

WHITEPAPER - YELLOW FIBRE DUCT PATHWAY

# Überlastung in Rechenzentren

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Technische Planung für Änderungsdynamik und zukünftige Kapazität | 3  |
| Warum Überlastung entsteht                                       | 4  |
| Kapazität quantifizieren                                         | 6  |
| Biegeradius-Risiko                                               | 8  |
| Technische Strategien                                            | 10 |
| Auslegung für zukünftige Kapazität                               | 13 |
| Brandschutz & Compliance                                         | 16 |
| Wo Elevate Yellow Fibre Duct passt                               | 17 |
| Technische Feld-Checklisten                                      | 18 |
| Governance, Lebenszyklus-Kontrolle                               | 21 |
| Wege für Veränderungen gestalten                                 | 22 |

# Technische Planung für Änderungsdynamik und zukünftige Kapazität

Ein praxisorientiertes, designbasiertes Rahmenwerk für Betreiber und Berater, das Elevate Yellow Fibre Duct als modulare Plattform für Leitungswege nutzt.

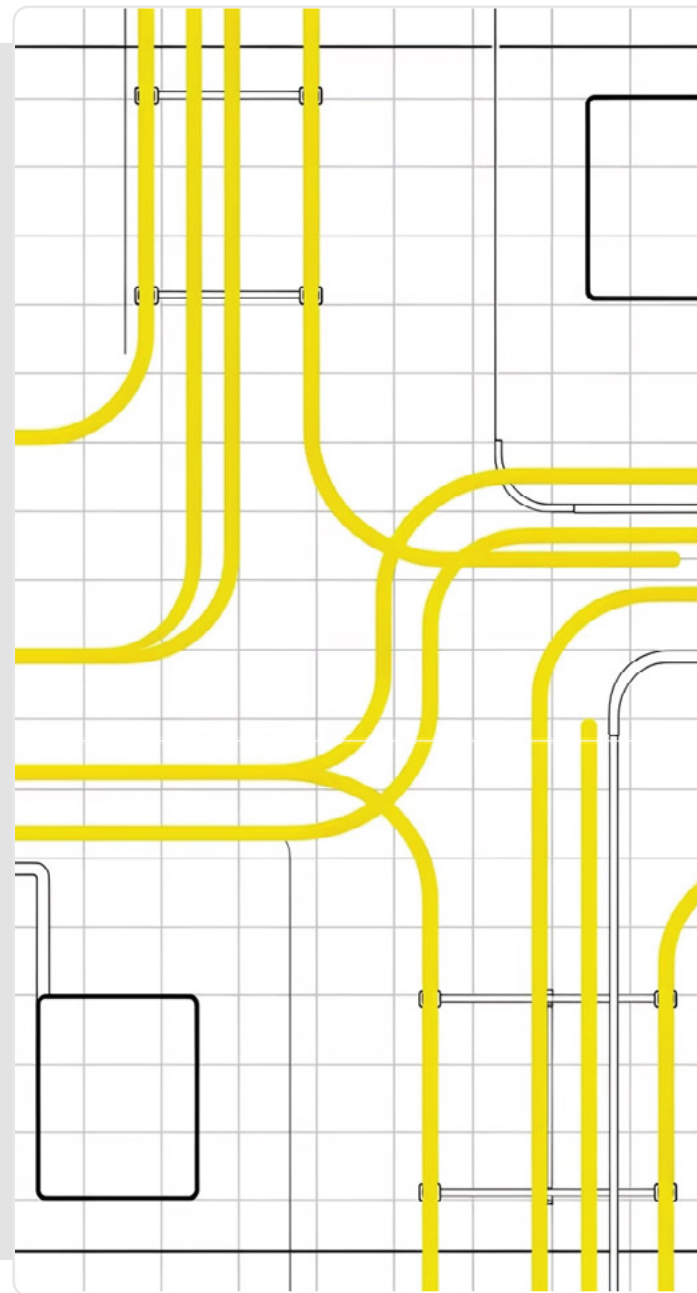
## Zusammenfassung

Die Überlastung der Glasfasertrassen in Freileitungskanälen („yellow duct“) schränkt die Flexibilität von Rechenzentren zunehmend ein. Die Auswirkungen beschränken sich nicht nur auf Ästhetik oder die Instandhaltung; sie äußern sich in einem erhöhten MAC-Risiko, einer langsameren Bereitstellungsgeschwindigkeit und höheren Lebenszykluskosten aufgrund von Nachbesserungsarbeiten und Umleitungen. Gleichzeitig erschweren Unsicherheiten hinsichtlich des Nachfragewachstums und der Technologieerneuerungszyklen die einmalige Dimensionierung und das Vertrauen in ein statisches Trassenkonzept.

Dieses Whitepaper bietet einen technischen Rahmen für:

- ✓ **Diagnose von Überlastungen**
- ✓ **Quantifizierung der nutzbaren Leitungswegkapazität**
- ✓ **Design für modulare Erweiterung.**

Es zeigt außerdem, wie Elevate Yellow Fibre Duct – ein modulares, halogenfreies, flammhemmendes Leitungssystem mit umfangreichem Zubehör und verschiedenen Breitenoptionen – einen strukturierten Ansatz für Governance, Erweiterung und Wartbarkeit unterstützt.



# Warum Überlastung entsteht: Die Physik und die betriebliche Realität

„Platz“ ist nicht dasselbe wie „nutzbare Kapazität“

Ein Kanal kann bei einer Sichtprüfung „nicht voll“ erscheinen und dennoch funktional überlastet sein. Die nutzbare Kapazität wird durch Faktoren begrenzt, die bei einem flüchtigen Blick unsichtbar sind, und erfahrene Ingenieure wissen, dass sich das Risiko genau in der Lücke zwischen physischer Füllung und betrieblichem Spielraum ansammelt.

Drei Hauptfaktoren bestimmen die nutzbare Kapazität:

## **Biegeradius-Bereiche**

Das Volumen, das Kabel benötigen, um an Ein-/Austrittspunkten und Richtungsänderungen zu wenden, ohne den minimalen Biegeradius zu unterschreiten. Diese Bereiche sind praktisch für zusätzliche Kabelverlegung unbrauchbar.

