

Risiko- und chancenbasierte Integration von Nachhaltigkeitsmerkmalen in die Immobilienbewertung

Modellentwicklung zur Gewichtung des ESI-Indikators



Niels Holthausen
Erika Meins
Peter Christen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Aufgabenstellung und Vorgehen	1
1.3	Die ESI Immobilienbewertung	3
2	Modell zur Gewichtung des ESI-Indikators	4
2.1	Anforderungen an das Modell	4
2.2	Bisher unberücksichtigte Wertaspekte.....	4
2.3	Risiko- und szenarienbasierte Betrachtung	5
2.4	Modellumsetzung	7
2.5	Gewichtung der Teilindikatoren.....	8
2.6	Gesamteinfluss des ESI-Indikators auf den Immobilienwert	9
3	Ergebnisse	11
3.1	Gewichte der Teilindikatoren	11
3.2	Gewicht des ESI-Indikators beim Einbezug in DCF	12
3.3	Sensitivitätsanalysen.....	13
4	Fazit	17

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Projektumfeld	Im Rahmen des Projektes Swisswoodhouse erarbeiteten das Center for Corporate Responsibility and Sustainability CCRS der Universität Zürich und der Lehrstuhl für Nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich das AP 3 "Investororientiertes Ratingsystem". Das Hauptziel ist es, das nachhaltige Bauen zu fördern. Dies soll u. a. durch die Anwendung eines Verfahrens zur Immobilienbewertung erreicht werden, das den sich zukünftig ändernden Einfluss äusserer Rahmenbedingungen auf den Immobilienwert ¹⁾ berücksichtigt. Eine solche umfassendere Bewertung wird durch die vom CCRS gemeinsam mit Partnern aus Praxis und Wissenschaft entwickelte ESI® Immobilienbewertung erreicht.
ESI® Immobilienbewertung	Mit der ESI® Immobilienbewertung wird die heute gebräuchliche DCF-Bewertung (discounted cash flow) um diejenigen Informationen über langfristige Entwicklungen ergänzt, welche noch nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden. Der CCRS Economic Sustainability Indicator ESI integriert das Risiko einer Immobilie, aufgrund zukünftiger Entwicklungen an Wert zu verlieren bzw. die Chance, an Wert zu gewinnen in die Immobilienbewertung. Er verbessert gleichzeitig die Transparenz der DCF-Methode bei der Ermittlung des im Diskontsatz verwendeten Objekttrisikos.
Technischer Bericht, der auf Hauptbericht aufbaut	Der vorliegende technische Bericht beschreibt das Modell, welches entwickelt wurde, um die Teilindikatoren innerhalb des CCRS Economic Sustainability Indicator ESI angemessen zu gewichten und um den Einfluss des Indikators auf den mit herkömmlichen Methoden bestimmten Immobilienwert zu bestimmen. Der Bericht baut damit die vorliegende Dokumentation der ESI Immobilienbewertung auf und ergänzt diese. Für ein besseres Verständnis der Grundlagen der ESI Immobilienbewertung wird auf den Bericht „Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben – Economic Sustainability Indicator (ESI)“ ²⁾ verwiesen.

1.2 Aufgabenstellung und Vorgehen

Aufgabe	Im Rahmen des hier beschriebenen Projektes sollte eine risikobasierte Methode zur Gewichtung der Teilindikatoren im ESI-Indikator und zur Quantifizierung des Einflusses des ESI-Indikators auf den Immobilienwert gemäss DCF-Methode entwickelt und angewendet werden.
---------	---

1) Unter Immobilienwert wird hier der Kapitalwert von Grundstücken und der darauf befindlichen Gebäude verstanden.

2) Verfügbar unter http://www.ccrs.uzh.ch/images/stories/ESI_Publikation.pdf

Projektteam	<p>Das Projektteam bestand auf der Auftraggeberseite aus:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dr. Erika Meins, Center for Corporate Responsibility and Sustainability CCRS / Universität Zürich• Dr. Hans-Peter Burkhard, Center for Corporate Responsibility and Sustainability CCRS / Universität Zürich• Prof. Dr.-Ing. Holger Wallbaum, Professur für Nachhaltiges Bauen, Institut für Bauplanung und Baubetrieb (IBB) / ETH Zürich• Regina Hardziewski, Professur für Nachhaltiges Bauen, Institut für Bauplanung und Baubetrieb (IBB) / ETH Zürich <p>Auf Seiten der Auftragnehmer bildeten das Projektteam:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dr. Niels Holthausen, Ernst Basler + Partner AG• Peter Christen, Ernst Basler + Partner AG
Zeitraumen	<p>Die Methode wurde zwischen Dezember 2008 und März 2009 entwickelt und in 3 Fachsitzungen des Projektteams diskutiert.</p>
Beitrag verschiedener Experten	<p>Um die Parameter des Modells zu quantifizieren, waren Schätzungen nötig. Diese Schätzungen wurden von einer Gruppe von Experten validiert. Dazu haben die Experten zunächst unabhängig voneinander die Schätzungen vorgenommen. Anschliessend wurden die Ergebnisse im Rahmen eines Workshops validiert. Folgende Experten haben in diesem Workshop massgeblich zur Quantifizierung der Gewichtung beigetragen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Iván Antón, Wüest+Partner• Dr. Hans-Peter Burkhard, CCRS, Universität Zürich• Dr. Thorsten Busch, pom+• Andreas Pfeiffer, Reuss Engineering• Thomas Schaz, Ernst Basler + Partner AG• Roland Stulz, Novatlantis, ETH Zürich• Rolf Truninger, Qualicasa• Prof. Dr. Holger Wallbaum, IBB, ETH Zürich

