

Brandversuch Foto: FOGTEC

Nachhaltiger Brandschutz in Rechenzentren

Rüdiger Kopp, Ralph Paulwitz, Alexandra Langstrof

In einer zunehmend digitalen Gesellschaft und Wirtschaft nimmt die Bedeutung sicherer Rechenzentren von Tag zu Tag zu. Ein Brand kann verheerende Störungen und Ausfälle nach sich ziehen, wie der Vorfall des Hosting-Anbieters OVHcloud im französischen Straßburg im März letztes Jahres zeigte. Wie kann eine solche Katastrophe verhindert werden?

Und gibt es Möglichkeiten, bei der Wahl des Brandbekämpfungssystems ökologische Aspekte, die sowohl die Systeme als auch die Umwelt schonen, zu berücksichtigen?

Brandversuche belegen, wie nachhaltiger Brandschutz in Rechenzentren gewährleistet werden kann.

Der Großbrand, der ein Rechenzentrum von OVH-cloud im Frühjahr 2021 zerstörte, führte dazu, dass OVH-Dienste ausfielen und zahlreiche Webseiten, deren Daten im Data Center SBG2 gespeichert waren, tagelang mit Auszeiten kämpfen mussten. Über 65 000 Kunden waren betroffen und die Kosten liegen laut Schätzungen bei mehr als 100 Millionen Euro [1]. Dieses Ereignis zeigt, welche Auswirkungen ein Brand nach sich ziehen kann.

Rechenzentren sind im Vergleich zu anderen Gebäuden gefährdeter, weil die Server und andere elektrische Verbraucher eine enorme Wärme erzeugen, während sie riesige Datenmengen speichern und verarbeiten. Da diese Zentren für die globale Konnektivität unerlässlich sind, steigt die Zahl der Anbieter stetig und es wird zunehmend über die Auswirkungen des Betriebs in Bezug auf Nachhaltigkeit gesprochen. Eine eco-Studie [2] aus dem Jahr 2020 beschäftigt sich mit den Chancen, die sich Rechenzentren in Europa für eine nachhaltige Digitalisierung bieten. In diesem Zusammenhang wird auch das Thema nachhaltiger Brandschutz immer wichtiger.

Gefährdete Bereiche im Rechenzentrum

Betrachtet man ein Rechenzentrum, lässt sich feststellen, dass es neben dem

Serverraum eine Vielzahl weiterer technischer Bereiche gibt, die die Infrastruktur für den Betrieb der IT beinhalten. Diese stellen ein unterschiedliches Risikopotenzial für Brand dar (Bild 1). Daher sind Brandschutzmaßnahmen essenziell und sollen entweder eine Brandentstehung verhindern oder einen Brand schnellstmöglich entdecken, bekämpfen und im Idealfall löschen, um den Brandschaden so gering wie möglich zu halten. Der Schutz sollte dabei das gesamte Rechenzentrum einschließlich der Infrastrukturräume umfassen. Dazu gehören Bereiche mit Kabelbrandlasten, Flüssigkeitsbränden und verschiedenen Risiken mittlerer Brandgefahr. Zum Beispiel werden unterbrechungsfreie Stromversorgungs (USV)- sowie Energiespeichersysteme zunehmend mit Lithium-Ionen-Batterien betrieben, die ein anderes Brandverhalten zeigen und hohe Brandschutzforderungen erfüllen müssen. Entsprechend beschränkt sich der Schutz nicht nur auf den reinen Serverbereich. Vielmehr stehen ganzheitliche und modulare Lösungen im Fokus.

