Uhr, 19 bis 22 Uhr und 22 bis 6 Uhr durchgesetzt.

Neben der dargestellten zeitlichen und tätigkeitsbezogenen Gliederung subjektiver Faktoren in der Wahrnehmung von Lärm lassen sich drei weitere differenzieren, von denen sich höchstens ein Faktor zur Objektivierung eignet: Lärm, der von *sozialer oder kultureller Bedeutung* ist, wie beispielsweise Kirchenglocken, wird weniger negativ empfunden als anderer Lärm. Über die Anteile an der Bevölkerung, die einer christlichen Konfession angehören, könnten derartige Korrekturfaktoren bei Lärmmessungen in Form unscharfer Schätzungen eingearbeitet werden. Weit schwieriger dürfte es mit der *persönlichen Bewertung* und der *persönlichen Befindlichkeit* werden. Geräusche, die eine Person grundsätzlich mag, wie zum Beispiel eine bestimmte Musikrichtung (persönliche Bewertung), wird eine einzelne Person auch bei hoher Lautstärke weniger negativ wahrnehmen als Straßenlärm. Dies gilt möglicherweise nicht, wenn die Person akut oder chronisch an Kopfschmerz leidet. Die persönliche Befindlichkeit kann dann möglicherweise Auslöser weiterer Negativreaktionen des Körpers sein.

Die meist sehr empfängerorientierte Betrachtung des Lärms muss aus juristischer Perspektive einem Verursacherprinzip genügen, um Entscheidungen und Maßnahmen ableiten zu können. Vier wesentliche *Lärmquellen* lassen sich im deutschen Rechtssystem finden: Erstens der *Verkehrslärm* durch Straßenverkehr, Schienen oder Flug, zweitens der Gewerbe- und Industrielärm, drittens der Baustellenlärm und viertens der Lärm durch Nachbarschaft, Freizeit- und Sportaktivitäten. Besondere Regelwerke schützen insbesondere vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Kontexts Glockengeläut und befassen sich mit Schießplätzen oder öffentlichen Veranstaltungen.

1.2. Wirkung von Lärm

Akute Wirkungen von Lärm bestehen darin, dass sprachliche Kommunikation gestört wird, die notwendige Konzentration für Denkleistungen nicht mehr möglich ist oder eine Störung bei Ruhe- und Erholungsphasen, wie insbesondere beim Schlaf, vorliegt. Lärm steht daher in Wechselwirkung zum benannten subjektiven Faktor des persönlichen Befindens, welches wesentlich durch dauerhafte Lärmeinwirkung beeinflusst werden kann. Darüber hinaus steigt durch Lärm das Unfallrisiko, weil Warnsignale häufiger überdeckt werden. Die Störung der Konzentration kann zu einer dauerhaften Verringerung des körperlichen und geistigen Leistungsvermögens führen.

Die mehrdimensionale Eigenschaft des Lärms hat dazu geführt, dass sich in der Psychologie und der Medizin zahlreiche Studien mit verschiedenen Einzelaspekten der Lärmwirkung befassen. So werden neben bewusster Wahrnehmung von Lärm auch Untersuchungen zur un- oder unterbewussten

Wahrnehmung durchgeführt. „Deshalb können auch im Schlaf Überflug- oder LKW-Geräusche als Gefahrensignale eingestuft und mit Freisetzung von Stresshormonen beantwortet werden.“⁵ Die vorliegenden Erkenntnisse eignen sich jedoch nicht immer zur Einbindung in ökonomische Modelle. So räumen die Autoren selbst ein, dass viele der medizinischen Studien nicht das Niveau statistischer Signifikanz erreichen. Dies lässt sich möglicherweise in der Mehrdimensionalität des Lärms begründen. Bereits Jansen und Notbohm verweisen auf die stärkere Variation im Verhalten von Menschen bei geringeren Lärmpegeln.⁶

In Bezug auf den immobilienwirtschaftlichen Kontext stellt sich die Frage, welchen Wirkungsgrad un- oder unterbewusst wahrgenommener Lärm auf Marktteilnehmer haben könnte. Es wäre wenig plausibel anzunehmen, dass Lärm, der nicht bewusst wahrgenommen wird, bei einer begrenzten Anzahl an Besichtigungen zur Miete oder zum Kauf wesentlichen Einfluss nehmen könnte. Gleichwohl können marginale Wirkungen nicht ausgeschlossen werden. Eigentümer oder Mieter könnten sich durch dauerhaften Lärm, den sie nur un- oder unterbewusst wahrnehmen, in einer Umgebung weniger wohl fühlen und somit eine marginal höhere Verkaufs- bzw. Mietkündigungsbereitschaft haben. Im ökonomischen Marktmodell würde eine derartige Verlängerung der Angebotsseite geringere Preise bewirken. Van Praag und Baarsma⁷ befassen sich indirekt mit diesem Aspekt, indem sie anhand empfundener Lebensqualität in Kombination mit erklärenden und Kontrollvariablen gefilterte Werte für die „Kosten“ von Fluglärm bestimmen. Die Koeffizienten ihres hedonischen Modells wären geeignet, sowohl bewusst als auch nicht bewusst empfundenen Lärm einzupreisen, wenn dem nicht die Generalkritik einer linearen Modellierung des mehrdimensionalen nichtlinearen Phänomens Lärm gegenüber stünde und ein geeigneter Übertragungsmechanismus vom empirisch modellierten persönlichen Wohlbefinden auf Immobilienwerte fehlte.

Wiederum stellt sich die Frage nach der Möglichkeit zur objektiven Untersuchung dieses Sachverhalts. Über die Akustik⁸ hat sich das Verfahren der Frequenzbewertung zur Messung menschlicher Reaktionen auf Lärm (eigentlich Schall) durchgesetzt. Abhängig von der wahrgenommenen Lautstärke werden vier verschiedene Kurvenverläufe beschrieben, welche die Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs auf bestimmte Tonhöhen angeben. Die meisten Angaben zum Schalldruckpegel in dB basieren auf dem so genannten Bewertungsfilter A - daher dB(A).

Dazu wurden im Folgenden zwei beispielhafte und einschlägige Quellen gewählt, die über die Wirkung von Lärm auf den Menschen Auskunft geben. Die dort vorgenommenen Bewertungen liegen zwar nicht weit auseinander, sind jedoch nicht identisch. Behandelt man wie Förstner⁹ das Thema aus der Perspektive „Lärm und Verhalten der Menschen“, so ergibt sich, dass Menschen bei ständiger Lärmbelastung ihr Verhalten anpassen. Alternativ lässt sich Lärm auch nach Ising und Kruppa im Zusammenhang mit Belästigungsempfinden untersuchen.¹⁰

- Ab 45 dB(A) ist eine entspannte Konversation erschwert.
- Ab 50 dB(A) heben Betroffene die Stimme an.

⁵ Issing, H. / Kruppa, B. (2001), S. 1.

⁶ Vgl. Jansen, G. / Notbohm, G. (1994).

⁷ Siehe Baarsma, B. / Van Praag, B. (2004).

⁸ Vgl. ISO/DIS 10845 (1995).

⁹ Vgl. Förstner, U. (2012), S. 159 ff.

¹⁰ Vgl. Issing, H. / Kruppa, B. (2001), S. 1 f.

- Ab 60 dB(A) müssen Betroffene laut sprechen.
- Ab 65 dB(A) passen Hausbewohner ihr Verhalten an und schließen die Fenster gegen Außenlärm.¹¹

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Verkehrslärmpegeln und empfundener Belästigung

	erheblich belästigt	stark belästigt
Fluglärm	51 dB(A)	61 dB(A)
Straßenlärm	57 dB(A)	65 dB(A)
Schienenlärm	63 dB(A)	78 dB(A)

Quelle: Eigene Darstellung nach Issing, H./ Kruppa, B.¹²

1.3. Gesetzliche Definition von Lärm

EU-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm¹³

Die so genannte Umgebungslärmrichtlinie ist am 18.07.2002 in Kraft getreten und ging mit dem Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2002/49/EG im Juni 2005 in Deutschland in nationales Recht über. Die Richtlinie definiert in den einführenden Artikeln im Wesentlichen den Lärmschutz als Ziel und identifiziert Lärm als eines der größten Umweltprobleme. Im Umgang mit Lärm sollen die EU-Mitgliedsstaaten spezifische Maßnahmen festlegen und zuvor die zur Beurteilung notwendige Datengrundlage schaffen. Die hierfür erforderlichen Lärmkarten sollen auf Basis vergleichbarer Messmethoden angefertigt werden. Dabei wird auf bereits bestehende Messmethoden zurückgegriffen, die für Fluglärm auch im internationalen Kontext Anwendung finden.

Neben diesen eher objektivierbaren, physischen Eigenschaften von Lärm wird aber auch dessen Wirkung auf den Menschen und seine Lebensumgebung dargestellt. Dazu werden eine Reihe von Beurteilungsmethoden des gemessenen Lärms durch L_i definiert, von denen wesentlich L_{den} und L_{night} zur Bewertung von Belästigung und von Schlafstörung herausgegriffen werden und die unter Punkt 1.1 beschriebene Dreiteilung des Tages in zwei Zeitabschnitte zusammenfassen. Konkrete Maßnahmen im Umgang mit Lärm werden in Artikel 1 der Umgebungslärmrichtlinie zusammengefasst:

- a) Ermittlung der Belastung durch Umgebungslärm anhand von Lärmkarten nach für die Mitgliedsstaaten gemeinsamen Bewertungsmethoden;
- b) Sicherstellung der Information der Öffentlichkeit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen;
- c) auf der Grundlage der Ergebnisse von Lärmkarten Annahme von Aktionsplänen durch die Mitgliedsstaaten mit dem Ziel, den Umgebungslärm soweit erforderlich und insbesondere in Fällen, in denen das Ausmaß der Belastung gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann, zu verhindern und zu mindern und die Umweltqualität in den Fällen zu erhalten, in denen sie zufrieden stellend ist.

In EU-Mitgliedsstaaten besteht seit Inkrafttreten der Richtlinie die Verpflichtung, Lärmkarten für Orte zu erstellen, falls das Verkehrsaufkommen über 6 Millionen Kraftfahrzeuge pro Jahr oder 60.000 Zü-

¹¹ Vgl. Förstner, U. (2012), S. 159 ff.

¹² Vgl. Issing, H. / Kruppa, B. (2001), S. 2.

¹³ Siehe EU-Richtlinie 2002/49/EG.

ge pro Jahr überschreitet bzw. falls sich der betreffende Ort in der Nähe eines Flughafens befindet. Auch für Ballungsräume mit mehr als 250.000 Einwohnern besteht die Verpflichtung zur Erstellung von Lärmkarten (Artikel 7 und 8). Nach Artikel 3 der Umgebungslärmrichtlinie sind die Staaten dazu aufgefordert, Grenzwerte festzulegen. Wird durch die Lärmkarten eine Überschreitung von Grenzwerten festgestellt, müssen die Staaten Maßnahmen ergreifen, die z.B. zum Bau von Lärmschutzanlagen oder zur Untersagung von verursachenden Aktionen führen können.

Bundes-Immissionsschutzgesetz¹⁴

Auf nationaler Ebene ist in Deutschland die Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie in einen breiteren gesetzlichen Rahmen eingebettet. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz erfasst alle Formen von Immissionen, zu denen unter anderem auch Lärm zählt, und muss bei der konkreten Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie der föderalen Struktur Rechnung tragen. In Bezug auf Lärm ist insbesondere § 47a relevant, der festlegt, dass nach dem jeweils gültigen Landesrecht in den meisten Fällen die Gemeinde bzw. die zuständige Behörde verpflichtet ist „Geräuschquellen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt festzustellen“¹⁵. Gegenstand des BImSchG sind Wohngebiete und andere schutzwürdige Gebiete, sofern dort „schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche“ (Lärm) (a) nicht nur vorübergehend sind oder (b) deren Beseitigung oder Minderung ein abgestimmtes Vorgehen gegenüber mehreren Quellen erfordert.

Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm¹⁶

Das BImSchG existierte bereits vor Entwicklung der Umgebungslärmrichtlinie und findet konkretere Ausgestaltung für die Umsetzung in der sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (auch Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm bzw. kurz TA Lärm). Die TA Lärm muss im Sinne von Transparenz und Vergleichbarkeit belastbare Messverfahren definieren (Abschnitt 2), auf deren Basis Grenzwerte und Maßnahmen festgelegt werden können. Während die Abschnitte 3 bis 5 eher technischer Natur sind und Abschnitt 7 besondere Regelungen enthält, ist vor allem Abschnitt 6 unmittelbar für das Nutzerverhalten und mittelbar für Immobilienwerte relevant.

Dabei werden Grenzwerte für Lärm durch unterschiedliche Beurteilungspegel innerhalb und außerhalb von Gebäuden festgesetzt. Die Grenzwerte für Beurteilungspegel außerhalb von Gebäuden sind in 6 Gebiete gegliedert und sehen Höchstwerte von 70 dB(A) in Industriegebieten und geringste Werte in Wohngebieten oder Kurgebieten von höchstens 35 dB(A) nachts vor. Die TA Lärm folgt in 6.4 bei der Festsetzung von Beurteilungszeiten der Zweiteilung des Tages von 6 bis 22 Uhr und außerhalb dieser Zeit der Umgebungslärmrichtlinie. Mit Ausnahme von Industriegebieten, in denen durchgehend ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) erreicht werden darf, sind die Grenzwerte der anderen Gebiete tagsüber immer um 15 dB(A) höher festgesetzt als zu Nachtzeiten. Diese Linearität im Umgang mit dem nichtlinearen mehrdimensionalen Gegenstand Lärm setzt sich auch im Umgang mit kurzfristigen Geräuschspitzen, bei denen sich die Grenzwerte kurzfristig erhöhen dürfen und bei der Anwendung für Zuschläge in Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit fort. Die folgende Tabelle 2 fasst

¹⁴ Siehe BImSchG.

¹⁵ Siehe § 47a Abs. 1 BImSchG.

¹⁶ Siehe GMBI Nr. 26/1998 (1998): S. 503.

die wesentlichen festgesetzten Grenzwerte zusammen. Hierbei ist anzumerken, dass ein Zuschlag nicht so verstanden werden kann, dass ein höherer Beurteilungspegel erreicht werden darf, sondern dass der von einer Geräuschquelle ausgehende gemessene Beurteilungspegel um den Wert des Zuschlags erhöht werden muss. Existiert beispielsweise in einem reinen Wohngebiet eine Lärmquelle, von der dauerhaft zwischen 8 und 9 Uhr morgens Lärm mit einem gemessenen Wert 47 dB(A) ausgeht, so würde innerhalb der Woche der Grenzwert von 50 dB(A) nicht überschritten, während durch die Anwendung des am Sonntag notwendigen Zuschlags von 6 dB(A) eine Überschreitung vorliegt, die folgerichtig zur Untersagung führen kann.

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden

Immissionsrichtwerte	Außerhalb von Gebäuden	
	tags	nachts
in Industriegebieten	70 dB(A)	70 dB(A)
in Gewerbegebieten	65 dB(A)	50 dB(A)
in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	60 dB(A)	45 dB(A)
in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	55 dB(A)	40 dB(A)
in reinen Wohngebieten	50 dB(A)	35 dB(A)
in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Quelle: Eigene Darstellung nach TA Lärm¹⁷

1.4. Wirkungsmechanismen und Schnittstellen zur Immobilienwirtschaft

Die vorgestellten EU-Richtlinien und die deutsche Gesetzeslage tragen den gesundheitlichen bzw. medizinischen Wirkungen von Lärm offensichtlich Rechnung. Die in Abschnitt 1.3 bei der Vorstellung der TA Lärm ausgewiesenen Grenzwerte zeigen in Kombination mit Tabelle 2, in der verschiedene medizinische Wirkungsstudien von Lärm zusammenfassend dargestellt sind, dass bei Umsetzung der gesetzlichen Rahmenbedingungen keine signifikanten Konsequenzen auf Menschen zu erwarten sind. Es lässt sich also folgern, dass sowohl bestehender als neu entstehender Lärm bei Überschreitung von Grenzwerten früher oder später zur Umsetzung von Maßnahmen führen sollten.

Dennoch können Wirkungen von Lärmquellen auf den regional angrenzenden Immobilienmarkt nicht ausgeschlossen werden, da Marktpreise wesentlich durch das Verhalten und die Interessen der Marktteilnehmer geprägt sind und nicht allein durch gesetzlich vorgegebene Grenzwerte, auch wenn diese auf medizinisch gesicherter Grundlage basieren. Erscheint einem potentiellen Käufer oder Mieter ein Gebiet nicht so attraktiv, weil er nach seiner individuellen Einschätzung Belästigungen durch Lärm fürchtet, so wird dies seine Anreize zum Kauf oder Abschluss des Mietvertrags mindern. Ebenso könnte sich durch neu entstandenen Lärm die Bereitschaft selbst nutzender Eigentümer erhöhen, die

¹⁷ Siehe TA Lärm, Abschnitt 6.1.

Immobilie zu verkaufen oder zu vermieten. Es entsteht ein in der Markttheorie eher untypischer Effekt, weil Nachfrage und Angebot nicht einzeln, sondern gleichzeitig verändert werden. Auf eine vergleichsweise geringere Nachfrage (als ohne Lärm) trifft ein vergleichsweise größeres Angebot. Im Idealmodell werden hierfür grundsätzlich fallende Marktpreise bzw. geringere Marktpreise als in vergleichbaren Situationen ohne Lärm prognostiziert.

Es ist folglich richtig, dass sich Wissenschaft und die gängige Literatur der Immobilienbewertung damit befassen, welche Höhe von Wertabschlägen in Situationen mit Lärm angemessen erscheinen. Besonders relevant dürfte der Aspekt von Preisabschlägen sein, falls es zu Entschädigungszahlungen kommen soll. Gerade in der Region von Flughäfen kommt es durch Veränderungen von Flugrouten zu Veränderungen in der Lärmbelastung der umliegenden Gebiete. Hier werden sich Anwohner mit erhöhter Lärmbelastung um Entschädigungszahlungen bemühen. In der in Abschnitt 3 untersuchten Literatur werden Beispiele relevanter Arbeiten vorgestellt, die meist die Kombination eines sicher messbaren Zeitpunkts durch die Änderung der Flugrouten mit der „extremen“ Lärmquelle Fluglärm nutzen, um Auswirkungen darzulegen. Ebenfalls relevant, aber deutlich seltener untersucht, ist leider der Aspekt, wie stark Preise infolge wegfallenden Lärms angestiegen sind.

2. Lärm in der gängigen Bewertungsliteratur

2.1. Verkehrswertermittlung lärmbelasteter Immobilienobjekte

Die aktuell gültige ImmoWertV 2010¹⁸ nimmt unter § 6 Abs. 4 Bezug auf Lärm und ordnet ihn im Bereich von Umwelteinflüssen den Lagemerkmale eines Immobilienobjekts zu. Konkretere Hinweise zum Umgang mit Lärm finden sich bei Kleiber.¹⁹ Eingangs wird besonders hervorgehoben, dass Lärm nur insofern wertrelevant sein kann, als dass neben seinen physikalischen Eigenschaften auch eine negative Wirkung auf den Nutzer eines Immobilienobjekts zu erwarten ist. Die Beurteilung von Immissionen ist daher „nicht nur eine Frage des Ausmaßes solcher Immissionen, sondern vielfach auch eine Frage der Lage und der Nutzung unter Berücksichtigung dessen, was nach Lage und Nutzung ortsüblich ist. Für eine Tankstelle an einer viel befahrenen Bundesstraße ist ein hoher Geräuschpegel ortsüblich und liegt geradezu in der Natur der Sache.“²⁰

Mangels weiterer Festlegungen in der ImmoWertV 2010 orientiert sich Kleiber auch teilweise an der gängigen wissenschaftlichen Literatur zum Thema Lärm, aber im Wesentlichen an der TA Lärm und weiteren verbundenen gängigen Rechtsnormen, darunter insbesondere: DIN 18005 - 1 Schallschutz im Städtebau,²¹ Berechnungsverfahren²²; Verkehrslärmschutzverordnung²³; Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes²⁴; Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen²⁵; Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen.²⁶ Es ergibt sich

¹⁸ Siehe ImmoWertV 2010.

¹⁹ Siehe Kleiber, W. (2014), S. 786 ff.

²⁰ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 786.

²¹ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 789.

²² Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 791 f.

²³ Siehe 16. BImSchV (1990).

²⁴ Siehe VLärmSchR 97 (1997), S. 434.

²⁵ Siehe RLS 90 (1990).

²⁶ Siehe Schall 03 (1990).

daher die Gliederung nach den folgenden Lärmquellen: Verkehrslärm (Straßen und Schienen); Gewerbelärm; Fluglärm; Spiel- und Sportlärm sowie Baulärm.

Die Empfehlungen zum Umgang mit Lärm in der Immobilienbewertung sind hinsichtlich ihrer zeitlichen Gliederung mit der TA Lärm kongruent, da sich auch Kleiber auf die Unterteilung des Tages in die Zeiträume zwischen und außerhalb von 6 bis 22 Uhr orientiert und als Maß in diesen Zeiträumen auf den Beurteilungspegel, gemessen in dB(A), verweist.²⁷

Dem Sachverständigen zur Bewertung von Immobilienobjekten wird empfohlen, bei der Beurteilung von Schalldruckpegeln, die beim Emittenten gemessen werden, auch auf mindernde Faktoren wie pegelmindernde Schallhindernisse oder schallimmissionsmindernde Bepflanzungen zu achten. Der Sachverständige soll sich an den Immissionsrichtwerten der TA Lärm orientieren. Die vorrangige Zielsetzung bei Kleiber besteht in der Wertermittlung von Immobilienobjekten und nicht in der Fokussierung auf den Aspekt Lärm. Folgerichtig wird daher auf die Vorrangigkeit des Vergleichsverfahrens verwiesen, so dass „möglichst Vergleichspreise von Grundstücken heranzuziehen [sind], die eine vergleichsweise Lärmbelastung aufweisen.“²⁸ Lärmabschläge sind nur vorzunehmen, wenn sich ein ansonsten identisches Objekt von Vergleichsobjekten hinsichtlich der Lärmbelastung unterscheidet oder wenn eine Lärmbelastung neu und dauerhaft auftritt. Im letzteren Fall steht die Ermittlung angemessener Entschädigungszahlungen im Vordergrund, die daher einen großen Stellenwert im Umgang der Lärmermittlung mit Lärm haben. Umgekehrt stellt Kleiber folgerichtig fest, dass „ein Abschlag [...] von vornherein aus[scheidet], wenn der wertmindernde Umstand bereits mit den herangezogenen Vergleichspreisen oder dem angesetzten Reinertrag berücksichtigt wurde.“²⁹ Darin zeigt sich eine mögliche Schwäche der gängigen Bewertungsverfahren. Lärmwirkungen werden höchstwahrscheinlich an vielen Stellen auftreten, von den gängigen Verfahren aber eher implizit berücksichtigt. Ein expliziter Ausweis und Abschlag für Lärm gegenüber ansonsten vergleichbaren aber lärmunbelasteten Objekten, lässt sich in der gängigen Praxis möglicherweise nur schwer bestimmen.

²⁷ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 787.

²⁸ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 790.

²⁹ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 790.

