

Technische Sicherheit



PILOTPROJEKT

Starkregenvorsorge,
Regenwasser,
lokale Wasserbilanz

ARBEITSPROZESSE

Detailabläufe als Schlüssel
für ein sicheres
Unternehmen

PSA

Warnschutzkleidung
muss viel mehr als
Sichtbarkeit bieten

Aus BWK und UmweltMagazin wird: VDI energie + umwelt



Erste
Ausgabe:
12.02.2024

Zukunft gestalten: smart, effizient und nachhaltig.

Mit diesem visionären Claim präsentiert sich VDI energie + umwelt, der Nachfolgetitel der traditionsreichen Fachzeitschriften BWK Energie und UmweltMagazin, bei dem Klima und Umwelt stets im Fokus stehen. Wir zeigen auf, mit welchen technisch und wirtschaftlich machbaren Lösungen die Energietransformation in Unternehmen erfolgreich gelingt. Wie Dekarbonisierung, Mobilitätswende und die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft gemeistert werden können. Und wie sich die Wettbewerbsfähigkeit in Unternehmen durch Digitalisierung als Hebel für Ressourceneffizienz und Dezentralisierung steigern lässt.



Technikwissen für Ingenieur*innen

vdi-energie-umwelt.de

Ein neues Jahr für Regelwerke – Revisionen 2024

DIN-EN-ISO-4126-10:2024 und TRBS1115-1:2023 werden die Betreiber von Anlagen in 2024 sicherlich beschäftigen. Beide sind neu und dienen dem Schutz von Anlagen. Die ISO-4126-10 im Bereich Druckentlastung und die TRBS1115-1 soll stärker gegen cyberphysikalische Angriffe schützen. Beide Revisionen sind überfällig gewesen. Der Teil 10 von DIN-EN-ISO-4126 wurde seit 14 Jahren nicht überarbeitet. Jetzt ist er grundlegend geändert worden. Zunächst fällt die Anzahl von Seiten auf, statt bisher rund 40 Seiten sind es nunmehr fast 80 Seiten. Und noch etwas ist neu: die Norm ist als CEN Norm harmonisiert. Als Laie würde man sagen, sie ist verpflichtend geworden. Bereits der Titel verrät, dass jetzt nicht nur Sicherheitsventile, sondern zum ersten Mal auch Berstscheiben mit den Leitungen als Sicherheitseinrichtung für druckführende Systeme nach dieser Norm ausgelegt werden können. Und der Inhalt ist erheblich überarbeitet: ein erweitertes Modell (HNE-CSE), was besonders bei siedenden Flüssigkeiten wesentlich andere Ergebnisse liefert, das Aufwallen in Behältern ist nicht mehr nur homogen angenommen, kryostatische Behälter werden betrachtet und eine Korrektur für die Viskosität von Flüssigkeiten ist dazu gekommen. Dies sind nur einige der Neuerungen im Regelwerk. Leider sind die Gleichungen in der Norm nicht leicht zu lösen, für viele Anwender wird dies zur „schweren Kost“. Schnell erfassen lassen sich die ganzen Neuerungen in dem Kompakt-Seminar ISO4126:2024 [1], das speziell für ExpertInnen mit guten Vorkenntnissen gedacht ist. Neben dem Teil 10 gibt es auch für weitere Normungsteile ein Update. Und wie sieht es mit den Berechnungen aus? Das einzige, derzeit verfügbare Rechenprogramm, in dem alle Neuerungen der Norm bereits enthalten sind, ist CSE-ProSar [2]. Selbst mehrfach kritische Strömung kann auch der Laie damit einfach bewältigen. Die Norm wird sicher dazu führen, dass die Auslegung vieler Sicherheitsventile und Berstscheiben überarbeitet wird.

Die Zeiten sind unsicherer geworden – Kriege prägen das Tagesgeschehen. Cyberphysikalische Angriffe haben massiv zugenommen. Und sie sind deutlich stärker in Richtung technischer Anlagen ausgeprägt. Leider fehlt bei Betreibern von Anlagen oft das Grundverständnis für die Bedrohungslage – wer soll eine Anlage für Biogas, Windkraft oder die Produktion schon angreifen? Das dies oft automatisch geschieht ist noch nicht angekommen. Umso wichtiger, dass der Gesetzgeber stufenweise die Anforderungen verschärft. Nach der KAS51, die dem Schutz der Öffentlichkeit (Mensch und Umwelt) dient, ist jetzt noch die TRBS 1115-1 dazu gekommen. Sie enthält das gleiche Anliegen, nur sollen die Arbeitnehmer geschützt werden über die Betriebssicherheitsverordnung. Noch in 2024 soll zusätzlich die europäische NIS2-Richtlinie in deutsches Recht umgesetzt werden. Chemiebetriebe können neuerdings unter die kritische Infrastruktur fallen und haben dann erweiterte Meldepflichten. Der Bereich Schutz von Infrastruktur vor cyberphysikalischen Angriffen ist oft für Anlagenbetreiber neu und nur wenig fassbar. Sie passen nicht in die Welt der Safety-Analysen mit ihren regelmäßigen Auditierungen. Dabei lassen sich die Anforderungen aus allen Regelwerken gemeinsam umsetzen. Viele bereits vorhandene Dokumente können in diese Analysen eingebunden werden. Und es ist ein gutes Gefühl, wenn die Themen umgesetzt sind. Nur Achtung bei Dienstleistern – die sollten ein gutes Verständnis von Safety mitbringen. In dem Gewirr von Regelwerken wünsche ich Ihnen den erforderlichen Durchblick und ein erfolgreiches Jahr 2024. ■



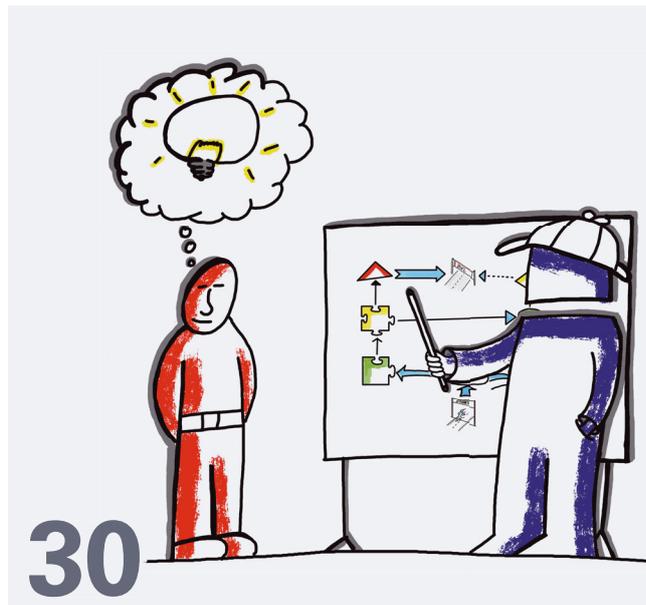
Professor Dr.-Ing. Jürgen Schmidt
CSE-Engineering Center of
Safety Excellence GmbH
Pfinztal, Deutschland
juergen.schmidt@cse-engineering.de
www.cse-engineering.de

[1] Kompaktseminar ISO 4126:2024 siehe <https://cse-engineering.de/kompaktseminare/>
[2] Hinweise zum Berechnungsprogramm unter <https://cse-prosar.de/>



24

Sportanlage Im Haberfeld, Donaueschingen. Neubau des Vereinsheims SSC unten im Bild, mit weißer Dachabdichtung, vor dem Aufbau des Retentionsgründachs Sponge City Roof. Foto: Mall



30

Passgenaue Abläufe sind für Unternehmen nicht nur ein Garant für wirtschaftlichen Erfolg. Sie sind auch die Voraussetzung für Sicherheit und eine langfristig leistungsmotivierte und stabile Belegschaft. Grafik: G. Wismach

Editorial

3 ANLAGENSICHERHEIT Ein neues Jahr für Regelwerke - Revision 2024
J. Schmidt

Anlagensicherheit

10 KRITISCHE INFRASTRUKTUR Flughafensicherheit
R. Rupprecht

14 STÖRFALLVORSORGE Der Dominoeffekt
R. Konersmann

Starkregen

24 PILOTPROJEKT Starkregenvorsorge und Stadtklima, Regenwasser und lokale Wasserbilanz
K. W. König

Arbeits- und Gesundheitsschutz

30 PROZESSICHERHEIT Detailabläufe als Schlüssel für ein sicheres und erfolgreiches Unternehmen
G. Wismach

34 PSA Warnschutzkleidung muss viel mehr als Sichtbarkeit bieten
M. Wenten

Tagung

22 VERANSTALTUNG CSE-Sicherheitstage 2024 auf der Nordseeinsel Wangerooge
J. Schmidt

Alle
Newsletter
kostenfrei



34

Arbeitsschutzkleidung für jede Situation und für jedes Wetter: Die neue Softshelljacke von BP (rechts im Bild) bietet Warnschutz der Klasse 2 (bis Größe M) oder Klasse 3 (ab Größe L). Foto: © BP- Bierbaum-Proenen

Rubriken

6, 38 Aktuelles

29 Vorschau

38 Impressum

Diese Ausgabe
enthält Beilagen
der Bundesanstalt für
Arbeitsschutz (BauA) und
Haus der Technik



Titelseite

Zugänge zu Flughäfen werden meist umfangreich gesichert. - aus verschiedenen Gründen.
Foto: PantherMedia / Westend61 Premium

Immer auf dem neuesten Stand: Mit VDI Fachmedien- Newsletter

Sie wollen als Ingenieur oder Ingenieurin immer auf dem neuesten Stand sein, wenn es um zukunftsweisende und praxisnahe Fachinformationen geht. Oder wenn Sie für Ihre berufliche Tätigkeit Expert*innenwissen aus Wissenschaft und Forschung, aus Wirtschaft und Produktion benötigen. Dann nutzen Sie jetzt die kostenfreien VDI Fachmedien-Newsletter mit ihren brandaktuellen Online-Beiträgen der Zeitschriften:

**Bauingenieur,
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft,
HLH, Konstruktion, Technische Sicherheit,
VDI energie + umwelt, VDI-Z,
wt Werkstattstechnik online.**



Jetzt auswählen und bestellen!

Technikwissen für Ingenieur*innen

ingenieur.de/news

KURZ NOTIERT

Tag der mechanischen Fördertechnik des DSIV Förderschnecken, Förderbänder, Becherketten – es gibt vielfältige Möglichkeiten, um Schüttgüter mechanisch zu bewegen. Überall dort, wo Schüttgüter in der Prozesstechnik verwendet werden, müssen diese auch transportiert werden. Was auf den ersten Blick trivial erscheint, ist aber dennoch ein komplexes und umfangreiches Fachgebiet. Am 27. März findet bereits der 2. Tag der mechanischen Fördertechnik in Hamburg statt. Das Platzangebot ist begrenzt, eine frühzeitige Anmeldung wird empfohlen. DSIV-Mitglieder profitieren von einem Rabatt auf die Teilnahmegebühr, für studierende DSIV-Mitglieder ist die Teilnahme kostenlos.

Im Stör- oder Alarmfall aus der Ferne alles im Griff Ein beruhigender Gedanke: Jederzeit zu wissen, dass im Unternehmen, Ladenlokal, Museum oder Hotel alles in Ordnung ist. Andernfalls würde die Gefahrenmelde- und Zutrittskontrollzentrale (GMZ) Securitel 500 des Sicherheitsexperten Securiton Deutschland Alarm schlagen und über den Remote-Service schnelle Klärung per Fernzugriff ermöglichen. Ab Januar 2024 ist zudem die neue App erhältlich, die mobile Endgeräte zum Bedienteil für die GMZ macht.

TÜV-Zertifizierung für Flucht- und Rettungswege Elektronische Sensorschleusen des Herstellers Boon Edam sorgen in Gebäuden für sichere Zugangslösungen. Eine besondere Herausforderung in der Gebäudesicherheit stellen dabei Flucht- und Rettungswege dar: Hier dürfen nur elektrische Verriegelungen verbaut werden, die entsprechend zertifiziert sind. Die Lifeline Speedlane Swing wurde kürzlich vom TÜV Thüringen für Flucht- und Rettungswege zugelassen.



Kosten für die Bergung und Transport nach einem Skiunfall von der Piste sollten über die Versicherung abgedeckt sein. Foto: PantherMedia / CandyBoxImages

Schutz auf der Skipiste – Absicherung von Rettungs- und Bergungskosten

Jeder fünfte Sportunfall passiert Skifahrern. Für rund 7 100 Unfälle pro Skisaison leisteten die privaten Unfallversicherer im Schnitt 7 750 € pro Unfall. Das geht aus der Schadenstatistik der Unfallversicherer (2017 bis 2021) hervor. Umso wichtiger ist es, sich gegen die Unfallfolgen abzusichern. „Wenn kein anderer Versicherer leistet, übernimmt die private Unfallversicherung die Kosten für die Bergung nach einem Skiunfall von der Piste – aber auch für Such- und Rettungsleistungen und den Transport nach Hause oder in ein nahe gelegenes Krankenhaus“, sagt Jörg Asmussen, Hauptgeschäftsführer des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV).

Die private Unfallversicherung bietet weltweiten Schutz rund um die Uhr gegen dauerhafte Unfallfolgen: Dazu gehören nicht nur Rettungs- und Bergungskosten, sondern vor allem Einmalzahlungen und Rentenleistungen, um Mehrkosten durch dauerhafte Unfallfolgen abzumildern. Die gesetzliche Krankenversicherung übernimmt in der Regel nur dann die Kosten eines Hubschraubereinsatzes, wenn dieser aus medizinischen Gründen notwendig war, wenn es sich also um Rettungskosten handelt. Die Behandlungskosten im Ausland trägt die gesetzliche Krankenversicherung nur im Umfang, wie er auch in Deutschland üblich ist. Wer beim Wintersport im Ausland unterwegs ist, für den empfiehlt sich der Abschluss einer Auslandsreisekrankenversicherung. Sie kommt für den Differenzbetrag auf, sollten die Behandlungskosten im Ausland höher sein.

Darüber hinaus gehört eine private Haftpflichtversicherung zu den Versicherungen, die alle haben sollten. Sie sichert die finanziellen Folgen ab, die auf den Verursachenden eines Schadens zukommen können. „Gerade beim Skifahren kommt es häufig zu Zusammenstößen auf der Piste. Ohne Haftpflichtversicherung müssen die Unfallverursachenden selbst für die finanziellen Folgen aufkommen, beispielsweise für Personenschäden oder eine beschädigte Skiausrüstung“, sagt Asmussen. Je nach Schwere des Unfalls können auch Schmerzensgeldforderungen hinzukommen. Sind die Ansprüche berechtigt, leistet die private Haftpflichtversicherung, falls nicht wehrt sie die Ansprüche ab.

Für Skifahrende in Italien und Südtirol ist eine gültige Haftpflichtversicherung sogar Pflicht. Wer ohne Versicherungsschutz auf der Piste unterwegs ist, muss mit einem Bußgeld und dem Entzug des Skipasses rechnen.

Nach Angaben der Auswertungsstelle für Ski-Unfälle (ASU) ist das Verletzungsrisiko beim Skifahren in der vergangenen Saison deutlich gestiegen. Das Risiko von Kollisionsunfällen für deutsche Skifahrende in der Wintersportsaison 2022/2023 ist von 1,29 auf 1,50 Kollisionsunfälle mit Verletzungsfolgen je 1 000 Skifahrende gestiegen. Der Anteil der Kollisionsverletzungen an allen Skiverletzungen lag nach dieser Statistik bei knapp 20 %.

Insgesamt gab es hochgerechnet bis zu 44 000 Skiunfälle. In der Skisaison 2021/2020 waren es noch bis zu 39 000 Unfälle. Auch das Risiko für eine stationäre Behandlung nach einem Skiunfall stieg laut ASU von 1,6 auf 1,7 je 1 000 Skifahrende. Hochgerechnet kann demnach von bis zu 7 400 stationären Behandlungen nach Skiunfällen ausgegangen werden. www.gdv.de

Neue VDI-Richtlinie: Intelligente Sicherheitslösungen für E-Mobilität

In nur wenigen Jahren hat sich die technische Ausstattung von Gebäuden stark verändert. Die zunehmende Nutzung nachhaltiger Energiequellen wie Photovoltaikanlagen und Wärmepumpen sowie batteriebetriebene E-Autos und -Fahrräder sind in zahlreichen Unternehmen und Haushalten zu finden. Diese Technik ist zwar einerseits nachhaltig, erfordert aber andere Brand- und Schadensanforderungen an die Gebäudesicherheit. Deshalb empfiehlt eine aktuelle Richtlinie des VDI, Ladepunkte gegen Brandgefahren abzusichern. Die Technik dazu kommt von Telenot. Seit 2013 ist die Zahl der neu installierten Photovoltaik-Anlagen um mehr als das 40-fache gestiegen. Allein im Jahr 2022 wurden 214 000 neue Anlagen installiert. Die Wahrscheinlichkeit eines verursachten Brandes durch solche Anlagen ist zwar relativ gering. Doch wenn sie brennen, stehen Feuerwehren vor großen Herausforderungen beim Löschen von Gebäuden, die eine PV-Anlage auf dem Dach haben. „Der Gleichstrom der Anlagen kann Spannungen bis zu 1.000 Volt erzeugen“, weiß Frank Brucker, Leiter der Planungsabteilung bei Telenot. Nicht nur Photovoltaikanlagen stellen potenzielle Gefahren dar, auch Ladestationen für E-Autos und Akkus von E-Bikes bergen ein höheres Brandrisiko. „Elektrizität ist der Hauptauslöser von Bränden“, sagt Brucker. Laut dem Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer seien rund 32 Prozent aller Brandfälle auf Defekte elektrischer Geräte zurückzuführen. Derzeit gibt es noch keine gültigen Normen und gesetzlichen Vorgaben, die den Bereich Elektromobilität und Brandschutz umfassend berücksichtigen. Als ersten wichtigen Schritt auf dem Weg zu mehr Sicherheit hat der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Anfang August 2023 die Richtlinie VDI-EE 5950 entworfen. Darin empfiehlt der VDI dringend, im Bereich der Ladepunkte für E-Fahrzeuge Systeme für eine lokale Branderkennung zu installieren sowie die Aufschaltung der Brandmeldeanlage auf die Feuerwehr oder eine ständig besetzte Notruf- und Serviceleitstelle. Telenot bietet solche Systeme, die alle vorhandenen Richtlinien erfüllen, bereits seit langem an – sowohl für Ladestationen für E-Autos als für Ladepunkte von E-Bikes.



Beschädigungen an E-Bike-Akkus sind von außen oft nicht erkennbar, können beim Aufladen aber einen Brand auslösen. Daher sollte in der Nähe Gefahrenmeldetechnik installiert sein.
Foto: © aerogondo - stock.adobe.com

Frank Brucker unterstreicht: „Ein E-Bike-Akku kann bei einem Sturz auf eine harte Oberfläche so stark beschädigt werden, dass zwar äußerlich keine Schäden zu sehen sind, im Gehäuseinneren aber die Ladetechnik stark beschädigt ist.“ Bei solchen Defekten oder anderen äußeren Einflüssen sowie nicht zuletzt auch Herstellungsfehlern können Elektrolyte im Akku in Sekundenbruchteilen unkontrolliert Energie freisetzen. Hierbei komme es zu einem thermischen Prozess. Sei der Akku erst einmal in Brand geraten, werde in einer Kettenreaktion Energie frei, die Brandschutz-Fachleute Thermal Runaway nennen. „Neben der Brandgefahr besteht ebenso die Gefahr einer Vergiftung durch die Entwicklung von gesundheitsschädlichem Rauch“. Auch im Bereich der Wärmepumpen bestehen einige Gefahren: „Neben dem Aufwand für den Ersatz der nachhaltigen Heizungstechnik stellt die mangelnde Versicherung viele Wärmepumpenbesitzer vor doppelte Probleme“. Ein Schutz der Anlage vor Dieben lasse sich mit Komponenten von Telenot sehr gut umsetzen, „zum Beispiel mit einem Magnetkontakt“, betont Frank Brucker. „Anders als eine Heizungsanlage im Keller oder im Heizungsraum werden zentrale Komponenten einer Wärmepumpe auch außerhalb

des Gebäudes installiert. Die Anlage ist damit nicht automatisch in einer Wohngebäudeversicherung miteingeschlossen.“ „Die Zentralen von Telenot bieten einen umfassenden Schutz, denn sie detektieren unbefugtes Entfernen, nehmen frühzeitig thermische Veränderungen wahr, erkennen Rauch und Gas und können durch gezielte Abschaltungen größere Schäden verhindern, die sonst durch elektrischen Strom, durch Gas- oder Wasseraustritt entstehen könnten“, beruhigt der Sicherheitsexperte. Um die Gefahren im Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus einzudämmen, rät der Sicherheitsexperte zu zeitgemäßen Brandschutzvorkehrungen: „Unsere Zentralen complex 200H, complex 400H oder hiplex 8400H erkennen frühzeitig Unregelmäßigkeiten und schützen somit wirksam vor Brandgefahren.“ Eine solche Investition rechnet sich laut Brucker gleich mehrfach, denn mit ein- und derselben Anlage können Gebäude zusätzlich vor Einbruchgefahren geschützt werden. Darüber hinaus lassen sich mit diesen auch für einzelne Türen und Zugängen in Gebäuden individuelle Zutrittskonzepte realisieren. „Das macht diese Zentralen zu einer hilfreichen und nicht mehr wegzudenkende Komponente in der intelligenten Gebäudetechnik.“
www.telenot.com

Arctic Wolf: Ausblick auf die IT-Sicherheitstrends 2024

Der Russland-Ukraine-Krieg, die Spannungen im Nahen Osten, der Taiwan-Konflikt und China in seiner Doppelrolle als wichtiger Handelspartner und systemischer Rivale des Westens: Die geopolitische Situation ist angespannt, gleichzeitig verschärft sich die Cyberbedrohungslage. Wir beobachten vermehrt Angriffe auf Länder und Kritische Infrastrukturen (Kritis), wobei Technologie vermehrt als politische und kriegerische Waffe eingesetzt wird. Zum anderen sind privatwirtschaftliche Unternehmen in der globalisierten Welt hochvernetzt, und Lieferketten reichen über mehrere Ländergrenzen hinweg. Das macht sie für Cyberbedrohungen besonders angreifbar. Da nicht davon auszugehen ist, dass sich die geopolitische Lage in naher Zukunft beruhigen wird, können sich weder Unternehmen noch Länder eine Verschnaufpause in puncto Sicherheit erlauben. Regierungen, Unternehmen und Kritis-Kosten für die Bergung nach einem Skiunfall von der Piste – aber auch für Such- und Rettungsleistungen und den Transport nach Hause oder in ein nahe gelegenes Krankenhaus – Betreiber sollten daher ihre Cyber-Resilienz stärken und ihre Angriffsfläche jederzeit aufmerksam überwachen, um Schwachstellen schnellstmöglich zu schließen und im Angriffsfall schnell reagieren zu können. Mit gesetzlichen Regelungen wie dem Cyber Resilience Act (CRA) der Europäischen Kommission versuchen Gesetzgeber zudem, die Sicherheit von Hardware- und Softwareprodukten zu stärken.

