

REGIONALES DIALOGFORUM FRANKFURT (RDF)

# **RDF FRANKFURT IMMOBILIEN- PREISANALYSE QUALITÄTSSICHERUNG INFRAS**

Schlussbericht

Zürich/Frankfurt, 12. Juni 2007

Markus Maibach, Martin Peter, Florian Kasser

SB\_RDF\_QS\_IMMOBILIENPREISE120607FIN.DOC



**INFRAS**

**INFRAS**

**GERECHTIGKEITSGASSE 20  
POSTFACH  
CH-8027 ZÜRICH  
t +41 44 205 95 95  
f +41 44 205 95 99  
ZUERICH@INFRAS.CH**

**MÜHLEMATTSTRASSE 45  
CH-3007 BERN**

**WWW.INFRAS.CH**

## INHALT

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ALLGEMEINE EINSCHÄTZUNG</b>	<b>4</b>
2.1.	INTERPRETATION DER METHODIK	4
2.2.	PRÜFUNG DER STICHPROBE	6
2.3.	DETAILLIERUNGSGRAD DER ERGEBNISSE	6
2.4.	FORM UND DARSTELLUNG	7
<b>3.</b>	<b>PLAUSIBILISIERUNG DES LÄRMEINFLUSSES MIT HILFE EINER REGRESSIONSSCHÄTZUNG</b>	<b>8</b>
3.1.	GRUNDIDEE DES VORGEHENS	8
3.2.	DATENGRUNDLAGE	8
3.3.	SCHÄTZGLEICHUNG	10
3.4.	ERGEBNIS DER REGRESSION	11
3.5.	VERGLEICH MIT DER STUDIE HAGEDORN	13
<b>4.</b>	<b>PLAUSIBILISIERUNG DER HOCHRECHNUNG DER IMMOBILIENWERTVERLUSTE IM ZUSTAND 2020</b>	<b>15</b>
4.1.	VORGEHEN	15
4.2.	DATENGRUNDLAGEN	16
4.3.	ERGEBNISSE	17
4.3.1.	Wertverluste Zustand „100-100“	18
4.3.2.	Wertverluste Zustand „Realverteilung“	21
4.3.3.	Vergleich „100/100“ und „Realverteilung“	24
4.4.	GRÜNDE FÜR UNTERSCHIEDE ZUR STUDIE HAGEDORN	27
<b>5.</b>	<b>FAZIT</b>	<b>30</b>
5.1.	ERGEBNISSE DER PLAUSIBILISIERUNG	30
5.2.	OFFENE PUNKTE UND ZUKÜNFTIGE SCHRITTE	31
	<b>LITERATUR</b>	<b>33</b>

## 1. EINLEITUNG

Die Qualitätssicherung zum Projekt Immobilienpreisanalyse Flughafen Frankfurt (Auftraggeber RDF Frankfurt, Auftragnehmer Prof. Hagedorn) ist im Laufe des Auftrags ausgeweitet worden, um eine umfassende Plausibilisierung der anspruchsvollen und politisch sensiblen Berechnungen vornehmen zu können. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse zusammen.

Die Qualitätssicherung ist zudem prozessorientiert vorgegangen und hat die Methodik und die Ergebnisse laufend korreferiert. Sie hat insbesondere folgende Schritte durchgeführt:

- › Methodenfeedback und Anforderungen an Repräsentativität, Signifikanz und Kommunikation
- › Anforderungen an Feedback der Gemeinden zur Sicherstellung einer hohen Qualität der Stichprobe
- › Plausibilisierung der Abhängigkeiten (Einfluss von verschiedenen Variablen, insbesondere Lärm) zwischen Immobilienpreisen und Flughafeneinflüssen. Bei diesem Schritt wurde mit Hilfe einer Regressionsgleichung ermittelt, ob Fluglärm einen Einfluss auf die Immobilienpreise in der Region Frankfurt hat und, falls ja, in welchem Ausmass. In diesem Arbeitsschritt ging es darum, den allgemeinen Einfluss von Lärm auf den Preis eines beliebigen Grundstücks in der Region Frankfurt zu bestimmen.
- › Plausibilisierung der Hochrechnung mit eigenem Vorgehen: In einem zweiten Schritt wurde berechnet, welchen Effekt ein Ausbau des Flughafens und die dadurch veränderten Lärmverhältnisse auf den Wert des gesamten Immobilienbestands hätten. Dabei wurde der mit Hilfe der Regressionsschätzung ermittelte Wert auf die gesamte Region angewendet und hochgerechnet.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse zusammen und zieht ein Fazit bezüglich der gewählten Methode, der Validierung der Ergebnisse sowie möglicher Schritte für die Zukunft.

## 2. ALLGEMEINE EINSCHÄTZUNG

### 2.1. INTERPRETATION DER METHODIK

#### **Ansatz und Analysemethode**

Die von Prof. Hagedorn gewählte Methodik entspricht einer nutzwertorientierten Vergleichspreisanalyse von spezifisch ausgewählten Einzelobjekten auf Basis von einzelnen Kaufverträgen. Analysiert werden nur private Objekte, wo der Verkehrswert über einen Käufer-/Verkäufermarkt bestimmt worden ist (Zweitbestbieter-Konstellation).

Die Preissenkungseinflüsse von negativen Auswirkungen des Flughafens bzw. die Preissteigerungspotenziale durch positive Einflüsse des Flughafens werden insbesondere über die folgenden Variablen erfasst:

- › Fluglärm-Belästigung (auf Basis der objektiven Lärmbelastung und einer subjektiven Einschätzung der Belästigung),
- › Verkehrsanbindung,
- › Wohnqualitäts-Variablen (z.B. Nachbarschaftsqualitäten, Gebäudezustand)
- › Nutzungsveränderungen.

Diese Variablen werden mit Hilfe eines Bewertungssystems in 5% Preisschritten auf Excel-Basis für jedes Grundstück qualitativ erhoben und bewertet. Die Analyse fokussiert darauf, dass die effektiven realisierten Verkehrswerte der jeweiligen Immobilien durch diese Variablen erklärt werden können. Dazu werden die verschiedenen Immobilien nach folgendem Differenzierungsmuster verglichen:

- › 5 Grundstücksteilmärkte:
  - › Wohnimmobilien in offener Bebauung
  - › Wohnimmobilien in geschlossener Bebauung
  - › Teileigentumsimmobilien
  - › Gebäude in Gewerbe- und Industrieanlagen
  - › Geschäftsimmobilien
- › 4 Treatment-Regionen in unterschiedlicher Lage zum Flughafen (ausgewählt an der Sitzung vom 21.11.)
- › Kontrollregionen in der Flughafenregion (durch Gutachter auszuwählen; Möglichkeiten sind an der Sitzung vom 21.11. diskutiert worden).

› Kontrollregionen ausserhalb der Flughafenregion (von Gutachter auszuwählen; Möglichkeiten sind an der Sitzung vom 21.11. diskutiert worden).

Pro Region werden ca. 15 Kaufverträge (i.d.R. die aktuellsten) als ausreichend für eine repräsentative Analyse betrachtet.

### Vergleich mit anderen Methoden

Die vorliegende Methode ist als qualifizierte Auswertung von Einzelobjekten zu interpretieren. Sie wird grundsätzlich auch in anderen Flughäfen für die Bemessung von Kompensationszahlungen angewendet. Die traditionellen hedonischen Analysen für andere Grossflughäfen basieren hingegen in der Regel auf ökonomischen Schätzungen auf Basis von Regressionsgleichungen.

<b>VERGLEICH VERGLEICHSWERTMETHODE UND ÖKONOMETRISCHE SCHÄTZMETHODEN</b>		
	<b>Vergleichspreismethode</b>	<b>Ökonometrische Schätzmethode</b>
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Präzis und Gemeinde- bzw. Ortsteilscharf</li> <li>› Berücksichtigt auch weiche Faktoren und die Eigenheiten innerhalb von Ortsteilen</li> <li>› Hohe Präzision und detaillierte Inputdaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Standard für internat. Flughäfen</li> <li>› Stat. Methode mit Tests</li> <li>› Hochrechnung transparent</li> </ul>
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Eingeschränkte Transparenz</li> <li>› Keine statistischen Tests</li> <li>› Übertragbarkeit und Hochrechnung schwierig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Aggregiert (nicht für einzelne Gemeinden)</li> <li>› Weniger präzise und differenziert</li> <li>› Technokratisch</li> </ul>

**Tabelle 1** Text

### Fazit

Die Methode ist zielführend und machbar. Weil aber die Transparenz nach aussen eingeschränkt ist, sind flankierende Massnahmen zur Qualitätssicherung notwendig, die im Rahmen des Projekts durchgeführt worden sind:

- › Einbezug des Begleitkreises in die Methodik mit einer Begehung in Zeppelinheim. Der Begleitkreis konnte bei dieser Begehung Einsicht in die konkreten Vorgehensschritte erhalten.
- › Gewährleistungsschreiben der Gemeinden, die bestätigen, dass die Daten richtig verwendet worden sind. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts liegen aus sechs Gemeinden die entsprechenden Schreiben vor.

- › Mit den beiden Plausibilisierungsschritten kann insbesondere die Repräsentativität und Signifikanz der Ergebnisse bestätigt werden.

## 2.2. PRÜFUNG DER STICHPROBE

Wir können bestätigen, dass der Gutachter mit grossem Aufwand die Validierung der Stichprobe vorgenommen hat. Die Vergleichspreisanalyse kann deshalb als sehr präzise betrachtet werden. Die Stichprobe kann aus mehreren Gründen als repräsentativ bezeichnet werden:

- › Mit den Gewährleistungsschreibern kann die Richtigkeit der Daten aus den Gemeinden sicher gestellt werden.
- › Die Anzahl Objekte und die Auswahl der Ortsteile wurden im Rahmen des Begleitkreises mehrfach diskutiert und verifiziert.
- › Die Stichprobengrösse und Varianz kann als genügend bezeichnet werden. Mit der ökonomischen Analyse konnte denn auch ein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.

## 2.3. DETAILLIERUNGSGRAD DER ERGEBNISSE

- › Resultate liegen für Wohnzonen vor. Mischzonen und Gewerbebezonen sind zwar im Bericht diskutiert, aber nicht quantitativ abgeschätzt worden.
- › Zu beachten ist, dass sich die Ergebnisse auf die heutige Bebauung beziehen. Die Berücksichtigung einer Entwicklung der Siedlungstätigkeit aufgrund eines Pistenausbaus in Frankfurt konnte nicht modelliert werden. Dieses Vorgehen erscheint zweckmässig. Der Umstand ist aber bei der Gesamtinterpretation zu berücksichtigen.
- › Für alle untersuchten Ortsteile liegen die gewünschten Ergebnisse (Auswirkungen von Fluglärm, Auswirkungen der Flughafennähe) vor, sowohl was die negativen als auch die positiven Aspekte des Flughafens angeht.
- › Die Hochrechnung ist mit Hilfe eines Übertragungsalgorithmus stattgefunden, der plausibel erscheint (Übertragung von vergleichbaren Ortsteilen).
- › Das Mengengerüst für die Hochrechnung ist mit Hilfe einer Auszählung auf Basis von Internet-Informationen (Google-Earth) erfolgt und kann nur im Rahmen der Gesamtplausibilisierung (vgl. Kapitel 4) erfolgen.

