



SWISSI INSTITUTE FOR AI

Unternehmensbewertung wenn KI das Geschäftsmodell prägt

Ein meilensteinbasiertes Realloptions-Rahmenwerk für das
KI-Bewertungsunsicherheitsproblem

Walter Kurz¹, Wojtek Stricker¹

¹Swissi Institute for AI, office@swissi-ai.institute

März 2026, Pre-Print Draft 1.3

Zusammenfassung

Standardbewertungsmethoden (DCF, das Ertragswertverfahren nach IDW S 1 und Marktmultiplum gleichermaßen) komprimieren Meilensteinwahrscheinlichkeiten, Fortsetzungsoptionen und Risikoverschiebungen in opake Aggregatparameter; kein strukturiertes Protokoll existiert, um KI-Integration in prüfbare optionsbasierte Annahmen zu zerlegen. Kein bestehendes Rahmenwerk verknüpft Integrationstiefe mit meilensteinbasiertem Optionswert und einer für Szenarioanalysen hinreichend strukturierten Wahrscheinlichkeitsschätzung. Dieses Papier schlägt eine branchenagnostische Taxonomie vor, die KI-Integratoren (Integrationstiefenstufe, IDL 0–3) von KI-Anbietern trennt, eine meilensteinbasierte Realloptions-Überlagerung mit einer Fünfkomponenten-Zerlegung des Meilensteinzustandswerts sowie einen auf dem Analytic Hierarchy Process (AHP) basierenden Success Readiness Index (SRI) für intersubjektive Wahrscheinlichkeitsschätzung mit Szenario-Simulation. Eine evidenzverankerte Fallrekonstruktion für ein KI-natives Energie-SaaS-Unternehmen (Power 3 AI Energy AG i.G., CHF 100 Mio. Pre-Money) zeigt, dass das Rahmenwerk ein kohärentes Bewertungsband erzeugt, das auf identifizierbare optionsbasierte Annahmen zurückführbar ist, und dass sich das Risiko in Fortsetzungsoptionen der späteren Stufen konzentriert, wie die strukturelle Vorhersage für KI-Anbieter antizipiert. Standard-DCF allein lässt Optionswert bei IDL 1–2 unbewertet und verschleiert die Quelle der Bewertungsdispersion bei IDL 3; das Rahmenwerk gilt in jedem Lebenszyklus-Stadium, einschliesslich M&A Due Diligence.

Schlüsselwörter: Unternehmensbewertung, KI-Integration, Realloptionen, meilensteinbasierte Bewertung, immaterielle Vermögenswerte, AHP, multikriterielle Entscheidungsanalyse

1 Einleitung

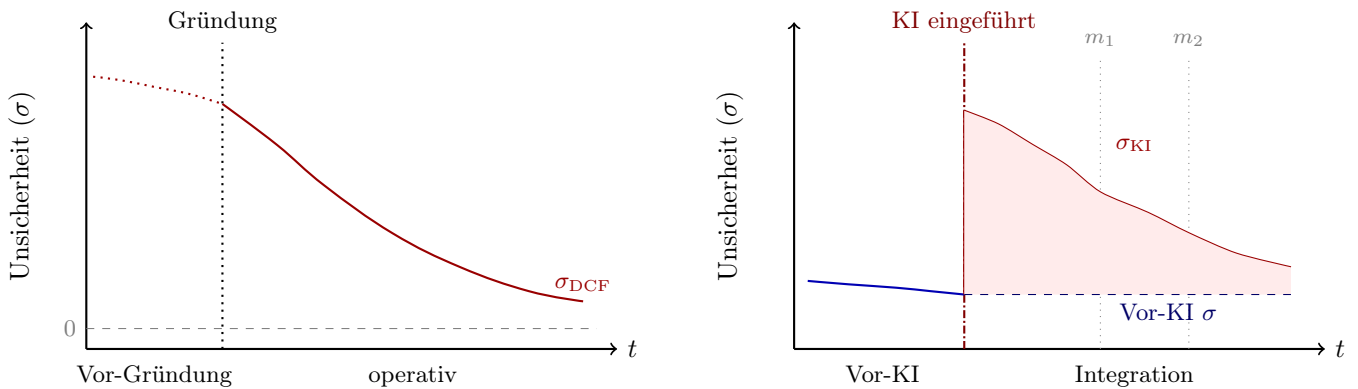
Künstliche Intelligenz hat sich von Pilotbudgets zu strategischer Kapitalallokation entwickelt. In den Vereinigten Staaten haben KI-fokussierte Unternehmen innerhalb weniger Jahre nach ihrer Gründung Privatmarktbewertungen von Hunderten von Milliarden Dollar erreicht,[1, 2] während kein europäisches Unternehmen, das in den letzten fünfzig Jahren gegründet wurde, eine Marktkapitalisierung von über EUR 100 Milliarden erreicht hat.[3] Die Geschwindigkeit und das Ausmass dieser Neubewertung lassen sich nicht allein durch Technologie erklären. Die Wertrealisierung bleibt über Unternehmen, Sektoren und Rechtsordnungen hinweg sehr heterogen,[4, 5, 6, 7] und das Muster ist konsistent: Die meisten Implementierungen verbleiben bei begrenzter Integrationstiefe, während eine kleinere Gruppe Arbeitsabläufe, Entscheidungsrechte und Daten-Feedback-Schleifen umstrukturiert.[4, 5] Der Unterschied zwischen dem Experimentieren mit KI und der Neuausrichtung um KI herum ist kein graduelles Spektrum. Es ist eine strukturelle Kluft, und die Standardbewertungspraxis hat diese noch nicht absorbiert.

Das Standard-Discounted-Cashflow-Rahmenwerk bewertet ein Unternehmen als

$$V_0 = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} + \frac{TV}{(1+r)^T} \tag{1}$$

wobei CF_t den erwarteten freien Cashflow, r die Kapitalkosten und TV einen Restwert darstellt, der das ewige Wachstum erfasst.[8] Diese Architektur funktioniert, wenn der Cashflow-Generator stabil und aus historischen Mustern projizierbar ist. Die KI-Integration strapaziert diese Architektur über ihren Auslegungsbereich hinaus: Sie restrukturiert den Generator selbst durch gestufte technische, organisatorische und regulatorische Entscheidungen.[9, 10] Jeder Meilenstein entlang des Integrationspfades (ein Prozess-Redesign, ein Einsatz eines proprietären Modells, eine behördliche Genehmigung) verändert, wie CF_t nachgelagert aussehen wird. Die Variable, die der Analyst prognostizieren muss, wird selbst durch Entscheidungen umgestaltet, die das Unternehmen noch nicht getroffen hat. Ein Analyst, der dies in eine einzige Wachstumsratenannahme komprimiert, bewertet implizit jede Meilenstein-Wahrscheinlichkeit, jede Fortsetzungsoption und jede Risikoverschiebung in einer einzigen opaken Zahl. Das Problem besteht nicht darin, dass DCF eine falsche Zahl liefert; vielmehr wird die Begründung hinter der Zahl unsichtbar, und zwei Analysten, die unterschiedlicher Meinung sind, können die Quelle ihrer Meinungsverschiedenheit nicht lokalisieren.

Die Genauigkeit jeder DCF-Bewertung hängt von den Daten ab, die dem Bewerter zum Bewertungsstichtag zur Verfügung stehen, und diese Daten sind eine Funktion der Betriebsgeschichte. Figure 1 veranschaulicht das Problem des Bewerter. Vor der Gründung sind keine beobachtbaren Daten vorhanden: die Projektionsunsicherheit σ ist maximal. Der Akt der Unternehmensgründung markiert einen Übergang; ab diesem Zeitpunkt beginnen sich Kosten, Verträge und Umsätze anzusammeln, und σ nimmt ab, da die Projektion empirische Grundlagen gewinnt. Je länger das Unternehmen tätig ist, desto geringer wird σ , aber sie erreicht nie null, weil DCF zu jedem Zeitpunkt eine Prognose bleibt. Wenn ein operativ tätiges Unternehmen KI in seine Prozesse einführt, steigt σ : Das Geschäftsmodell wird neu konfiguriert, und die historischen Muster, auf die sich der Bewerter stützte, verlieren ihre Prognosekraft. Der Anstieg ist nicht graduell; bei ausreichender Integrationstiefe ist er diskontinuierlich. Wenn KI-Meilensteine abgeschlossen werden, sinkt σ wieder, aber die Erholungsrate hängt von der Tiefe und dem Umfang der Integration ab, und σ erreicht möglicherweise nicht mehr ihr Vorniveau, weil sich das Geschäftsmodell strukturell verändert hat.



(a) Projektionsunsicherheit σ für ein Unternehmen über seinen Lebenszyklus. Vor der Gründung ist der DCF reine Annahme (gepunktet); σ ist maximal. Nach der Gründung reduziert sich σ durch akkumulierte operative Daten (durchgezogen), erreicht jedoch nie null.

(b) Projektionsunsicherheit für ein operatives Unternehmen, das KI einführt. σ steigt bei KI-Einführung diskontinuierlich an und nimmt mit dem Abschluss von Meilensteinen (m_1 , m_2) ab. Der schraffierte Bereich stellt die zusätzliche Unsicherheit dar, die der Bewerter strukturieren muss.

Abbildung 1: Das Problem des Bewerter: DCF-Projektionsunsicherheit σ (illustrativ, nicht auf empirischen Daten basierend). Panel (a): σ nimmt über die Zeit ab, da Daten akkumuliert werden, erreicht jedoch nie null. Panel (b): Die KI-Integration verursacht einen diskontinuierlichen σ -Anstieg; strukturierte Meilenstein-Auflösung reduziert ihn. Das in diesem Papier vorgeschlagene Protokoll adressiert den schraffierten Bereich in (b).

Was die KI-Integration der Ex-ante-Bewertung besonders widersetzt, ist das Zusammenspiel der Mechanismen, die sie aktiviert. Selbst innerhalb eines gegebenen Integrationsregimes weisen Implementierungsentscheidungen eine sensitive Abhängigkeit von Anfangsbedingungen auf: Kleine Unterschiede in der Sequenzierung

erzeugen divergierende unternehmensspezifische Trajektorien, weil jede Entscheidung die für nachfolgende Entscheidungen verfügbare Fähigkeitsbasis umgestaltet.[11] Das resultierende System weist nichtlineare Rückkopplungsschleifen über Funktionen, Kosten und Wettbewerbsposition hinweg auf, charakteristisch für komplexitätsökonomische Regime, in denen Gleichgewichtsannahmen zusammenbrechen und die Ergebnisverteilung fettläufig ist statt normalverteilt um eine zentrale Projektion.[12] Strategische Interaktion verstärkt dies: Plattformökonomie, Winner-take-most-Dynamiken und Burggrabenaufbau verwandeln die KI-Entscheidungen jedes Unternehmens in Züge in einem sich entwickelnden Wettbewerbsspiel, dessen Auszahlungsstruktur sich verändert, wenn andere Akteure handeln.[13, 14] Für einen Bewerter operieren diese Mechanismen gleichzeitig. Die zukünftige Konfiguration eines KI-integrierten Unternehmens ist nicht nur in der Grösse unsicher; sie ist in der Art unsicher, und die Art der Unsicherheit ist selbst eine Funktion dessen, was Wettbewerber tun.

Innerhalb des DCF verstärken drei Mechanismen das Problem. Erstens kollabiert gestufte Optionalität in die langfristige Wachstumsrate: Eine bedingte, meilensteingesteuerte Auszahlung, die das Management aufgeben oder erweitern kann, wird bewertet, als wäre sie eine deterministische Cashflow-Trajektorie. Zweitens konzentriert sich das Risiko in einem einzigen Diskontierungssatz, der die strukturelle Verschiebung von hoher Unsicherheit in frühen Integrationsphasen zu geringerer Unsicherheit nach dem Abschluss von Meilensteinen nicht repräsentieren kann. Drittens trägt die Managementflexibilität (das Recht, bei jedem Entscheidungsknoten zu verschieben, zu erweitern oder aufzugeben) einen positiven Wert, den DCF implizit mit null bewertet.

Die US-amerikanische Privatmarktpraxis offenbart diese Spannung bereits. Venture-Runden bewerten bevorzugte Ansprüche mit vertraglichen Schutzrechten und produzieren Post-Money-Bewertungen, die durchschnittlich etwa 48% über dem Fair Value der Stammaktien liegen.[15] Steuer- und Offenlegungsworkflows bewerten Stammaktien separat nach dedizierten Standards wie 409A und Pre-IPO-Szenariomethoden,[16, 17] so dass dasselbe Unternehmen zum gleichen Datum zwei strukturell unterschiedliche Bewertungen trägt. Die bloße Existenz dieser Doppelspurarchitektur signalisiert, dass Praktiker bereits zwischen optionsbeladenen Schlagzeilen-Zahlen und Fair-Value-Schätzungen unterscheiden. Ein europäischer Praktiker, der eine US-Post-Money-Zahl als Stammkapital-Äquivalent liest, begeht einen strukturellen Kategorienirrtum: Die Zahl bewertet vertragliche Optionalität, nicht nur operative Prognosen.

In europäischen und schweizerischen Kontexten ist die Diskrepanz tiefgreifender. Dominante Bewertungsstandards wie IDW S 1 schreiben diskontierte Erträge als primäre Methode vor und erfordern nachweisbare historische Muster.[18] EU- und Schweizer KI-Governance-Rahmenbedingungen formalisieren Compliance-Gates, die Ausführungskosten, Zulässigkeitsrisiken und die Zeit bis zur Skalierung beeinflussen.[19, 20, 21] Diese Instrumente wurden für Unternehmen mit etablierten Cashflow-Historien entwickelt, und für diese Unternehmen funktionieren sie gut. Das Problem entsteht, wenn dieselben Instrumente auf meilensteingesteuerte KI-Ventures angewendet werden: nicht als bewusste analytische Wahl, sondern weil kein strukturiertes Äquivalent im europäischen Bewertungsökosystem existiert. Das Ergebnis ist eine Messdiskrepanz, keine konservative Bewertung. Das europäische Risikokapital liegt bei weniger als einem Drittel des US-Niveaus als Anteil am BIP, und vergleichbare Startups werden in den USA auf derselben Entwicklungsstufe etwa siebenmal höher bewertet.[22, 3] Ein Teil dieser Lücke spiegelt echte Unterschiede in der Marktstruktur und der Risikobereitschaft wider. Ein Teil davon könnte das Fehlen eines Bewertungsrahmens widerspiegeln, der bewerten kann, was diese Unternehmen tatsächlich sind.