1.3 Die ESI Immobilienbewertung³⁾

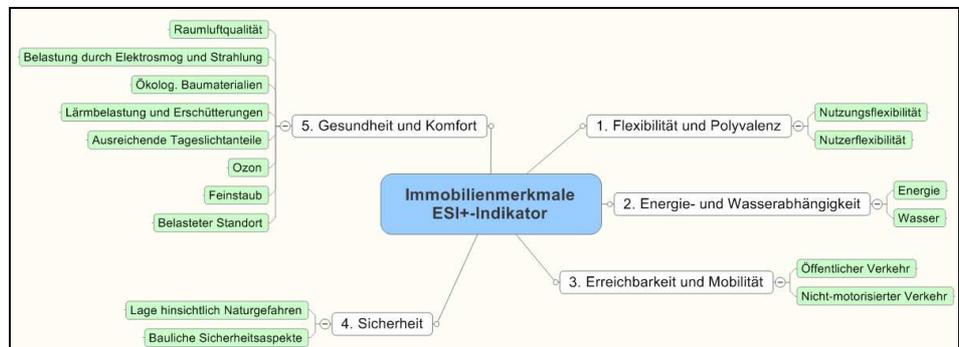
Ergänzung der DCF-Methode

Die ESI Immobilienbewertung wurde als eine Ergänzung der heute verbreiteten DCF-Methode konzipiert. Damit sollen Wertbestandteile von Immobilien in die Bewertung eingehen, die mit der heutigen Anwendung der DCF-Methode nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden.

Operationalisierung der Nachhaltigkeitsmerkmale

Dazu wurden die Immobilienmerkmale, die in Zukunft voraussichtlich zu einer veränderten finanziellen Bewertung der Immobilie führen, identifiziert und operationalisiert. Dazu wurden Teilindikatoren spezifiziert und codiert. Diese wurden dann (zunächst gleichgewichtet) zum ESI-Indikator zusammengefasst (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1:
Aufteilung der Immobilienmerkmale (weiss) in Teilindikatoren (grün)



Gewichtung der Teilindikatoren

Im vorliegenden Bericht wird der darauf folgende Schritt erläutert: die Gewichtung der Teilindikatoren für die Zusammenfassung im ESI-Indikator.

Ermittlung der Höhe des Gesamtindikators

Auf Grundlage der risiko- und szenarienbasierten Gewichtung der Immobilienmerkmale wird ermittelt, wie gross der maximale Einfluss des ESI-Indikators auf den Immobilienwert ist.

Einbindung des ESI-Indikators in die DCF-Methode

Der Einbezug des CCRS Economic Sustainability Indicator ESI® bei der DCF-Methode erfolgt im Diskontierungssatz und zwar an der Stelle des Objekt-risikos. Abgesehen davon wird der Diskontierungssatz mittels Risikokomponentenmodell genauso ermittelt wie es üblicherweise der Fall ist.

3) Eine ausführliche Beschreibung findet sich im zusammenfassenden Bericht „Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben – Economic Sustainability Indicator (ESI)“ herausgegeben vom CCRS.

2 Modell zur Gewichtung des ESI-Indikators

2.1 Anforderungen an das Modell

Im Folgenden werden wesentliche Anforderungen an das Modell und deren Umsetzung im Modell beschrieben. Es handelt sich dabei um folgende zentrale Modelleigenschaften:

- Ausschliessliche Berücksichtigung bisher nicht oder zu schwach berücksichtigter Wertaspekte
- Risiko- und szenarienbasierte Betrachtung

Zudem wird der methodische Ansatz zur Bildung der Gewichte der einzelnen Immobilienmerkmale erläutert.

2.2 Bisher unberücksichtigte Wertaspekte

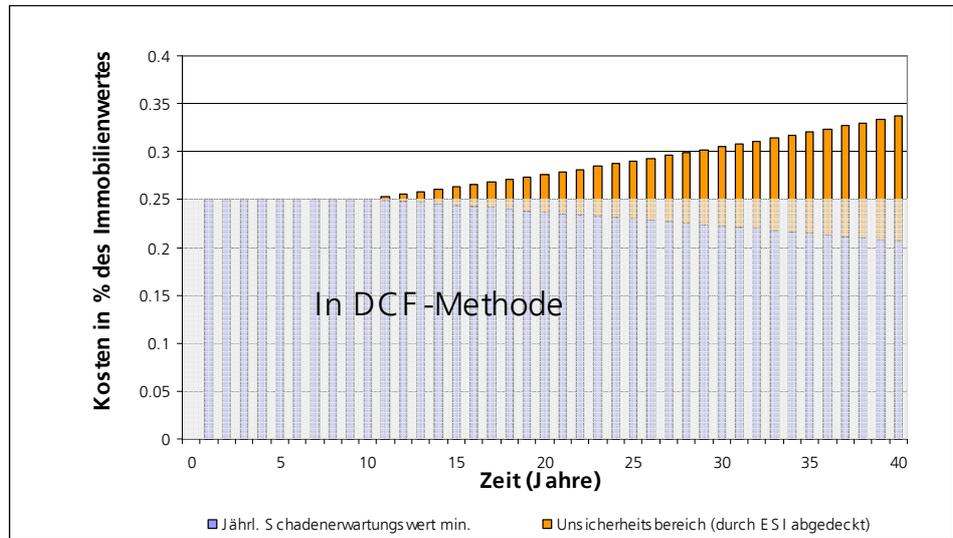
Abbildung zukünftiger
Veränderungen auf den
Immobilienwert

Relevant für den ESI-Indikator sind alle Immobilienmerkmale, die einen Einfluss auf den Immobilienwert haben und langfristigen Entwicklungen unterliegen, die in der DCF-Methode nicht oder zu schwach berücksichtigt werden. Es wird davon ausgegangen, dass der Einfluss der Immobilienmerkmale auf den Immobilienwert implizit oder explizit von der DCF-Methode für 5-10 Jahre prognostiziert und dann auf die restliche Immobilienlebenszeit fortgeschrieben wird. Mit dem ESI-Indikator werden mögliche zukünftige Veränderungen des Immobilienwertes aufgrund einer Änderung in den Rahmenbedingungen abgebildet.

