



# STEIGENDE RISIKEN, NEUE LASTVERTEILUNG.

DIE ALLOKATION DER RISIKEN VERSCHIEBT SICH  
ZUNEHMEND IN DEN MARKT.

---

# DISCLAIMER

Die Inhalte dieses White Papers wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Dennoch übernehmen der/die Herausgeber:in/Autor:in sowie die Turbit Systems GmbH und/oder HDI Global SE keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der enthaltenen Informationen.

Dieses White Paper dient ausschließlich der allgemeinen Information und stellt keine rechtliche, steuerliche, finanzielle, versicherungstechnische oder sonstige fachliche Beratung dar. Es ersetzt insbesondere keine individuelle Beratung unter Berücksichtigung der spezifischen Umstände des Einzelfalls.

Jegliche Haftung für Schäden oder Verluste materieller oder immaterieller Art, die direkt oder indirekt aus der Nutzung, Anwendung oder dem Vertrauen auf die Inhalte dieses White Papers entstehen, ist – soweit gesetzlich zulässig – ausgeschlossen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, auf die verwiesen wird (z. B. über Links), sowie für Annahmen, Prognosen oder Einschätzungen, die naturgemäß Unsicherheiten unterliegen.

Alle Angaben können ohne vorherige Ankündigung geändert, ergänzt oder entfernt werden. Maßgeblich sind jeweils die zum Zeitpunkt der Nutzung verfügbaren Informationen.

---

# EXECUTIVE SUMMARY

Die Risiken in der Onshore-Windindustrie steigen – und der Markt reagiert vor allem mit vertraglicher Umverteilung statt mit systematischer Risikoreduktion. So entsteht aus lokal rationalen Entscheidungen ein systemisch ineffizienter Markt: Intransparenz nimmt zu, Verantwortung zirkuliert, und das Problem verstärkt sich mit jedem neuen Projekt.

Der Schlüssel liegt in akteurübergreifender Transparenz und messbarer Risikoreduktion. Unabhängige, AI-basierte Predictive Maintenance kann Risiken früh sichtbar machen und gezielt senken; in Verbindung mit AI Insurance entsteht ein Ansatz für effizienteren Risikotransfer und den Aufbau einer Risiko-Infrastruktur.

Dieses White Paper schafft ein gemeinsames Problemverständnis für Betreiber, Versicherer, Banken und Hersteller und skizziert erste Ansatzpunkte zur Problemlösung.

---

# EINLEITUNG

Am 27. und am 28.11.2025 fand in Berlin der erste Wind Finance Summit statt. Banken, Versicherungen, Makler und Betreiber sowie technische Experten haben über die steigenden Risiken in der Windindustrie gesprochen und am zweiten Tag in einem Workshop zusammengearbeitet. Eine wichtige Erkenntnis war die Notwendigkeit eines übergreifenden Problemverständnisses für die steigenden Risiken in der Windindustrie.

Dieses White Paper zeigt das Problem der Risikoallokation im Markt auf, beschreibt die Problemstellung bis Kapitel 3 und skizziert ab Kapitel 4 erste Lösungsansätze und hat das Ziel, ein erstes übergreifendes Problemverständnis für Betreiber, Versicherungen, Banken und Hersteller zu legen.

# 1 EIN MARKT, DER SEINE RISIKEN NICHT REDUZIERT.



Die Onshore-Windindustrie in Deutschland steht vor einem Paradox. Trotz technologischer Fortschritte, Skaleneffekten und professioneller Strukturen stagniert ihre wirtschaftliche Effizienz. Während die Strompreise laut Prognosen bis 2045 leicht fallen\* und die LCOE (Levelized Cost of Energy) ab 2025 kaum sinken sollen, steigen die operativen Risiken kontinuierlich an ([Quelle 1](#); [Quelle 2](#)).

Der Grund ist neben technischen Risiken vielmehr struktureller Natur: Die Branche begegnet dem Risiko bisher vor allem durch vertragliche Verlagerung, nicht durch vertragsübergreifende systematische Risikoreduktion. Damit handelt sie - paradoxerweise - gegen ihr ökonomisches Eigeninteresse, da jeder Akteur innerhalb seiner Vertragsausgestaltungen lokal rational handelt, wodurch die Gesamtheit dieser Einzellogiken zu kollidierenden Interessen und systemischen Ineffizienzen führt.