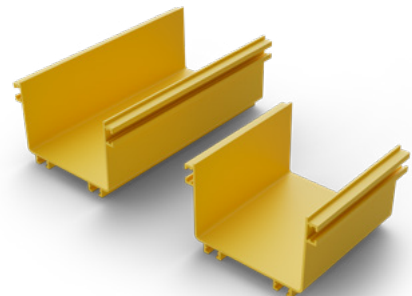
## **Bündelpackungsineffizienz**

Hohlräume zwischen Rundkabeln, Verformung von Bündeln unter Druck und der Platzbedarf von Befestigungsmaterialien - all dies reduziert die theoretische Füllung auf die praktische Füllung.

## **Zugangsanforderungen**

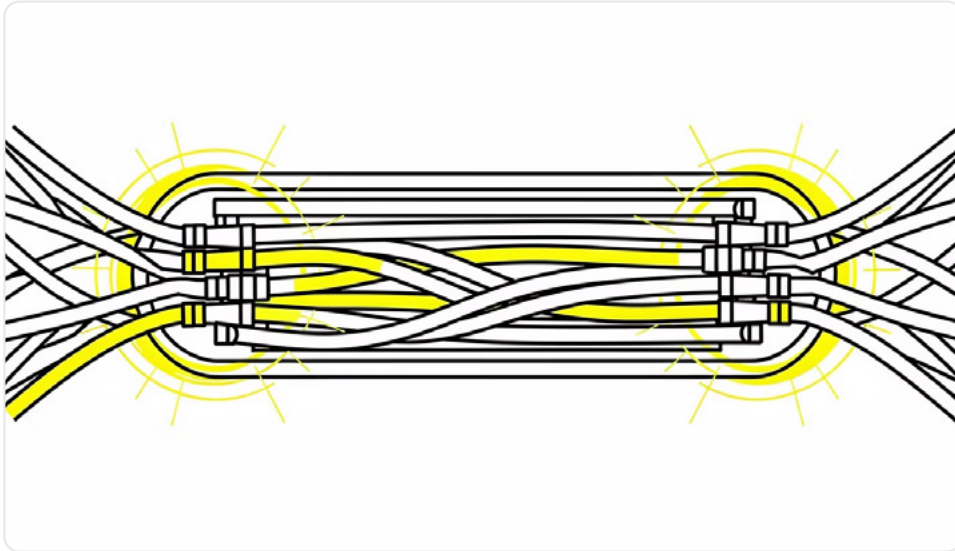
Sichere Ergänzungen und Änderungen erfordern Platz für Hände/Werkzeuge, Sichtbarkeit und die Möglichkeit, neue Kabel zu verlegen, ohne laufende Dienste zu stören. Dies ist kein Ermessensspielraum - es ist eine Anforderung des Risikomanagements.

Genau deshalb gibt es Regeln für das Füllverhältnis, und erfahrene Planer betrachten das „maximal zulässige“ immer als absolute Obergrenze – niemals als Zielwert.



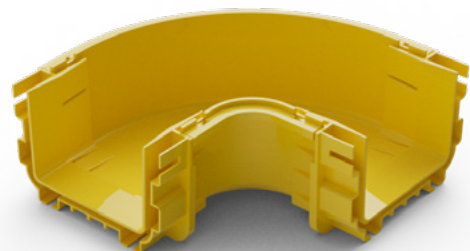
## Überlastung wird durch Änderungsdynamik verstärkt

In Umgebungen, in denen Kanäle als aktive Leitungswege dienen - mit häufigem Ein- und Ausführen von Kabeln - muss die effektive Füllung deutlich geringer sein als bei „reinen Durchgangs-“ Leitungswegen. Ein-/Ausgangsbiegungen und Nacharbeiten beanspruchen überproportional viel Platz, was einen kumulativen Effekt erzeugt, der das Auftreten von Überlastungen beschleunigt.



In stark frequentierten Bereichen eines Rechenzentrums – wie MDA- oder HDA-Kopplungszonen – ändern sich die Gegebenheiten so häufig, dass man die Kabeltrassen oder Leitungswege nicht bis zur vollen physischen Kapazität sicher befüllen kann.

In der Praxis muss man viel früher aufhören, in der Regel 15–20 % unter dem tatsächlichen Maximum, damit genug Platz bleibt, um Kabel zu bewegen, hinzuzufügen oder auszutauschen, ohne Unordnung oder Risiken zu verursachen.



# Kapazität quantifizieren: Eine praxisnahe technische Methode

Berater und Betreiber reagieren gut auf einfache, prüfbare Methoden. Der folgende Ansatz ermöglicht eine belastbare Kapazitätsbewertung, ohne perfekte Daten zu benötigen.

Verwenden Sie flächenbasiertes Füllmaß, nicht „Sieht voll aus“

Bei rechteckigen Kanälen/Trassen sollte die Kapazität als technische Berechnung und nicht als Sichtprüfung betrachtet werden. Die Methode ist direkt vergleichbar mit gängigen Planungspraktiken für Rohre und Kabeltrassen:

## Innenfläche des Kanals

Breite × Höhe (abzüglich aller internen Strukturen)

## Kabelfläche

$\Sigma (\pi \times (AD/2)^2)$  für jedes Kabel im Kanal

## Füllverhältnis

Kabelfläche ÷ Innenfläche des Kanals × 100 %

Füllverhältnisse anwenden, die die Agilität über den Lebenszyklus erhalten

Füllverhältnisse für Leitungswege sind keine willkürlichen bürokratischen Vorgaben- sie spiegeln die betrieblichen Erfahrungen mehrerer Generationen von Infrastruktur-Ingenieuren wider. Die folgende Empfehlung entspricht gängiger Branchenpraxis:

## 25–30 % Auslegungsfüllung

Bereiche mit hoher Änderungsrate- MDA/ HDA Kopplungszonen, häufige Abzweigpunkte. Erhält maximale Änderungsdynamik und Zugangs spielraum.

## 40 % Auslegungsfüllung

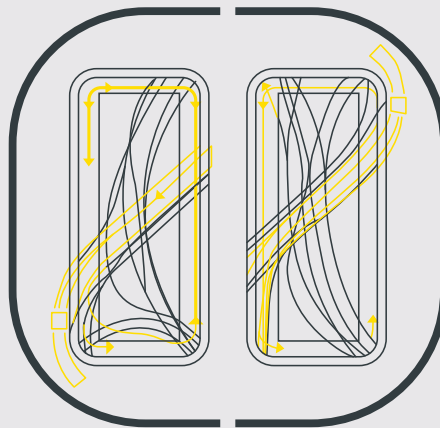
Stabile Haupttrassen mit geringerer Wechselfrequenz. Feste Obergrenze definiert durch Standortstandards und Zugangsanforderungen.