Das Kernproblem ist nicht, ob KI für den Unternehmenswert relevant ist, sondern wie Integrationspfade zu bewerten sind, deren Auszahlungen von Tiefe, Sequenz und jurisdiktionsbedingter Machbarkeit abhängen. Die bestehende Literatur bietet starke Komponenten: Realloptionen für gestufte Technologieinvestitionen, Multikriterien-Methoden für strukturierte Wahrscheinlichkeitsbewertung, Reifegradmodelle für die Tiefenklassifizierung und Marktpreisstudien für empirische Kalibrierung.[9, 10, 23, 24, 7] Was fehlt, ist ein strukturiertes Protokoll, das diese Komponenten zu einer einzigen Bewertungslogik synthetisiert: das dem Analysten sagt, welche Meilensteine zu bewerten sind, wie jede Wahrscheinlichkeit zu schätzen ist und wo die Integrationstiefe die Parameter verändert. Dieses Papier fragt: *Wie kann ein strukturiertes, prüfbares Protokoll die KI-Integration in optionsbasierte Bewertungseingaben zerlegen, die über Analysten hinweg vergleichbar, über Integrationstiefen hinweg anwendbar und mit bestehenden Bewertungsstandards konsistent sind?*

2 Verwandte Arbeiten

Die Bewertungsforschung wird nach wie vor von der Discounted-Cashflow-Logik dominiert, die auf relativ stabilen Geschäftsmodellen kalibriert wird.[8] Die Literatur zu jungen Unternehmen zeigt, warum diese Architektur bei negativen Erträgen, hoher Ausfallwahrscheinlichkeit und begrenzter historischer Tiefe schwächer wird: Konventionelle DCF und relative Bewertung versagen genau dort, wo das Unternehmensprofil von immaterieller Investition, Überlebensungewissheit und nichtlinearen Wachstumstrajektorien dominiert wird.[25, 26] Intangible-intensive Unternehmen verstärken dieses Problem, weil ihre Kernwerttreiber sich der Bilanzerfassung widersetzen.[27, 28] Die ungelöste Frage ist nicht, ob DCF nützlich bleibt, sondern wo seine Annahmen für gestufte KI-Integration strukturell unvollständig werden.

Marktbasierte und Frühphasenmethoden haben strukturell unterschiedliche, aber ebenso einschränkende Grenzen. Umsatz- und ARR-Multiples, der in der Praxis dominante Ansatz für die Bewertung privater KI-Unternehmen, komprimieren Optionswert in eine Vergleichsgrösse, ohne zu identifizieren, welcher Meilenstein die Prämie erzeugt oder wie sensitiv die Bewertung gegenüber individuellen Wahrscheinlichkeitsannahmen ist; ihre Anwendung wird zusätzlich durch die Knappheit von Vergleichsunternehmen auf Integrationstiefenstufe (IDL) 2–3-Niveau eingeschränkt.[26, 7] Frühphasenmethoden wie die VC-Methode und First Chicago führen eine Szenariogewichtung ein, erreichen jedoch keine meilensteinbasierte Wahrscheinlichkeitsschätzung und keine tiefenbedingte Optionsarchitektur.[29] Das Ertragswertverfahren nach IDW S 1, die primäre europäische Normmethode, teilt die strukturelle Einschränkung des DCF: Es projiziert einen einzelnen Einkommenspfad und diskontiert ihn, wobei Meilensteinwahrscheinlichkeiten und Fortsetzungsoptionswert im gleichen opaken Aggregatparameter komprimiert werden.[18] Das hier vorgeschlagene Rahmenwerk ersetzt diese Methoden nicht; es fügt eine Zerlegungsschicht hinzu, die keine von ihnen bietet: optionsbasierte Eingaben mit unabhängigen Wahrscheinlichkeitsschätzungen, rückverfolgbar auf identifizierbare Meilensteinannahmen.

Die Realloptions-Forschung adressiert gestufte Bindung unter Unsicherheit und liefert die formale Sprache für sequenzielle Ausübung, Aufschub, Expansion und Aufgabe.[30, 31, 32] Compound-Options-Formulierungen erweitern dies auf mehrstufige Investitionsketten, bei denen jedes Entscheidungsgate das nächste bedingt.[33, 34] Angewandte Arbeiten im Internet- und IT-Kontext bestätigen, dass Technologieinvestitionen pfadabhängig und entscheidungsbedingt sind, wobei der Wert in zukünftiger Optionalität konzentriert ist.[9, 35, 10, 36] Dieses Forschungsprogramm hat sich auf Rohstoffinvestitionen ausgeweitet, wobei empirische Evidenz bestätigt, dass Unternehmen verlustbringende Anlagen offen halten, wenn der Warteoptions-Wert den Schliessungswert übersteigt.[37] Es wurde zudem auf strategische Investitionskontexte ausgeweitet, in denen Optionswert mit kompetitiver Antizipation und Abschreckung interagiert.[38] Über alle Anwendungsdomänen hinweg ist der konsistente Befund, dass Optionswert im Vergleich zu statischem NPV substanziell ist und dass Standard-Ertragswertmethoden den Flexibilitätswert systematisch unterschätzen. Diese Modelle behandeln Technologie generisch: Keines adressiert KI-Integration spezifisch oder unterscheidet die Integrationstiefe als strukturelle Variable, die die Optionsparameter selbst umgestaltet. Stufenweise Wahrscheinlichkeiten werden in angewandten Implementierungen typischerweise aus marktimpliziter Volatilität oder unstrukturierten Expertenschätzungen abgeleitet, ohne ein strukturiertes Protokoll zur unabhängigen Schätzung der Wahrscheinlichkeit jeder Option oder zur Variation einzelner Wahrscheinlichkeiten in der Szenarioanalyse.

Studien zur KI-Adoption und -Reife dokumentieren heterogene operative Auswirkungen und tiefenabhängige Fähigkeitsbildung.[24, 39] Produktivitätsnachweise zeigen starke Heterogenität nach Mitarbeiterkenntnissen und organisatorischen Komplementaritäten,[6] verzögerte gemessene Gewinne durch kostspielige immaterielle Koinvestitionen,[40] und Marktneubewertungen, die mit KI-Exposition variieren.[7] Branchenumfragen bestätigen nahezu allgegenwärtiges Experimentieren, aber begrenzte tiefgreifende Prozess-Neugestaltung.[4, 5] Dieser Forschungsstrang identifiziert das empirische Phänomen (Integrationstiefe ist wichtig), liefert aber keinen Bewertungsoperator, der Tiefe und Meilensteinfortschritt in prüfbare Unternehmenswertkomponenten überführt. Bestehende Reifegradskalen klassifizieren die Tiefe innerhalb einzelner Organisationen; keine unterscheidet Unternehmen, die KI in bestehende Abläufe einbetten, von Unternehmen, deren Kernprodukt KI selbst ist. Die beiden Fälle erzeugen strukturell unterschiedliche Risikoprofile, Options-Architekturen und Wettbewerbsdynamiken. Keine Klassifizierung in dieser Literatur bietet eine branchenagnostische Taxonomie, die diese Unterschiede auf Bewertungsmechanismen abbildet.

Die multikriterielle Entscheidungsanalyse bietet strukturierte Werkzeuge zur Aggregation von Expertenur-

teilen unter Komplexität. Der Analytische Hierarchieprozess zerlegt die Bewertung in Paarvergleiche mit einer eingebauten Konsistenzdiagnostik,[23] und wurde mit Realloptionen für Telekommunikations- und IT-Infrastrukturinvestitionsentscheidungen kombiniert.[41] Alternative Methoden (der Analytische Netzwerkprozess, die Best-Worst-Methode,[42] Fuzzy-Erweiterungen) lockern spezifische AHP-Annahmen, teilen aber die Kernlogik der strukturierten Kriteriengewichtung. Dieser Forschungsstrang wurde noch nicht auf die KI-integrations-tiefen-konditionierte Wahrscheinlichkeitsschätzung angewendet: Bestehende MCDM-Realoptions-Hybride behandeln den Technologietyp generisch, ohne zu modellieren, wie die Integrationstiefe die Bewertungskriterien selbst umstrukturiert.

Risikokapital- und Privatmarktnachweise fügen ein weiteres fehlendes Element hinzu: Preismechanismen. Gestufte Finanzierung wird als meilensteinbedingte Verpflichtung unter Unsicherheit modelliert,[29, 43] und das Wertpapierdesign treibt eine systematische Divergenz zwischen Schlagzeilen-Rundenbewertungen und dem Fair Value der Stammaktien in Einhorn-Märkten.[15] Regulatorische und steuerliche Rahmenbedingungen formalisieren diese Divergenz durch unterschiedliche Bewertungsspuren für bevorzugtes und gewöhnliches Eigenkapital.[16, 17] In KI-Märkten konzentrieren Winner-take-most-Dynamiken und Komplementärgüter-Burggräben den Optionswert auf eine kleine Anzahl von Unternehmen,[44, 45, 14] was die Diskrepanz zwischen Schlagzeilen-Zahlen und operativen Wertgrundlagen verstärkt.

Jurisdiktionsübergreifende Evidenz zeigt, dass Bewertungsergebnisse durch Finanzierungsökosysteme und regulatorische Institutionen geprägt werden. Europäische Wettbewerbsdiagnosen identifizieren anhaltende Skalierungshemmnisse, die in der Kapitalmarktstruktur, der Verfügbarkeit von Ausstiegsmöglichkeiten und der Risikokapitaltiefe verwurzelt sind.[3, 22] EU- und Schweizer KI-Governance-Rahmenbedingungen fügen eine eigene Schicht hinzu: jurisdiktionspezifische Compliance-Anforderungen, die bestimmen, welche Meilensteine machbar sind, zu welchen Kosten und auf welchem Zeitrahmen.[19, 20, 21] Für das Bewertungsrahmenwerk sind diese Anforderungen kein Hintergrundkontext: Sie gehen direkt als $C_{r,s}$ in die V_s -Zerlegung ein und als Einschränkungen der Meilensteinmachbarkeit, die je nach Jurisdiktion variieren. Ein Unternehmen, das eine IDL 3-Integration unter EU-KI-Gesetz-Aufsicht anstrebt, sieht sich Compliance-Gates gegenüber, die sowohl den Zeitrahmen als auch die Wahrscheinlichkeit der Meilensteinerfüllung im Vergleich zu einem Unternehmen in einem regulierungsärmeren Umfeld verändern. Die Regulierungsjurisdiktion muss als Parameter in das Rahmenwerk eingehen, nicht als Konstante.

Kein bestehendes Rahmenwerk bietet eine branchenagnostische Taxonomie, die KI-Integration von KI-Produktion unterscheidet, beide Kategorien mit meilensteingesteuerten Optionsstrukturen verknüpft und die Wahrscheinlichkeit jeder Option unabhängig schätzt, sodass die Szenarioanalyse einzelne Sensitivitäten isolieren kann. Die erforderliche Synthese umfasst tiefenkonditionierte Klassifizierung, Realoptions-Architektur, strukturierte Per-Options-Wahrscheinlichkeitsschätzung, Wertpapierdesign-Effekte und jurisdiktionskonditionierte Machbarkeit. Jeder Literaturstrang liefert Komponenten; keiner kombiniert sie zu einer einzigen prüfbareren Bewertungslogik.

3 Beitrag

DCF bleibt die notwendige Grundlage für die Unternehmensbewertung; die Frage ist nicht, ob man es verwenden soll, sondern welches strukturierte Protokoll die Annahmen regelt, die ein Analyst darin einbettet, wenn er KI-Integration bewertet. Dieses Papier schlägt ein Protokoll vor, das die opake Wachstumsratenannahme in eine Struktur zerlegt, bei der jede Bewertungseingabe auf eine identifizierbare Option und eine angegebene Wahrscheinlichkeit zurückführbar ist, wodurch die Quelle der Projektionsunsicherheit des Bewerter (σ in Figure 1) explizit, prüfbar und anfechtbar gemacht wird. Der Beitrag ist strukturell, nicht prädiktiv: Das Rahmenwerk erweitert DCF um ein Zerlegungsprotokoll für seine KI-bezogenen Eingaben, anstatt zu beanspruchen, Optionswerte präzise zu messen. Sein Umfang ist bewusst diagnostisch: Es macht Annahmen über Analysten, Unternehmen und Regulierungsumgebungen hinweg vergleichbar. Die Kombination einer branchenagnostischen KI-Taxonomie, Per-Options- V_s -Zerlegung und tiefenkonditionierter AHP-basierter Wahrscheinlichkeitsschätzung ist nach unserem Wissen neu. Wir schlagen vor:

1. Eine *branchenagnostische Taxonomie*, die KI-Integratoren (IDL 0–3) von KI-Anbietern (KI-Wrapper

und KI-Native) trennt. IDL 0 und IDL 1 sind unter diesem Rahmenwerk bewertungsneutral; IDL 2 und IDL 3 erzeugen unterschiedliche Optionsstrukturen.