Dieses White Paper zeigt, wie die Windindustrie in ihrer aktuellen Marktstruktur Risiken irrational verteilt, dadurch Kapital ineffizient einsetzt und wie AI-basierte Risikoreduktion und -transfer diesen Kreislauf durchbrechen kann.

# BEI STEIGENDEN RISIKEN KOMMEN BESTEHENDE MARKTSTRUKTUREN AN IHRE GRENZEN.

Die Windindustrie ist ein eng gekoppelter Markt aus vier zentralen Akteuren: **Hersteller, Betreiber, Versicherer und Banken.**

Jeder handelt rational innerhalb der eng verzahnten Grenzen seines Geschäftsmodells. Die Produkte und Dienstleistungen der vier Marktakteure greifen in der Finanzierung ineinander und erzeugen eine Festigkeit, die aktive Risikominderung während der Vertragslaufzeiten derzeit verhindert.

Bei systematisch steigenden Risiken nimmt die Ineffizienz in diesem verzahnten Markt im Zeitverlauf zu. Genau diese Situation liegt im Markt vor:

Risiken entstehen in der Windindustrie entlang der Lebensdauer der Anlagen und wachsen mit der Größe der Anlage: Neue Windkraftanlagen (WEA) - bis Jahr 4 - sind in der frühen Betriebsphase oft besonders anfällig für komplexe technische Herausforderungen, die mit zunehmend kostenintensiven Stillstandszeiten verbunden sein können; ältere Anlagen - ab Jahr 15 - hingegen sind verstärkt von alterungsbedingtem Verschleiß betroffen.

Kumuliert man nun die WEA in den sensibleren Phasen mit Hilfe der jährlichen Entwicklung der Windenergieleistung an Land in Deutschland, kommt man als erste Einordnung auf folgendes Ergebnis:

**IN DEUTSCHLAND BEFINDEN SICH 2025 KNAPP 50 % DER INSTALLIERTEN WINDENERGIEANLAGEN IN SENSIBLEREN BETRIEBSPHASEN NACH DER INBETRIEBNAHME ODER IN DEN RISIKOREICHEN ALTERSPHASEN.\***

Es ist klar absehbar, dass jedes Jahr das Risikoprofil in Deutschland weiter ansteigt. So gelangen die Jahrgänge von 2010–2017 in den nächsten Jahren in die sensiblere Altersphase. Gleichzeitig werden mehr neue Windenergieanlagen gebaut, die deutlich höhere Betriebsunterbrechungskosten verursachen.

\*Quelle:

<https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/>,  
[https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?f&file=files/cto\\_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2025/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land\\_Halbjahr%202025.pdf](https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?f&file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2025/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land_Halbjahr%202025.pdf)



Neue Windenergieanlagen erfordern auch eine komplexere Logistik aufgrund der steigenden Nabenhöhe. Diese steigende Komplexität trifft auf einen Fachkräftemangel, der sich durch den demografischen Wandel in den nächsten 10 Jahren deutlich verstärkt.

Ein Betrieb bis zum Bruch, wie er heute oft gelebte Praxis ist, wird dadurch wahrscheinlich zu längeren Stillstandszeiten in Zukunft führen, zumal Ersatzteile heute über komplexere Lieferketten nach Europa kommen.

Um diesen steigenden Risiken im Markt zu begegnen, entstehen Haftungsobergrenzen, Ausschlussklauseln und Portfoliosanierungen. Diese Maßnahmen schaffen scheinbare Sicherheit für den einzelnen Akteur, ohne das reale Risiko für den Markt zu reduzieren.

#### In der Praxis bedeutet das:

**HERSTELLER** externalisieren Betriebsrisiken.

**VERSICHERER** vermeiden die Zeichnung bestimmter WEA-Typen, erhöhen die Prämien oder ziehen sich aus dem Markt zurück.

**BETREIBER** tragen höhere Selbstbehalte oder vollständige Ausfälle.

**BANKEN** verschärfen die Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und erhöhen Zinsen.

**MAKLER** fordern im Namen des Betreibers beim Versicherer längere Haftzeiten ein. Aktuell sind 18-24 Monate üblich.

### DER KERN DES PROBLEMS

**Das Ergebnis ist ein Markt, in dem Risiken weitergereicht werden, statt sie zu reduzieren.**

Verantwortung zirkuliert – das aktuelle Risikomanagement gleicht einem **Schwarzen-Peter-Spiel** der Windindustrie: Der Akteur mit der größten Risikoexponierung hält den Schwarzen Peter in der Hand und droht, bei weiter steigendem Risiko im Markt aufgrund von Unwirtschaftlichkeit auszuschneiden.