Differenzwertbetrachtung

Dies erfolgt methodisch über eine Differenzwertbetrachtung: Es wird für die einzelnen Teilindikatoren die Differenz ihres aktuellen Einflusses auf den Immobilienwert (gemäss DCF-Methode) und ihres möglichen zukünftigen Einflusses bestimmt, der bei einer erwarteten Änderung der Rahmenbedingungen wirksam wird. Die Differenz dieser Werte geht über den ESI-Indikator in die Immobilienbewertung ein (vgl. Abbildung 2). Dabei werden die Entwicklungen sowohl von künftigen Kosten als auch von künftigen Erträgen berücksichtigt.

Abbildung 2:
Wirkung des ESI-Indikators im Vergleich zur Bewertung mit der DCF-Methode ohne ESI-Indikator (am Beispiel eines kostenverursachenden Teilindikators)



2.3 Risiko- und szenarienbasierte Betrachtung

2.3.1 Übersicht

Risikobasierte Betrachtung	Der ESI-Indikator stellt eine risikobasierte Betrachtung dar. D.h., dass die langfristigen Entwicklungen, die Folgen für den relativen Wert der einzelnen Immobilienmerkmale haben, mit ihren Eintretenswahrscheinlichkeiten und möglichen Auswirkungen auf den Immobilienwert (Ausmass) in die Quantifizierung des ESI-Indikators und in die Gewichtung der einzelnen Immobilienmerkmale innerhalb des Indikators eingehen.
Betrachtungszeitraum	Die Entwicklung wird über einen Zeitraum von 40 Jahren betrachtet. Für die ersten 10 Jahre wird in einer vereinfachenden Annahme davon ausgegangen, dass die betrachteten Risiken durch die DCF-Methode vollständig abgedeckt werden. Für den Zeitraum 11-40 Jahre wird davon ausgegangen, dass sich die Eintretenswahrscheinlichkeit (und ggf. die Ausmasse) der Szenarien mit der Zeit ändern.
Szenarienbasierte Betrachtung	Um der Unsicherheit von langfristigen Entwicklungen zu begegnen, wird zudem eine szenarienbasierte Betrachtung vorgenommen. D.h. die Bandbreite der möglichen Folgen wird im Modell mittels Szenarien abgebildet.
Szenarien, Eintretenswahrscheinlichkeiten und Ausmasse als zentrale Modelleigenschaften	Die zentralen Modelleigenschaften sowie die Annahmen zu deren Umsetzung im Modell lassen sich anhand der Szenarien und ihrer Eintretenswahrscheinlichkeiten und Ausmasse wie nachfolgend beschrieben, spezifizieren.

2.3.2 Szenarien

Vier Szenarien zur Beschreibung
der Anforderungen an
Immobilien

Veränderungen von Rahmenbedingungen führen dazu, dass sich die Anforderungen an Immobilien verändern. Zum Beispiel werden zukünftig steigende Energiepreise dazu führen, dass Immobilien höhere Standards hinsichtlich Energieeffizienz erfüllen müssen. Die Bandbreite der möglichen Anforderungen wurde für jeden Teilindikator mit Hilfe von vier Szenarien beschrieben. Es handelt sich jeweils um ein realistisches Maximalszenario, um ein mittleres Szenario, ein Minimalszenario und ein Null-Szenario. Diese Szenarien werden so gewählt, dass sie die Gesamtheit der mit dem Teilindikator zusammenhängenden möglichen Ereignisse und Entwicklungen abdecken (vgl. Kapitel 2.4). Es wird also davon ausgegangen, dass eines der Szenarien eintritt.

Monte-Carlo-Simulation

Da der Eintretenszeitpunkt der Szenarien aufgrund der Diskontierung künftiger Aufwendungen und Erträge in der Kapitalwertmethode eine bedeutende Rolle spielt, wird im Modell der Eintretenszeitpunkt der Szenarien jedes Teilindikators im Zeitraum 11-40 Jahre zufällig gewählt. Über eine Monte-Carlo-Simulation mit einer grossen Zahl an solchen Zufallsexperimenten lässt sich so das mittlere Gewicht der einzelnen Teilindikatoren ermitteln.

2.3.3 Eintretenswahrscheinlichkeiten

Eintretenswahrscheinlichkeit

Allen Szenarien wird eine Eintretenswahrscheinlichkeit zugeordnet. Diese bezieht sich auf den Zeitraum 11-40 Jahre, da angenommen wird, dass die in der DCF-Methode über die nächsten 10 Jahre erwarteten Entwicklungen zutreffen. Es wird vereinfachend angenommen, dass das Eintreten des Szenarios innerhalb des Zeitraumes 11-40 Jahre immer gleich wahrscheinlich ist, d. h. über eine grosse Anzahl von Immobilien verteilen sich die Eintretenszeitpunkte gleichmässig über die 30 Jahre.

2.3.4 Ausmasse

Relative Angabe des Ausmasses

Das Ausmass der Szenarien wird als Anteil des Immobilienwertes angegeben, um für unterschiedliche Immobiliengrössen möglichst repräsentative Ergebnisse zu erhalten.

