

Transparenz und Güte der Ergebnisse von Wertermittlungen – Teil 4: Präzisionsbestimmung durch Monte-Carlo-Simulation in der Immobilienwertermittlung

Transparency and Quality of Valuation Results – Part 4: Determination of Precision and Monte Carlo Simulation in Real Estate Valuation

Peter Ache

Zusammenfassung

Die Beitragsreihe »Transparenz und Güte der Ergebnisse von Wertermittlungen« diskutiert den Wandel der Immobilienwertermittlung hin zu evidenzbasierten, datenwissenschaftlich fundierten Verfahren. Teil 1 betont die Bedeutung transparenter Modellbildungsprozesse und definiert die Modellgüte als zentrale Qualitätsgröße. Die Teile 2 und 3 führen in Resampling-Methoden wie Kreuzvalidierung und Bootstrapping Verfahren ein, um die Verzerrungsfreiheit und Präzision empirisch messbar zu machen. Teil 4 diskutiert den Ansatz der Monte-Carlo-Simulation tiefgehend vor dem Hintergrund, dass die Präzision bei der Ermittlung von Verkehrswerten oder der für die Wertermittlung erforderlichen Daten besser quantifiziert und deren Aussagekraft sichtbar gemacht werden können. Damit entsteht ein konsistenter Rahmen, der sowohl die Anforderungen der ImmoWertV als auch internationaler Standards (IVS, RICS, FIG, API) erfüllt. Die Öffnung gegenüber stochastischen Methoden stärkt die Nachvollziehbarkeit, Objektivität und wissenschaftliche Fundierung moderner Wertermittlung.

Schlüsselwörter: Immobilienwertermittlung, Transparenz, Güte, Modellgüte, Monte-Carlo-Simulation, Resampling, Evidenzbasierte Verfahren, Unsicherheitsquantifizierung

Summary

The article series »Transparency and the Quality of Valuation Results« explores the shift in real-estate valuation towards evidence-based, data-scientifically grounded methodologies. Part 1 highlights the importance of transparent model-construction processes and defines model quality as a central dimension of professional standards. Parts 2 and 3 introduce resampling techniques such as cross-validation and bootstrapping, which make bias and precision empirically measurable. Part 4 examines the Monte Carlo simulation approach in greater depth, demonstrating how the precision of market-value determinations and of the data required for valuation can be more effectively quantified and their informational value made visible. Together, these elements establish a coherent framework that complies with the requirements of the ImmoWertV as

well as international standards (IVS, RICS, FIG, API). Opening the methodological landscape to stochastic procedures enhances the transparency, objectivity, and scientific rigour of contemporary valuation practice.

Keywords: real estate valuation, transparency, quality, model reliability, Monte Carlo simulation, resampling, evidence-based methods, uncertainty quantification

1 Einleitung

Die bisherigen Teile dieser Beitragsreihe zur Transparenz und Güte von Wertermittlungen haben die Notwendigkeit evidenzbasierter Ansätze und klar definierter Prozesse sowohl für konkrete Wertermittlungen als auch für die Präzision von Wertermittlungen im weitesten Sinne hervorgehoben. Dies ist notwendig, um den dynamisch wachsenden Anforderungen an die Immobilienmarktanalyse gerecht zu werden. Traditionelle Wertermittlungen stützen sich immer noch stark auf die in erster Linie rational getriebenen und standardisierten Methoden der Vergleichs-, Sach- und Ertragswertermittlung. Dabei kommt der Vergleichswertermittlung – in der Regel mit dem Argument fehlender geeigneter Kaufpreise – eine eher untergeordnete Rolle zu. Die Plausibilisierung der Eingangsdaten sowie der abschließenden Wertermittlungsergebnisse – also der Verkehrswerte – erfolgt unter Zuhilfenahme der subjektiven Einschätzung der Sachverständigen. Statistische Analysen und Genauigkeitsbetrachtungen spielen bis heute eine untergeordnete Rolle und werden oftmals als nicht oder wenig geeignet abgetan.

Angesichts der zunehmenden Verfügbarkeit digitaler Daten und der Möglichkeiten des Einsatzes Künstlicher Intelligenz rückt jedoch die Güte der Wertermittlungsergebnisse als zentraler Qualitätsindikator in den Fokus. Sowohl für Investoren und Veräußerer als auch für Versicherer und Kreditgeber kommt es auf Angaben zur Präzision, also Treff(un)sicherheit, der Ergebnisse an.

Diese Notwendigkeit zur Objektivierung, also die kritischere Verwendung tradierter Methoden, wird auch durch fundamentale Erkenntnisse der Verhaltensökonomie untermauert: Menschliche Entscheidungen weichen häufig vom Ideal der rein rationalen Nutzenmaximierung ab. Die von Kahneman und Tversky (1979) entwickelte »Prospect Theory: An Analysis Of Decision Under Risk« belegt, dass Individuen risikobehaftete Entscheidungen inkonsistent bewerten. Ein zentrales Merkmal dieser Theorie ist die Verlustaversion (Loss Aversion), bei der Menschen Verluste psychologisch stärker empfinden als sie korrespondierende Gewinne wertschätzen. Kahnemann und Tversky (1979) zeigen mit ihrer Nutzenfunktion, dass Menschen Gewinne eher vorsichtig und Verluste eher risikofreudig bewerten: Im Bereich der Gewinne verhalten sie sich überwiegend risk-averse, im Bereich der Verluste dagegen eher risk-seeking. Dass Kaufentscheidungen bei Immobilien auf vielen Ebenen risikobehaftet sind, dürfte unstrittig sein; dies sollte auch bei der Beurteilung von Marktverhalten berücksichtigt werden.

Ebenfalls kritisch für die tradierte Annahme rein rationaler Entscheidungen bei Immobiliengeschäften ist das Konzept der vernunftbasierten Wahl, welches Shafir et al. (1993) in »Reason-based choice« untersuchen. Dieses qualitative Entscheidungsmodell fußt auf Gründen oder Argumenten, die eine Entscheidung unterstützen oder ablehnen, und nicht primär auf der mathematisch-ökonomischen Maximierung des erwarteten rein wirtschaftlichen Nutzens einer Entscheidung. Die qualitative Analyse basierend auf Gründen kann somit Aspekte der reflektierten – also rational basierten – Entscheidung beleuchten und Phänomene erklären, die der Perspektive der klassischen, rein ökonomischen Theorie kontraintuitiv erscheinen.

Angesichts der Vielzahl subjektiver, jedoch bisher wenig beachteter Einflussfaktoren auf den Immobilienmarkt und damit auch auf die Wertermittlung muss diese zunehmend transparente und quantifizierbare Instrumente nutzen. Nur so können die Verzerrungsfreiheit und die Präzision (Genauigkeit) des Ergebnisses im Blick behalten und die Zuverlässigkeit der Ergebnisse transparent gemacht werden. Angesichts des Umfangs der heutzutage anfallenden Datenmengen und der heutigen technischen Möglichkeiten der Datenhaltung, -aufbereitung und -analyse scheint ein dringender Handlungsbedarf zur Einleitung eines Paradigmenwechsels in der Wertermittlung, Marktbeobachtung und -modellierung angezeigt.

Dieser Artikel schließt an die bisherigen Beiträge von Ache (2025a und 2025b) sowie Ache und Müller-Kett (2025) an und konzentriert sich auf die Anwendung der in den bisherigen Beiträgen bereits angesprochenen Monte-Carlo-Simulation (MCS). Ziel ist es, diese Methode als Werkzeug zur Quantifizierung der Präzision von Ergebnissen der Immobilienwertermittlungen und der Ermittlung von sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten nach der ImmoWertV (2021) darzustellen. Sie ist besonders dann geeignet, wenn komplexe Berechnungsprozesse anliegen und/oder sehr wenige Daten zur Verfügung stehen.

Der Umstand, dass wenig Daten zur Ermittlung von Immobilienmarktdaten vorliegen, mag angesichts der Menge der eigentlich anfallenden Transaktionsdaten verwundern. Gleichwohl ist dieser Umstand kein seltenes, sondern eher oft vorkommendes Phänomen. Dies hängt mit oftmals zwar vorhandenen, aber für Analysen nicht ausreichenden Qualitäten der Daten zusammen, die dadurch entstehen, dass zwar die Kaufpreise vorliegen, jedoch weitere Informationen zu dem jeweiligen Objekt oder den Kaufumständen nicht erfasst worden sind.

Die Monte-Carlo-Methode ist ein stochastisches Verfahren, das Unsicherheiten simuliert, indem es viele zufällige Durchläufe eines Modells oder eines Berechnungsprozesses erzeugt und daraus die Verteilung der möglichen Ergebnisse ableitet. Sie basiert auf der Idee, Eingangsgrößen nicht als feste Werte, sondern als Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu behandeln. Durch tausend- oder zehntausendfache Durchläufe mit allen möglichen Konstellationen der Eingangsgrößen lassen sich Erwartungswert, Streuung und Risikobandbreiten eines Ergebnisses quantifizieren.

Die Anwendung der Monte-Carlo-Simulation liefert damit nicht nur den für einen bestimmten Zweck zu ermittelnden Erwartungswert (z. B. im Sinne des Verkehrswertes nach § 194 BauGB oder des Beleihungswertes nach § 3 BelWertV) eines Immobilienpreises, sondern auch eine zuverlässige Bandbreite, die anzeigt, wie präzise der ermittelte Wert aufgrund der Unsicherheiten in den Eingangsdaten ist. Diese Bandbreite kann als Konfidenzintervall im statistischen Sinne aufgefasst werden, wobei dies nur gilt, wenn die Eingangsgrößen und deren angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen auch den tatsächlichen Markt realistisch und verzerrungsfrei widerspiegeln.