Nachhaltigkeit durch ganzheitliche Lösung

Automatische Hochdruckwassernebel (HDWN)-Systeme sind auf die Besonderheiten eines Rechenzentrums ausgelegt und erfüllen die damit einhergehenden Sicher-

heitsanforderungen. Zur Abdeckung der verschiedenen Brandrisiken werden Auslegungsparameter, die auf Brandversuchen im Maßstab 1:1 basieren, entsprechend der Brandlast und Anwendung herangezogen, um die entsprechenden Brandrisiken effizient und nachweislich sicher abzudecken. Hier kommen offene, nasse automatische und vorgesteuerte (Pre-Action)-Systeme zum Einsatz, die von einer zentralen Pumpenanlage gespeist werden. Durch den geringen Wasserverbrauch kann häufig auf die lokale Wasserversorgung zugegriffen werden, wodurch eine aufwendige und platzintensive Wasserbevorratung entfällt. Selbst in kleinen Räumen kann die Pumpenanlage platziert werden.

Somit kann das zentrale Pumpensystem für alle Brandrisiken im Rechenzentrum genutzt werden. Der Einsatz unterschiedlicher Serviceteams für die Wartung verschiedener Löschesysteme und die damit verbundenen Aufwände entfallen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass keine großen Aufwendungen nach der Aktivierung des Systems erforderlich sind. Im Vergleich müssen Löschgase nach jeder Auslösung – ob im Alarmfall oder bei Fehlauflösungen – neu befüllt werden. Bei HDWN-Systemen wird lediglich die Pumpenanlage zurückgesetzt und ist sofort wieder einsatzbereit. Dies gilt auch im Falle eines Brandereignisses für die nicht betroffenen Bereiche. Zusätzlich bleibt die Menge des kontaminierten Löschwassers

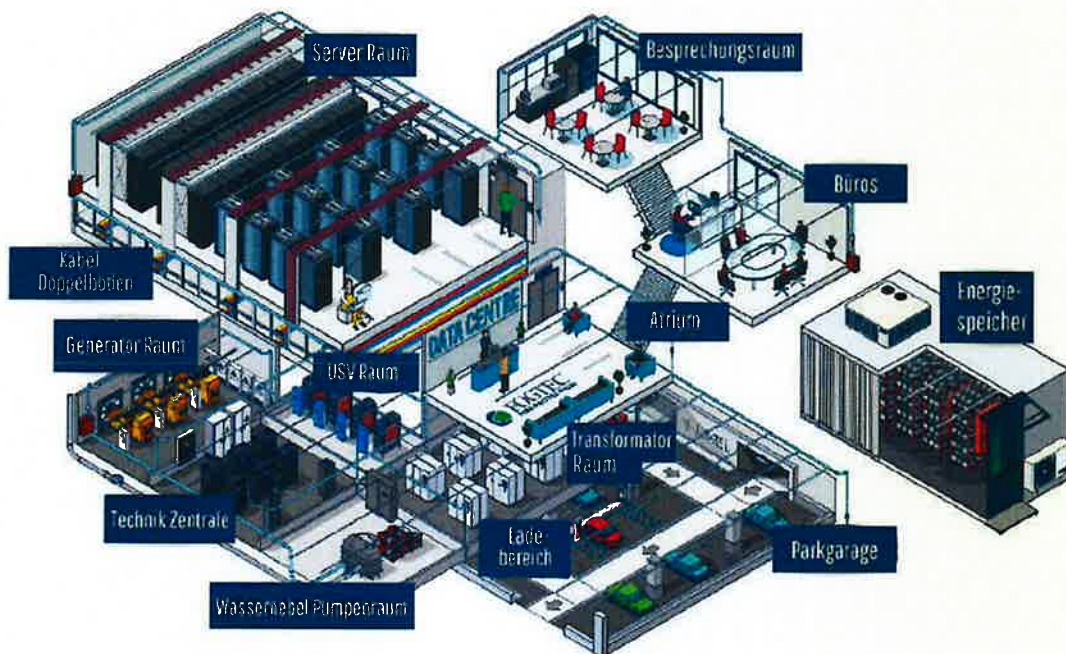


Bild 1 Eine Brandbekämpfungstechnologie für alle Bereiche im Rechenzentrum Grafik: FOGTEC



Bild 2 Minimaler Wassereinsatz durch kleinste Tröpfchenverteilung Foto: FOGTEC

gering, da die Beaufschlagungsmengen nur einen Bruchteil konventioneller wasserbasierender Anlagen darstellen, was sich wiederum positiv auf die Ökobilanz auswirkt. Zudem entfallen teilweise der Transport und die aufwendige Reinigung oder Lagerung als Sondermüll.