Dass Cybersicherheit eine Herausforderung von wirtschaftlichem, gesellschaftlichem und politischem Ausmaß ist, ist in den letzten Jahren verstärkt ins allgemeine Bewusstsein gerückt. Die oben genannte Zuspitzung der geopolitischen Lage ist dabei ein maßgeblicher Treiber. Politik und Wirtschaft reagieren mit rechtlichen Vorschriften und verpflichtenden Sicherheitsstandards. So müssen zum Beispiel die EU-Mitgliedsstaaten die NIS2-Richtlinie zum Kritis-Schutz bis Oktober 2024 in nationales Recht umsetzen. Ziel ist es, durch die deutliche Ausweitung des Geltungsbereichs der Richtlinie Kritische Infrastrukturen, aber auch Liefer- und Wertschöpfungsketten europaweit widerstandsfähiger zu machen. Die Ausweitung des Gültigkeitsbereichs ist ein richtiger Schritt, denn in unseren hoch-



Foto: Arctic Wolf

verteilten und spezialisierten Wertschöpfungsketten kann schnell der Ausfall eines einzelnen Glieds durch einen Cyberangriff in der Lieferkette zu großen wirtschaftlichen Schäden führen. Dadurch steigt der Druck auf Unternehmen, ihre Investitionen in die IT-Sicherheit zu erhöhen, um die Anforderungen zu erfüllen. Eine Studie von PwC zeigt schon jetzt, dass ein Investitionsschub im Bereich Cyber-Sicherheit zu erwarten ist: 84 % der Unternehmen wollen in Zukunft ihr Budget erhöhen.

Cyberkriminelle werden immer raffinierter in ihrem Vorgehen und organisieren sich zunehmend als professionelle Organisationen. Laut Bitkom wurde so innerhalb eines Jahres jedes zweite Unternehmen mit Ransomware attackiert. Professionelle Banden geben auch technisch weniger erfahrenen Angreifenden zum Beispiel mit Ransomware-as-a-Service die nötigen Werkzeuge an die Hand, um breit angelegt Angriffe durchzuführen. Dabei geraten Unternehmen aller Größen und Branchen ins Visier der Kriminellen – auch KMU. Umso wichtiger ist es für Unternehmen, sich der Gefahr von Angriffen bewusst zu werden, in Sachen IT-Sicherheit aufzurüsten und sich zu professionalisieren. Lösungen wie Zero Trust und SASE werden in Zukunft zum neuen Standard und die herkömmlichen VPN-Verbindungen ersetzen. Firewalls und Virens Scanner sind seit langem nicht mehr ausreichend für einen State-of-the-Art-Schutz. Außerdem braucht es ein konsequentes 24/7-Monitoring der IT-Landschaft und reaktionsschnelle Detection-and-Response-Lösungen. Wenn Unternehmen nicht die Expertise und

Ressourcen für eine solche interne Professionalisierung haben, sollten sie mit externen Sicherheitspartnern zusammenarbeiten, die das nötige Know-how und die Technologie mitbringen, denn nichts zu tun, ist keine Option.

Kriminelle sind erfahrungsgemäß immer die ersten, die sich eine neue Technologie zunutze machen. So auch im Cyberraum. Sie adaptieren generative KI in ihrer Angriffskette, und die Vorgehensweise wird immer raffinierter. Das Versenden von Phishing-E-Mails, zum Beispiel beim Business-E-Mail-Compromise (BEC), gehört zu den bewährten Betrugsmethoden. Nach Angaben von Bitkom steht Phishing derzeit mit 31 % an der Spitze der häufigsten Cyberattacken auf deutsche Unternehmen. 2022 waren es noch 25 %. Dass KI-Tools wie ChatGPT immer leistungsfähiger werden, spielt den Cyberangreifenden zudem in die Hände. Durch die perfektionierte Erstellung von individuell zugeschnittenen und personalisierten E-Mails in der Muttersprache der Opfer erscheinen Phishingmails noch echter. Auch die Einbettung von Deep Fakes in der Videotelefonie oder bei Betrugsanrufen ist auf dem Vormarsch und wird in Zukunft immer stärker und flächendeckender zum Einsatz kommen. Unternehmen dürfen hier nicht den Anschluss verlieren und müssen bei KI-Technologien am Ball bleiben.

Steigende Fallzahlen an Cyberangriffen und verschärfte gesetzliche Anforderungen führen dazu, dass Unternehmen zunehmend auf präventive und reaktive Aufrüstung ihrer Cybersicherheit setzen. Doch es gibt Herausforderungen: Die Implementierung von Lösungen ist komplex,

die Investitionskosten sind hoch und es fehlt an Know-how. Da angesichts des Fachkräftemangels qualifizierte Mitarbeitende fehlen oder sehr teuer sind, wird das Outsourcing der IT-Sicherheit zum Schlüsselfaktor, um das Cyberrisiko zu senken und Angriffe effektiv abzuwehren. Entsprechend steigt die Nachfrage nach externer Unterstützung und Security-Partner wie Arctic Wolf bilden die verlängerte Werkbank der IT-Abteilung. Sie überwachen kontinuierlich die gesamte IT-Landschaft des Unternehmens, unterstützen bei der Reaktion auf Sicherheitsvorfälle und helfen mit ihrem Sicherheitswissen, den Cyberschutz langfristig zu verbessern.

In der Vergangenheit stand bei der Auswahl von Sicherheitslösungen die Frage im Vordergrund, welche Lösung den besten Schutz und die beste Performance

bietet, zum Beispiel welcher Virenschutz oder welche Firewalls am effektivsten sind und welche Lösung marktführend ist (Best-in-Class). Doch diese Aspekte sind längst nicht mehr die einzigen. Der Trend geht hin zu Best-to-Integrate, und die Nachfrage nach integrierten Lösungen nimmt zu: Wie lässt sich die Lösung in die bestehenden Sicherheitskontrollen integrieren? Wie aufwendig sind Implementierung, Konfiguration und Betrieb? Wie viele Fachkräfte und Schulungen werden benötigt? Durch Best-to-Integrate-Lösungen reduziert sich der Zeitaufwand für Konfiguration, Wartung und Sicherheitsuntersuchungen. Gleichzeitig ist eine Konsolidierung der Herstellerlandschaft zu beobachten. Große Player – beispielsweise Amazon, Google, Microsoft, Cisco – die in der Lage sind, verschiedene Sicherheitslösungen pro-

blemlos in ihre Plattformen zu integrieren, kaufen kleinere Unternehmen auf und stärken somit ihre eigene Marktposition als Anbieter von Best-to-Integrate-Lösungen. Weil in Unternehmen insgesamt immer mehr Anwendungen zum Einsatz kommen, ist davon auszugehen, dass sich diese Trends in Zukunft noch verstärken werden.

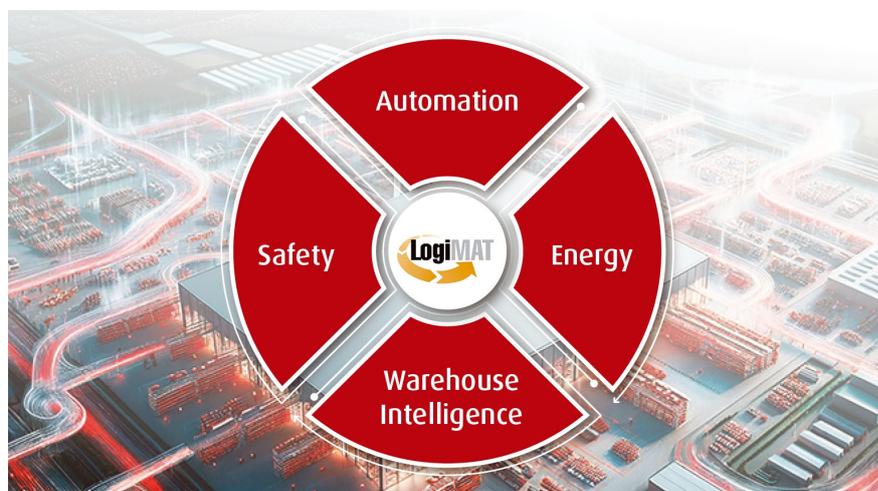
Unternehmen müssen ihre IT-Sicherheit ausbauen, um gegen den Fachkräftemangel, die Professionalisierung von Hackern und die Auswirkungen geopolitischer Entwicklungen anzukommen. Security-Outsourcing ist eine mögliche Lösung, um die IT-Sicherheit langfristig zu verbessern und Cyberrisiken zu minimieren. So können sich Unternehmen 2024 im Kampf gegen die Cyberkriminalität noch besser verteidigen.

www.arcticwolf.com/de

Über allem steht Performance

Das Potenzial von Automatisierungslösungen für den innerbetrieblichen Materialfluss ist riesig. Welche Möglichkeiten sich kleinen, mittelständischen und großen Betrieben eröffnen und wie sich unterschiedlichste Projektanforderungen erfolgreich umsetzen lassen, zeigt Linde Material Handling (MH) auf der diesjährigen Logimat 2024 in Stuttgart. Weitere Schwerpunkte auf dem zentral gelegenen Messestand in Halle 10 bilden die Themen Energy, Safety und Warehouse Intelligence: Mit dem breitesten Portfolio an Energie- und Sicherheitsoptionen für Flurförderzeuge sowie technisch führenden Materialflusslösungen unterstützt der Warenumschlagspezialist seine Kunden auf dem Weg zu höherer Effizienz, Nachhaltigkeit und Performance.

Der über 550 m² große Hauptstand von Linde MH in Halle 10 (Stand B21 und B17) greift die aktuellen Trends der Intralogistik auf: Automation, Energy, Safety und Warehouse Intelligence. Präsentiert werden entsprechende Produkte und Lösungen, mit denen sich der innerbetriebliche Materialfluss optimieren lässt. Ein Live-Szenario zeigt flexible und skalierbare Automatisierungslösungen mit fahrerlosen Transportsystemen (FTS) und Autonomen Mobil Robotern (AMR). Nur wenige Meter vom Messe-



Automation, Energy, Warehouse Intelligence und Safety bilden die Themenschwerpunkte des Messestandes von Linde Material Handling auf der Logimat 2024 in Stuttgart. *Grafik: Linde Material Handling*

stand entfernt, im Ladehof zwischen den Messehallen 8 und 10, können die Besuchenden Stapler selbst testen oder bei Fahrzeugdemonstrationen in Augenschein nehmen. Ein Beispiel sind die verschiedenen Rückfahr-Assistenzsysteme wie die KI-basierte Reverse Assist Camera, die Staplerfahrende auf Personen im rückwärtigen Raum aufmerksam machen. Eine weitere Ausstellungsfläche mit Möglichkeit zum Touch & Feel verschiedener Fahrzeugmodelle gibt es im Außenbereich zwischen den Messehallen 9 und 10.

Auf der Logimat präsentiert sich Linde MH insbesondere als kompetenter Partner für die Automatisierung von Materialflussprozessen.

Der Themenbereich Energy umfasst das breite Spektrum an verfügbaren Energiearten. Im Fokus: die Elektrogegengewichtsstapler der X-Reihe mit Lithium-Ionen-Batterie. Sie sind ebenso leistungsstark, robust und ergonomisch wie Verbrenner, dabei emissionsfrei im Betrieb und potenziell CO₂-neutral.

www.linde-mh.de



Zugänge zu Flughäfen werden meist umfangreich gesichert. - aus verschiedenen Gründen. Foto: PantherMedia / Westend61 Premium

Flughafensicherheit

Einer der sicherheitsempfindlichsten kritischen Infrastrukturbereiche ist der Luftverkehr. Eine optimale Sicherheit im Sinne von Safety wie von Security in der Luft und am Boden ist unbedingte Voraussetzung eines reibungslosen und sicheren Luftverkehrs.

R. Rupprecht

Leider zeigen sich in der Flughafensicherheit immer wieder gefährliche Schwachstellen. Das belegen einige Aufsehen erregende Sicherheitsvorfälle auch in jüngster Zeit:

Am 24. November 2022 haben Mitglieder der „Letzten Generation“ in zwei Gruppen den Sicherheitszaun um das Flughafengelände des Flughafens Berlin Brandenburg (BER) durchschnitten und sich

Zugang zum Rollfeld verschafft. Der Zaun ist durch Sensor- und Radaranlagen sowie Videoüberwachung geschützt, sodass das Eindringen schnell gemeldet wurde. Am 25. Mai 2023 drangen Klimaaktivistinnen und -aktivisten erneut nach Zerschneiden des Perimeterzauns in das Flughafengelände des BER ein und besprühten am General Aviation Terminal ein Kleinflugzeug.

Am 24. Mai 2023 gelang es dem Fahrer eines privaten Fahrzeugs, sich in die

Kolonne des Bundeskanzlers einzureihen, der auf das Rollfeld des Frankfurter Flughafens fuhr. Obwohl ihn die Frankfurter Polizei entdeckte und aus der Kolonne verwies, konnte er nach der nachfolgenden Kolonne des slowakischen Staatsgastes in das Flughafengelände durch zwei offene Schranken gelangen. Er stellte sein Fahrzeug in unmittelbarer Nähe des Regierungsflugzeugs ab, ging auf den Bundeskanzler zu und umarmte ihn. Nach-

dem ihn Personenschützer angewiesen hatten, zurückzutreten, stieg er in sein Auto und parkte es auf einer Abstellposition für Flugzeuge. Dort fiel er einer Streife der Bundespolizei auf, die ihn überprüfte und in Gewahrsam nahm.

Am 13. Juli 2023 durchtrennten gegen 6:00 Uhr Klimaaktivistinnen und -aktivisten den Stacheldraht oberhalb des Metallzauns um das Gelände des Düsseldorfer Flughafens, legten zum Schutz vor Verletzungen ein Kissen über die Öffnung, kletterten über den Zaun und sprinteten auf das Rollfeld, um sich dort festzukleben. Weil das Alarmsystem gut funktionierte, war die Polizei schnell am Tatort; 24 Flüge mussten allerdings gestrichen werden.

Am 4. November 2023 durchbrach ein türkischer Staatsangehöriger mit brachialer Gewalt mit seinem Auto, in dem seine Tochter saß, die Absperrung an einem Tor zum Rollfeld des Hamburger Flughafens, warf Brandsätze aus dem Wagen, hielt vor einer Maschine der Turkish Airlines und verlangte, mit seiner Tochter, die er in Stade bei seiner Frau entführt hatte, in die Türkei zu fliegen. Nach 18 Stunden, in denen die Polizei mit dem Täter über die Freilassung der Geisel verhandelte und der gesamte Flugbetrieb gestoppt wurde, konnte die Geiselnahme unblutig beendet und der Täter festgenommen werden.

Weltweites Aufsehen erregte der Zusammenstoß eines auf dem Flughafen Tokio-Haneda in den Abendstunden des 2. Januar 2024 landenden Passagierflugzeugs der Japan Airlines mit einer startbereiten DHC-8-315Q der japanischen Küstenwache. Beide Maschinen gerieten in Brand. Dank der Professionalität der Crew der Japan Airlines sowie der Disziplin der 367 Passagierinnen und Passagiere konnten alle das Flugzeug über Notrutschen rechtzeitig verlassen. Im Flugzeug der Küstenwache kamen außer dem schwer verletzten Kapitän alle anderen fünf Besatzungsmitglieder ums Leben. Nach ersten Untersuchungen hatte sich die Maschine der Küstenwache – möglicherweise aufgrund von Missverständnissen im Funkverkehr – unerlaubterweise auf der Landebahn befunden.

Einschlägige Sicherheitsnormen

Um solche schwerwiegenden Sicherheitsvorfälle möglichst zu vermeiden, bedarf es zunächst einer wirksamen Regu-

lierung der Sicherheitsanforderungen des Luftverkehrs und des Flughafenbetriebs. Grundlage ist das Luftsicherheitsgesetz (LuftSiG). Nach §8 Abs. 1 Nrn. 1 und 4 LuftSiG ist der Betreiber eines Flugplatzes zum Schutz des Flughafenbetriebs vor Angriffen auf die Sicherheit des Luftverkehrs insbesondere verpflichtet, Flughafenanlagen und Bauwerke so zu erstellen und zu unterhalten, dass die sachgerechte Durchführung der personellen Sicherungs- und Schutzmaßnahmen und die Kontrolle der Bereiche der Luftseite ermöglicht werden. Diese umfasst alle Sicherheitsbereiche einschließlich des gesamten Rollfelds. Der Betreiber ist ferner verpflichtet, die Bereiche der Luftseite gegen unberechtigten Zugang – einschließlich der Zufahrt – zu sichern und den Zugang zu den Sicherheitsbereichen nur hierzu besonders berechtigten Personen zu gestatten. Mehrere EU-Verordnungen regeln Bedingungen für die Sicherheit der zivilen Luftfahrt, der Verhütung von Unfällen und Störungen und technische Vorgaben für den Flugbetrieb, so:

- die VO 216/2008 zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die zivile Luftfahrt und zur Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA);
- die VO 996/2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt;
- die VO 965/2012 zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsverfahren in Bezug auf den Flugbetrieb
- und die DVO 2019/1583 der Kommission vom 25. September 2019 zur Änderung der VO 2015/1998 zur Festlegung detaillierter Maßnahmen zur Durchführung der gemeinsamen Grundstandards für die Luftsicherheit in Bezug auf Cybersicherheitsmaßnahmen.

Das Nationale Luftsicherheitsprogramm (NLSP) fasst alle Regelungen, Maßnahmen und Verfahren zum Schutz vor Angriffen auf die Sicherheit des Luftverkehrs, insbesondere vor Flugzeugentführungen, Sabotageakten und terroristischen Anschlägen, zusammen. Es enthält vor allem die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen der Luftsicherheitsbehörden und die Eigensicherungspflichten der Unternehmen. Vorschläge zur Fortentwicklung zu erarbeiten ist Aufgabe der Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung Luftsicherheit“, die aus Vertreterinnen und Vertretern der Luftsicherheitsbehörden besteht und mindestens einmal jährlich tagt.

Flughäfen sind grundsätzlich kritische Anlagen im Sinne von §4 Referentenentwurf (RefE) zum Kritische-Infrastrukturen (Kritis)-Dachgesetz unter Berücksichtigung der Eingrenzungen in der geplanten Rechtsverordnung (RVO) nach §15 RefE zum Kritis-Dachgesetz. Gemäß Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung), Anhang 7, Teil 3 Spalte D beträgt der Schwellenwert für die Einbeziehung von Luftverkehrsanlagen im Personenverkehr 20 Millionen Passagiere pro Jahr. Nach §5 Abs. 1 des RefE zum Kritis-Dachgesetz bleiben die über die Mindestvorgaben des Kritis-Dachgesetzes hinausgehenden Anforderungen an die Betreiber kritischer Anlagen unberührt. Der Betrieb von Drohnen in der von der DVO (EU) 947/2019 definierten Betriebskategorie mit einem erhöhten Risiko ist gemäß §21h Abs. 3 LuftVO nur über und innerhalb eines seitlichen Abstands von 1 000 m von der Begrenzung von Flughäfen sowie außerhalb einer seitlichen Entfernung von weniger als 1 000 m aller in den An- und Abflugrichtungen um jeweils 5 km verlängerte Bahnmittellinie von Flughäfen zulässig. Der Betrieb von Drohnen an und über Flughäfen muss durch das Luftfahrt-Bundesamt oder die zuständige Landesluftfahrtbehörde genehmigt werden.

Gemäß §5 LuftSiG kann die zuständige Luftsicherheitsbehörde insbesondere Personen, die den Sicherheitsbereich des Flugplatzes betreten wollen, ebenso wie mitgeführte Gegenstände (Gepäck) überprüfen und Fracht oder aufgegebenes Gepäck nach gefährlichen Gegenständen durchsuchen. Die für die Kontrolle einzusetzenden Luftsicherheitsassistentinnen und -assistenten, Kontrollkräfte und andere Personen, die nicht nur gelegentlich Zugang zum Sicherheitsbereich des Flughafens haben, bedürfen einer Zuverlässigkeitsüberprüfung nach §7 LuftSiG und sind nach den Vorgaben der FlugsicherheitsschulungsVO (LuftSiSchulV) aus- und fortzubilden. Eine überarbeitete Fassung dieser VO ist im Juli 2023 in Kraft getreten. Damit wurden die Anforderungen für das Luftsicherheitskontrollpersonal und die zugelassenen Ausbilderinnen und Ausbilder erhöht, insbesondere im Schulungsumfang und der benötigten Fortbildung für die technische Kontrolle. Allerdings bleibt die Neufassung deutlich hinter den Erwartungen des Bundesverbandes der Luftsicherheitsunternehmen (BDLS) zurück. Der Verband fordert

im übrigen seit Jahren, dass die Luftsicherheitsaufgaben bundeseinheitlich durch eine einzige nationale Luftsicherheitsbehörde verantwortet werden (DSD 1/2013, S. 1).

2023 ist die Europäische Norm DIN EN 14483-2:2023 veröffentlicht worden. Sie enthält – wie die inzwischen zurückgezogene Norm DIN EN 16082:2011 – sektorspezifische Anforderungen privater Sicherheitsdienstleistungen für die Sicherheit auf Flughäfen und in der Zivilluftfahrt. Sie eignet sich für die Auswahl, Zuweisung, Vergabe und Überprüfung des am besten geeigneten Anbieters.

Perimeterschutz

Die eingangs geschilderten schwerwiegenden Sicherheitsvorfälle verdeutlichen die zentrale Bedeutung des Perimeterschutzes und der Zufahrtskontrolle zum Flughafengelände. Der Perimeterschutz der Luftseite umfasst den Zutritts- und Zufahrtsbereich, die gesamte Umzäunung einer Zufahrt zum Sicherheitsbereich des Rollfelds und die Sicherheit des Luftraums über dem Rollfeld und in den Korridoren der An- und Abflugschneisen. Um das Eindringen eines unberechtigten Fahrzeugs in den Sicherheitsbereich zu verhindern, ist eine einzelne Schranke, die mit der Energie eines schnell anfahrens Kraftfahrzeugs durchbrochen werden kann, allein nicht ausreichend. Sie muss eine mechanische Widerstandskraft haben, die den Durchbruch mindestens so erschwert, dass eine zweite nachgelagerte Schranke ihn möglichst verhindert. Außerdem könnte der Zufahrtsbereich durch Poller gesichert werden, deren Absenken zur Durchfahrt eines berechtigten Fahrzeugs von Sicherheitskräften gesteuert wird. Schließen der Schranke und Hochfahren der Poller nach der Durchfahrt eines berechtigten Fahrzeugs müssen mit einer Geschwindigkeit erfolgen, die es grundsätzlich ermöglicht, ein dem berechtigten Fahrzeug folgendes unberechtigtes Fahrzeug an der Durchfahrt zu hindern. Auch ein massives, schnelllaufendes Rolltor kann einen Durchbruchversuch aufhalten. Selbstverständlich muss der Zufahrtsbereich videoüberwacht und personell gesichert werden. Die Zugangsberechtigung der Zutritt suchenden Personen und die Zufahrtsberechtigung des Fahrzeugs müssen mithilfe des Ausweisers überprüft und die Mitnahme verbotener Gegenstände in den Sicherheitsbereich muss verhindert werden.