2 Zielsetzung des Beitrags

Die bisherigen Teile der Beitragsreihe »Transparenz und Güte von Wertermittlungen, Teile 1 bis 3« legten die theoretischen und methodischen Grundlagen für die Begriffe Transparenz und Güte in Prozessen der Immobilienbewertung im weitesten Sinne. Angesprochen werden damit die Ermittlung von Verkehrswerten, anderen Immobilienwerten und die Ermittlung der für die Wertermittlung erforderlichen Daten nach den einschlägigen Regelungen für die Wertermittlung in Deutschland.

Die Beiträge befassten sich neben der Definition der Begriffe »Transparenz« und »Güte«, mit der methodischen Einordnung datenbasierter Verfahren sowie mit Resampling-Methoden wie Bootstrapping und Kreuzvalidierung zur Bestimmung der Modell-Performance. Der vorliegende Beitrag grenzt sich hiervon in zweifacher Hinsicht ab:

- Erstens verschiebt er den Fokus von der allgemeinen Modellgüte hin zur Beurteilung der Wertermittlungsergebnisse in Relation zu ihren wahren Werten (Ergebnisgenauigkeit), verstanden als Maß der Präzision des Ergebnisses bzw. als Wertebereich, in dem ein Ergebnis mit hoher Wahrscheinlichkeit liegen wird.

- Zweitens wird mit der Monte-Carlo-Simulation ein Verfahren in den Mittelpunkt gestellt, welches die stochastische Natur der Immobilienmärkte explizit modelliert und damit weitergehende Angaben zur Präzision von Wertermittlungen ermöglicht als jene in den Teilen 1 bis 3 behandelten Verfahren.

Während die früheren Beiträge die Robustheit und Verzerrungsfreiheit von Bewertungsmodellen thematisierten, richtet sich der Blick dieses Beitrags auf die Frage, wie konsistent ein Modell die – nicht bekannten, aber theoretischen wahren Werte – innerhalb eines definierten Konfidenzintervalls trifft. Wie im Beitrag später gezeigt wird, erlaubt die Monte-Carlo-Simulation, diese Konsistenz als Verteilung der Zielgrößen eines Modells oder einer Wertermittlungsmethode darzustellen und die Streuung der Ergebnisse um den Erwartungswert sichtbar zu machen. Damit wird die Präzision als Konfidenzintervall zu einer quantitativ messbaren und kommunizierbaren Eigenschaft eines Bewertungsprozesses. Die Abgrenzung zu den zuvor behandelten Methoden lässt sich damit wie folgt zusammenfassen:

- **Kreuzvalidierung** prüft die Stabilität eines Modells über verschiedene Stichproben, liefert jedoch keine Aussage über die Streuung der Ergebniswerte.
- **Bootstrapping** ermöglicht die empirische Abschätzung von Unsicherheiten durch wiederholtes Ziehen von Stichproben aus Daten, bleibt aber auf die vorhandene Datengrundlage beschränkt.
- **Monte-Carlo-Simulation** modelliert Unsicherheiten direkt über abzuschätzende Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eingangsparameter eines Wertermittlungsprozesses und erzeugt dadurch eine vollständige probabilistische Beschreibung der Bewertungsergebnisse. Sie quantifiziert wie beim Bootstrapping die Streuung und erlaubt die Ableitung von Intervallen, die die Präzision einer Wertermittlung explizit ausdrücken (Konfidenzintervall). Stichproben aus einer zutreffenden Grundgesamtheit werden weitgehend durch Expertenwissen über die Erwartungswerte und Verteilungen der Eingangsparameter ersetzt.

Ziel dieses Beitrags ist es, die methodischen Grundlagen, die praktischen Anwendungsmöglichkeiten und die Herausforderungen der Monte-Carlo-Simulation im Kontext der Immobilienbewertung zu empfehlen. Dabei steht die Methode nicht als Ersatz, sondern als Erweiterung der in den vorangegangenen Beiträgen diskutierten Resampling-Ansätze zur Verfügung. Sie wird hier als zentrales Instrument einer transparenten Präzisionsanalyse verstanden – als Werkzeug, das die in den früheren Teilen dieser Serie eingeführten Konzepte von Transparenz und Güte auf Ebene der Ergebnissenauigkeit operationalisiert. Der Beitrag will die Monte-Carlo-Simulation als methodischen Baustein zur quantitativen Bestimmung und Kommunikation der Präzision von Wertermittlungen besser etablieren. Durch die Kombination aus stochastischer Simulation,

datenbasierter Modellierung und transparenter Ergebnisdarstellung wird ein weiterer Schritt hin zu einer objektivierbaren, überprüfbaren und wissenschaftlich fundierten Wertermittlung vollzogen.

3 Rahmen für die Anwendung der Monte-Carlo-Methode

3.1 Rechtlicher Rahmen in Deutschland

Die rechtlichen Grundlagen für Transparenz und Nachvollziehbarkeit in der Wertermittlung sind im Baugesetzbuch (BauGB), in der Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV) sowie in den Muster-Anwendungshinweisen (ImmoWertA) verankert. Vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen und ökonomischen Anforderungen der Nachkriegs- und frühen Konsolidierungsepoche der jungen Bundesrepublik Deutschland zu Beginn der 1960er-Jahre trat die für den Immobilienmarkt bedeutsame Transparenz zunehmend in den Fokus der Gesetzgebung. Die aus diesen Gründen gesetzlich begründete und im heutigen Baugesetzbuch (BauGB) in den §§ 192 bis 199 geregelte »Wertermittlung« schrieb den Gutachterausschüssen für Grundstückswerte die Aufgabe der Herstellung der Immobilienmarkttransparenz zu. Dabei ist der Begriff »Transparenz« im BauGB lediglich in § 198 BauGB und in Bezug auf Obere Gutachterausschüsse bzw. Zentrale Geschäftsstellen erwähnt, jedoch nicht zentral herausgestellt (DVW 2025). Gleichwohl wird die zentrale Aufgabe der Gutachterausschüsse seit ihrer rechtlichen Implementierung in die deutsche Behördenlandschaft so interpretiert, dass eben die Gutachterausschüsse für die Transparenz auf dem Immobilienmarkt sorgen sollen. Grund für diese – insbesondere bei den Gutachterausschüssen bis heute vorhandene – Auffassung dürfte auch die Begründung für die entsprechenden Vorschriften im Bundesbaugesetz (BBauG) vom 23. Juni 1960 sein (vgl. BT-Drucksache 3/336 vom 16. April 1958, S. 195 ff., Siebenter Teil »Grundstücksschätzung«).

Eine der bis heute herausragenden und grundlegenden Regelungen des BBauG von 1960 ist die Verpflichtung der Gutachterausschüsse, Kaufpreissammlungen zu führen und – um dies zu ermöglichen – die Verpflichtung der die Eigentumsübergänge an Grundstücken beurkundenden Stellen (i. d. R. Notare), die entsprechenden Urkunden den Gutachterausschüssen zu übermitteln. Auf dieser Grundlage haben die Gutachterausschüsse die für die Wertermittlung erforderlichen Daten (§ 193 Abs. 5 BauGB) zu ermitteln und bereitzustellen. Diese bilden damit die empirische Grundlage für eine sachgerechte und überprüfbare Verkehrswertermittlung von Immobilien auf der Grundlage tatsächlich abgeschlossener Kaufverträge und anderer Eigentumsübergänge von Grundstücken (z. B. Zwangsversteigerungen). Hinzu kommt, dass die Kaufpreissammlungen mittlerweile eine umfassende Datensammlung zu

Eigentumsübergängen von Immobilien darstellen, die über einen längeren Zeitraum betrachtet bundesweit im Mittel knapp 1 Mio. Transaktionen pro Jahr mit etwa 233 Mrd. Euro Gesamtumsatz jährlich beinhalten (AK OGA 2025). Diese wären gut geeignet, neben der Wertermittlung von Grundstücken umfassende Immobilienmarktanalysen auf vielen unterschiedlichen Ebenen zu liefern, wenn es verbesserte bundeseinheitliche Standards für die Führung der Kaufpreissammlungen und deren Inhalte gäbe (DVW 2025) und der Zugriff auf diese wertvollen Informationen nicht so sehr eingeschränkt wäre, wie es bislang der Fall ist.

Die ImmoWertV vom 14. Juli 2021 konkretisiert den gesetzlichen Auftrag für die Gutachterausschüsse insgesamt. Sie schreibt methodisch konsistente, modellkonforme und transparente Wertermittlungsprozesse vor. Die ergänzenden Muster-Anwendungshinweise erläutern die praktische Umsetzung und sichern die bundesweite Einheitlichkeit der Wertermittlung weiter ab. Ein wesentlicher Bestandteil des rechtlichen Gesamtkonzeptes der Wertermittlung in Deutschland ist die Ermittlung der »sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten« (§ 193 Abs. 5 und §§ 12 ff. ImmoWertV). Diese Daten dienen der sachgerechten und immobilienmarktnahen Ermittlung der Verkehrswerte von unbebauten und bebauten Grundstücken, sollen aber auch der Nutzung durch andere Stellen (z. B. Finanzverwaltung zur Besteuerung, Banken zur Beleihungswertermittlung oder Investoren im Allgemeinen zur Einschätzung von Investitionsrisiken) dienen. Zu den »erforderlichen Daten« zählen insbesondere Bodenrichtwerte, Vergleichsfaktoren, Liegenschaftszinssätze und Sachwertfaktoren.