Da fast alle wasserberührenden Teile der Anlage aus hochwertigem Edelstahl hergestellt werden, sind HDWN-Systeme langlebig und bieten einen wesentlich höheren Schutz als herkömmliche Sprinkleranlagen, insbesondere gegen bakterielle Korrosionsschäden. Dies führt zu einem vielfach längeren Lebenszyklus, wodurch auch die Folgemaßnahmen und der Wechsel von Verschleißteilen reduziert werden.

Ökonomische Vorteile

Die Wahl des Löschmediums und die zur Ausbringung verwendete Technik wirken sich somit direkt und indirekt auf die Umwelt- und Nachhaltigkeitsbilanz aus. Darüber hinaus bieten HDWN-Anlagen auch ökonomische Vorteile. Bei herkömmlichen Systemen ist der Aufwand, der bei einer Instandsetzung oder beim Austausch der Rohrleitungen im laufenden Betrieb entsteht, enorm oder führt zu längeren Betriebsunterbrechungen, was mit erheblichen Kosten verbunden sein kann.

Beim Auslösen eines HDWN-Systems beschränken sich diese bei der Wiederinbetriebnahme auf die Kosten für Frischwasser und eventuell den Austausch einiger Düsen. Zusätzliche bauliche Maßnahmen wie Druckentlastungen und Raumdichtungen sind nicht erforderlich und können eingespart werden, ohne die Funktion zu beeinträchtigen. Da in der Regel der Serverbereich mit Pre-Action-Systemen ausgerüstet wird, kann eine

Fehlauslösung und somit der ungewollte Austritt von Wasser, nahezu ausgeschlossen werden. Hier erfolgt die Aktivierung des Systems als Kombination aus dem im Schutzbereich installierten Rauchmeldesystem und der Brandmeldeanlage in Verbindung mit der thermischen Auslösung in der Düse (Glasfass). Im Stand-by-Zustand befindet sich kein Wasser im Rohrnetz vor der Düse. Es tritt erst in den Schutzbereich ein, wenn das Rauchmeldesystem ein Bereichsventil zum Schutzbereich hin öffnet. Dadurch kann eine Fehlauslösung der Wassernebelanlage durch mechanische Einwirkung auf das Glasfass der Düse oder durch eine Fehlmeldung der Brandmeldeanlage vermieden werden.

Durch das Löschmittel soll bei einer effektiven und sicheren Brandbekämpfung der Schaden am Schutzobjekt so gering wie möglich gehalten werden. Nur ca. 10 bis 20 % der Wassermenge eines konventionellen Sprinklersystems werden beim Einsatz mit Wassernebel benötigt, was einen minimalen Löschwasserschaden garantiert (Bild 2). Auch die Ausbreitung von korrosiven Rauchgasen und der Reinigungsaufwand werden durch Rauchwascheffekte des Wassernebels minimiert. In der Regel können die Bereiche, in denen ein HDWN-System ausgelöst wurde, bereits nach kurzer Zeit wieder genutzt werden.

Tabelle 1 In der Tabelle wird der Zusammenhang zwischen mittlerem Tropfendurchmesser und Reaktionsoberfläche dargestellt.