Immobilienwert
= 65% Gebäude
+ 35% Grundstück

Bei der Ausmassbetrachtung wird davon ausgegangen, dass sich der Immobilienwert zu 65% aus dem Gebäudewert und zu 35% aus dem Grundstückswert zusammensetzt.⁴⁾

4) In Anlehnung an Kubli, Ursina et al., Wertvoller Boden – Die Funktionsweise des Bodenmarktes im Kanton Zürich, Zürcher Kantonalbank und Statistisches Amt des Kantons Zürich (Hrsg.), Zürich 2008, Seiten 58ff.

Ermittlung des mittleren Ausmasses mit Monte-Carlo-Simulation

Mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation wird das teilindikator-bezogene mittlere Ausmass über die möglichen Szenarien und die möglichen Eintretenszeitpunkte ermittelt.

Diskontierung

Die Ausmasse werden auf den heutigen Zeitpunkt diskontiert. Dazu wird ein Diskontsatz von 4.7% verwendet, was einem langjährigen Erfahrungswert aus der Schweizer Immobilienbewertungs-Praxis entspricht.

2.4 Modellumsetzung

Umsetzung des Modells in Excel

Im Folgenden ist die Umsetzung der beschriebenen Modelleigenschaften im Excel-basierten Gewichtungsmo-
dell beschrieben.

Veränderung allg. Rahmenbedingungen

Zunächst wird je Nachhaltigkeitsmerkmal die erwartete zukünftige Entwicklung allgemeiner Rahmenbedingungen beschrieben, welche Auslöser für die Wertänderung der Immobilie sind.

Konsequenz: allg. Anforderung an Immobilie bzw. eintretendes Ereignis

Die Konsequenz der Veränderung der allgemeinen Rahmenbedingungen, wird für ein (gemessen am Bestand) durchschnittliches Gebäude beschrieben. Diese Konsequenz wird in Form von veränderten allgemeinen Anforderungen an das Gebäude festgelegt, z. B. dass eine Veränderung der Raumeinteilung vorgenommen werden soll.

Anpassungs-Szenarien: Ausprägungen der konkreten Anforderungen an die Immobilie

Im nächsten Schritt werden für jede Konsequenz drei Anpassungs-Szenarien (min, medium, max) definiert, die die konkreten Anforderungen an die Immobilie beschreiben. Dies beinhaltet z. B., dass das Kabel- oder Leitungsnetz erneuert werden muss und daher die Zugänglichkeit der Leitungen, z. B. in Schächten, eine grosse Rolle für die Kosten dieser Arbeiten spielt. Für die Ermittlung der Kosten, die aus der Veränderung der Rahmenbedingungen bezüglich dieses Teilindikators entstehen können, wird geschätzt, welcher Aufwand nötig ist, damit die Immobilie diesen Anforderungen genügt (z. B. was die dafür nötigen baulichen Massnahmen kosten). Es handelt sich also um Szenarien, mit denen eine Anforderung an die Immobilie erfüllt wird (im Beispiel ein neues Leitungsnetz), also der Gebäudewert erhöht wird.

Null-Szenario

Zudem wird als viertes Szenario ein Null-Szenario ergänzt, das den Fall abdeckt, dass sich die jeweilige Rahmenbedingung nicht wesentlich ändert.

Schätzen von
Eintretenswahrscheinlichkeit und
Ausmass

Für die Szenarien werden die Eintretenswahrscheinlichkeiten und die Ausmass fachlich begründet festgelegt, oder bestmöglich geschätzt (vgl. Kapitel 2.3). Beim Ausmass wurde dabei zwischen Gebäuden mit "günstiger" und "ungünstiger" Ausprägung hinsichtlich des Teilindikators unterschieden. Hierbei entspricht „günstig“ der gemäss Codierung des ESI-Indikators besten Ausprägung mit dem Wert +1 und „ungünstig“ der gemäss Codierung schlechtesten Ausprägung mit dem Wert -1. Für die „günstigen“ Ausprägungen wird davon ausgegangen, dass sie einen positiven Beitrag zum langfristigen Immobilienwert leisten und vice versa.

Risiko
"günstig" und "ungünstig"

Durch Multiplikation der Eintretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Szenarien mit dem jeweiligen Ausmass bei "günstiger" und "ungünstiger" Ausprägung der Immobilie ergibt sich das auf die restliche Gebäudelebenszeit bezogene Risiko, das hier auch als erwartete Immobilienwertveränderung verstanden werden kann. Zu beachten ist, dass das Risiko im Sinne von relativen Schäden in Anteilen vom Immobilienwert angegeben wird, d. h. dass positive Beträge Immobilienwert-Minderungen bedeuten, während negative Beträge auf einen erwarteten Wertzuwachs hinweisen.

Ceteris-paribus-Annahme und
schrittweise Kombination der
Teilindikatoren

Ausserdem ist zu beachten, dass sich die absoluten Werte auf Situationen beziehen, bei denen nur hinsichtlich eines Teilindikators eine Änderung eintritt (Ceteris-paribus-Annahme). Soll der gesamte Einfluss der im ESI-Indikator berücksichtigten Immobilienmerkmale bestimmt werden, so ist der Einfluss eines Teilindikators auf den Immobilienwert immer auf denjenigen Immobilienwert zu beziehen, der bereits die Änderungen der vorangegangenen Teilindikatoren beinhaltet. Ansonsten wird der Einfluss des ESI-Indikators insgesamt deutlich überschätzt (vgl. Zinseszins-Rechnung).