## 2.4. FORM UND DARSTELLUNG

Die Darstellung der Methodik und der Ergebnisse konnte in mehreren Runden in Zusammenarbeit mit der Auftraggeberseite, der Qualitätssicherung und dem Gutachter optimiert werden. Für die einzelnen Ortsteile und Gemeinden liegen umfangreiche Informationen vor (unter Berücksichtigung der Anonymisierung der ausgewählten Gebäude). Die Ergebnisse für die einzelnen Gemeinden bzw. Ortsteile sind mit den Gemeinden diskutiert worden, sodass auch bezüglich der Darstellung eine Rücksprache erfolgt ist.

### 3. PLAUSIBILISIERUNG DES LÄRMEINFLUSSES MIT HILFE EINER REGRESSIONSSCHÄTZUNG

#### 3.1. GRUNDIDEE DES VORGEHENS

Wie dargelegt, wurde in einem ersten Schritt ermittelt, inwiefern Fluglärm einen Einfluss auf die Immobilienpreise in der Region Frankfurt hat. Dabei wurde ein sog. „Hedonischer Ansatz“ gewählt. Hedonische Preisschätzungen ermöglichen, Immobilienpreise durch die Ausgestaltung verschiedenster Qualitätsmerkmale dieser Immobilien zu erklären. Zu den Einflussfaktoren gehören die Eigenschaften des Grundstücks (z. B. Grösse, Zuschnitt, Erschliessung), die Eigenschaften des Gebäudes (z. B. Zustand, Ausstattung) sowie die Lage des Objekts (z. B. Nähe vom Siedlungszentrum, Verkehrsanbindung oder Lärm). Somit ermöglicht diese Methode, den Einfluss von Fluglärmexposition (als Eigenschaft einer Wohnimmobilie) auf die Immobilienpreise einer bestimmten Stichprobe aufzuzeigen.

Bei dieser hedonischen Preisschätzung wird der Zusammenhang zwischen Kaufpreis und Merkmale von Immobilienobjekten mittels einer allgemeinen linearen Gleichung ausgedrückt:

$$p_i = \beta_1 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \dots + \beta_K x_{iK} + \varepsilon_i \quad \text{mit : } i = 1, 2, \dots, n \text{ und } k = 1, 2, \dots, K$$

wobei

$p_i$  : Preis eines Objekts  $i$

$x_{ik}$  : Eigenschaft  $k$  eines Objektes  $i$

$\beta_1$  : Regressionskonstante

$\beta_i$  : Regressionskoeffizient

$\varepsilon_i$  : Störgrösse

$n$  : Anzahl Beobachtungen in der Stichprobe

$K$  : Anzahl berücksichtigten Eigenschaften

Sind Daten zum Preis und zu den Eigenschaften der Objekte vorhanden, können die Koeffizienten dieser Gleichung durch ein statistisches Regressionsverfahren (multiple Regression) bestimmt und auf ihre Signifikanz geprüft werden.

#### 3.2. DATENGRUNDLAGE

Die detaillierte Datengrundlage von Professor Hagedorn bildete die Basis für die ökonomischen Arbeiten der Qualitätssicherung. In dieser Datengrundlage sind über 600 Gebäu-



de aufgenommen, welche über folgende Merkmale von Professor Hagedorn beschrieben wurden:

<b>VERFÜGBARE IMMOBILIENMERKMALE AUS DER STUDIE HAGEDORN</b>			
<b>Allgemeine Information</b>	<b>Gebäudevariablen</b>	<b>Grundstücksvariablen</b>	<b>Standortvariablen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Grundstücksfläche</li> <li>› Kaufpreis</li> <li>› Kaufjahr</li> <li>› Preisindex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Gebäudepotenzial</li> <li>› Bauzustand</li> <li>› Gebäudeausstattung</li> <li>› Gebäudezustand (Sammelvariable)</li> <li>› Bodenpreisanteil (Sammelvariable)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nutzungsgrösse</li> <li>› Grundstückszuschnitt</li> <li>› Ecklage/Ausrichtung</li> <li>› Erschliessungszustand / Bodenbeschaffenheit</li> <li>› Äussere Erschliessung</li> <li>› Mass der Nutzung</li> <li>› Art der Nutzung</li> <li>› Bauliche Besonderheiten</li> <li>› Innere Erschliessung</li> <li>› Rechte und Beschränkungen</li> <li>› Grundstücksnutzwert (Sammelvariable)</li> <li>› Standortspezifischer Bodenpreis (Sammelvariable)</li> <li>› Standardgrundstückspreis der Lage (Sammelvariable)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Gesellschaftslage</li> <li>› Gesellschaftslage Flughafen</li> <li>› Verkehrsanbindung</li> <li>› Verkehrsanbindung Flughafen</li> <li>› Ausstattung</li> <li>› Ausstattung Flughafen</li> <li>› Standortnutzung</li> <li>› Standortqualität (Sammelvariable)</li> <li>› Standardvergleichswert (Sammelvariable)</li> </ul>

**Tabelle 2**

Diese Merkmale wurden von der Qualitätssicherung als Datengrundlage für die Bestimmung der Regressionsgleichung verwendet. Es wurden keine zusätzlichen Erhebungen durchgeführt. Beobachtungen zu 615 Grundstücke wurden in das Regressionsverfahren einbezogen ( $n=615$ ). Diese Beobachtungen wurden in 13 verschiedenen Gemeinden durchgeführt, davon befinden sich drei ausserhalb der Region Frankfurt.

Die Studie Hagedorn hat die Analyse – wie die meisten vergleichbaren Studien auch – auf die Gebäude in Wohnzonen beschränkt. Unsere Arbeiten über die Regression und der anschliessenden Hochrechnung der Immobilienwertverluste liefert ebenfalls Ergebnisse für Wohnimmobilien.

### 3.3. SCHÄTZGLEICHUNG

Folgende Gleichung zeigt das Endergebnis der Analyseschritte und die definitive Version der Regression:

$$\begin{aligned}
 LN(\text{Kaufpreis}) = & a(1) + a(2) * \text{Bauzustand} + a(3) * \text{Gebäudeausstattung} + a(4) * \text{Nutzungspotential} \\
 & + a(5) * \text{Nutzungsgrösse} + a(6) * \text{Grundstückszuschnitt} + a(7) * \text{Mass der Nutzung} + a(8) * \text{Bauliche Besonderheiten} \\
 & + a(9) * \text{Bauträgereffekt} + a(10) * \text{Gesellschaftslage} + a(11) * \text{Gesellschaftslage Flughafen} + a(12) * \text{Verkehrsbindung} \\
 & + a(13) * \text{Verkehrsbindung Flughafen} + a(14) * \text{Beeinträchtigung} + a(15) * \text{Ausstattung} \\
 & + a(16) * \text{Ausstattung Flughafen} + a(17) * LN(\text{Grundstücksfläche}) + a(18) * \text{Lärmbelastung} \\
 & + a(19) * \text{Untersuchungsgebiet} + a(20) * \text{Gebäudetyp1} + a(21) * \text{Gebäudetyp2} + a(22) * \text{Gebäudetyp3} \\
 & + a(23) * \text{Gebäudetyp4} + a(24) * \text{Gebäudetyp5}
 \end{aligned}$$

Dabei sind die abhängige Variable „Kaufpreis“ der Immobilien sowie die unabhängige Variable Grundstücksfläche logarithmiert (natürlicher Logarithmus).

Die folgende Tabelle erklärt die verwendeten Variablen und zeigt deren Ausprägung im Datenset der von Professor Hagedorn begutachteten Immobilien.

BESCHREIBUNG UND AUSPRÄGUNG DER VERWENDETEN VARIABLEN		
Variabelname	Beschreibung	Ausprägung
Kaufpreis	Der vom aktuellen Eigentümer bezahlter Preis für den Erwerb des Grundstücks	Metrisch (€, inflationsbereinigt)
Bauzustand	Instandhaltungs- und Reparaturbedarf	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Gebäudeausstattung	Ausstattungsstandards und Modernisierungsbedarf	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Nutzungspotenzial	Ausschöpfung der standortspezifischen Wertschöpfungspotenziale nach Bebauung und Nutzungsart	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Nutzungsgrösse	Grundstücksgrösse	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Grundstückzuschnitt	Form der Grundstückfläche, bzw. Abweichung vom Rechteckgrundstückzuschnitt	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Mass der Nutzung	Relatives Bauvolumen, Grundflächenutzung	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Bauliche Besonderheiten	Spezifische bauliche Gestaltungsformen	Prozentuale Abweichung vom Standardwertwert des Urteils
Bauträgereffekt	Beschreibt, ob das Grundstück sich innerhalb einer Gruppe von Grundstücken befindet, die vom selben Bauträger gebaut worden sind	Dummy-Variable
Gesellschaftslage	Wohngebietstypen	Skala von 0 bis 5
Gesellschaftslage Flughafenfaktor	Flughafennahe Wohngebietstypen	Skala von 0 bis 5

BESCHREIBUNG UND AUSPRÄGUNG DER VERWENDETEN VARIABLEN		
Variabelname	Beschreibung	Ausprägung
Verkehrsanbindung	Erreichbarkeit in Zeitdauer und Entfernung	Skala von 0 bis 5
Verkehrsanbindung Flughafenfaktor	Einfluss des Flughafens auf die Erreichbarkeit in Zeitdauer und Entfernung	Skala von 0 bis 5
Beeinträchtigung	Strassenverkehrslärm und Nähe von Gewerbebetrieben	Skala von 0 bis 5
Ausstattung	Einrichtungen der öffentlichen Infrastruktur	Skala von 0 bis 5
Ausstattung Flughafenfaktor	Beitrag des Flughafens zu den Einrichtungen der öffentlichen Infrastruktur	Skala von 0 bis 5
Grundstückfläche	Grösse des Grundstückes	Metrisch (m <sup>2</sup> )
Lärmbelastung	Lärmbelastung am Standort des Grundstückes. Die Einteilung basiert auf der Karte der Fluglärmkonturen.	dB(a)
Untersuchungsgebiet	Beschreibt, ob sich das Grundstück innerhalb oder ausserhalb des Untersuchungsgebiets befindet	Dummy-Variable
Gebäudetyp 1	Freistehendes Einzelhaus	Dummy-Variable
Gebäudetyp 2	Doppelhaus	Dummy-Variable
Gebäudetyp 3	Mehrgeschossbau	Dummy-Variable
Gebäudetyp 4	Mietblock	Dummy-Variable
Gebäudetyp 5	Mietgrossüberbauungen	Dummy-Variable

Tabelle 3

### 3.4. ERGEBNIS DER REGRESSION

#### Regressionsgleichung

Dargestellt mit den berechneten Koeffizienten der finalen Schätzung dieser Gleichung präsentiert sich die weiter verwendete Regression wie folgt:

$$\begin{aligned}
 LN(\text{Kaufpreis}) = & 2.564^* + 0.814^* \cdot \text{Bauzustand} + 0.662^* \cdot \text{Gebäudeausstattung} + 0.704^* \cdot \text{Nutzungspotential} \\
 & + 0.530^* \cdot \text{Nutzungsgrösse} + 1.026^* \cdot \text{Grundstückszuschnitt} + 0.950^* \cdot \text{MassderNutzung} + 3.511^* \cdot \text{BaulicheBesonderheiten} \\
 & + 0.427^* \cdot \text{Baurägereffekt} + 0.032^* \cdot \text{Gesellschaftslage} + 0.027 \cdot \text{GesellschaftslageFlughafen} + 0.035^* \cdot \text{Verkehrsanbindung} \\
 & - 0.029^* \cdot \text{VerkehrsanbindungFlughafen} + 0.039^* \cdot \text{Beeinträchtigung} + 0.055^* \cdot \text{Ausstattung} \\
 & - 0.048 \cdot \text{AusstattungFlughafen} + 0.767^* \cdot LN(\text{Grundstücksfläche}) - 0.008^* \cdot \text{Lärmbelastung} \\
 & + 0.312^* \cdot \text{Untersuchungsgebiet} - 0.309^* \cdot \text{Gebäudetyp1} - 0.018 \cdot \text{Gebäudetyp2} - 0.003 \cdot \text{Gebäudetyp3} \\
 & + 0.103 \cdot \text{Gebäudetyp4} + 0.4^* \cdot \text{Gebäudetyp5}
 \end{aligned}$$