Je besser die Umzäunung des Rollfelds mechanisch und elektronisch gesichert ist, umso mehr Reaktionszeit wird durch eine frühzeitige Detektion im Außenbereich gewonnen. Für ein entsprechendes Perimetersystem setzt die DIN VDE V 0826-20 Qualitätsmaßstäbe. Die Vornorm beschreibt Planung und Projektierung, Errichtung und Abnahme, Betrieb und Instandhaltung der Systemkomponenten. Sie gilt als Meilenstein auf dem Weg zu hochwertigen Perimeter-Sicherheitslösungen und soll für alle Projektverantwortlichen eine „Bedienungsanleitung“ für eine qualifizierte und verifizierbare Projektumsetzung sein. Mit der durch die Einordnung des jeweiligen Schutzbereichs in eine von vier Sicherungsgraden – Flughäfen beanspruchen selbstverständlich den höchsten Sicherungsgrad – und vier Leistungskategorien bildende Klassifizierungsmatrix bietet die Norm die Grundlage für die richtige Technologieauswahl und die notwendige Kostensicherheit. Bei der Umzäunung des Rollfelds sollten die Gitterstäbe eines Stahlgitterzaunes eine Stärke von 6 mm haben und eine Maschenweite von mindestens 25 mm, um Durchgangsschutz zu gewährleisten. Eine Zauntiefe von 80 cm unter der Erdoberfläche bietet einen ausreichenden Unterkriechschutz. Dass ein Stacheldrahtaufsatz auf dem 2 m hohen Sicherheitszaun ein Übersteigen nicht ausschließt, hat das Eindringen am 13. Juli 2023 in das Flughafengelände in Düsseldorf gezeigt. Erst recht bildet er für professionell agierende Terroristinnen und Terroristen kein unüberwindbares Hindernis. Vorteilhaft ist in jedem Fall die Installation des sogenannten Nato-Drahts auf Sicherheitszäunen. Zu seiner Durchtrennung benötigen Täterinnen und Täter wesentlich mehr Zeit. Je größer die Schneidlänge, umso stärker ist der Abschreckungseffekt. Ein doppelter Zaun, wie er in Teilbereichen des Frankfurter Flughafens installiert ist, bringt den Vorteil, dass die Alarmmeldung nach der sensorischen Detektion der Manipulation am äußeren Zaun zu einer rechtzeitigen Intervention vor oder während des Durchbruchversuchs am inneren Zaun führen kann.

Drohndetektions- und Abwehrsystem

Ergänzt werden muss der Perimeterschutz durch ein zuverlässiges Drohndetektionssystem. Allein im Jahr 2022 kam es an deutschen Flughäfen zu 134 Gefähr-

dungen des Flugverkehrs durch Drohnen. Es sind bisher verschiedene Detektionssysteme entwickelt worden. Genannt seien zum Beispiel ein Detektionssystem von Dedrone, in dem eine auf Künstlicher Intelligenz (KI) beruhende Software von Sensoren gesammelte Flugbewegungsdaten verarbeitet und mit einer Datenbank abgeglichen. Oder das Drohnsicherheitsystem SecuriDrone Fortress von Securiton, in das nach einer Pressemitteilung des Unternehmens vom 25. August 2023 „die neue Generation EnforceAir2 von D-Fend Solutions“ integriert wurde, sodass das Detektionssystem „über noch mehr Performance, Mobilität und Reichweite“ verfügt [1]. In dem vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderten Forschungsprojekt „Fähigkeit des Abfangens von in gesperrte Lufträume eindringende Kleinfluggeräte durch zivile Einsatzmittel“ (Falke) wurde ein Gesamtkonzept zum Abfangen von nicht autorisierten Drohnen an Flughäfen mit klar definierten Schnittstellen und Prozessabläufen erarbeitet und eine Abfangdrohne mit einer KI-unterstützten Sensortechnik und einem Netzwerfer entwickelt, mit dem die nicht autorisierte Drohne eingefangen werden kann [2]. Die Bundespolizei schätzt die Kosten für ein stationäres Abwehrsystem auf etwa 30 Mio. € je Flughafen. Das ebenfalls vom BMDV geförderte Projekt „Sicherheit im unbemannten Luftverkehr“ (Simulu) unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Optoelektronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB mit dem European Aviation Security Center e. V. als Konsortialpartner verfolgt das Ziel, die Konzeption und exemplarische Realisierung eines Sicherheitskonzepts zu erarbeiten, das sowohl die Gewährleistung der Prozesssteuerung ermöglicht als auch einen umfassenden Schutz vor Angriffen von außen auf das Gesamtsystem bietet. Dazu bedarf es einer adäquaten Sensor- und Klassifikationskomponente, die neben der Drohndetektion eine weitgehend automatisierte Einstufung hinsichtlich der Gefährdungslage vornimmt. Das Projekt wurde Ende 2022 erfolgreich abgeschlossen. Nach einem von der Deutschen Flugsicherung (DFS) zusammen mit der Fraport AG und der FMG Flughafen München GmbH im Jahr 2020 durchgeführten Testprojekt gibt es keine Unfallslösung, die gleichermaßen an allen Flughäfen eingesetzt werden kann. Die Lösung könnte eine Mischung aus verschiedenen Sensortechnologien (Radar, Funk, Akustik,

Kamerasensoren) sein, die mit ihren individuellen Stärken ihre jeweiligen Schwächen untereinander ausgleichen.

Informationstechnische Luftsicherheit

Alle Flughafenbetreiber, die die europäischen Grundstandards und Sicherheitsmaßnahmen nach der VO (EU) 300/2008 in Verbindung mit dem Anhang der DVO (EU) 2015/1998 umsetzen, müssen auch Informationssicherheitsmaßnahmen nach Kapitel 1.7 des Anhangs der DVO (EU) 2015/1998 befolgen. Die Umsetzung dieser Vorgaben hat mindestens nach der Standard-Absicherung des IT-Grundschutzes gemäß BSI-Standard 200-2 zu erfolgen. Notwendig sind Präventionsmaßnahmen gegen Cyber-Angriffe, ihre Detektion und der rechtzeitige Informationsaustausch zu Schwachstellen, Schadsoftware und Sicherheitsvorfällen. Besonders wichtig ist der Schutz von kritischen informations- und kommunikationstechnischen Systemen (Kiks) und Daten im Luftverkehrsbereich. Das Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI) hat die Grundsätze zur Umsetzung der Informationssicherheitsmaßnahmen nach Kapitel 1.7 des Anhangs der DVO (EU) 2015A/1998 entwickelt. Sie umfassen insbesondere den Schutz von Kiks und Daten, die bei Einschränkung ihrer Vertraulichkeit, Integrität oder Verfügbarkeit das Sicherheitsniveau der Zivilluftfahrt absenken können, ihre Risikobewertung, die Detektion von Cyber-Angriffen auf Kiks, die notwendige Reaktion auf einen solchen Angriff und seine Bewältigung. Die Umsetzungsgrundsätze beziehen sich ferner auf die Zulassung des Luftsicherheitsprogramms durch die zuständige Luftsicherheitsbehörde, auf die Registrierungs- und Meldepflicht der Flughafenbetreiber gegenüber dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), auf die Zuverlässigkeitsüberprüfung von Personen mit Administratorrechten und die Sicherstellung der erforderlichen Fähigkeiten von Personen mit Zugang zu Kiks durch Schulungen. Das BSI erarbeitet die Vorgaben für regulierte Unternehmen, entwickelt diese kontinuierlich weiter und betreibt ein Warn- und Meldewesen.

Aktuelle Innovationen in der Abfertigung

Die Kontrolle der abfliegenden Passagierinnen und Passagiere und ihres Hand-

gepäcks bildet einen Schwerpunkt der Flughafen- und Luftverkehrssicherheit. Die fortdauernde Innovation der dabei eingesetzten Sicherheitstechnik und die Unterstützung des Planungsprozesses der Abfertigung durch Künstliche Intelligenz gewährleisten eine zuverlässige Kontrolle, die so zügig verläuft, dass die Warteschlangen möglichst verkürzt werden und alle Abflugzeiten möglichst eingehalten werden können. In einem Beitrag [3] stellen Cornelius Toussaint, Condor-Gruppe, und Robert Kaletsch, Kineo GmbH, ein von dem Start-up-Unternehmen Kineo entwickeltes Planungs-Tool vor, mit dem sowohl der tägliche als auch der langfristige Planungsprozess der Kontrollabfertigung durch Künstliche Intelligenz unterstützt wird. Mithilfe von speziell auf den Bedarf am Flughafen entwickelten Algorithmen wird eine Vorhersage über das zu erwartende Reisendenaufkommen in einem bestimmten Tag mit einer Abweichung von lediglich 15 % erstellt. Zugleich wird das zur Verfügung stehende Stundenpotenzial für eine optimale Verteilung von Kontrollstellen auf den jeweiligen Monat aufgeteilt. Für den Kontrollstellen-Planungsprozess ergeben sich dadurch erhebliche Zeitvorteile. Mit CT-Scannern wird die Kontrolle des Handgepäcks wesentlich beschleunigt. Sie verläuft dadurch mehr als doppelt so schnell wie bisher. Der CT-Scanner ermöglicht die schichtweise Untersuchung des Gepäcks. Das Auspacken von Flüssigkeiten und elektronischen Geräten aus dem Handgepäck erübrigt sich damit. Fraport hat angekündigt, bis zum „Reisesommer 2024“ insgesamt 40 CT-Scanner in Betrieb zu haben. Und das Luftamt Südbayern erklärt, der Münchner Flughafen werde der erste in Deutschland sein, der nahezu vollständig mit der neuen Technik ausgestattet sein wird [4]. Neue Personen-Sicherheitsscanner wie der „R&S OPS Walk2000“ von Rohde & Schwarz nutzen eine neuartige Technologie auf Basis einer großen Zahl von Ultrabreitband-Funksensoren, die nicht-ionisierend abtasten und in Echtzeit hochaufgelöste dreidimensionale Informationen über am Körper getragene Objekte liefern. Es können auch mehrere Schichten von Kleidung problemlos durchleuchtet werden. Eine KI-basierte Detektionssoftware identifiziert automatisch beliebige Materialtypen. Und Fraport hat als erster europäischer Flughafen zu Beginn des Jahres 2023 mit der „Vanderland-Spur MX2“ ein neues zwei-

spuriges Kontrollsystem für effizienteres Screening (Multiplex-Screening-Software) durch Nutzung von zwei parallelen Kontrollspuren in Betrieb genommen. Vielleicht liegt die Zukunft in dem bereits entwickelten „Tunnel of Truth“ [5]: Vor dem Durchlaufen des Tunnels erfolgt die Registrierung mittels Fingerabdruck und das Auslesen des Ausweisdokuments. Im Tunnel werden die Passagierinnen und Passagiere von Gesichtsscannern, Sprengstoffsensoren und Metalldetektoren überprüft. Das Gepäck wird gleichzeitig durchleuchtet, und die Bilder werden mithilfe von Künstlicher Intelligenz ausgewertet: ein Gewinn für die Beschleunigung der Abfertigung und zugleich für die Luftverkehrssicherheit. ■

Literatur

- [1] Securiton Deutschland: SecuriDrone Fortress – Die nächste Generation des ausgezeichneten Counter-UAS mit EnforceAir2. Pressemitteilung vom 25.8.2023, <https://www.securiton.de/aktuelles/pressemitteilungen.html>, zuletzt abgerufen am 23.1.2024.
- [2] Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV): Mehr Sicherheit für den Flugverkehr. Online-Artikel vom 2.2.2023, <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/LF/mehr-sicherheit-flugverkehr.html>, zuletzt abgerufen am 23.1.2024.
- [3] Toussaint, C.; Kaletsch, R.: Künstliche Intelligenz erhöht die Genauigkeit der Passagierprognose im Luftverkehr. DSD – Der Sicherheitsdienst 75 (2023), Nr. 1, S. 8-10.
- [4] Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ): Schnellere Flughafenkontrollen kommen langsam. Online-Artikel vom 31.7.2023, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/schnellere-flughafenkontrollen-bis-zur-komplettumstellung-wird-es-noch-dauern-19069057.html>, zuletzt abgerufen am 23.1.2024.
- [5] Müller, A. M.: Verbesserung der Passenger Experience als große Herausforderung für die Branche. DSD – Der Sicherheitsdienst 74 (2022), Nr. 2, S. 6.



MinDir. a.D.
**Reinhard
Rupprecht**

Foto: Rupprecht

Der Dominoeffekt

R. Konersmann

In den unterschiedlichsten Lebensbereichen dient der kleine umkippende Dominostein als anschauliches Beispiel für eine Kettenreaktion, die oftmals in einer Katastrophe endet. Aus diesem Grund hat sich der Dominoeffekt in der Störfall-Verordnung sogar als Rechtsbegriff etabliert. Aber jedes Ereignis, ob gewollt oder unerwünscht, wird durch irgendetwas ausgelöst. Die Lebenspraxis und die Unfallstatistiken zeigen, dass sich Fehler nicht sicher verhindern lassen. Die Warnung vor dem Dominoeffekt ist daher eigentlich ein Hinweis dafür, ihn zu verhindern, und, wenn es gar nicht mehr anders geht, eine weiterlaufende Reaktion zu unterbinden, so früh wie möglich. Aber lassen sich Dominoeffekte überhaupt erkennen und verhindern?

Vom Dominospiel zum Dominoeffekt

Man vermutet, daß das Dominospiel seinerzeit von Marco Polo aus dem fernen Osten nach Europa „importiert“ wurde. Dies ist nur eine Erklärung von vielen. Der Orient als Entstehungsraum wird auch für möglich gehalten. Jedenfalls hat das Spiel, mit den länglichen schwarzen Steinen und den weißen Punkten darauf, eine uralte Herkunft. Die Abmessungen des Dominosteins könnten sich am sogenannten Einhandziegel orientiert haben, der schon um 2000 v. Chr. als Bauelement Verwendung fand. Solche Ziegelsteine werden heute noch verwendet. Das Seitenverhältnis beträgt 1:2:4. Der klassische Dominostein (13 x 28 x 56 mm) weicht nur marginal davon ab. Irgendwann wird es vorgekommen sein, das ein Spieler allein mit den Steinen am Tisch saß und sein Spielpartner sich verspätete. Aus Langeweile fing er an, mit den Steinen zu hantieren und stellte sie alle aufrecht hintereinander. Als jemand an den Tisch rumpelte, fiel der erste Stein um und löste eine Kettenreaktion aus. Dies war die Geburtsstunde des Dominoeffekts. Damals wusste man noch nicht, was dieser so heißt und was man damit alles anfangen konnte. In früheren Zeiten wurde eher die Reissack-Metapher bemüht, wenn es z. B. darum ging, ein kaum Schaden verursachendes Ereignis für den eigenen Ereignisraum als bedeutungslos, unwichtig oder als nicht so schlimm zu bewerten. Dies hat sich im Laufe der Jahre fundamental geändert. Jedenfalls haben wir durch den Dominoeffekt gelernt, das durch ein „Kleinereignis“, egal wo es stattfindet, eine Kettenreaktion ausgelöst werden kann, die, einem Erdbeben gleich, unvorstellbare Schäden mit sich bringen kann. Jüngste Beispiele waren die Corona-Pandemie oder das Steckenbleiben des Containerschiffes „Ever Given“ im Suezkanal. Mittlerweile sprechen wir deshalb auch in der Wirtschaft, Geopolitik, Gesundheit und im Verkehrswesen immer öfter von Dominoeffekten. Der Dominoeffekt hat aber schon lange vor Corona Bedeutung erlangt. In den 1970er-Jahren erschütterten eine Reihe von schweren Chemieunfällen die Gesellschaft. Die Unfälle von Flixborough (1974) und

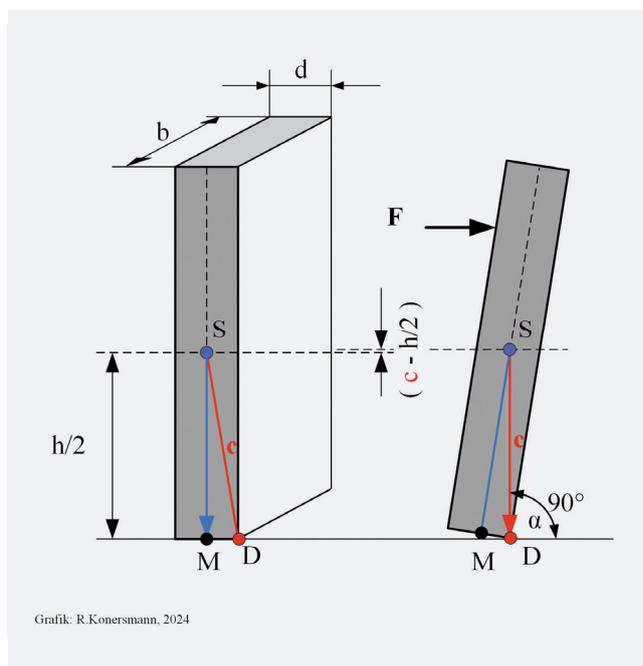
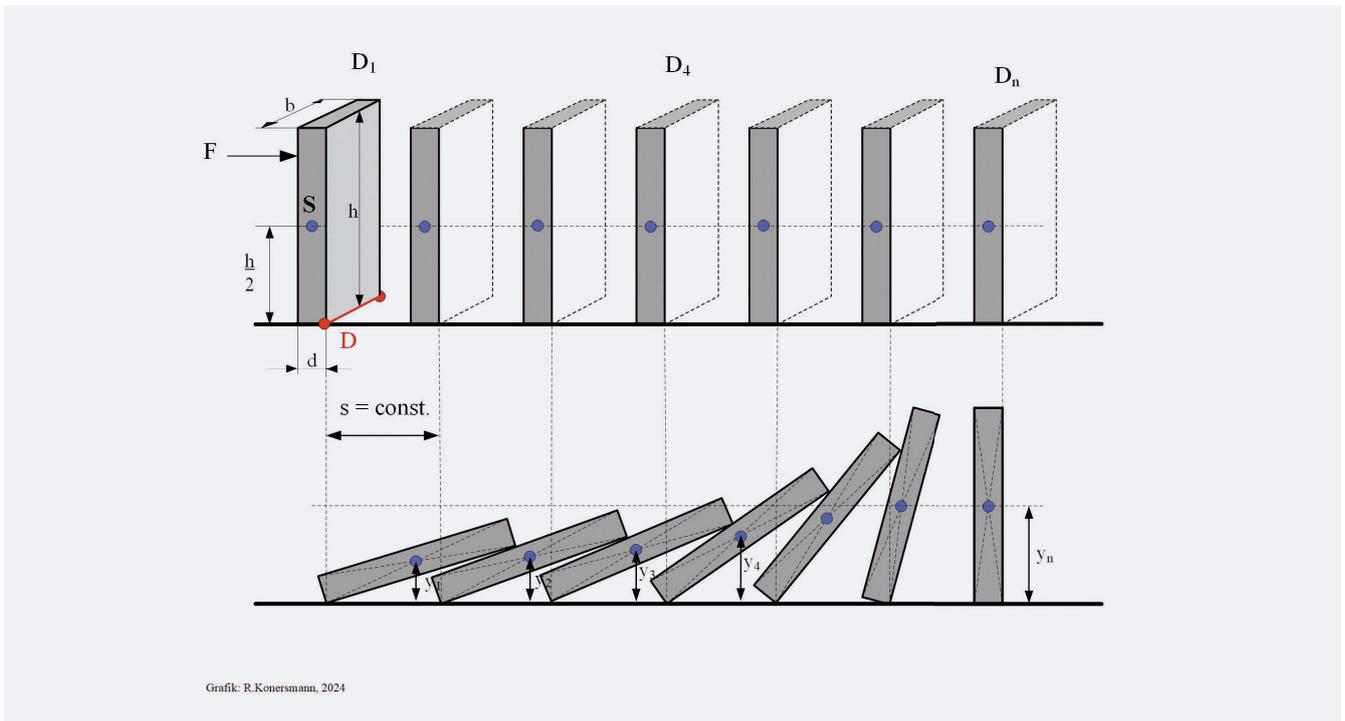


Bild 1 Anheben des Schwerpunkts beim Kippen eines Dominosteins
Grafik: R. Konersmann

Seveso (1976) sind bis heute unvergessen. Die bitteren Erfahrungen aus diesen Unfällen mündeten in rechtliche Anforderungen (Seveso-Richtlinie). Die Unfälle von Mexico City (1984) und Bhopal (1984) bestätigten die Notwendigkeit, ein solches Instrument zu schaffen. Nähere Ausführungen dazu sind entbehrlich, die Literatur zu diesem Thema ist umfassend und bekannt. Das Interessante am Dominoeffekt ist der erste Stein, der Initialstein, und die Frage, was bei seinem Umkippen in der Nachbarschaft passieren kann. Das Erkennen von Dominoeffekten ist



Grafik: R.Konersmann, 2024

Bild 2 Die Domino(ketten)reaktion Grafik: R. Konersmann

kompliziert und die Planung von Präventivmaßnahmen nicht immer einfach.

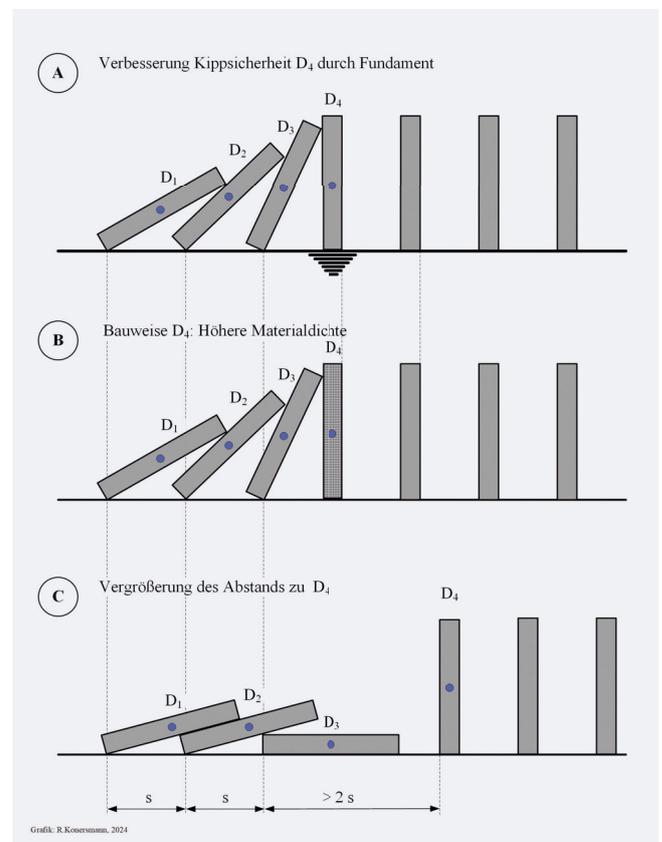
Die Physik des Dominosteins

Schauen wir uns den unheilvollen Stein etwas genauer an. Im Ruhezustand befindet sich der aufrecht stehende Dominostein in einem stabilen Gleichgewicht. Sein Schwerpunkt S befindet sich senkrecht über seiner Standfläche $b \times d$ mit dem Mittelpunkt M . Um ihn über seine Kante D zu kippen, muss der Schwerpunkt S zwangsläufig zunächst um den Betrag $(c - h/2)$ angehoben werden. Dazu ist eine oberhalb des Schwerpunkts S angreifende Kraft F notwendig. Wenn die Hypotenuse c des Dreiecks S - M - D mit der Grundfläche einen Winkel von 90° bildet, **Bild 1**, ist eine instabile Gleichgewichtslage erreicht. Bei anhaltender Kraft F und einem Winkel $\alpha > 90^\circ$ kippt der Stein um. Dazu muss die Kraft F groß genug sein, um den instabilen Gleichgewichtszustand zu überwinden. Ist sie es nicht, kippt der Stein zurück.