2.5 Gewichtung der Teilindikatoren

Gewichtung nach Streubreite
zwischen günstigster und
ungünstigster Ausprägung

In der späteren Anwendungspraxis soll der Einfluss des ESI-Indikators über die Ausprägung der jeweiligen Immobilie hinsichtlich der verschiedenen Teilindikatoren erfolgen. Gemäss Codierungsschema wird dabei der besten Ausprägung der Wert +1 zugewiesen, der schlechtesten Ausprägung der Wert -1. Diese Gewichtung der Teilindikatoren wird aus der Grösse der Streubreite zwischen der besten und der schlechtesten Ausprägung abgeleitet.

Vor Gewichtung: Reduktion von
Überschneidungen der
Teilindikatoren

Die Gewichtung der Immobilienmerkmale erfolgt über ein Aufsummieren dieser Streubreiten der Teilindikatoren. Dies ist nur dann ohne Verzerrungen möglich, wenn die berücksichtigten potenziellen Ausmass aller Teilindikatoren tatsächlich auch gleichzeitig möglich sind, d.h. dass es keine Überschneidungen der Ausmass gibt. Aus diesem Grund werden Teilindikatoren z. T. zusammengefasst (Beispiel: breite Türen, breite Gänge, rollstuhlfähiges Bad/WC).

Synergien-Faktor Synergien, die darin bestehen, dass verschiedene nötige Sanierungen gleichzeitig erledigt werden können, werden je Teilindikator geschätzt und gehen als Minderungsfaktor in die Berechnung ein.

2.6 Gesamteinfluss des ESI-Indikators auf den Immobilienwert

Maximale Wertüberschätzung Der Gesamteinfluss des ESI-Indikators auf den Immobilienwert lässt sich ebenfalls mit Hilfe des szenarienbasierten Gewichtungsmodells quantifizieren. Dazu wird zum einen durch eine Verknüpfung der erwarteten Kosten aufgrund negativer Ausprägungen aller Teilindikatoren die maximale Wertüberschätzung von Immobilien mit der DCF-Methode bestimmt. Diese repräsentiert die zu erwartenden, in der DCF-Methode nicht berücksichtigten, zukünftigen, abdiskontierten Kosten (in Anteilen am Immobilienwert), welche aufgrund der Ereignisse oder Entwicklungen der einzelnen Teilindikatoren entstehen.

Maximale Wertunterschätzung Andererseits wird über die erwarteten Kosteneinsparungen und Ertragssteigerungen aufgrund günstiger Ausprägungen aller Teilindikatoren die maximale Wertunterschätzung durch die DCF-Methode bestimmt.

Diskontierung Bei der Bestimmung des maximalen Einflusses wird davon ausgegangen, dass die Ereignisse im betrachteten Zeitraum (also in 11-40 Jahren) eintreten. Für die Bestimmung der Gewichte wird der Eintretenszeitpunkt jedes Szenarios in der Monte-Carlo-Simulation als Zufallswert bestimmt. Von diesem Zeitpunkt aus werden sie auf den heutigen Zeitpunkt diskontiert. Dabei wird ein Diskontsatz von 4.7% verwendet. Über eine grosse Zahl an simulierten Einzelfällen erhält man so eine stochastische Annäherung an den mittleren, für die heutige Bewertung relevanten Einfluss pro Teilindikator.

Schrittweise Verknüpfung Die Verknüpfung der Einflüsse der einzelnen Teilindikatoren zur maximalen Wertüberschätzung und zur maximalen Wertunterschätzung erfolgt über eine schrittweise Multiplikation der als Anteil am Immobilienwert angegebenen Wertänderungen durch die günstige oder ungünstige Ausprägung hinsichtlich des jeweiligen Teilindikators. Dabei wird bei jedem Schritt der bereits durch die Berücksichtigung der anderen Teilindikatoren veränderte Immobilienwert verwendet.

Synergien durch gemeinsame Sanierung Auch bei der Bestimmung des Gesamteinflusses werden die Synergien, die darin bestehen, dass verschiedene nötige Sanierungen gleichzeitig erledigt werden können, je Teilindikator geschätzt und als Minderungsfaktor in der Berechnung berücksichtigt.

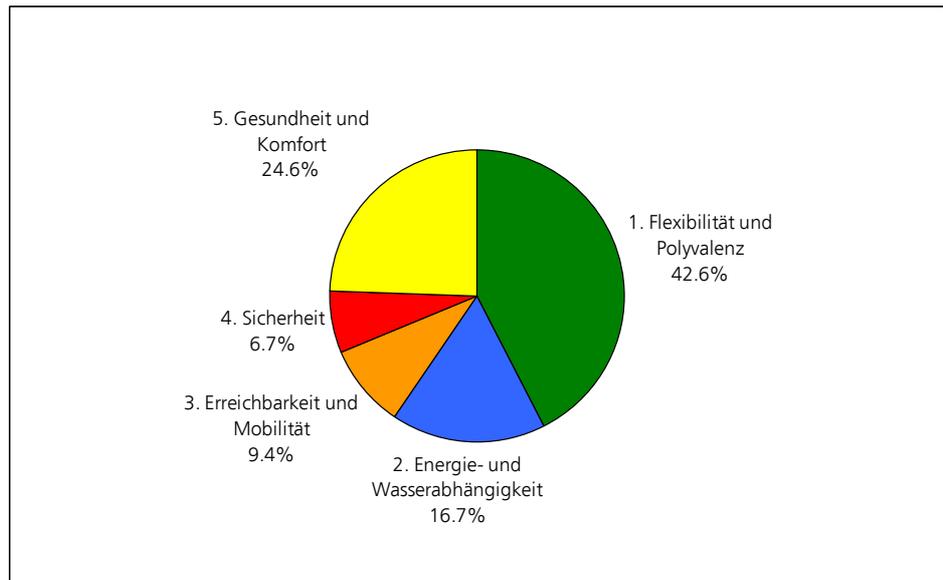
Gekoppelte Wirkungen Bei einzelnen Teilindikatoren ist davon auszugehen, dass Massnahmen zur Verbesserung der Ausprägung auch auf die Beurteilung hinsichtlich anderer Teilindikatoren einen positiven Einfluss haben. Diese Überschneidungen wurden wo möglich durch Präzisierung der Teilindikatoren oder durch Zusammenlegung der Indikatoren vermieden. Wo sie nicht zu vermeiden waren, ist die erhöhte Wirkung der Sanierungsmassnahmen durch eine Erhöhung des Synergiefaktors berücksichtigt.