\*signifikant auf 95% Signifikanz-Niveau,  $R^2$  0.749

### **Einfluss von Fluglärm auf den Immobilienwert**

Die Regression wurde geschätzt, um den Wert der Immobilien über Merkmale der Immobilien erklären zu können. Das Hauptinteresse gilt dem errechneten Einfluss von Fluglärm auf den Immobilienwert. Die Grundaufgabe besteht darin abzuschätzen, wie sich die Immobilienwerte im Jahr 2020 gegenüber heute unterscheiden, wenn der Flughafen Frankfurt ausgebaut wird. Mit dem Ausbau des Flughafens Frankfurt würden sich die Lärmkonturen verändern und die Zahl und Stärke der Lärmbetroffenheit von Immobilien würde im Vergleich zur Situation 2005 insgesamt ansteigen. Für die Berechnung der erwarteten Immobilienwertverluste halten wir somit alle Preis bestimmenden Parameter - ausser den Fluglärm - der Gebäude (Basis alle 2005 bestehenden Wohnimmobilien) konstant, sodass von ihnen kein Impuls zu verändertem Immobilienwert (Kaufpreis) ausgeht. Für die Wertverlustberechnung wird nur die Veränderung der Fluglärmexposition der Wohnimmobilien zwischen 2005 (bisherige Flughafeninfrastruktur) und 2020 (ausgebaute Flughafeninfrastruktur) einbezogen. Die Analyse fokussiert auf die Gebäude, die zwischen 2005 und 2020 eine Zu- oder Abnahme der Lärmsituation erfahren. Für die Bestimmung der Immobilienwertverluste durch Fluglärmexposition ist der Koeffizient  $a_{(19)}$  der Regressionsgleichung relevant, mit dem die Lärmbelastung auf den Preis wirkt.

Der Koeffizient mit der die Lärmbelastung in die Bestimmung des Immobilienwerts eingeht, beträgt gemäss obiger Regressionsgleichung  **$-0.00807 \cdot \text{Lärmbelastung (in Dezibel, dB)}$**  und ist signifikant. Das bedeutet, dass wenn der Fluglärm um 1 dB zunimmt, dann sinkt der Immobilienwert (ohne Veränderung anderer Annahmen; *ceteris paribus*) um 0.81%. Wenn beispielsweise die Lärmbelastung von 50 auf 55db steigt, dann nimmt der Lärm um 5db (10%) zu und der Immobilienwert sinkt um 4.0%. Pro Dezibel mehr Fluglärm verringert sich der Immobilienwert um 0.81%.

### **Einfluss der Flughafennähe auf den Immobilienwert**

Der Fluglärm wirkt wie gezeigt signifikant negativ auf die Immobilienpreise. Hat daneben die Nähe zum Flughafen (Erreichbarkeit, Einkaufsmöglichkeiten etc.) auch positive Einflüsse auf die Immobilienpreise? Um dies zu beantworten betrachten wir die Koeffizienten der folgenden drei Variablen:

- › Der Koeffizient der Variable „Gesellschaftslage Flughafen“ beträgt 0.027 und ist nicht signifikant.
- › Der Koeffizient der Variable „Verkehrsanbindung Flughafen“ beträgt -0.031 und ist nicht signifikant.

› Der Koeffizient der Variable „Ausstattung Flughafen“ beträgt -0.049 und ist nicht signifikant.

Vermutet wird ein positiver Zusammenhang zwischen den drei Variablen und den Immobilienwerten. Zwei der nicht signifikanten Koeffizienten weisen ein unerwartetes Vorzeichen aus, und alle drei sind im Betrag wenig bedeutend.

Es kann somit in der vorliegenden Arbeit der Qualitätssicherung kein statistisch signifikanter Einfluss zwischen Flughafennähe und Immobilienwerten ermittelt werden. Das heisst, wir können auf Basis der Datengrundlage der Studie Hagedorn keinen positiven Einfluss des Flughafens auf die Immobilienpreise in der Umgebung nachweisen.

Das Ergebnis des Zusammenhangs Lärm-Immobilienwert reiht sich nahtlos in die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen im Zusammenhang zwischen Lärm und Immobilienwert ein. Einige Beispiele dazu zeigt Tabelle 4.

<b>STUDIEN ÜBER FLUGLÄRM UND IMMOBILIENWERT</b>		
<b>Autor</b>	<b>Flughafen</b>	<b>% Wertverlust pro dB (NSDI)</b>
INFRAS/Hagedorn	Frankfurt	0.81
Minderwertmodell Unique	Zürich	0.8
Salvi (2003)	Zürich	0.74
IER (2003)	Frankfurt/Main (reine Übertragung)	0.61
Schipper (1998)	Metastudie für 30 US- und UK- Flughäfen	0.83
Yamaguchi (1996)	London	0.64
Collins & Evans (1994)	Manchester	0.65-1.28

**Tabelle 4** NSDI: Noise Sensitivity Depreciation Index. Die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte

### 3.5. VERGLEICH MIT DER STUDIE HAGEDORN

Die Studie Hagedorn kommt zum Ergebnis, dass eine Immobilie, die - im Verhältnis zu einer anderen mit einem Dezibel mehr Fluglärm - im Durchschnitt einen um 1% niedrigeren Preis aufweist; woraus geschlossen wird dass eine Zunahme des Fluglärms um einem Dezibel im Durchschnitt eine Wertminderung von 1% erfährt. In der Studie Hagedorn ist dieser Wert ein Input in die Vergleichsanalyse. Wie oben ausgeführt kommt die Qualitätssicherung zu einer Wertminderung von 0.81% pro dB. Die Qualitätssicherung liegt damit mit der Schätzung aus der Regression leicht tiefer als die Studie Hagedorn. Beide Schätzungen liegen

jedoch im Bereich der bisherigen Ergebnisse im Zusammenhang zwischen Fluglärm und Immobilienwerten in der internationalen Literatur. Der Wert der Qualitätssicherung liegt eher im tieferen Bereich, der Wert in der Studie Hagedorn eher im oberen Bereich der Bandbreite der bisherigen Schätzungen.

Der Unterschied ist in der unterschiedlichen Methodik der Studie Hagedorn und der Qualitätssicherung durch INFRAS begründet. Während in der Studie Hagedorn die Ortsteile von Gemeinden die Betrachtungs- und Aussageeinheit bilden, rechnet die Qualitätssicherung mathematisch-logisch über den Gesamttraum der von Fluglärm betroffenen Immobilien um den Flughafen Frankfurt.

Die beiden Ergebnisse widersprechen sich nicht. Allein bezogen auf diesen unterschiedlichen Wertminderungseinfluss über Fluglärm ergäben sich bei der Qualitätssicherung bei der Hochrechnung der Wertminderungen zwischen 2005 rund 20% tiefere Wertverluste gegenüber der Studie Hagedorn. Kapitel 0 zeigt die Ergebnisse der Qualitätssicherung zu den Wertverlusten, einen Vergleich mit der Resultaten der Studie Hagedorn sowie Begründungen und Interpretationen zu auftauchenden Differenzen in den Gesamtwirkungen.

Ein Unterschied der Studie Hagedorn im Vergleich zu Infras ist, dass die Studie Hagedorn annimmt, dass Lärm ab 50db Wert mindernd wirkt. Gemäss der Regressionsschätzung von INFRAS wirkt Fluglärm bereits ab 45db Wert etwas mindernd, die Annahme, dass dies erst ab 50dB der Fall ist, verschlechtert aber die Schätzgleichung nicht. Deshalb verwendet die QS Infras in einem ersten Schritt ebenfalls 50dB als unterste Schwelle der Lärmwirksamkeit.

Die Studie Hagedorn findet einen deutlichen, positiven Einfluss des Flughafens auf die Immobilienwerte. In der Studie wird festgehalten, dass die positiven Einflüsse je Gemeinden und je Ortsteil aber sehr stark unterschiedlich sein können und je nach Bevölkerungs- und Gebäudestruktur bei sonst gleichen Bedingungen stark variieren. Angesichts dieser Aussagen aus den empirischen Arbeiten von Prof. Hagedorn wird zusätzlich nachvollziehbar, dass im Durchschnitt der Betrachtungen keine verlässliche Aussage zu den Nutzenwirkungen zu machen ist. Da in der Regression nach einem durchschnittlich geltenden Einfluss gesucht wird, erstaunt somit nicht, dass wir diesen positiven Einfluss nicht identifizieren konnten.

Der Umstand dass in der Regression keine positive Wirkung bestimmt werden konnte bedeutet nicht, dass sie nicht existiert. Die Studie Hagedorn zeigt, dass der Nachweis lokal differenzierter erfolgen muss. Die Erkenntnis, dass der Nutzen einen in der Regression nicht nachweisbaren Einfluss bildet, stellt die Ergebnisse der Studie Hagedorn zu diesem Aspekt demnach keineswegs in Frage.

## 4. PLAUSIBILISIERUNG DER HOCHRECHNUNG DER IMMOBILIENWERTVERLUSTE IM ZUSTAND 2020

### 4.1. VORGEHEN

In einem zweiten Schritt wurden die über die Regression gefundenen Zusammenhänge zwischen Fluglärm und dem Wert von Wohnimmobilien auf einen Zustand 2020 mit Ausbau des Flughafens hochgerechnet. Dabei wurde der Zustand mit Ausbau in 2020 mit demjenigen der heutigen Situation (2005) verglichen. Die Berechnung erfolgte in drei Berechnungsstufen:

- › Zuerst wurde ermittelt, wie viel Gebäude 2005 in den Zuständen „100/100“ und „Realverteilung“ welche Lärmexposition aufweisen. Danach wurde berechnet, welche Gebäude aufgrund des Flughafenausbaus 2020 eine Veränderung der Lärmexposition erfahren (Zunahme oder Abnahme des Lärms). Dies erfolgte auf der Basis der Karte der Lärmkonturen 2005 und 2020, die in 5 dB-Stufen unterteilt sind. Diese Berechnungen wurden nach dem Ausmass der Veränderung differenziert, d.h. es wurde festgehalten, wie viel Gebäude eine Veränderung von 5 dB, wie viel eine von 10 dB, usw. erfahren.
- › Danach wurde allen Gebäuden ein durchschnittlicher Gebäudewert für den Zustand 2005 zugeordnet. Dieser Wert ist nach Gemeinden differenziert.
- › Entsprechend ihrer veränderten Lärmexposition im Jahre 2020 gegenüber 2005 wurden schliesslich die Immobilienwertveränderungen entsprechend den bis 2020 veränderten Lärmexposition errechnet, basierend auf den Ergebnissen aus der Regressionsgleichung. Die Summe von Wertzunahmen und Wertverlusten im Jahr 2020 gegenüber 2005 ergibt einen Saldo von Immobilienwertverlusten für das gesamte Gebiet um den Flughafen Frankfurt. Dieser Wert kann nach Gemeinden aufgeteilt ausgewiesen werden.