Tropfendurchmesser [μm]	Reaktionsoberfläche [m^2/l]	
1000	2	Sprinklersystem
100	20	
10	200	HDWN

Kleine Tröpfchen – große Wirkung

Für das Bekämpfen eines Brandes ist es erforderlich, eine oder mehrere der für die Verbrennung erforderlichen Bedingungen bzw. Prozesse derart zu stören, dass die Verbrennungsreaktion zum Erliegen kommt. Von allen bekannten Löschmitteln besitzt Wasser das höchste Wärmebindungsvermögen. Durch die Vernebelung des Wassers, die durch spezielle Düsen erreicht wird, vergrößert sich die Wärmetransportoberfläche. Ein Betriebsdruck von mehr als 60 bar ist physikalisch notwendig, um zum einen an der Düse ausreichend Energie für den Zerteilungsprozess zur Verfügung zu stellen. Durch diesen hohen Druck wird dem erzeugten Tropfen zum anderen genügend kinetische Energie zugeführt, um eine entsprechende Wurfweite zu erzielen, so dass bis zu 12 m hohe Räumlichkeiten mit einer Deckeninstallation abgesichert werden können.

Der Wassernebel breitet sich sehr schnell und ohne Vorwarnzeit in den relevanten Bereichen aus. Die dabei erzeugten Nebeltröpfchen haben einen mittleren Durchmesser von 20 bis 150 μm und verteilen sich nahezu gasartig im Raum, so dass auch verdeckte Brandherde erreicht

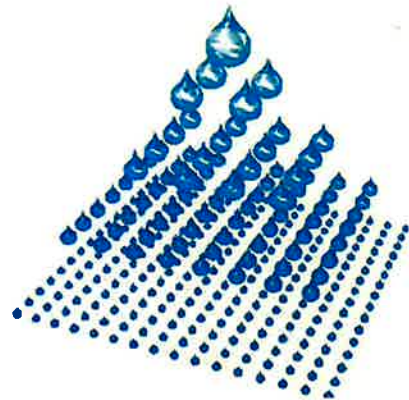


Bild 3 Vergleich Tropfendurchmesser in einem Sprinklersystem und einer HDWN-Anlage: Sprinklertropfen (oben) und Wassernebeltröpfchen (unten) Grafik: FOGTEC

werden können. Durch die Verdampfungsenergie entsteht eine deutlich bessere Kühlwirkung gegenüber konventioneller Sprinklertechnik (Bild 3).

Durch die Verdampfung wird zudem eine mehr als 1 600-fache Volumenvergrößerung des Wassers erzielt, wodurch der Luftsauerstoff direkt am Brandherd verdrängt und somit die Sauerstoffkonzentration lokal gesenkt und das Feuer erstickt wird. Im Gegensatz zu Gaslöschsystemen wird beim Einsatz von HDWN nur eine lokal begrenzte Inertisierung aufgrund der Verdampfung direkt am Brandherd bewirkt, sodass sich im übrigen Raum die Sauerstoffkonzentration nur unwesentlich verändert. Voraussetzung hierfür ist ein größerer Anteil kleinerer Tröpfchen im μm -Bereich, der Strömungsumlenkungen der angesaugten Umgebungsluft mitvollzieht. Dies ist gerade im Hinblick auf den möglichen Aufenthalt von Personen wichtig, da so keine Gefährdung besteht und somit keine Vorwarnzeiten mit verzögerter Auslösung des HDWN-Systems, wie es bei Gaslöschsystemen der Fall ist, erforderlich sind.

Beim Einsatz von Hochdruckwassernebel treten weitere positive Effekte auf, die nicht direkt der eigentlichen Brandbekämpfung dienen. Wasserlösliche Brandgasbestandteile, wie Ruß, lösen sich in den Nebeltröpfchen bzw. lagern sich an diese an. Somit kann eine Rauchausbreitung in großen Bereichen des Rechenzentrums deutlich reduziert werden [3].

Erhöhung des Personen- und Datenschutzes

Besonders die Fähigkeit des Wassernebels, Temperaturen so schnell wie kein anderes Löschmittel zu reduzieren und dabei Rauchgase teilweise auszuwaschen, ist für den Personenschutz von besonderer Bedeutung. Dadurch wird Wassernebel in allen Bereichen attraktiv, in denen sich Menschen aufhalten. Eine Untersuchung der amerikanischen Umweltbehörde und der National Fire Protection Association [4] hat gezeigt, dass vom Löschmedium Wassernebel keinerlei Gefährdung für Menschen ausgeht.