Tabelle 3: Lärmquellen und dazugehörige Abschlagsarten

Lärmquellen	Abschlagsarten															
Verkehrslärm (Straßen und Schienen)	<ul style="list-style-type: none"> Für Einfamilienhäuser ergibt sich eine mittlere Wertminderung von 0,5% des Bodenwertes bei Zunahme des Schallpegels um 1 dB(A).³⁰ Für reine Wohngebiete ergibt sich im Bereich eines Schallpegels von 40 bis 60 dB(A) eine mittlere Wertminderung von 1,7 % des Bodenwertes bei Zunahme des Schallpegels um 1 dB(A). In allgemeinen Wohngebieten ist die Wertminderung etwa halb so groß.³¹ 															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Baugebietsart</th> <th colspan="3">Verdichtungsgrad</th> </tr> <tr> <th>hochverdichtet</th> <th>verdichtet</th> <th>dünn besiedelt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WR</td> <td>1,3</td> <td>3,5</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>WA / WS</td> <td>0,6</td> <td>1,5</td> <td>1,4</td> </tr> </tbody> </table>	Baugebietsart	Verdichtungsgrad			hochverdichtet	verdichtet	dünn besiedelt	WR	1,3	3,5	3,3	WA / WS	0,6	1,5	1,4
	Baugebietsart		Verdichtungsgrad													
		hochverdichtet	verdichtet	dünn besiedelt												
	WR	1,3	3,5	3,3												
	WA / WS	0,6	1,5	1,4												
	Umrechnungskoeffizient für die prozentuale Bodenwertminderung durch Geräuschemissionen in Wohngebieten															
	Quelle: Scholland, R. (1988), S. 397															
	<ul style="list-style-type: none"> Ein hoher Schallpegel an „stark frequentierten“ Durchgangsstraßen führt zu Mietminderungen und damit zu einer Verkehrswertminderung. <ul style="list-style-type: none"> Nur bis zu einem Straßenbegrenzungsabstand von 50 m³² $RoE_{Minderung} = 0,13 \cdot \left(1 - \frac{E}{50}\right) \cdot RoE$ wobei: RoE = Rohertrag und E = Abstand der Gebäudevorderwand zur Straßengrenze in Metern (m) 															
	<ul style="list-style-type: none"> Abschlag aufgrund von Verkehrslärm geht nicht über 5 % des Grundstückswertes hinaus.³³ 															
<ul style="list-style-type: none"> <i>Borowski</i> gibt auf Grundlage von Bodenrichtwertvergleichen in Abhängigkeit von den Lästigkeitsfaktoren nach VLärmSchR 97 folgende Bodenwertminderungen an:³⁴ 																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Schallimmission an der Straßenrandbebauung dB(A)</th> <th>Lästigkeitsfaktor nach VLärmSchR 97</th> <th>Bodenwertminderung in %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40 - 50</td> <td>Keine Verkehrslärmbe-lästigung</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>50 - 55</td> <td>40</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>55 - 60</td> <td>55</td> <td>2,75</td> </tr> <tr> <td>60 - 65</td> <td>80</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Schallimmission an der Straßenrandbebauung dB(A)	Lästigkeitsfaktor nach VLärmSchR 97	Bodenwertminderung in %	40 - 50	Keine Verkehrslärmbe-lästigung	0	50 - 55	40	2	55 - 60	55	2,75	60 - 65	80	4	
Schallimmission an der Straßenrandbebauung dB(A)	Lästigkeitsfaktor nach VLärmSchR 97	Bodenwertminderung in %														
40 - 50	Keine Verkehrslärmbe-lästigung	0														
50 - 55	40	2														
55 - 60	55	2,75														
60 - 65	80	4														

³⁰ Siehe Borjans, R. (1983).

³¹ Vgl. Scholland, R. (1988), S. 397.

³² Siehe Stege, J. (1990).

³³ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 792.

³⁴ Vgl. Borowski, A.-K. (2003), S. 55.

	65 - 70	110	5,5
	70 - 75	150	7,5
	75 - 80	200	10
Gewerbelärm	<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl genehmigungspflichtige als auch nicht genehmigungspflichtige Anlagen müssen so errichtet und betrieben werden, dass „schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden.“³⁵ • Richtwerte laufen nach der TA Lärm.³⁶ 		
Fluglärm	<ul style="list-style-type: none"> • Der Lärmschutz umfasst das Gebiet außerhalb des Flugplatzgeländes, in dem der durch Fluglärm hervorgerufene äquivalente Dauerschallpegel 67 dB(A) die Grenzwerte übersteigt.^{37 38} • NSDI³⁹: <ul style="list-style-type: none"> • Mittlerer NSDI: 0,87 % Wertminderung pro Dezibel Lärmbelastigung • Manchester: bis zu 1,28 % Wertminderung pro Dezibel Lärmbelastigung • Rhein-Main-Gebiet: 0,3 % Wertminderung pro Dezibel Lärmbelastigung 		
Spiel- und Sportlärm	<ul style="list-style-type: none"> • Nachts nahezu mit TA Lärm identisch, daher kein Abschlag • Tagsüber und nachts werden die Toleranzen für Geräuschspitzen angepasst (+ 30 dB(A) tags; + 20 dB(A) nachts), wodurch es wohl eher selten zu Wertminderungen kommen wird. 		
Manöver- und Schießlärm	<ul style="list-style-type: none"> • Es sind Wertabschläge von bis zu 10 % möglich, jedoch gilt hier das Verursachungsprinzip. • Entschädigungen sind nur möglich, wenn Truppenübungen intensiver oder anders als zuvor waren • eine Bebauung, die an den Übungsplatz heranrückt, ist nicht der Maßstab 		
Baulärm	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsatz: (temporär) entstehende Verluste an Mieteinnahmen 		

Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Lärmabschläge im Bereich von Verkehrs- und Fluglärm am wahrscheinlichsten sind. Um die Wertrelevanz der verschiedenen Lärmquellen und folglich vorzunehmender Abschläge veranschaulichen zu können, werden im folgenden Abschnitt Beispielrechnungen anhand fiktiver Objekte vorgestellt.

³⁵ Vgl. Kleiber, W. (2014), S. 812.

³⁶ Vgl. TA Lärm, Abschnitt 6.1.

³⁷ Kleiber, W. (2014), S. 813.

³⁸ Voraussetzung für eine Entschädigung ist, dass das lärmemittierende Grundstück schwer und unerträglich vom Fluglärm getroffen ist, das Grundstück aufgrund seiner Lage und der damit verbundenen Vorbelastung zur Wohnbebauung geeignet war und mit der Lärmbelastigung die Zumutbarkeitsschwelle überschritten worden ist. (Vgl. Kleiber, W. (2014), S.815).

³⁹ Der Noise Sensitivity Depreciation Index (NSDI) misst die prozentuale Wertänderung einer Immobilie pro Dezibel Lärmbelastigung. (Vgl. Navrud, S. (2002), S. 14).

2.2. Beispielhafte Anwendungsfälle

In der einschlägigen Bewertungsliteratur werden die in Tabelle 3 vorgestellten Wertminderungs- und Abschlagsverfahren genannt, die nicht vollumfänglich für die praktische Anwendung geeignet sind. Sowohl Borjans als auch Scholland treffen pauschalisierte Aussagen zu bestimmten Objekt- oder Baugebietsarten. Während sich nach Borjans ein mittlerer Abschlag des Bodenwertes bei Einfamilienhäusern von 0,5 Prozent pro dB(A) Pegelüberschreitung ergibt, empfiehlt Scholland, die Abschlagshöhe anhand des Verdichtungsgrades der Baugebiete zu ermitteln. Beide Vorgehensweisen treffen sehr pauschale Aussagen und eignen sich daher nicht für die Bewertung von Einzelobjekten, sondern ausschließlich für Objektgruppen oder Baugebiete. Auch Navrud befasst sich in seiner Arbeit mit der wertmindernden Auswirkung von Lärm auf ganze Gebiete, gegensätzlich zu Borjans und Scholland jedoch mit von Fluglärm belasteten Regionen. Des Weiteren wirkt sich für diese Gebiete Lärm erst ab einem Dauerschallpegel von 67 dB(A) wertmindernd aus und ist von einer hohen Diskrepanz der einzelnen Ergebnisse geprägt.⁴⁰

Objektspezifischere Bodenwertminderungen gibt Borowski auf Grundlage von Bodenrichtwertvergleichen in Abhängigkeit von den Lästigkeitsfaktoren nach der VLärmSchR 97 an. Mittels der Einteilung in Schallimmissionscluster können einheitliche Abschläge an Einzelobjekten vorgenommen werden, jedoch gelten die Schallimmissionswerte für unmittelbare Straßenrandbebauungen; Abstände zum Gebäude und Frequentierung der Verkehrsstraße werden nicht umfassend berücksichtigt.

Wird eine Liegenschaft aus der Sicht eines Investors betrachtet, eignet sich die Verwendung der Formel für Rohertragsminderungen nach Stege.⁴¹ Im Vergleich zu den anderen Wertminderungsverfahren lassen sich neben der Minderung des Bodenwertes die Höhe der zu erwartenden Mietminderungen bestimmen. Diese dienen einer Bestimmung des Verkehrswertes belasteter Liegenschaften. Ausgehend davon, dass sich die zu bewertende Liegenschaft an einer „stark frequentierten“ Durchgangsstraße befindet, werden die drei Einflussgrößen *Restnutzungsdauer*, *Liegenschaftszinssatz* und *Bodenrichtwert* mehrfach verändert und somit das Verhältnis des Ertragswertes zu den einzelnen Größen dargestellt. Dabei gilt als einzig relevante Änderungsgröße innerhalb der Formel die Entfernung der Gebäudevorderwand zur Straßengrenze. Je näher sich ein Gebäude an einer Straße befindet, desto größer sind die Rohertragsminderung ($RoE_{\text{Minderung}}$) und infolgedessen die Abschläge vom Ertragswert.

Kritisieren lässt sich an der Methode die Annahme linear fallender Abschläge mit zunehmendem Abstand von der Lärmquelle. Daneben werden jedoch keine konkreten Angaben bezüglich der Lautstärke getroffen, so dass im Extremfall Lärmquellen mit 1 dB(A) Pegelüberschreitung zu gleichen Wertabschlägen führen wie Lärmquellen mit einer Überschreitung von 50 dB(A).

Eine allgemeine Schwäche aller Verfahren liegt in der Fokussierung auf den Schalldruckpegel, so dass keine Berücksichtigung der drei anderen Dimensionen von Geräuschen (Tonhöhe, Impulshaltigkeit und Impulshäufigkeit) erfolgt.

Da die Berechnungen aus der Investorensicht erfolgen, wurde für die folgenden Modellberechnungen das Verfahren nach Stege gewählt, da dieses – neben Bodenwertminderungen - Aufschluss über

⁴⁰ Siehe Tabelle 3.

⁴¹ Siehe Stege, J. (1990).

Mietminderungen bedingt durch Lärmbelastungen gibt und somit Auswirkungen von Lärm auf den Ertrags- bzw. Verkehrswert darlegt.

Tabelle 4: Übersicht Beispielrechnungen

	Grundstücksfläche	Wohn-/ Nutzfläche	Stellplätze	Mietpreis ⁴²	Abstand der Gebäudevorderwand zur Straßengrenze
Mehrfamilienhaus	638 m ²	604 m ²	7	6,95 – 7,00 €/m ²	8 m
Zweifamilienhaus	400 m ²	242,50 m ²	3	7,23 – 7,73 €/m ²	4 m
Wohnung (acht Wohneinheiten im Gebäude)	250 m ² (→ 31,25 m ² pro Wohneinheit)	720 m ² (→ 90 m ² pro Wohneinheit)	8 (→ 1 Stellplatz pro Wohneinheit)	7,07 €/m ²	3,5 m
Rentenbarwertfaktor	$RBF_{i,T} = \frac{1}{i} - \frac{1}{i(1+i)^T}; \text{ mit } i = \text{Zinssatz und } T = \text{Restnutzungsdauer}$				
Rohertragsminderung	$RoE_{\text{Minderung}} = 0,13 \cdot \left(1 - \frac{E}{50}\right) \cdot RoE$				

Quelle: Eigene Darstellung

Die gewählten Objekte sind fiktiver Natur. Sie bilden übliche Objektgrößen und –arten des Freiburger Immobilienmarktes ab, so dass auch der Freiburger Mietspiegel anzuwenden ist. Für das Mehrfamilienhaus wurden Wohnungsgrößen zwischen 70 Quadratmetern und 85 Quadratmetern gewählt. Zu dem Objekt gehören sieben Stellplätze, die sich vor dem Gebäude befinden. Der Abstand der Gebäudevorderwand zur Straßengrenze beträgt 8 Meter. Typisch für diese Wohnungsgrößen ist die Belegung durch junge Familien. Daher muss ausreichend Spiel- und Erholungsfläche im hinteren Bereich des Grundstückes vorhanden sein. Das Zweifamilienhaus setzt sich aus einer Wohnung mit 97 Quadratmetern und einer Maisonettewohnung mit 145,5 Quadratmetern Wohnfläche zusammen. Es sind drei Stellplätze vorhanden und der Abstand zur Straßengrenze beträgt bei diesem Beispiel nur 4 Meter. Den geringsten Abstand der Gebäudevorderwand zur Straßengrenze weist die Beispielrechnung für die Wohnung mit 3,5 Metern auf. Das Gebäude mit acht Wohneinheiten zu je 90 Quadratmetern befindet sich auf einem fiktiven Grundstück mit 250 Quadratmetern. Jeder Wohnung wird anteilig ein Achtel der Grundstücksfläche zugerechnet. Zudem wird jeder Wohneinheit ein Stellplatz zugerechnet.