Die Bearbeitung der ersten Stufe erfolgte mittels eines Geografischen Informationssystems (GIS) am Computer. Damit konnte jedes Gebäude elektronisch mit grosser Genauigkeit einer Lärmkurve und einer Nutzungszone (nur Wohnzonen wurden einbezogen) zugeordnet werden.

#### Varianten

Die Hochrechnung wurde für zwei Zustände der Lärmverteilung durchgeführt: Einerseits für eine Realverteilung (im Folgenden mit „Realverteilung“ bezeichnet) andererseits für eine umhüllende Verteilung (im Folgenden „100/100“).

### **Wohn- und Mischzonen**

Wie die meisten Studien zu Lärmwirkungen auf Immobilienwerte hat sich die Studie Hagedorn bei der Analyse auf Wohngebäude beschränkt. Weil aber in der Literatur unklar ist, ob dies auch für Fluglärm so zutrifft, rechneten wir im Sinne einer Sensitivität auch die Immobilienwertminderungen bei Gebäuden in Mischzonen aus. Es zeigt sich, dass die resultierenden Wertminderungen in Mischzonen nur einen kleinen Bruchteil der Wertminderungen bei Wohnimmobilien ausmachen und deshalb die Beschränkung der Berechnungen auf die Wohnimmobilien in der Interpretation absolut zu gleichen Ergebnissen führt wie wenn man Mischzonen zusätzlich einbeziehen würde.

## **4.2. DATENGRUNDLAGEN**

### **Lärmkurven**

Die Lärmkurven für die Jahre 2005 und 2020 und jeweils für die beiden Zustände „100/100“ und „Realverteilung“ wurden der Qualitätssicherung als GIS-Datei zur Verfügung gestellt. Vorhanden waren die Kurven 45, 50, 55, 60, 65 und 70 dB.

### **Katasterdaten**

Elektronische Katasterdaten der betroffenen Gebiete wurden vom Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation zur Verfügung gestellt. Für die betroffenen Gebiete ausserhalb des Landes Hessen standen für Mainz ebenfalls Geodaten zur Verfügung, für den Rest des in Rheinland-Pfalz betroffenen Gebiets jedoch nicht. In diesen Fällen wurde der Gebäudebestand auf der Basis von Gebieten mit ähnlicher Siedlungsdichte abgeschätzt.

### **Gebäudewert**

Angaben zu den mittleren Gebäudewerten in einer bestimmten Gemeinde wurden aus der Studie Hagedorn entnommen. Für diejenigen Gemeinden, die nicht von der Studie Hagedorn berücksichtigt worden sind, wurde ein mittlerer Wert für die Gesamtregion auf der Basis der vorhandenen Daten berechnet.

### **Zahl der von Lärm betroffenen Liegenschaften**

Die folgende Figur zeigt die Zahl der von Fluglärm betroffenen Wohnimmobilien im Jahr 2005 und 2020, die wir in die Analyse und Hochrechnung der QS Infras einbezogen haben:



<b>ANZAHL DER BETROFFENEN GEBÄUDE 2005 UND 2020</b>						
<b>Variante</b>	<b>45 dB</b>	<b>50 dB</b>	<b>55 dB</b>	<b>60 dB</b>	<b>65 dB</b>	<b>Total</b>
<b>2005</b>						
Real	106'504	46'793	17'888	2'104	0	173'289
100/100	142'615	73'277	39'394	4'408	1'382	261'076
<b>2020</b>						
Real	112'806	66'331	33'388	5'254	0	217'779
100/100	131'148	93'183	51'965	13'927	1'761	291'984

Tabelle 5

### 4.3. ERGEBNISSE

Die Qualitätssicherung durch Infras (QS Infras) hat wie dargelegt einen alternativen Pfad zur Bestimmung der erwarteten Immobilienwertverluste beim Ausbau des Flughafens Frankfurt beschränkt. Dabei haben wir die Ergebnisse der ökonomischen Schätzung zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und Immobilienwerten auf die gesamte betroffene Region hochgerechnet.

Bei unseren Hochrechnungen der Immobilienwertverluste unterscheiden wir wie die Studie Hagedorn zwischen den beiden Zuständen „100/100“ und „Realverteilung“. Zur Berechnung der durch den Ausbau verursachten Immobilienwertverluste der zwei betrachteten Zustände wird jeweils die Situation im Jahr 2005 und 2020 je Zustand verglichen.

Bei der Präsentation der Ergebnisse weisen wir nicht einen „richtigen“ Betrag der aus dem Ausbau des Flughafens Frankfurt resultierenden Immobilienwertverluste aus. Die Diskussionen in der entsprechenden Fachliteratur, die politischen Diskussion europaweit und unsere Erfahrungen in diesem Thema zeigen, dass es nicht eine scharfe Abgrenzung oder Regel gibt, ab welchem Dezibel-Wert eine Lärmwirksamkeit auf die Immobilienpreise beobachtet beziehungsweise anerkannt wird. Prof. Hagedorn hat in seiner Analyse festgestellt, dass ab 50db Immobilienwertverluste erkennbar sind. Andere Studien an anderen Standorten kommen teils zu höheren, teils zu tieferen Grenzen der Lärmwirksamkeit.

Zur Erhöhung der Transparenz und als Grundlage für weitere politische Prozesse Diskussionen stellen wir die Ergebnisse unserer Berechnung der Immobilienwertverluste jeweils in folgenden vier Abgrenzungen dar und vergleichen diese mit den Ergebnissen der Studie Hagedorn:

- › „Infras 50dB Max“: Lärmwirksamkeit ab 50 dB, Zahl der betroffenen Gebäude nach Abgrenzung Infras
- › „Infras 50dB Min“: Lärmwirksamkeit ab 50 dB, Zahl der betroffenen Gebäude nach Abgrenzung Hagedorn
- › „Infras 55dB“: Lärmwirksamkeit ab 55 dB
- › „Infras 60dB“: Lärmwirksamkeit ab 60 dB

Unter der Lärmwirksamkeitsgrenze 50dB spielt es eine Rolle, ob man nach der Zahl der betroffenen Gebäude gemäss Infras-Methode oder gemäss Hagedorn-Methode abgrenzt. Bei höheren Lärmgrenzen entstehen nur noch geringe Unterschiede.

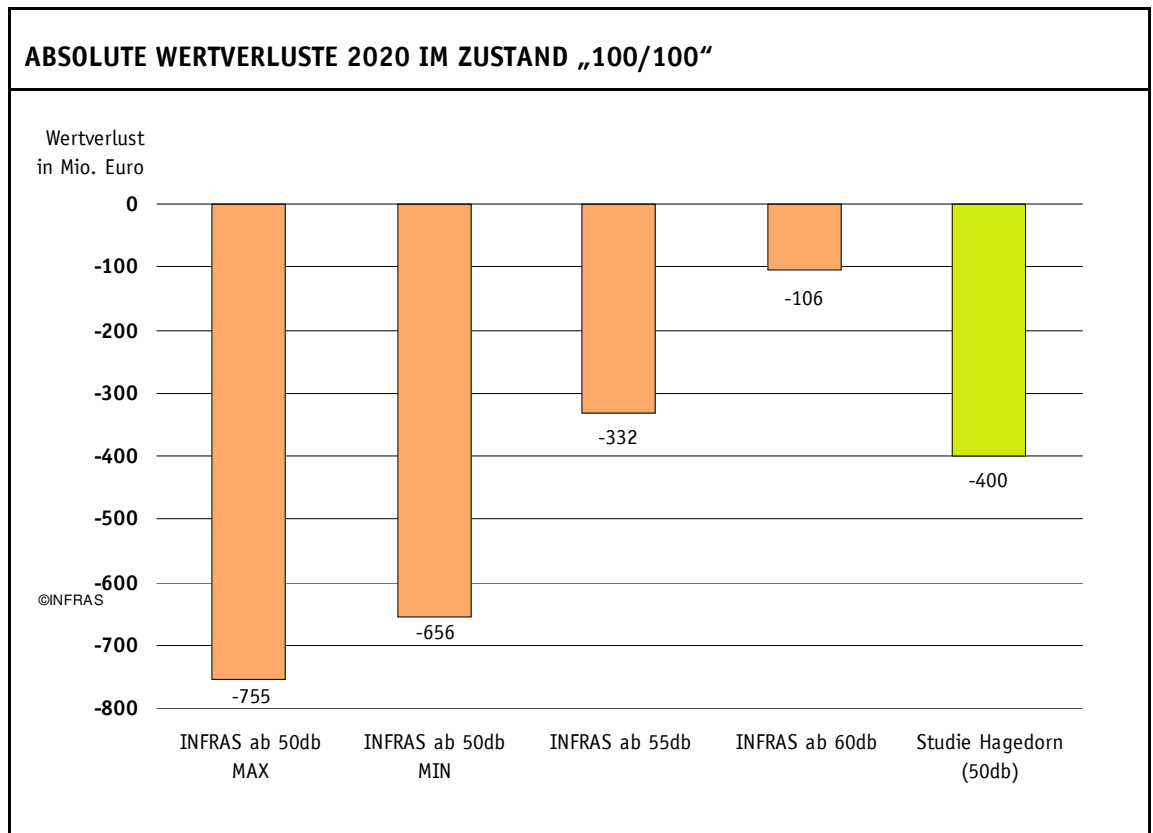
Infras hat bei der Bestimmung der Zahl der von Fluglärm betroffenen Immobilien die Katasterdaten mit den Lärmkurven 2020 verschnitten und elektronisch Gebäude genau die Betroffenheit bestimmt.

In der Studie Hagedorn kommt die Ortsteilanalyse zum Schluss, dass Gemeinden dann Immobilienwertminderungen erfahren, wenn sie in Bezug auf die Anzahl Gebäude je Gemeinde zu mindestens 40% (mit >50dB) belärmt sind. Unter diesem Schwellenwert von 40% ist in der Studie Hagedorn keine Wertminderung durch Fluglärm auf die Immobilienpreise erkennbar. Sind mehr als 40% der Gebäude Fluglärm von mehr als 50dB ausgesetzt, dann hat dies für die ganze Gemeinde Immobilienwert senkende Einflüsse gemäss der Studie Hagedorn.

Der Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass über die Methode von Infras eher ein oberer Wert berechnet wird und mit der Abgrenzung Hagedorn eher ein unterer Wert.