Höhere Füllgrade beeinträchtigen die Handhabbarkeit, erhöhen das Risiko von Überhitzung und begrenzen die Möglichkeit, Glasfaserkabel ohne Beschädigung einzuziehen. Diese Bereiche entsprechen der Logik hinter häufig zitierten Leitfäden für Kabelwege, einschließlich normbasierter Tabellen für Rohrfüllungen.

## Optische Füllung vs. nutzbare Kapazität

### Sieht in Ordnung aus

40–50 % Füllung,  
klare Biegeradien,  
Arbeitsraum an den  
Rändern



### Betrieblich überlastet

Höherer Füllgrad,  
überlappende Biegungen,  
kein Arbeitsraum in den  
Ecken

Engpässe in Kabelwegen entstehen oft durch den Verlust nutzbarer Führungsfläche und nicht nur durch die gesamte Querschnittsfläche. Ein Kanal, der teilweise belegt aussieht, kann an kritischen Übergangspunkten bereits funktional überlastet sein.

## Elevates' veröffentlichte Kapazitätsreferenzen

Elevates' Yellow Fibre Duct-Dokumentation bietet Kapazitätsrichtlinien basierend auf Kanalbreiten und Füllverhältnissen (50 % / 75 % / 100 %) sowie Annahmen zum Faserdurchmesser und unterstützt damit eine strukturierte Planung anstatt Schätzungen. Diese veröffentlichten physischen Füllkapazitäten unterstützen präzises Engineering und Vergleich – die betriebliche Best Practice ist, Wege deutlich unter diesen Grenzwerten zu planen und zu verwalten, um Zugänglichkeit, Einhaltung des Biegeradius und zukünftige Änderungsgeschwindigkeit zu gewährleisten.

# Biegeradius:

## Der verborgene Treiber für Engpässe und Risiken

Biegeradius ist nicht optional - er sichert die Leistungsfähigkeit

Das Überschreiten des minimalen Biegeradius kann Makrobiegungs- und Mikrobiegungsverluste verursachen sowie - kritisch - langfristige Zuverlässigkeitsprobleme, die sich nicht sofort zeigen, aber die Leistung über den Lebenszyklus der Infrastruktur verschlechtern. In hochverdichteten Umgebungen, in denen die Anzahl der Fasern steigt und die Kabeldurchmesser sinken, wird die Einhaltung des Biegeradius sowohl herausfordernder als auch bedeutender.

Häufig zitierte Installationsrichtlinien beinhalten die folgenden Multiplikatoren, bezogen auf den Außendurchmesser (OD) des Kabels:

### ~20x Kabel-OD

Beim Einziehen / der Installation unter Spannung

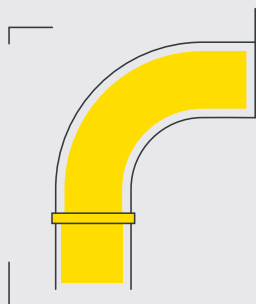
### ~10x Kabel-OD

Nach der Installation / statischer minimaler Biegeradius

Diese Multiplikatoren werden häufig als allgemeine Faustregeln verwendet. Ziehen Sie jedoch immer das Datenblatt des jeweiligen Kabelherstellers für verbindliche Werte heran, insbesondere bei Kabeln mit hoher Faseranzahl oder biegeunempfindlichen Typen.

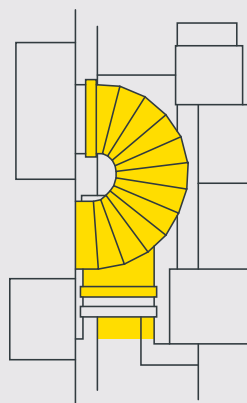
### Konstruiertes Bogenstück

Verwendet das richtige Zubehör mit Mindestbiegeradius-Hüllkurve.



### Erzwungene enge Biegung

Überlastung verursacht Biegungen außerhalb des sicheren Radius; Hochrisiko-Zone.



Biegeradius-Hüllkurven an Bögen und T-Stücken beanspruchen Platz und erhöhen das Risiko, wenn Wege dicht belegt sind. Zweckmäßig konstruierte Zubehörteile sind keine optionalen Extras - sie sind grundlegend für eine regelkonforme Wegeführung.

## Was das für die Kanalplanung bedeutet

Jede Richtungsänderung - 90°, 45°, T-Stück oder Abzweig - erzeugt eine Biegeradius-Hüllkurve: eine Ausschlusszone, in der Kabel geführt werden müssen, um die Einhaltung des Biegeradius zu gewährleisten. In überfüllten Kanälen kompensieren Techniker dies durch engere Biegungen, das Stapeln von Bündeln oder Umleitungen, die das Risiko erhöhen und die Kabelalterung beschleunigen. Dies ist kein hypothetischer Fehlerfall, sondern eine dokumentierte Folge einer reaktiven, bis zur Kapazitätsgrenze ausgelegten Wegeführung.

### Verwenden Sie speziell entwickelte Bögen und T-Stücke

Richtungsänderungen sollten immer mit speziell entwickelten Bögen, T-Stücken und Verbindungs Zubehör erfolgen, nicht mit improvisierten Biegungen. Diese Komponenten definieren die Geometrie der Kurve, beseitigen Unklarheiten und schützen die Kabelperformance.

### Standardisieren und verteilen Sie Abzweig punkte

Abzweigpunkte sollten im Design standardisiert und entlang der Strecken verteilt werden, um konzentrierte Engpass-Hotspots zu vermeiden. Ad-hoc-Abzweige führen in kurzer Zeit zu erheblichen Engpässen in Umgebungen mit hoher Änderungsrate .

### Elevate Zubehör-Ökosystem

Elevates' Kanal-Ökosystem umfasst explizit ein breites Spektrum an Führungszubehör - Bögen, T-Stücke, Verbindungen, Steigleitungen und Ausgänge - und ermöglicht so geplante Kurven und Übergänge statt improvisierter Wegeführung, die sowohl die Leistung als auch den zukünftigen Zugang beeinträchtigen.

# Technische Strategien zur Bewältigung von Engpässen

Segmentieren Sie Wege (Zonierung), um Kreuzverkehr und Risiken zu reduzieren

Die Zonierung von Kabelwegen ist eine der effektivsten strukturellen Maßnahmen für Berater, die neue Umgebungen planen oder bestehende prüfen. Durch das Schaffen logischer Zonen innerhalb der Kabelweg-Infrastruktur können Betreiber den Einflussbereich von Änderungen begrenzen, kritische Dienste schützen und die Verwaltung im Laufe der Zeit vereinfachen.