Transparenz geht in dieser Marktlogik verloren, und die Kosten steigen weiter. So entsteht aus dem rationalen Verhalten einzelner Akteure ein irrationales Marktergebnis für die gesamte Windindustrie.



In den heutigen Vertrags- und Marktstrukturen wird ein Fehlanreiz gesetzt, Risiken nicht aktiv zu adressieren: In klassischen Versicherungen sind vorhersehbare Schäden heute in der Regel ausgeschlossen. Ein Investment, das die frühe Schadensdetektion vor dem Schadenseintritt ermöglicht, senkt den Versicherungsschutz auf vertraglicher Ebene und treibt den Betreiber in die Verantwortung, während in Vollwartungsverträgen die operative Handlungsfähigkeit abgetreten wird.

Die Klauseln der separat abgeschlossenen Verträge (Versicherung und Vollwartung) verkeilen den Betreiber strukturell und begrenzen den Business Case für Investitionen in risikoreduzierende Maßnahmen erheblich – zum Nachteil genau jener Akteure, die durch Vertragsgestaltung eigentlich ihr eigenes Risiko begrenzen wollen.

Die Finanzierung über 15–20 Jahre nach Checkliste verfestigt diese Ineffizienzen weiter.

Der bestehende Business Case des Betreibers wird durch dieses Marktverhalten und -strukturen gefährdet. Warum ist das so? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir kurz in die Details einsteigen.

# DER INVESTMENT-CASE WINDENERGIE VERLIERT AN ATTRAKTIVITÄT.

Dieses Marktverhalten und die Ignoranz des sich verstärkenden Problems in den nächsten Jahren führen bei steigenden Risiken zu einer schleichenden Fehlallokation von Kapital:

**VERSICHERUNGSKOSTEN STEIGEN, WARTUNGSVERTRÄGE UND SERVICEEINSÄTZE WERDEN TEURER, WÄHREND DIE TATSÄCHLICHEN AUSFÄLLE UND STILLSTANDSKOSTEN ZUNEHMEN.**

Statt Kapital in Prävention und Überwachung zu investieren, wird es in unnötig teure Versicherungspolicen, Serviceverträgen und Stillstandszeiten gebunden.

## Der ökonomische Effekt:

- Der Net Present Value der Anlagen sinkt.
- Die Versicherbarkeit nimmt ab.
- Die Weighted Average Cost of Capital (WACC) steigt durch höhere Risikoaufschläge.

Dies führt im Arbeitsalltag der Betreiber zu konkreten Herausforderungen in den aktuellen Marktstrukturen:

## Arbeitsalltag in der Praxis:

- Liquiditätsmängel auf SPV-Ebene sind aufgrund bestehender Vertragsstrukturen und Verhaltensweisen zu erwarten.
- Höhere Volatilität in Bewertungen und Cashflows.
- Worst Case: Ausfall einzelner Projekte.



**Nicht aufgrund fehlender Technologie, sondern durch die institutionelle Trägheit einzelner Akteure, die sich gegenseitig verfestigt, verstärkt der Markt dieses Problem mit jeder neuen Projektfinanzierung weiter.**

In der Praxis ist heute normal, dass eine einzelne Windenergieanlage über 1,5 Jahre hinweg mehr als 20-mal vom Service für Troubleshooting angefahren wird. Die Komponente bricht dann in der windstarken Zeit, und eine sechsmonatige Betriebsunterbrechung von November bis April erzeugt insgesamt einen siebenstelligen Schaden.

Diese Ineffizienz wird aktuell vom Markt toleriert, weil dieses operative Risiko aufgrund mangelnder Transparenz für den Entscheider nicht zu bewerten, nicht zu bepreisen und damit nicht rechtzeitig zu managen ist.

Man muss verstehen, dass auf Basis der aktuellen Vertragsstrukturen und der Verschiebung des Risikos eine übergeordnete Entscheidung zur Optimierung der „Gesamtkosten“ des Schadens zurzeit nicht möglich ist, da einzelne Verträge die Entscheidungen begrenzen:

Die Betriebsunterbrechung wird vom Versicherer und nicht vom Service getragen. Dank der Haftungsobergrenzen („Haftungscaps“) ist eine lange Betriebsunterbrechung für den Service finanziell zunächst keine weitere Belastung. Der Business Case des Betreibers steht u. a. aufgrund mangelnder Liquidität im Risiko.