#### 4.3.1. WERTVERLUSTE ZUSTAND „100-100“

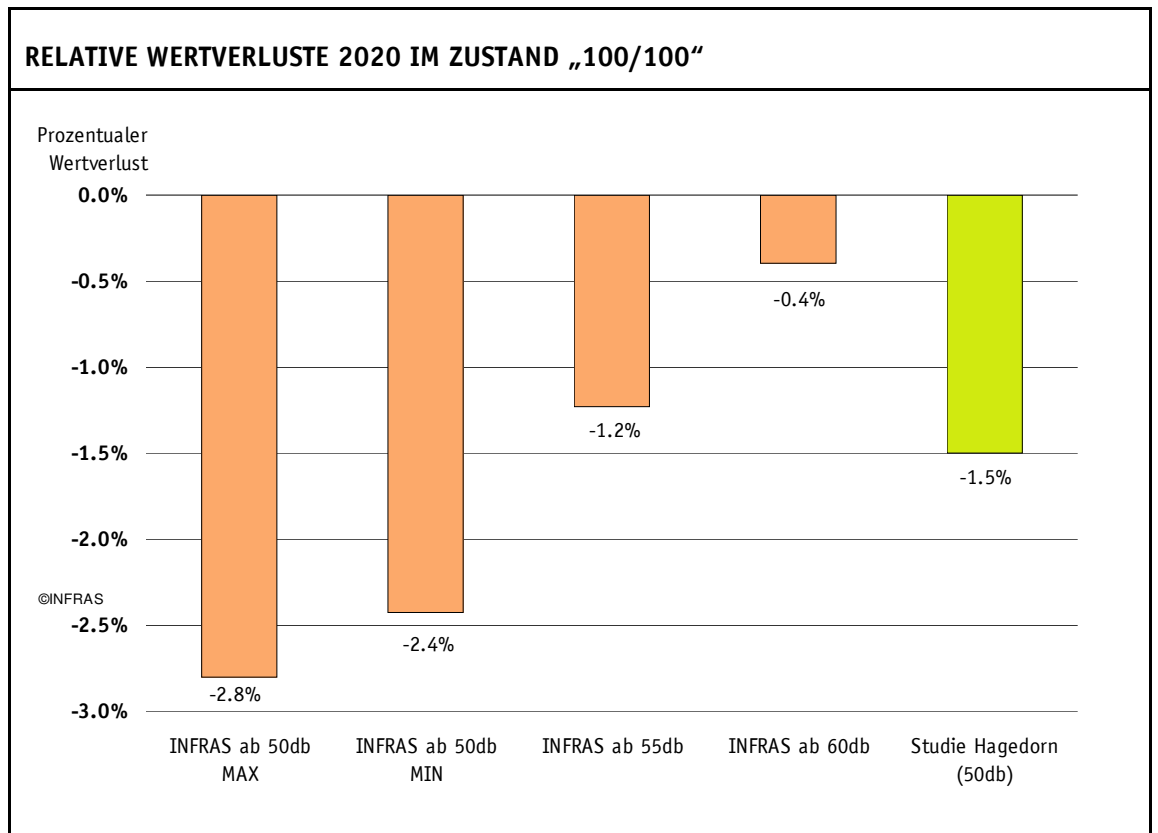
Je nach Annahme zur Grenze der Lärmwirksamkeit schwanken die Immobilienwertverluste 2020 gemäss unserer Berechnung im Zustand „100/100“ zwischen 100 Mio. Euro (Grenze der Lärmwirksamkeit 60dB) und 750 Mio. Euro (Grenze 50dB Max). Die Ergebnisse der Studie Hagedorn liegen (Grenze 50dB) mit einem Wertverlust von 400 Mio. Euro in der Grössenordnung dazwischen.



**Figur 1:** Quelle: Eigene Berechnungen und Hagedorn 2007

Die Säule der Infras-Ergebnisse ganz links und die Ergebnisse Hagedorn ganz rechts in der Figur 1 zeigen die Unterschiede zwischen der Rechnung der Qualitätssicherung und der Studie Hagedorn bei einer einheitlichen Lärmgrenze von 50dB und unterschiedlicher Abgrenzung der betroffenen Gebäude.

Wie dargelegt umfasst die Gebäude-genaue Lärmzuordnung (Methode Infras) eine größere Anzahl Gebäude mit Wertminderungen als die empirisch gestützte Methode in der Studie Hagedorn. Wenn wir die Infras-Ergebnisse mit derselben Abgrenzung wie in der Studie Hagedorn rechnen, dann fällt das Infras-Ergebnis unter derselben Lärmgrenze 100 Mio. Euro geringer aus. Es verbleibt eine Differenz von 250 Mio. Euro zu den Ergebnissen der Studie Hagedorn. Auf die Ursachen dieser Differenzen wird in Kapitel 4.4 eingegangen.



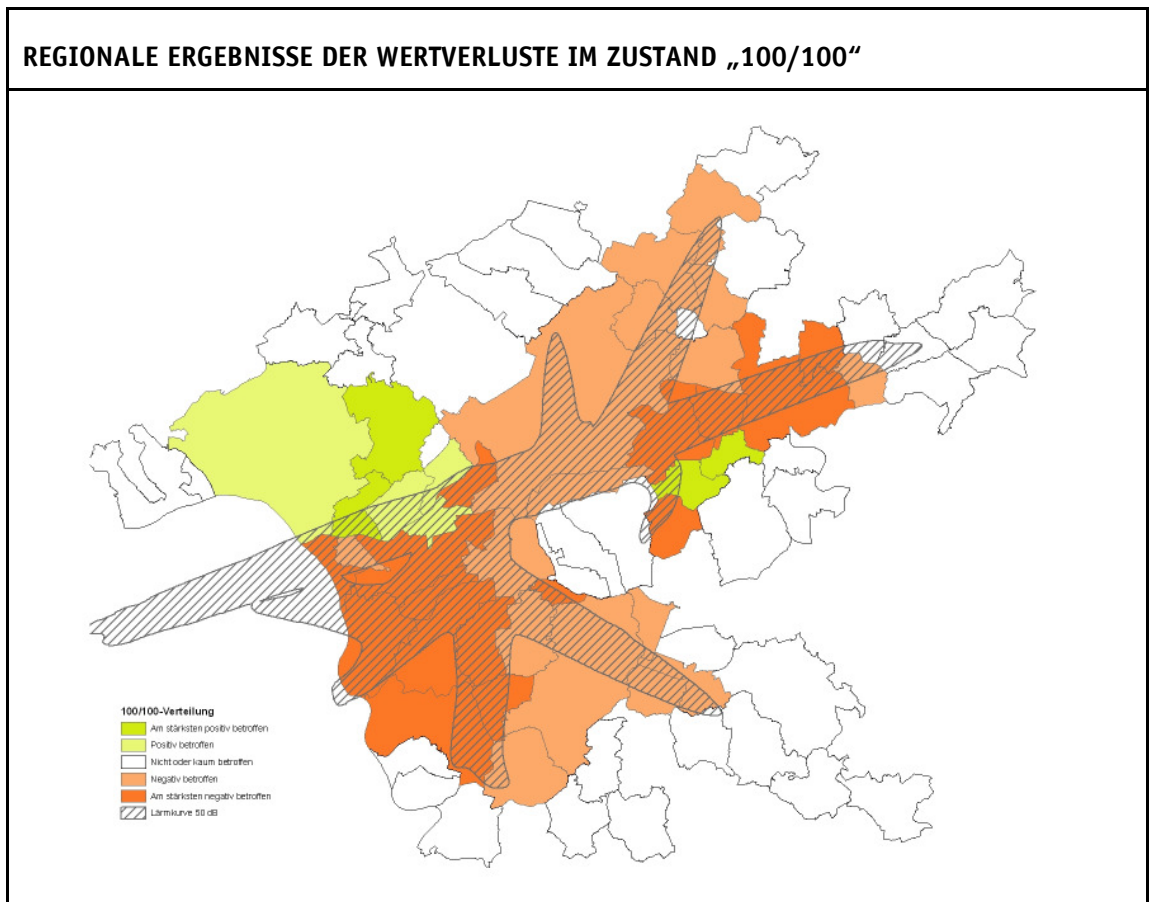
Figur 2: Quelle: Eigene Berechnungen und Hagedorn 2007

Der Gesamtwert der Wohnimmobilien der untersuchten Region um den Flughafen Frankfurt beträgt gemäss Angaben in der Studie Hagedorn im Jahr 2005 rund 27 Mia. Euro.

Wenn man die errechneten Immobilienwertverluste zum Gesamtwert in Relation setzt, so zeigt sich, dass der Ausbau des Flughafens Frankfurt mit Wertverlusten zwischen knapp 0.5% und knapp 3% des Gesamtwerts der Immobilien verbunden ist. Bei einer einheitlichen Lärmgrenze von 50dB liegt Infrass wie bei den absoluten Werten entsprechend höher als das Ergebnis der Studie Hagedorn.

Die folgende Figur zeigt einen räumlichen Eindruck, wie sich die Immobilienwerte im Zustand „100/100“ in der Umgebung des Flughafens Frankfurt unter Ausbau je nach Gemeinde im Vergleich zum heutigen Zustand unterschiedlich positiv oder negativ entwickeln.

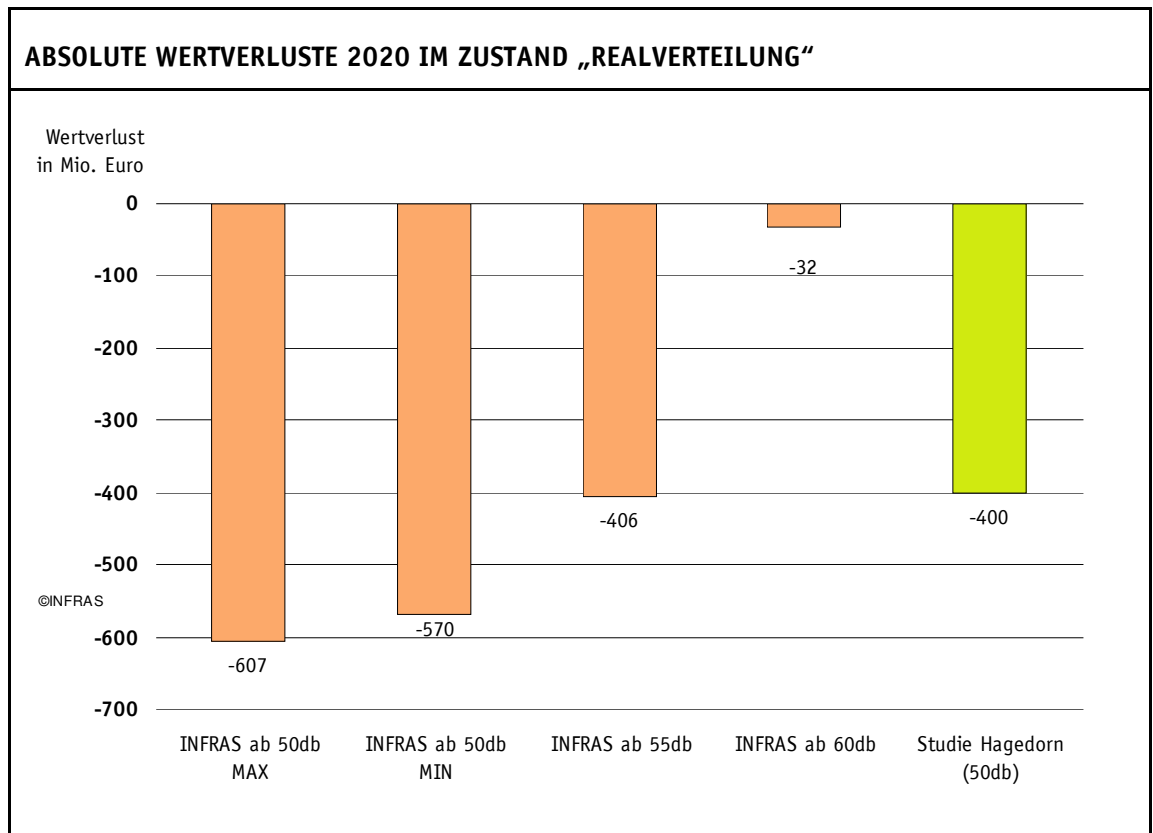
Im Bundesland Rheinland-Pfalz (rund um Mainz) hat der Flughafen wie an der Lärmkontur erkennbar natürlich auch Auswirkungen. Uns fehlten aber leider die nötigen Angaben, um die Karte in diesem Bereich gleichartig zu vervollständigen.