2. Eine *meilensteingesteuerte Realloptions-Überlagerung*, bei der jeder Meilenstein entlang des Integrationspfades eine sequenzielle Investitionsentscheidung mit tiefen- und kategoriespezifischen Wahrscheinlichkeiten und Auszahlungen steuert, was die additive Struktur $V_0 = V_{DCF} + V_{KI}$ erzeugt.
3. Eine *V_s -Zerlegung*, die den opaken Wert jedes Meilensteins in fünf prüfbare Komponenten aufteilt: Basiswert, operativer Mehrwert, Fortsetzungsoptionalität, Regulierungskosten und Ausführungskosten.
4. Eine *Per-Options-Wahrscheinlichkeitsarchitektur*, bei der jede Option eine unabhängig geschätzte p_s trägt, abgeleitet aus AHP-basierter intersubjektiver Bewertung (der Success Readiness Index), gegen tiefen-spezifische Basisraten kalibriert und individuell in der Szenarioanalyse anpassbar. Das SRI-Protokoll ermöglicht gemischte Bewerter-Panels aus internen und externen Experten; die Bewerter-Pool-Zusammensetzung ist eine explizite, dokumentierte Designentscheidung, die durch zwei Akkreditierungsdimensionen geregelt wird (Domänenwissen und Interessenkonflikte), wodurch die Bewerter-Governance selbst prüfbar und anfechtbar wird.
5. Eine *Szenario-Simulationsschicht*, die strukturierte Bewertungsbänder erzeugt, bei denen jede Grenze auf identifizierbare Annahmen auf Optionsebene zurückführbar ist, was es dem Bewerter ermöglicht, zu lokalisieren, wo sich die Sensitivität konzentriert.
6. *Testbare Vorhersagen* darüber, wann Märkte auf KI-Meilensteine reagieren, wie sich die Analystendispersion mit der Integrationstiefe ändert und welche Meilensteintypen den Wert am stärksten bewegen.

Das Rahmenwerk gilt in jedem Lebenszyklusstadium, von der Vorinvestitionsplanung bis zur M&A-Due-Diligence bei Unternehmen mit vollständig abgeschlossener KI-Integration, bei denen der Optionswert in die DCF-Basislinie migriert ist.

4 Forschung

Das Bewertungsproblem unterscheidet sich strukturell danach, ob ein Unternehmen KI zur Transformation eines bestehenden Geschäfts nutzt oder KI als Produkt verkauft. Eine Bank, die maschinengestützte Modelle für die Kreditbewertung einsetzt, steht vor Integrationsrisiken, organisatorischen Anpassungskosten und regulatorischen Compliance-Gates; ein Unternehmen, das das zugrunde liegende Modell entwickelt und lizenziert, steht vor Technologierisiken, Plattformökonomie und wettbewerbsbezogener Burggraben-Dynamik. Ein einzelnes Unternehmen kann Elemente beider Kategorien enthalten, aber die Bewertungslogik für jede Komponente unterscheidet sich. Beide in einer einzigen Klassifizierung zusammenzufassen, verschleiert die Mechanismen, die den Optionswert antreiben. Figure 2 führt eine Taxonomie ein, die diese Kategorien trennt und die in diesem Papier verwendeten Unterklassifizierungen definiert.

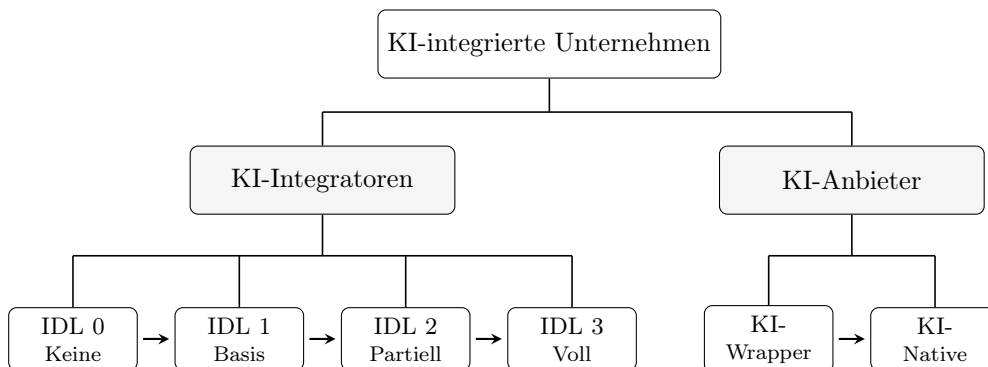


Abbildung 2: Taxonomie KI-integrierter Unternehmen. KI-Integratoren betten KI in bestehende Geschäftsmodelle mit zunehmender Tiefe ein (IDL 0–3); Pfeile zeigen mögliche Progression an nachfolgenden Bewertungsdaten an. IDL 0 und IDL 1 sind unter diesem Rahmenwerk bewertungsneutral. KI-Anbieter produzieren KI als Produkt oder Dienstleistung; der Pfeil von KI-Wrapper zu KI-Native zeigt, dass Wrapper-Unternehmen mit der Zeit proprietäre Modelle entwickeln können, obwohl viele dauerhaft Wrapper bleiben.

KI-Integratoren werden nach Integrationstiefenstufe (IDL 0–3) klassifiziert. IDL 0 bezeichnet keine KI-Beteiligung und dient als Randbedingung. IDL 1 (Basis) erfasst Unternehmen, die handelsübliche KI-Tools wie allgemeine Chatbots oder eingebettete Copilot-Funktionen in Standardsoftware verwenden; dies schafft keine Wechselkosten, keine proprietären Fähigkeiten und keine messbare Cashflow-Umstrukturierung. Da weder IDL 0 noch IDL 1 einen Entscheidungsknoten mit identifizierbarem bedingten Wert erzeugt, ist die Options-Überlagerung per Konstruktion null und der analytische Beitrag des Rahmenwerks beginnt bei IDL 2. IDL 2 (Partiell) markiert die Schwelle, ab der KI spezifische Geschäftsprozesse prägt und messbare Effizienzgewinne sowie die ersten Realoptionen erzeugt. IDL 3 (Voll) beschreibt Unternehmen, bei denen KI über Kernoperationen hinweg eingebettet ist, auf proprietären Daten trainiert wird und strategische Rückkopplungsschleifen erzeugt. In dieser Tiefe dominiert der Fortsetzungsoptionswert operative Gewinne, und das Bewertungsproblem verschiebt sich von der Messung von Effizienzverbesserungen zur Preisfindung zukünftiger strategischer Optionalität. Die Klassifizierung ist querschnittlich, keine erforderliche Progressionssequenz.

KI-Anbieter werden in KI-Wrapper und KI-Native unterteilt. Ein Wrapper baut auf Drittanbieter-Modellen auf und fügt domänenspezifische Schnittstellen oder vertikale Integration hinzu, ohne die zugrunde liegende Technologie zu entwickeln. Ein Native entwickelt proprietäre Modelle oder Infrastruktur als Kernprodukt. Die Risikoprofile divergieren: Wrapper stehen vor vorgelagerter Abhängigkeit und konkurrieren durch Differenzierung auf Applikationsebene; Natives stehen vor tiefen Technologierisiken, können aber Burggräben auf Plattformebene aufbauen. Die Progression von Wrapper zu Native ist nicht der Standardpfad, aber ein realer, und die Unterscheidung ist für die Bewertung wichtig. Ein dauerhafter Wrapper trägt ein engeres Optionsset. Ein Wrapper mit einem glaubwürdigen Plan zur Entwicklung proprietärer Modelle trägt erheblich mehr Optionswert, weil der Übergang Burggräben, Preismacht und reduzierte Abhängigkeit von vorgelagerten Anbietern erschliesst.

Die Analyseeinheit für das Bewertungsmodell ist der *Meilensteinstatus*: ein beobachtbarer, datierbarer Punkt im KI-Integrationspfad, an dem das Unternehmen einem Entscheidungsknoten gegenübersteht (fortsetzen, expandieren, pivotieren oder aufgeben). Jeder Meilensteinstatus s trägt einen bedingten Wert V_s und eine unabhängig geschätzte Erfolgswahrscheinlichkeit p_s ; das Modell bewertet die KI-Komponente des Unternehmens als Portfolio solcher meilensteingesteuerter Optionen. Table 1 fasst die Bewertungsimplicationen nach Integrationstiefe zusammen.

Tabelle 1: Bewertungsimplicationen nach Integrationstiefenstufe.

IDL	DCF-Auswirkung	Options-Relevanz	Risiko	Bewerter-Fokus
0 (Keine)	Vernachlässigbar	Keine	Keine	Ignorieren
1 (Basis)	Vernachlässigbar	Keine	Keine	Beobachten
2 (Partiell)	Margenverbesserung	Expandieren/Aufgeben	Moderat	Kernwerttreiber
3 (Voll)	CF-Umstrukturierung	Aufbauen/Lizenzieren/Abspalten	Hoch	Gesamte Bewertung

Das hier vorgeschlagene Rahmenwerk verwirft DCF nicht; es macht die Annahmen, die ein Analyst bereits darin einbettet, explizit und zerlegbar. In der Standardpraxis ist die KI-bezogene Wachstumsprämie ein einziger opaker Parameter. Die Options-Überlagerung ersetzt diesen Parameter durch eine strukturierte Menge von Meilenstein-Eingaben: welche Meilensteine bewertet werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit, mit welchem bedingten Wert und unter welcher IDL-Klassifizierung. Ein ausreichend reicher Mehr-Szenario-DCF mit wahrscheinlichkeitsgewichteten Stufengates nähert diese Struktur an; an diesem Punkt führt der Analyst Realoptions-Analyse mit DCF-Mechanik durch. Der Beitrag ist nicht eine andere Zahl, sondern eine transparente Architektur, um die Annahmen hinter der Zahl prüfbar und über Analysten hinweg vergleichbar zu machen.

4.1 Bewertungsmodell

Der Gesamtunternehmenswert trennt bestehende Operationen von KI-bezogenem Optionswert:

$$V_0 = V_{\text{DCF}} + V_{\text{KI}} \quad (2)$$

wobei V_{DCF} der Discounted-Cashflow-Wert der bestehenden Operationen des Unternehmens ist und V_{KI} die Realoptions-Überlagerung, die den Wert gestufter KI-Integrationsentscheidungen erfasst. Die KI-Komponente aggregiert über alle meilensteingesteuerten Optionen:

$$V_{KI} = \sum_{s=1}^n \frac{p_s \cdot V_s}{(1 + r_s)^{T_s}} - I_0 \quad (3)$$

wobei n die Anzahl identifizierter Optionen ist, p_s die Wahrscheinlichkeit des Erreichens von Zustand s , V_s der Wert bedingt auf das Erreichen, T_s die erwartete Zeit bis zum Erreichen von s , r_s der risikoangepasste Diskontierungssatz für Option s und I_0 die bereits zugesagte anfängliche Investition.

Equations (2) and (3) zerlegen die opake Wachstumsratenannahme in explizite Komponenten. Die Parametrisierung ist anspruchsvoller, aber sie zwingt den Bewerter anzugeben, welche Meilensteine bewertet werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit und mit welchem bedingten Wert.

Der Wert bedingt auf das Erreichen des Meilensteinzustands s zerlegt sich in fünf Komponenten:

$$V_s = V_{b,s} + \Delta V_{o,s} + V_{c,s} - C_{r,s} - C_{e,s} \quad (4)$$

wobei $V_{b,s}$ der Basisgeschäftswert bei gegebenen versunkenen Kosten ist, $\Delta V_{o,s}$ der inkrementelle operative Wert aus messbaren Cashflow-Veränderungen, $V_{c,s}$ der Fortsetzungsoptionswert aus zukünftigen Entscheidungen, die nur existieren, weil Zustand s erreicht wurde, $C_{r,s}$ die Regulierungs- und Compliance-Kosten und $C_{e,s}$ die Ausführungskosten einschliesslich Integrationsschulden, Umschulung und organisatorische Reibung.

Die Fünf-Komponenten-Zerlegung macht die strukturelle Verschiebung über die Integrationstiefen hinweg sichtbar. Bei IDL 2 dominieren messbare operative Gewinne ($\Delta V_{o,s}$): Ein Prozess-Redesign erzeugt quantifizierbare Kosteneinsparungen oder Umsatzgewinne. Bei IDL 3 dominiert der Fortsetzungsoptionswert ($V_{c,s}$): Der Wert des Unternehmens hängt von zukünftigen Entscheidungen über Plattformskalierung, neue Vertikale und Datennetzwerkeffekte ab, die noch nicht getroffen wurden. Table 2 fasst diese Verschiebung zusammen. Die Implikation für die Bewertungspraxis ist direkt: Die Analystendispersion steigt mit der Integrationstiefe, weil $V_{c,s}$ von Natur aus schwerer zu schätzen ist als $\Delta V_{o,s}$.

Tabelle 2: Strukturelle Verschiebung in der V_s -Zusammensetzung nach Integrationstiefe. $V_{c,s}$ -Dominanz auf höheren IDL-Stufen erklärt den Anstieg der Bewertungsdispersion.

	IDL 2	IDL 3	KI-Anbieter
$\Delta V_{o,s}$ -Gewicht	Dominant	Moderat	Variabel
$V_{c,s}$ -Gewicht	Gross	Dominant	Dominant
Schätzungsschwierigkeit	Mittel-Hoch	Hoch	Hoch
Analystendispersion	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch

Die Schätzung der V_s -Komponenten unterscheidet sich nach Integrationstiefe. Bei IDL 2 liefern Pilotdaten und operative Metriken direkte Schätzungen von $\Delta V_{o,s}$: Gemessene Kostensenkungen in einer Abteilung extrapolieren auf vergleichbare Abteilungen durch Standardmethoden der Kapitalbudgetierung. Typische Meilensteine in dieser Tiefe (Proof of Concept, Pilot-Deployment, Workflow-Integration, Expansionsentscheidung) sind kürzer, weniger kostspielig und weisen eine geringere Auszahlungsvarianz auf. Der Fortsetzungsoptionswert bleibt klein, bewertet als $p_{\text{expand}} \times \Delta V_{\text{next}}$. Bei IDL 3 weicht direkte Messung der Szenariomodellierung. Meilensteine (Dateninfrastruktur-Aufbau, Modelltraining, Produktions-Deployment, wettbewerbliche Differenzierung) dauern länger, kosten mehr und weisen eine höhere Auszahlungsvarianz auf. $V_{c,s}$ umfasst strategische Optionalität (das Modell lizenzieren, die KI-Einheit abspalten, angrenzende Märkte betreten), jeweils als separate Mini-Option bewertet, verankert an vergleichbaren Transaktionen. Für KI-Anbieter gilt die Biotechnologie-Pipeline-Analogie: phasenbezogene Investitionen mit binären Meilensteinergebnissen an jedem Gate, geschätzt aus Umsatztraction, adressierbaren Marktmodellen und Finanzierungsrunden-Neubewertungsereignissen.