Diese Daten bestimmen maßgeblich die Transparenz und auch die Güte der Bewertungsverfahren und sind mit geeigneten statistischen Verfahren zu gewinnen (§ 12 Abs. 4 ImmoWertV). Die verbindliche Vorschrift wird in Nr. 12.(4) ImmoWertA noch weiter verdeutlicht, indem den Gutachterausschüssen eine Informationspflicht nahegelegt wird, wenn sonstige für die Wertermittlung erforderliche Daten nicht ermittelt werden konnten. Dies öffnet den Raum für Nutzer, Nachfragen zu stellen, die sich auf die Qualität der Kaufpreissammlungen einerseits und die sonstigen Gründe z. B. für die unterlassene Veröffentlichung von Daten andererseits beziehen, um sich gezielter zu informieren als es bislang der Fall war. Gemäß § 9 ImmoWertV sind Kaufpreise und die sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten zudem nur dann geeignet, wenn sie die Marktverhältnisse zum Stichtag aktuell und repräsentativ abbilden. Abweichungen davon müssen ausgeglichen werden, indem sie durch ausreichende Stichproben oder geeignete Anpassungsverfahren belegt werden. Damit wird die Wertermittlung als evidenzbasierter, quantitativ überprüfbarer und rechtlich verbindlicher Prozess definiert, dessen Adressaten in Nr. 1.(1) ImmoWertA umfassend erläutert sind. Das bedeutet zugleich, dass die Aussagefähigkeit der Bewertungsdaten Teil der Verantwortung der Gutachterausschüsse ist, die bindend ist und nicht z. B. je nach Personalausstattung eingeschränkt

oder nicht eingeschränkt werden kann. Da es sich bei der ImmoWertV um eine Rechtsvorschrift handelt, dürfte sich eine aufsichtsrechtliche Überprüfung ihrer Einhaltung im Rahmen der Rechtsaufsicht und nicht im Rahmen der bei Gutachterausschüssen nur sehr eingeschränkt möglichen Fachaufsicht bewegen.

Ergänzend verlangt § 10 ImmoWertV die Modellkonformität zwischen Ermittlung der für die Wertermittlung erforderlichen Daten und deren Anwendung. Die bei der Verkehrswertermittlung eingesetzten Modelle müssen denjenigen entsprechen, die auch der Ermittlung der veröffentlichten Daten zugrunde lagen. Zur Sicherstellung dieser Übereinstimmung ist nach § 12 Abs. 6 ImmoWertV eine Modellbeschreibung erforderlich, die Angaben zum sachlich-räumlichen Geltungsbereich, zur Stichprobe, zur Ermittlungsmethodik und zu den verwendeten Parametern enthält. Sie ist Voraussetzung für Transparenz, Nachprüfbarkeit und Vergleichbarkeit der Datenqualität. Die Würdigung der Aussagefähigkeit der verwendeten Daten und Verfahren (§ 6 Abs. 4 ImmoWertV) verlangt aber die Genauigkeit der Zwischenergebnisse von Wertermittlungen explizit zu quantifizieren. Während der Verkehrswert selbst nach § 194 BauGB weiterhin als Punktwert festzusetzen ist, bezieht sich diese Präzisionsdarstellung auf die empirisch abgeleiteten Eingangsdaten und Verfahrenswerte als Zwischenergebnis von Wertermittlungen. Daraus ergibt sich die Verpflichtung, die statistische Unsicherheit in geeigneter Weise zu kennzeichnen. Die ImmoWertA hebt dazu an verschiedenen Stellen die Fokussierung auf die Datenqualität (z. B. Nrn. 6.(4) und 12.(4)) hervor und empfiehlt ausdrücklich die Angabe von Vertrauensintervallen (Anhang A, A.II). Diese ermöglichen eine Quantifizierung der Streuung im Rahmen der Beschreibung der ermittelten sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten. Wird aber die Streuung eines Liegenschaftszinssatzes durch einen Gutachterausschuss genannt, dann liegt es sehr nahe, diese auch im Rahmen einer Ertragswertermittlung zumindest zu diskutieren.

Für die praktische Umsetzung ergeben sich aus diesem Rechtsrahmen Verpflichtungen zur Darstellung der Präzision von Modellen und für die Verkehrswertermittlung insgesamt. Die Monte-Carlo-Simulation ist dazu ein geeignetes Instrument. Durch wiederholte Zufallssimulation der Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Eingangsgrößen, etwa von Liegenschaftszinssätzen und anderen Eingangsgrößen bei der Anwendung des Ertragswertverfahrens oder bei deduktiven Bodenwertermittlungen, lässt sich die Verteilung und damit die zu erwartende Präzision der Ergebnisse bestimmen. Auf diese Weise wird die in der ImmoWertV geforderte Transparenz der Datenqualität unmittelbar messbar gemacht. Die Idee der quantifizierten Präzision lässt sich anschaulich mit einem Wetterbericht vergleichen. Der ermittelte Verfahrenswert entspricht der prognostizierten Temperatur, die auf Grundlage der besten verfügbaren Daten berechnet wurde. Die zugehörige Unsicherheitsbreite gibt an, in welchem Bereich sich der tatsächliche Wert voraussichtlich bewegt, etwa »20°C ± 2°C«.

Je enger dieser Bereich, desto höher ist die Präzision und damit das Vertrauen in das Ergebnis. Übertragen auf die Wertermittlung bedeutet dies: Nur wenn neben dem Ergebnis auch die Bandbreite seiner möglichen Abweichung bekannt ist, kann die Aussagefähigkeit von sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten fachgerecht beurteilt werden.

Die Angaben von Vertrauensintervallen beziehen sich dabei nicht auf den von Sachverständigen abschließend zu ermittelnden Verkehrswert und gelten auch nicht für den Bodenrichtwert (Ache 2025a). Vielmehr sind damit die sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten und die in den Wertermittlungsprozessen zu ermittelnden Verfahrenswerte gemeint, deren Aussagefähigkeit nach § 6 Abs. 4 ImmoWertV Grundlage für die Ermittlung des Verkehrswertes sind.

Das BauGB, die ImmoWertV und die ImmoWertA schaffen also den rechtlichen und methodischen Rahmen, um Transparenz und Güte in der Wertermittlung durch die messbare Darstellung von Unsicherheit zu gewährleisten. Stochastische Verfahren wie die Monte-Carlo-Simulation ermöglichen es, diesen Anspruch in der Praxis einzulösen, indem sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung der sonstigen für die Wertermittlung erforderlichen Daten und anderer in die Wertermittlungsmethoden eingehender Parameter quantifizieren und damit die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit der Wertermittlung im Sinne von § 193 Abs. 5 Satz 1 BauGB stärken.

3.2 Forderungen internationaler Verbände

Transparenz gilt in der internationalen Branche der Immobilienbewertung zunehmend als zentrales Qualitätsmerkmal und als Voraussetzung für Vertrauen, Marktstabilität und die Nachvollziehbarkeit von Wertermittlungsergebnissen bei Immobilien. Vier internationale Organisationen – die International Federation of Surveyors (FIG), das International Valuation Standards Council (IVSC), die Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) und das Australian Property Institute (API) – haben in den vergangenen Jahren die Forderung nach größerer Offenheit, Nachvollziehbarkeit und Messbarkeit von Bewertungsergebnissen zu einem Leitmotiv erhoben.

Die FIG-Commission 9 (Valuation and the Management of Real Estate) versteht Transparenz nicht mehr allein als formale Offenlegung von Daten, sondern als umfassendes Konzept, das die Verständlichkeit, Nachprüfbarkeit und Reproduzierbarkeit von Bewertungen einschließt. Sie fordert eine neue, interdisziplinär abgestimmte Definition des Begriffs »Transparenz auf dem Immobilienmarkt« sowie die Entwicklung von Instrumenten, mit denen sich Transparenz quantitativ erfassen lässt. Nach Auffassung der FIG ist mangelnde Transparenz nicht nur ein Marktproblem, sondern auch ein Hemmnis bei der Erreichung übergeordneter Ziele – etwa der Finanzierung klimaneutraler und nachhaltiger Immobilienbestände (Ache et al. 2024).

Der IVSC verankert Transparenz als grundlegendes Prinzip der International Valuation Standards (z. B. IVS 2025, Ziff. 40.04 und 40.05). Bewertungsprozesse sollen so dokumentiert und kommuniziert werden, dass Annahmen, Modelle und Unsicherheiten nachvollziehbar werden. Insbesondere bei komplexen Verfahren, wie der Residualwertmethode, wird eine systematische Sensitivitätsanalyse gefordert, um das Bewertungsergebnis im Kontext seiner Unsicherheiten zu interpretieren. Vergleichbare Positionen vertreten auch die RICS, die in ihren Bewertungsstandards die Offenlegung von Risiken und die Nachvollziehbarkeit der angewendeten Methoden als Voraussetzung professionellen Handelns hervorhebt (RICS 2025). Auch das API (2025) verpflichtet seine Mitglieder ausdrücklich zur unvoreingenommenen, transparenten und methodisch nachvollziehbaren Berichterstattung.