Erstellen Sie Zonen nach drei Hauptkriterien:

## Funktion

Backbone-Haupttrassen getrennt von Patch- und Cross- Connect- Zonen mit hoher Änderungsrate.

## Kritikalität

Geschützte Wege für hochverfügbare Dienste, isoliert von routinemäßigen Änderungsaktivitäten.

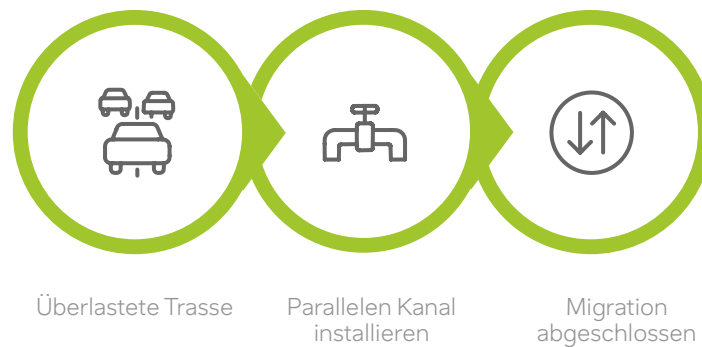
## Medientyp

Trennung von Glasfaser von anderen Diensten zum mechanischen Schutz und zur Einhaltung der Management-Disziplin.

Elevates' Glasfaserkanal-Ansatz betont ausdrücklich die Bedeutung der Trennung empfindlicher, dünner Fasern zum mechanischen Schutz und für eine kontrollierte Führung - ein Prinzip, das von Anfang an in die Wegeplanung aufgenommen werden sollte .

## Parallele Kapazität vor Sanierung hinzufügen

Ein häufiges und teures Fehlerbild ist der Versuch, eine überlastete Trasse zu „bereinigen“, ohne eine alternative Route zu haben. Die risikoärmere Methode ist ein strukturierter, gestufter Migrationsansatz, der eine Sanierung ermöglicht, ohne gefährliche Abkürzungen in einer laufenden Umgebung zu erzwingen.



Parallele Kapazität ermöglicht eine gestufte Migration und reduziert das Interventionsrisiko in laufenden Umgebungen. Dieser Ansatz gibt Betreibern die Sicherheit, dass eine Sanierung keine Dienstunterbrechung erfordert.

Der gestufte Ansatz – (1) parallelen Kanal installieren, (2) zuerst Strecken mit hoher Änderungsrate oder nicht-kritische Leitungen migrieren, (3) Altstrecken während geplanter Wartungsfenster umlegen – reduziert das Risiko bei laufendem Betrieb und ermöglicht Sanierungen ohne gefährliche Abkürzungen. Wartbarkeit ist selbst ein Bestandteil der Kapazität.

## Ein- und Ausstiegspunkte standardisieren und Routing-Regeln durchsetzen

Staus entstehen häufig durch unkontrollierte „wo immer es passt“-Abzweigungen, die sich im Laufe der Zeit ansammeln, wenn Teams und Auftragnehmer in Ermangelung definierter Standards nach eigenem Ermessen handeln. Eine moderate Governance-Investition in der Entwurfsphase beseitigt dieses Muster und erhält die Leistungsfähigkeit der Wege über den gesamten Infrastrukturlebenszyklus.

### Definierte Abzweizonen

Konsistente, vorgeplante Übergänge an definierten Positionen entlang der Haupttrassen verhindern Ad-hoc- Abgänge, die lokale Stauschwerpunkte verursachen.

### Beschriftung und Routendokumentation

Erwartungen an die Routendokumentation sind in die Spezifikation und Übergabeanforderungen eingebettet, um die Wartbarkeit nach der Installation sicherzustellen, statt nach der Übergabe Entropie zu riskieren.

### Leitungsbelegungsregister

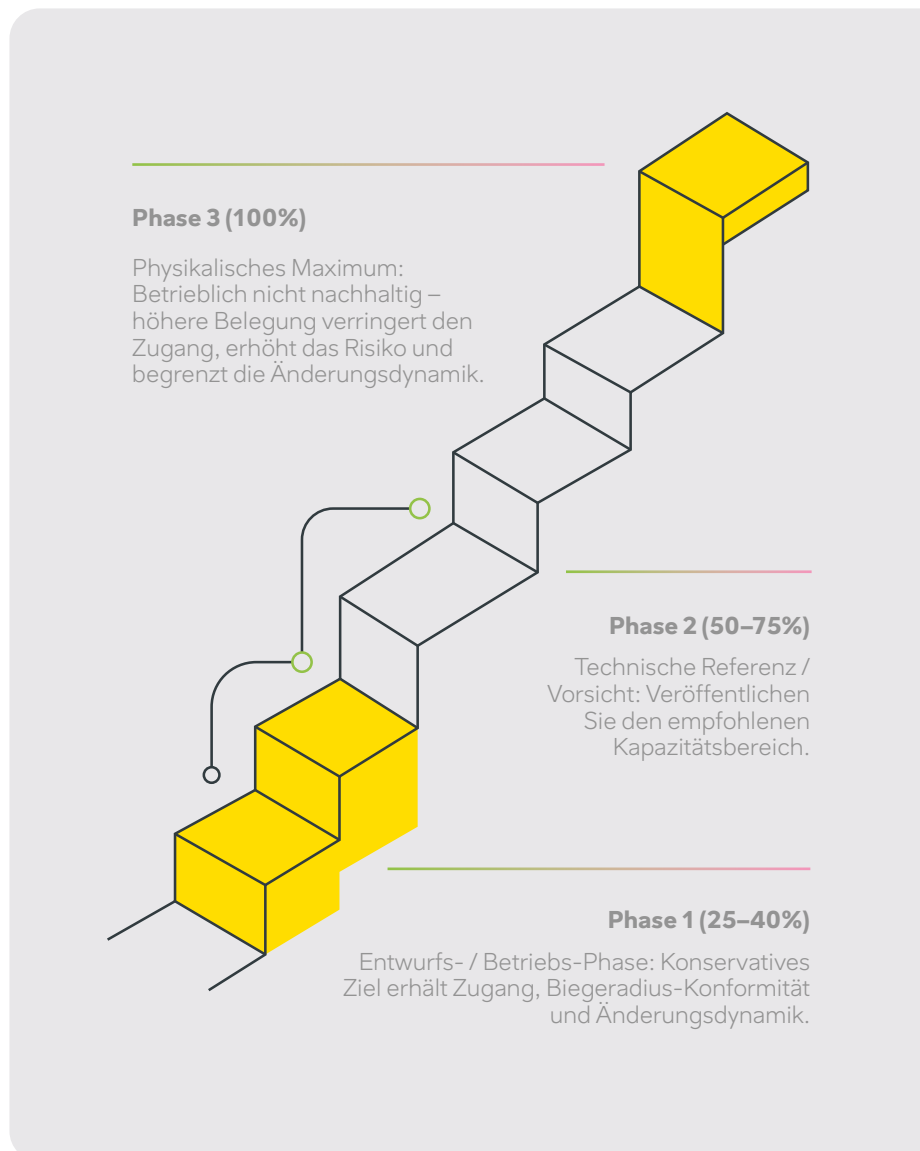
Ein einfacher Governance-Schritt für die Nutzung von Leitungswegen – selbst ein einfaches Leitungsbelegungsregister für kritische Trassen verschafft die nötige Transparenz, um Gegenmaßnahmen einzuleiten, bevor Staus kritisch werden.