Ein Unternehmen, das auf verschiedenen IDL-Stufen in verschiedenen Geschäftsfunktionen tätig ist (eine Bank bei IDL 2 in der Kreditbewertung, IDL 0 in der Back-Office-Korrespondenz), wird als Portfolio behandelt: $V_{KI} = \sum_f V_{KI,f}$, wobei f Geschäftsfunktionen indiziert und jede Funktion unabhängig klassifiziert und bewertet wird. Funktionen bei IDL 0 und IDL 1 tragen null zur Options-Überlagerung bei.

4.2 Wahrscheinlichkeitsarchitektur

Die Wahrscheinlichkeit p_s in (3) ist der anfälligste Parameter in jeder Realoptions-Anwendung; in der Praxis ist es oft eine unstrukturierte Expertenschätzung. Das hier vorgeschlagene Protokoll ersetzt diese Schätzung durch eine prüfbare, intersubjektive Schätzung, die in einem Multikriterien-Rahmen verankert ist. Sein Kerninstrument ist der *Success Readiness Index* (SRI): ein normalisierter Score, abgeleitet aus Analytischem-Hierarchieprozess-basierter (AHP-basierter) Expertenbewertung, der widerspiegelt, wie bereit eine Option ist, erfolgreich zu sein. Der SRI ist ein Prioritätsscore auf einer Verhältnisskala, der relative Bereitschaft über Kriterien hinweg misst, keine kalibrierte Wahrscheinlichkeit. Mehrere Experten bewerten jede Option unabhängig über dieselbe AHP-Hierarchie; Ergebnisse werden mit dem geometrischen Mittel aggregiert, wobei die Verhältnisskala gemäss Saaty's Gruppenaggregatprotokoll erhalten bleibt. Die Per-Options-Wahrscheinlichkeit p_s wird dann durch Kalibrierung des SRI gegen IDL-spezifische Basisraten aus vergleichbaren Technologieadoptionsergebnissen gewonnen. Jede Option trägt ihre eigene p_s , was eine unabhängige Szenariovariation über das Portfolio hinweg ermöglicht: Der SRI liefert die ordinale Rangfolge; der Kalibrierungsschritt bildet sie auf eine Wahrscheinlichkeitsskala ab.

Das Bewerter-Panel kann sowohl interne Experten (Gründer, technische Leiter, Domänenverantwortliche) als auch externe Experten (unabhängige Berater, Branchenspezialisten) umfassen. Interne Personen auszuschliessen ist nicht erforderlich und kann kontraproduktiv sein: Interne besitzen systemspezifisches Wissen über Dateninfrastruktur, organisatorische Einschränkungen und technische Machbarkeit, das externe Bewerter in einem kurzen Engagement nicht replizieren können. Die relevante Unterscheidung ist nicht intern versus extern, sondern die beiden unabhängigen Dimensionen des Beitrags jedes Bewerter: Domänenwissen $w_i^{\text{comp}} \in [0, 1]$ (Expertise zu diesem spezifischen Optionstyp) und Interessenkonflikt $b_i \in [0, 1]$ (finanzieller Einsatz, Reputationsverpflichtung oder frühere öffentliche Positionen zum Unternehmen). Diese ergeben ein effektives Aggregationsgewicht $w_i^{\text{eff}} \propto w_i^{\text{comp}} \cdot (1 - \lambda b_i)$, wobei $\lambda \in [0, 1]$ bestimmt, wie aggressiv das Protokoll Interessenkonflikte bestraft. Sowohl Scores als auch die resultierenden Gewichte werden zusammen mit dem SRI-Output dokumentiert, sodass ein Prüfer jede Gewichtszuweisung anfechten, Alternativen einsetzen und die Auswirkung auf den aggregierten Score verfolgen kann. Die Bewerter-Pool-Zusammensetzung wird zu einer prüfbaren Designentscheidung statt einer impliziten Annahme; Table 3 bietet die Bewertungsrubrik für beide Dimensionen.

Tabelle 3: Bewerter-Akkreditierungsrubrik für w_i^{comp} (Domänenwissen) und b_i (Interessenkonflikt). Beide Scores werden pro Bewerter pro Option zugewiesen und zusammen mit dem SRI-Output dokumentiert.

Band	w_i^{comp} ; Domänenwissen	b_i ; Interessenkonflikt
0,8–1,0	Tiefe operative Expertise in diesem spezifischen Optionstyp; mehrere vergleichbare frühere Engagements; nachweisbare Erfolgsbilanz	Direkter finanzieller Einsatz (Eigenkapital, Optionen, Erfolgshonorar); öffentliche frühere Befürwortung des Bewertungsergebnisses; Lead-Investor oder Mitgründer
0,5–0,7	Solides Branchenwissen; einige vergleichbare Erfahrungen; relevante Berufsqualifikationen	Indirektes finanzielles Interesse (Beratungshonorar, laufender Vertrag mit dem Unternehmen); frühere öffentliche Aussagen zugunsten eines bestimmten Ergebnisses
0,2–0,4	Allgemeines Branchenwissen; begrenzte direkte Erfahrung mit diesem Optionstyp; Vertrautheit aus angrenzenden Domänen	Nur Reputationsinteresse; kein finanzieller Einsatz; bekannte Verbindung mit dem Unternehmen oder dem Management
0,0–0,1	Keine relevante Domänenexpertise; nur generalistischer Hintergrund	Kein finanzieller Einsatz; keine früheren öffentlichen Positionen zu diesem Unternehmen oder dieser Option; keine laufende Beziehung

Das Protokoll verläuft in drei Stufen. In der ersten bewerten Experten jede Option gegen fünf Kriterien durch AHP-Paarvergleiche: technische Machbarkeit, regulatorische Compliance, organisatorische Bereitschaft, Marktauswirkungspotenzial sowie Datenzugang und -Governance. Der Output ist ein gewichteter Prioritätsvektor, der den SRI bildet. Konsistenzraten markieren inkohärente Urteile, und Mehr-Bewerter-Aggregation via geometrisches Mittel bringt Meinungsverschiedenheiten ans Licht, die in Einzel-Bewerter-Schätzungen unsichtbar sind.

In der zweiten Stufe wird der SRI gegen IDL-spezifische Basisraten kalibriert, um p_s zu erzeugen. Ein hoher SRI impliziert nicht automatisch ein hohes p_s : Eine Tief-Integrations-Option bei IDL 3 kann bei Bereitschaftskriterien gut abschneiden, aber vor einer strukturell niedrigeren Basisrate stehen, weil der zugrunde liegende Meilenstein komplexer und weniger präzedenziert ist. Die Kalibrierungsanker werden aus vergleichbaren Technologieadoptionenraten, M&A-Stufenkonversionsraten oder Risikokapital-Meilensteinergebnissen abgeleitet. Diese Anker sind illustrative Prior-Werte, keine empirisch abgeleiteten Basisraten; sie setzen die Wahrscheinlichkeitsskala. In der dritten Stufe verschiebt die Szenarioanalyse p_s -Werte (selektiv, generell oder in gezielten Kombinationen), um ein Bewertungsband zu erzeugen. Die zweite Stufe setzt die Skala; die dritte Stufe stresst sie.

Die AHP-Kriteriengewichte sind nicht über Integrationstiefen hinweg festgelegt. Bei IDL 2 tragen technische Machbarkeit und organisatorische Bereitschaft das grösste Gewicht: Die zentrale Frage ist, ob das Unternehmen das KI-System aufbauen und absorbieren kann. Bei IDL 3 und für KI-Anbieter dominieren Marktauswirkungspotenzial und Regulierungsrisiko: Die Technologie wird als fähig angenommen, und der Wert hängt von der Marktakzeptanz und der regulatorischen Genehmigung ab. Diese tiefenabhängige Gewichtsverschiebung spiegelt die strukturelle Realität wider, dass die bindende Einschränkung bei der Optionsausübung mit der Integrationstiefe wechselt.

Die Konsistenzrate verdient eine explizite Rahmung. Die CR misst die interne Urteilkohärenz über Paarvergleiche hinweg; sie misst keine empirische Wahrheit. Eine niedrige CR (unter dem konventionellen 0,10-Schwellenwert) zeigt an, dass die vergleichenden Urteile des Bewerter logisch konsistent sind; eine hohe CR signalisiert strukturelle Inkohärenz, die eine Neubefragung erfordert. Die Hypothese, dass Optionen mit höherer IDL eine grössere Inter-Bewerter-Dispersion in SRI-Scores erzeugen und höhere durchschnittliche CRs aufweisen, ist testbar und folgt aus der strukturellen Vorhersage, dass $V_{c,s}$ -dominierte Optionen schwerer zu bewerten sind. Dieses Papier formuliert die Hypothese als explorativ; ihre Bestätigung oder Ablehnung erfordert die in section 4.4 beschriebene empirische Datenerhebung.

Da jede Option ihre eigene p_s trägt, unterstützt das Rahmenwerk gezielte Szenarioanalyse. Ein Analyst kann die Wahrscheinlichkeit einer einzelnen Option, einer thematischen Gruppe oder des gesamten Portfolios verschieben und die Auswirkung auf V_{KI} verfolgen. Selektive Verschiebungen isolieren die Sensitivität gegenüber spezifischen Annahmen (eine regulatorische Verschärfung, ein technologischer Durchbruch); pauschale Verschiebungen erzeugen Decken- und Bodenschätzungen; gemischte Szenarien kombinieren beide. Der Output ist ein Bewertungsband, kein Punktschätzwert, und jede Grenze ist auf identifizierbare Annahmen auf Optionsebene zurückführbar. Wenn die Verschiebung der p_s einer Option von 0,3 auf 0,6 V_{KI} um 40% bewegt, ist das die Option, in der sich das Risiko konzentriert.

Wenn ein Unternehmen mehrere KI-Optionen verfolgt, können sich ihre Auswirkungen überschneiden. Wenn Option A (KI-Kundenbewertung) und Option B (KI-Preisgestaltung) beide denselben Umsatzanstieg beanspruchen, führt die Addition ihrer V_s -Werte zu einer Doppelzählung des Gewinns. Das Rahmenwerk muss dies adressieren, ohne in ein kombinatorisches Problem zu verfallen, das die praktische Anwendung vereitelt.

Es existieren drei Ansätze, jeder mit einem anderen Präzision-Praktikabilität-Kompromiss (table 4). Die Zuordnung durch Zuweisung verlangt vom Bewerter, jeden Werteffekt einer Option zuzuordnen oder ihn explizit mit dokumentierten Prozentsätzen aufzuteilen. Die Interaktionsmatrix ist eine $n \times n$ -Diagnose, die Optionspaare als synergetisch, überlappend oder unabhängig markiert und den Bewerter zwingt, Interaktionen vor der Summierung zu berücksichtigen. Die Shapley-Wert-Zerlegung berechnet den durchschnittlichen Grenzwertbeitrag jeder Option über alle möglichen Koalitionen hinweg; sie ist formal korrekt, aber rechnerisch für praktische Portfolios unerschwinglich ($n = 10$ erzeugt 1 024 Koalitionsauswertungen).

Tabelle 4: Ansätze zur Options-Interdependenz nach Mechanismus, Praktikabilität und Präzision.

Methode	Mechanismus	Praktikabilität	Präzision
Zuordnung durch Zuweisung	Menschliche Allokation von Werteffekten	Hoch	Mittel
Interaktionsmatrix	$n \times n$ Synergie-/Überschneidungs-Markierungen	Hoch	Gering
Shapley-Werte	Grenzwertbeitrag über Koalitionen	Gering	Hoch

Das Rahmenwerk schlägt die Zuordnung durch Zuweisung als Kernregel vor, ergänzt durch die Interaktionsmatrix als Diagnosecheck. Shapley-Werte bleiben eine Richtung für zukünftige Arbeiten.

4.3 Lebenszyklus und empirisches Design

Das Rahmenwerk gilt in jedem Punkt des KI-Integrationslebenszyklus, nicht nur ex ante. Wenn Meilensteine abgeschlossen werden, migriert der Optionswert in die DCF-Basislinie:

$$V_{\text{Unternehmen},t} = V_{\text{DCF},t} + V_{\text{KI},t} \tag{5}$$

wobei $V_{\text{DCF},t}$ die Cashflow-Beiträge ausgeübter Optionen absorbiert und $V_{\text{KI},t}$ sich zusammenzieht, wenn sich die Unsicherheit auflöst. Zu jedem Bewertungsdatum fällt jede Option in eine von vier Statuskategorien, zusammengefasst in table 5.

Tabelle 5: Options-Statusklassifizierung zu einem gegebenen Bewertungsdatum.

Status	Wertposition	Behandlung
Nicht begonnen	Vollständig in V_{KI}	Vollständiger AHP \rightarrow SRI $\rightarrow p_s \rightarrow$ Szenario-band
In Bearbeitung	Geteilt: Abgeschlossenes in DCF, Rest in Optionen	Reduziertes V_{KI} ; p_s aktualisiert
Abgeschlossen	Vollständig in V_{DCF}	Messbarer Cashflow-Beitrag
Neue Fortsetzung	In V_{KI} (neu)	Neue AHP-Bewertung

Wahrscheinlichkeiten sind nicht statisch. Wenn Meilensteine abgeschlossen werden, aktualisiert sich p_s für den nächsten Meilenstein nach oben (nachgewiesene Fähigkeit reduziert Unsicherheit), r_s nimmt ab (Risiko wird an jedem Gate aufgelöst), und neue Fortsetzungsoptionen können entstehen, die zu einem früheren Bewertungsdatum nicht identifizierbar waren. Ein Unternehmen, das vier von fünf Meilensteinen abgeschlossen hat, trägt ein strukturell höheres p_5 als eines, das noch nicht begonnen hat. Dieses Bayes'sche Updating ist der Mechanismus hinter der endogenen Risikoverschiebung: Das Abschliessen von Meilensteinen löst Risiken auf und bewertet das verbleibende Options-Portfolio neu. Das Rahmenwerk behandelt dieses Updating als konzeptionell; eine funktionale Form für $p_{s+1|s}$ abgeschlossen zu spezifizieren würde für ein Rahmenwerk-Papier zu einer Überspezifizierung riskieren und wird für zukünftige Arbeiten zurückgestellt.