⁴² Siehe Mietspiegel Freiburg (2013), S. 10.

Tabelle 5: Beispielrechnung für ein Mehrfamilienhaus in Freiburg⁴³

Bodenrichtwert je m ²	Restnutzungsdauer	Liegenschaftszinssatz	Ertragswert unbelastet	Ertragswert belastet	Differenz	Abschlag
500 €	1 Jahr	4,5 %	350.000 €	340.000 €	10.000 €	1,54 %
500 €	10 Jahre	4,5 %	570.000 €	530.000 €	40.000 €	7,77 %
500 €	20 Jahre	4,5 %	730.000 €	660.000 €	70.000 €	9,95 %
500 €	40 Jahre	4,5 %	900.000 €	800.000 €	100.000 €	11,41 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	860.000 €	110.000 €	11,86 %
500 €	80 Jahre	4,5 %	1.000.000 €	880.000 €	120.000 €	12,03 %

500 €	60 Jahre	1 %	2.250.000 €	2.000.000 €	250.000 €	11,20 %
500 €	60 Jahre	1,5 %	1.950.000 €	1.730.000 €	220.000 €	11,33 %
500 €	60 Jahre	2 %	1.700.000 €	1.510.000 €	190.000 €	11,45 %
500 €	60 Jahre	2,5 %	1.500.000 €	1.320.000 €	180.000 €	11,56 %
500 €	60 Jahre	3 %	1.330.000 €	1.180.000 €	150.000 €	11,65 %
500 €	60 Jahre	3,5 %	1.190.000 €	1.050.000 €	140.000 €	11,73 %
500 €	60 Jahre	4 %	1.070.000 €	950.000 €	120.000 €	11,80 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	860.000 €	110.000 €	11,86 %
500 €	60 Jahre	5 %	890.000 €	780.000 €	110.000 €	11,91 %
500 €	60 Jahre	5,5 %	820.000 €	720.000 €	100.000 €	11,96 %
500 €	60 Jahre	6 %	760.000 €	660.000 €	100.000 €	11,99 %
500 €	60 Jahre	6,5 %	700.000 €	620.000 €	80.000 €	12,02 %
500 €	60 Jahre	7 %	650.000 €	570.000 €	80.000 €	12,04 %
500 €	60 Jahre	7,5 %	610.000 €	540.000 €	70.000 €	12,06 %

200 €	60 Jahre	4,5 %	960.000 €	850.000 €	110.000 €	12,03 %
250 €	60 Jahre	4,5 %	960.000 €	850.000 €	110.000 €	12,00 %
300 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	850.000 €	120.000 €	11,98 %
350 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	850.000 €	120.000 €	11,95 %
400 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	850.000 €	120.000 €	11,92 %
450 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	860.000 €	110.000 €	11,89 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	970.000 €	860.000 €	110.000 €	11,86 %

Quelle: Eigene Darstellung

⁴³ Werte auf 10.000 € gerundet.

Tabelle 6: Beispielrechnung für ein Zweifamilienhaus in Freiburg⁴⁴

Bodenrichtwert je m ²	Restnutzungsdauer	Liegenschaftszinssatz	Ertragswert unbelastet	Ertragswert belastet	Differenz	Abschlag
500 €	1 Jahr	4,5 %	210.000 €	210.000 €	0 €	1,21 %
500 €	10 Jahre	4,5 %	290.000 €	270.000 €	20.000 €	7,19 %
500 €	20 Jahre	4,5 %	350.000 €	320.000 €	30.000 €	9,82 %
500 €	40 Jahre	4,5 %	420.000 €	370.000 €	50.000 €	11,77 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	390.000 €	50.000 €	12,42 %
500 €	80 Jahre	4,5 %	450.000 €	400.000 €	50.000 €	12,66 %

500 €	60 Jahre	1 %	1.040.000 €	920.000 €	120.000 €	11,48 %
500 €	60 Jahre	1,5 %	900.000 €	790.000 €	110.000 €	11,66 %
500 €	60 Jahre	2 %	780.000 €	690.000 €	90.000 €	11,83 %
500 €	60 Jahre	2,5 %	690.000 €	600.000 €	90.000 €	11,98 %
500 €	60 Jahre	3 %	610.000 €	530.000 €	80.000 €	12,12 %
500 €	60 Jahre	3,5 %	540.000 €	480.000 €	60.000 €	12,23 %
500 €	60 Jahre	4 %	490.000 €	430.000 €	60.000 €	12,33 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	390.000 €	50.000 €	12,42 %
500 €	60 Jahre	5 %	400.000 €	350.000 €	50.000 €	12,49 %
500 €	60 Jahre	5,5 %	370.000 €	320.000 €	50.000 €	12,55 %
500 €	60 Jahre	6 %	340.000 €	300.000 €	40.000 €	12,60 %
500 €	60 Jahre	6,5 %	320.000 €	280.000 €	40.000 €	12,64 %
500 €	60 Jahre	7 %	290.000 €	260.000 €	30.000 €	12,68 %
500 €	60 Jahre	7,5 %	280.000 €	240.000 €	40.000 €	12,71 %

200 €	60 Jahre	4,5 %	430.000 €	380.000 €	50.000 €	12,66 %
250 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	380.000 €	60.000 €	12,62 %
300 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	380.000 €	60.000 €	12,58 %
350 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	380.000 €	60.000 €	12,54 %
400 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	380.000 €	60.000 €	12,50 %
450 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	390.000 €	50.000 €	12,46 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	440.000 €	390.000 €	50.000 €	12,42 %

Quelle: Eigene Darstellung

⁴⁴ Werte auf 10.000 € gerundet.

Tabelle 7: Beispielrechnung für eine Wohnung in Freiburg⁴⁵

Bodenrichtwert je m ²	Restnutzungsdauer	Liegenschaftszinssatz	Ertragswert unbelastet	Ertragswert belastet	Differenz	Abschlag
500 €	1 Jahr	4,5 %	20.000 €	20.000 €	0 €	4,13 %
500 €	10 Jahre	4,5 %	70.000 €	60.000 €	10.000 €	11,13 %
500 €	20 Jahre	4,5 %	100.000 €	90.000 €	10.000 €	12,25 %
500 €	40 Jahre	4,5 %	130.000 €	120.000 €	10.000 €	12,84 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,01 %
500 €	80 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,07 %

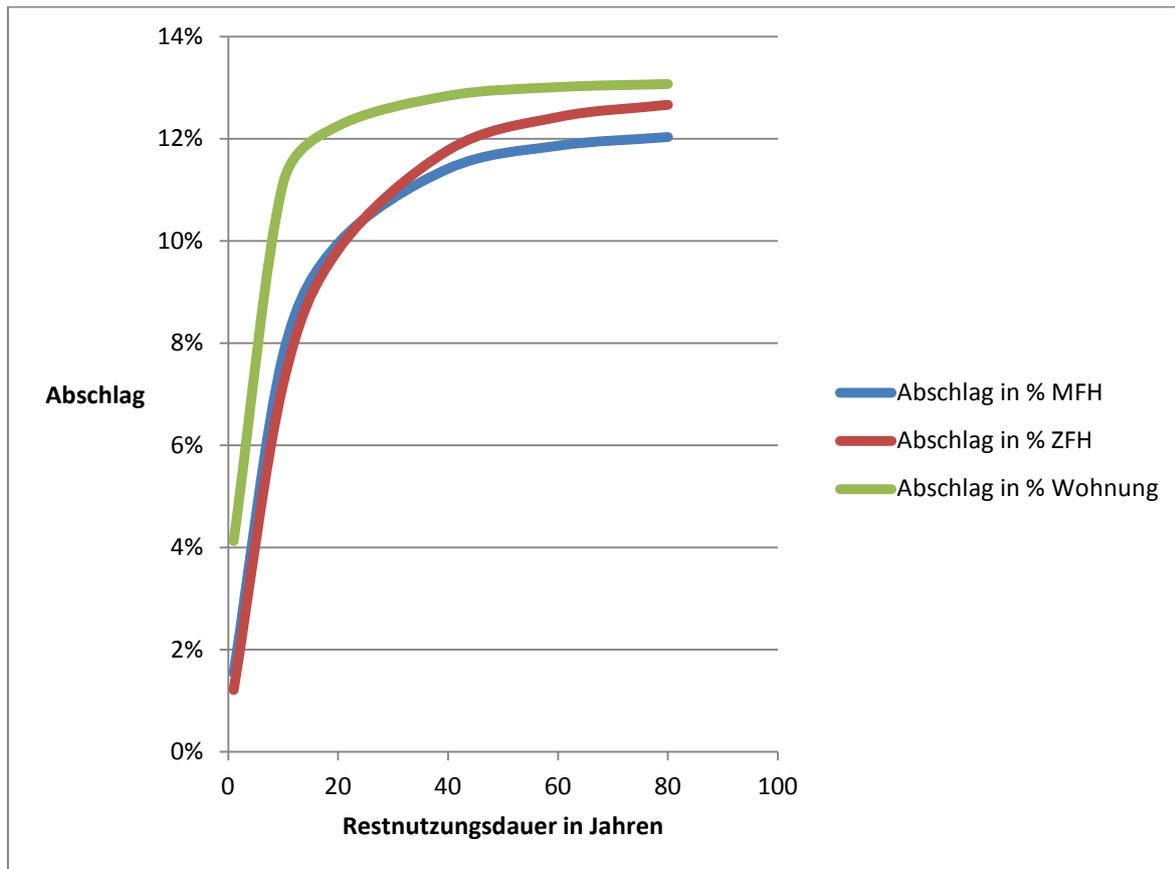
500 €	60 Jahre	1 %	330.000 €	290.000 €	40.000 €	12,76 %
500 €	60 Jahre	1,5 %	290.000 €	250.000 €	40.000 €	12,81 %
500 €	60 Jahre	2 %	250.000 €	220.000 €	30.000 €	12,86 %
500 €	60 Jahre	2,5 %	220.000 €	200.000 €	20.000 €	12,90 %
500 €	60 Jahre	3 %	200.000 €	170.000 €	30.000 €	12,93 %
500 €	60 Jahre	3,5 %	180.000 €	160.000 €	20.000 €	12,96 %
500 €	60 Jahre	4 %	160.000 €	140.000 €	20.000 €	12,98 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,01 %
500 €	60 Jahre	5 %	140.000 €	120.000 €	20.000 €	13,02 %
500 €	60 Jahre	5,5 %	130.000 €	110.000 €	20.000 €	13,04 %
500 €	60 Jahre	6 %	120.000 €	100.000 €	20.000 €	13,05 %
500 €	60 Jahre	6,5 %	110.000 €	90.000 €	20.000 €	13,06 %
500 €	60 Jahre	7 %	100.000 €	90.000 €	10.000 €	13,07 %
500 €	60 Jahre	7,5 %	90.000 €	80.000 €	10.000 €	13,08 %

200 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,06 %
250 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,05 %
300 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,05 %
350 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,04 %
400 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,03 %
450 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,02 %
500 €	60 Jahre	4,5 %	150.000 €	130.000 €	20.000 €	13,01 %

Quelle: Eigene Darstellung

⁴⁵ Werte auf 10.000 € gerundet.