Allen Initiativen ist gemeinsam, dass sie Transparenz von Immobilienwertermittlungen als messbare Eigenschaft und nicht nur als ethischen Anspruch verstehen. In diesem Sinne rückt die Offenlegung und gleichzeitige Quantifizierung von Unsicherheiten in den Mittelpunkt: Wertermittlung von Immobilien ist stets mit Schätzung verbunden, und die Güte einer Schätzung bemisst sich nicht allein an ihrem Erwartungswert, sondern an der Bandbreite möglicher Ergebnisse für eben diesen Wert. Genau hier setzt die Anwendung stochastischer Verfahren an. Die Monte-Carlo-Simulation ist ein solches stochastisches Verfahren, weil sie viele zufällige Szenarien simuliert und daraus die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebnisse eines Bewertungsprozesses ableitet. Dieses Verfahren bietet also die Möglichkeit, Unsicherheiten in Bewertungsparametern – etwa bei Liegenschaftszinssätzen, Restnutzungsdauern oder Markt Anpassungsfaktoren – explizit zu modellieren und die resultierende Streuung der mit z. B. dem Ertragswertverfahren ermittelten Werte sichtbar zu machen. Gleiches gilt auch für die modellbasierte Ermittlung von für die Wertermittlung erforderlichen Daten, z. B. von Sachwertfaktoren, Liegenschaftszinssätzen oder Vergleichsfaktoren, bei denen vorhandene Kaufpreisdaten mit statistischen Methoden modelliert werden.

Damit wird ein entscheidender Schritt von der bloßen Ergebnisdarstellung hin zur Präzisionsmessung in der Wertermittlung vollzogen: Ergebnisse von Wertermittlungen im weitesten Sinne können nicht nur als Punktwerte, sondern als Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben werden. Dies erlaubt es, die Aussagekraft und Belastbarkeit von Bewertungen objektiv einzustufen, Unsicherheiten zu kommunizieren und somit den national und international unbedingt sinnvollen Forderungen nach mehr Transparenz gerecht zu werden. Die Einbindung solcher Verfahren in die Bewertungsroutinen eröffnet damit neue Perspektiven für die Qualitätssicherung, das Risikomanagement und die fundierte Weiterentwicklung der Wertermittlung in Deutschland. Sie schafft eine der Grundlagen, um Transparenz nicht positiv zu konnotieren, sondern auch zu messen.

4 Monte-Carlo-Methode zur Präzisionsquantifizierung

4.1 Entstehung und Grundlage

Die Monte-Carlo-Simulation entstand in den 1940er-Jahren im Umfeld eines streng geheimen Forschungsprojektes der Vereinigten Staaten während des Zweiten Weltkrieges: Das »Manhattan-Projekt« hatte das Ziel, die erste Atom-bombe zu bauen (Haack 2006). Die Mathematiker John von Neumann und Stanislaw Ulam setzten stochastische Methoden ein, um die Diffusion von Neutronen in spaltbarem Material zu modellieren. Metropolis und Ulam (1949) veröffentlichten diese Methode zum ersten Mal und beschrieben sie damit als einen »essenziell statistischen Ansatz, der zur Lösung von Differential- oder Integro-Differentialgleichungen« dienen kann. In Metropolis (1987) beschreibt der Autor, dass der Name »Monte-Carlo« in der ersten Veröffentlichung im Jahr 1949 auf seine eigene Anregung zurückgeht; diese sei inspiriert durch den Onkel von Stanislaw Ulam, der regelmäßig nach Monte Carlo reiste, um sich dort dem Spiel hinzugeben.

Die eigentlichen Grundzüge des Konzeptes werden jedoch dem Naturwissenschaftler Enrico Fermi zugeschrieben, der in den frühen 1930er-Jahren bei Experimenten mit langsamen Neutronen deren Wege, Streuungen etc. in Ermangelung analytischer Lösungsmöglichkeiten für solche komplexen Prozesse mit zufallsbasierten Näherungsverfahren abschätzte (Eckhard 1987). Metropolis (1987) schildert, dass die Idee zur Anwendung der Methode in dem Manhattan-Projekt aus einem Gespräch im Frühjahr 1946 entstand, bei dem Enrico Fermi anwesend war und erste Ergebnisse des Einsatzes des ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) im Umfeld des Manhattan-Projektes vorgestellt wurden. Die fortschreitende Computertechnik spielte im weiteren Verlauf eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der modernen Monte-Carlo-Simulation. Seither findet die Monte-Carlo-Simulation (oft auch treffender als Monte-Carlo-Methode bezeichnet) eine breite Anwendung in der numerischen Mathematik, der Finanz- und Risikoanalyse, der Meteorologie und schließlich auch in der Statistik und den Ingenieurwissenschaften. Die Verwendung dieser Methode in der Immobilienwertermittlung ist dabei wohl eher der Finanz- und Risikoanalyse zuzuordnen, denn hier kann sie zur Bewertung der Präzision von Ergebnissen aus Wertermittlungsprozessen eingesetzt werden.

Der wesentliche Vorteil der Monte-Carlo-Methode besteht darin, dass die Voraussetzung der Normalverteilung für die Modelleingangsgrößen im Gegensatz zu rein analytischen Ansätzen nicht erforderlich ist. Die Methode erlaubt die Berücksichtigung beliebiger und verschiedener Verteilungsfunktionen der Eingangsgrößen und kommt damit den tatsächlichen Verhältnissen z. B. auf den Immobilienmärkten näher als die Annahme von normalverteilten Größen. Dabei hängen jedoch die Aussagefähigkeit und ihre Güte stark von der Zuverlässigkeit der vorab zu

definierenden Verteilung ab. Bei der Anwendung z. B. klassischer Ansätze der Fehlerfortpflanzung (Varianzfortpflanzungsgesetz) ist die – immobilienmarktferne – Annahme normalverteilter Kaufpreise für zuverlässige Aussagen erforderlich. So schreibt Haack (2006) vor mittlerweile fast 20 Jahren in der Einleitung bereits: »Sollte es jedoch zukünftig gelingen, einen Großteil der Modelleingangsgrößen der deutschen Wertermittlungsverfahren mit Verteilungen zu veröffentlichen, und stellt sich dabei heraus, dass diese Verteilungen nicht der Normalverteilung entsprechen oder annähernd folgen, wäre über einen sinnvollen Einsatz der Monte-Carlo-Methode erneut nachzudenken.« Dass die Annahme von Normalverteilungen bei Immobilienmarktdaten in der Regel nicht zutrifft, dürfte heute nicht mehr in Zweifel gezogen werden. Dass die auf der Grundlage dieser Annahmen vorgenommenen Modellierungen daher erhebliche Verzerrungen aufweisen, dürfte damit eigentlich ebenso wenig bezweifelt werden.

Basierend auf dem Statement von Haack (2006), den heutigen Erkenntnissen und vor dem Hintergrund der rasanten rechentechnischen Entwicklungen der vergangenen Jahre muss heute erneut die Anwendung der Monte-Carlo-Methode in den Blick genommen werden. Dies auch vor dem Hintergrund, dass die Erkenntnisse zu Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Eingangsgrößen in der Regel gut abgeschätzt werden können und die rechtlichen Anforderungen eine Verwendung dieser Methode nahelegen (s. o). Die herausragende und wichtige Aufgabe des Anwenders, auf der Grundlage vorliegender Daten und/oder einer umfassenden menschlichen Expertise sorgfältige Überlegungen zu den Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eingangsdaten anzustellen, diese konsequent zu validieren und zu dokumentieren, bleibt. Der damit zusammenhängende Aufwand sollte nicht unterschätzt werden.

4.2 Beispiel: Deduktive Bodenwertermittlung

Nach § 40 Abs. 3 und § 42 ImmoWertV können deduktive Verfahren zur Anwendung kommen, wenn »keine ausreichende Anzahl« von Vergleichspreisen zur Verfügung steht. Dabei ist nach § 11 Abs. 2 ImmoWertV auch das »Realisierungsrisiko« angemessen zu berücksichtigen. Ferner soll nach Nr. 12.(2) ImmoWertA die ausreichende Anzahl »insbesondere unter Berücksichtigung statistischer Anforderungen sachverständig bestimmt werden.« Dies bedeutet, dass von der zur Verfügung stehenden Stichprobe – also den geeigneten Kaufpreisen – ein hinreichend genauer Rückschluss auf die Grundgesamtheit gezogen werden kann (Ache und Krägenbring 2023). Damit kann z. B. der Bodenwert als Erwartungswert der Grundgesamtheit interpretiert werden. In der Praxis wird die für eine statistisch verlässliche Schätzung erforderliche Anzahl von Kaufpreisen in der Regel erheblich unterschätzt; mancherorts wird eine Anzahl von 30 Preisbeobachtungen genannt, die ausreichend wäre. Liegen jedoch z. B. lediglich

10 Vergleichskaufpreise vor, ist davon auszugehen, dass diese Preise nur einen Trend, nicht jedoch ausreichend gesicherte Erwartungswerte ergeben. Bereits in solchen Fällen könnte das deduktive Verfahren zumindest zur Stützung des ermittelten Trends und der sachverständigen Expertise in Betracht kommen.