In einem Akquisitionskontext sehen Käufer und Verkäufer unterschiedliche Optionssets. Das V_{KI} des Verkäufers spiegelt Optionen wider, die mit den aktuellen Ressourcen, der Organisation und der Marktposition des Verkäufers ausübbar sind. Das V_{KI} des Käufers spiegelt Optionen wider, die durch die Kombination möglich werden: Cross-Selling in den Kundenstamm des Käufers, Skalierung von KI auf die Operationen des Käufers oder Nutzung der Datenanlagen des Käufers. Die Synergieprämie wird strukturell transparent:

$$\Delta V_{\text{Synergie}} = V_{\text{KI}}^{\text{Käufer}} - V_{\text{KI}}^{\text{Verkäufer}} \tag{6}$$

Diese Zerlegung reduziert M&A-Verhandlungen von einer einzigen Schlagzeilen-Meinungsverschiedenheit auf einen strukturierten Vergleich spezifischer Optionen, Wahrscheinlichkeiten und Fortsetzungswerte, die jede Partei unterschiedlich bewertet.

4.4 Illustrative Anwendung

Das Rahmenwerk erzeugt testbare Vorhersagen: (a) Meilensteintyp und IDL-Tiefe sagen die Grösse der Marktreaktionen auf KI-Integrationsankündigungen voraus, (b) höher-IDL-Meilensteine erzeugen grössere abnormale Renditen, (c) spätere Meilensteine innerhalb einer gegebenen IDL-Stufe zeigen abnehmende inkrementelle Auswirkungen, da Optionswert progressiv eingepreist wird, und (d) Bewertungsdispersion steigt monoton mit der Integrationstiefe.

Das Rahmenwerk wird durch eine einzige evidenzverankerte Fallrekonstruktion illustriert, parametrisiert auf einer realen Firma. Ziel ist zu zeigen, dass das Modell unter transparenten, zitierbaren Eingaben kohärente, zerlegbare Bewertungsbänder erzeugt, nicht einen kausalen Nachweis gegenüber Marktpreisen zu behaupten. Alle Eingaben sind explizit angegeben, sodass Leser die Arithmetik überprüfen und eigene Annahmen einsetzen können.

Power 3 AI Energy AG i.G.¹ (Zug, CH) baut eine KI-native SaaS-Plattform für automatisierte Energieportfolio-Optimierung. Das Kernprodukt P3-eAI handelt gleichzeitig über Day-Ahead-, Intraday-, Futures-, Stromliefervertrags-, Flexibilitätsmarkt- und CO₂-Zertifikatsmärkte und ersetzt damit die manuellen Tabellenkalkulationen und fragmentierten Legacy-Tools, auf die die meisten Energieportfolio-Betreiber noch angewiesen sind. Erlöse kommen aus Plattformlizenzen, leistungs-basierten Gebühren auf realisierte Kundenmargenverbesserungen, Datenprodukten und Integrationsdienstleistungen. Im Rahmen der Taxonomie des Rahmenwerks ist P3 Energy ein *KI-Anbieter (Native)*: P3-eAI ist das an Kunden verkaufte Produkt, kein intern eingesetztes Werkzeug; die Energieportfolio-Betreiber, die die Plattform einsetzen, sind die KI-Integratoren.

Zum Bewertungszeitpunkt (Q2 2026) befindet sich der KI-Kern auf TRL 2–3: Der Optimierungsalgorithmus wurde auf echten Marktdaten validiert, aber die Agent-Orchestrierungsschicht befindet sich noch in der Vorentwicklung. Das Unternehmen strebt eine CHF 15-Millionen-Seed-Runde bei einer Pre-Money-Bewertung von CHF 100 Millionen an. Vier Meilenstein-Gates über 24 Monate strukturieren sowohl die technische Roadmap als auch die Investor-Entscheidungsrechte (fig. 3): Gate 1 (Monat 3) bestätigt die Systemstabilität für kundenseitige Piloten; Gate 2 (Monat 6) ist der Finanzierungsauslöser, da die verbleibende CHF 13,5-Millionen-Tranche nur bei Konvertierung zweier Piloten in bezahlte Vereinbarungen freigegeben wird; Gate 3 (Monat 12) validiert den Product-Market-Fit durch erste wiederkehrende Erlöse (CHF 400k ARR); Gate 4 (Monat 24) etabliert ein reproduzierbares Go-to-Market-Modell mit einem proprietären TRL 7-Modell in der Produktion und 10+ aktiven Kunden. Ein Gate-Scheitern verzögert nicht nur die nächste Stufe, sondern schliesst den Kapitalzugang und beendet alle nachgelagerten Optionen.

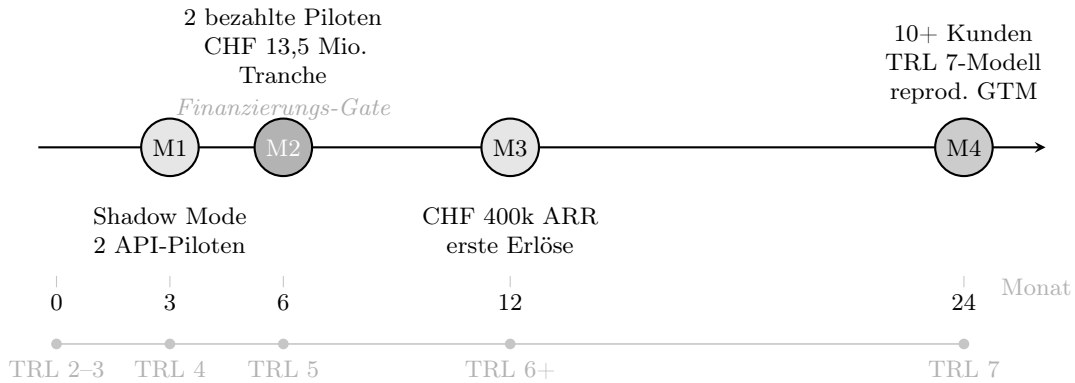


Abbildung 3: Meilenstein-Gate-Struktur und TRL-Fortschritt, Power 3 AI Energy AG (Q2 2026–Q2 2028). Quelle: [46].

Jedes Gate wird direkt auf die Optionsstruktur in eq. (3) abgebildet: Meilensteinzustand s , bedingter Wert V_s und sequenzielle Abhängigkeit, sodass das Scheitern bei einem Gate nachgelagerte Optionen beendet. Die V_s -Zerlegung (eq. (4)) gilt an jedem Gate. In table 6 bezeichnet $w_s = p_s V_s / (1 + r_s)^{T_s}$ den barwertgewichteten Beitrag jeder Option zu V_{KI} , und $|\delta w_s|$ erfasst die absolute Änderung von w_s bei einer gleichmässigen $\pm 0,10$ -Verschiebung von p_s , wobei andere Meilensteine beim Basiswert bleiben. V_s kombiniert alle fünf Komponenten aus eq. (4); $\Delta V_{o,s}$ und $V_{c,s}$ sind separat als dominierende Treiber angegeben. Alle Beträge sind in CHF Mio.

¹Die Autoren stehen mit dem Unternehmen in Verbindung. Alle Eingaben stammen aus dem Investorendokument [46] und werden mit Genehmigung des Unternehmens verwendet. Die Bewertungsrekonstruktion ist illustrativ; sie stellt kein Angebot und keine Empfehlung dar.

Tabelle 6: Meilensteinbasierte Bewertungsrekonstruktion, Power 3 AI Energy AG i.G. (Q2 2026). Quelle: [46].

Meilenstein	T_s (J)	p_s	$\Delta V_{o,s}$ (CHF m)	$V_{c,s}$ (CHF m)	V_s (CHF m)	r_s	w_s (CHF m)	$ \delta w_s $ (CHF m)
M1: Shadow Mode stabil; 2 API-Piloten im Onboarding (TRL 4)	0,25	0,82	2,0	5,0	13,9	15%	11,0	1,3
M2: 2 aktive bezahlte Piloten; CHF 13,5 Mio. Tranche freigegeben (TRL 5)	0,50	0,67	6,0	15,0	34,9	20%	21,4	3,2
M3: Erste wiederkehrende Erlöse (CHF 400k ARR); TRL 6+	1,00	0,52	18,0	35,0	79,3	25%	33,0	6,3
M4: Reproduzierbares GTM; 10+ Kunden; TRL 7-Modell	2,00	0,38	48,0	95,0	198,5	30%	44,6	11,7
$\sum w_s$							110,0	
$-I_0$ (gebundenes Seed-Kapital)							-15,0	
V_{KI}							95,0	
V_{DCF} (IP/Team-Basislinie)							5,0	
$V_0 = V_{DCF} + V_{KI}$							100,0	

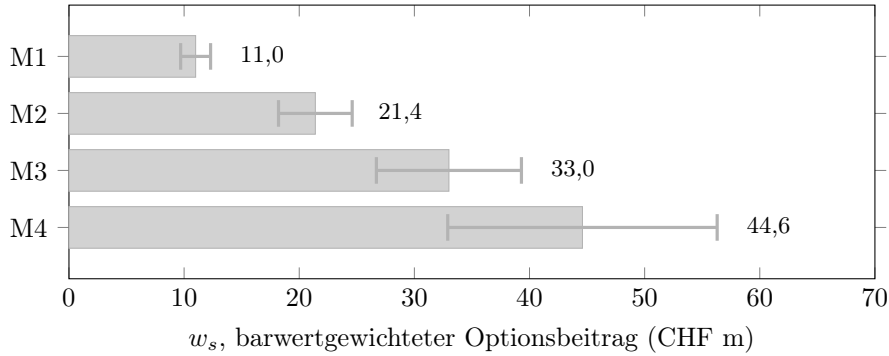


Abbildung 4: Barwertgewichtete Optionsbeiträge w_s je Meilenstein mit $\pm 0,10$ -Sensitivitätsbändern ($|\delta w_s|$).

Power 3 AI Energy AG hat zum Bewertungszeitpunkt keine Umsatzhistorie. Das bedeutet, dass $V_{b,s}$, der Basiswert bei versunkenen Kosten, durch Team-Credentials und IP getragen wird, nicht durch Cashflow-Extrapolation; weshalb die $\Delta V_{o,s}$ -Werte bei M1 und M2 gering sind: Es wurde noch keine nachhaltige Kundenmargenverbesserung nachgewiesen. Der Wert ist fast vollständig zukunftsorientiert und konzentriert sich in $V_{c,s}$, der Wettbewerbsgraben-Option, die sich öffnet, sobald proprietäre TRL 7-Modelle in der Produktion sind und dauerhaft verbesserte Leistungsvorteile gegenüber Wettbewerbern liefern, die noch von externen Modell-Wrappern abhängig sind. Die Options-Abbruchmechanik ist real, nicht kosmetisch: Die CHF 13,5-Millionen-Tranche ist vertraglich an Gate 2-Pilotenkonvertierung gebunden, sodass zwei verfehlte Piloten nicht nur die Roadmap verlangsamen, sondern die meisten verfügbaren Kapitalien und stellen M3 und M4 faktisch ein. Die AHP-SRI-Wahrscheinlichkeits-Priors spiegeln diese Struktur direkt wider: $p_{M1} = 0,82$ erfasst die nahezu vollständige technische Kontrolle über Gate-1-Bedingungen; $p_{M4} = 0,38$ erfasst die kumulierte Unsicherheit aus Product-Market-Fit, Wettbewerbsdynamik und 24 Monaten Modellreifeung.

Der Basisfall ergibt CHF 100 Millionen und entspricht exakt der offengelegten Pre-Money-Bewertung. Diese Konvergenz ist kein Kalibrierungsartefakt; die Eingaben wurden unabhängig aus dem Finanzmodell und den Gate-Definitionen des Masterplans abgeleitet. Zur Einordnung: Der Masterplan selbst gelangt über eine eigenständige Methodik zum selben Wert: Ein Milestone-Scoring-Overlay über 13 strategische Komponenten (Zielerreichungsgrad 36,9% in Q2 2026; strategischer Wert CHF 102,1 Mio.) wird zu einem negativen DCF-Anteil (WACC 30%, Pre-Revenue; -CHF 1,3 Mio.) addiert und ergibt CHF 100,8 Mio., gerundet auf CHF 100 Mio. als Pre-Money-Anker ([46], Kap. 8). Die Konvergenz zweier unabhängiger Methoden auf denselben Wert liefert stärkere Evidenz für die interne Konsistenz als jede Methode für sich allein. Das vollständige Bewertungsband reicht von CHF 77 Millionen (Negativszenario: alle $p_s - 0,10$) bis CHF 123 Millionen (Positivszenario: alle $p_s + 0,10$), eine Spanne von CHF 46 Millionen. Wie fig. 4 zeigt, treibt M4

mehr als 60 % dieser Spanne ($|\delta w_s| = 11,7$): Die Reifung des proprietären Modells und die reproduzierbare GTM-Option konzentrieren das Risiko in der späten Stufe, genau wie die strukturelle Vorhersage für KI-Anbieter es antizipiert. Das vollständige Entfernen von M4 lässt V_{KI} von CHF 95 Millionen auf ca. CHF 50 Millionen sinken, was bedeutet, dass rund die Hälfte des Unternehmenswerts hängt an der 24-monatigen Ausführung. Zwei Analysten, die über CHF 100 Millionen Pre-Money uneinig sind, können nun identifizieren, ob die Meinungsverschiedenheit bei p_{M4} , bei $V_{c,M4}$ oder beim 30%-Diskontierungssatz liegt, wobei jeder dieser Parameter ist einzeln gegen beobachtbare Proxies anfechtbar.