Auch die Absenkung des Sauerstoffgehalts stellt keine Gefahr dar, da diese nur lokal an der Flamme erzielt wird. Eine Verlöschung des Brandes wird bei Nebelöschsystemen schon bei einer ungefährlichen Sauerstoffkonzentration von 16 bis 18 Vol.-% erreicht, da der Stickeffekt immer in Kombination mit anderen Löscheff-



Bild 4 Brandversuch für Serverräume Foto: FOGTEC

ekten auftritt. Eine Personengefährdung durch den Einsatz einer Wassernebelanlage kann somit ausgeschlossen werden.

Als Folge können Nebelöschsysteme ohne Vorwarnzeiten ausgelöst werden. Auch der Zugang zum Brandherd wird für das Einsatzpersonal der Feuerwehr während des Betriebs der Löschanlage deutlich sicherer. Durch die geringen Wassermengen und die feine Zerstäubung des Löschmediums wird zudem das Risiko von Kurzschlüssen an elektrischen und elektronischen Bauteilen deutlich reduziert. Auslösungsversuche haben gezeigt, dass es über einen Beaufschlagszeitraum von 60 Minuten zu keinen

wesentlichen Beeinträchtigungen kommt. Weiterhin reduziert die hohe Kühlwirkung des Wassernebels entscheidend die Wärmestrahlung des Feuers auf benachbarte Bauteile und Server, sodass diese nicht durch Wärmeeinwirkung geschädigt werden. Insbesondere bleiben hierdurch die auf den Datenspeichern befindlichen Daten erhalten.

Nachgewiesene Wirksamkeit durch Brandversuche

Anders als bei konventionellen Sprinkleranlagen oder Gaslöschsystemen muss für jede Anwendung der Nachweis erbracht



Bild 5 Serverbereiche im Rechenzentrum Foto: FOGTEC

werden, dass die Anlagen in der Lage sind, ein bestimmtes Schutzziel zu erfüllen. Hierzu muss der erforderliche Düsentyp, die Düsenanordnung, die Tropfenverteilung, der Wasservolumenstrom und der Positionierungsparameter individuell durch unabhängig durchgeführte 1:1-Brandversuche bestimmt werden, um den optimalen Schutz des jeweiligen Risikos zu gewährleisten.

Spezifische Wassernebelrichtlinien, wie die europäische EN 14972, die VdS 3188 oder die FM 5560-Richtlinien, enthalten oder verweisen auf Brandversuchsprotokolle verschiedener Gefahrenrisiken, auf deren Basis ein Wassernebelssystem auf Effektivität geprüft und unabhängig zertifiziert wird (Bild 4). So wird in der FM5560-Richtlinie für Serverbereiche bspw. beschrieben, dass alle Brandszenarien innerhalb von 30 Minuten nach System-Aktivierung gelöscht sein müssen. Weiterhin sind in den Richtlinien Bauteilprüfungen beschrieben, die in Verbindung mit den erfolgreich durchgeführten Brandversuchen zu einer Systemzulassung führen.

Aufgrund der nachgewiesenen Wirksamkeit befürworten auch Versicherer den Einsatz von Wassernebel in Rechenzentren, was insbesondere FM Global dazu veranlasst hat, eine spezielle Zulassungsmöglichkeit durch FM Approvals zu entwickeln. Für den Schutz von Serverräumen wurden spezifische Versuchsprotokolle erstellt, welche sowohl den Raumschutz mit den Serverschränken und Energie- und Datenkabelzuführungen als auch die Doppelböden unterhalb der Serverschränke abdecken [5]. Die Ergebnisse der Brandversu-