Der Begriff »Deduktion« stammt von dem lateinischen Wort »deductio«, welches mit den Begriffen »Ableitung« oder »Fortführung« übersetzt werden kann. In der lateinischen Tradition (Cicero, Boethius und Thomas von Aquin) bezeichnete »deductio« das methodische Herleiten von Wahrheiten aus Prinzipien. Im aristotelischen Sinn bedeutet der Begriff das logische Ableiten einer Konklusion (Schlussfolgerung) aus Prämissen (Annahmen) und es liegt auf der Hand, dass die Richtigkeit der Schlussfolgerung sehr von der Richtigkeit der Annahmen abhängt. Für die Anwendung eines deduktiven Wertermittlungsverfahrens bedeutet dies, dass die Unsicherheiten der Prämissen, also der in das Deduktive eingehenden Werte, zu quantifizieren und in dem Endergebnis, also z. B. dem Bodenwert, zu berücksichtigen sind. Den Kern eines Bewertungsprozesses stellen damit die Eingangsdaten, ihre Bandbreite und ihre Verteilungen dar. Dies gilt auch bei der Anwendung einer Monte-Carlo-Simulation.

Die konkrete Anwendung der Monte-Carlo-Simulation soll hier am Beispiel des deduktiven Verfahrens zur Ermittlung eines Bodenwertes für Bauerwartungsland dargestellt werden. Eine solche Bewertung kann in Betracht kommen, wenn es zu Entschädigungszahlungen oder zur Besteuerung von Betriebsentnahmen bei dem Verkauf solcher Flächen an Entwickler kommt oder wenn Investoren Überlegungen zum Ankauf solcher Flächen anstellen und die Ankaufsriskiken beurteilen müssen. Dieses Verfahren wird in der Praxis z. B. auch als Bauträgerverfahren, Restwertmethode oder als Residualwertverfahren bezeichnet.

Bei Bauerwartungsland handelt es sich um Flächen, bei denen konkrete Tatsachen vorliegen, die mit hinreichender Sicherheit und in absehbarer Zeit eine zukünftige bauliche Nutzung erwarten lassen (§ 3 Abs. 2 ImmoWertV). Der Begriff »konkrete Tatsachen« wird in den ImmoWertA weiter konkretisiert (siehe Nr. 3.(2) ImmoWertA), der Begriff »absehbare Zeit« hingegen nicht. Im Zusammenhang mit dem Begriff »bauliche Nutzung« ist gemeint, dass Flächen in dem Planungsgebiet nach Ablauf eines bestimmten Zeitraums als Baugrundstücke auf den Markt gebracht werden können. Konkrete Tatsachen für die Einstufung als Bauerwartungsland können z. B. entsprechende Darstellungen im Flächennutzungsplan, vorbereitende Planungen der Gemeinde, entsprechende Ratsbeschlüsse oder die Einleitung eines Bebauungsplanverfahrens sein.

Für das folgende Beispiel sollen die in Tab. 1 dargestellten Prämissen gelten. Dabei ist zu beachten, dass die Eingangsdaten und der Kalkulationsprozess modellhaft und vereinfacht sind, damit das Prinzip der Anwendung der Monte-Carlo-Methode nachvollziehbar bleibt. Die Kernaufgabe lautet wie folgt: Ein Investor kalkuliert den Ankaufspreis für eine Fläche, für die die Gemeinde eine Be-

Tab. 1: Eingangsdaten für ein deduktives Verfahren zur Ermittlung eines Bodenwertes für Bauerwartungsland

1.	Flächengröße für das unerschlossene Land (Bruttobauland)	83.586 m ²
2.	Erwarteter Wert von erschließungs- und kostenerstattungsbeitragsfreiem Bauland (Baulandwert)	250 €/m ²
3.	Flächenabzug für Straßen, Wege, Plätze etc.	30 % der Bruttobaulandfläche
4.	Entwicklungskosten, bezogen auf die veräußerbare Nettobaulandfläche	80 €/m ²
5.	Wartezeit vom Bauerwartungsland zu Rohbauland (Phase 1)	4 Jahre
6.	Diskontierungszinssatz für Phase 1 (Realisierungsrisiko 1)	5,0 %
7.	Wartezeit vom Rohbauland zu baureifem Land (Phase 2)	2 Jahre
8.	Diskontierungszinssatz für Phase 2 (Realisierungsrisiko 2)	3,0 %

bauung plant (Bauerwartungsland). Die Eckdaten für den gesamten Prozess sind in Tab. 1 dargestellt.

Unter Berücksichtigung des Flächenabzuges verbleibt einem Investor nach diesen Annahmen eine veräußerbare Nettobaulandfläche von 58.510 m², die er – vereinfacht – nach frühestens insgesamt sechs Jahren veräußern kann. Der Gesamtbetrag für den Verkauf des Nettobaulandes zu 250 €/m², also rd. 14,6 Mio. Euro, steht ihm demnach erst in sechs Jahren zur Verfügung, sodass dieser Betrag auf den Zeitpunkt des Ankaufs der Flächen zu diskontieren ist. Dies geschieht unter Berücksichtigung der unterschiedlich anzusetzenden Realisierungsrisiken in zwei Phasen: Die Phase 1 von beginnenden, aber konkreten Planungen und Tatsachen bis zur Rechtskraft des Bebauungsplanes (Bauerwartungsland) und die Phase 2 von der Rechtskraft des Bebauungsplanes bis hin zur vollständigen Baureife des Nettobaulandes, also seiner vollständigen Verkaufsfähigkeit.

Schon bei der Betrachtung der Annahmen wird erkennbar, dass lediglich der Eingangswert zu Nr. 1 »Bruttobauland« der einzig gesicherte und damit feststehende Wert ist. Diese Flächenangabe kommt aus den Angaben des Liegenschaftskatasters und kann als verlässlich vorausgesetzt werden. Alle anderen Eingangswerte sind mit, teilweise erheblichen, Unsicherheiten behaftet. Da es sich bei dem deduktiven Verfahren um eine Reihe von Berechnungsschritten mit teilweise exponentiellen Termen (siehe Formel (3)) handelt, ist die Monte-Carlo-Simulation eine Methode, bei der die Schätzung der Fehlerfortpflanzung einfacher und nachvollziehbarer darzustellen ist. Mit heutigen Rechnerkapazitäten und passender Software für Statistikanwendungen stellt dies kein technisches Problem mehr dar.

Die Berechnung des vorläufigen Wertes von Bauerwartungsland kann nach der Berechnung in Formel (1) erfolgen.

$$\text{Bodenwert}_{BE(\text{€/m}^2)} = \frac{\text{Nettobaulandwert}_{\text{€/m}^2} \times \text{Nettobauland}_{\text{m}^2} \times AF_1 \times AF_2}{\text{Bruttobauland}_{\text{m}^2}} \quad (1)$$

In Formel (1) ergibt sich der Nettobaulandwert in €/m² nach Formel (2), und die Abzinsungsfaktoren AF_1 und AF_2 berechnen sich nach der Formel (3).

$$\text{Nettobaulandwert}_{\text{€/m}^2} = \text{erwarteter Verkaufspreis}_{\text{€/m}^2} - \text{Entwicklungskosten}_{\text{€/m}^2} \quad (2)$$

$$AF_i = \frac{1}{(1 + p_i)^{n_i}} \quad (3)$$

p_i = Diskontierungszinssatz für die Phase i unter Berücksichtigung des Liegenschaftszinssatzes und des Realisierungsrisikos

n_i = Wartezeit in der Phase i in Jahren

Zu beachten ist bei der Anwendung der Formeln (1), (2) und (3), dass es sich um vereinfachte Annahmen han-

delt. So fließt in der Regel der gesamte Erlös des Projektes dem Investor nicht erst am Ende der Entwicklungszeit zu, sondern bereits teilweise im Verlauf des Projektes. Ebenso fallen die Entwicklungskosten nicht nur am Ende der Phase 2, also mit der Erreichung der Baureife des Nettobaulandes an, sondern auch bereits im Verlauf des Prozesses. Inwieweit sich diese Parameter bei der Ermittlung des Bodenwertes für Bauerwartungsland gegenseitig ausgleichen können, soll hier nicht Gegenstand der Darstellungen sein.