5 Diskussion

Standardbewertungsansätze ignorieren KI-Integration nicht, sondern absorbieren sie in eine undifferenzierte Wachstumsratenannahme. Die fünfkomponentige V_s -Zerlegung (eq. (4)) ändert dies, indem sie den Optionswert auf jeder Integrationsstufe explizit macht. $\Delta V_{o,s}$ erfasst den strukturellen Effizienzgewinn, der beim IDL 2-Übergang realisiert wird; $V_{c,s}$ erfasst den Wettbewerbsgraben-Wert, der bei IDL 3 zugänglich wird; $C_{r,s}$ und $C_{e,s}$ machen Compliance- und Ausführungskosten explizit, anstatt sie stillschweigend mit den projizierten Einnahmen zu verrechnen. Der grundlegende Beitrag des Rahmenwerks ist keine andere Gesamtsumme, sondern eine Zerlegung, die den Optionswert prüfbar macht. Zwei Analysten, die über V_{KI} uneinig sind, können identifizieren, welche Komponente den Unterschied treibt; zwei Analysten, die über den Gesamtwert uneinig sind, können isolieren, ob die Quelle eine p_s -Schätzung, ein V_s -Input oder ein Diskontierungssatz ist.

Diese Zerlegung zeigt zwei systematische Fehlbewertungskanäle bei konventionellen Ansätzen. IDL 1–2-Unternehmen werden wahrscheinlich unterbewertet, wenn der Optionswert ignoriert wird: die durch $\Delta V_{o,s}$ erfassten operativen Effizienzgewinne sind real und gestaffelt, aber ein einstufiges DCF mit einem generischen KI-Aufschlag trennt sie nicht von den Basiserlösen. IDL 3-Unternehmen bergen das entgegengesetzte Risiko: Märkte können Netzwerkeffekte und Plattformkontrolle, also die $V_{c,s}$ -Komponente, als bereits realisiert einpreisen, obwohl sie noch von der Meilensteinerreichung abhängen. Das Rahmenwerk löst diese Kontingenz nicht auf; es macht die Wahrscheinlichkeitsannahmen (p_s), die die Bewertung bestimmen, explizit und anfechtbar, anstatt sie in einem ungeprüften Diskontierungssatz zu vergraben.

Diese Fehlbewertungskanäle werden durch die Rechnungslegungsstandards weiter verstärkt. Nach HGB (§248 Abs. 2) besteht für Entwicklungskosten ein Aktivierungswahlrecht, das konservative Unternehmen typischerweise nicht nutzen; KI-Entwicklungsausgaben belasten vollständig die Gewinn- und Verlustrechnung, während die Bilanz nichts ausweist. Nach IFRS (IAS 38.57) müssen Entwicklungskosten aktiviert werden, sobald sechs Kriterien erfüllt sind: (i) technische Realisierbarkeit der Fertigstellung des Vermögenswerts, (ii) Absicht, ihn fertigzustellen und zu nutzen oder zu verkaufen, (iii) Fähigkeit zur Nutzung oder zum Verkauf, (iv) Nachweis wahrscheinlicher künftiger wirtschaftlicher Vorteile, (v) Verfügbarkeit ausreichender technischer und finanzieller Ressourcen sowie (vi) Fähigkeit, die zurechenbaren Ausgaben zuverlässig zu bewerten; Forschungskosten sind stets sofort aufwandswirksam. Die Aktivierungsgrenze ist ermessensabhängig und variiert erheblich zwischen Unternehmen und Prüfern. Nach US-GAAP (ASC 350-40 für intern genutzte Software) beginnt die Aktivierung erst in der Anwendungsentwicklungsphase und endet mit der Implementierung; vorgelagerte Projektarbeiten werden stets aufwandswirksam erfasst. Das Ergebnis: Zwei Unternehmen, die CHF 10 Millionen in wirtschaftlich identische KI-Entwicklungsprojekte investieren, können je nach angewandtem Rechnungslegungsstandard völlig unterschiedliche Ergebnisse, Vermögenswerte und Renditekennzahlen ausweisen (fig. 5). Ein Werttreiber, der CHF 95 Millionen an realem Optionswert erzeugt, kann gleichzeitig unter HGB einen mehrjährigen operativen Verlust und unter IFRS einen teilaktivierte immateriellen Vermögenswert ergeben. Die wirtschaftliche Realität ist identisch; die veröffentlichten Jahresabschlüsse sind es nicht.

Das Rahmenwerk adressiert diesen Effekt direkt. Der Kostenbegriff $C_{e,s}$ in der V_s -Zerlegung (eq. (4)) erfasst KI-Entwicklungsausgaben als wirtschaftlichen Mittelabfluss, unabhängig davon, ob der anwendbare Standard diese als Vermögenswert oder als Aufwand klassifiziert. Zwei Analysten, die dasselbe Unternehmen unter unterschiedlichen Rechnungslegungsstandards bewerten, erhalten identische Eingaben auf Optionsebene, da die Zerlegung auf der wirtschaftlichen Schicht unterhalb der Berichterstattungsschicht operiert. Genau deshalb erzeugt das Rahmenwerk vergleichbare Bewertungen erzeugt, wo kennzahlenbasierte Ansätze ohne Anpassung

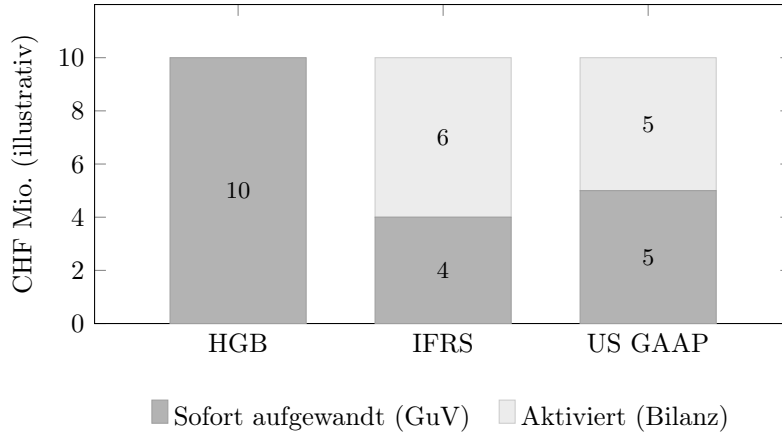


Abbildung 5: Illustrative Behandlung einer CHF 10-Millionen-KI-Entwicklungsinvestition unter drei Rechnungslegungsstandards.

inkonsistente Ergebnisse liefern.

Der strukturelle Übergang von $\Delta V_{o,s}$ -Dominanz bei IDL 2 zu $V_{c,s}$ -Dominanz bei IDL 3 erzeugt eine gerichtete empirische Prognose: Die Analystendispersion sollte monoton mit der IDL-Tiefe steigen. $V_{c,s}$ (Wettbewerbsgraben-Wert, der von vollständigem Integrationserfolg abhängt) ist von Natur aus schwerer zu schätzen als $\Delta V_{o,s}$, das beobachtbare operative Proxys hat. Diese Prognose ist aus Analysten-Prognosedaten ohne Zugang zu den internen Bewertungen, die sie erzeugt haben, testbar. Die explorative AHP-Hypothese läuft parallel dazu: Wenn die Konsistenzraten der Paarvergleiche mit der IDL-Tiefe steigen, liefert das unabhängige Evidenz dafür, dass das Schätzproblem auf höheren Integrationsstufen strukturell schwieriger ist und nicht bloss veräuschter aufgrund individueller Bewerter-Heterogenität.

Einzelbewerter-Wahrscheinlichkeitsschätzungen sind anfällig für Verankerung und Überzeugungseffekte. Beide sind gut dokumentierte Muster in der Expertenbefragung. Das AHP-basierte SRI-Protokoll eliminiert das Expertenurteil nicht; es strukturiert es. Paarvergleiche zwingen Bewerter, interne Inkonsistenzen vor der Aggregation zu konfrontieren; das akkreditierte Gewichtungsschema ($w_i^{\text{eff}} \propto w_i^{\text{comp}} \cdot (1 - \lambda b_i)$) diskontiert Schätzungen von Bewertern mit Domänenlücken oder Interessenkonflikt-Exposition. Dies formalisiert, was Investitionskomitees und M&A-Due-Diligence-Teams bereits informell tun: eine holistische Beurteilung in strukturierte Teilfragen zerlegen, über Bewerter aggregieren und Meinungsverschiedenheiten dokumentieren. Die operative Verbesserung gegenüber der aktuellen Praxis besteht darin, dass Meinungsverschiedenheiten rückverfolgbar werden: auf eine spezifische p_s -Schätzung für eine spezifische Option auf einer spezifischen IDL-Stufe, anstatt in einem ausgehandelten Diskontierungssatz vergraben zu bleiben.

$C_{r,s}$ geht als Kostengrösse in die V_s -Zerlegung (eq. (4)) ein, aber regulatorische Compliance hat eine Wertdimension, die das aktuelle Rahmenwerk nicht vollständig entwickelt. Unternehmen, die EU-KI-Gesetz-Compliance-Meilensteine früh abschliessen, erwerben eine Marktzugangsoption, die späte Complier nicht schnell replizieren können; in regulierten Branchen kann dieser Graben dauerhaft sein. Im Schweizer Kontext schaffen die FINMA-Leitlinien 2024 zu KI-gestützten Finanzdienstleistungen [20] und der sektorspezifische Ansatz des Bundesrats [21] unterschiedliche regulatorische Meilensteinpfade, deren Optionsstruktur sich vom EU-Modell unterscheidet. Die Einbeziehung regulatorischer Compliance als gestaffelte Option, nicht nur als Kostengrösse, ist eine natürliche Erweiterung des Rahmenwerks und eine Richtung für zukünftige Forschung.

Das Lebenszyklusmodell (eq. (5) and table 5) und die Synergie-Zerlegung (eq. (6)) rahmen M&A-Verhandlungen neu. Unter der aktuellen Praxis sind sich Käufer und Zielunternehmen über eine Schlagzeilen-Prämie uneinig, deren Komponenten-Treiber für beide Parteien undurchsichtig sind. Das Rahmenwerk reduziert dies auf einen strukturierten Vergleich spezifischer Optionen, Wahrscheinlichkeiten und Fortsetzungswerte. Ein Käufer, der dem Abschluss des IDL 3-Übergangs eine hohe Wahrscheinlichkeit zuweist, kann eine höhere Prämie transparent rechtfertigen; ein Zielunternehmen, das seine p_s -Schätzungen für konservativ hält, kann diesen Punkt auf der Optionsebene argumentieren, anstatt den Diskontierungssatz neu zu verhandeln. Die Verhandlungsschwierigkeit verschwindet nicht. Was sich ändert, ist die Form: narrative Meinungsverschiedenheit weicht strukturierter Meinungsverschiedenheit, die Due Diligence adressieren kann.

Drei weitere finanzielle Lücken verdienen explizite Erwähnung, bevor wir uns der Literatur zuwenden.

Erstens, Bewertungsmultiples. EV/Umsatz und KGV sind die Standard-Plausibilitätsprüfungen bei jedem DCF-Modell, setzen aber eine homogene Peer-Gruppe voraus. Ein IDL 3-Unternehmen mit einem plattformartigen Datenburggraben handelt zu fundamental anderen Multiples als ein IDL 1-Unternehmen, das Standard-KI-Werkzeuge einsetzt, selbst innerhalb desselben Sektors und derselben GICS-Unterbranche. Die Anwendung eines sektoralen Median-Multiples auf beide Typen erzeugt eine trügerische Vergleichbarkeit. Die IDL-Taxonomie macht die Peer-Gruppenauswahl explizit und IDL-konditioniert: Die richtige Vergleichsmenge wird durch die Integrationstiefe bestimmt, nicht allein durch das Sektor-Label.

Zweitens, Terminalwert. In einem Standard-DCF-Modell konzentrieren sich typischerweise 60–80% des Gesamtbarwerts im Terminalwert, also einer einzigen Perpetuums-Wachstumsrate, die auf einen normalisierten Cashflow angewendet wird. Für ein Unternehmen an einer IDL-Übergangsschwelle setzt diese Wachstumsrate implizit darauf, ob der IDL 3-Fortsetzungswert sich realisiert. Das Lebenszyklusmodell (eq. (5)) adressiert dies strukturell: Wenn Meilensteine abgehakt werden, migriert Optionswert in die DCF-Basislinie, und die Terminalwertberechnung wird auf einen bereits bereinigten Cashflow angewendet, nicht auf einen, der ungelöste Optionsauszahlungen enthält. Das Rahmenwerk eliminiert die Terminalwertsensitivität nicht, begrenzt sie aber auf den Post-Exercise-DCF, anstatt sie die Meilensteinunsicherheit stillschweigend absorbieren zu lassen.

Drittens, Vorzugskapital und Verwässerung. Die Pre-Money-Headline-Bewertung eines KI-nativen Unternehmens ist nicht dasselbe wie sein Common-Equity-Wert. Liquidationspräferenzen, ESOP-Pools und Anti-Verwässerungsklauseln entkoppeln beide systematisch: Gornall und Strebulaev zeigen, dass US-Unicorn-Post-Money-Bewertungen den fairen Common-Equity-Wert im Durchschnitt um 48% übersteigen, bedingt durch die in Vorzugsaktien eingebetteten wirtschaftlichen Rechte [15]. Die P3-Energy-Fallstudie illustriert dies direkt: Die CHF 100-Millionen-Pre-Money-Bewertung ist eine Seed-Headline-Zahl. Die V_s -Zerlegung operiert auf wirtschaftlichen Cashflows, die jeder Option zugeordnet sind, was bedeutet, dass Verwässerungs- und Liquidationspräferenzeffekte separat in der Kapitalstrukturschicht modelliert werden müssen und nicht in p_s oder r_s eingebettet werden dürfen. Eine Vermischung erzeugt eine intern konsistente Bewertung auf Optionsebene, die auf Eigenkapitalebene aber irreführend ist.