Der Dominoeffekt entsteht nun dadurch, dass der erste umfallende Stein (Der „Initialstein“) einen weiteren zu Fall bringt und sich dieser Vorgang fortsetzt, bis es keinen Stein mehr gibt, der umfallen kann, **Bild 2**.

Voraussetzung ist, dass der Abstand s zwischen den Steinen so gewählt wird, dass der nächstfolgende Stein getroffen wird und dieser ebenfalls in einen instabilen Gleichgewichtszustand versetzt wird. Die Höhe der Schwerpunkte S verringern sich von Stein zu Stein um einen Betrag y_n der quasi ein Maß für den Energieinhalt des jeweiligen Steins darstellt.

Der mathematischen Behandlung dieses Themas sind kaum Grenzen gesetzt [1, 2]. In allen Belangen ist immer die Frage interessant, was unternommen werden kann, um eine Dominoreaktion zu verhindern bzw. zu stoppen. Als Bedingung soll dabei zunächst gelten, dass die Geometrie der einzelnen Steine nicht



Grafik: R.Konersmann, 2024

Bild 3 Möglichkeiten zur Unterbrechung einer Dominoreaktion Grafik: R. Konersmann

verändert werden darf, alle müssen identisch sein. Drei Möglichkeiten springen dann sofort ins Auge, **Bild 3**.

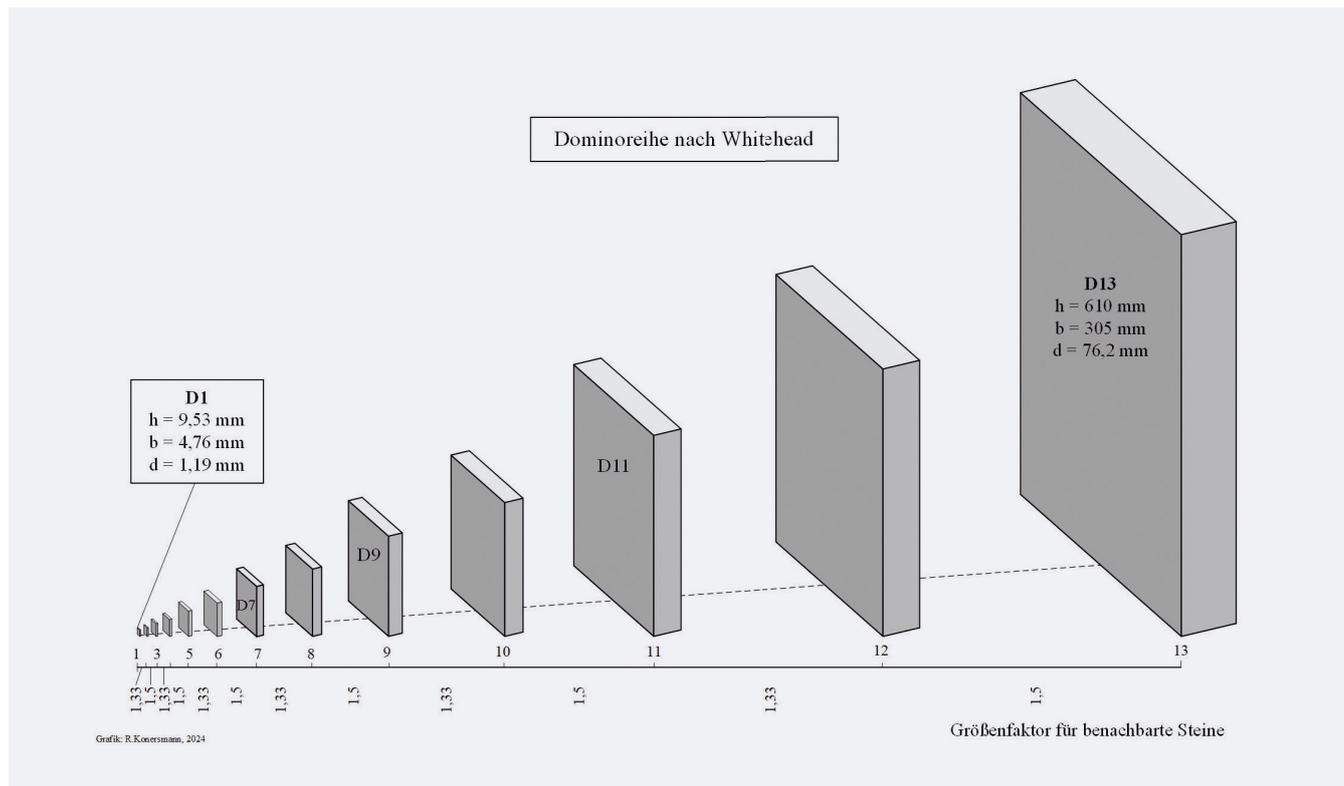


Bild 4 Dominoreihe nach Whitehead Grafik: R. Konersmann

Zum einen ist es denkbar, wie gesagt, unter Beibehaltung der geometrischen Abmessungen, die Kippsicherheit eines Dominosteins zu erhöhen, z. B. durch ein Fundament (Bild 3/A). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Materialdichte des Steins D_4 zu erhöhen. Man könnte dies auch als eine Art Panzerung auffassen (Bild 3/B). Und „zu guter Letzt“, dies verletzt jetzt allerdings ein bisschen die Spielregeln, könnte der Abstand zwischen D_3 und D_4 vergrößert werden. Stichwort Sicherheitsabstand. In all diesen Fällen weiß man aber schon, dass die Steine D_1 bis D_3 „Wackelkandidaten“ sind und dass spätestens bei D_4 etwas in sicherheitstechnischer Hinsicht passieren muss. Die große Kunst besteht nun aber darin, dies für einen speziellen Fall herauszufinden, im Rahmen einer Risikoanalyse. Dazu später.

Die Whitehead-Domino-Reaktion

Der kanadische Physikprofessor *Lorne A. Whitehead* beschäftigte sich Anfang der 1980er-Jahre mit der Frage, ob sich eine Domino-Kettenreaktion [3] auch mit Dominosteinen erzeugen lässt, die alle unterschiedlich groß sind, speziell solche, die um einen bestimmten Faktor in allen Dimensionen wachsen und sich nicht streng an das 1:2:4-Seitenverhältnis halten. Dies würde dann anschaulicher darstellen, das eine kleine Initialzündung in eine tsunamiartige Wirkung entfachen könnte, **Bild 4**.

Whitehead benutzte dazu unterschiedlich dicke Acrylplatten, die er durch Verkleben auf die entsprechenden Abmessungen brachte. Der 1. „Whitehead-Stein“ hatte die Abmessungen $9,53 \times 4,76 \times 1,19$ mm. Die „krummen“ Abmessungen ergeben sich aus dem amerikanischen Maßsystem. Der 2. Stein wurde um den Faktor 1,33 vergrößert, der nächste um den Faktor 1,5, dann wieder um 1,33 usw. Das „Bildungsgesetz“ für die Whitehead-Dominos entstand aus praktischen Gegebenheiten und ist mit den

verschiedenen Dicken der zur Verfügung stehenden Acrylplatten zu erklären. Die zu diesem Experiment im Internet verfügbaren Videos sind eindrucksvoll, bestätigen jedoch nur das Erwartete. Nämlich, das ein kleiner Stein letztendlich einen Koloss zum Einsturz bringen kann.

Vom Dominoeffekt zur Ereigniskette

Der Begriff „Dominoeffekt“ ist also nichts anderes als eine mechanische Veranschaulichung dafür, dass ein Anfangsereignis, das allein kein großes Zerstörungspotenzial besitzt, zu weiteren Ereignissen führen können, die weitere Wirkungen mit einer größeren Schwere und noch größerem Wirkungsradius hervorrufen können. Dies sind vor allen Dingen Überdruck, Trümmerwurf und Wärmestrahlung. Kurzum: Nach dem Fall des ersten Dominosteins wird in der Regel eine Ereigniskette in Gang gesetzt, die sich fortpflanzt und im schlechtesten Fall alles in Schutt und Asche legt. Die Aufgabe einer Risikoanalyse besteht darin, vorauszusehen aus welchen Ursachen eine Unfallereigniskette in Gang gesetzt werden kann und welche Folgeereignisse dann zu erwarten sind bzw. nicht sicher ausgeschlossen werden können. Dies ist nicht immer einfach. Generell müssen zwei Fälle unterschieden werden. Im günstigsten Fall liegen für konkretes Produkt, z. B. ein Auto, langjährige praktische Einsatz- und Unfallereignisse vor. Aus der Unfallstatistik lässt sich dann ableiten, welche Schwachstellen zu einem Unfall geführt haben und durch welche Maßnahmen sich Unfallfolgen mildern lassen. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung des Sicherheitsgurtes für Kraftfahrzeuge. Notwendig wurde diese geniale Erfindung durch die „Schwachstelle Mensch“, die sich nicht dazu bringen ließ und lässt, sich regelkonform zu verhalten. Durch die massenhafte Verbreitung identischer und ähnlicher Produkte entsteht zwangswei-

se auch eine umfangreiche Unfalldatenbank die sich statistisch auswerten lässt. Der zweite Fall betrifft technische Anlagen und Produkte von denen nur wenige existieren. Dies sind spezielle Anlagen der Chemie, Kerntechnik und Luft- und Raumfahrt. In diesen Bereichen kommt es relativ selten zu Unfällen, die jedoch im Ereignisfall ein sehr hohes Schadensausmaß erreichen können. In diesen Fällen steht keine aussagekräftige Unfallstatistik zur Verfügung, aus der man ableiten könnte, mit welchen potenziellen Gefahren zu rechnen ist. Die Erfahrung lehrt, dass fast jeder Unfall immer eine Folge von vielen Fehlern ist, das eine Ereigniskette abläuft, die schließlich zu schwerwiegenden Konsequenzen führt. Ein Bauteilversagen allein muss noch nicht in einem Unfall enden. Erst durch die Verkettung mit noch weiteren Störungen kann es zu einem Unfall kommen, in besonders schlimmen Fällen zu einer Katastrophe. Als ein anschauliches Beispiel für den zweiten Fall bietet sich das tragische Ende der Concorde an. Es war eine kühne Entwicklung, die Erfindungsreichtum und Mut verlangte, schließlich aber aufgrund mangelnder Effizienz scheitern musste.

Die Concorde, eine kurze Reminiszenz

Die Concorde wurde ausschließlich für den Zweck entwickelt, schnell zu fliegen. Diesem Zweck musste alles untergeordnet werden. Der Treibstoffverbrauch für den Überschallflug war enorm. Die maximale Startmasse der Concorde betrug 185 t, davon fielen 95 t auf den Treibstoff. Die Nutzlast, d. h. die Anzahl der Passagiere, mußte daher auf 100 begrenzt bleiben. Für eine dichtere „Bestuhlung“, um vielleicht noch einige zusätzliche Passagiere mitnehmen zu können, hätte man den Komfort noch weiter einschränken müssen. Wobei: Komfort gab es eigentlich nicht. Der Champagner und der Tomatensaft wurden per Hand ausgebracht, für einen Servierwagen war der Gang zwischen den Sitzreihen zu schmal. Außerdem limitierten Gepäck der Passagiere und ein paar eiligen und vielleicht auch wichtigen Papieren, Briefen usw. konnte keine Fracht befördert werden. Der erste Testflug einer französischen Concorde erfolgte am 02.03.1969. Der englische Prototyp startete einen Monat später, am 9. April. Am 01.10.1970 wurde erstmals, für eine Zeitdauer von 9 Minuten, die Geschwindigkeit von Mach 2 (2 470 km/h) erreicht. Der französische Pilot *Fernand Andreani* erreichte 8 Jahre später, 1978, auf einem Linienflug zwischen Paris und New York eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 1 669 km/h. Dies war die schnellste Atlantiküberquerung, die jemals erreicht wurde [4]. Dieser Flug dauerte 3 Stunden, 30 Minuten und 11 Sekunden. Die Concorde mit der Registrierung F-BTSC, **Bild 5**, war die erste, die an den Start ging. Sie absolvierte ihren Erstflug am 31. Januar 1975. Sie war es auch, die, mit ihrem Absturz am 25. Juli 2000, die Ära des zivilen Überschallflugs beendete.

Die französisch-britische Concorde-Flotte wuchs in den Jahren von 1975 bis 1979 auf 14 Maschinen an und war fast 26 Jahre lang im kommerziellen Liniendienst unterwegs. Während ihres Einsatzzeitraums führten die 14 Maschinen ungefähr 84 000 Starts und Landungen aus, ohne dass dabei jemals ein Passagier zu Schaden kam. Eine solche Bilanz kann kein anderes Passagierflugzeug, ob von Boeing oder Airbus, vorweisen, obwohl sie in wesentlich größeren Stückzahlen gebaut wurden. Die Concorde war ein Meilenstein. Gäbe es eine „Hall of Fame for History of Technology“ oder so ähnlich, sie würde dort zu besichtigen sein. In Frankreich und Großbritannien hatte sich die Concorde



Bild 5 Air France Concorde F-BTSC im September 1980 in Birmingham
Foto: Carl J. McQuaide Aviation Postcards

darum zu einem nationalen Statussymbol entwickelt. Statussymbol ist eigen, dass man sie nicht kritisiert, schon gar nicht in den eigenen Reihen. Dies wäre unpatriotisch. Dies ist zu beachten wenn man französische und britische Texte liest, um die Ereigniskette, die zur Katastrophe führte, zu verstehen.

Notwendigkeiten und Kompromisse

Das augenfälligste Merkmal der Concorde war ihr lang gestreckter schmaler Rumpf, die hohen Fahrwerksbeine und der sogenannte Doppeldeltaflügel. Ein solcher Flügel ist für den Überschallflug zwingend notwendig. Das Auftriebsverhalten dieses Deltaflügels ist in der Startphase jedoch äußerst ungünstig. Für Kampfflugzeuge, die in fast jedem Geschwindigkeitsbereich sicher operieren müssen, wurden deshalb Schwenkflügel erfunden. Diesen Luxus konnte man sich bei der Concorde aus Gewichtsgründen nicht leisten. Die Folge war, dass der Start mit einer höheren Geschwindigkeit erfolgen musste, als dies bei allen gängigen zivilen Flugzeugen der Fall ist. Um die optimale Startgeschwindigkeit von ca. 400 km/h erreichen zu können, musste daher auf die Nachbrennerunterstützung zurückgegriffen werden, wie es sonst nur bei Militärflugzeugen der Fall ist. Dabei wird Kerosin in den austretenden Luftstrahl der Triebwerke eingespritzt und gezündet. Dadurch entsteht eine enorme Zusatzbeschleunigung, die die Startbahnlänge drastisch verkürzt. Der optische Effekt erinnert an eine Flamme, die direkt hinter dem Triebwerk austritt, quasi „nachverbrennt.“ Ein spezielles Problem der Concorde war ihr Hauptfahrwerk, insbesondere die Reifen. Infolge der hohen Start- und Landegeschwindigkeiten waren sie enormen Belastungen ausgesetzt und mussten, man kennt dies aus der Formel 1, häufiger gewechselt werden. Während bei einem „normalen“ Unterschall-Passagierflugzeug ein Reifenwechsel erst nach etwa 200 Starts und Landungen (cycles) notwendig ist, war er bei der Concorde schon nach ca. 30 Starts notwendig. Das Hauptfahrwerk bestand aus je 2 Paar Reifen, die hintereinander angeordnet waren. Sie hatten einen Durchmesser von ca. 1,2 m, waren 40 cm breit und wurden mit einem Innendruck von bis zu 22 bar betrieben. Das besondere Problem der Fahrwerkskonstruktion war die Einhaltung des Geradeauslaufs. Dazu wurden Distanzringe, sogen. Spacer, verwendet, die garantieren sollten, dass alle 4 Reifenpaare genauestes hintereinander geradeaus liefen. Jede Abweichung, jeder „Querlauf“ konnte Reifenschäden verursachen. Von 1976 bis 2000, also über einen Zeitraum von 25 Jahren, gab es 72 Reifenzwischenfälle, sieben davon hatten schwerwiegende Konsequenzen, dazu später.

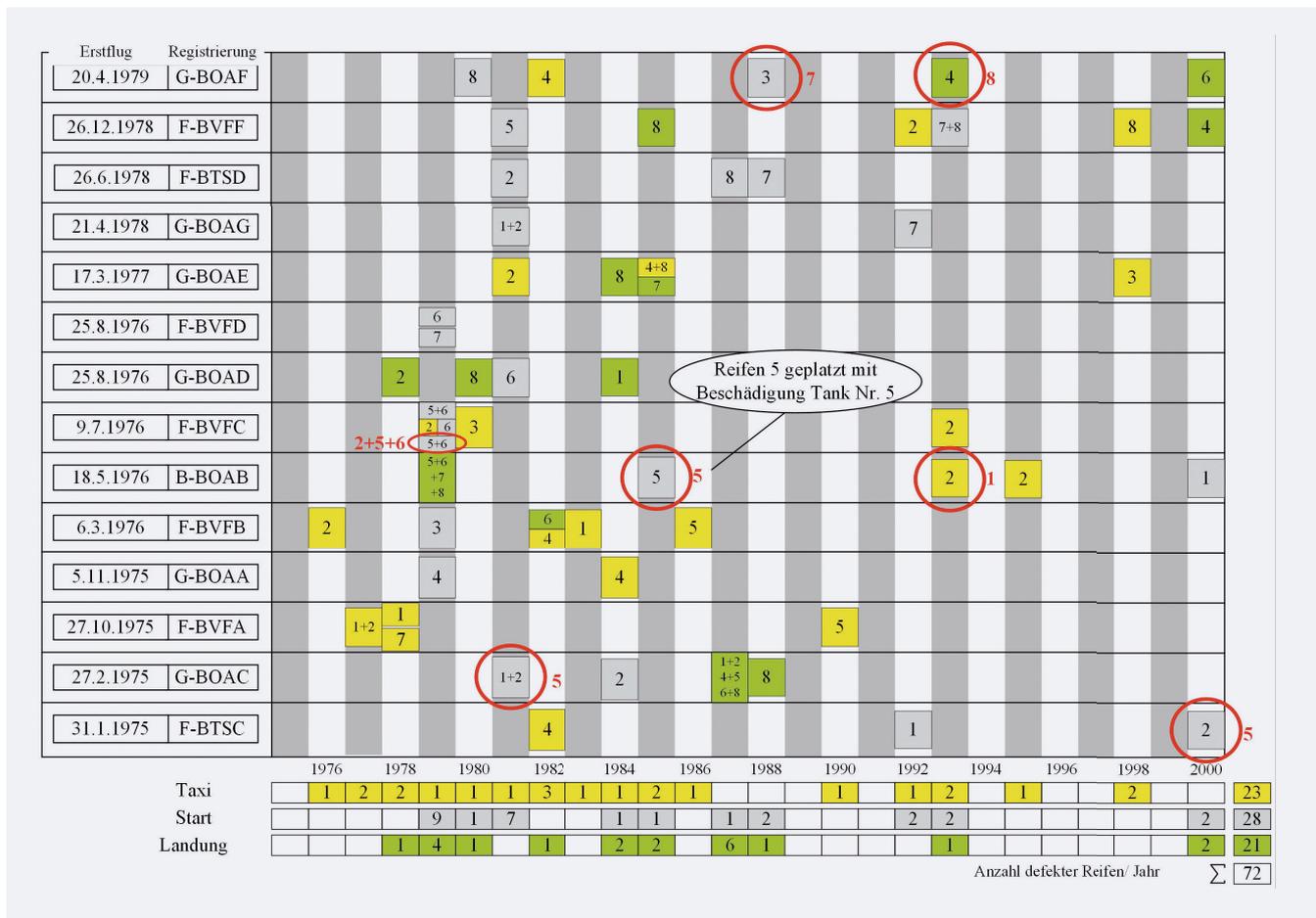


Bild 6 Dokumentierte Schäden an den Reifen des Hauptfahrwerks Grafik: R. Konersmann

Da der Doppeldeltaflügel beim Start aufgrund seiner Auftriebscharakteristik einen relativ steilen Anstellwinkel verlangte und dadurch das Rumpfeck beim Start beschädigt werden konnte, mussten die Fahrwerksbeine sehr lang („Storch“) ausgeführt werden. Das Hauptfahrwerk war eine grazile Konstruktion, die bei einer Geschwindigkeit von 400 km/h exakt geradeaus laufen musste, trotz mäßig ebenem Untergrund, Seitenwind und allen Trimmlagen. Um zu verhindern, dass bei einer nassen Startbahn Wasser in die Triebwerke gesaugt wird und die Leistung herabsetzt, wurden vor den Reifen des Hauptfahrwerks sogenannte Deflektorschilde montiert. Auch diese mussten perfekt an die Geometrie angepasst sein und durften keine großen Abweichungen aufweisen. Zu guter Letzt muss noch erwähnt werden, dass sich die Außenhaut beim Überschallflug sehr stark aufheizt, was zu Materialproblemen der Aluminiumlegierung führen kann. Bei Unterschallgeschwindigkeiten erreichen die Flugzeugoberflächen bei einer Reiseflughöhe zwischen 11 000 m und 14 000 m ungefähr - 35°C (bei einer Außentemperatur von ca. - 56°C). Bei einer doppelten Überschallgeschwindigkeit erreicht jedoch die Oberfläche, trotz einer geringeren Luftdichte und der tiefen Außentemperatur, die in 16, 5 km Höhe ebenfalls mit - 56,5°C angenommen wird [5, 6], ca. + 130°C [7] und an der Bugspitze + 153°C [8]. Trotz einer speziellen Aluminiumlegierung für die Tragflächen, die einer Temperaturbelastung von ca. 120°C widersteht, war aus Sicherheitsgründen eine innere Kühlung notwendig. Daher wurde die Idee des „nassen Flügels“ geboren. Dies bedeutet, dass das Kerosin nicht nur als Treibstoff, sondern auch als Kühlmittel verwendet wird.

Die Kraftstofftanks der Concorde befanden sich darum unmittelbar unter der 1,5 mm dicken Außenhaut. Ein separater Kraftstofftank, mit eigener Hülle, wie ihn die „normalen“ Verkehrsflugzeuge besitzen, konnte konstruktiv nicht umgesetzt werden. Dies hatte dann zur Folge, dass ein ausgeklügeltes Kraftstoffpumpensystem installiert werden musste, das dafür sorgte, dass zum einen die Trimmfläche immer konstant blieb und zum anderen die erhitzten Tragflächenbereiche immer ausreichend mit Kerosin benetzt wurden. Für die Erklärung der Katastrophe vom 25.07.2000 sind diese technischen Besonderheiten nicht unerheblich.