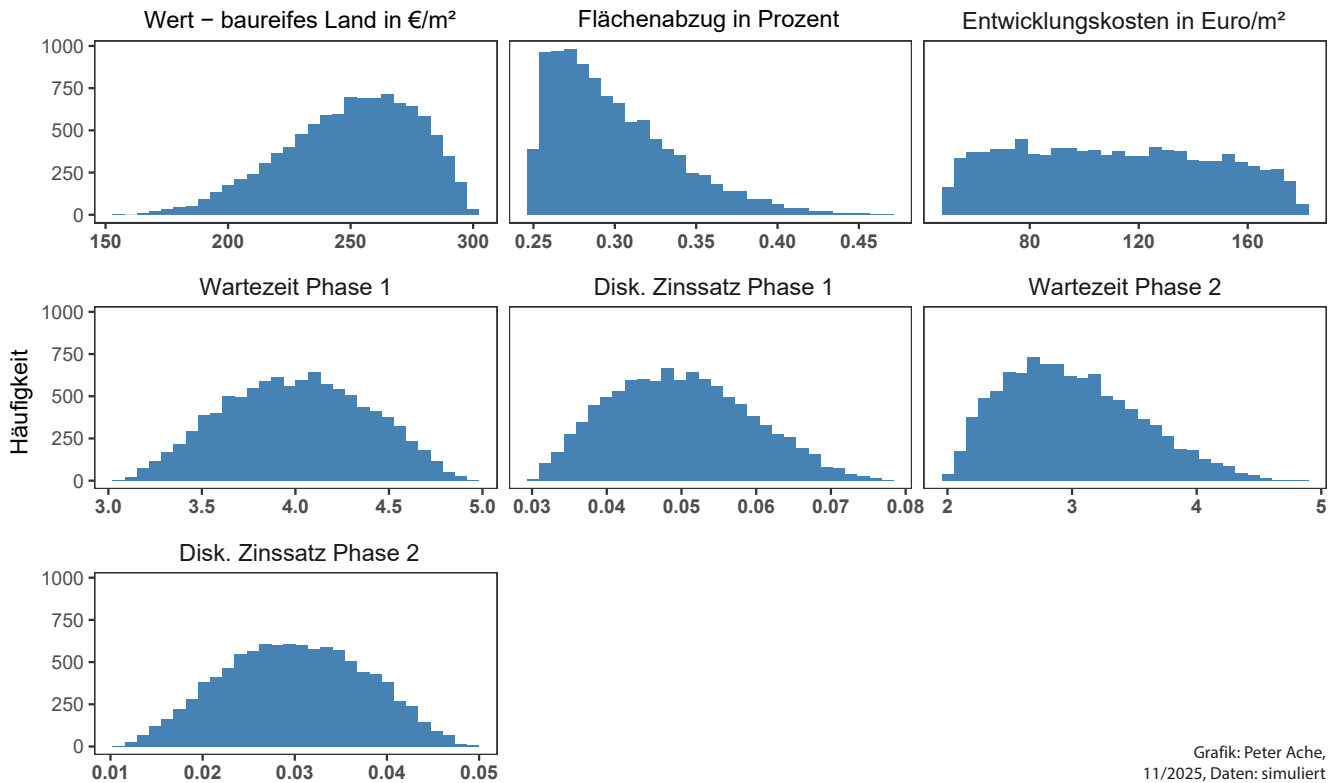
Zur Anwendung der Monte-Carlo-Simulation werden zunächst Annahmen getroffen, die zu Wahrscheinlichkeitsverteilungen der in das deduktive Verfahren eingehenden, unsicheren Werte führen. Bei einer Normalverteilung sind die bestimmenden Parameter für die Verteilung der »arithmetische Mittelwert (mean)« und die »Standardabweichung (sd)«, bei einer Dreiecksverteilung sind dies der »Minimum-, Maximumwert« und der »Modus«. Bei einer PERT-Verteilung (Tsamis und Liapis 2014) sind dies die Parameter »Minimum- und Maximumwert« und der wahrscheinlichste Wert, also z. B. der »Median«. In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass, wenn es um die Vorhersage eines Erwartungswertes aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung geht, der Medianwert die richtige Wahl ist. Dies gilt nicht nur bei schiefen Verteilungen (wie z. B. Abb. 1, Wert baureifes Land) sondern auch bei symmetrischen Verteilungen; hier ist der arithmetische Mittelwert gleich dem Medianwert und entspricht

Tab. 2: Simulierte Eingangswerte

Simulierte Eingangswerte, N = 10.000								
Deduktive Bodenwertermittlung für Bauerwartungsland								
	Allgemeine Kostenkalkulation				Diskontierung auf Erwerbszeitpunkt			
	Bruttobauland (m ²)	Nettobaulandwert (€/m ²)	Flächenabzug	Entwicklungskosten	Wartezeit Ph. 1	Wartezeit Ph. 2	Zinssatz Ph. 1	Zinssatz Ph. 2
1	83.586	225	0,32	68	3	3	0,05	0,03
2	83.586	262	0,25	100	4	3	0,05	0,02
3	83.586	258	0,33	72	5	4	0,06	0,03
4	83.586	253	0,33	101	4	4	0,04	0,04
5	83.586	256	0,28	159	4	4	0,04	0,03
6	83.586	274	0,26	98	4	2	0,04	0,04
7	83.586	286	0,34	88	4	3	0,05	0,03
8	83.586	222	0,30	161	4	3	0,07	0,02
9	83.586	236	0,34	99	4	4	0,05	0,02
10	83.586	272	0,35	98	4	4	0,05	0,03
11..9999								
10000	83.586	251	0,30	92	4	2	0,05	0,04

Angenommene Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eingangsparameter

Deduktives Verfahren der Ermittlung des Wertes von Bauerwartungsland, N = 10.000



Grafik: Peter Ache, 11/2025, Daten: simuliert

Abb. 1: Angenommene Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Eingangsgrößen für die deduktive Bodenwertermittlung

auch hier dem Erwartungswert einer Grundgesamtheit. Gegenüber der Dreiecksverteilung wird bei der PERT-Verteilung der wahrscheinlichste Wert stärker gewichtet; dieses Gewicht wird gegenüber den Minimum- und Maximumwerten i. d. R. mit einem Faktor 4 angesetzt; dieser kann jedoch angepasst werden. Diese Verteilung wird oft im Rahmen der Abschätzung von Risiken in der Projektplanung eingesetzt und auch als Beta-PERT-Verteilung bezeichnet.

Die genannten Parameter der Verteilungen können aus vorhandenen kleineren Stichproben mit Untermauerung durch das Bootstrap-Verfahren (Ache und Müller-Kett 2025) ermittelt werden. Sie sollten aber ergänzend durch Expertenbefragungen gestützt und kalibriert werden (Staford 2020). Über die hier beispielhaft genannten Verteilungen hinaus sind mit heutigen Softwareanwendungen eine Vielzahl von Wahrscheinlichkeitsverteilungen simulierbar. Die Ergebnisse der Simulation von N = 10.000 Eingangswerten mit angenommenen und sorgfältig diskutierten Verteilungen zeigen sich in Tab. 2.

Die Werte in Tab. 2 ergeben das in Abb. 1 dargestellte Bild. Die unterschiedlichen angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind dabei gut erkennbar. Die Verteilung der Fläche des Bruttobaulandes ist nicht dargestellt, sie ist in allen Fällen gleich.

Aus Abb. 1 werden zudem die Spannbreiten und die wahrscheinlichsten Werte der in das Verfahren einge-

henden Größen in etwa erkennbar; auf eine tabellarische Darstellung der konkreten Zahlen soll an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet werden. So folgt in Abb. 1 z. B. die Eingangsgröße »Flächenabzug« einer stark rechtsschiefen Verteilung (long tail right). Zudem wird zum Ausdruck gebracht, dass der Umfang der Flächen, die nicht als veräußerbares Bauland verwendet werden können (Straßen, Wege, Plätze, Grünstreifen etc.), noch nicht wirklich feststeht und mit großer Wahrscheinlichkeit (95 % Vertrauensbereich) zwischen 25 % und 40 % liegen dürfte; wobei der Erwartungswert von 30 % vergleichsweise sicher ist. Die dargestellte Verteilung für den Ansatz für die Entwicklungskosten je m² Nettobauland ergibt, dass die 95 %-Ränge zwar zwischen 54 und 110 €/m² liegt, kleinere oder größere Werte aber gleichermaßen wahrscheinlich sind. Es ist also sehr unsicher, welches letztlich der tatsächlich eintretende Wert sein wird.

Mit den Berechnungsvorschriften (1), (2) und (3) wird sodann mit einer Vielzahl von Kombinationen der simulierten Eingangswerte eine ebenso große Zahl der Zielwerte, in diesem Fall der Wert für Bauerwartungsland bezogen auf die m²-Bruttobaulandfläche, berechnet. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung wiederum für diese Zielgröße des deduktiven Verfahrens zeigt sich dann wie in Abb. 2 dargestellt.