Abbildung 1: Abschläge nach Restnutzungsdauer der Objekte in Prozent



Quelle: Eigene Darstellung

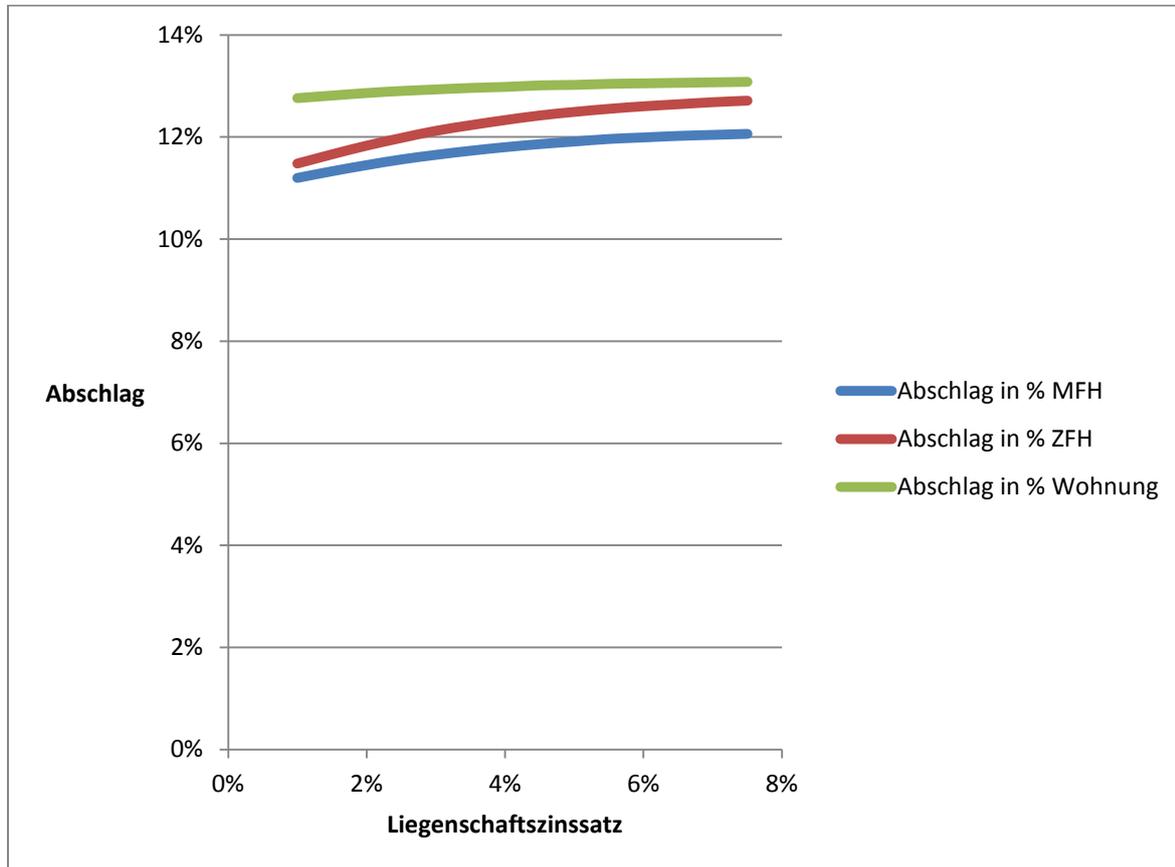
Der Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass sich die Kurvenverläufe der einzelnen Objekte ab einer Restnutzungsdauer von 40 Jahren nur noch geringfügig unterscheiden, darunter jedoch Differenzen von bis zu 3,94 Prozent bestehen. Zu Beginn steigen die Kurven der drei Objektarten⁴⁶ stark an, ab einer Restnutzungsdauer von 20 Jahren flachen sie jedoch ab und laufen gegen einen Grenzwert von 12,03 Prozent für Mehrfamilienhäuser bis 13,07 Prozent für Wohnungen. Je geringer die Restnutzungsdauer des betreffenden Objektes ist, desto niedriger fällt auch der Abschlag aus. So ist bei einem Objekt mit 80 Jahren Restnutzungsdauer der höchste Abschlag festzustellen, unabhängig von der Art der Immobilie. Begründet ist dies im Rentenbarwertfaktor der einzelnen Objekte, welcher sich aus den beiden Einflussgrößen Liegenschaftszinssatz und Restnutzungsdauer bildet. Wird dieser mit dem Gebäudeertragswert multipliziert, erhöht sich bei längerer Restnutzungsdauer der Ertragswert der Objekte stärker als bei einer kurzen Restnutzungsdauer. Da der Gebäudeertragswert einer belasteten Liegenschaft geschmälert ist, vervielfältigt sich dieser zwar um den gleichen Faktor wie der Gebäudeertragswert einer unbelasteten Liegenschaft, die Ertragswerte der beiden Liegenschaften weisen jedoch eine stärkere Diskrepanz auf als Ertragswerte von Objekten mit geringerer Restnutzungsdauer, da bei diesen der Rentenbarwertfaktor aufgrund der veränderten Einflussgröße⁴⁷ kleiner ist. Des Weiteren wirkt sich die Restnutzungsdauer direkt auf die Rendite einer Liegenschaft aus. Objekte mit einer langen Restnutzungsdauer bieten Eigentümern die Chance, über einen längeren Zeitraum Ge-

⁴⁶ Mehrfamilienhaus (MFH); Zweifamilienhaus (ZFH); Wohnung.

⁴⁷ Restnutzungsdauer.

winne zu erwirtschaften, und bei Bedarf stehen ihnen mehr Möglichkeiten zur Verfügung, eventuelle gewinnsteigernde Maßnahmen⁴⁸ durchzusetzen, die unter Annahme gleichbleibender Rahmenbedingungen⁴⁹ langfristig die Rendite und somit auch unmittelbar den Ertragswert erhöhen.

Abbildung 2: Abschläge nach Liegenschaftszinssätzen der Objekte in Prozent



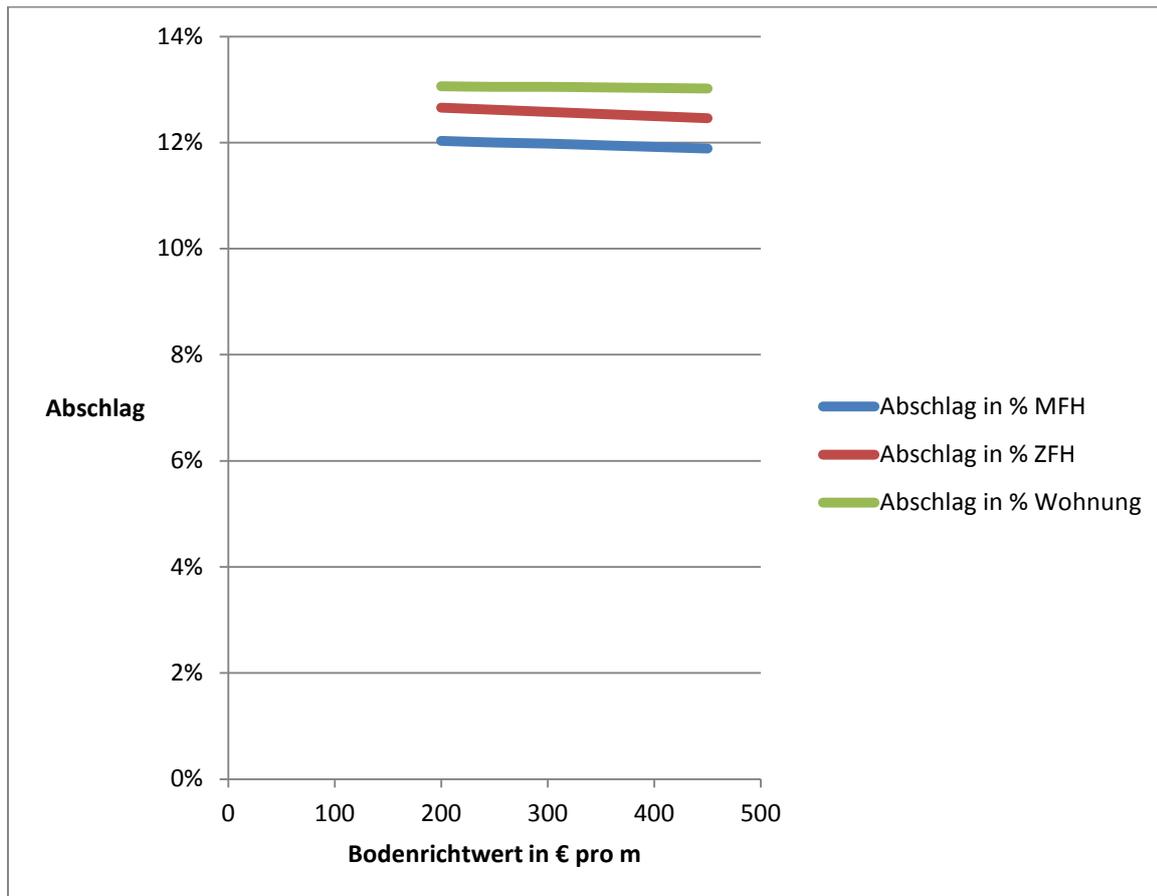
Quelle: Eigene Darstellung

Im Gegensatz zu Abbildung 1 verlaufen die Kurven der Abbildung 2 innerhalb eines engeren Rahmens von 11,20 Prozent bis 13,08 Prozent. Der Nenner des Rentenbarwertfaktors vergrößert sich mit steigenden Zinssätzen, wodurch der Faktor an sich geringer wird. Da in den Beispielrechnungen lineare Steigerungen von 0,5 Prozent angenommen werden, ändert sich der Abschlag im Verhältnis zu Änderungen der Restnutzungsdauer in einem geringeren Ausmaß.

⁴⁸ Mietsteigerungen.

⁴⁹ Z.B. unveränderte Liegenschaftszinssätze, gleichbleibende Verwaltungs- und Instandhaltungsaufwendungen.

Abbildung 3: Abschläge nach Bodenrichtwerte der Objekte in Prozent



Quelle: Eigene Darstellung

Der Abbildung 3 ist zu entnehmen, dass bei geringen Bodenrichtwerten die Abschläge der Objekte am höchsten sind. Bei zunehmenden Bodenrichtwerten fallen die Kurven, jedoch mit kaum wahrnehmbarer negativer Steigung. Da es sich bei den Beispielen um Berechnungen von Ertragswerten handelt, wird vom Reinertrag die Bodenwertverzinsung abgezogen. Bei steigenden Bodenrichtwerten fällt zwar auch die Bodenwertverzinsung höher aus, jedoch wird dem Gebäudeertragswert der erhöhte Bodenwert hinzugerechnet, so dass bei Bodenrichtwertveränderungen schlussendlich kaum merkliche Ergebnisänderungen der Ertragswerte und Abschläge⁵⁰ festzustellen sind.

Zusammenfassend lassen sich folgende Trends aus den vorliegenden Modellrechnungen identifizieren:

- Längere Restnutzungsdauern erhöhen die Abschläge.
- Neben der Restnutzungsdauer beeinflussen die Liegenschaftszinssätze sowie die Höhe der Mieteinnahmen sowohl die Rendite einer Liegenschaft als auch deren Ertragswert.
- Die Abschläge sind bei den Wohnungen durchgängig am höchsten.
- Unterschiedliche Abschläge zwischen den einzelnen Gebäudetypen liegen in einer Bandbreite von weniger als zwei Prozent.
- Bei sehr alten Bauten steigen die Abschläge überproportional stark.

⁵⁰ Sowohl von belasteten als auch von unbelasteten Liegenschaften.

- Mit zunehmendem Liegenschaftszins steigen auch die Abschläge.
- Änderungen der Bodenrichtwerte haben kaum Auswirkung auf die Abschläge.
- Somit sind besonders die Liegenschaftszinssätze und die Restnutzungsdauern der Liegenschaften zu berücksichtigen, da diese direkten Einfluss auf den Rentenbarwertfaktor haben.