Das Reifenproblem

Ein Problem, das vor allen Dingen in den ersten Einsatzjahren immer wieder auftrat, war die Standfestigkeit der Reifen. Flugzeugreifen sind, wie alle anderen „normalen“ Reifen auch, Verschleißteile. Das Zerplatzen eines Reifens, auch ein langsamer Druckverlust, wird deshalb in den Wartungszyklen eingerechnet. Bei der Concorde war dies jedoch, aufgrund ihrer konstruktiven Besonderheiten, etwas differenzierter zu sehen. Nach den ersten Einsatzerfahrungen zeigte sich, dass bei Reifendefekten mit Folgeschäden gerechnet werden musste. Die einfachste Form, der Druckverlust oder das Ablösen eines Mantelteils waren noch relativ harmlos. Das plötzliche Reifenbersten verursachte in einigen Fällen jedoch weitere Schäden an der umgebenden Fahrwerksmechanik, sodass metallische Kleinteile abgesprengt wurden, die die

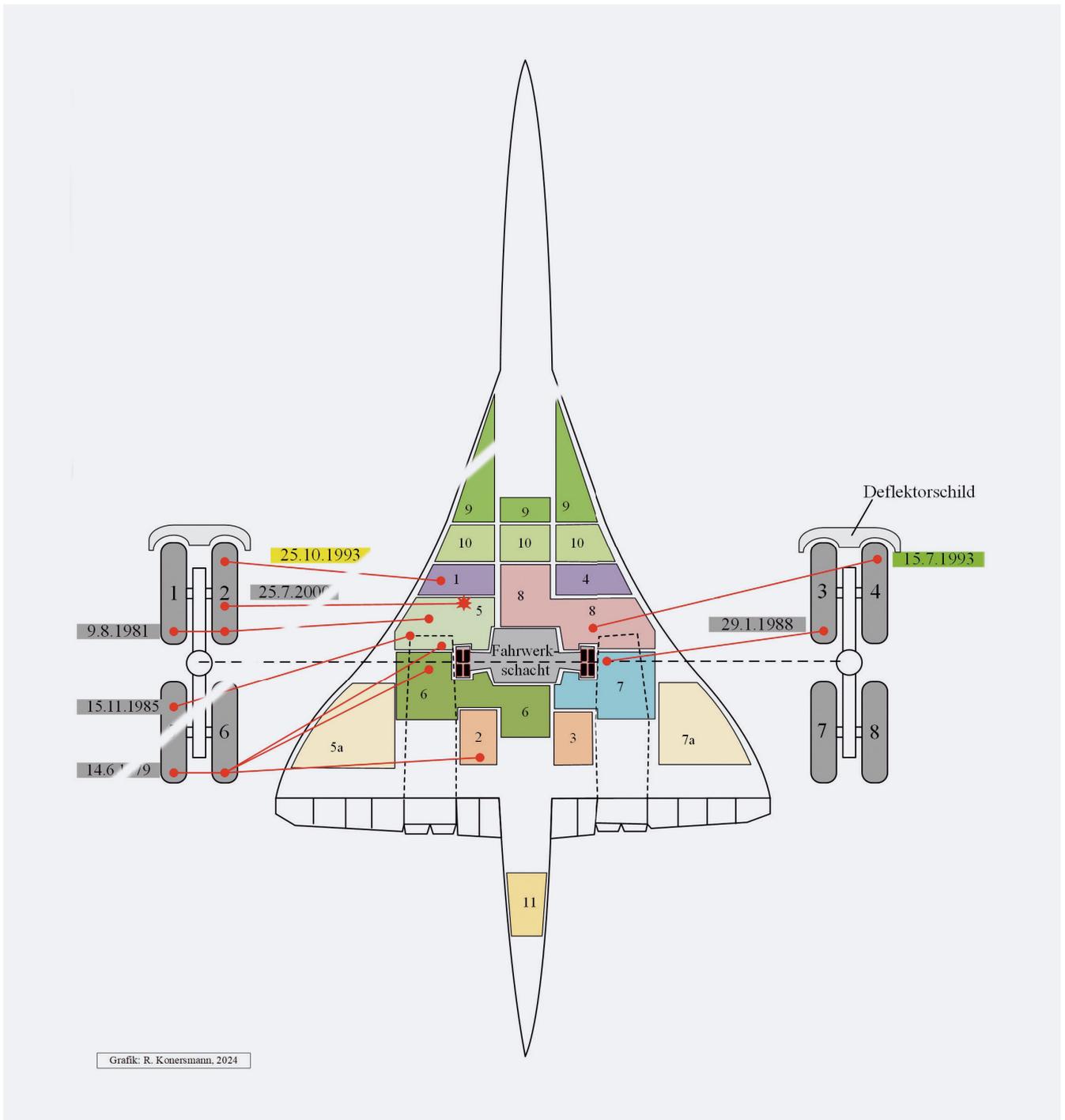


Bild 7 Reifenschäden der Concorde-Linienmaschinen im Zeitraum 1979-2000 Grafik: R. Konersmann

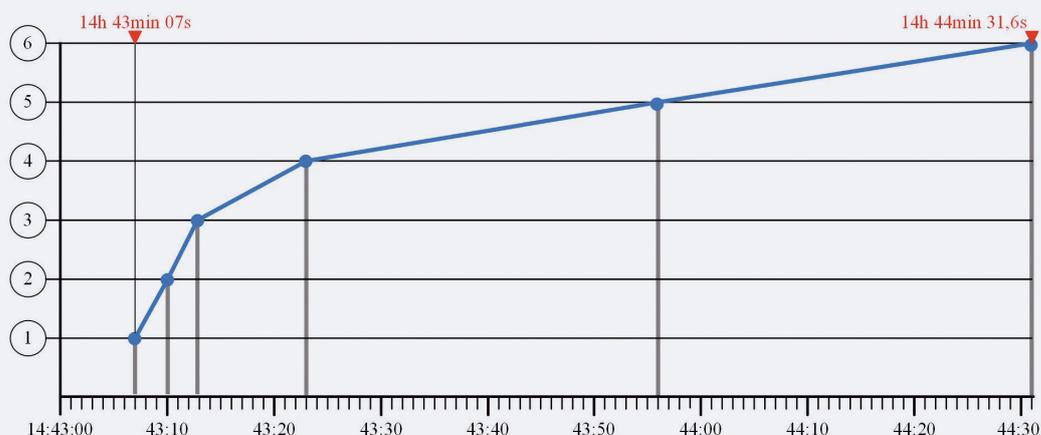
Außenhaut der Tanks durchschlagen konnten. Während der fast 25-jährigen Einsatzzeit (1976-2000) wurden insgesamt 72 Reifenschäden registriert, **Bild 6**. In der Startphase versagten 28, während der Landung 21 und dem Rollen auf dem Flughafen (TAXI) 23 Reifen des Hauptfahrwerks.

Der Concorde – Flug 4590 vom 25. Juli 2000

Wie die Schadensstatistik zeigt, war nach den ersten Reifenproblemen in den Jahren 1976 bis 1978, spätestens im Jahr 1979

klar zu erkennen, dass die Probleme mit den Reifen zu großen Schwierigkeiten führen können. In diesem Jahr waren insgesamt fünf Linienmaschinen betroffen, im Jahr 1981 schon sechs. In den Jahren von 1976 bis einschließlich 2000 gab es insgesamt 72 Unfallereignisse, die durch Reifenschäden ausgelöst wurden. In den sechs Fällen vor der Katastrophe von Gonesse wurden die Kerosintanks jedoch ausschließlich durch umherfliegende Metallteile durchschlagen, **Bild 7**.

Beim Unfall von Gonesse, der das Ende der Concorde-Ära einleitete, wurde der Kerosintank nicht durch Metallteile



- ① Der Reifen Nr. 2 des linken Hauptfahrwerks überrollt ein Metallteil auf der Startbahn und reißt den Reifenmantel auf, ein Teil des Mantels löst sich ab
- ② Das Reifenbruchstück fliegt in den offenen Fahrwerksschacht
- ③ und zerreißt ein Elektrokabel und prallt fast zeitgleich gegen Unterseite des Tank Nr. 5
- ④ Der Tank 5 reißt auf, Kerosin tritt aus und entzündet sich, ein Startabbruch ist nicht mehr möglich
- ⑤ Die Triebwerksleistung sinkt, dadurch verringert sich die Geschwindigkeit
- ⑥ Die Concorde stürzt ab

Grafik: R.Konersmann, 2024

Bild 8 Der Absturz der Concorde, dargestellt als Dominoeffekt Grafik: R. Konersmann

durchschlagen. Zum ersten Mal in der Unfallhistorie wurde ein sehr großes und auch sehr schweres Reifenbruchstück gegen die Unterseite des Tanks geschleudert. Durch die hohe Druckbelastung wurde im nicht komprimierbaren Kerosin eine Schockwelle erzeugt, die das Platzen einer Schweißnaht zur Folge hatte. Dies ist jedenfalls bis zum heutigen Tag die plausibelste Erklärung. Der erste schwere Zwischenfall, bei dem platzende Reifen eine Rolle spielten, ereignete sich am 14.06.1979 in Washington D.C./USA. Beim Startlauf platzten die Reifen Nr. 5 und 6. Metallische Trümmer verursachten Lecks an den Treibstofftanks Nr. 2, 5 und 6 und beschädigten Hydraulikleitungen, sodass das Fahrwerk nicht mehr eingefahren werden konnte. Im Gegensatz zur Katastrophe vom 25.07.2000 brach jedoch kein Feuer aus, sodass eine Notlandung möglich war. In der Folge kam es noch zu weiteren 5 ähnlichen Schadensfällen, bei denen ebenfalls die Flächentanks leck geschlagen wurden. Nach dem Absturz der Concorde wurde u. a. der Reifenhersteller gewechselt und die neuen Reifen wurden unter der Lauffläche mit Kevlar verstärkt. Die Unterseiten der Flächentanks wurden innen ebenfalls mit Kevlar-Matten beschichtet. Die Kabel im Fahrwerksschacht wurden

neu gebündelt und mit Teflon und einer Aluminiumschicht überzogen. Wir erinnern uns: Damit ein Dominostein nicht umfallen kann, muss man ihn einbetonieren oder panzern. Genau dies ist hier geschehen.

Der Domino-Ereignisablauf

Um den Ereignisablauf als Dominoreaktion darzustellen wird die Abszissenachse als Zeitachse verwendet. Die Ordinate ist in jeweils gleich lange Abschnitte eingeteilt und stellt sozusagen den Abstand zwischen den Dominosteinen dar, **Bild 8**. Zu den jeweiligen Ereignissen ist folgendes zu bemerken: Unstrittig ist, dass ein auf der Startbahn liegender Metallstreifen, der von einer voraus startenden Maschine abgefallen ist, überrollt wurde. Man erwartet nicht, dass von einem vorschriftsmäßig gewarteten Flugzeug, etwas beim Start abbricht und genau dieses Teil einen Reifen beschädigt. Dass sich Fremdkörper auf der Start- und Landebahn befinden, ist keine Seltenheit. Bei den kurzen Taktzeiten ist es fast unmöglich, vor jedem startenden Flugzeug eine kilometerlange Betonpiste nach unerwünschten Objekten abzusuchen. In den Jahren von

1976 bis zum Tag des Absturzes, am 25.07.2000, sind beim Start insgesamt 27 Reifenschäden aufgetreten. Der letzte ernst zunehmende Zwischenfall bei einem Start ereignete sich am 29.01.1988 in London, also vor 12 Jahren. Anhand der Reifen-Unfallstatistik ist zu erkennen, die Reifen von 1976 bis einschließlich 1988 immer Ärger bereiteten. In jedem Jahr und in fast jedem Betriebszustand, flogen den Piloten die Reifen um die Ohren. Nach dem Vorfall von London, 1988, nimmt die Anzahl der Unfälle merklich ab. In den Jahren 1989, 1991, 1994, 1996, 1997 und 1999, in dieser Zeit waren alle 14 Linienmaschinen im Einsatz, passierte anscheinend gar nichts. Irgendeine Qualitätsverbesserung musste also zum Erfolg geführt haben. Und dann, am 25.07.2000, geschah es zum ersten mal, dass von einem Reifen an relativ kompaktes Stück des Mantels „abgeschält“ wurde. Dieses Stück war ca. ein Meter lang, 33 cm breit und wog 4,5 kg [9]. Nun kommt der Zufall ins Spiel. Dieses Bruchstück hätte überall hinfliegen können, es wurde aber ausgerechnet in den offenen Fahrwerksschacht geschleudert. Es zerriss dabei ein Elektrokabel und prallte fast zeitgleich gegen die Unterseite des Tanks Nr. 5. Dieser Tank war bis zum Möglichen mit Kerosin gefüllt und hatte darum keine Kompressionsreserven. Er riss infolge des Druckstoßes auf. Durch die einschalige Konstruktion wurde das Kerosin sofort freigesetzt. Die Durchmischung mit dem Luftsauerstoff und das abgerissene Kabel als Zündquelle brachten den letzten Dominostein zu Fall. Nach dem Absturz der Concorde wurde u. a. der Reifenhersteller gewechselt und die neuen Reifen wurden unter der Lauffläche mit Kevlar verstärkt. Die Unterseiten der Flächentanks wurden innen ebenfalls mit Kevlar-Matten beschichtet. Die Kabel im Fahrwerksschacht wurden neu gebündelt und mit Teflon und einer Aluminiumschicht überzogen. Wir erinnern uns: Damit ein Dominostein nicht umfallen kann, muss man ihn einbetonieren oder panzern. Genau dies hatte man nun gemacht.

Nach dieser Sichtweise ist die Unfallursache weder auf das Überrollen eines Metallteils noch auf das Platzen eines Reifens zurückzuführen, sondern auf die spezielle einschalige Konstruktion der in den Flügeln integrierten Kraftstofftanks. Es ist zweifelhaft, ob genau dieser Ereignisablauf vorhersagbar war. Man wusste allerdings, dass die platzenden Reifen Metallbruchstücke freisetzen und in Richtung der Tanks schleudern konnten. Als Reaktion wurden die Reifen verstärkt, die Hersteller gewechselt. Es war eine äußere Kosmetik, die von der Öffentlichkeit fast unbemerkt in den Wartungshallen stattfinden konnte. Die teure Variante, die zeitweilige Unterbrechung der Linienflüge und die zeitaufwendige Umrüstung der Kerosintanks, wurde erst in Angriff genommen, als es sich nicht mehr verhindern lies. Aber da war es schon zu spät. Als die „regenerierte“ Concorde mit gutem Gewissen wieder starten durfte, hatte der 11.09.2001 die Welt gründlich verändert. Für den zivilen Überschallflug, der sowieso nie kostendeckend war, gab es keinen Bedarf mehr.

Fazit

Jedes Unfallereignis beginnt mit dem Versagen eines Bauteils. Ob dies weitere Ereignisse nach sich zieht, hängt von den Randbedingungen ab. Mechanische Wirkungen, z. B. nach dem Whitehead-Modell, sind begrenzt. In der Technik wird der Dominoeffekt als Synonym für eine Ereigniskette verwendet, die vorwiegend durch Strahlung, Trümmerwurf und Überdruck charakterisiert ist. Die Wirkungsradien solcher Einflüsse sind bekannt und man kann daraus Schutzmaßnahmen, Dimensionierungsrichtlinien, Sicherheitsabstände usw. herleiten. Trotzdem bleibt immer ein Restrisiko bestehen. Um aus diesem Dilemma herauszukommen, haben findige Köpfe den Begriff des „Dennoch-Störfalls“ eingeführt. Dahinter steht der Gedanke, bzw. das Wissen, dass es keine hundertprozentige Sicherheit gibt, aber auch, das nicht alle aufgestellten Dominosteine umfallen dürfen. Das Beispiel der Concorde zeigt, dass dies bei innovativer Technik schwierig ist. Viele Interaktionen sind nicht vorhersehbar. Wenn man immer auf Nummer sicher gehen würde, dann hätte es viele innovative Produkte nie gegeben. ■

Literatur

- [1] Walker, J.: Experiment des Monats, Spektrum der Wissenschaft, November 1984.
- [2] van Leeuwen, J. M. J.: The Domino Effect, Leiden University, P. O. Box 9506, 2300 RA Leiden, The Netherlands, January 16, 2004.
- [3] Whitehead, L. A.: Domino „chain reaction“, Am. J. Phys. 51 (2), February 1983.
- [4] Pressemeldung Berliner Zeitung vom 12.2.2009.
- [5] ICAO-International Civil Aviation Organization: Standard Atmosphere Doc 7488/3, Manual of the ICAO Standard Atmosphere extended to 80 kilometres (262.500 feet), Third Edition, 1993.
- [6] International Standard ISO 2533: 1979–12, Standard atmosphere.
- [7] Spaeth, A.: Concorde, GeraMond Verlag, München 2003.
- [8] Becker, H.-J.: Concorde, Geschichte-Technik-Triumph und Tragödie, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2002.
- [9] Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile BEA: Accident on 25 July 2000 at La Patte d'Oie in Gonesse (95) to the Concorde registered F-BTSC operated va Air France, Report translation f-sc000725a.



Dr.-Ing. Rainer Konersmann

Ehem. Bundesanstaalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin.

Foto: Autor

CSE-Sicherheitstage 2024 auf der Nordseeinsel Wangerooge

Die Community trifft sich auf der Insel. Nordseeluft, Dünen und Mee(h)r inspirieren zu intensiven Diskussionen. Themenbereiche sind Safety und Security.

Es werden 150 Teilnehmer erwartet, darunter 3 Dechema Fachgruppen, die ihren gemeinsamen Austausch dort stattfinden lassen – dies sind die Fachgruppen Sicherheitsgerechtes Auslegen von Chemieanlagen, Funktionale Sicherheit und Reaktionstechnik schwieriger Prozesse.

Die Tagung lebt von den klassischen Themen der Sicherheitstechnik, aber auch dem Queraustausch zwischen Disziplinen und mit Persönlichkeiten. Frau Dr. **Katja Horneffer** (siehe **Bild 1**), die Meteorologin aus dem ZDF, die nach den Tagesthemen das Wetter der kommenden Tage präsentiert, wird einen Plenarvortrag halten über die Auswirkungen des Klimawandels auf technische Anlagen: **Hagelsturm, Hochwasser und Hurrikans in Deutschland – Perspektiven für Anlagen im Klimawandel**. Und Prof. Dr. Ortwin Renn, der ehemalige Wissenschaftliche Direktor am Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit (Helmholtz Zentrum Potsdam), widmet sich der Ignoranz, gegen die Folgen des Klimawandels jetzt hinreichend anzugehen – warum verharren wir lange auf dem „Status quo“, obwohl allen klar ist, dass eine Wende her muss? Glauben wir, es wird schon nicht so schlimm werden? Und auch die kurzfristigen Auswirkungen von Naturereignissen auf technische Anlagen (NaTech) und die notwendigen Vorkehrungen werden diskutiert – u.a. die Umsetzung der TRAS 310/320.

Digitalisierung in der Sicherheitstechnik ist ein weiterer Veranstaltungsbereich – künstliche Intelligenz zur Erstellung automatisierter HAZOPs, zur Suche von Leckagen in Anlagen oder auch für das Integrity-Management. Wie vertrauenswürdig ist diese Technik? Darf sie in der Sicherheitstechnik eingesetzt werden? Nutzen und Risiken müssen abgewogen werden. Dies gilt auch bei den Vorträgen zum **Risikomanagement in der Praxis**, mit neuen Techniken zu Quantitativen Risikoanalysen und Konzepten für HAZOPs vs. Maschinensicherheit (TRGS 725).

Cybersecurity und Funktionale Sicherheit sind in den Fokus gerückt, spätestens, seit die Leitungen der Nordstream zerstört und der Krieg in der Ukraine begonnen hat. Was bei dem



Bild 1 Dr. Katja Horneffer, Plenarvorträge CSE-Sicherheitstage 2024. Foto: J. Schmidt

Ereignis in der Ostsee mutmaßlich passiert ist, ist eines der spannenden Themen, wie heute Cybersicherheit in der Praxis von Chemieanlagen umgesetzt wird, ein anderes Thema der Tagung. Sabotage und Terror von Anlagen und der Schutz von Gashochdruckleitungen und Chemieanlagen als Anlagen der kritischen Infrastruktur wird in weiteren Präsentationen dargestellt.

Doch wie sieht es mit den eher **klassischen Themen der Sicherheitstechnik** aus? Auch hier bieten die CSE-Sicherheitstage 2024 ein breites Spektrum: SIL für mechanische Sicherheitseinrichtungen (die neue ISO 17955 industrial valves), neueste Erkenntnisse aus der

Explosion von Wasserstofffreisetzungen, Alarm- und Gefahrenabwehrplanung einmal neu gedacht, neueste Entwicklungen bei der Durchflusskalorimetrie, Flattern von Sicherheitsventilen. Sicherheitsanalysen, Explosionsschutz, Reaktionstechnik, Rückhaltung von Stoffen, Lessons learnt aus Ereignissen und viele weitere Themen sind im Programm der Sicherheitstage 2024 vorgesehen. (<https://cse-engineering.de/cse-sicherheitstage-2024/Programm2024>)

Aber was wäre die Tagung ohne die Gespräche am Rande, die Diskussionen und der Austausch mit anderen ExpertInnen? Erst der interdisziplinäre Austausch aus Chemie, Petrochemie, Pharma, Gasnetzbetrieb und anderen Branchen mit Fachleuten, Betreibern, Herstellern und Dienstleistern der Sicherheitstechnik macht das Treffen zum Event. In 2022, zum Ausklang der Covid-Pandemie, waren bereits 100 Teilnehmer auf der Nordseeinsel (siehe **Bild 2**). Unvergessen bleibt der Grillabend bei traumhaftem Wetter in den Dünen. In diesem Jahr sollen es 150 Teilnehmer werden. Gutes Wetter ist wieder vorbestellt.

Neben dem Vortragsprogramm bietet die Tagung auch einen intensiven Dialog mit Ausstellern – hier werden Highlights der Firmen präsentiert und ausgestellt. Die Fachausstellung findet ebenfalls in der Dünenhalle statt. In 2022 hat die Firma Rembe Berstversuche in den Dünen durchgeführt – Sand, Sonne, Wums. Mal sehen, wer 2024 etwas Vergleichbares bieten wird.