Monte-Carlo-Simulator: Deduktive Bodenwertermittlung und Ergebnispräzision

Wahrscheinlichkeitsverteilung des Wertes von Bauerwartungsland, N = 10.000

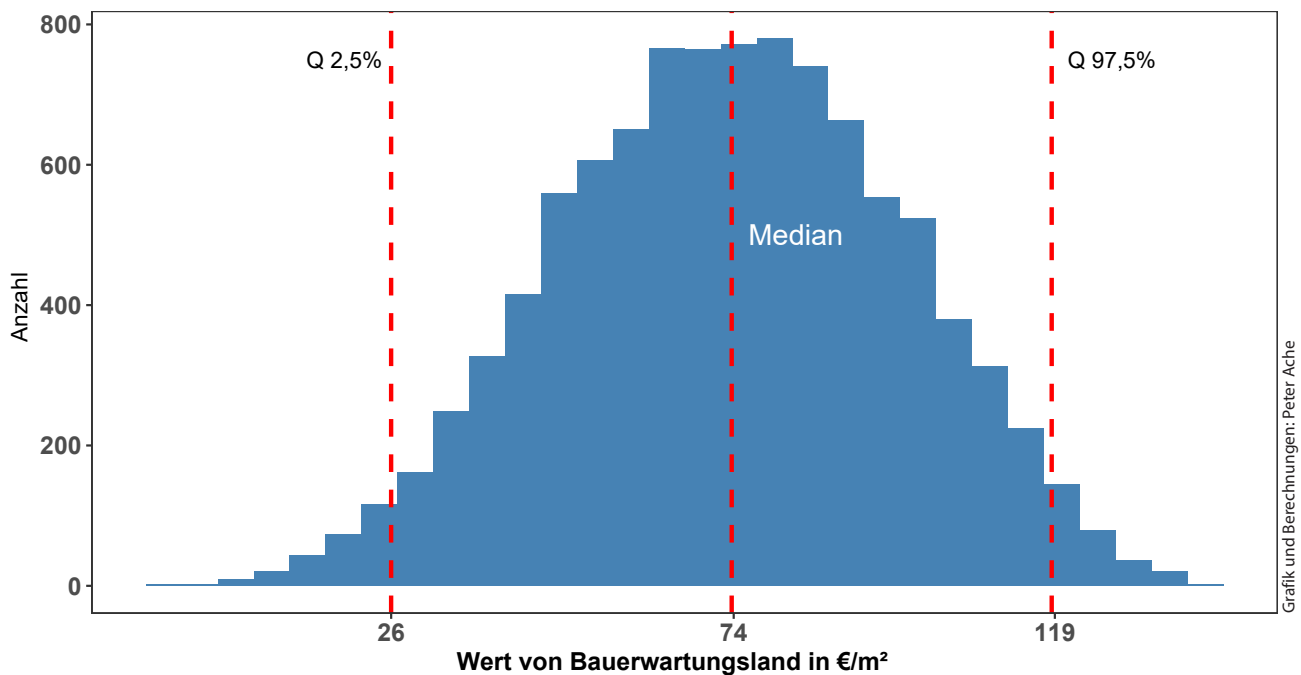


Abb. 2: Verteilung des Zielwertes und Ergebnispräzision aus der Monte-Carlo-Simulation: Deduktive Bodenwertermittlung und Wahrscheinlichkeitsverteilung des Zielwertes »Bodenwert in €/m² für Bauerwartungsland«

Der am ehesten zu erwartende Wert liegt bei etwa 74 €, wobei jeder Wert zwischen 26 €/m² (2,5%-Quantil) und 119 €/m² (97,5%-Quantil) mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit denkbar ist, jedoch mit abnehmender Wahrscheinlichkeit seines Eintretens. Aus Investorensicht bedeutet dies, dass jeder Ankaufspreis von unter ca. 26 €/m² einen sehr sicheren, zusätzlichen Gewinn verspricht, und Ankaufspreise von mehr als ca. 119 €/m² ein mit großer Wahrscheinlichkeit verlustreiches Projekt erwarten lassen; z. B. wenn die Veräußerungspreise für das fertige Bauland geringer ausfallen, als vorher in der Projektplanung angenommen.

Neben der Ermittlung der Range des ermittelten Bodenwertes ist es mit dem simulierten Datensatz auch möglich, den Einfluss der Eingangsgrößen auf den Bodenwert für Bauerwartungsland zu quantifizieren. In Abb. 3 ist z. B. dargestellt, wie der Bodenwert des Bruttobaulandes sich im Verhältnis zu den Entwicklungskosten je m² Nettobauland oder zu der Wartezeit in der Phase 1 des Entwicklungsprojektes verhält.

Gut erkennbar ist, dass – wie zu erwarten – die Entwicklungskosten einen erheblichen Einfluss auf den Wert des Bodens für Bauerwartungsland haben. Bei Entwicklungskosten von z. B. 60 €/m² Nettobauland sollte der Ankaufspreis für den Investor nicht wesentlich über 100 €/m² liegen; wenn die Entwicklungskosten jedoch bei 180 €/m² liegen, dann sollte der Bodenwert für das Bauerwartungsland nicht wesentlich über 50 €/m² liegen. Die Wartezeit für die Phase 1, also den Zeitraum bis zur Rechtskraft des Bebauungsplanes, hat dagegen im Mittel keinen unmittel-

baren Einfluss auf den prognostizierten Bodenwert. Allerdings zeigt sich hier über die möglichen Wartezeiten hinweg eine eher starke Unsicherheit; der Investor wäre gut beraten, den Bodenwert möglichst unterhalb des mittleren Wertes von 75 €/m² als Ankaufswert durchzusetzen.

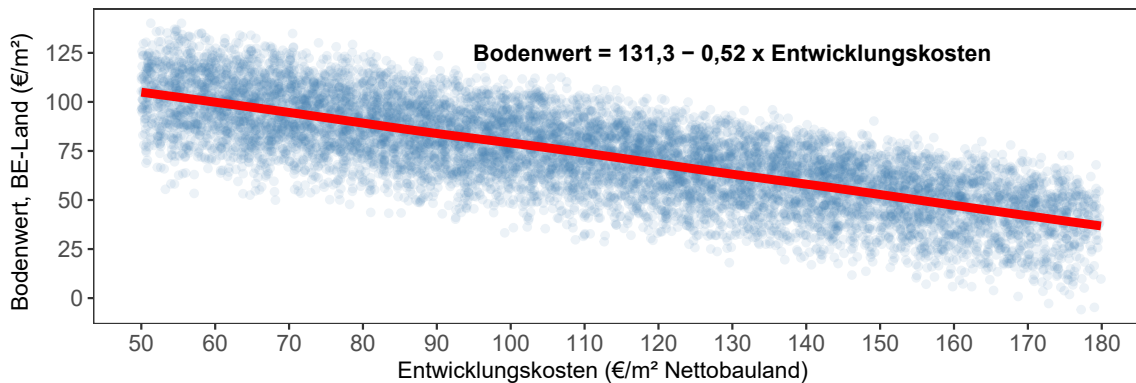
Insbesondere in deduktiven Verfahren werden Sensitivitätsanalysen verlangt (z. B. IVS 2025, Ziff. 100.04). Die einfache Sensitivitätsanalyse prüft, wie stark sich eine isolierte Veränderung einer Eingangsgröße – unter der Annahme des Gleichbleibens aller anderen Eingangsgrößen – auf das Ergebnis auswirkt. Sie beschreibt also lediglich den Einflussgrad, nicht jedoch die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Änderung. Wie in Abb. 3 erkennbar, machen die mit der Monte-Carlo-Simulation erstellten Daten zusätzlich auch die Unsicherheit der Einflüsse deutlich. Die Monte-Carlo-Methode erfasst die gemeinsame Wirkung von Unsicherheiten und liefert eine probabilistische Beschreibung möglicher Ergebnisräume, während die klassische Sensitivitätsanalyse deterministisch und deskriptiv bleibt. Die Monte-Carlo-Simulation ergibt demnach verlässlichere und umfassendere Informationen.

Eine Befragung von Immobiliensachverständigen unter den Mitgliedsorganisationen der TEGoVA (The European Group of Valuers Associations) aus 15 europäischen Ländern durch Muhr (2021) ergab, dass etwa 68 % der Sachverständigen Rechenergebnisse z. B. von Residualwertverfahren mit einer Sensitivitätsanalyse im klassischen Sinne plausibilisieren, jedoch lediglich 3 % die Monte-Carlo-Methode nutzen.

Einfluss von Eingangsgrößen auf den Wert von Bauerwartungsland (BE-Land)

Entwicklungskosten

Steigen die Entwicklungskosten um 10 Euro, sinkt der Bodenwert um 5,20 Euro.



Wartezeit Phase 1 (BE-Land zu Rohbauland)

Unsicherheit des Bodenwertes steigt erheblich.

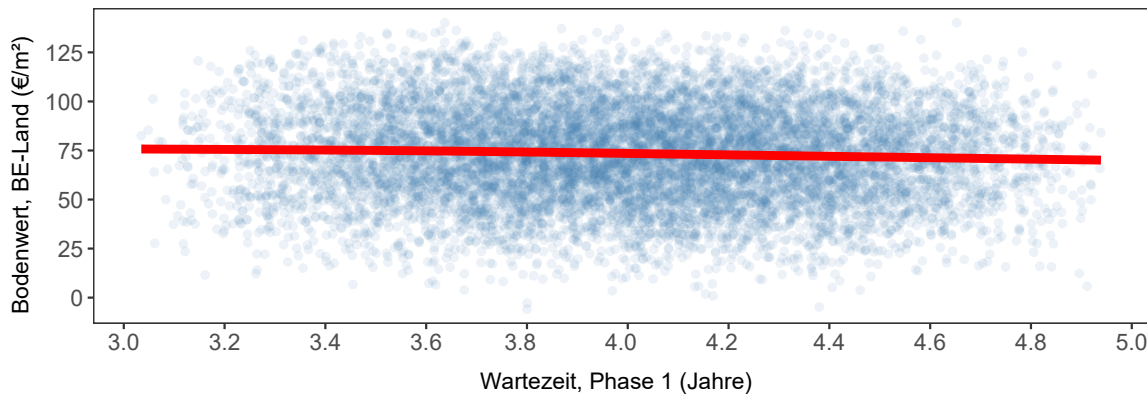


Abb. 3: Einfluss von Eingangsgrößen auf den Wert von Bauerwartungsland

5 Fazit

Die Entwicklung der Immobilienwertermittlung hin zu einer empirisch fundierten, datenbasierten Disziplin markiert einen wesentlichen Paradigmenwechsel, der erforderlich ist, um den aktuellen Herausforderungen und auch den bereits gegebenen technischen Möglichkeiten gerecht zu werden. Die in den letzten Jahren erarbeiteten Konzepte – von der systematischen Definition von Transparenz auf dem Immobilienmarkt, zur Modellgüte und Ergebnisgenauigkeit bis hin zur probabilistischen Quantifizierung von Unsicherheiten durch Resampling- und Simulationsverfahren – führen zu einem neuen Verständnis von Transparenz und Güte bei der Bewertung von Immobilien im umfassenden Sinne. Transparenz bedeutet heute nicht mehr allein Nachvollziehbarkeit der Herleitung eines Einzelwertes, sondern die Offenlegung der Bandbreite möglicher Ergebnisse von Bewertungen, Risikoeinschätzungen und der dabei zugrunde liegenden Unsicherheiten. Güte wiederum ist nicht länger eine Frage subjektiver Einschätzung, sondern messbar durch nachvollziehbare Metriken und empirisch überprüfbare Modelle.