che konnten eine Löschung verschiedener Brandszenarien unter realen mechanischen Ventilationsbedingungen nachweisen. U. a. werden verschiedene Lüftungskonzepte in Serverräumen (Hot Isle / Cold Isle) durch diese Brandversuche abgedeckt [6]. Im Nachgang zu den Brandversuchen wurden alle für das Brandbekämpfungssystem erforderlichen Bauteile, wie Düsen, Bereichsventile, Pumpenanlagen und Steuerungen, erfolgreich Bauteilprüfungen unterzogen, um deren Funktion, Robustheit, Sicherheit und Standzeiten zu bestätigen.

Schutzziele und Techniken im Vergleich

Grundsätzlich ist ein HDWN-System in der Lage, alle Bereiche in einem Rechenzentrum abzudecken. Dazu gehören auch die zuvor genannten Batteriebereiche. Herkömmliche Brandbekämpfungsanlagen bestehen im Vergleich aus einer Mischung verschiedener Systeme, da nicht alle Brand- und Risikoszenarien von einem System abgedeckt werden können. So ist z. B. ein herkömmliches Sprinklersystem bei der Absicherung von Dieselgeneratoren mit Flüssigkeitsbränden nicht ideal. Und der vorrangige Zweck einer Gaslöschanlage besteht darin, einem Feuer den Sauerstoff zu entziehen. Dieses System eignet sich zwar für Serverräume, aber nicht für Bereiche, in denen sich Personen aufhalten.

Brandschutz verfolgt verschiedene Schutzziele. Der bauliche Brandschutz umfasst alle Maßnahmen, die baulich durchzuführen sind, damit sich ein Brand

und der Rauch nicht ausweiten und über mehrere Räume hinweg ausdehnen können. Dazu gehört z. B. die Trennung von Gebäudeteilen durch Bauteile bestimmter Feuerwiderstandsklassen oder die Verwendung nicht brennbarer Materialien. Im Rechenzentrumsbereich wird in der Regel jeder Raum als ein eigenständiger Brandabschnitt ausgebildet, wobei jeder Abschnitt eigene Grundsätze hinsichtlich der Branderkennung, der Brandmeldung und der Brandunterdrückung hat (Bild 5).

In Bereichen mit erhöhtem Brandrisiko muss zudem mit anlagentechnischem Brandschutz ein mögliches Brandereignis kontrolliert und abgesichert werden. Hierzu werden einerseits Brandfrüherkennungssysteme eingesetzt, sog. Rauchansaug-Detektionssysteme, die in Verbindung mit verschiedenen Brandbekämpfungssystemen stehen. Konventionelle Sprinkleranlagen sind zur Sicherung der Gebäudeintegrität verbreitet, bergen allerdings die Gefahr von erheblichen Wasserschäden und somit massiver Beeinträchtigung von elektrischen und elektronischen Anlagen. Dazu gehören Server, aber auch Schaltschränke und Steuerungen für die Klimatisierung und Energieversorgung im Rechenzentrum. Zudem bedarf eine Sprinkleranlage einer Wasserbevorratung mit mehreren 10 000 Litern für mindestens 60 Minuten Betriebszeit der Anlage, was wertvollen Raum in der Technikzentrale blockiert.

Gaslöschanlagen erfordern einen Raumabschluss, um die für den Löscherfolg erforderliche Gaskonzentration im Raum aufbauen zu können. Die Sicherstellung des



Bild 6 Serverraum im Rechenzentrum Redbus, Frankfurt *Foto: Redbus*

Raumabschlusses in Verbindung mit hohen Ventilationsraten erschwert die Integration eines Gaslöschsystems in Rechenzentren, insbesondere bei Umrüstungen und nachträglichen Einbauten. Es müssen bauliche Überdruckentlastungen geschaffen werden, um die Raumintegrität zu erhalten und bei Systemauslösung müssen die Ventilation und damit auch die Server abgeschaltet werden. Die erforderlichen großen Löschgas-mengen blockieren zudem Räumlichkeiten zur Bevorratung der Löschgase in Druckflaschen und der Einsatz einiger Gase hat negative Auswirkungen auf die Umwelt.