Fehlt da nicht noch ein Thema? Wie sieht es mit dem Nachwuchs aus? Derzeit gehen die Zahl der Anmeldungen bei den IngenieurInnen an deutschen Hochschulen und Universitäten dramatisch zurück – es wird geforscht warum. Wenn die Baby-Boomer pensioniert werden und noch weniger Absolventen

nachrücken als derzeit, dann wird es eng. Wir wollen auf der Tagung einen Beitrag leisten, um vorzusorgen. Mit dem Patenprogramm – 10 Studierende können kostenfrei an der Tagung teilnehmen und kommen mit Ihren Sponsoren in engen Kontakt. Und das bereits rund ein bis zwei Jahre vor Abschluss des Studiums. Auf Wangerooge lassen sich Nachwuchsplanungen für die kommenden Jahre umsetzen. Melden Sie sich, wenn in Ihrem Unternehmen ebenfalls Interesse besteht. Den letzten Teilnehmern hat die Tagung einen neuen Blick auf die Sicherheitstechnik vermittelt. (siehe **Bild 3**)

Lust auf die Insel? Dann melden Sie sich JETZT an. Es lohnt nicht zu warten! Und noch einige Tipps für die Reise und Unterbringung: Wangerooge ist autofrei. Bei Anreise mit dem PkW wird der Wagen in Harlesiel, direkt vor der Abfahrt des Dampfers und fußläufig zum Flugplatz abgestellt. Wie weit es zum Strand ist? Keine 5 Minuten. Ich hoffe, wir sehen uns!

Übrigens: Die Tagung wird gesponsort von den Firmen Bayer, BIL, Covestro, Emerson, Evonik, Exida, Hartman valves, Leser, Protego, Rembe, Ontras und Siemens. Die Tagung wird unterstützt von der Dechema.

Save the date: 22.-24.04.2024, Dünenhalle Nordseeinsel Wangerooge. Alle Infos zur Veranstaltung:
<https://cse-engineering.de/cse-sicherheitstage-2024/>



Jürgen Schmidt
CSE Center of Safety Excellence, Pfnitzal
juergen.schmidt@cse-engineering.de
www.cse-engineering.de



Bild 2 Teilnehmer der CSE-Sicherheitstage 2022. Foto: J. Schmidt



Bild 3 Patenprogramm: Studierende vor dem Abflug. Foto: J. Schmidt

**VON DEN ANFÄNGEN
BIS IN DIE ZUKUNFT**

CSE-SICHERHEITSTAGE 2024
INSEL WANGEROOGE
22. - 24. APRIL 2024

SiTa 2024
CSE SICHERHEITSTAGE

www.cse-engineering.de/cse-sicherheitstage-2024

Bild 1. Sportanlage Im Haberfeld, Donaueschingen. Neubau des Vereinsheims SSC unten im Bild, mit weißer Dachabdichtung, vor dem Aufbau des Retentions-Gründachs Sponge City Roof. Foto: Mall



Starkregenvorsorge und Stadtklima, Regenwasser und lokale Wasserbilanz

Klaus W. König

Ein Gebäude mit 100 % dezentraler Regenwasserbewirtschaftung und einer Wasserhaushaltsbilanz mit angestrebten 50 % Verdunstungsanteil, wie im natürlichen Gelände vor der Bebauung? Das geht, und ist das Ergebnis einer Kooperation zweier Firmen in einem Pilotprojekt, die Produkte für die blau-grün-graue Infrastruktur herstellen.

Bei der Bewirtschaftung des Niederschlags natürliche Verhältnisse der Wasserhaushaltsgrößen Verdunstung, Grundwasserneubildung und Oberflächenabfluss herzustellen ist seit Erscheinen des DWA-Merkblatts zu Regenwetterabflüssen im März 2022 (1) das ehrgeizige Ziel der Siedlungswasserwirtschaft. Ortsbezogene Jahreswerte, die dem unbebauten Zustand entsprechen, liegen mit dem Hydrologischen Atlas Deutschland HAD (2) vor. Diese Werte trotz Bebauung zu erhalten oder annähernd wieder zu erreichen, ist das Ziel. Noch fehlen den Genehmigungsbehörden dazu aber die Durchführungsbestimmungen. In privater Initiative werden vorweg schon Pilotprojekte realisiert, Erfahrungen gesammelt und ausgewertet. Ein solches Projekt, der Vereinsheim-Neubau des Schellenberg-Sportclubs Donaueschingen (SSC), wird im Folgenden vorgestellt (**Bild 1**).

Rückbesinnung auf natürliche Verhältnisse

Die Lage des Objekts im Sportzentrum Haberfeld könnte für ein anspruchsvolles wasserwirtschaftliches Vorhaben passender nicht sein. Denn was hier im kleinen Maßstab praktiziert wird, geschieht jenseits der Grundstücksgrenze im großen Stil: Rückbesinnung auf natürliche Verhältnisse. Es geht um den Zusammenfluss von Brigach und Breg, deren Wasser aus dem Schwarzwald stammt. Und ab hier trägt der so gebildete und aus 22 weiteren Quellen gespeiste Fluss den Namen Donau. Unter gewässerökologischen Aspekten wurde dieser Ort des „Ursprungs“ renaturiert. Seit Fertigstellung 2022 ist dort wieder eine dynamische Flusslandschaft erlebbar, mit verbesserter Biodiversität und einem naturgemäßen Ausgleich zwischen Hoch- und Niedrigwasser (**Bild 2**).

DWA - MERKBLATT REGENWETTERABFLÜSSE

Die Verbände DWA und BWK haben im März 2022 das Merkblatt DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers“ veröffentlicht, das inhalts- und titelgleich im DWA- und BWK-Regelwerk erscheint. Es enthält ein einfaches Rechenverfahren für den langjährigen lokalen Wasserhaushalt in Siedlungsgebieten und gibt Hinweise zu dessen Anwendung. Mithilfe des Verfahrens können geeignete Maßnahmen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung gewählt werden, um die Abweichungen des lokalen Wasserhaushalts in Siedlungsgebieten vom Wasserhaushalt der zugehörigen unbebauten Kulturlandschaft gering zu halten.

Quelle und Bezug: DWA-Bundesgeschäftsstelle, Hennef; DWA-Shop: www.dwa.de/shop (1)

Dazu passt, dass von dem 2023 fertiggestellten Vereinsheim des SSC

- Niederschläge nicht unmittelbar von Gebäude und Grundstück abgeleitet werden. Stattdessen wird Regen in Speichern auf dem Dach, flächig unter der Substratschicht, und im Untergrund, in einer Zisterne aus Betonfertigteilen mit Filtertechnik, zurückgehalten.
- kein Tropfen Regenwasser ungenutzt in den „Vorfluter“ Donau gelangt, stattdessen ein Teil des gespeicherten Wassers für die WC-Spülungen verwendet und dadurch ganzjährig Trinkwasser gespart wird.
- ein Teil des gespeicherten Wassers zur Bewässerung des Gründachs genutzt und dadurch die Verdunstung enorm gesteigert werden kann.
- mit Hilfe von Wetterdaten die automatische Steuerung zur Dachbewässerung bei bevorstehenden Regenereignissen nicht aktiv wird. Das spart Energie.
- Abfluss und Überlauf des unterirdischen Regenspeichers in eine Versickerungsrigole aus Porenbeton münden. Dort ist ausreichend Hohlraum, so dass selbst Starkregenüberläufe Platz finden, bevor sie allmählich in das Grundwasser sickern.

Ideelle und finanzielle Vorteile

Ein Kanalanschluss für das Ableiten des Regenwassers vom Vereinsgelände besteht nicht. Das entlastet die kommunale Entwässerung und hilft, die Gefahr von Überflutung zu reduzieren. Auch vermindert sich damit bei Starkregen die Wahrscheinlichkeit von ungereinigten Mischwasserüberläufen in die Donau. Insofern hat das Regenwasser-Bewirtschaftungskonzept des SSC-Vereinsheims einen kleinen Anteil am quantitativen und qualitativen Gewässerschutz (**Bild 3** und **10**). Es ist, anders ausgedrückt, ein privater Beitrag zum Gemeinwohl, der nicht direkt honoriert wird. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass ein entsprechender Beitrag in Zukunft von allen Gebäude- und Grundstückseigentümern per kommunaler Abwasserersatzung oder Baugenehmigung eingefordert werden wird. In



Bild 2. Zusammenfluss von Brigach und Breg. Unter gewässerökologischen Aspekten wurde dieser Ort des Donau-Ursprungs renaturiert, Fertigstellung 2022. Links unten im Bild die Sportanlage Im Haberfeld.
Foto: rom-foto.de

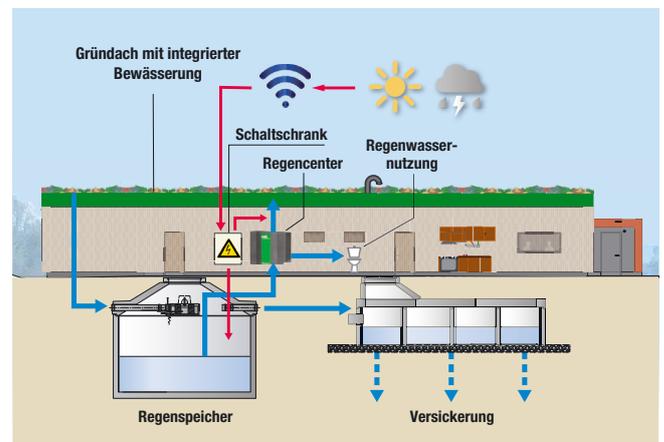


Bild 3. Schema der Regenwasserbewirtschaftung beim Neubau des SSC-Vereinsheims. Mit Fertigstellung im November 2023 werden 100 % des Regenwassers auf dem Gelände bewirtschaftet. Ein Kanalanschluss für Regenwasser existiert nicht. Grafik: Mall

welchem Fall welche Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung umzusetzen sind, um der ursprünglichen Wasserhaushaltsbilanz zu entsprechen, wird sich zeigen.

Indirekt belohnt sich der SSC als Bauherrschafft mit seinem Konzept durch Einsparen der kompletten Niederschlagsableitung-Gebühr und eines Teils der Trinkwassergebühr – in dem Verhältnis der für die WCs genutzten Regenwassermenge, ohne Abwasseranteil. Bei Bewässerung der Außenanlagen mit Regenwasser entfällt auch der Abwasseranteil, da im Gegensatz zur WC-Spülung kein Schmutzwasser entsteht, das abgeleitet werden muss.

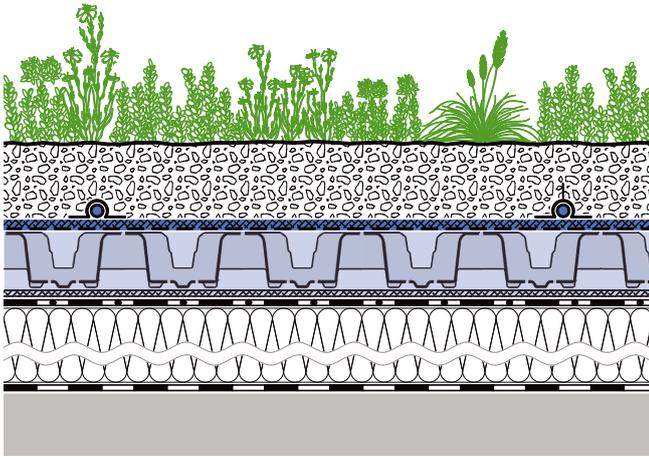


Bild 4. Schemadetail Aufbau des extensiven Retentions-Gründachs Sponge City Roof. Oberhalb von Dämmung und Dichtung 8 cm hohe Spacer-Elemente mit Hohlräumen für flächigen Wasserspeicher. Darüber wasser-durchlässige Trennlage Aquafleece mit Tropfbewässerung und 8 cm hoher Substratschicht. Grafik: ZinCo

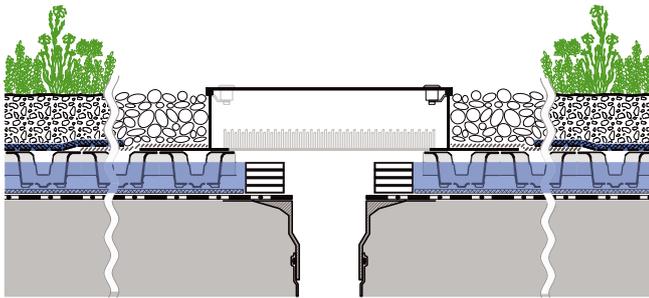


Bild 5. Schemadetail Ablauf des Retentions-Gründachs Sponge City Roof, ohne Drosselbarriere. Steuerbare Anstauscheiben bilden eine 8 cm hohe Barriere für das Wasser, das aus der Substratschicht durch das Aquafleece tropft. Der Ab- und Überlauf wird in einer unterirdischen Regenzisterne gesammelt. Grafik: ZinCo

Wasserhaushaltsbilanz nach HAD

„In vorauseilendem Gehorsam hat der Verein SSC, noch ohne Forderung der Genehmigungsbehörden, die Anwendung der neuesten technischen Regel DWA-M 102-4/BWK-M 3-4 (1) beschlossen und uns als ortsansässige Firma um Hilfe gebeten“, erklärt *Martin Lienhard*, Leiter der technischen Abteilung bei der Mall GmbH. „Wir sind in den regelgebenden Ausschüssen für Gewässerschutz von DIN, DWA und anderen Institutionen vertreten, haben insofern ein vitales Interesse an der praktischen Umsetzung neuer Regeln mit Hilfe unserer Produkte“. Das Konzept der Regenwasserbewirtschaftung, die Anlage zur Regenwassernutzung und das Versickerungssystem stammen von Mall. Privat ist *Lienhard* Mitglied im Sportverein SSC und in der Kommunalpolitik der Stadt Donaueschingen aktiv. Insofern war er als Vertreter der Bauherrschaft der richtige für die Gespräche mit der unteren Wasserbehörde.

Die im Sportzentrum Haberfeld geltende Wasserhaushaltsgleichung, die es für das Niederschlagswasser zu erfüllen gilt, lautet: 436 mm (49 %) Verdunstung + 285 mm (32 %) Abfluss + 169 mm (19 %) Versickerung = 890 mm (100 %) Jahresnieder-

schlag. Diese Daten stammen aus einer frei zugänglichen, firmeneigenen Bemessungssoftware (3) auf Grundlage des HAD (2). Das Bewirtschaftungskonzept sieht vor,

- eine Verdunstungsrate von 49 % mit einem extensiv begrünten und zusätzlich aus der Regenzisterne bewässerten Flachdach zu erreichen.
- eine Abflussrate von 32 % über die WC-Spülung mit Wasser aus der Regenzisterne zu erreichen. Das dabei entstehende Abwasser fließt nach Reinigung in der kommunalen Kläranlage in das Oberflächengewässer Donau und stellt somit einen verzögerten Abfluss des Regenwassers dar.
- eine Versickerungsrate von 19 % durch einerseits den Überlauf bei voller Regenzisterne in die unterirdischen Sickerkammern, andererseits durch die Fugen der wasserdurchlässig befestigten Flächen vor dem Gebäude (**Bild 9**), zu erreichen.

Derzeit wird in Fachkreisen diskutiert, ob bei einer Wasserhaushaltsbilanz der als Trinkwasserersatz genutzte Anteil des Regenwassers statt als Oberflächenabfluss richtigerweise als Grundwasserneubildung zählen sollte. Denn, je nach Herkunft des Trinkwassers, wird damit in der Regel Grundwasser geschont.

Bewässerung im Detail

Ein extensives Gründach mit 8 cm Substratstärke kann lediglich 30 Liter pro Quadratmeter pflanzenverfügbares Wasser speichern, das sind 30 mm Niederschlag. Durch den gewählten speziellen Dachaufbau mit Wasserspeicher (**Bild 4** und **5**) vervierfacht sich dieser Wert. „Um denselben Effekt nur mit Substrat zu erreichen, hätten wir die Substratschicht um ca. 20 cm erhöhen müssen, entsprechend einer zusätzlichen Dachlast von 280 kg/m²“, sagt *Ralf Walker*, Leiter Forschung und Entwicklung beim Gründach-Systemhersteller ZinCo in Nürtingen. „Deshalb fiel die Wahl auf unser System Sponge City Roof mit einem 8 cm

WASSERBEWUSSTE STADTENTWICKLUNG

Der Klimawandel hat für Städte und Gemeinden gravierende Folgen, umfangreiche Maßnahmen zur Klimaanpassung sind notwendig. Wasser spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle. Städte müssen auf Dürrephasen und Starkregen vorbereitet werden. Verdunstendes Wasser kühlt die Luft und leistet so einen entscheidenden Beitrag gegen Hitzestress. Ein Zuviel an Wasser hilft in Trockenphasen, wenn es zuvor aufgefangen und nicht über die Kanalisation abgeleitet wurde. Wasser ist aber auch ein Gestaltungselement, das die Stadtpolitik in ästhetischer Hinsicht verbessert. Eine wasserbewusste Stadt, oft auch als Schwammstadt bezeichnet, ist technisch machbar, ökonomisch sinnvoll und erhöht die Lebensqualität für die Bewohnerinnen und Bewohner. Die Allianz „Gemeinsam für eine wasserbewusste Stadtentwicklung“ fordert eine bundesweite und flächendeckende Umsetzung von Maßnahmen zur wasserbewussten Zukunftsstadt. Ihr gehören Verbände, wissenschaftliche Einrichtungen und Organisationen aus unterschiedlichsten Bereichen an. Ziel der Allianz ist es, das Thema voranzutreiben und großflächig umzusetzen. Siehe auch: <https://de.dwa.de/de/wasserbewusste-stadt.html>. Quelle: *Presseinformation DWA 36/2023 vom 24.08.2023*



Bild 6. Retentions-Gründach Sponge City Roof. Oberhalb Dämmung und Dichtung 8 cm hohe Spacer-Elemente mit Hohlräumen für flächigen Wasserspeicher mit einem Volumen von 19,2 m³ und einer maximalen Last von 80 kg/m². Dies liegt noch deutlich unter der für den Winter zu berücksichtigenden Schneelast vor Ort. Foto: Mall

hohen Hohlraum für Retention unterhalb des Substrats“. Der Wassereinstau erfolgt nur im Sommerhalbjahr (**Bild 6**). Statisch muss das Gewicht von 80 kg/m² flüssigen Wassers laut Walker in der vorliegenden Region nicht berücksichtigt werden, da es mit der Schneelast (Wasser in Form von Schnee im Winter) verrechnet wird.

Wenn der Regen auf die 240 m² große begrünte Fläche fällt, sättigt sich zunächst die Vegetationstragschicht, das Substrat. Bei weiterer Durchfeuchtung sammelt sich das Wasser unter dieser Schicht auf einem Aquafleece und tropft durch ein so genanntes Bändchengewebe in den darunter liegenden Hohlraum. Ist dieser gefüllt, läuft das Wasser in Richtung Zisterne über. Bei Trockenheit wird aus diesem unterirdischen Speicher periodisch, durch die Pumpe im Regencentre, das Dach bewässert. Dazu liegt auf dem Aquafleece ein Tropfschlauch. Die Tropfer haben in jede Richtung 50 cm Abstand, die Verteilung in der Fläche übernimmt das Aquafleece.

Die gewählte Samenmischung „Bienenweide“ bietet ein für Insekten attraktives Blütenangebot, hat aber auch das Potenzial, ei-



Bild 7. Im Vordergrund extensives Retentions-Gründach Sponge City Roof mit einem der Abläufe, ein halbes Jahr nach Fertigstellung. Die gewählte Samenmischung „Bienenweide“ hat das Potential, auch ohne Bewässerung gut zu verdunsten und Trockenphasen gut zu überstehen. Foto: Mall

nerseits Wasser gut zu verdunsten, andererseits Trockenphasen gut zu überstehen (**Bild 7**). Für Inspektion und Wartung gelten die Hinweise der Dachbegrünungsrichtlinie (4). Walker empfiehlt im Rahmen der Fertigstellungs-, Entwicklungs- und Unterhaltungspflege und in Abhängigkeit der örtlichen Bedingungen einen „umhüllten“ Langzeitdünger mit ausgewogener Nährstoffzusammensetzung und einer Wirkungsdauer von 4–6 Monaten.

Bewirtschaftung mit Hilfe von Wetterdaten

Sind die WC-Spülung und die Gründach-Bewässerung konkurrierende Nutzungen? Ja, in der Stadtplanung der Zukunft wird das so sein, wenn alle verfügbaren Dächer begrünt sein werden und bewässert werden sollten (5). Dazu kommt, dass Kommunen, die neben der Gebäude- auch die Straßenbegrünung für ein besseres Stadtklima brauchen, dafür zusätzlich Bewässerungsbedarf haben werden. Konkurrierender Bedarf an Regenwasser wird entstehen, wo es an Trinkwasser mangelt. Das WCs ließen

KLIMA - UND UMWELTSCHUTZVORTEILE VON BEWÄSSERTEN GRÜNDÄCHERN

- Kühlung und Luftbefeuchtung durch Regenwasserverdunstung, optimiert
- CO₂-Bindung und Sauerstoffproduktion, optimiert
- Entwicklung der Bepflanzung, optimiert
- Staubbindung, Geräuschdämpfung
- Retention bei Starkregenereignissen
- Entlastung der Kanalisation durch Regenrückhaltung
- Biotopvernetzung für Flora und Fauna, speziell für Insekten und Vögel
- Biodiversitätsentwicklung durch Licht- und Feuchtigkeitsunterschiede



Bild 8. Lieferung des unterirdischen Regenspeichers PF 7600 aus Betonfertigteilen, mit integriertem Filterkorb im Zulauf und werkseitig vormontierten Wanddurchführungen für Zu- und Überlauf sowie einem Leerrohr als Verbindung zum Regencentre im Gebäude. Foto: Mall



Bild 9. Verlegen der wasserdurchlässig befestigten, 650 m² großen Fläche vor dem Gebäude als Betonstein-Läuferverband, Fabrikat Kronimus Typ K4, Format 32/16 cm, 6 cm stark mit 5 mm Fugenbreite, Abflussbeiwert 0,3 – 0,4. Foto: Mall

sich mit gesammeltem Regenwasser spülen, vorausgesetzt es gibt Speicher (**Bild 8**) und separate Leitungen. Davon würden Regionen wie Unterfranken sowie fast alle deutschen Metropolregionen profitieren. Sie könnten den Trinkwasserbezug über Fernwasserleitungen reduzieren.