Mit der Monte-Carlo-Methode steht ein Werkzeug zur Verfügung, das die Komplexität moderner Bewertungspro-

zesse realitätsnah abbilden kann, wenn die Annahmen zu den Eingangsparametern realistisch und marktnah getroffen werden. Indem sie die stochastische Streuung dieser Parameter systematisch einbezieht, erlaubt sie die Darstellung von Ergebnissen als Wahrscheinlichkeitsverteilungen anstelle von Punktwerten. Dadurch werden Bewertungsrisiken sichtbar, Plausibilisierungen objektiviert und die Präzision von Wertermittlungen quantifizierbar. Dabei ist der Begriff »Bewertung« umfassender zu interpretieren als die reine Wertermittlung; u. a. ist hier auch die Einschätzung von mit dem Objekt verbundenen Risiken zu subsumieren. In Verbindung mit Verfahren wie Kreuzvalidierung und Bootstrapping entsteht ein konsistentes methodisches Rahmenwerk, das der ImmoWertV und den internationalen Wertermittlungsstandards (z. B. des IVSC, der RICS, der FIG und API) gleichermaßen gerecht wird: nachvollziehbare Prozesse, reproduzierbare Ergebnisse und eine dokumentierte Modellgüte.

Diese vorgeschlagenen Vorgehensweisen erfordern allerdings ein Umdenken. Wertermittlung ist nicht länger ausschließlich eine Anwendung rechtlich definierter Verfahren, sondern zusätzlich ein datenanalytischer oder -wissenschaftlicher Prozess. Die technischen Möglichkeiten – leistungsfähige Statistiksoftware, offene Datenplattformen,

maschinelles Lernen und automatisierte Simulationsumgebungen – liefern bereits heute die Voraussetzungen für eine evidenzbasierte Wertermittlung, die sowohl die fachliche Expertise der Sachverständigen als auch die Anforderungen an Transparenz und Nachvollziehbarkeit integriert.

In einer Zeit wachsender regulatorischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Anforderungen an die Objektivität und Verlässlichkeit von Immobilienwerten sollte die Branche die Chancen dieser Entwicklung aktiv nutzen. Die Öffnung gegenüber stochastischen und datenwissenschaftlichen Methoden bedeutet nicht den Verlust traditioneller Bewertungsprinzipien, sondern ihre konsequente Weiterentwicklung.

Der nächste Schritt in die Zukunft liegt darin, diese Methoden in Ausbildung, Praxis und Standardisierung zu verankern – mit Offenheit, kritischer Reflexion und der Bereitschaft, neue Wege zu gehen.

Literatur

- Ache, P. (2025a): Transparenz und Güte der Ergebnisse von Wertermittlungen – Teil 1: Grundüberlegungen für eine moderne Wertermittlung. In: *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, Heft 3/2025, 150. Jg., 179–186. DOI: 10.12902/zfv-0503-2024.
- Ache, P. (2025b): Transparenz und Güte der Ergebnisse von Wertermittlungen – Teil 2: Modellbildung und Immobilienwertermittlung. In: *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, Heft 4/2025, 150. Jg., 252–261. DOI: 10.12902/zfv-0511-2025.
- Ache, P., Krägenbring, R. (2023): ImmoWertA – Muster-Anwendungshinweise zur Immobilienwertermittlung. In: *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, Heft 3/2023, 148. Jg., 137–146. DOI: 10.12902/zfv-0432-2023.
- Ache, P., Müller-Kett, C. (2025): Transparenz und Güte der Ergebnisse von Wertermittlungen – Teil 3: Resampling-Verfahren, Bootstrapping und die Ergebnisgenauigkeit in der Wertermittlung. In: *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, Heft 6/2025, 150. Jg., 382–394. DOI: 10.12902/zfv-0534-2025.
- Ache, P., Wijek-Roy, G., Kavanagh, J., Korinke, E. K., Reydon, B. (2024): FIG Position Paper: Viewpoint on Transparency of Real Estate Markets. FIG – International Federation of Surveyors. www.fig.net/resources/monthly_articles/2024/Ache_et_al_November_2024.asp, letzter Zugriff 12/2025.
- AK OGA – Arbeitskreis der Oberen Gutachterausschüsse, Gutachterausschüsse und Zentralen Geschäftsstellen in der Bundesrepublik Deutschland (2025): Aktualisierung des Dashboards zum Immobilienmarkt in Deutschland. www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/fachbeitraege/wohnen-immobilien/wohnungs-immobilienmaerkte/dashboard-immobilienmarktbericht/start.html#doc1372504bodyText1, letzter Zugriff 12/2025.
- API – Australian Property Institute (2025): Valuation Protocol – Valuation Approaches and Methods. Effective Date: 1 January 2025. www.api.org.au/wp-content/uploads/2024/09/VP-Valuation-Approaches-and-Methods-eff-01012025.pdf, letzter Zugriff 12/2025.
- BMWSB – Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2023): Muster-Anwendungshinweise zur Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertA). www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/immowerta.pdf, letzter Zugriff 12/2025.
- Bundesbaugesetz (BBauG) vom 23.06.1960. In: BGBl. I, 1960, Nr. 30, 341–388, mit späteren Änderungen.
- DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Arbeitskreis Wertermittlung (2025): Verbesserte Transparenz durch Gutachterausschüsse für Grundstückswerte. DVW-Standpunkt. <https://dvw.de/publikationen/standpunkt-verbesserte-transparenz>, letzter Zugriff 11/2025.
- Eckhardt, R. (1987): Stan Ulam, John von Neumann, and the Monte Carlo Method. In: Los Alamos Science, Special Issue 1987, 131–137. https://mcnp.lanl.gov/pdf_files/Article_1987_LAS_Eckhardt_131--141.pdf, letzter Zugriff 12/2025.
- Haack, B. (2006): Sensitivitätsanalyse zur Verkehrswertermittlung von Grundstücken. Dissertation an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- IVSC – International Valuation Standards Council (2025): International Valuation Standards (IVS). Effective Date: 31 January 2025. <https://saicawebprstorage.blob.core.windows.net/uploads/resources/IVS-effective-31-January-2025.pdf>, letzter Zugriff 12/2025.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1979): Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. In: *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, 263–291.
- Metropolis, N. (1987): The Beginning of the Monte Carlo Method. In: Los Alamos Science, Special Issue, 1987, 125–130. https://mcnp.lanl.gov/pdf_files/Article_1987_LAS_Metropolis_125--130.pdf, letzter Zugriff 12/2025.
- Metropolis, N., Ulam, S. (1949): The Monte Carlo Method. In: *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 44, Issue 247, 335–341. DOI: 10.1080/01621459.1949.10483310.
- Muhr, H. (2021): Empirische Analyse der Sensitivität und Gravität der Eingangsparameter im Residualwertverfahren (Residual Method) gem. ÖNorm B 1802-3 bei der Immobilienbewertung. Dissertation an der Middlesex University. <https://repository.mdx.ac.uk/download/29fd9d9d3921df8a38694c2e8c03f359e8cf78c685af9edf5f50f5032ecd0cf/2734624/HMuhr%20thesis.pdf>, letzter Zugriff 12/2025.
- RICS – Royal Institution of Chartered Surveyors (2024): RICS Valuation – Global Standards (Red Book). Effective Date: 31 January 2025. www.rics.org/content/dam/ricsglobal/documents/standards/Red-Book-Global-Standards-incorporating-IVS.pdf, letzter Zugriff 11/2025.
- Shafir, E., Simonson, I., Tversky, A. (1993): Reason-based choice. In: *Cognition*, Vol. 49, Issue 1–2, 11–36. DOI: 10.1016/0010-0277(93)90034-S.
- Stafford, R. D. (2020): Analysis of Beta Distribution for Subjective Uncertainty Analysis in Cost Models. Master's Thesis, Air Force Institute of Technology. <https://scholar.afit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4256&context=etd>, letzter Zugriff 11/2025.
- Tsamis, A., Liapis, K. (2014): Property Assets Fair Value Accounting Under Uncertainty. In: *European Research Studies*, Vol. XVII, Issue 4, 35–54. DOI: 10.35808/ersj/431.
- Verordnung über die Ermittlung der Beleihungswerte von Grundstücken nach § 16 Abs. 1 und 2 des Pfandbriefgesetzes (Beleihungswertermittlungsverordnung – BelWertV) vom 12.05.2006. In: BGBl. I, 2006, Nr. 24, 117–1186, mit späteren Änderungen.
- Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Immobilien und der für die Wertermittlung erforderlichen Daten (Immobilienwertermittlungsverordnung – ImmoWertV) vom 14.07.2021. In: BGBl. I, 2021, Nr. 44, 2805–2859.

Kontakt

Dipl.-Ing. Peter Ache
 FIG – International Federation of Surveyors
 Vorsitzender der FIG-Commission 9 »Valuation and the Management of Real Estate«
peter.ache.fig@achemail.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter <https://geodaesie.info>.