**Figur 3:** Quelle: Eigene Berechnungen ;  
 In Grüntönen sind die im Vergleich zu 2005 die weniger von Fluglärm betroffenen Gemeinden eingefärbt, in Rottönen die Gemeinden, die im Vergleich zu 2005 zusätzliche Immobilienwertverluste erfahren. Je dunkler die jeweilige Farbe, desto stärker ist die Gemeinde in die entsprechende Richtung betroffen.

#### 4.3.2. WERTVERLUSTE ZUSTAND „REALVERTEILUNG“

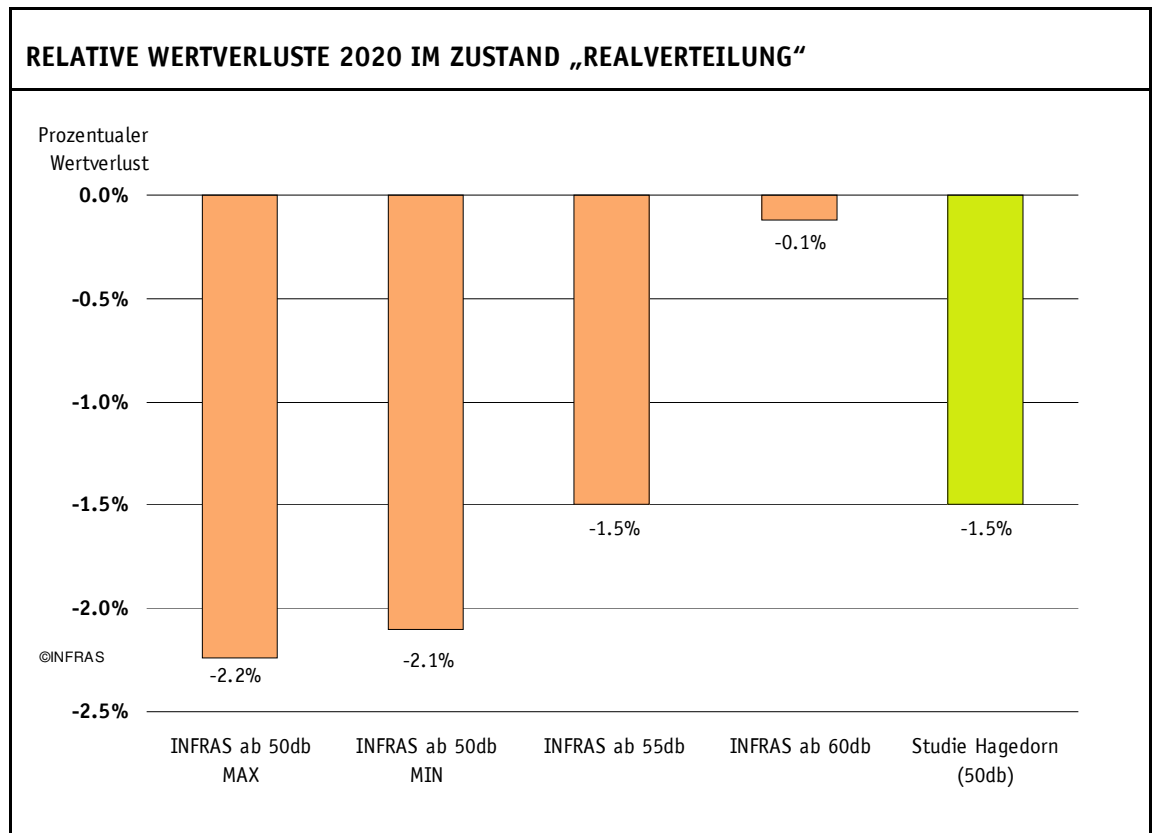
Je nach Annahme zur Grenze der Lärmwirksamkeit schwanken die Immobilienwertverluste 2020 im Zustand „Realverteilung“ zwischen 30 (Grenze der Lärmwirksamkeit 60dB) und 600 Mio. Euro (Grenze 50dB Max). Die Ergebnisse der Studie Hagedorn liegen (Grenze 50dB) mit einem Wertverlust von 400 Mio. Euro in der Grössenordnung dazwischen.



Figur 4: Quelle: Eigene Berechnungen und Hagedorn 2007

Die Säule der Infras-Ergebnisse links und die Ergebnisse Hagedorn rechts in der Figur 4 zeigen die Unterschiede zwischen der Rechnung der Qualitätssicherung und der Studie Hagedorn bei einer einheitlichen Lärmgrenze von 50dB und unterschiedlicher Abgrenzung der betroffenen Gebäude.

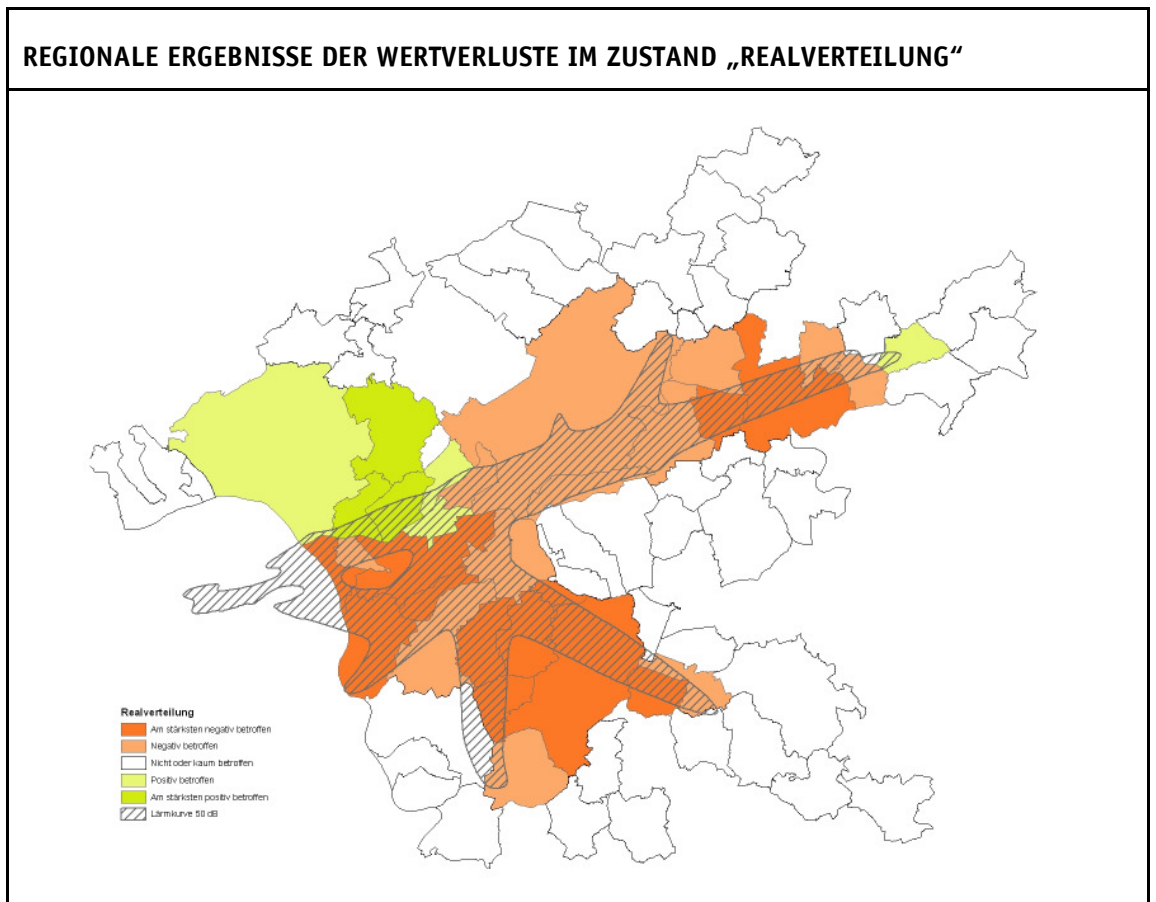
Unter der Methode Infras bei der Abgrenzung der Gebäude mit Wertminderungen wird wiederum eine höhere Zahl ermittelt als mit der Methode der Studie Hagedorn. Wenn wir die Infras-Ergebnisse mit derselben Abgrenzung wie in der Studie Hagedorn rechnen, dann fällt das Infras-Ergebnis unter derselben Lärmgrenze 37 Mio. Euro geringer aus. Der Unterschied in den Ergebnissen ist demnach in der Realverteilung weniger wichtig zur Erklärung der Unterschiede in den Ergebnissen zwischen der Studie Hagedorn und der QS Infras. Es verbleibt eine Differenz von 170 Mio. Euro zu den Ergebnissen der Studie Hagedorn. Auf die Ursachen dieser Differenzen wird wie erwähnt in Kapitel 4.4 genauer eingegangen.



**Figur 5:** Quelle: Eigene Berechnungen und Hagedorn 2007

Zur Erinnerung, der Gesamtwert der Immobilien der untersuchten Region um den Flughafen Frankfurt beträgt im Jahr 2005 rund 27 Mia. Euro. Wenn man die errechneten Immobilienwertverluste im Zustand „Realverteilung“ zum Gesamtwert in Relation setzt, so zeigt sich, dass der Ausbau des Flughafens Frankfurt mit Wertverlusten zwischen nahe 0% und gut 2% des Gesamtwerts der Immobilien verbunden ist.

Die folgende Figur zeigt einen räumlichen Eindruck, wie sich die Immobilienwerte im Zustand „Realverteilung“ in der Umgebung des Flughafens Frankfurt unter Ausbau je nach Gemeinde unterschiedlich positiv oder negativ entwickeln im Vergleich zum heutigen Zustand.



**Figur 6:** Quelle: Eigene Berechnungen;  
 In Grüntönen sind die im Vergleich zu 2005 die weniger von Fluglärm betroffenen Gemeinden eingefärbt, in Rottönen die Gemeinden, die im Vergleich zu 2005 zusätzliche Immobilienwertverluste erfahren. Je dunkler die jeweilige Farbe, desto stärker ist die Gemeinde in die entsprechende Richtung betroffen.

Im Kapitel 4.3.3 werden die Karten der regionalen Erkenntnisse für „100/100“ und „Realverteilung“ noch miteinander verglichen.

### 4.3.3. VERGLEICH „100/100“ UND „REALVERTEILUNG“

Die Abschätzung der Qualitätssicherung über die Regressionsanalyse und die entsprechende Hochrechnung der Immobilienwertverluste eines Ausbaus am Flughafen Frankfurt kommt zum Ergebnis, dass der Zustand „100/100“ mit höheren Werteinbussen verbunden ist als der Zustand „Realverteilung“, wenn als Grenze der Lärmwirksamkeit 50db oder 60db gewählt werden. Bei einer unterstellten Grenze der Lärmwirksamkeit von 55dB dagegen weist „100/100“ etwas geringere Wertverluste aus als „Realverteilung“.