# Auslegung für zukünftige Kapazität: Ein Modell, das Berater vertreten können

Spannen prognostizieren, keine Einzelwerte

Anstatt Glasfaserwege für eine einzelne Prognose zu entwerfen – „wir benötigen X Glasfasern auf dieser Strecke“ –, besteht die bewährte Vorgehensweise darin, eine Bandbreite an Wachstumsszenarien zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass der Weg auch dann zugänglich und verwaltbar bleibt, wenn das Glasfaservolumen und die Änderungsaktivitäten schneller als erwartet zunehmen. Einzelpunktprognosen sind über einen Infrastrukturhorizont von fünf bis zehn Jahren selten genau; die Wegplanung sollte diese Realität widerspiegeln, anstatt eine Präzision anzunehmen, die nicht existiert.

Die praktische Konsequenz ist, dass die anfängliche Nutzung der Leitungswege bewusst konservativ ausgelegt werden sollte, wobei nicht nur für zusätzliche Fasern, sondern auch für die mit diesen Fasern verbundenen Änderungsaktivitäten – Umzüge, Umverlegungen, Nachbesserungen und parallele Installationsereignisse, die eine aktive Rechenzentrums Umgebung kennzeichnen – Spielraum eingeplant wird.



## Modularität als Absicherung gegen Unsicherheit nutzen

Modularität ist die ingenieurtechnische Antwort auf Prognoseunsicherheit. Anstatt Leitungswege perfekt für eine ungewisse Zukunft zu dimensionieren, ermöglicht ein modulares System eine schrittweise, inkrementelle Erweiterung, die sich am tatsächlichen Bedarf und nicht an Prognosen orientiert.

Der Yellow Fibre Duct von Elevate' ist mit Modularität als Konstruktionsprinzip und nicht als Marketingaussage entwickelt:

### Modulare Geradeabschnitte

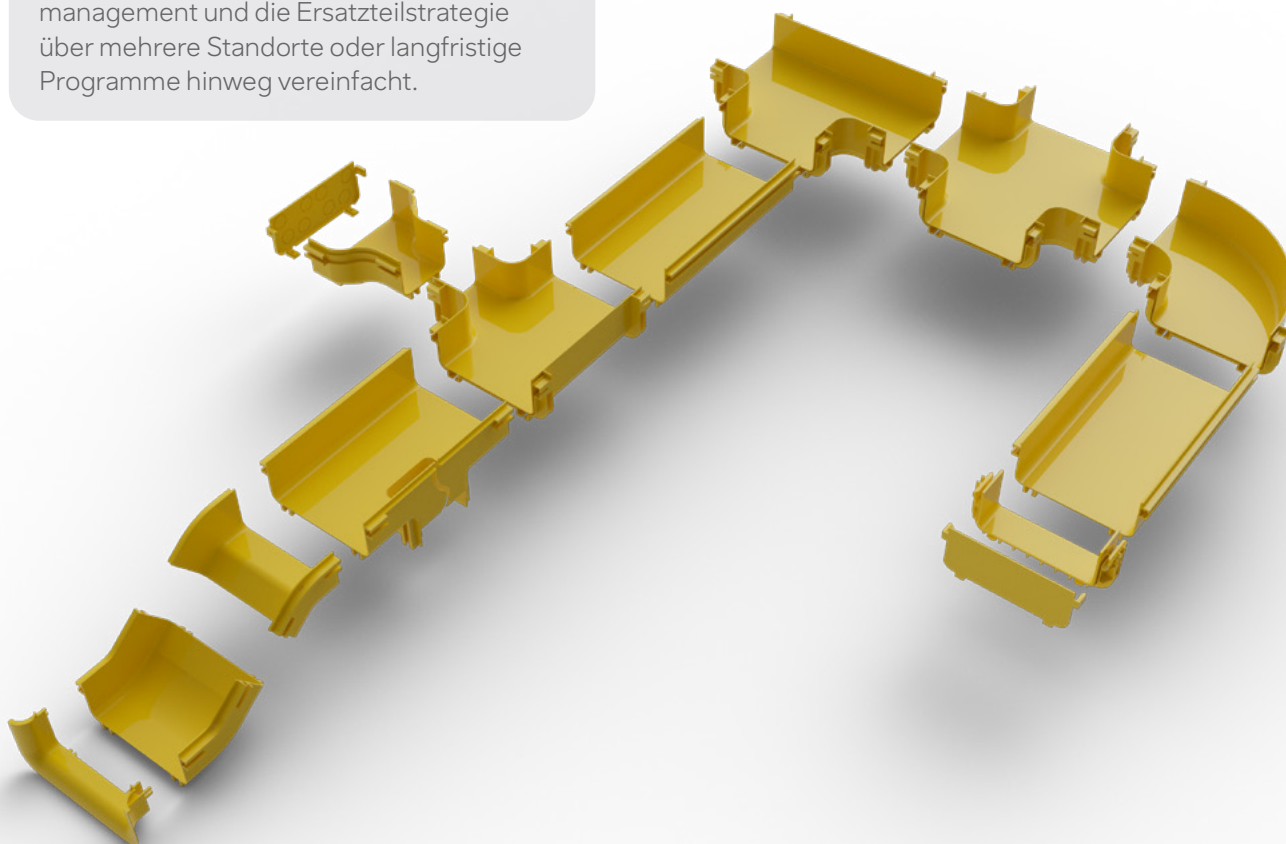
Gerade Abschnitte und Zubehör unterstützen schrittweise Erweiterungen und Umkonfigurationen, ohne bestehende installierte Trassen zu stören.