3. Wissenschaftliche Diskussion von Lärm und Ergebnisse hedonischer Modelle zur Bestimmung von Lärmwirkungen

Die wissenschaftliche Diskussion befasst sich wesentlich mit Lärmimmissionen durch Straßenverkehr und Fluglärm. Jenseits der gängigen Bewertungsverfahren wird in der Literatur oft mit hedonischen Regressionsmodellen gearbeitet, aus denen die Wertrelevanz von Objekteigenschaften nicht auf Basis externer Kriterien wie juristischen oder medizinischen Festsetzungen bestimmt wird, sondern anhand von Marktdaten mittels statistischer Schätzmethodik bestimmt wird. Es entsteht also eine marktnähere aktuellere Quantifizierung wertrelevanter Effekte von Objekteigenschaften.

3.1. Grundlagen zu hedonischen Modellen

Hedonische Modelle basieren auf der statistischen Methode der Regressionsanalyse und haben das Ziel, aus den wertrelevanten Eigenschaften den Wert eines Immobilienobjekts zu erklären. Unter Idealbedingungen ließe sich aus einer hedonischen Regression ermitteln, welchen Wert eine einzelne Eigenschaft, wie beispielsweise die Quadratmeterzahl oder die Nähe zur nächsten Straßenbahnhaltestelle auf den (Quadratmeter-)Preis eines Objektes hat. Hedonische Regressionen eignen sich daher nicht nur für Wohn-, sondern auch für Gewerbeobjekte. Insbesondere bei Ladengeschäften zeigt sich, dass die geometrische Entfernung zur Fußgängerzone wesentlich (negativ) auf den Wert eines Objektes wirkt. Am Ende der hedonischen Regressionsschätzung stehen also „Preise“ für alle Eigenschaften eines Immobilienobjektes, wie die folgende Gleichung beispielhaft zeigt:

$$p_i = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_m x_{mi} + \varepsilon_i$$

Der Quadratmeterpreis p_i des Objekts i wird mittels der wertrelevanten Eigenschaften x_j mit $j = (1 - m)$ geschätzt. Dabei stellen die β_j die Wertgewichte dar, mit denen die einzelnen Eigenschaften auf den Quadratmeterpreis wirken. Würde beispielsweise für die Eigenschaft „Entfernung vom Stadtkern in m “ ein signifikantes β in Höhe von $-0,03$ ermittelt, so müsste für das 200 m entfernte Objekt i der Quadratmeterpreis um 6 € ($= -0,03 \times 200$) geringer ausfallen als für ein (im theoretischen Idealmodell) perfekt identisches Objekt. Das Beispiel zur Entfernung vom Stadtkern zeigt, dass β sowohl negative als auch positive Werte einnehmen und damit Ab- bzw. Zuschlägen zum Preis entspricht. Verfügt eine Wohnung beispielsweise über einen Balkon, so dürfte im Vergleich zur idealtypisch identischen Wohnung ohne Balkon ein positives β ermittelt werden, so dass ein Preiszuschlag vorgenommen werden kann. In Form der β_j kann mit der Methode folglich für jede Eigenschaft eines Immobilienobjekts festgestellt werden, welche Wirkung sie für den Gesamtpreis hat bzw. welchen Wert sie aufweist.

In der Regressionsgleichung befindet sich noch der konstante Parameter α , der aus statistisch-methodischen Gründen zwingend verwendet werden muss, für den sich aber nicht immer eine reale Entsprechung finden lässt. Wären alle Eigenschaften x_j eines Immobilienobjekts 0, so entspräche der erwartete Quadratmeterpreis p_i genau α . Im Zusammenhang mit Immobilienobjekten macht diese

Annahme weniger inhaltlichen Sinn als bei anderen Anwendungsfeldern der statistischen Methode der Regressionsanalyse.

ε_i hingegen ist von größerer Bedeutung, da es die Abweichungen einzelner Objektwerte vom geschätzten bzw. prognostizierten Wert erklärt. Wird beispielsweise bei einer Regressionsanalyse unter Verwendung der geschätzten Werte von α und β in Kombination mit den zugehörigen Objekteigenschaften ein Preis von 3.000 €/m² errechnet und zeigt sich bei Betrachtung des tatsächlichen Kaufpreises des Objektes ein Preis von 3.045 €/m², so misst ε_i genau diese Abweichung. ε_i schließt damit genau die Lücke zwischen den Werten, die aus der Verwendung des mathematischen Modells berechnet werden und den tatsächlich in der Realität beobachteten Werten.

Die Abweichung zwischen Modell und Realität lässt sich zwar einerseits als Maß für die Präzision der Bewertungsmethode der hedonischen Regression verwenden, kann aber dennoch nicht auf Null reduziert werden. Zur Ermittlung der Parameter α und β muss ein Datensatz verwendet werden, der genügend viele Objekte sowie alle wertrelevanten Eigenschaften enthält. Schließlich sollen wie bei jeder anderen Bewertungsmethode Aussagen über „typische“ Kaufpreise getroffen werden. Die dafür notwendige breite Datenbasis aus vielen Preisen schließt nicht aus, dass möglicherweise auch untypische Werte im Datensatz enthalten sind. Während sich dieses Risiko in der Anwendung der Methode durch eine angemessene Stichprobenauswahl reduzieren lässt, muss aber im Umkehrschluss der typische Schätzwert des Modells nicht jeden einzelnen in der Realität gefundenen Kaufpreis exakt erklären, insbesondere dann nicht, wenn er deutlich vom üblichen Verkehrswert abweicht.

Die Schwierigkeit bei der Anwendung der hedonischen Regression liegt aber nicht so stark im für die Praxis sehr relevanten Unterschied zwischen Angebotspreisen und denen, die letztendlich notariell beurkundet werden, sondern darin, tatsächlich ganz genau alle wertrelevanten Eigenschaften von Immobilienobjekten objektiv erfassen und in rechenbare Größen umwandeln zu können. Werden irrelevante Eigenschaften einbezogen, kann es zu verzerrten Werten der β kommen. Noch stärker wird die Verzerrung, wenn relevante Eigenschaften fehlen. Stehen diese Eigenschaften nicht zur Erklärung des Quadratmeterpreises p_i zur Verfügung, so wird deren Erklärungsgehalt möglicherweise durch die β anderer Eigenschaften „aufgesammelt“, die bei richtiger methodischer Anwendung irrelevant gewesen wären, aber durch Zufall ins Modell integriert wurden. In diesem Fall würden manche Eigenschaften fälschlicherweise als relevant erachtet, deren Messgröße aber nur als statistisch signifikant geschätzt wurde, weil tatsächlich wichtige Eigenschaften weggelassen wurden.

Auch für die Parameter selbst gelten strenge Annahmen: Für α und β wird bei der Herleitung des Regressionsmodells angenommen, dass sie linear und konstant sind; zumindest im relevanten Bereich der Datengrundlage. Insbesondere in Bezug auf Lärm könnte es schwierig sein, an dieser Annahme festzuhalten. Neben diesen, in Bezug auf die immobilienwirtschaftliche Anwendung im Vordergrund stehenden Bedingungen zur Anwendung der Regressionsanalyse bestehen weitere Annahmen, die sich aus der mathematischen Herleitung der Methode ergeben.⁵¹

Der Mehrwert der hedonischen Regression für die Bewertung von lärmbelasteten Objekten ergibt sich in der direkten Zuordnung der Eigenschaften zum Preis, sofern die Datengrundlage den notwendigen mengenmäßigen Eigenschaften entspricht und in Bezug auf das Merkmal Lärm die strenge Annahme von Linearität und Konstanz der Parameter nicht deutlich verletzt wird. Sind diese Bedin-

⁵¹ Vgl. Wölfle, M. (2014), S. 177ff.

gungen erfüllt, so ist die hedonische Regression in ihrer theoretischen aber noch viel eher in ihrer empirischen Fundierung anderen Bewertungsmethoden in Bezug auf Lärm überlegen.

Während in der Bewertungsliteratur Abschläge für Lärmbelastung durch standardisierte Werte nach externen Vorgaben vorgenommen werden müssen, können mittels der Regressionsparameter tatsächliche Abschläge aus Marktdaten geschätzt werden.

3.2. Ergebnisse empirischer Studien

Bereits in Abschnitt 2.1 wurde auf den Noise Sensitivity Depreciation Index (NSDI) als Indikator für lärmbedingte Abschläge in Immobilienwerten verwiesen. Prozentuale lärmbedingte Wertabschläge werden mittels NSDI berechnet, indem der in dB(A) gemessene Lärmunterschied zwischen zwei ansonsten gleichen Immobilienobjekten mit dem ermittelten Wert des NSDI multipliziert wird. Für das Beispiel eines Lärmunterschiedes von 20 dB(A) ergibt sich bei einem NSDI von 0,7% somit ein Wertabschlag von 14%.

Einen guten Überblick über die einschlägigen Arbeiten zur Ermittlung des NSDI liefern Thießen und Schnorr (2006)⁵². Die Autoren verweisen auf eine Metaanalyse des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2004, in die 29 Arbeiten eingegangen sind und zu einem mittleren NSDI-Wert von 0,87% für Fluglärm geführt haben. Von den Autoren wird bereits auf eine wesentliche Schwäche der Metaanalyse hingewiesen, deren Datengrundlage sehr heterogen ist. Nur 2 der 29 verwendeten Arbeiten beziehen sich auf die europäischen Städte Manchester und London. Keine der verwendeten Einheiten befasst sich mit Fluglärm in Deutschland. Zudem reichen manche Studien ins Jahr 1975 zurück. In der Zwischenzeit könnten sich Rahmenbedingungen ebenso wie die Wahrnehmung von Lärm durch die Marktteilnehmer wesentlich verändert haben. Nicht überraschend ist daher die große Streuung in den ermittelten NSDI-Werten, die auch von anderen Autoren bestätigt wird. Nelson⁵³ und Navrud⁵⁴ ermitteln Werte für den NSDI von 0,29% bis 2,3%. Die große Streubreite der Ergebnisse der empirischen Arbeiten macht eine standardisierbare Anwendung, wie sie nach den Prinzipien zur Wertermittlung notwendig wäre, schwierig.

Thießen und Schnorr⁵⁵ verweisen bereits auf die Unterschiedlichkeit der Streubreite und auf die benannten Schwächen der Methode. Darüber hinaus legen sie auch technische Probleme dar, die bei der Ermittlung mancher der eingegangenen Studien aufgetreten sein könnten. Als wesentliches Hindernis sehen die Autoren, dass bei manchen Studien Lärm erst ab gewissen Grenzwerten Berücksichtigung fand, während andere der eingegangenen Arbeiten Messergebnisse bereits ab 0 dB(A) zur empirischen Schätzung verwendet haben.

Sie folgern daraus die Notwendigkeit einer eigenen überregionalen Maklerbefragung. Immobilienmakler aus 36 Städten mit über 1.800 Quadratkilometern Einzugsgebiet wurden gebeten, Werte für zwei identisch beschriebene Objektdarstellungen abzugeben, von denen eine mit und eine ohne Lärmbelastung simuliert wurde. Thießen und Schnorr folgern daraus einen vergleichsweise geringen NSDI von 0,3%, den sie in vertieften Analysen auf Kontrollvariablen untersuchen. Zwei wesentliche Erkenntnisse betreffen Lage und Ausstattungsstandard. Die Autoren ermitteln, dass Lärmabschläge in

⁵² Vgl. Thießen, F. / Schnorr, S. (2006), S.88f.

⁵³ Vgl. Nelson, J. (2004), S. 16.

⁵⁴ Vgl. Navrud, S. (2002), S. 14.

⁵⁵ Vgl. Thießen, F. und Schnorr, S. (2006), S. 89.

städtischer Lage geringer sind als auf dem Land und folgern daraus, dass Immobiliennutzer in städtischen Lagen eine höhere Lärmakzeptanz haben.

Hierfür könnte jedoch auch eine alternative Erklärung im Zusammenhang mit Marktlage und Binnenmigration verantwortlich sein. In den letzten Jahren erscheint in der öffentlichen Wahrnehmung der Preisdruck in städtischen Lagen (Ballungszentren) deutlich größer als auf dem Land. Auf diesen Verkäufermärkten sollten sich dann Wertabschläge für negative Eigenschaften wie Lärm weniger deutlich bemerkbar machen als in ländlichen Käufermärkten, wo die Auswahl für Mieter und Käufer größer ist.