3 Ergebnisse

3.1 Gewichte der Teilindikatoren

Die szenarienbasierte Gewichtung der Teilindikatoren ergibt die in Abbildung 3 dargestellte Verteilung.

Abbildung 3:
Gewichte der einzelnen
Teilindikatoren



Die detaillierte Gewichtung der Teilindikatoren bis auf Ebene Sub-Teilindikator ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1:
Gewichtung der Teilindikatoren
und Sub-Teilindikatoren

Teilindikatoren	Gewicht
1 Flexibilität und Polyvalenz	42.6%
1.1 Nutzungsflexibilität	27.7%
1.1.1 Raumeinteilung	12.8%
1.1.2 Geschosshöhe	11.8%
1.1.3 Zugänglichkeit Kabel/Leitungen/Haustechnik	1.9%
1.1.4 Reservekapazität Kabel/Leitungen/Haustechnik	1.2%
1.2 Nutzerflexibilität	14.9%
1.2.2 Überwindbarkeit Höhendifferenzen innen und aussen	7.4%
1.2.3 Rollstuhlgängigkeit	4.4%
1.2.4 Balkon Durchblick	0.0%
1.2.5 Nutzbarkeit Aussenraum	3.0%
2 Energie- und Wasserabhängigkeit	16.7%
2.1 Energie	12.8%
2.1.1 Netto-Energiebedarf	12.8%
2.2 Wasser	3.9%
2.2.1 Wasserverbrauch	2.0%
2.2.2 Abwasserentsorgung	1.9%
3 Erreichbarkeit und Mobilität	9.4%
3.1 Öffentlicher Verkehr	5.7%
3.1.1.1 Anbindung ÖV (Entfernung)	5.7%
3.2 Nichtmotorisierter Verkehr	3.7%
3.2.1 Veloabstellplätze beim Gebäude	3.7%
4 Sicherheit	6.7%
4.1 Lage hinsichtlich Naturgefahren	3.1%
4.1.1 Lage hinsichtlich möglicher Naturgefahren (Hochwasser-, Lawinen-, Erdbeben- und Sturzgefährdung)	3.1%
4.2 Bauliche Sicherheitsvorkehrungen	3.6%
4.2.2 Personenbezogene Sicherheitsvorkehrungen	3.6%
5 Gesundheit und Komfort	24.6%
5.1 Gesundheit und Komfort	24.6%
5.1.1 Raumluftqualität	7.0%
5.1.3 Ausreichende Tageslichtanteile	3.8%
5.1.4.1 Elektromog (nichtionisierend)	1.9%
5.1.4.2 Radon (ionisierend)	5.4%
5.1.5 Ökologische Baumaterialien	3.4%
5.1.5.2 Verdächtige Materialien bei Altbauten	3.1%
Summe:	100.0%

3.2 Gewicht des ESI-Indikators beim Einbezug in DCF

Maximale Über- und
Unterschätzung

Der maximale Einfluss des ESI-Indikators hinsichtlich einer Über- oder Unterschätzung des Immobilienwertes bei Vernachlässigung der im ESI-Indikator berücksichtigten Nachhaltigkeitsaspekte beträgt:

- Max. Überschätzung des Wertes: 14.9% des Immobilienwertes
- Max. Unterschätzung des Wertes: 6.6% des Immobilienwertes

Diese Werte entsprechen einem Betrachtungszeitraum von 40 Jahren und einem zufälligen Ereignisseintritt im Zeitraum +11 bis +40 Jahre.

3.3 Sensitivitätsanalysen

3.3.1 Grundlegende Annahmen

Monte-Carlo-Simulation Die ermittelten Gewichtungen wurden über eine Sensitivitätsanalyse auf ihre Robustheit geprüft. Dazu wird die Streubreite jedes einzelnen Teilindikators bei einer Variation der Eintretenswahrscheinlichkeit der Szenarien von +/-50% und beim Ausmass von +/-25% in einer Monte Carlo Simulation variiert und es werden die Auswirkungen auf die Gewichte der einzelnen Immobilienmerkmale betrachtet. Bei der Variation wird jeweils eine Dreiecksverteilung unterstellt mit dem gegebenen Wert als wahrscheinlichstem Mittelwert.

Variation des Diskontsatzes Die Sensitivitäten werden zum einen für einen fixen Diskontsatz von 4.7% bestimmt. Zum anderen wird der Diskontsatz bei der Sensitivitätsanalyse mit einem Minimalwert von 4%, einem wahrscheinlichsten Wert von 4.7% und einem Maximalwert von 5.4% variiert (Dreiecksverteilung) und dessen Auswirkungen auf die Gewichtung untersucht.

Variation des Zeithorizontes Schliesslich wird die Sensitivität der Ergebnisse auf eine Verkürzung des Zeithorizontes von 40 auf 35 Jahre getestet.

3.3.2 Sensitivitätsanalysen zur Gewichtung der Immobilienmerkmale

Die Sensitivitätsanalysen ergeben die in Tabelle 2 dargestellten Verteilungen für die einzelnen Teilindikatoren.