Die Pilotprojekt-Partner des SSC, zu denen neben Mall (als Anbieter von Gewässerschutzsystemen in Verbindung mit Betonfertigteilen) auch der Gründach-Systemhersteller ZinCo gehört, haben sich intensiv mit Möglichkeiten beschäftigt, konkurrierende Nutzungen des Regenwassers weitgehend zu vermeiden. Das Ergebnis im Vereinsheim ist eine Technik, die folgendermaßen installiert bzw. programmiert wurde:

- Die Bewässerung des Gründachs erfolgt in regelmäßigen Zyklen durch eine automatische handelsübliche Steuerung, die Wetterdaten verarbeiten kann.
- Die Bewässerung wird ausgesetzt, falls die Wettervorhersage Regen ankündigt – und, falls die Füllstandsanzeige der unterirdischen Zisterne weniger als 3,9 m³ verbleibende Vorratsmenge meldet. Dieser Rest ist zur Nutzung im Gebäude vorgesehen.
- Die WC-Spülungen werden durch ein vom Trinkwasser unabhängiges Leitungsnetz versorgt. Den dazu erforderlichen Wasser-

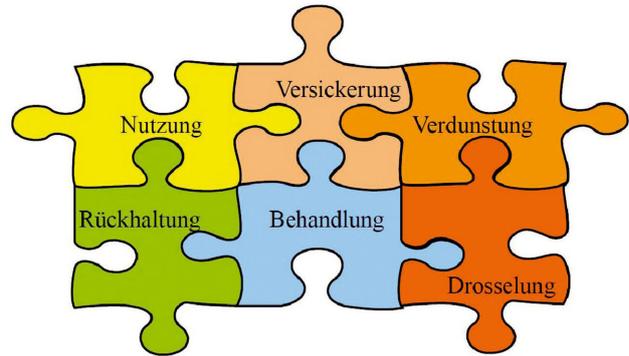


Bild 10. Schema der Regenwasserbewirtschaftung beim Pilotprojekt Neubau Vereinsheim SSC Donaueschingen. Als Regenwasser-Behandlung vor Versickerung dient das 8 cm starke Gründachsubstrat in Kombination mit der Sedimentation im Dach- und Betonspeicher. Die Nutzung/WC-Spülung via Regenspeicher und Kläranlage stellt den verzögerten und gedrosselten oberflächigen Ablauf zur Donau dar. Grafik: Mall

KOOPERATIONSPARTNER DES PILOTPROjekTS

- Architektur: Alexander Schmid, Freier Architekt, Donaueschingen
- Heizung/Lüftung/Sanitär: Ing. G. Werr & S. Ludwig GmbH, Hüfingen
- Elektrotechnik/Tiefbau: Jada System, Daniel Reichle, Riedöschingen
- Gründach mit Bewässerung: ZinCo GmbH, Nürtingen
- Regenspeicher/Filter: Mall GmbH, Donaueschingen
- Hauswasserstation/Regencenter: Mall GmbH, Donaueschingen
- Versickerung/Rigole: Mall GmbH, Donaueschingen
- Wasserdurchlässig befestigte Fläche: Kronimus AG Betonsteinwerke, Iffezheim

druck hält das Regencenter Tano L aufrecht, das als Hauswasserstation im Technikraum an der Wand montiert ist. Seine Pumpe saugt knapp über dem Zisternenboden an – gereinigtes Regenwasser, das bereits im Zulauf des Speichers gefiltert wurde.

- Sind in Trockenzeiten 3,7 m³ von insgesamt 7,6 m³ Zisternen-vorrat aufgebraucht, wird der bis zu 19,2 m³ fassende Wasserspeicher auf dem Dach nach und nach in die Zisterne entleert. Dabei wird periodisch die Füllmenge von 3,9 um 1,5 auf nur 5,4 m³ erhöht, so dass mindestens 2,2 m³ Fassungsvermögen für die Rückhaltung von Regenwasser bleiben.
- Erst wenn beide Regenspeicher leer sind, werden für die WC-Spülungen bedarfsgerecht kleine Mengen Trinkwasser im Regencenter eingespeist. Dies geschieht durch „freien Auslauf“ gemäß DIN EN 16941-1 (6) und DIN 1989-100 (7), ohne direkte Verbindung mit dem Trinkwassernetz.

Um den Trinkwasserbedarf in Trockenzeiten möglichst gering zu halten und zugleich die Speichergröße wirtschaftlich vernünftig zu dimensionieren, hat Mall das firmeneigene Bemessungsprogramm eingesetzt. Es nutzt die örtlichen langjährigen Regendaten und bringt sie durch Simulation in Verbindung mit dem geplanten Regenwasserbedarf. Ergebnis war ein unterirdischer Betonbehälter mit 7,6 m³ Volumen.

Im Weiteren wird *Stephan Klemens*, Entwicklungsleiter bei Mall, zusammen mit *Ralf Walker*, die Daten der Regenwasserbewirtschaftung beim Pilotprojekt Vereinsheim SSC Donaueschingen sammeln und auswerten – insbesondere zur Bewässerung des Gründachs. Die Auswirkungen auf die Wasserhaushaltsgrößen Verdunstung, Grundwasserneubildung und Oberflächenabfluss besser zu verstehen kann helfen, künftig eine ausgeglichene Wasserhaushaltsbilanz vorab simulieren zu können. ■

Literatur

- [1] DWA-M 102-4/BWK-M 3-4. Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwasserabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers. März 2022. ISBN 978-3-96862-207-1.
- [2] Hydrologischer Atlas Deutschland (HAD): https://www.bafg.de/DE/05_Wissen/01_InfoSys/HAD-Seite/HAD.html.
- [3] Mall-Bemessungs-Software MBS-Online. Kostenloser Download unter: <https://www.mall.info>.
- [4] Richtlinien für die Planung, den Bau und die Instandhaltung von Dachbegrünungen. Hrsg.: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL). Bonn, 2018.
- [5] *Klemens, S.*: Ausgeglichene Wasserhaushaltsbilanz – Regenwasser speichern statt ableiten. In: Ratgeber Regenwasser. Für Kommunen und Planungsbüros. Mall GmbH, Donaueschingen, 9. Auflage 2022.
- [6] DIN EN 16941-1:2018-06. Vor-Ort Anlagen für Nicht-Trinkwasser – Teil 1: Anlagen für die Verwendung von Regenwasser; Deutsche Fassung EN 16941-1:2018. Beuth Verlag, Berlin.
- [7] DIN 1989-100:2022-07. Regenwassernutzungsanlagen – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 16941-1. Beuth Verlag, Berlin.

PROJEKTDATEN

- Bauherrschaft: Schellenberg-Sportclub Donaueschingen 1976 e.V. (SSC)
- Adresse: Stadionstr. 11, 78166 Donaueschingen
- Baubeginn/Fertigstellung: April 2022/November 2023
- Dachfläche begrünt: 240 m²
- Regenspeicher Volumen Dach/Zisterne: 19,2 m³/7,6 m³
- Versickerungsrigole Volumen: 7,2 m³
- Wasserdurchlässig befestigte Geländefläche: 650 m²



Dipl.-Ing.
Klaus W. König
freier Fachjournalist aus
Überlingen am Bodensee
mail@klauswkoenig.com

Foto: König

Vorschau 3-4/2024

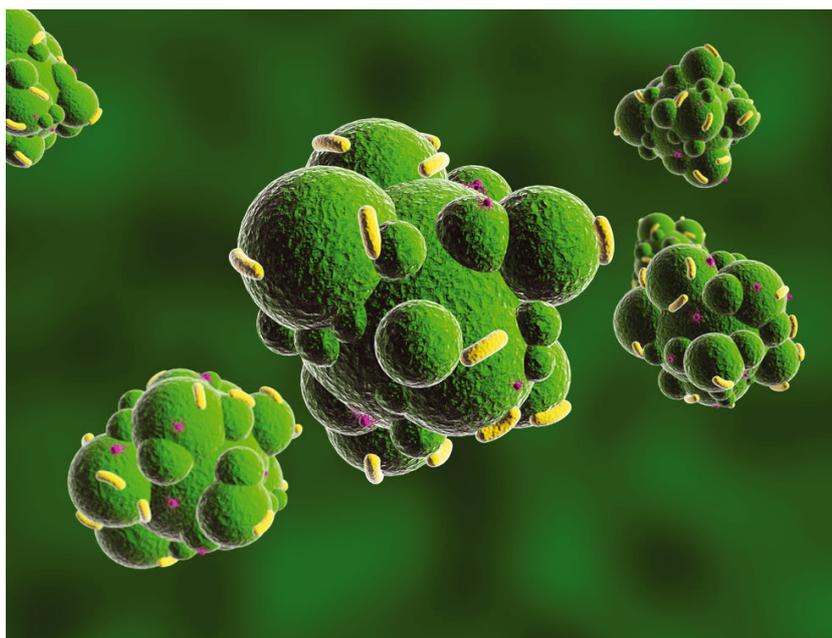


Foto: Panthermedia/ zozu

Industrielle Luftschadstoffe

Schadstoffe, die sich lange in der Luft befinden, besonders auch schädliche Gase, die nicht oder kaum durch Absetzen abgeschieden werden, sind besonders gefährlich für Mensch, Umwelt und Maschine. Sie können sich weit verteilen und auch noch in großer Entfernung vom Produktionsort ihre schädlichen Wirkungen entfalten. Die geringe Größe der Partikel ist dabei der Knackpunkt, sie sind unterhalb 10 µm einatembar (E-Fraktion). Ab einer Größe von weniger als 3 µm überwinden sie die Blut-Lunge-Barriere, sind also alveolengängig/alveolär (A-Fraktion) Sie können sich dadurch im menschlichen Organismus einlagern und potenziell Krankheiten verursachen.



Grafik: G. Wismach

Detailabläufe als Schlüssel für ein sicheres und erfolgreiches Unternehmen

Gavino Wismach

Passgenaue Abläufe sind für Unternehmen nicht nur ein Garant für wirtschaftlichen Erfolg. Sie sind auch die Voraussetzung für Sicherheit und eine langfristig leistungsmotivierte und stabile Belegschaft. Die aktuelle Praxis der gruppenbasierten oder der führungsbasierten Prozessdefinitionen bergen beide die Gefahr einer verzerrten Realitätswahrnehmung.

Gerade bei kritischen Prozessen kann dies zu schwerwiegenden Störungen führen. In diesem Artikel wird aufgezeigt, wie ein Bild aus tiefenpsychologischen Einzelinterviews einen viel genaueren Aufschluss über die Detailprozesse in Unternehmen gibt und dadurch langfristig die Erfolgchancen eines Unternehmens steigert.

Eine Großschlerei hat mehrere einzelne Fertigungsschritte. Wenn ein Bearbeitungsschritt abgeschlossen wird, stellen die Mitarbeitenden die Zwischenerzeug-

nisse auf einen Wagen. Dieser befindet sich direkt hinter dem Abschnitt. Der nächste Arbeitsschritt, der sich räumlich direkt dahinter befindet, sieht nun direkt, dass ein neues Teil zur Weiterarbeitung fertig ist und kann es in die Bearbeitung

übernehmen. Nun wird aus logistischen Gründen der nächste Fertigungsschritt in eine neue Halle verlegt. Die Entscheidung wurde von der Geschäftsführung gemeinsam mit den Meisterinnen und Meistern getroffen. Dabei wurde leider eine Sache

übersehen. Statt direkt mit einem Blick zu sehen, ob neue Teile vorrätig sind, müssen die Mitarbeitenden fünf Minuten laufen, um auf neue Teile zu überprüfen. Statt einer permanenten Überprüfung wird nun nur noch zwei- oder dreimal pro Schicht nach neuen Teilen geschaut. Das Ergebnis ist neben einer offensichtlichen Frustration der Mitarbeitenden, auch eine deutliche Verschlechterung des Outputs, da sich der Fertigungsprozess verlangsamt hat.

Dieses Beispiel zeigt, wie Prozessdefinitionen an kleinen Teilen scheitern können, die nicht mit den realen Umfeldbedingungen eines Unternehmens kompatibel sind. Daher ist es für den Erfolg von jeder Arbeitsanweisung von entscheidender Bedeutung die Abläufe mit den sonstigen Arbeitsweisen zu synchronisieren. Nun ist es aber alles andere als trivial die wirklichen Abläufe detailgetreu zu rekonstruieren.

Grundsätzliche Ansätze Prozessdefinition

Um Prozesse zu definieren, gibt es im Unternehmen aktuell zwei grundsätzliche Ansätze. Entweder werden von Einzelpersonen – aus der Führung oder dem Qualitätsmanagement – Grundlagen beschrieben oder die Abläufe in Meetings diskutiert. In diesen Treffen werden alle Personen beteiligt, die für die Fragestellung relevant sind. Beide Vorgehensweisen haben aber drei schwerwiegende Nachteile: Die Komplexität, die Unwägbarkeiten des Unbewussten und Gruppeneffekte.

Das erste Problem ist, dass die Komplexität in Unternehmen selbst in kleinen Betrieben schnell eine Dimension annimmt, die für einzelne Personen im Detail nicht überschaubar ist. Je weiter eine Person von der aktuellen Bearbeitung entfernt ist – was für Führungskräfte der Normalfall ist – desto weniger Einblick hat sie in die detaillierten Abläufe. Je tiefer eine Person in einer Tätigkeit steckt, desto unwahrscheinlicher ist, dass sie auch Einblick in andere Bereiche hat. Wenn Führungskräfte oder andere Personen versuchen, Prozesse zu beschreiben, findet dies in der Regel entweder auf einer eher oberflächlichen Ebene statt – dies lässt somit viel Raum für Interpretationen, in deren Spielräumen entstehen die meisten Fehler und Unfälle – oder die Beschreibungen verlieren sich in Details

und das Ganze aus den Augen. Für eine sinnvolle Beschreibung und Interpretation von Abläufen braucht es also immer die verschiedenen Fachleute für die einzelnen Teilprozesse, um eine notwendige Tiefe in der Beschreibung zu erreichen.

Unbewusste Abläufe sparen Energie, sind aber fehleranfällig

Hier ergeben sich aber nun die nächsten Probleme. Jegliche Abläufe in einem Unternehmen fallen psychologisch gesehen unter die Verhaltenssteuerung. Da das menschliche Gehirn dummerweise faul und auf Energieschonung ausgelegt ist, verschiebt es jegliche Verhaltenssteuerung von der sehr energieaufwendigen bewussten Verarbeitung zu einer unbewussten automatisierten Verarbeitung. Je mehr wir eine Tätigkeit perfektioniert haben, desto automatischer erfolgt sie und desto weniger ist sie noch dem Bewusstsein zugänglich. Überlegen Sie doch einmal, wie Sie Auto oder Fahrrad fahren. Sie können wahrscheinlich grobe Antworten geben, doch wenn Sie überlegen, wie Sie eigentlich ein Abbiegemanöver ausführen – wann gucken Sie wohin oder wie verlagern Sie das Gleichgewicht – werden Sie wahrscheinlich keine Antworten mehr geben können. Hier setzt dann die menschliche Fantasie ein, mit sogenannten Rationalisierungen. Das Gehirn überlegt retrospektiv, was eine sinnvolle Erklärung sein könnte. Dummerweise haben diese Rationalisierungen in den seltensten Fällen etwas mit der Realität zu tun. Hier setzt nun der zweite Effekt ein. Wenn Personen in einer Gruppe zusammenarbeiten, überlagern Gruppeneffekte die eigentliche inhaltliche Perspektive. Diese sind sehr komplex. Meinungsführende bestimmen zum Beispiel die inhaltliche Debatte. Wenn diese dann eine falsche Wahrnehmung der eigenen Tätigkeit schildern, können die Gruppenprozesse dazu führen, dass in der Hierarchie niedrigere oder stille Personen – die durchaus fachlich führende Personen sein können – nicht widersprechen.

Verzerrtes Bild von der Realität

So entsteht schnell ein verzerrtes Bild von der Realität. Wie in dem oben genannten Beispiel sind das Resultat Anweisungen, die entweder nicht mit der

Realität beziehungsweise anderen Schnittstellen kompatibel sind oder es fehlen wichtige Teilbereiche in der Beschreibung. Gerade Aspekte, die nicht in jedem Szenario, sondern nur in bestimmten Bedingungen auftreten, können so schnell zu „Schlälfern“ werden die große Zerstörungskraft in sich bergen.

Wenn man nun aber ein genaues Bild der Realität hat, wie wird der entsprechende Prozess dann definiert? Man steht hier vor einem Zwiespalt. Wenn die Vorgaben zu weit gefasst werden und damit zu viel Spielraum entsteht, resultiert daraus die beschriebene Gefahr, dass wichtige Aspekte nicht umgesetzt werden können. Doch auch eine zu enge Definition birgt Probleme in sich. Eine sehr in die Tiefe gehende Definition wird auch sehr umfangreich sein. Bei großem Umfang besteht dann die Gefahr, dass Personen nicht alles umsetzen und ihre Schwerpunkte falsch setzen. Vielleicht nehmen sie es gerade mit den kritischen Punkten nicht so genau. Der zweite Aspekt stellt die Frage, auf welchem Leistungslevel ein Prozess definiert wird. Sind die Anforderungen zu hoch, können möglicherweise nur die Top-Performer sie auch umsetzen. Sind die Anforderungen so niedrig, dass alle Mitarbeitenden sie umsetzen können, können die Top-Performer ihr Potenzial nicht mehr ausspielen und das Unternehmen verliert Leistungskraft.

Sparsamkeitsprinzip

Bei einer Prozessdefinition gilt also das Sparsamkeitsprinzip: So viel Definition von Standards wie nötig, so wenig wie möglich. So lassen Sie den Mitarbeitenden genug Spielraum, die Vorgaben umzusetzen und setzen den Fokus wirklich auf die kritischen Aspekte einer Vorgabe. Darüber hinaus müssen die Vorgaben mit der Realität und dem Umfeld kompatibel sein. Sie setzen im Unternehmen zum Beispiel die Regel, dass bei der Nutzung der Treppe der Handlauf genutzt werden muss. In der Realität tragen ihre Mitarbeitenden aber regelmäßig mit beiden Händen Material die Treppe rauf und runter. Nun ist schon bei der Definition der Regel klar, dass sie nicht beachtet werden wird. So entsteht schnell eine Differenz zwischen Vorgaben und Realität, was besonders für eine weitere Planung neuer Prozesse äußerst problematisch ist. Wenn Sie die Regel des Handlaufs aber trotzdem umsetzen möchten, muss die Realität der Mitarbei-

tenden so verändert werden, dass sie sich an die Regel halten können.

„Krimi“-Methode

Für eine sinnvolle Definition von Abläufen sind also drei Dinge entscheidend: Die Beschreibungen müssen detailliert sein, der Realität entsprechen und die neuralgischen Stellen müssen bekannt sein, damit die Definition auf diese zugepitzt werden kann. An dieser Stelle setzt die „Krimi“-Methode der KyberMetis an. Sie basiert auf zwei grundlegenden Annahmen: Zum ersten sind die Mitarbeitende die Fachleute für die Abläufe in einem Unternehmen. Man findet zu jedem Thema interne Expertise, die genaues Wissen zu diesem Thema hat. Zum anderen ist den Mitarbeitenden aber das eigene Wissen nicht bewusst. Es ist also immer die Aufgabe die Fachleute zu identifizieren und ihnen dabei zu helfen sich ihr eigenes Wissen bewusst zu machen. Hierzu setzt die Methode auf bewährte Techniken aus der Tiefenpsychologie. (Bild 1)

Die Krimi-Methode ist dabei wie Druckluft. Ob ich mit ihr einen Reifen aufblase, Müll trenne oder einen Herz-Lungen-Maschine antreibe – die Technik ist immer dieselbe. Genauso können mit der Krimi-Methode verschiedene Situationen im Unternehmen aufgeklärt werden. Es ist egal ob es um diffuse Situationen, Onboarding, Automatisierungsvorbereitung oder Post Merger Integration geht. Das Vorgehen ist im Kern immer gleich. Zu Beginn eines Prozesses wird die Forschungsfrage gestellt. Was genau will das

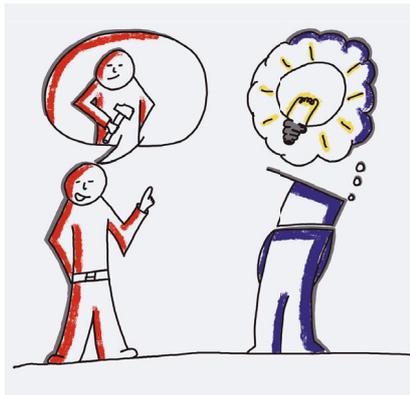


Bild 1 Informationsgewinnung über direkte Interviews. Grafik: G. Wismach

Unternehmen eigentlich wissen? Im Zuge der Arbeitssicherheit oder des Mitarbeitendenmanagements könnte das zum Beispiel folgende Frage sein: An welchen Stellen und warum entsteht für die Mitarbeitenden eine hohe Arbeitsbelastung, die dann zu Stress, Krankheit, Kündigung oder schlicht zu Fehlern führt? Im nächsten Schritt schaut sich die KyberMetis das Unternehmen im Gesamten an. Es geht darum das Gesamtsystem zu verstehen – quasi den Beckenrand des Schwimmbads, in dem man sich bewegt. Dies geschieht in der Regel über Gespräche mit der Geschäftsführung, kann aber in Einzelfällen auch mit einer Führungskraft sein, wenn es nur um Teilbereiche des Unternehmens geht. Der nächste Schritt soll Wissensträgerinnen und -träger im Unternehmen identifizieren. Dabei wird mit den direkten Vorgesetzten der Mitarbeitenden geschaut, welche Mitarbeitenden besonderen Expertisenstatus haben beziehungsweise viel zu der Forschungsfrage beitra-

gen können. Dies müssen nicht immer die offensichtlichen Leistungsträgerinnen und -träger sein. Welche Mitarbeitenden werden gefragt, wenn es mal Probleme gibt? Welche Mitarbeitenden fragen eigentlich nie nach Hilfe und regeln ihre Probleme selbst? Aber auch neue Mitarbeitende, die am eigenen Leib erfahren, wo es Schwierigkeiten in den Abläufen geben kann, können einen wertvollen Beitrag leisten.

Dann kommt die eigentliche Erhebungsphase. In Einzelinterviews wird mit den jeweiligen Mitarbeitenden ihre Tätigkeit rekonstruiert. Dabei geht es nicht um Meinungen oder zusammenfassende Einschätzungen. Diese sind zum einen ungenau und zum anderen manipulierbar. Die Methode hat das Ziel die wirklichen Detailabläufe zu erfassen. Dafür werden zwei Methoden genutzt. Zum einen Assoziationsketten und zum anderen Fallanalysen. Beide Methoden werden seit langer Zeit erfolgreich in der Psychotherapie oder der Persönlichkeitsentwicklung eingesetzt. Mit den Assoziationsketten soll den Mitarbeitenden geholfen werden ihre Aufgaben, die sie erledigen, ohne darüber nachzudenken, überhaupt dem Bewusstsein zugänglich zu machen. Dies kann gerade bei komplexeren Tätigkeiten, die nicht immer nach dem identischen Schema ablaufen, zielführend sein. Bei den Fallanalysen werden mit den Personen sprichwörtlich Handschritt für Handschritt einzelne Tätigkeiten möglichst nah am realen Fall rekonstruiert. So entsteht in sehr kurzer Zeit ein sehr tiefer Einblick in die eigentlichen Abläufe. Doch auch über die Bearbeitung hinaus treten viele Themen zu Tage. So erfährt man zum Beispiel schnell, an welchen Stellen Prozesse abbrechen, wo Personen sich wirklich an beschriebene Prozesse halten beziehungsweise eigene Lösungen gefunden werden müssen, wer gefragt wird, wenn es Probleme gibt und mit welchen Schnittstellen eine Person zu tun hat. Wenn man nun die einzelnen Bilder der jeweiligen Mitarbeitenden zu einem großen Bild zusammensetzt, entsteht ein sehr umfangreiches, detailliertes und detailgetreues Bild, das über viele Fragen im Unternehmen Auskunft gibt.