Thießen und Schnorr weisen unter Bezugnahme auf das „Image“ einer Lage aus, dass bei niedrigen Ausstattungsstandards ein höherer relativer Wertabschlag vorzunehmen sei. Die Erkenntnisse stehen damit im Widerspruch zu den Ergebnissen von Bell⁵⁶, der für Objekte mit einem relativ höheren Preis relativ höhere Wertabschläge ermittelt. Dennoch könnten Sie aufgrund der anderen marktlichen Rahmenbedingungen in Kontinentaleuropa Bestand haben. Dies ließe sich zum Beispiel durch andere Liquiditäten in den verschiedenen untersuchten Segmenten erklären. Aus ökonomischer Perspektive wäre eine Untermauerung des Zusammenhangs niedriger Standards mit hohen Abschlägen gut, wenn in die berechnete Regression auch Interaktionseffekte von Lärm und Standard integriert würden, um von deren idiosynkratischen Effekten zu trennen.

Die große Bandbreite in den vorliegenden empirischen Arbeiten und die anhaltende Debatte über den Umgang mit Lärm könnte aber auch Hinweis auf eine statistisch-technische Problematik sein. Während die Annahme linearer und konstanter Regressionskoeffizienten möglicherweise nur zu einer Über- oder Unterschätzung von Werten in manchen Bereichen der Regressionsfunktion führen würde, kann es zu sehr deutlich verzerrten Koeffizienten kommen, wenn relevante Wertmerkmale nicht in die Schätzung integriert werden oder irrelevante Merkmale verwendet werden.

Zwei aktuellere Arbeiten zur Quantifizierung von Wertabschlägen durch Lärm sind hierbei besonders bemerkenswert. Demary⁵⁷ findet in einer Variante der Regressionsanalyse mit Mikrostrukturdaten für das gesamte Bundesgebiet nur geringe Wirkungen von Lärm. Überraschenderweise wird dort für geringen Lärm ein signifikanter Abschlag ermittelt, während höhere Lärmniveaus nicht signifikant sind. Hierfür könnte aufgrund der Schätzmethode wiederum verantwortlich sein, dass Lärmabschläge bereits implizit in anderen Objekteigenschaften eingepreist werden.

Die meisten der benannten empirischen Problemfelder werden von Brandt und Maennig⁵⁸ aufgegriffen, die in einer umfangreichen hedonischen Regression für den Markt Hamburg verschiedene Lärmemitteln separat und in Interaktion betrachten. Aus den Daten ergibt sich, dass Straßenverkehrslärm mit 0,23% Abschlag je dB(A) auf Werte wirkt und damit mehr als doppelt so hohen Einfluss wie der ebenfalls relevante Fluglärm hat. Die Regressionsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt, die Formel zur Erläuterung der Tabellenwerte ist nachstehend abgebildet:

$$\ln(P) = \alpha + \beta \text{Object} + \gamma \text{Neigh} + \delta \text{Access} + \eta \text{Wideroad} + \theta \text{Noisecontr} + \varphi \text{Roadnoise} + \mu \text{Autoreg} + \omega \text{Year} + \varepsilon$$

⁵⁶ Vgl. Bell, R. (2001), S.319.

⁵⁷ Vgl. Demary, M. (2012), S. 483 f.

⁵⁸ Siehe Brandt, S. / Maennig, W. (2010).

Tabelle 8: Regressionsergebnisse verschiedener Lärmemittenten für den Markt Hamburg

Lärmquellen	Basismodell
Industrieanlagen: Distanz zur nächsten industriellen Anlage (je km)	0,0173
Fluglärm (je db(A))	-0,0013
Verkehrslärm Schienen (je db(A))	-0,0011
Verkehrslärm Hauptverkehrsstraßen (mit min. 2 Spuren je Fahrtrichtung, je db(A))	-0,0499
Verkehrslärm Straßen (je db(A))	-0,0023

Quelle: Eigene Darstellung nach Brandt, S. / Maennig, W.⁵⁹

Tabelle 9: Beispielrechnung einer belasteten Liegenschaft nach Brandt und Maennig⁶⁰

Untersuchungsgegenstand: Durchschnittsliegenschaft mit einem Wert von 193.897 €	Berechnung: $193.897 \text{ €} - e^{\ln(193.897) + \text{Regressionskoeffizient} \cdot \text{Pegelüberschreitung in dB(A)}}$			
	Wertminderung durch			
Pegelüberschreitung in dB(A)	Straßenlärm	Schnellstraße	Schienenverkehr	Fluglärm
0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
1	445,45 €	9.438,02 €	213,17 €	251,90 €
2	889,88 €	18.416,65 €	426,10 €	503,48 €
3	1.333,28 €	26.958,23 €	638,81 €	754,73 €
4	1.775,67 €	35.084,05 €	851,27 €	1.005,65 €
5	2.217,04 €	42.814,34 €	1.063,51 €	1.256,24 €
6	2.657,40 €	50.168,36 €	1.275,51 €	1.506,51 €
7	3.096,75 €	57.164,41 €	1.487,27 €	1.756,46 €
8	3.535,08 €	63.819,93 €	1.698,81 €	2.006,08 €
9	3.972,41 €	70.151,49 €	1.910,11 €	2.255,38 €
10	4.408,74 €	76.174,86 €	2.121,18 €	2.504,35 €
11	4.844,06 €	81.905,04 €	2.332,02 €	2.753,00 €
12	5.278,38 €	87.356,30 €	2.542,62 €	3.001,32 €
13	5.711,70 €	92.542,21 €	2.753,00 €	3.249,33 €
14	6.144,03 €	97.475,70 €	2.963,14 €	3.497,01 €
15	6.575,37 €	102.169,05 €	3.173,05 €	3.744,37 €

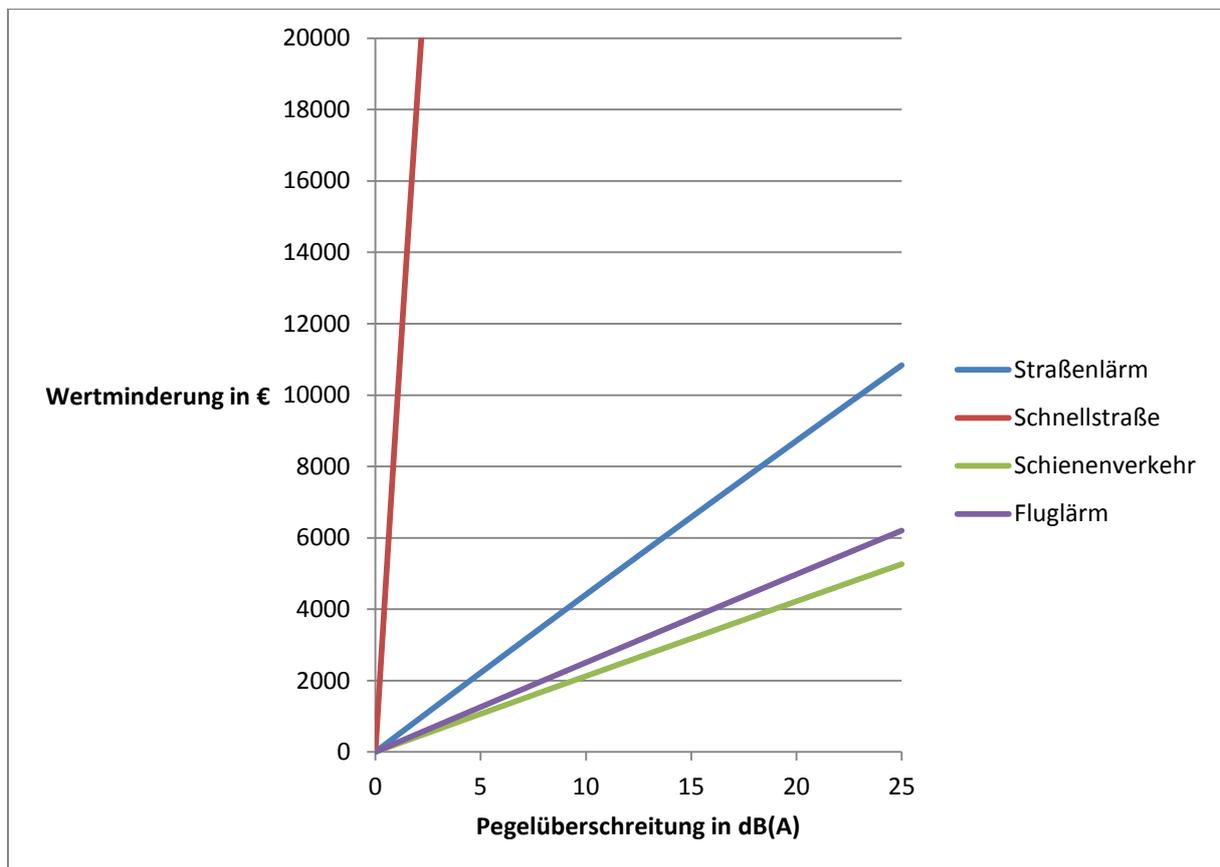
⁵⁹ Vgl. Brandt, S. / Maennig, W. (2010), S. 35.

⁶⁰ Vgl. Brandt, S. / Maennig, W. (2010), S. 30 ff.

16	7.005,71 €	106.633,95 €	3.382,73 €	3.991,40 €
17	7.435,07 €	110.881,52 €	3.592,18 €	4.238,12 €
18	7.863,44 €	114.922,34 €	3.801,40 €	4.484,52 €
19	8.290,83 €	118.766,46 €	4.010,39 €	4.730,59 €
20	8.717,23 €	122.423,48 €	4.219,15 €	4.976,35 €
21	9.142,65 €	125.902,48 €	4.427,68 €	5.221,79 €
22	9.567,10 €	129.212,15 €	4.635,99 €	5.466,90 €
23	9.990,57 €	132.360,71 €	4.844,06 €	5.711,70 €
24	10.413,07 €	135.356,02 €	5.051,90 €	5.956,19 €
25	10.834,60 €	138.205,52 €	5.259,52 €	6.200,35 €

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 4: Hedonisches Modell zur Beispielrechnung der Tabelle 9



Quelle: Eigene Darstellung

Wie der Abbildung 4 zu entnehmen ist, verlaufen die Kurven (nahezu) linear. Besonders sticht dabei die Abschlagskurve für Liegenschaften an Schnellstraßen hervor, diese steigt im Verhältnis zu den anderen Abschlagskurven überproportional stark an und führt bei einer Pegelüberschreitung von 25

dB(A) zu einer Wertminderung von über 71 Prozent. Die restlichen Kurven beginnen bei einer Pegelüberschreitung von einem dB(A) mit einer Wertminderung von unter 500 €, was im Verhältnis zur Abschlagskurve der Schnellstraße nicht einmal einem Zwanzigstel derer entspricht.

3.3. Grenzen hedonischer Modellierung

Auch die vorgestellten Untersuchungen sind nicht frei von modellbedingten Limitationen. Almer et al.⁶¹ heben neben der Nichtlinearität und Mehrdimensionalität des Lärms in Bezug auf die lineare Methode der hedonischen Regression noch ein weiteres Problemfeld in der Untersuchung von Lärmwirkungen hervor: Im Vergleich zu anderen Vermögensgütern wie Aktien reagieren Immobilienpreise deutlich langsamer.⁶² Treten also signifikante Veränderungen bei Lärmquellen auf, so bilden Untersuchungsergebnisse zu direkten Reaktionen möglicherweise nicht die vollen Wirkungen der Veränderungen ab, weil auf den regionalen Märkten Anpassungsprozesse stattfinden, deren Wirkungen möglicherweise erst zeitverzögert eintreten.