### Mehrere Breiten, konstante Höhe

Mehrere Breitenoptionen mit einem einheitlichen Höhenprofil von 100 mm ermöglichen vorhersehbare, wiederholbare Designregeln auf dem gesamten Gelände.

### Standardlängen von 2000 mm

Geliefert in Standardlängen von 2000 mm, was die Standardisierung, das Lagermanagement und die Ersatzteilstrategie über mehrere Standorte oder langfristige Programme hinweg vereinfacht.



## Kapazität als kontrolliertes Asset behandeln

Die effektivste langfristige Governance-Methode ist einfach umzusetzen, erfordert jedoch organisatorisches Engagement. Weisen Sie jeder Haupttrasse eine Zielbelegung – typischerweise 30 - 40 % – zu, verfolgen Sie Änderungen gegenüber diesem Ziel und definieren Sie einen Redesign-Auslöser, wenn die Nutzung einen definierten Schwellenwert überschreitet. So wird das häufige Lebenszyklusproblem vermieden, bei dem Leitungen langsam die beherrschbare Belegung überschreiten und erst nach Vorfällen oder Projektverzögerungen adressiert werden.

Die Kapazität von Leitungswegen sollte mit derselben Governance-Disziplin behandelt werden wie die Rack-Stromkapazität oder die Nutzung von Switch-Ports. Ohne einen definierten Schwellenwert und einen definierten Verantwortlichen ist Stau keine Frage des Ob, sondern des Wann.

# Brandschutz und Materialleistung: Warum dies in die Spezifikation gehört

Komponenten von Leitungswegen im Rechenzentrum sind Teil der gebauten Umgebung und müssen Brandschutzziele unterstützen – und nicht nur ein Mindestmaß an Compliance erfüllen. Die Materialauswahl für Überkopf-Faserrinnen hat direkte Auswirkungen auf Rauch dichte, Bildung toxischer Gase und strukturelle Integrität unter Brandbedingungen, was wiederum die Evakuierungssicherheit, die Überlebensfähigkeit der Ausrüstung und die Wiederherstellung nach einem Vorfall beeinflusst.

## Flammhemmende ABS-Konstruktion

Das Elevate Yellow Fibre Duct System wird aus flammhemmendem ABS mit Low Smoke Zero Halogen (LSZH)-Eigenschaften gefertigt. Die Materialauswahl ist gezielt darauf ausgerichtet, die Rauchdichte und die Freisetzung toxischer oder korrosiver Nebenprodukte unter Brandbedingungen zu begrenzen – Eigenschaften, die für Rechenzentren mit hochdichter Elektronik und belegten Technikbereichen direkt relevant sind.

## UL94 V-0 Entflammbarkeitsklassifizierung

Das System erfüllt die UL94 V-0 Entflammbarkeitsanforderungen – die höchste Klassifizierung innerhalb des UL94-Standards, was bedeutet, dass das Material innerhalb eines definierten Zeitraums selbstverlöschend ist und keine brennenden Tropfen abgibt. Dies ist der Spezifikationsmaßstab für Leitungswegkomponenten in compliance-orientierten Beschaffungsrahmen.

## Regulatorische und Umwelt-Compliance

Das System entspricht den relevanten regulatorischen und umweltbezogenen Compliance-Rahmenwerken, einschließlich RoHS (Beschränkung gefährlicher Stoffe), der Abfallrahmenrichtlinie, SCIP (Substances of Concern In articles as such or in complex objects/Products) und POPs (Persistente organische Schadstoffe). Für Beschaffungsteams, die innerhalb von ESG-Berichtsrahmen oder im öffentlichen Sektor tätig sind, bietet dies eine dokumentierte Grundlage für Materialauswahlentscheidungen.

## Warum Materialvorgaben in der Entwurfsphase wichtig sind

Die Brandschutzleistung von Materialien wird am effektivsten in der Spezifikationsphase behandelt, nicht nachträglich ersetzt. Ist ein Leitungswegsystem erst einmal installiert und mit aktiven Fasern bestückt, wird der Austausch von Komponenten aus Compliance-Gründen zu einem erheblichen betrieblichen Risikoereignis.

Die Festlegung von LSZH- und flammhemmenden Leitungswegkomponenten von Anfang an – gestützt durch veröffentlichte Compliance-Zertifikate – beseitigt dieses Risiko und bietet eine nachvollziehbare Audit-Trail für das Designteam, den Auftragnehmer und den Endkunden.

### UL94 V-0

Entflammbarkeits-klassifizierung

### LSZH

Low Smoke Zero Halogen

### RoHS

Beschränkung gefährlicher Stoffe

# Wo der Elevate Yellow Fibre Duct passt: Eine Leitungsplattform für gesteuertes Wachstum

## Elevate als Leitungsplattform

Das Elevate-Faserrinnensystem ist als modulare Reihe von geraden Trassen und Zubehör positioniert, die für Überkopfverlegung und schnelle Installation konzipiert sind. Es ist explizit darauf ausgelegt, mit anderen Elevate- Infrastrukturkomponenten zu integrieren und so eine kohärente Rechenzentrumsumgebung zu unterstützen, anstatt als eigenständige, isolierte Produktauswahl zu fungieren.

Die Unterscheidung zwischen einem „Produkt“ und einer „Plattform“ ist von operativer Bedeutung. Ein Produkt erfüllt eine punktuelle Anforderung. Eine Plattform bietet die Geometrie, das Zubehör und den Governance-Rahmen, um den gesamten Lebenszyklus eines Pfades zu unterstützen – von der anfänglichen Installation über Wachstum und Veränderung bis hin zur letztendlichen Neukonfiguration.

## Was dies für Betreiber und Berater nützlich macht

Aus technischer Sicht beruht das Wertversprechen auf vier sich gegenseitig verstärkenden Eigenschaften, die gemeinsam die Lücke zwischen Designabsicht und betrieblicher Realität verringern:

### Standardisierte Designgeometrie

Konsistentes Höhenprofil, definierte Breiten, und Standardlängen – ermöglichen wiederholbare, vorhersehbare Designregeln über das gesamte Gelände und über mehrere Projekte hinweg.