Tabelle 2:
Verteilung der Gewichtung der Teilindikatoren mit variablem Ereigniszeitpunkt

	Quantile							Standardabweichung	Mittelwert	Variationskoeffizient
	0%	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
Betrachtungszeitraum 40 Jahre, ohne Variation Diskontsatz, mit Variation Eintrittszeitpunkt										
1. Flexibilität und Polyvalenz	21.8%	35.0%	38.5%	42.6%	46.7%	50.3%	64.9%	0.059	42.6%	13.8%
2. Energie- und Wasserabhängigkeit	5.5%	10.8%	12.9%	16.1%	20.1%	23.5%	36.1%	0.048	16.7%	29.0%
3. Erreichbarkeit und Mobilität	3.0%	6.0%	7.3%	9.2%	11.2%	13.2%	22.2%	0.028	9.4%	29.6%
4. Sicherheit	1.9%	4.2%	5.1%	6.5%	8.1%	9.6%	17.9%	0.021	6.7%	31.2%
5. Gesundheit und Komfort	11.0%	19.1%	21.5%	24.3%	27.4%	30.3%	45.4%	0.044	24.6%	17.7%

Der Variationskoeffizient zeigt, dass die Verteilungen der Teilindikatoren 1 und 5 mit den absolut höheren Gewichten auch eine höhere relative Schätzgenauigkeit aufweisen. Insgesamt wird die Schätzgenauigkeit für die Gewichtung der einzelnen Immobilienmerkmale als ausreichend beurteilt.

Als Vergleichsgrößen sind in Tabelle 3 die Verteilungen für die einzelnen Immobilienmerkmale dargestellt, wenn zudem der Diskontsatz wie oben beschrieben variiert wird. Es ergibt sich dadurch keine wesentliche Änderung der Streuung.

Tabelle 3:
Verteilung der Gewichtung der Immobilienmerkmale bei Variation des Ereigniszeitpunktes und des Diskontsatzes

	Quantile							Standardabweichung	Mittelwert	Variationskoeffizient
	0%	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
Betrachtungszeitraum 40 Jahre, mit Variation Diskontsatz, mit Variation Eintrittszeitpunkt										
1. Flexibilität und Polyvalenz	19.0%	35.0%	38.5%	42.6%	46.7%	50.3%	67.7%	0.059	42.6%	13.9%
2. Energie- und Wasserabhängigkeit	5.6%	10.8%	12.9%	16.1%	20.1%	23.5%	38.6%	0.048	16.7%	29.0%
3. Erreichbarkeit und Mobilität	2.8%	6.0%	7.3%	9.1%	11.2%	13.3%	23.8%	0.028	9.4%	29.7%
4. Sicherheit	1.6%	4.2%	5.1%	6.5%	8.0%	9.6%	18.5%	0.021	6.7%	31.3%
5. Gesundheit und Komfort	10.5%	19.1%	21.5%	24.3%	27.4%	30.3%	48.2%	0.044	24.6%	17.7%

Variation Zeithorizont

Eine Reduktion der Streuung ergibt sich, wenn statt eines Zeithorizontes von +40 Jahren ein Horizont von +35 Jahre gewählt wird (vgl. Tabelle 4). Auf die Gewichtung der einzelnen Immobilienmerkmale hat die Verkürzung der Zeithorizontes jedoch praktisch keinen Einfluss.

Tabelle 4:
Verteilung der Gewichtung der Immobilienmerkmale bei Variation des Ereigniszeitpunktes und mit Zeithorizont 35 Jahre

	Quantile							Standardabweichung	Mittelwert	Variationskoeffizient
	0%	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
Betrachtungszeitraum 35 Jahre, ohne Variation Diskontsatz, mit Variation Eintrittszeitpunkt										
1. Flexibilität und Polyvalenz	24.6%	36.1%	39.1%	42.6%	46.1%	49.3%	62.3%	0.051	42.6%	12.0%
2. Energie- und Wasserabhängigkeit	6.5%	11.7%	13.5%	16.3%	19.7%	22.6%	34.6%	0.042	16.7%	24.9%
3. Erreichbarkeit und Mobilität	3.0%	6.4%	7.6%	9.2%	11.0%	12.7%	20.5%	0.024	9.4%	25.4%
4. Sicherheit	2.1%	4.5%	5.4%	6.5%	7.9%	9.1%	16.1%	0.018	6.7%	26.9%
5. Gesundheit und Komfort	12.4%	19.8%	21.9%	24.4%	27.0%	29.5%	42.6%	0.037	24.5%	15.3%

Sensitivste Parameter

Die Parameter mit dem grössten Einfluss auf die Gewichtung der Immobilienmerkmale und den maximalen Gesamteinfluss des ESI-Indikators sind in Abbildung 4 dargestellt. Es fällt auf, dass die Eintrittszeitpunkte der Szenarien bei Variation zu den sensitivsten Parametern gehören. Wichtig für die Beurteilung der Sensitivität ist, dass es keinen Parameter gibt, dessen Einfluss die Resultate deutlich dominieren.