Der Schlüssel liegt also darin, dass Risiko nicht länger zirkuliert, sondern transparent gemacht und rechtzeitig reduziert wird.



# UNABHÄNGIGE PREDICTIVE MAINTENANCE ERMÖGLICHT EINE REDUKTION DES RISIKOS.

Neue Technologien eröffnen einen Weg, diese Risikospirale im Markt durch Transparenz und Know-how aufzulösen. Durch die Anwendung unabhängiger Predictive Maintenance beim Betreiber kann der bestehende Interessenkonflikt zwischen der Optimierung der WEA und der ökonomischen Optimierung des Vollwartungsvertrags aufgelöst werden und Risiken für den Markt optimal gemanagt werden.

## PREDICTIVE MAINTENANCE ALS INSTRUMENT ZUR RISIKOREDUKTION

Eine AI-basierte Predictive-Maintenance-Plattform nutzt SCADA- und weitere verfügbare Betriebs- und Servicedaten, wie Blatt-CMS, Triebstrang-CMS und weitere Sensorik, modelliert das Normalverhalten relevanter Komponenten und erkennt Abweichungen frühzeitig. Bei signifikanten Anomalien wird automatisch alarmiert. Sich entwickelnde Schäden werden frühzeitig erkannt.

Die dadurch geschaffene Transparenz macht das Risiko nicht nur vertraglich verlagerbar, sondern messbar, reduzierbar, und steuerbar – und bildet die Grundlage für neue Vertragsmodelle, etwa in Verbindung mit Versicherungslösungen.

**AI Insurance** verknüpft technische Risikoreduktion durch AI-basierte Predictive Maintenance mit klassischen Versicherungslösungen von (z. B. HDI Global SE). Entscheidend ist: Die vom System detektierten und somit vorhersehbaren Schäden sind versichert, weil Risiken früher erkannt und aktiv reduziert werden können, bevor sie sich in den Vertragsketten materialisieren. Durch die präzise Weiterentwicklung der Vorhersehbarkeit an den Stand der Technik kann der Betreiber unter dem AI-Insurance-Schutz vor dem Schaden vertrags sicher handeln.

Praxisbeispiel: Gemeinsam mit HDI Global SE wurden über 500 MW in AI-Insurance-Produkte überführt – kombiniert mit Basiswartung, Vollwartung ohne Hauptkomponenten oder modernen Vollwartungsverträgen mit Haftungskaps. So entsteht ein effizienter Risikotransfer auf Basis realer Risikoreduktion – u. a. durch geringere Ausfallwahrscheinlichkeit und kürzere Stillstandszeiten dank planbarer Reparaturen. Diese Effizienzsteigerung ist ein direkter Business Case dank reduzierter OpEx im Vergleich zum Status quo.

Dieser Ansatz ist praxiserprobt und ein erster Baustein zur Bewältigung steigender Risiken in der Windindustrie. Die Mehrwerte sprechen für sich; trotzdem existieren Akzeptanzhürden.

# AKZEPTANZHÜRDEN.

Seit der Markteinführung der AI Insurance (2023) stößt der Ansatz trotz klarer Vorteile vereinzelt auf Widerstände. Diese sind nicht irrational, sondern Ausdruck etablierter Geschäftsmodelle und Erfahrungswerte.

**BANKEN** bewerten AI-Insurance-Ansätze bislang uneinheitlich.

**HERSTELLER** sehen Transparenz teils als Wettbewerbsnachteil und Risikoreduktion als potenzielle Konkurrenz.

**VERSICHERER** bewerten die Möglichkeiten bislang uneinheitlich.

**BETREIBER/PROJEKTENTWICKLER/INVESTOREN** verlassen sich auf etablierte Modelle und können die langfristigen Effekte noch nicht sicher quantifizieren. Die Betreiber, die aktiv handeln wollen, werden durch etablierte Marktstrukturen in das dysfunktionale Modell gezwungen.