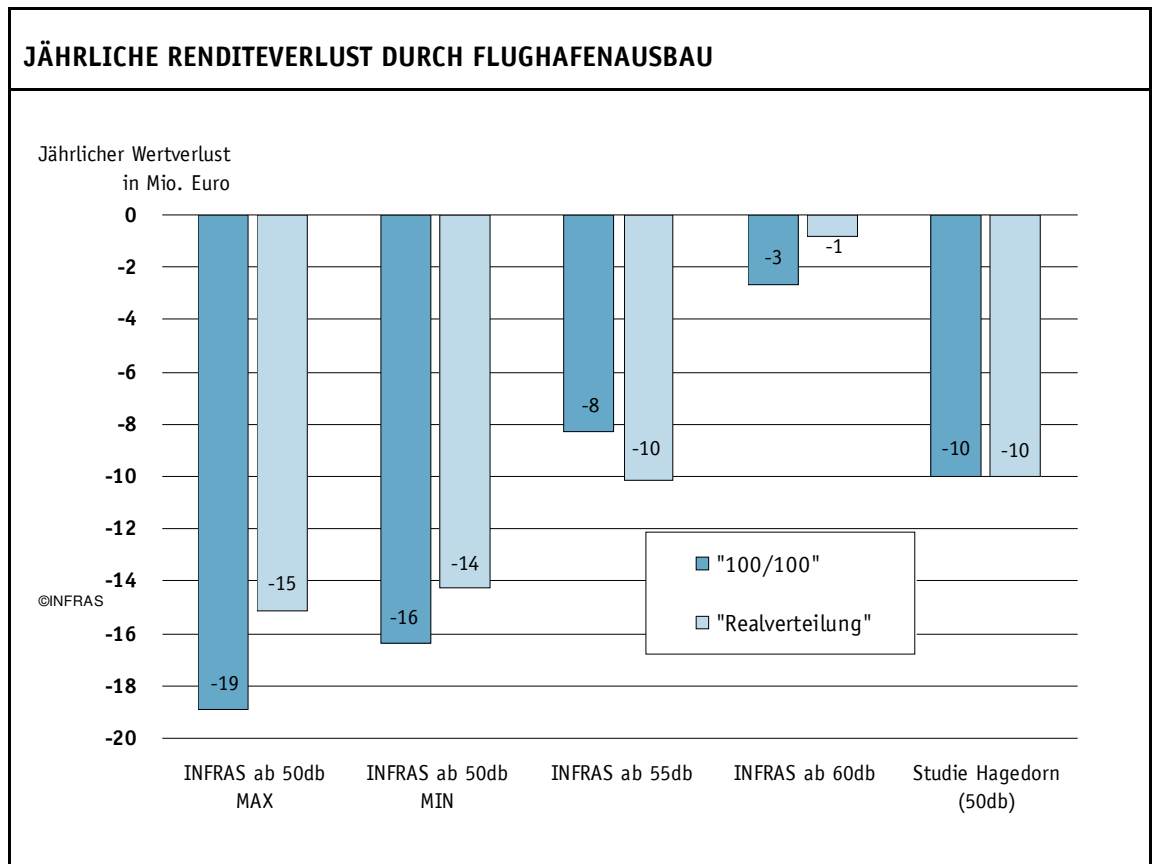


<b>ÜBERSICHT DER IMMOBILIENWERTVERLUSTE BEI VERSCHIEDENEN GRENZEN DER LÄRMWIRKSAMKEIT FÜR „100/100“ UND „REALVERTEILUNG“</b>					
	<b>Infras 50dB Max</b>	<b>Infras 50dB Min</b>	<b>Infras 55dB</b>	<b>Infras 60dB</b>	<b>Hagedorn 50dB</b>
<b>„100/100“</b>	-755	-656	-332	-106	-400
<b>„Realverteilung“</b>	-607	-570	-406	-32	-400

**Tabelle 6** Quelle: eigene Berechnungen

Der Vergleich der Ergebnisse der QS Infrasschall zwischen den Zuständen „100/100“ und „Realverteilung“ zeigt, dass im Zustand „100/100“ die zu erwartenden Wertverluste höher ausfallen als bei der „Realverteilung“. Bei einer Lärmgrenze von 50dB (Max) liegen die errechneten Immobilienwerte bei „100/100“ rund ein Viertel höher als bei „Realverteilung“. Gemäss den Ergebnissen der Studie Hagedorn sind die beiden Zustände mit vergleichbaren Wertverlusten bei den Immobilien verbunden, was wiederum mit der im Vergleich zu uns unterschiedlichen Abgrenzung der einzubeziehenden Anzahl von Immobilien zu tun hat.

Die ausgewiesenen Wertverluste stellen einmalige Niveauekorrekturen des gesamten Immobilienwerts in der Region dar. Um sie in der Grössenordnung besser fassbar zu machen, kann man diese Gesamtverluste auch in jährliche Einbussen umrechnen, indem man den Wertverlust durch die durchschnittliche Lebensdauer von Wohnimmobilien teilt (hier verwendet: 40 Jahre). Damit erhält man den jährlichen Renditeverlust, der mit dem Ausbau verursacht wird. In dieser Form können die Wertverluste auch besser in den Zusammenhang zu anderen jährlichen Flussgrössen gestellt werden, die in politischen Diskussionen und Prozessen eine Rolle spielen können.

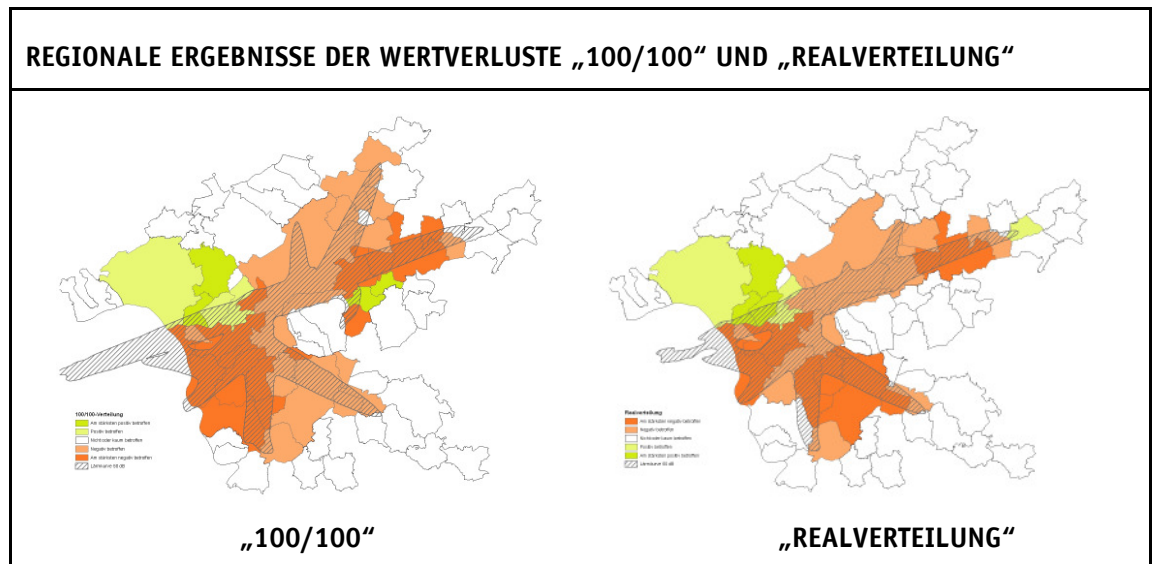


Figur 7: Quelle: Eigene Berechnungen und Hagedorn 2007

Die Figur 7 zeigt, dass die jährlichen Renditeminderungen zwischen 3 und 19 Mio. Euro im Zustand „100/100“ liegen und bei 1 bis 15 Mio. Euro bei der Realverteilung, je nachdem welche Grenze der Lärmwirksamkeit angenommen wird. Die Studie Hagedorn kommt für diese Kenngröße auf einen jährlichen Verlust von 10 Mio. Euro für beide Zustände bei einer Lärmwirksamkeitsgrenze von 50dB. Die zuvor gemachten Kommentare zum Unterschied der Ergebnisse zwischen der Studie Hagedorn und der QS Infras oder zum Unterschied der beiden betrachteten Zustände mit Flughafenausbau bleiben weiterhin gültig. Die relativen Unterschiede bei den jährlichen Renditeverlusten sind identisch mit den absoluten Gesamtverlusten der Ergebnisse, da bei allen dieselbe Lebensdauer der Wohnimmobilien unterstellt wurde.

Die folgende Figur zeigt die beiden Karten mit der regionalen Verteilung, der durch den geplanten Flughafenausbau entstehenden Immobilienwertverluste, im Vergleich der beiden Zustände „100/100“. In Grüntönen sind die im Vergleich zu 2005 die weniger von Fluglärm betroffenen Gemeinden eingefärbt, in Rottönen die Gemeinden, die im Vergleich zu 2005

zusätzliche Immobilienwertverluste erfahren. Je dunkler die jeweilige Farbe, desto stärker ist die Gemeinde in die entsprechende Richtung betroffen.



Figur 8: Quelle: Eigene Berechnungen

#### 4.4. GRÜNDE FÜR UNTERSCHIEDE ZUR STUDIE HAGEDORN

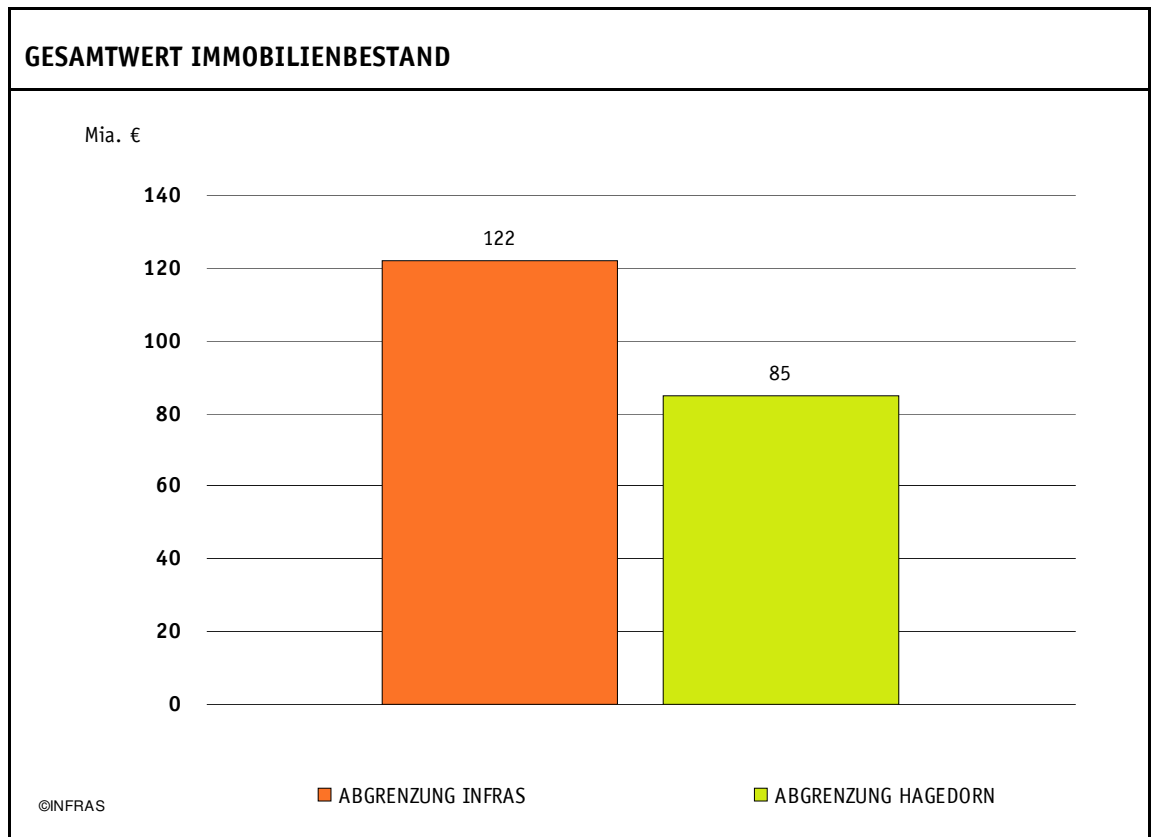
Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Studie Hagedorn und den Ergebnissen INFRAS können durch die zum Teil unterschiedliche Methodik erklärt werden. Tabelle 7 zeigt die Eckdaten der beiden Vorgehen im Vergleich.