### Geplante Führung

Ein umfassendes Zubehörset für Kurven, Abzweigungen, T-Stücke, Steigleitungen, und Ausgänge – ersetzt improvisierte Biegungen durch definierte, konforme Übergänge.

### Konservative Kapazitätsplanung

Veröffentlichte Kapazitätsreferenzen, die eine strukturierte Planung unterstützen, mit klaren Hinweisen, dass betriebliche Designziele deutlich unter den physischen Maximalwerten bleiben sollten.

### Sicherheitsorientierte Materialauswahl

LSZH, flammhemmende Konstruktion mit veröffentlichten Konformitätszertifikaten – bietet eine nachvollziehbare Grundlage für Spezifikationen bei Beschaffung und Audit.

# Technische Feld-Checklisten: Bewertung von Leitungsengpässen, Risiken und zukünftiger Bereitschaft

Die folgenden Checklisten unterstützen Begehungen, Audits und Beraterprüfungen. Sie sind so aufgebaut, dass sie schnelle, prüfbare Bewertungen ermöglichen, ob Glasfaserkanäle innerhalb eines sicheren und beherrschbaren Rahmens betrieben werden und ob sie so ausgelegt sind, dass sie bei steigendem Bedarf problemlos skalieren können.

## Indikatoren für Leitungsengpässe und erhöhtes Betriebsrisiko

### Leitungsauslastung und Zugang

- ☐ Kanalführungen sind optisch überfüllt, mit wenig freiem Raum an Ein- und Ausgängen
- ☐ Techniker haben Schwierigkeiten, neue Fasern hinzuzufügen, ohne bestehende Bündel zu stören
- ☐ Für MAC-Arbeiten ist das vorübergehende Entfernen oder Umpositionieren aktiver Fasern erforderlich
- ☐ Kanalabdeckungen sind aufgrund interner Überfüllung schwer zu entfernen oder wieder anzubringen

### Biegeradius- und Faserhandhabungsrisiken

- ☐ Enge Kurven sind an Bögen, T-Stücken oder Abzweigstellen sichtbar
- ☐ Faserbündel werden gegen Kanalränder oder -ecken gedrückt
- ☐ Mehrere Fasern werden an Richtungsänderungen gestapelt oder zusammengedrückt
- ☐ Ein- und Ausgänge verfügen nicht über eine definierte Radiuskontrolle oder Zugentlastung

### Änderungsgeschwindigkeit und betrieblicher Druck

- ☐ Die Leitung ist häufigen Ergänzungen, Umzügen oder Änderungen unterworfen
- ☐ Mehrere Teams (Netzwerk, Projekte, Auftragnehmer) greifen auf denselben Leitungsweg zu
- ☐ Änderungen werden zunehmend danach geplant, „wie es passt“, anstatt einer Standard route zu folgen
- ☐ Geplante Arbeitszeiten verlängern sich aufgrund von Leitungsbeschränkungen

### Governance und Dokumentation

- ☐ Für die Leitung existiert kein definierter Füll- oder Auslastungsgrenzwert
- ☐ Leitungseigentum und Routingregeln sind unklar oder werden nicht durchgesetzt
- ☐ Beschriftung und Leitungsdokumentation sind uneinheitlich oder veraltet

Wenn drei oder mehr Felder angekreuzt sind, sollte die Leitung als überlastet betrachtet und auf Sanierung oder parallele Kapazitätserweiterung überprüft werden.

Indikatoren dafür, dass zukünftige Kapazität und Skalierbarkeit gefährdet sind

#### Annahmen zur Kapazitätsplanung

- ☐ Die Leitung wurde auf eine einzelne Faserprognose ausgelegt, ohne Spielraum für beschleunigtes Wachstum
- ☐ Wachstumsannahmen berücksichtigten keine erhöhte Änderungsfrequenz
- ☐ Für zukünftige Erweiterungen wurden weder Reserven noch parallele Leitungen vorgesehen

#### Physische Einschränkungen

- ☐ Kanalbreite oder -höhe begrenzt die Möglichkeit, später parallele Leitungen hinzuzufügen
- ☐ Bestehende Kanalführungen blockieren den Zugang zu alternativen Erweiterungskorridoren
- ☐ Übergänge zwischen Hauptleitungen und Racks sind bereits hoch ausgelastet

#### Modularität und Anpassungsfähigkeit

- ☐ Das Kanalsystem unterstützt keine einfache Erweiterung oder Umkonfiguration
- ☐ Richtungsänderungen basieren auf improvisierter Führung statt auf geplanten Zubehörteilen
- ☐ Eine Erweiterung würde eine erhebliche Entfernung bestehender Dienste erfordern

Wenn diese Bedingungen vorliegen, wird zukünftiges Wachstum wahrscheinlich zu reaktiven Nacharbeiten statt zu geplanter Erweiterung führen – mit entsprechenden Kosten- und Risiko folgen, die sich über den Infrastrukturlebenszyklus hinweg summieren.

## Design- und Sanierungs-Best-Practice-Checks

### Disziplin im Leitungsdesign

- ✓ Die anfängliche Leitungsauslastung ist bewusst konservativ und nicht maximal ausgelegt
- ✓ Leitungen mit hoher Änderungsrate werden anders behandelt als stabile Backbone-Leitungen
- ✓ Eingangs-/Ausgangspunkte sind standardisiert und gleichmäßig verteilt

### Modulare Expansionsstrategie

- ✓ Parallele Leitungstrassen können hinzugefügt werden, ohne laufende Dienste zu stören
- ✓ Das Leitungssystem unterstützt eine einheitliche Geometrie über alle Größen und Trassen hinweg
- ✓ Zubehör wird verwendet, um Kurven, Übergänge und Abzweigungen zu steuern, anstatt Fasern zu erzwingen

### Risikominderungsmaßnahmen

- ✓ Die Biegeradiuskontrolle wird bei allen Richtungsänderungen eingehalten
- ✓ Faserbündel werden gestützt und getrennt, um mechanische Belastungen zu reduzieren
- ✓ Das Trassenlayout minimiert den Bedarf an manuellen Eingriffen an aktiven Fasern

# Governance, Lebenszykluskontrolle, und wie „Gutes“ aussieht

## Checkliste für Governance und Lebenszykluskontrolle

Diese Checkliste unterstützt Berater und Betreiber, die verlangen, dass die Trassenleistung über die Zeit hinweg vorhersehbar bleibt – das grundlegende Ziel jedes Infrastruktur-Governance- Programms.