Erst wenn Risiken durch eine unabhängige Instanz für alle Stakeholder sichtbar und messbar reduziert werden, kann sich die Wahrnehmung – und damit das Handeln im Markt – nachhaltig verändern. Die genannten Barrieren unterstreichen den Bedarf an einem offenen Austausch zwischen den Stakeholdern an einem runden Tisch.

# VON INTRANSPARENTEN BETRIEBSRISIKEN ZUR RISIKO- INFRASTRUKTUR.

Heute sind die Risiken der Windkraftanlage für Betreiber, Versicherer und Banken nicht transparent und daher schwer managebar. Plötzliche Schäden führen zu langen und teuren Stillständen.

Eine unabhängige AI-basierte Predictive-Maintenance-Plattform wie Turbit macht Risiken über alle verfügbaren Datenquellen hinweg sichtbar und ermöglicht, sie durch gezielte Maßnahmen frühzeitig und proaktiv zu reduzieren.

Dieser effiziente Risikotransfer kann den Markt weiterentwickeln:

**VERSICHERER** können effizienter versichern und mehr Risiko für die Industrie tragen.

**BETREIBER** können dadurch kapitaleffizienter betreiben.

**BANKEN** erhalten stärkere Business Cases für die Finanzierung; die Risikoreduktion kann berücksichtigt werden.

**HERSTELLER** profitieren von effizienterem Ressourcen- und Personaleinsatz, steigender Wirtschaftlichkeit und können bei starken Effizienzgewinnen auf das Jevons-Paradoxon ([Quelle](#)) bauen: Technischer Fortschritt durch AI im O&M führt zu mehr Nachfrage nach dem Investitionsgut Windkraftanlage.

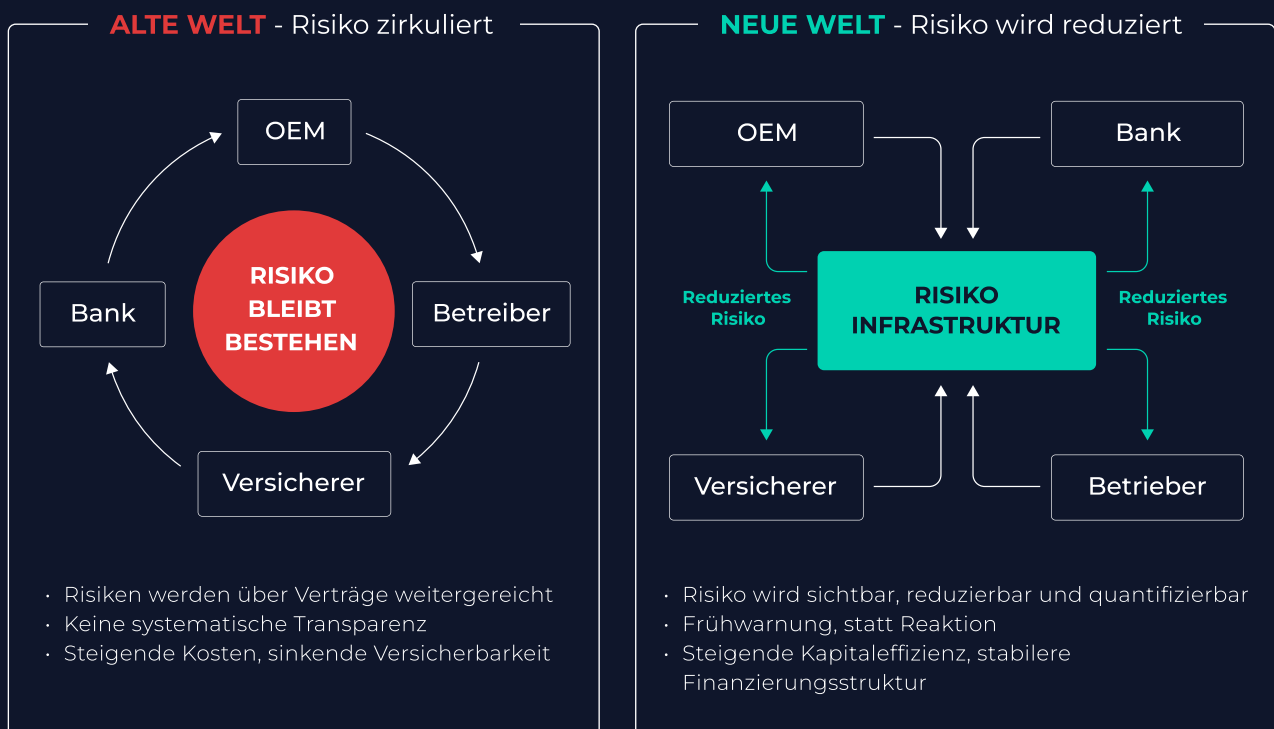
So werden Einzelinteressen zu einem gemeinsamen Effizienzinteresse überführt.