Almer et al. stellen aus einer Untersuchung der Wirkung veränderter Flugrouten am Flughafen Zürich fest, dass sich die regionalen Immobilienmärkte erst nach ungefähr zwei Jahren auf ein neues Gleichgewicht zubewegt haben, in dem Preisunterschiede ansonsten vergleichbarer Regionen mit und ohne Lärmbelastungen konstant messbar sind.⁶³ Neben der vorrangigen Betrachtung von Preiswirkungen heben die Autoren aber noch weitere wichtige Aspekte in der Untersuchung von Lärmwirkungen hervor, die aus markttheoretischer Perspektive erwähnenswert sind. Während der Konvergenzphase zum neuen Marktgleichgewicht nehmen Klickraten auf Online-Immobilienanzeigen deutlich zu, was auf gestiegenen Suchaufwand der Marktteilnehmer hinweist. Auch die gestiegene Kaufs-Verkaufs-Aktivität bzw. die zunehmende Anzahl wechselnder Mietverhältnisse ist nicht untypisch für einen Zeitraum, nachdem sich Rahmenbedingungen und folglich Anreize von Marktteilnehmern verändert haben. Bemerkenswert und relevant für vergleichende Untersuchungen bei anderen Flughäfen ist aber vor allem die Erkenntnis, dass veränderte Flugrouten symmetrisch auf Mietniveaus wirken. Nach der Veränderung ist der Mietunterschied zwischen belasteten Regionen und unbelasteten Regionen trotz der Nichtlinearität des Lärms linear.

4. Fazit

Lärm wird von Menschen als störend angesehen, wobei dieser aufgrund seiner Mehrdimensionalität und Nichtlinearität bewusst, un- oder unterbewusst von Betroffenen wahrgenommen wird und sich als Verlust an Lebensqualität äußern kann. Da Lärm ein lageabhängiges Phänomen ist, wirkt es sich nicht nur auf die Verhaltensweisen der betroffenen Menschen, sondern auch wertmindernd auf Liegenschaften in lärmbelasteten Gebieten aus, da diese immobil bzw. ortsgebunden sind. Höhere Bereitschaft zum Verkauf oder zur Mietkündigung führt zu einer Erhöhung der Angebotsmenge am regionalen Immobilienmarkt, wodurch auch die Preise der angebotenen Liegenschaften sinken können. Diese finden meist wegen der lärmbedingt verringerten Nachfrage jedoch schwerer einen Käufer.

⁶¹ Vgl. Almer, C. / Boes, S. / Nüesch, S. (2013), S. 26 f.

⁶² Siehe Fallis, G. / Rosen, K. / Smith, L. (1988), S. 47.

⁶³ Vgl. Almer, C. / Boes, S. / Nüesch, S. (2013), S. 27.

fer bzw. Mieter. Dauerhafte Ertragswertminderungen können zu einer niedrigeren Rendite und zu einem geringeren Verkehrswert der Immobilie führen.

Lärm tritt in der juristischen Perspektive in vier Ausprägungen in den Vordergrund: Verkehrslärm durch Straßenverkehr, Schienen oder Flug; Gewerbe- und Industrielärm; Baustellenlärm und Lärm durch Nachbarschaft, Freizeit- oder Sportaktivitäten. Die aktuelle Bewertungsliteratur unterscheidet – ausgehend vom Vergleichswertverfahren – anhand substanzieller Objekteigenschaften (z.B. Rendite, Mieteinnahmen, Restnutzungsdauer, Liegenschaftszinssatz, Bodenrichtwert) unbelastete und belastete Liegenschaften voneinander und ermöglicht somit, Ertragswertminderungen bedingt durch Lärm zu ermitteln. Aus den Modellrechnungen der vorliegenden Studie ist zu entnehmen, dass Abschläge des Liegenschaftszinses und des Bodenrichtwertes homogen sind. Änderungen der beiden Größen haben geringere Auswirkungen auf die Höhe der Abschläge. Eine große Dynamik der Abschläge ist bei der Restnutzungsdauer festzustellen. Verglichen mit dem Liegenschaftszins (1,56 Prozent) und dem Bodenrichtwert (1,15 Prozent) unterscheidet sich Bandbreite der Restnutzungsdauer um mehr als das Doppelte. So liegt das Niveau der Abschläge der Restnutzungsdauer bei einer Bandbreite von bis zu 3,94 Prozent. Auffällig hierbei ist jedoch, dass die Kurven der Abschläge fast durchgängig zwischen 10 und 13 Prozent liegen.⁶⁴ Wird zur Wertermittlung von belasteten Liegenschaften eine hedonische Modellierung genutzt, verhalten sich die Abschläge nahezu linear. Während Abschläge aufgrund von Straßen-, Schienen- oder Fluglärm bei einer Pegelüberschreitung von 25 dB(A) eine geringfügige Wertminderung von 2,71 Prozent bis 5,59 Prozent ausmachen, mindert die Lage an einer Schnellstraße⁶⁵ den Wert einer Liegenschaft erheblich.⁶⁶

Es gilt zu beachten, dass die beiden Bestandteile der Formel der Rohertragsminderung nach Stege⁶⁷ der Mietertrag der Liegenschaft und der Abstand der Gebäudevorderwand zur Straßengrenze sind. Aspekte wie die Baugebietsart oder der Verdichtungsgrad des Baugebietes werden nicht berücksichtigt.⁶⁸ Derartige Berechnungen sind in der Praxis gegebenenfalls nicht verhältnismäßig. Gäbe es bei der Berechnung des Ertragswertes weitere Faktoren zu berücksichtigen, würden mit steigender Komplexität und eventuellen Überlappungen von Abschlagsgrößen Ungenauigkeiten in den Ergebnissen entstehen. Des Weiteren wurden bauspezifische Merkmale der Objekte⁶⁹ nicht in die Berechnungen einbezogen, da es sich bei den untersuchten Liegenschaften um möglichst durchschnittliche Objekte handelt und Besonderheiten in der Bausubstanz zu Verzerrungen der Abschläge führen würden.

Weitere Analysen zielen auf die Wirkung der verbleibenden physikalischen Eigenschaften von Lärm ab. Dabei wird nicht mehr der Schalldruckpegel untersucht, sondern die Höhe der Töne, die Ton- und Impulshaltigkeit. Ziel ist es, zu verdeutlichen, welche unterschiedlichen Werte dadurch in den Berechnungen entstehen können, um Aussagen über Immobilienwerte zu treffen. Des Weiteren wird der Faktor der Rohertragsminderung zur Weiterentwicklung der Entfernungsformel analysiert.

⁶⁴ Objekte mit einer Restnutzungsdauer unter 20 Jahren werden aufgrund mangelnder Marktgängigkeit hier vernachlässigt.

⁶⁵ Mindestens zwei Spuren pro Fahrtrichtung.

⁶⁶ Um knapp 71 Prozent.

⁶⁷ Vgl. Tabelle 3.

⁶⁸ Vgl. Scholland, R. (1988), S. 397.

⁶⁹ Aktualität der Schallschutzdämmung, Verglasung der Fenster, lärmschluckende Bepflanzung etc..

Literaturverzeichnis

Almer, C. / Boes, S. / Nüesch, S. (2013): How do housing prices adjust after an environmental shock? Evidence from a state-mandated change in aircraft noise exposure, Working Paper, University of Bath Department of Economics, Bath.

Baarsma, B., Van Praag, B. (2004): Using Happiness Surveys to Value Intangibles: The Case of Airport Noise, IZA Discussion Paper No. 1096, Institute for Study of Labor, Bonn.

Bell, R. (2001): The Impact of Airport Noise on Residential Real Estate, in: Appraisal Journal, Vol. 69, No. 3, Chicago.

BImSchG: Bundes-Immissionsschutzgesetz – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge.

Borjans, R. (1983): Immobilienpreise als Indikatoren der Umweltbelastungen durch den städtischen Kraftverkehr, Buchreihe des Instituts für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln, Düsseldorf.

Borowski, A.-K. (2003): Einfluss von Verkehrslärm auf den Bodenwert und auf den Verkehrswert von Eigentumswohnungen, in: Der Sachverständige - SV 2003, Beck Verlag, München.

Demary, M. (2012): Determinanten der Wohneigentumsbildung in Deutschland, in: Rottke, B.; Voigtländer, M.: Immobilienwirtschaftslehre Band II Ökonomie, 1. Auflage, Immobilien Manager Verlag, Köln.

EU-Richtlinie 2002/49/EG: Umgebungslärmrichtlinie.

Fallis, G. / Rosen, K. / Smith, L. (1988): Recent Developments in Economic Models of Housing Markets, in: Journal of Economic Literature, Vol. 26, No. 1, Pittsburgh.

Förstner, U. (2012): Umweltschutztechnik, 8. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg.

GMBI Nr. 26/1998 (1998): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26. August 1998 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm), Gemeinsame Ministerialblatt, Bonn.

ImmoWertV 2010: Immobilienwertermittlungsverordnung – Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken.

ISO/DIS 10845: Akustik – Frequenzbewertung „A“ für Geräuschemessungen, Beuth Verlag, Ausgabe:1995-06, Berlin.

Issing, H. / Kruppa, B. (2001): Zum gegenwärtigen Erkenntnisstand der Lärmwirkungsforschung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels, Umweltbundesamt, Berlin.

Jansen, G. / Notbohm, G. (1994): Andere Umweltfaktoren, Kapitel VII-1: Lärm, in: Wichmann, Schlipkötter, Fülgraff (eds): Handbuch der Umweltmedizin, ecomed verlagsgesellschaft mbH, Landsberg.

Kleiber, W. (2013): Verkehrswertermittlung von Grundstücken, 7. Auflage, Bundesanzeiger, Berlin.

Mietspiegel Freiburg (2013): Mietspiegel der Stadt Freiburg, Stadt Freiburg im Breisgau, Freiburg im Breisgau.

Navrud, S. (2002): The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise, Final Report to European Commission DG Environment, Agricultural University of Norway, Ås.

Nelson, J. (2004): Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values: Problems and Prospects, in: Journal of Transport, Economics and Policy, Vol. 38, No.1, Bath.

Reingold, L. (1995): Research not Regulation, Air Transport World (Mai 1995), Arlington.

RLS 90 (1990): Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsausschuss „Immissionsschutz an Straßen“, Köln.

Schall 03 (1990): Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Information Akustik 03, Bundesbahnzentralamt München.

Scholland, R. (1988): Bodenpreisminderung durch Straßenverkehrsgeräusche, in: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, VDE Verlag GmbH, Berlin.

Stege, J. (1990): Vortragsmanuskript zum Einfluss von Lärmimmissionen auf den Verkehrswert von Grundstücken vom 7. bis 9. November 1990, Institut für Städtebau Berlin, Berlin.

TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz.

Thießen, F. / Schnorr, S. (2006): Marktgerechte Bepreisung von Immobilien mit Fluglärm, in: Immobilien und Finanzierung, Jg. 57, Nr. 3, Frankfurt am Main.

VLärmSchR 97 (1997): Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes.

Wölfle, M. (2014): Statistik verstehen und anwenden, 1. Auflage, Steinbeis-Edition, Stuttgart.

16. BImSchV (1990): Verkehrslärmschutzverordnung - Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

Informationen zum CRES

Das CRES (Center for Real Estate Studies) ist eines der führenden Institute für duale und berufsbegleitende Studiengänge im Immobilienbereich. Es wurde auf Initiative der Deutschen Immobilien-Akademie (DIA) an der Steinbeis-Hochschule Berlin (SHB) gegründet.



Center for Real Estate Studies

Steinbeis-Hochschule Berlin (SHB)

CRES Deutsche Immobilien-Akademie (DIA)

Neben einem berufsbegleitenden sowie dualen Studiengang zum Bachelor im Bereich Immobilienwirtschaft/Real Estate, wird ein berufsbegleitendes Masterstudium angeboten.

Ein weiterer Schwerpunkt des CRES stellt die wissenschaftliche Forschung dar. Aktuelle praxisrelevante Fragestellungen werden hier mit wissenschaftlichen Methoden und Instrumenten untersucht, um einerseits neue Erkenntnisse in die Praxis zu transferieren und andererseits die Inhalte der Studienprogramme immer aktuell zu halten und weiter zu entwickeln.

Ihr Ansprechpartner:

Prof. Dr. Marco Wölfle
Wissenschaftlicher Leiter

Center for Real Estate Studies (CRES)
Eisenbahnstraße 56
D-79098 Freiburg
www.steinbeis-cres.de
E-Mail: woelfle@steinbeis-cres.de
Tel: 0761 20755-50

Alle Rechte vorbehalten. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des CRES unzulässig und strafbar.