<b>VERGLEICH DER METHODIK STUDIE HAGEDORN MIT INFRAS</b>		
	<b>Studie Hagedorn</b>	<b>Qualitätssicherung INFRAS</b>
Wirkungszusammenhang Lärm und Immobilienwert	1.0% pro dB(A)	0.8% pro dB(A)
Immobilienmerkmale	identisch	
Mittlerer Immobilienwert Ausgangszustand	identisch	
Anzahl einbezogene Gemeinden	26	42
Einbezug Ortsteileinflüsse	Ja	Nein
Bestimmung Anzahl betroffener Wohnimmobilien	Nach Ortsteilen	Gebäudegenau
Bestimmung Nutzungszonen	Nach Ortsteilen	Gebäudegenau
Einbezug Nutzenaspekte	Ja	Nein

Tabelle 7

Als wichtiger Aspekt zur Erklärung der abweichenden Ergebnisse kann die unterschiedliche Zahl der einbezogenen Gemeinden genannt werden (Hagedorn: 26, INFRAS: 42); dementsprechend wurden von der QS INFRAS deutlich mehr Wohnimmobilien in die Hochrechnung einbezogen. Der Unterschied in der Anzahl einbezogener Gemeinden stammt daher, dass Infras dank der Bearbeitung mittels eines GIS eine Gebäude-genaue Ermittlung der Anzahl betroffener Wohngebäude über einer bestimmten dB-Grenze durchführen konnte. In der Studie Hagedorn wurde ein Ortsteil dann (insgesamt) in die Wertminderungsrechnung einbezogen, wenn die Belärmung (>50dB) mindestens 40% der Gebäude des Ortsteils betraf. Dies führte in der Summe dazu, dass in den Arbeiten von Infras deutlich mehr Wohnimmobilien einbezogen wurden als in der Studie Hagedorn. In der Studie Hagedorn liegt hier jedoch kein Fehler in der Berechnung vor sondern Absicht, weil gemäss der Erkenntnis der Analysen von Prof. Hagedorn in den Ortsteilen erst ab 40% Belärmung über 50dB nachweislich Wertminderungen im Ortsteil auftreten.

Bei einem in beiden Analysen identischen mittleren Gebäudewert führt die Multiplikation mit der von Fluglärm betroffenen Gebäude in diesen unterschiedlichen Systemgrenzen zu einer deutlichen Abweichung des Gesamtwerts des Immobilienbestandes der lärm-betroffenen Grundgesamtheit an Wohnimmobilien.(siehe Figur 9). Dies ist auch ein Hauptgrund für die Unterschiede in den Ergebnissen der beiden Schätzungen (absolute und relative Werte).



Figur 9: Quelle: Eigene Berechnungen und Hagedorn 2007

Ein weiterer Grund für die Abweichungen liegt im Vorgehen zur Abgrenzung der Wohnzonen innerhalb des Siedlungsgebiets, welche die Grundgesamtheit beider Untersuchungen bilden. Die Bearbeitung mittels eines GIS ermöglichte bei der Analyse von INFRAS eine gebäudegenaue Zuteilung der lärmbeeinträchtigten Gebäude zu einer Nutzungszone. Somit konnten die Anzahl betroffener Immobilien in Wohnzonen exakt ermittelt werden. In der Studie Hagedorn wurden die Gewerbe- und Mischzonen grob auf der Karte festgelegt und die betroffenen Gebäude ausgeschlossen. Dies hat gerade in der Innenzone von Großstädten wie Frankfurt und Mainz tendenziell eine Unterschätzung der Anzahl betroffener Wohngebäude in der Studie Hagedorn zur Folge.

## 5. FAZIT

### 5.1. ERGEBNISSE DER PLAUSIBILISIERUNG

Ziel unserer Arbeiten mit der Regressionsanalyse und der Hochrechnung auf Basis der Katasterdaten war es, einen alternativen Berechnungsweg der möglichen Wertverluste an Immobilien im Falle eines Pistenausbaus am Flughafen Frankfurt zu verfolgen und somit eine Qualitätssicherung der Ergebnisse aus der Hauptstudie Hagedorn zu gewährleisten.

Wir ziehen auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse der Studie Hagedorn und unserer Arbeiten folgende Folgerungen:

- › Die wichtigste Grösse in der gesamten Thematik stellt der Wirkungszusammenhang zwischen Fluglärm und Immobilienwert dar. Dabei kommt die Regressionsanalyse der QS auf praktisch identische Werte (1dB mehr Lärm bedeutet 0.8% Wertverlust) wie die Ortsteil spezifische Methode der Studie Hagedorn (1dB mehr Lärm bedeutet 1% Wertverlust). Für den wichtigsten Wirkungszusammenhang der Fragestellung sind die Ergebnisse gut gesichert.
- › In der QS haben wir versucht auch die Nutzelemente über die Regressionsanalyse zu quantifizieren, konnten aber mit unserer Methodik keinen signifikanten Einfluss eruieren. Die Studie Hagedorn hat die positiven Einflüsse der Flughafennähe auf die Immobilienwerte einschätzen können und festgestellt, dass sie stark unterschiedlich sind je Ortsteiltyp und Ortsteilstruktur. Die Tatsache, dass wir in der Regression über das gesamte von Fluglärm betroffene Gebiet keinen positiven Einfluss finden, korrespondiert somit den Ergebnissen der Studie Hagedorn.
- › Die ortsteilspezifischen Ergebnisse der Studie Hagedorn sind aus Sicht der QS plausibel. Die in der Studie Hagedorn angewendete Methodik erlaubt viel detaillierte Aussagen als die Durchschnittsbetrachtung der QS. Die Studie Hagedorn zeigt auch, dass innerhalb kleiner Räume die Wirkungszusammenhänge durchaus deutlich unterschiedlich sein können.
- › Beim Gesamtwert der Immobilienwertverluste im Falle eines Flughafenausbaus gibt es Differenzen zwischen der Studie Hagedorn und der QS Infras. Diese begründen sich weitgehend durch methodische Unterschiede wie die Abgrenzung der relevanten Anzahl Gebäude, die Abgrenzung der Misch- und Gewerbezone, etc. Dies führt zum Schluss, dass die Hochrechnungen für die in der Vergleichspreisanalyse untersuchten Ortsteile präziser sind als die Hochrechnung auf alle Grundstücke in der Flughafenregion.

› Tendenziell sind die Ergebnisse der Studie Hagedorn für die gesamten Wertverluste bei Wohnimmobilien 2020 bei einem Flughafenausbau eher als vorsichtige Schätzungen zu interpretieren. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung haben zusätzlich aufgezeigt, dass die Immobilienwertverluste sehr sensibel auf die Annahmen reagieren, ab welcher Grenze man Lärmwirksamkeit unterstellt bzw. aber welchem dB-Wert man Lärmwirkung anerkennt. Dies ist eine politisch zu lösende Frage. Die Studie Hagedorn und die QS Infras haben aufgezeigt, dass ab 50dB eine Wirkung von Fluglärm auf Immobilienwerte festgestellt werden kann.

## 5.2. OFFENE PUNKTE UND ZUKÜNFTIGE SCHRITTE

Mit der Vergleichspreismethode und der Plausibilisierung können gesicherte Zusammenhänge zum Einfluss von Lärm und weiteren Flughafenrelevante auf die Immobilienpreise von Wohnbauten nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse können für die Ermittlung von Mindeiwerten verwendet werden. Die Analyse beschränkt sich aber ausschliesslich auf Wohnbauten in Wohnzonen. Die Methode kann mit vernünftigen Aufwand den Zusammenhang für Gewerbebauten nicht nachweisen. Hier wäre es interessant, mit Hilfe von Fallbeispiel-Analysen die Wechselwirkungen zwischen Nachfrage und Angebot auf dem Immobilienmarkt, die Zonierungspraxis der Gemeinde und die Einflüsse des Flughafens vertieft zu untersuchen. Denkbar ist nämlich, dass die Flughafennähe und Lärm die Gewerbegebiete fördert, was sich auch auf den Immobilienpreis auswirken kann.

Die Übertragung auf andere (in der Stichprobe nicht enthaltenen) Ortsteile hat sich in der Analyse als machbar erwiesen. Trotzdem sind die Grenzen der Repräsentativität zu nennen. Einerseits ist es gerade die Stärke der Vergleichspreisanalyse, pro Ortsteil genaue Aussagen zu machen, indem die Eigenheiten der Ortsteile berücksichtigt werden. Andererseits ist durchaus auch möglich, dass Fluglärm zu Verdrängungseffekten führt, sodass Ortsteile ohne Fluglärm eine Mehrnachfrage erleben und es dadurch zu Wertsteigerungen kommt. Beides stellt hohe Ansprüche an die Stichprobengrösse und den damit verbundenen Auswertungsaufwand. Bezüglich der vorliegenden Analyse kann festgehalten werden, dass die Abgrenzung sinnvoll und ausreichend war. Der Übertragbarkeit sind aber Grenzen gesetzt, was dazu führt, dass für präzise Detailaussagen für die nicht in der Stichprobe erfassten Ortsteile weitere Analysen notwendig wären.

Ein letzter Punkt betrifft die Berücksichtigung der Dynamik. Die Analyse ist eine Querschnittsanalyse der heutigen Begebenheiten, deren Ergebnisse auf zukünftige Begebenheiten

ten (Pistenausbau) übertragen werden. In dieser Analyse ist deshalb die durch das Wachstum des Flughafens

- › zusätzliche Arbeitskräfte und Einnahmepotenziale für die Gemeinden einerseits, die die Nachfrage nach Wohnraum erhöhen und sich preissteigernd auswirken,
- › zusätzliche Lärmbelastungen andererseits, die sich auf die Siedlungsentwicklung negativ auswirken und auch zu einer Abnahme von Wohnraum in Relation zu Gewerberaum führen kann,

nicht berücksichtigt. Die Analyse geht von einer konstanten Besiedlung aus, die aber den technischen Fortschritt der Flugzeuge (Lärmbelastung 2020) berücksichtigt. Diese Annahme ist vernünftig, kann aber dadurch nicht alle Effekte abbilden. Mit einer vertieften Analyse (wiederum sinnvollerweise als Fallbeispiel für eine Gemeinde konzipiert), könnten diese Wechselwirkungen weiter vertieft werden.



## LITERATUR

- COLLINS, A., EVANS, A., 1994:** Aircraft noise and residential property values: An artificial neural network approach. *Journal of Transport Economics and Policy*. 175-197.
- HAGEDORN 2006:** Analyse von Immobilienpreisänderungen im Umfeld des Flughafens Frankfurt/M. Vorläufiges Ergebnisbericht. Detmold, Im November 2006.
- IER 2003:** Ermittlung externer Kosten des Flugverkehrs am Flughafen Frankfurt/Main, S. A. Schmid, P. Preiss, A. Gressmann, R. Friedrich, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart.
- SALVI, M., 2003:** Spatial Estimation of the Impact of Airport Noise on Residential Housing Prices. Zürcher Kantonalbank. Zürich 1999
- SCHIPPER Y., NIJKAMP P., RIETVELD P., 1998:** Why do aircraft noise value estimates differ? A meta-analysis. *Journal of Air Transport Management*. 1998.
- YAMAGUCHI Y. 1996:** Estimating the Cost of Aircraft Noise Round Airports in London, MSc Thesis, Environmental and Resource Economics, Department of Economics, University College London, London.