Table 7 ordnet jede Lücke der Rahmenwerksantwort zu; das gemeinsame Muster ist, dass die Zerlegung das Problem auf eine Schicht verschiebt, auf der wirtschaftliche Cashflows direkt verglichen werden können, anstatt es in einem Multiple, einer Wachstumsrate oder einer Headline-Zahl verborgen zu lassen.

Tabelle 7: Drei finanzielle Standardlücken und die Antwort des Rahmenwerks.

Lücke	Standardlimitation	Antwort des Rahmenwerks
Bewertungsmultiples	IDL-Heterogenität macht Peer-Gruppen innerhalb eines Sektors inkohärent; Median-Multiple mischt IDL 1- und IDL 3-Unternehmen	IDL-Klassifikation konditioniert die Peer-Auswahl; Multiples werden IDL-spezifisch angewendet, nicht sektorweit
Terminalwert	60–80% des DCF-Werts in einer einzigen Perpetuums-Wachstumsrate, die implizit auf IDL 3-Fortsetzung wettet	Lebenszyklusmodell migriert Optionswert explizit in DCF-Basislinie; Terminalwert nur auf bereinigten Post-Exercise-Cashflow angewendet
Vorzugskapital / Verwässerung	Pre-Money-Headline \neq Common-Equity-Wert; Liquidationspräferenzen, ESOP-Pools und Anti-Verwässerung entkoppeln beide (durchschnittlich 48% Überschätzung bei US-Unicorns [15])	V_s -Zerlegung operiert auf wirtschaftlichen Cashflows; Verwässerungs- und Präferenzeffekte separat in der Kapitalstrukturschicht modelliert

Das Rahmenwerk erweitert drei Literaturstränge. Es fügt Optionsstruktur zur Bewertung immaterieller Vermögenswerte hinzu [27], die die Offenlegungslücke identifiziert hat, aber keinen Mechanismus für die Staffelung der Wertrealisierung bereitgestellt hat. Es fügt Integrationstiefenarchitektur zu Realloptionsanwendungen in der Technologiebewertung hinzu [9], die Unsicherheit auf Unternehmensebene modelliert hat, ohne die Optionsstruktur von der Tiefe der Technologieeinbettung abhängig zu machen. Und es liefert das fehlende Bewertungsglied für die KI-Adoptionsforschung [24, 40]: Studien, die Produktivitätsheterogenität

über Integrationsstufen dokumentieren, haben jetzt ein Bewertungsgegenstück, das Meilensteinleistung mit dem Unternehmenswert verbindet. Die AHP-Komponente stützt sich auf etablierte Multi-Kriterien-Methodik [23], wendet sie aber in einer neuartigen Rolle an, nämlich IDL-konditionierte Wahrscheinlichkeitsschätzung für gestaffelte KI-Integrationsoptionen, nicht als Rangfolge diskreter Alternativen.

6 Schlussfolgerung

Die zentrale These dieses Papiers ist im Anspruch bescheiden, in der Konsequenz aber weitreichend: Standardbewertungsmethoden liegen bei KI-integrierten Unternehmen nicht falsch, sind aber strukturell unvollständig. DCF, das Ertragswertverfahren nach IDW S 1 und Marktmultiples bleiben valide Instrumente für etablierte Cashflow-Unternehmen. Werden sie auf Firmen angewandt, deren Wert von gestuften, bedingten und tiefenabhängigen KI-Integrationsentscheidungen dominiert wird, komprimieren diese Methoden Optionswert, Meilensteinrisiko und Fortsetzungsauszahlungen in Parameter, die genau jene Annahmen verschleiern, die ein Analyst hinterfragen muss. Das hier vorgeschlagene Rahmenwerk verwirft dieses Instrumentarium nicht. Es fügt eine Zerlegungsschicht hinzu, die IDL 0–3-Taxonomie, die fünfkomponentige V_s -Struktur und das AHP-basierte SRI-Protokoll, die eingebettete Annahmen explizit und einzeln prüfbar machen.

Der relevante Vergleich ist nicht, ob das Rahmenwerk eine bessere Zahl liefert als DCF oder Multiples, sondern ob es eine informativere Meinungsverschiedenheit erzeugt. Ein konventionelles DCF, angewandt auf Power 3 AI Energy AG, würde einen einzelnen Barwert ergeben, dessen Sensitivität sich in der terminalen Wachstumsrate und dem Diskontierungssatz konzentriert, zwei Parametern, die alles absorbieren, was der Analyst über KI-Integration glaubt, ohne offenzulegen, worin diese Überzeugungen bestehen. Das Rahmenwerk zerlegt diesen Glauben in vier Meilenstein-Wahrscheinlichkeiten, fünf Wertkomponenten pro Meilenstein und eine Gate-Struktur, deren Abbruchbedingungen vertraglich definiert sind. Zwei Analysten, die über CHF 100 Millionen Pre-Money uneinig sind, können ihre Meinungsverschiedenheit nun in p_{M4} , in $V_{c,M4}$ oder im 30%-Diskontierungssatz lokalisieren. Diese Präzision ist der Beitrag: nicht eine andere Bewertung, sondern eine Bewertung, deren innere Struktur befragt werden kann.

Realoptionstheorie hat ähnliche Versprechen schon früher gemacht, und die bisherige Bilanz rechtfertigt Skepsis. Schwartz und Moons Optionsmodelle für Internetfirmen im Jahr 2000 waren formal elegant, aber empirisch unkalibriert; die Biotech-Pipeline-Analogie, die einen Grossteil der gestuften Optionsbewertung untermauert, funktioniert in der Pharmabranche gut, wo Phase-Gate-Wahrscheinlichkeiten auf Jahrzehnten aktuarieller Daten basieren, verfügt aber über keine vergleichbaren Basisraten für KI-Integrationsmeilensteine. Die hier vorgeschlagene AHP-basierte Wahrscheinlichkeitsarchitektur ist eine partielle Antwort auf diese Kalibrierungslücke, keine vollständige. Sie ersetzt unstrukturierte Experteneinschätzungen durch Paarvergleichsdisziplin, Konsistenzprüfungen und akkreditierte Aggregation, doch die resultierenden p_s -Schätzungen bleiben Expertenurteile, keine beobachteten Häufigkeiten. Die Offenheit des Rahmenwerks zu diesem Punkt ist bewusst gewählt: Es legt offen, wo Urteilsvermögen in die Bewertung einfließt, anstatt es in einem Diskontierungssatz zu verbergen. Ob diese Offenlegung zu besseren Entscheidungen führt, ist eine empirische Frage, die das Rahmenwerk selbst nicht beantworten kann.

Die P3-Energy-Fallstudie illustriert sowohl das Potenzial als auch die Grenzen. Einerseits erzeugt das Rahmenwerk ein kohärentes Bewertungsband (CHF 77 Mio. bis CHF 123 Mio.) aus transparenten, zitierbaren Eingaben, und die Risikokonzentration in M4 ($|\delta w_s| = 11,7$, mehr als 60 % der Gesamtsensitivität) bestätigt die strukturelle Vorhersage, dass Bewertungen von KI-Anbietern von spätstufigen Fortsetzungsoptionen dominiert werden. Andererseits ruht rund die Hälfte des Unternehmenswerts auf einer einzigen 24-monatigen Ausführungswette, einem Befund, den keine noch so gründliche Zerlegung weniger unsicher macht. Das Rahmenwerk klärt, worin die Wette besteht und wo sie liegt; es macht die Wette nicht sicherer.

Für die europäische Bewertungspraxis reichen die Implikationen über die Methodik hinaus. Die Messlücke zwischen der Art, wie KI-integrierte Unternehmen Wert schaffen, und der Art, wie gesetzliche Standards diesen erfassen, ist kein temporärer Rückstand, den Marktreifung schliessen wird. Das Ertragswertverfahren nach IDW S 1, konzipiert für Unternehmen mit nachweisbarer Ertragshistorie, untergewichtet Optionalität systematisch; die HGB-Behandlung von Entwicklungskosten stellt sicher, dass Bilanzen über genau jene Investitionen schweigen, die den KI-Wert treiben. Das hier vorgeschlagene Rahmenwerk operiert auf der

wirtschaftlichen Schicht unterhalb dieser Berichtskonventionen: $C_{e,s}$ erfasst KI-Entwicklungsausgaben als wirtschaftliche Kosten unabhängig von ihrer bilanziellen Klassifizierung, und die V_s -Zerlegung liefert identische Eingaben unter HGB, IFRS und US GAAP. Wenn europäisches Wagniskapital auch nur einen Teil der siebenfachen Bewertungslücke zu US-Peers auf vergleichbarer Entwicklungsstufe schliessen soll, muss die Bewertungsinfrastruktur optionsbelastete, meilensteingesteuerte Unternehmensprofile aufnehmen können. Dieses Papier schlägt eine Architektur dafür vor.

7 Limitationen und zukünftige Forschung

Die Meilensteinidentifikation hängt von der Offenlegungsqualität ab; Unternehmen offenbaren möglicherweise weder ihre Integrationstiefe noch das Timing von Zwischengates mit ausreichender Präzision für externe Rekonstruktion. Die Parameterschätzung für p_s , V_s und r_s bleibt annahmempfindlich, insbesondere bei IDL 2–3, wo Vergleichbare knapp sind; das Rahmenwerk legt diese Sensitivität offen, anstatt sie aufzulösen. Die IDL-Klassifizierung erfordert auch Urteilsvermögen für hybride Unternehmen, die auf mehreren Stufen über Funktionen hinweg tätig sind. Die AHP-Komponente bringt weitere Einschränkungen mit sich: Der Paarvergleichsaufwand wächst mit der Kriterienanzahl, die IDL-spezifischen Kalibrierungsanker bleiben illustrative Prior-Werte statt empirisch abgeleiteter Basisraten, und die geometrische Mittelaggregation setzt ein Mass an Bewerterunabhängigkeit voraus, das sich abschwächen kann, wenn interne und externe Experten denselben organisatorischen Kontext teilen. Das akkreditierte Gewichtungsschema adressiert Bewerterqualitäts- und Unabhängigkeitsbedenken teilweise, aber die Zuweisung von w_i^{comp} und b_i ist selbst ein Urteil, das dokumentiert werden muss und anfechtbar bleibt. Die Handhabung von Options-Interdependenz durch Zuordnung via Zuweisung hängt ebenfalls von menschlichem Urteilsvermögen ab, weil die Interaktionsmatrix qualitativ ist und keine formale Koalitionsanalyse ersetzt. Das Fallstudiendesign ist illustrativ statt inferentiell: Ein einziges Unternehmen mit detaillierter Meilenstein-Offenlegung kann Rahmenwerkskohärenz testen, aber keine Vorhersagegenauigkeit; Generalisierung erfordert eine grössere und vielfältigere Stichprobe. Regulatorische Bedingungen sind ebenfalls bewegliche Ziele, da das EU-KI-Gesetz noch nicht vollständig in Kraft ist und der schweizerische sektorspezifische Ansatz noch in Entwicklung ist.

Die zukünftige Forschung sollte sich in vier Richtungen bewegen. Die erste ist longitudinal: Die Verfolgung dynamischer IDL-Transitionen würde zeigen, wie Wert im Laufe der Zeit vom Options-Overlay in die DCF-Basislinie migriert, wenn Meilensteine erreicht werden. Die zweite ist empirische Kalibrierung: Paneldaten zu KI-Projektergebnissen über Branchen hinweg könnten das SRI-zu- p_s -Mapping verankern und Meilenstein-Auszahlungen nach Sektor verfeinern. Die dritte ist methodologisch: Bayesianisches Updating für $p_{s+1|s}$ abgeschlossen, Shapley-Wert-Zerlegung für Options-Interdependenzen und Robustheitsprüfungen mit alternativen MCDM-Methoden wie Fuzzy-AHP, ANP oder BWM würden testen, wie sensibel das Rahmenwerk gegenüber seinen aktuellen vereinfachenden Entscheidungen ist. Die vierte ist regulatorisch: Wenn EU-KI-Gesetz-Bestimmungen in Kraft treten und die Schweizer Leitlinien sich weiterentwickeln, könnte jurisdiktionsübergreifende Evidenz zeigen, wie Compliance-Regime die Meilensteinrealisierbarkeit, das Risiko und den Fortsetzungsoptionswert verändern.

8 Kontakt

Dr. Walter Kurz, MBA, MSc
Wojtek Stricker, M.Sc., DBA in AI (Cand.)