Weltweiter Einsatz nachhaltiger Systeme

Besonders in Bereichen, wo wenig Platz zur Verfügung steht, integriert sich die HDWN-Technik nahezu unauffällig in die Gebäudearchitektur. Dies ist von besonderer Bedeutung bei einer Umnutzung von Gebäuden bzw. einer Nachrüstung des Brandbekämpfungssystems. Die Rohrleitungen haben einen Durchmesser von 10 bis 50 mm. So können die Rohre gebogen werden, was gegenüber der Verwendung von Fittings zu einer deutlichen Erhöhung der Flexibilität in der Rohrleitungsführung führt.

Weltweit schätzen Unternehmen den modularen Aufbau des HDWN-Systems, da der nachträgliche Einbau in ein Bestandsgebäude bzw. Änderungen der Raumaufteilungen einen geringen Aufwand und damit Kosten bedeuten. Dies ermöglicht einen schrittweisen Ausbau eines Gebäudes, der individuell nach Bedarf angepasst werden

kann. Ein Rechenzentrenkomplex in Malaysia wurde in bisher neun Phasen ausgebaut. Durch den Wegfall zusätzlicher Maßnahmen wie Druckentlastungen oder hermetischem Raumabschluss ergaben sich weiterhin neue Perspektiven bei der Nutzung und Gestaltung des Gebäudes.

Planer und Betreiber setzen schon seit 20 Jahren HDWN-Anlagen der FOGTEC als umweltfreundliche und nachhaltige Möglichkeit zur Absicherung von Rechenzentren ein. Die ersten Installationen, wie bspw. bei Redbus in Frankfurt, wurden inzwischen mehrfach angepasst und erweitert (**Bild 6**). Die flexible und einfach erweiterbare Installation überzeugte in Verbindung mit der Erhöhung der Sicherheit zum Erhalt der Daten und Reduktion von Betriebsunterbrechungen im Fall eines Brandes.

Aber auch für Neubauten von Rechenzentren wird dieses System weltweit genutzt. In China wurden zwei komplette Neubauten mit jeweils mehr als 100 000 m² Schutzfläche mit HDWN-Technik ausgestattet. Unternehmen schätzen die Möglichkeit, mit geringem Einsatz von Wasser Brände zu bekämpfen. Denn Trinkwasser ist ein kostbares Gut, das nicht unbegrenzt zur Verfügung steht. ■ TS948

Literatur

- [1] <https://www.inside-it.ch/post/rz-brand-konnte-ovh-uaber-105-millionen-euro-kosten-20210929>

- [2] https://www.eco.de/wp-content/uploads/2020/05/eco-studie_rechenzentren-in-europa_chancen-fuer-eine-nachhaltige-digitalisierung_teil1-1.pdf
- [3] Kopp, Rüdiger. „Die Bibliothek der Technik 396 – Modern Firefighting with Water“, 1. Edition, Hrsgb.: SZ Scala GmbH, Verlag Moderne Industrie, Dez. 2017
- [4] EPA Studie und NFPA 750 Richtlinie: <https://www.idf.nrw.de/service/downloads/facharbeiten/2019/walter2.pdf>
- [5] FM 5560 Annex N und M
- [6] FM Global – Property Loss Prevention Data Sheet 5-32: <https://de.scribd.com/document/384307989/FM-Global-Data-Sheet-5-32>



Rüdiger Kopp
Geschäftsführer Stationäre Systeme, FOGTEC Brandschutz GmbH, Köln



Ralph Paulwitz
Vertriebsleiter Stationäre Systeme, FOGTEC Brandschutz GmbH, Köln
www.FOGTEC.com



Alexandra Langstorf
freie Journalistin, Erkrath