# FAZIT: RISIKO-INFRASTRUKTUR ALS MARKT-ENABLER.

Die übergeordnete Idee der AI Insurance ist nicht nur ein Produkt – sie ist der Weg zu einer Risiko-Infrastruktur für den Markt, wobei sich aus den teilnehmenden Akteuren ein Ökosystem entwickelt: vom Sensorlieferanten über Serviceanbieter, Gutachter und Banken bis zum Versicherungskonsortium für Großportfolios.

*Eine Risiko-Infrastruktur nimmt die Risiken aus dem Markt auf und reduziert systematisch die im Markt emittierten Risiken. So wird erstmals eine akteurübergreifende Optimierung des Risikos möglich.*

## VOM RISIKO-KARUSSELL ZUR RISIKOREDUKTION



Der rechtliche Rahmen wird vom EU Data Act bereitgestellt. Die Vision: Ein Windindustrie-Markt, der Risiken effizienter steuert und die wachsende globale Anzahl an Windenergieanlagen ökonomischer absichert – damit mehr Windenergieanlagen gebaut und nachhaltig betrieben werden können.

# EINORDNUNG UND AUSBLICK.

Konkret muss an drei Themen gearbeitet werden: Dateninfrastruktur im Windpark, Datenverfügbarkeit, Datenqualität auf Sensorebene sowie einheitliche Dokumentation von Serviceeinsätzen und Gutachten sowie Zugang zu Know-how auf Arbeitsebene im technischen Asset Management. Diese Basis ist hilfreich für die Weiterentwicklung des Betreiber-Business-Cases im Zusammenspiel mit Versicherern und Banken.

In diesem eng verzahnten Markt ist es sinnvoll, zunächst ein gemeinsames Problemverständnis zu schaffen, bevor Lösungen umgesetzt werden. Genau dazu soll dieses White Paper eine Grundlage über alle Akteure hinweg liefern.

Da die Risiken „nur“ kontinuierlich steigen, entsteht kein unmittelbarer Handlungsdruck – und Entscheidungen werden nicht unmittelbar getroffen. Darüber hinaus erzeugen Special Purpose Vehicles (SPVs) auf Windprojektebene grundsätzlich eine stabile Struktur und begrenzen Risiken für den Betreiber; dennoch steigt das Liquiditätsengpass- und Ausfallrisiko bei Großschäden mit langen Stillständen auf SPV-Ebene systematisch.

Steigende Risiken setzen damit die Profitabilität zunehmend unter Druck und schwächen die Resilienz der Branche schrittweise. Gleichzeitig führen sinkende Ausschreibungspreise - aktuelle Meldungen aus der Branche - zu weiterem Margendruck. Steigende Kosten bei rückläufigen Erlösen resultieren damit in einem strukturellen Profitabilitäts-Squeeze in den aktuellen Vertragsstrukturen der Branche.

Turbit will dieses Risikoproblem mit dem Markt lösen. Aufgrund der Komplexität und der ineinandergreifenden Produkte und Verträge sehen wir den Schlüssel in akteurübergreifenden Kooperationen.

Abschließend sei gesagt: Bei der Entwicklung von Lösungen sollte man immer in das Problem verliebt sein – nie in die vermeintliche Lösung.

**Das Problem: Risiken steigen und werden weitgereicht, statt sie zu reduzieren.**

# WIE KRIEGT DEINE STIMME GEWICHT?

Beim nächsten Finance Summit, voraussichtlich im Oktober 2026, kannst du am runden Tisch mitdiskutieren und an der Problemlösung mitarbeiten.

Möchtest du den nächsten Finance Summit unterstützen und mitgestalten?

**MELDE DICH DAZU GERN BEI [C.FONTIUS@TURBIT.DE](mailto:c.fontius@turbit.de)**



## Christian Fontius

Co-Founder & Chief Risk Officer

[c.fontius@turbit.de](mailto:c.fontius@turbit.de)

+49 177 7178 497

[www.turbit.com](http://www.turbit.com)