### Betriebliche Kontrollen

- ✓ Eine Zielbelegung (oder Auslastungsband) wird für jede kritische Trasse definiert
- ✓ Es gibt Schwellenwerte, die eine Überprüfung oder Erweiterung auslösen, bevor eine Überlastung auftritt
- ✓ Änderungen werden anhand der Trassenkapazität bewertet, nicht nur anhand der Rack-Verfügbarkeit

### Dokumentation und Verantwortlichkeit

- ✓ Trassenlayouts werden dokumentiert und aktuell gehalten
- ✓ Die Zuständigkeit für Trassenstandards ist klar definiert
- ✓ Auftragnehmer und interne Teams befolgen die gleichen Routing- Regeln

### Langfristige Bereitschaft

- ✓ Trassen werden als kritische Infrastruktur behandelt, nicht als passive Einhausung
- ✓ Erweiterungspläne beinhalten die physische Trassenführung, nicht nur die Faser- anzahl
- ✓ Das System unterstützt kontrolliertes Wachstum statt reaktiver Verdichtung

### Wie „Gutes“ aussieht – Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Eine gut durchdachte gelbe Faserkanalstrategie liefert fünf messbare betriebliche Ergebnisse:

#### Zugang und Compliance bei Veränderungen

Erhält die Einhaltung des Biegeradius und den manuellen Zugang, selbst wenn die Faseranzahl und die Änderungsaktivität zunehmen.

#### Unterstützt beschleunigtes Wachstum

Ermöglicht schnelleres Wachstum als prognostiziert ohne Nacharbeiten oder Serviceunterbrechungen zu erzwingen.

#### Reduziert das Risiko bei Live-MAC

Minimiert das Betriebsrisiko bei laufenden Moves, Adds und Changes – und schützt die Servicekontinuität.

#### Ermöglicht modulare Erweiterung

Unterstützt vorhersehbare, schrittweise Erweiterung in definierten, wiederholbaren Schritten.

#### Passt sich der realen Veränderungsgeschwindigkeit an

Stimmt die Kapazität der physischen Infrastruktur auf die tatsächliche Änderungsrate ab, statt auf statische Designannahmen.

# Trassen für Veränderungen, nicht nur für Kapazität, gestalten

Trassenüberlastung in Faserkanälen ist selten das Ergebnis einer einzelnen Fehlentscheidung. Vielmehr ist sie meist die kumulative Folge von Wachstum, steigender Änderungsrate und einer Infrastruktur, die für einen festen Bedarf statt für eine sich entwickelnde betriebliche Realität ausgelegt wurde.

Wenn Rechenzentren skalieren – in Dichte, Konnektivität und in der Häufigkeit, mit der diese Verbindungen umkonfiguriert werden müssen –, besteht die Herausforderung nicht mehr nur darin, wie viele Fasern installiert werden können, sondern wie sicher, vorhersehbar und wiederholt diese Fasern über die Zeit hinzugefügt, bewegt und umgeleitet werden können.

Überlastete Trassen erhöhen das Betriebsrisiko, verlangsamen die Bereitstellung und verursachen teure Nacharbeiten – oft lange bevor die physischen Kapazitätsgrenzen erreicht sind. Ein strukturierter Ansatz für das Trassendesign, basierend auf konservativen Auslastungszielen, modularer Erweiterung und klarer Governance, ermöglicht es Betreibern und Beratern, die Änderungsrate zu schützen und gleichzeitig Vertrauen in die zukünftige Kapazität zu bewahren.



Für Spielraum, Zugang und Anpassungsfähigkeit zu planen, ist keine Ineffizienz – sondern eine bewusste Strategie zur Reduzierung des Lebenszyklusrisikos. Der Unterschied zwischen einer Rechenzentrumstrasse, die dauerhafte Betriebsleistung unterstützt, und einer, die zu einer Einschränkung und Belastung wird, ist nicht die Anzahl der am ersten Tag installierten Fasern. Es ist das Maß, in dem das Design die zukünftige Änderungsrate vorausgesehen hat.

Ein strukturierter Ansatz für das Trassendesign, basierend auf konservativen Auslastungszielen, modularer Erweiterung und klarer Governance, ermöglicht es Betreibern und Beratern, die Änderungsrate zu schützen und gleichzeitig Vertrauen in die zukünftige Kapazität zu bewahren. Die in diesem Whitepaper aufgeführten Checklisten, Designprinzipien und technischen Rahmenwerke bieten eine praktische Grundlage für diesen Ansatz – sowohl für Neubauten als auch für die Prüfung und Sanierung bestehender Umgebungen.

Elevates' Yellow Fibre Duct-Ökosystem unterstützt diesen Ansatz, indem es eine einheitliche Geometrie, geplante Trassenführung und skalierbare Erweiterung als Teil eines umfassenderen Rechenzentrumsinfrastruktur-Ökosystems ermöglicht. Richtig eingesetzt, können Trassen als verwaltete, langfristige Assets – gesteuert, dokumentiert und erweiterbar – behandelt werden, statt als Einschränkung, die unter Druck saniert werden muss.

In einer Umgebung, in der Unsicherheit unvermeidlich ist, sind die resilientesten Rechenzentren diejenigen, die nicht nur für die Faseranzahl von heute's ausgelegt sind, sondern für die Änderungsrate von morgen's. Die Trassenkapazität ist keine statische Vorgabe, die bei der Übergabe erfüllt werden muss; sie ist eine dynamische Ressource, die über den gesamten Infrastrukturlebenszyklus hinweg verwaltet, gesteuert und geschützt werden muss.

#### **Konservative Designziele**

25–40 % Anfangsbelegung für Trassen mit hoher Änderungsrate – Spielraum ist ein Merkmal, kein Verschwendung.

#### **Modulare, skalierbare Systeme**

Einheitliche Geometrie und ein vollständiges Zubehörset ermöglichen vorhersehbares, schrittweises Wachstum.

#### **Ausgelegt auf Änderungsdynamik**

Trassenleistung bleibt auch bei der Geschwindigkeit von MAC- Aktivitäten in Live-Umgebungen erhalten.

#### **Klarer Governance-Rahmen**

Definierte Auslastungsschwellen, dokumentierte Zuständigkeiten und konsistente Routing-Regeln.

# ELEVATE

Future Faster

[elevate@excel-networking.com](mailto:elevate@excel-networking.com)

[elevate.excel-networking.com](http://elevate.excel-networking.com)