Abbildung 4:
Prozentualer Beitrag der einzelnen Parameter zur Varianz der Gewichtungen bei flexiblem Eintrittszeitpunkt der Szenarien

Eintrittszeitpunkt Szenario Raumeinteilung	23.2%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Geschosshöhe	19.6%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Netto-Energiebedarf	12.5%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Höhendifferenzen	7.5%	
W min-Szenario Geschosshöhe	5.4%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Raumlufthqualität	3.7%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Rollstuhlgängigkeit	2.7%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Anbindung ÖV	2.5%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Radon	2.2%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Nutzbarkeit Aussenr.	1.3%	
W max-Szenario Raumeinteilung	1.2%	
W med-Szenario Raumeinteilung	1.2%	
Eintrittszeitpunkt Szenario Veloabstellplätze	1.1%	

Hinweis: W=Eintretenswahrscheinlichkeit

3.3.3 Sensitivitätsanalysen zum maximalen Einfluss des ESI-Indikators auf den Immobilienwert

Für den maximalen Einfluss des ESI-Indikators auf den Immobilienwert ergeben die Sensitivitätsanalysen die in Tabelle 5 dargestellten Verteilungen und Variationskoeffizienten. Es wird wiederum deutlich, dass eine Variation des Diskontsatzes bei variablen Eintrittszeitpunkten der Szenarien keinen grossen zusätzlichen Einfluss auf die Streuung der maximalen Einflüsse hat.

Tabelle 5:
Verteilung der maximalen Einflüsse bei Kombination aller negativen oder aller positiven Ausprägungen der Teilindikatoren

	Quantile							Standard-abweichung	Mittelwert	Variations-koeffizient
	0%	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
Betrachtungszeitraum 40 Jahre, ohne Variation Diskontsatz, mit Variation Eintrittszeitpunkt										
Überschätzung	-23.9%	-17.3%	-16.1%	-14.8%	-13.5%	-12.5%	-8.7%	0.019	-14.9%	12.5%
Unterschätzung	4.1%	5.7%	6.1%	6.6%	7.1%	7.6%	10.3%	0.008	6.6%	11.6%
Betrachtungszeitraum 40 Jahre, mit Variation Diskontsatz, mit Variation Eintrittszeitpunkt										
Überschätzung	-25.7%	-17.6%	-16.3%	-14.8%	-13.4%	-12.3%	-7.8%	0.021	-14.9%	14.0%
Unterschätzung	3.7%	5.6%	6.0%	6.6%	7.2%	7.8%	10.7%	0.009	6.6%	12.9%

Wird der betrachtete Zeithorizont von +40 Jahre auf +35 Jahre verkürzt (vgl. Tabelle 6), ergeben sich für die maximalen Einflüsse etwas höhere Werte und etwas geringere Streuungen (vgl. Variationskoeffizienten).

Tabelle 6:
Verteilung der maximalen Einflüsse bei Kombination aller negativen oder aller positiven Ausprägungen der Teilindikatoren und fixem Eintrittszeitpunkt aller Szenarien mit Zeithorizont 35 Jahre.

	Quantile							Standard-abweichung	Mittelwert	Variations-koeffizient
	0%	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
Betrachtungszeitraum 35 Jahre, ohne Variation Diskontsatz, mit Variation Eintrittszeitpunkt										
Überschätzung	-24.6%	-18.7%	-17.5%	-16.3%	-15.1%	-14.1%	-10.8%	0.018	-16.4%	10.9%
Unterschätzung	4.7%	6.3%	6.7%	7.2%	7.7%	8.2%	10.8%	0.007	7.2%	10.0%

3.3.4 Abschliessende Beurteilung der Sensitivitätsanalysen

Eintretenszeitpunkt der
Szenarien als sensitivste
Parameter

Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass das Modell für die Gewichtungen der Teilindikatoren am sensitivsten auf den Eintretenszeitpunkt der Szenarien reagiert. Ausserdem spielt die Dauer des Betrachtungszeitraumes eine bedeutende Rolle, v. a. für die Streuung aber auch die absolute Höhe des Gewichtes des ESI-Indikators.

Bei der Gewichtung des ESI-Indikators für die Einbeziehung in die DCF-Bewertung zeigt sich, dass das Gesamtgewicht robust gegenüber einer Variation des Diskontsatzes ist. Eine Variation des Betrachtungszeitraumes von 40 auf 35 Jahre führt zu einer Zunahme des maximalen Einflusses des ESI Indikators auf den Immobilienwert von rund 10%. In einer Gesamtbeurteilung zeigen die Sensitivitätsanalysen, dass das Modell überdurchschnittlich robust ist.

4 Fazit

Resultat: Modell zur Gewichtung	Es wurde ein risikobasiertes Modell entwickelt, mit dem die Gewichtung der z. T. sehr heterogenen Teilindikatoren innerhalb des ESI-Indikators erreicht wird.
Verlässliche und plausible Ergebnisse	Die Eingangswerte für die Gewichtung der Teilindikatoren sind fachlich begründet oder bestmöglich geschätzt und sie wurden in einem Expertenworkshop aus Vertretern der Immobilienbewertungspraxis validiert. Daher werden die Ergebnisse als verlässlich und plausibel eingestuft.
Zusätzlich Ergebnisse zum quantitativen Einfluss auf DCF- Werte	Neben der Gewichtung kann mit dem entwickelten Modell der absolute Einfluss der im ESI-Indikator berücksichtigten Aspekte auf den nach der DCF-Methode bestimmten Immobilienwert ermittelt werden.
Sensitivitätsanalysen: stabiles Ergebnis	Die Sensitivitätsanalysen zeigen, dass es sich um relativ stabile Ergebnisse handelt, sowohl für die Gewichtung der Teilindikatoren innerhalb des ESI-Indikators, als auch für den absoluten Einfluss des ESI-Indikators auf den mit der DCF-Methode bestimmten Immobilienwert.
Immobilientyp unabhängige Betrachtung	Für das Modell wurde keine Unterscheidung nach Immobilientyp vorgenommen, sondern implizit ein Durchschnitt für Mehrfamilienhäuser, Büro- und Verkaufsflächen angenommen. Zu überprüfen bleibt, ob Immobilientyp-spezifische Modelle, zu unterschiedlichen Gewichtungen je nach Immobilientyp führen würden, wovon auszugehen ist.