Swiss Institute for AI
Baarerstrasse 78
6300 Zug, Schweiz

office@swissi-ai.institute

Literatur

1. Anthropic. Anthropic raises 30 billion in Series G funding at 380 billion post-money valuation. 2026 Feb. Available from: <https://www.anthropic.com/news/anthropic-raises-30-billion-series-g-funding-380-billion-post-money-valuation> [Last verified: 2026 Feb 27]
2. Databricks. Databricks announces Series K financing at more than 100 billion valuation. 2025 Aug. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/databricks-announces-series-k-financing-at-more-than-100-billion-valuation-302528687.html> [Last verified: 2026 Feb 27]
3. Draghi M. The Future of European Competitiveness: A Competitiveness Strategy for Europe. Techn. Ber. European Commission, 2024 Sep. Available from: https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/draghi-report_en [Last verified: 2026 Feb 27]
4. Singla, Alex, Sukharevsky, Alexander, Yee, Lareina, Chui, Michael und Hall, Bryce. The state of AI: How organizations are rewiring to capture value. 2025 Mar. Available from: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-how-organizations-are-rewiring-to-capture-value> [Last verified: 2026 Feb 27]
5. Singla, Alex, Sukharevsky, Alexander, Hall, Bryce, Yee, Lareina und Chui, Michael. The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation. 2025 Nov. Available from: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> [Last verified: 2026 Feb 27]
6. Brynjolfsson E, Li D und Raymond LR. Generative AI at Work. Techn. Ber. 31161. National Bureau of Economic Research, 2023. DOI: [10.3386/w31161](https://doi.org/10.3386/w31161). Available from: <https://www.nber.org/papers/w31161> [Last verified: 2026 Feb 27]
7. Eisefeldt AL, Schubert G und Zhang MB. Generative AI and Firm Values. Techn. Ber. 31222. National Bureau of Economic Research, 2023. DOI: [10.3386/w31222](https://doi.org/10.3386/w31222). Available from: <https://www.nber.org/papers/w31222> [Last verified: 2026 Feb 27]
8. Koller T, Goedhart M und Wessels D. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. 7. Aufl. Wiley, 2020. Available from: <https://www.wiley.com/en-us/Valuation%3A+Measuring+and+Managing+the+Value+of+Companies%2C+7th+Edition-p-9781119610885> [Last verified: 2026 Feb 27]
9. Schwartz ES und Moon M. Rational Pricing of Internet Companies. Financial Analysts Journal 2000; 56:62–75. DOI: [10.2469/faj.v56.n3.2361](https://doi.org/10.2469/faj.v56.n3.2361). Available from: <https://rpc.cfainstitute.org/research/financial-analysts-journal/2000/rational-pricing-of-internet-companies> [Last verified: 2026 Feb 27]
10. Benaroch M und Kauffman RJ. A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments. Information Systems Research 1999; 10:70–86. DOI: [10.1287/isre.10.1.70](https://doi.org/10.1287/isre.10.1.70). Available from: <https://ideas.repec.org/a/inm/orisre/v10y1999i1p70-86.html> [Last verified: 2026 Feb 27]
11. Lorenz EN. Deterministic Nonperiodic Flow. Journal of the Atmospheric Sciences 1963; 20:130–41
12. Arthur WB. Foundations of Complexity Economics. Nature Reviews Physics 2021; 3:136–45. DOI: [10.1038/s42254-020-00273-3](https://doi.org/10.1038/s42254-020-00273-3)
13. Von Neumann J und Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1944
14. Rochet JC und Tirole J. Platform Competition in Two-Sided Markets. Journal of the European Economic Association 2003; 1:990–1029. DOI: [10.1162/154247603322493212](https://doi.org/10.1162/154247603322493212). Available from: <https://academic.oup.com/jeea/article-abstract/1/4/990/2280902> [Last verified: 2026 Apr 1]
15. Gornall W und Strebulaev IA. Squaring Venture Capital Valuations with Reality. Journal of Financial Economics 2020; 135:120–43. DOI: [10.1016/j.jfineco.2018.04.015](https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2018.04.015). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304405X19301692> [Last verified: 2026 Feb 27]
16. U.S. Treasury Department and Internal Revenue Service. 26 CFR 1.409A-1: Definition and coverage of deferred compensation. Code of Federal Regulations (e-CFR). 2026. Available from: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/26/1.409A-1> [Last verified: 2026 Feb 27]

17. Maplebear Inc. Correspondence related to Draft Registration Statement on Form S-1. U.S. Securities and Exchange Commission EDGAR correspondence filing. 2023 Aug. Available from: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1579091/000119312523221820/filename1.htm> [Last verified: 2026 Feb 27]
18. Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland (IDW). IDW Standard: Grundsätze zur Durchführung von Unternehmensbewertungen (IDW S 1). Stand: 04.07.2016; Veröffentlicht: 15.05.2017. 2016
19. European Parliament and Council of the European Union. Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). 2024. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng> [Last verified: 2026 Feb 27]
20. Swiss Financial Market Supervisory Authority (FINMA). FINMA publishes new guidance on governance and risk management when using artificial intelligence. 2024 Dec. Available from: <https://www.finma.ch/en/news/2024/12/20241218-mm-ki/> [Last verified: 2026 Feb 27]
21. Swiss Federal Council. Federal Council opts for sector-specific regulation in the field of artificial intelligence. 2025 Feb. Available from: <https://www.bakom.admin.ch/bakom/en/homepage/digital-transformation-and-ai/ai-regulation.html> [Last verified: 2026 Feb 27]
22. Arnold NG, Claveres G und Frie J. Stepping Up Venture Capital to Finance Innovation in Europe. IMF Working Paper WP/2024/146. International Monetary Fund, 2024. DOI: [10.5089/9798400280771.001](https://doi.org/10.5089/9798400280771.001). Available from: <https://www.imf.org/en/publications/wp/issues/2024/07/10/stepping-up-venture-capital-to-finance-innovation-in-europe-551411> [Last verified: 2026 Feb 27]
23. Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, 1980
24. Hansen HF, Lillesund E, Mikalef P u. a. An AI Capability Maturity Model for AI-Enabled Organizations. Information Systems Frontiers 2024; 26:2147–63. DOI: [10.1007/s10796-024-10528-4](https://doi.org/10.1007/s10796-024-10528-4). Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-024-10528-4> [Last verified: 2026 Feb 27]
25. Damodaran A. The Dark Side of Valuation: Valuing Young, Distressed, and Complex Businesses. 3. Aufl. Pearson, 2018. Available from: <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/dark-side-of-valuation-valuing-young-distressed-and-complex-businesses/P200000003482/9780134854106> [Last verified: 2026 Feb 27]
26. Damodaran A. Valuing Young, Start-Up and Growth Companies: Estimation Issues and Valuation Challenges. SSRN Working Paper 1418687. Stern School of Business, New York University, 2009. DOI: [10.2139/ssrn.1418687](https://doi.org/10.2139/ssrn.1418687). Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1418687 [Last verified: 2026 Feb 27]
27. Lev B. Intangibles: Management, Measurement, and Reporting. Brookings Institution Press, 2001. Available from: <https://www.brookings.edu/books/intangibles/> [Last verified: 2026 Feb 27]
28. Haskel J und Westlake S. Capitalism Without Capital: The Rise of the Intangible Economy. Princeton University Press, 2017. Available from: <https://www.ingramacademic.com/9780691175034/capitalism-without-capital/> [Last verified: 2026 Feb 27]
29. Lerner J und Nanda R. Venture Capital’s Role in Financing Innovation: What We Know and How Much We Still Need to Learn. Journal of Economic Perspectives 2020; 34:237–61. DOI: [10.1257/jep.34.3.237](https://doi.org/10.1257/jep.34.3.237). Available from: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.34.3.237> [Last verified: 2026 Feb 27]
30. Myers SC. Determinants of Corporate Borrowing. Journal of Financial Economics 1977; 5:147–75. DOI: [10.1016/0304-405X\(77\)90015-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90015-0). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304405X77900150> [Last verified: 2026 Feb 27]
31. Dixit AK und Pindyck RS. Investment Under Uncertainty. Princeton University Press, 1994. Available from: <https://mitpressbookstore.mit.edu/book/9780691034102> [Last verified: 2026 Feb 27]
32. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. MIT Press, 1996. Available from: <https://mitpress.mit.edu/9780262201025/real-options/> [Last verified: 2026 Feb 27]
33. Geske R. The Valuation of Compound Options. Journal of Financial Economics 1979; 7:63–81. DOI: [10.1016/0304-405X\(79\)90022-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(79)90022-9). Available from: <https://ideas.repec.org/a/eee/jfinec/v7y1979i1p63-81.html> [Last verified: 2026 Feb 27]

34. Cassimon D, Engelen PJ, Thomassen L und Van Wouwe M. The Valuation of a NDA Using a 6-fold Compound Option. *Research Policy* 2004; 33:41–51. DOI: [10.1016/S0048-7333\(03\)00089-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00089-1). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733303000891> [Last verified: 2026 Feb 27]
35. Schwartz ES und Moon M. Rational Pricing of Internet Companies Revisited. *The Financial Review* 2001; 36:7–25. DOI: [10.1111/j.1540-6288.2001.tb00027.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2001.tb00027.x). Available from: <https://ideas.repec.org/a/bla/finrev/v36y2001i4p7-25.html> [Last verified: 2026 Feb 27]
36. Benaroch M und Kauffman RJ. Justifying Electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis. *MIS Quarterly* 2000; 24:197–225. DOI: [10.2307/3250936](https://doi.org/10.2307/3250936). Available from: <https://www.misq.org/justifying-electronic-banking-network-expansion-using-real-options-analysis.html> [Last verified: 2026 Feb 27]
37. Moel A und Tufano P. When Are Real Options Exercised? An Empirical Study of Mine Closings. *Review of Financial Studies* 2002; 15:35–64. DOI: [10.1093/rfs/15.1.35](https://doi.org/10.1093/rfs/15.1.35)
38. Smit HTJ und Trigeorgis L. *Strategic Investment: Real Options and Games*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2004
39. Dreyling R, Lemmik J, Tammet T und Pappel I. An Artificial Intelligence Maturity Model for Public Sector Institutions. *TalTech Journal of European Studies* 2024; 14:217–39. DOI: [10.2478/bjes-2024-0023](https://doi.org/10.2478/bjes-2024-0023). Available from: <https://sciendo.com/article/10.2478/bjes-2024-0023> [Last verified: 2026 Feb 27]
40. Brynjolfsson E, Rock D und Syverson C. The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. Techn. Ber. 25148. National Bureau of Economic Research, 2018. DOI: [10.3386/w25148](https://doi.org/10.3386/w25148). Available from: <https://www.nber.org/papers/w25148> [Last verified: 2026 Feb 27]
41. Angelou GN und Economides AA. A Decision Analysis Framework for Adopting IT Innovation Using Real Options and the AHP. *Technovation* 2008; 28:445–60. DOI: [10.1016/j.technovation.2007.11.003](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.11.003). [Last verified: 2026 Apr 1]
42. Rezaei J. Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method. *Omega* 2015; 53:49–57. DOI: [10.1016/j.omega.2014.11.009](https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009). [Last verified: 2026 Apr 1]
43. Talmor E und Cuny CJ. The Staging of Venture Capital Financing: Milestone vs. Rounds. EFA 2005 Moscow Meetings Paper SSRN 487414. 2005. Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=487414 [Last verified: 2026 Apr 1]
44. Korinek A und Vipra J. Concentrating Intelligence: Scaling and Market Structure in Artificial Intelligence. *Economic Policy* 2025; 40:225–56. DOI: [10.1093/epolic/eiae057](https://doi.org/10.1093/epolic/eiae057). Available from: <https://academic.oup.com/economicpolicy/article/40/121/225/7905140> [Last verified: 2026 Apr 1]
45. Azoulay P, Krieger JL und Nagaraj A. Old Moats for New Models: Openness, Control, and Competition in Generative AI. Techn. Ber. 32474. National Bureau of Economic Research, 2024. DOI: [10.3386/w32474](https://doi.org/10.3386/w32474). Available from: <https://www.nber.org/papers/w32474> [Last verified: 2026 Apr 1]
46. Power 3 AI Energy AG. P3 Energy Masterplan v2.0. Unpublished investor document; used with permission of the authors. 2026
47. Thom R. *Structural Stability and Morphogenesis: An Outline of a General Theory of Models*. Translated by D. H. Fowler. Reading, MA: W. A. Benjamin, 1975
48. Zeeman EC. *Catastrophe Theory: Selected Papers, 1972–1977*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1977
49. Von Bertalanffy L. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller, 1968
50. McDonald RL und Siegel D. The Value of Waiting to Invest. Techn. Ber. 1019. National Bureau of Economic Research, 1982. DOI: [10.3386/w1019](https://doi.org/10.3386/w1019). Available from: <https://www.nber.org/papers/w1019> [Last verified: 2026 Feb 27]
51. Department for Science, Innovation and Technology und Office for Artificial Intelligence. AI regulation: a pro-innovation approach. 2023 Mar. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach> [Last verified: 2026 Feb 27]

52. The President of the United States. Executive Order 14110: Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence. Federal Register, Vol. 88, No. 210. 2023 Nov. Available from: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2023-11-01/pdf/2023-24283.pdf> [Last verified: 2026 Feb 27]
53. The White House. Initial Rescissions of Harmful Executive Orders and Actions. 2025 Jan. Available from: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/initial-rescissions-of-harmful-executive-orders-and-actions/> [Last verified: 2026 Feb 27]
54. Organisation for Economic Co-operation and Development. Artificial intelligence. 2026. Available from: <https://www.oecd.org/en/topics/artificial-intelligence.html> [Last verified: 2026 Feb 27]
55. China Law Translate. Interim Measures for the Management of Generative Artificial Intelligence Services. 2023 Jul. Available from: <https://www.chinalawtranslate.com/en/generative-ai-interim/> [Last verified: 2026 Feb 27]
56. Yin RK. Case Study Research and Applications: Design and Methods. 6. Aufl. SAGE Publications, 2017 :352. Available from: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/case-study-research-and-applications/book250150> [Last verified: 2026 Feb 27]
57. Agrawal A, Gans J und Goldfarb A. Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence. Harvard Business Review Press, 2018. Available from: https://openlibrary.org/books/OL26982584M/Prediction_Machines [Last verified: 2026 Feb 27]
58. Iansiti M und Lakhani KR. Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World. Harvard Business Review Press, 2020. Available from: <https://store.hbr.org/product/competing-in-the-age-of-ai-strategy-and-leadership-when-algorithms-and-networks-run-the-world/10495> [Last verified: 2026 Feb 27]
59. MacKinlay AC. Event Studies in Economics and Finance. Journal of Economic Literature 1997; 35:13–39. Available from: https://econpapers.repec.org/article/aeajeclit/v_3a35_3ay_3a1997_3ai_3a1_3ap_3a13-39.htm [Last verified: 2026 Feb 27]
60. Gornall W und Strebulaev IA. Squaring Venture Capital Valuations with Reality. Techn. Ber. 23895. National Bureau of Economic Research, 2017. DOI: [10.3386/w23895](https://doi.org/10.3386/w23895). Available from: <https://www.nber.org/papers/w23895> [Last verified: 2026 Feb 27]