An den folgenden beiden Beispielen soll einmal herausgestellt werden, wie das Ganze in der Praxis abläuft und welche Folgen es haben kann. (Bild 2)

Das erste Unternehmen ist ein Großunternehmen aus der Automobilbranche. Es war in wirtschaftlichen Schwierigkei-



Bild 2 Mitarbeitende als Fachleute für die Fertigungsabläufe. Grafik: G. Wismach

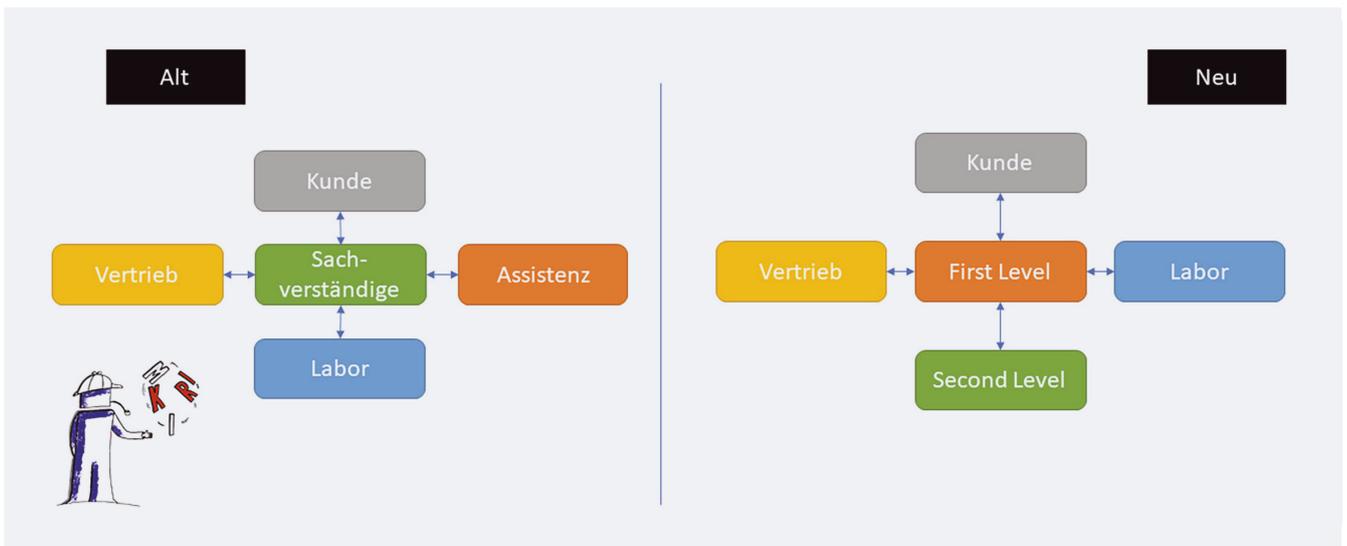


Bild 3 Verschiebung der Koordinationstätigkeiten von den Sachverständigen auf eine Assistenzebene. *Grafik: Wismach*

ten. Ein Teilbereich des Unternehmens schrieb tiefrote Zahlen. Dieser Teilbereich wurden aus verschiedenen Perspektiven immer wieder optimiert. Das Ergebnis blieb aber unverändert. Es wurde eine Analyse nach der Krimi-Methode durchgeführt, bei der mit ausführenden Mitarbeitenden quer über alle Unternehmensbereiche gesprochen wurde. Dabei stellte sich heraus, dass der defizitäre Unternehmensbereich der letzte Teil einer Verarbeitungskette war. Das Unternehmen fertigte „just in time“, hatte dafür aber weder einen geeigneten Maschinenpark noch eine geeignete Logistik, da es sich um einen sehr alten Standort handelte, der im Bestand gewachsen war. Das Ergebnis waren lange Rüstzeiten und eine immer wieder abbrechende interne Lieferkette. Wann immer ein Teil der Kette still stand, stand immer ein Teil der Kette still stand, stand immer ein Teil der Kette still stand. Dieser defizitäre Bereich vereinte also alle Ineffizienten der gesamten Fertigung in sich. Eine Lösung konnte innerhalb dieser Einheit gar nicht gefunden werden. Die Lösung war eine Umstellung von just in time auf „Wirtschaftslose“. So brach die Lieferkette nicht mehr zusammen und die Stillstandzeiten wurden dramatisch reduziert. Die Steuerung über KPI und die in größeren Organisationen häufig anzutreffende Denkweise in Abteilungen, verhinderte, dass das Unternehmen selbst auf die Lösung gekommen ist.

Das zweite Beispiel ist ein Laborunternehmen, das Schwierigkeiten hatte Sachverständige zu finden. Die vorhandenen Mitarbeitenden waren stark überarbeitet und stellten ein Nadelöhr im Unterneh-

men da. Auch hier wurden Mitarbeiterengespräche in der betroffenen Abteilung geführt. Dabei kamen zwei Dinge heraus. Zum einen verbrachten die Sachverständigen rund 60 % ihrer Zeit mit koordinierenden oder verwaltenden Tätigkeiten für die es die Kompetenz der Sachverständigen gar nicht benötigt. Darüber hinaus hat es im Zuge von Sparmaßnahmen des Unternehmens Einsparungen bei der Logistik gegeben. Das Ergebnis davon war, dass die teuren und seltenen Sachverständigen immer wieder Defizite in der Probenannahme und Probenbereitstellung ausgleichen mussten. Hier haben wir es mit zwei im Unternehmensalltag sehr häufig anzutreffenden Phänomenen zu tun. Zum einen entstehen bei fehlender Gesamtperspektive häufig Einsparungen mit sehr hohen Prozessfolgekosten, die die Einsparungen um ein weites übersteigen. (Bild 3)

Zum anderen sind Fachtätigkeiten selten von Verwaltungstätigkeiten getrennt. So werden seltene Ressourcen mit Aufgaben verschwendet, die man auch bei häufig anzutreffenden und günstigeren Aufgabenprofilen ansiedeln könnte. Was wurde in dem Unternehmen nun also konkret umgesetzt? Zum einen wurde wieder in die Probenannahme investiert, sodass der Prozess nun wieder störungsfrei durchlaufen kann. Zum anderen wurde die Struktur der Abteilung umgestellt. Vor den Sachverständigen wurde analog zum IT-Support ein First Level eingerichtet. Dieses besteht aus Verwaltungskräften, die die Koordination zum Kunden und zum internen Labor übernehmen und

die Sachverständigen nun nur noch gezielt einschalten, wenn deren Expertise gefragt ist. Die Sachverständigen können sich jetzt besser auf ihre eigentlichen Tätigkeiten konzentrieren und werden deutlich seltener gestört. Dies hat zu deutlich entspannteren und zufriedeneren Mitarbeitenden geführt. Als Nebeneffekt hat das Unternehmen 50 % Kapazität bei einer seltenen und teuren Ressource dazu gewonnen und konnte nach eigener Aussage seine Produktivität so um 15 % steigern.

Die Aufnahme des Ist-Stands ist nicht nur in Fragen der Arbeitssicherheit, sondern auch in jedem anderen Change-Vorhaben die entscheidendste Phase. Der Weg vom Ist zum Soll braucht eine genau Standortbestimmung. Je mehr Sorgfalt man in diese Phase investiert, desto besser können mögliche Probleme bereits im Vorfeld eliminiert werden und desto weniger Störungen des Betriebs ergeben sich während der Umsetzung. Das freut dann auch die Mitarbeitenden. ■

www.kybermetis.net



M. A. Gavino Wismach

Chief Operating Officer
und Berater bei der
KyberMetis GmbH

Foto: Wismach



Bild Mit den neuen Produkten schafft BP noch mehr Auswahlmöglichkeiten – für jede Situation und für jedes Wetter. So haben die Kölner mit der Warnschutz-Stretch-Softshelljacke (rechts im Bild) eine äußerst bequeme Jacke entwickelt, die – je nach Größe – Warnschutz der Klasse 2 (bis Größe M) oder Klasse 3 (ab Größe L) bietet. Foto: © BP - Bierbaum-Proenen

Warnschutzkleidung muss viel mehr als Sichtbarkeit bieten

Matthias Wenten

Das Tragen von Warnschutzkleidung ist für viele Beschäftigte ganzjährig Pflicht. Besonders im Winterhalbjahr zeigt sich, wie wichtig es ist, bei der Arbeit im Dunkeln gesehen zu werden. Die Sicherheit ist aber nur ein Aspekt, auf den es bei der Auswahl der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) ankommt. Hersteller wie BP – Bierbaum-Proenen müssen in ihren Kollektionen viel mehr Anforderungen vereinen, um den Beschäftigten das Arbeitsleben zu erleichtern.

Eines eint die Beschäftigten im Außenbereich von Industrieparks, im Leitungs- und Tiefbau, im Straßen- und Gleisbau, in der Abfallwirtschaft, auf Baustellen und Bauhöfen, in Lagerhäusern, der (Hafen-)Logistik und im Messebau: Sie verbringen einen großen Teil ihrer Arbeitszeit im Freien. Schon in den frühen Morgenstunden und bei Wind und Wetter sind sie im Einsatz, damit in ihren Unternehmen alles rund läuft. Ihre Warnschutzkleidung müssen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dabei immer tragen. Besonders im Winterhalbjahr, wenn die Tage kurz sind und es lange dunkel ist, zeigt sich, warum. Denn dann ist die Gefahr, übersehen zu werden besonders groß. Wie schnell hat ein Autofahrer einen Straßenarbeiter ohne Warnschutz angefahren? Wie leicht hat eine Gabelstaplerfahrerin einen dunkel gekleideten Logistikmitarbeiter übersehen? Und wie schnell passiert es, dass Kranfahrer oder Baumaschinenführerinnen ungeschützte Beschäftigte im Industriepark oder auf der Baustelle zu spät bemerken? Leider viel zu häufig.

Glücklicherweise hat die Sensibilität für den Warnschutz in den vergangenen Jahren stetig zugenommen. Dementsprechend steigt die Nachfrage nach Warnschutzkleidung. Viele Menschen unterschätzen dabei, wie vielfältig die Anforderungen an diese Art von Schutzkleidung eigentlich sind. Die Sichtbarkeit, also der Sicherheitsaspekt, ist im Warnschutz nämlich nur die Grundvoraussetzung; einschlägig ist hier die Norm EN ISO 20471 (siehe **Infokasten**). Hinzu kommt jedoch, dass Warnschutzprodukte im Arbeitsalltag dauerhaft sehr großen Belastungen Stand halten müssen – von Dehnung und Reibung über Temperaturunterschiede, Verschmutzung und Schweiß bis zur industriellen Wäsche und Trocknung. Für das Gewebe ist das permanente Extrembelastung. Zugleich soll die Kleidung aber – so wünschen es sich Trägerinnen und Träger ausdrücklich – leicht, komfortabel und bequem sein. Wie kann dieser Spagat funktionieren?

Am Anfang jeder Produktentwicklung steht deswegen, den Menschen zuzuhören und sich vor Ort die einzelnen Einsatzgebiete der Kleidung anzuschauen. Führende Hersteller wie die Kölner PSA-Spezialisten von BP – Bierbaum-Proenen stehen bei neuen Entwicklungen im engen Austausch mit den Trägerinnen und Trägern und be-

fragen diese nach ihren Bedürfnissen und Wünschen hinsichtlich ihrer Schutzkleidung. Und natürlich begutachten die PSA-Experten vor Ort, welches Arbeitsfeld welche Anforderungen an die Kleidung stellt. Gleiches gilt, wenn neue Kunden mit Warnschutzkleidung ausgestattet werden. Umfangreiche Tragetest sichern die Trägerakzeptanz – denn nur PSA, die auch getragen wird, kann schützen.

Durchdachte Gewebemischungen

Ein besonders wichtiger Faktor, das zeigen die Umfragen immer wieder, ist der Tragekomfort. Wer seine Kleidung den ganzen Tag trägt, möchte stretchige Gewe-

be, die sämtliche Bewegungen unterstützen anstatt sie zu behindern, zu zwicken und zu kneifen. Weich und angenehm zu tragen soll das Material sein, die Passform bequem und auf die jeweilige Körperform zugeschnitten. Dieser Trend nach maximaler Bequemlichkeit ist nicht neu, hat durch die Corona-Pandemie aber einen großen Schub erhalten. Die Erwartungshaltung der Menschen an ihre Berufsbekleidung ist extrem gestiegen. Das betrifft nicht nur die Ergonomie, sondern auch die Funktionalität der Kleidung. Die Taschenlösungen sollen vielfältig und smart sein, die Warnschutzkleidung soll atmungsaktiv und wetterfest sein wie professionelle Outdoor-Kleidung – und gut aussehen soll der Warnschutz natürlich auch. (**Bild 1**)



Bild 1 Die neue Warnschutz-Stretch-Hose für Damen ist speziell an die weibliche Anatomie angepasst, punktet mit ihrer ergonomischen Passform, ihrer Funktionalität und ihrem Design. Sie ist für Warnschutz der mittleren Schutzklasse 2 ausgelegt. Foto: © BP - Bierbaum-Proenen



Bild 2 Die Hybrid-Hosen vereinen maximale Bewegungsfreiheit, höchsten Tragekomfort und Langlebigkeit. Sie sind konzipiert für Einsatzbereiche, in denen der Warnschutz nicht im Vordergrund steht, aber dennoch gefragt ist. Foto: © BP-Bierbaum-Proenen

Das stellt die Hersteller vor Herausforderungen. Denn die Schutzkleidung muss – anders als Workwear oder Outdoor-Kleidung – den Ansprüchen der Norm genügen. Zugleich muss sie aber so leicht, komfortabel und funktional sein, dass Mitarbeitende sie den ganzen Tag lang problemlos tragen können und sich dauerhaft in ihrer Kleidung wohlfühlen. Dieser Spagat gelingt zum Beispiel durch Gewebemischungen mit Stretchanteil oder durch Full-Stretch-Gewebeeinsätzen. Beide Lösungen sorgen dafür, dass die Kleidung leicht und dennoch sehr haltbar und widerstandsfähig ist. Ein sehr großer Beitrag zurgefühlten Leichtigkeit kann auch durch aufgepatchte, segmentierte Reflexstreifen erreicht werden, wie BP sie bei den

Produkten der Warnschutz-Kollektion BP Hi-Vis-Stretch verwendet. Die Kleidung verliert dadurch deutlich an Gewicht; Bewegungsfreiheit und Komfort nehmen zu. Und auch die Ergonomie der PSA spielt eine Rolle. Wenn sich die Kleidung den Bewegungen der Trägerinnen und Träger anpasst und die Menschen nicht gegen Widerstände arbeiten müssen, empfinden sie die PSA automatisch als viel leichter. Mit Blick auf die Funktionalität kommt es häufig auf kleine Details an, die einen großen Unterschied ausmachen. So hat BP durch Befragungen erfahren, dass viele Beschäftigte Platz für ihre Handschuhe oder für Tablets brauchen. Die Arbeitswelt wird immer digitaler, und die Tablets müssen verstaut werden. Deswegen

hat BP eine Schenkeltasche eigens dafür konzipiert, was den Arbeitsalltag stark erleichtert.

Kleidung als Ausdruck der Wertschätzung

Ein Punkt, an den man im Zusammenhang mit Warnschutzkleidung nicht unbedingt denkt, der aber ebenfalls wichtig ist, ist das Design. Auch hier sind die Ansprüche der Trägerinnen und Träger gewachsen. Das hat auch viel mit dem Stolz auf die wichtige Arbeit zu tun. Die Menschen möchten Schutzkleidung, die gut aussieht und die ihre Professionalität unterstreicht. Arbeitgeber können durch die Auswahl der Kleidung also auch viel dazu beitragen, dass sich die Beschäftigten wertgeschätzt fühlen.

Gerade bei Warnschutzkleidung, die – in unterschiedlichen Klassen – in sehr vielen Einsatzgebieten getragen werden muss, ist es wichtig, den Menschen viele Auswahlmöglichkeiten und Lösungen für sämtliche Anwendungsbereiche zu bieten. Vor diesem Hintergrund sind im Falle von BP drei neue Hosenmodelle und die Warnschutz-Stretch-Softshelljacke entstanden. Die Produkte sind nach den Wünschen und Bedürfnissen der Trägerinnen und Träger konzipiert – und kommen deswegen sehr gut an bei den Beschäftigten. Das liegt nicht zuletzt am sportlichen Design mit körpernahem Schnitt und einer durchgehenden Zweifarbigkeit, die Warnorange oder Warngelb mit Anthrazit kombiniert. Warnschutzkleidung kann, das wäre vor ein paar Jahren kaum denkbar gewesen, heute echt sexy und begerlich sein.

Für Einsatzbereiche, in denen der Warnschutz nicht im Vordergrund steht, aber dennoch gefragt ist, hat BP die neuen Hybrid-Hosen entwickelt, die es in Damen- und Herrenpassform gibt. (Bild 2) Die Hybrid-Hosen vereinen maximale Bewegungsfreiheit, höchsten Tragekomfort und Langlebigkeit. Zudem punkten die Hosen mit einem dynamischen Design, bei dem das dominierende Anthrazit mit Warnfarbenverbunden wird. Die Hybrid-Hosen bieten Warnschutz der Schutzklasse 1 und richten sich vorwiegend an Beschäftigte auf Baustellen, in Lagerhäusern, in Häfen, in der Logistik oder im Messebau, die Kleidung dieser Schutzklasse tragen müssen. Der Wunsch nach Hosen mit einem größeren Anteil

INFOKASTEN: DIE NORM

Die einschlägige Norm für den Warnschutz ist die europaweit gültige EN ISO 20471. Sie geht immer von einem hohen Risiko für die Beschäftigten aus. Die Norm definiert, neben vielen anderen Anforderungen, drei Warnschutzklassen, die ein unterschiedliches Maß an Auffälligkeit bieten. Je höher die Warnschutzklasse ist, desto größer ist die Mindestfläche an fluoreszierendem Hintergrundmaterial und an retroreflektierendem Material, die die PSA aufweisen muss. So muss beispielsweise in der höchsten Klasse 3 mindestens 0,8 Quadratmeter Hintergrundmaterial in der entsprechenden Leuchtfarbe sowie 0,2 Quadratmeter Reflexmaterial verwendet werden.

an dunklem Gewebe, also einer niedrigeren Warnschutzklasse, kommt dabei direkt von den Beschäftigten. Das Gewebe der Hybrid-Hosen ist robust und strapazierfähig, die Full-Stretch-Gewebeeinsätze im Schritt oder in den Kniekehlen sorgen derweil für Flexibilität.

Nachhaltige Herstellung als Schlüsselkriterium

Auch bei den Oberteilen erwarten die Trägerinnen und Träger Auswahlmöglichkeiten und Kleidung, die an unterschiedliche Einsatzgebiete und Wetterverhältnisse angepasst ist. BP bietet allein 19 Oberteile. Zum Beispiel die neue Warnschutz-Stretch-Softshelljacke, die – je nach Größe – für den Warnschutz der Klasse 2 oder Klasse 3 ausgelegt ist. Die Jacke besteht aus sehr bequemer Maschenware. Die Taschen bieten genügend Stauraum für Handy, Schlüssel oder kleinere Werkzeuge. Viel Bewegungsfreiheit garantieren ergonomisch geformte Ärmel und das BP Armliftsystem.

Neben den bisher genannten Punkten gibt es weitere Aspekte, die bei der Auswahl von Warnschutzkleidung entscheidend sind. Da ist natürlich die Nachhaltigkeit. Auch und gerade bei öffentlichen Ausschreibungen ist die sozial und ökologisch verträgliche Herstellung von Schutzkleidung mittlerweile ein Schlüsselkriterium. Hersteller wie BP lassen die Produktion ihrer Kleidung durch unabhängige Initiativen überwachen und auditieren. So arbeitet BP mit der unabhängigen Multi-Stakeholder-Initiative Fairwear Foundation zusammen und wurde von der Organisation bereits zehn Mal in Folge mit dem höchsten Status „Fair Wear Leader“ ausgezeichnet.

Eine weitere Anforderung, die Warnschutzkleidung erfüllen muss, ist die Industriegewäsche-Tauglichkeit. In vielen Branchen – von der Industrie über den Straßenbau und die Logistik bis zur Abfallwirtschaft – wird die Schutzkleidung nämlich im Leasing bezogen (siehe **Schaubild, Bild 3**). Bei diesem Modell kümmert sich ein Textilservice unter anderem um die Wäsche und Wiederaufbereitung und sorgt dafür, dass die Beschäftigten immer mit frischer Kleidung versorgt sind. Zudem kümmert sich der textile Dienstleister darum, dass die Kleidung immer intakt ist und ihre Schutzfunktion erfüllt. In diesem Kreis-



Bild 3 Das Schaubild zeigt, wie das Textilleasing von Schutz- und Berufsbekleidung funktioniert. Der industrielle Waschprozess stellt hohe Anforderungen an das Material der Kleidung. Daher ist die industrielle Waschbarkeit ein Schlüsselargument bei der Auswahl von Warnschutz im öffentlichen Sektor. Foto © BP-Bierbaum-Proenen

laufsystem wird die Warnschutzkleidung regelmäßig industriell gewaschen. Das stellt hohe Anforderungen an die Haltbarkeit, da die Kleidung bei der Industriegewäsche großen mechanischen und chemischen Belastungen standhalten muss. Hersteller wie BP lassen ihre Warnschutzkleidung daher nach ISO 15797 für die Industriegewäsche zertifizieren. Denn trotz der hohen Belastungen darf die Kleidung auf keinen Fall ihre Schutzfunktion verlieren. Wenn diese nicht mehr gesichert oder die Kleidung kaputt ist, kann es gefährlich werden für die Trägerinnen und Träger. Und ohne Schutzkleidung können und dürfen auch notwendige Arbeiten nicht ausgeführt werden.

In diesem Zusammenhang ist ein weiteres Kriterium entscheidend: die Lieferfähigkeit der Hersteller. Wie wichtig diese ist, zeigt sich immer dann, wenn Lieferketten unterbrochen wer-

den, sodass Produkte nicht lieferbar sind und Tätigkeiten wegen fehlender Schutzkleidung nicht durchgeführt werden können.

Es gibt also einige Aspekte zu bedenken bei der Auswahl von Warnschutz. Und auch für die Hersteller gilt, dass sehr viele Faktoren bedacht und aufeinander abgestimmt werden müssen. ■ TS1036



Matthias Wenten
Kommunikationsberater
und Fachautor
für Arbeitsschutz
document1 GmbH, Uedem.

KI und Cybersecurity: Das sind die wichtigsten Trends für 2024

Künstliche Intelligenz (KI) bietet viele Chancen – sowohl für Unternehmen als auch für Cyberkriminelle. Doch welche neuen Security-Herausforderungen kommen im Zusammenhang mit KI auf Unternehmen zu und welche KI-basierten Bedrohungen werden 2024 prägen? In den vergangenen Monaten hat KI viele Unternehmen im Sturm erobert, aber auch die Cyberbedrohungslage weiter verschärft. Die vielen neuen KI-basierten Tools vergrößern nicht nur die Angriffsfläche, sondern sind auch für Cyberkrimi-

nelle wertvolle Helfer bei der Vorbereitung und Durchführung von Attacken. Der Sicherheitsspezialist Forcepoint nennt vier Entwicklungen, die das neue Jahr prägen werden:

- Bösartige KI-Tools senken die Cybercrime-Einstiegshürden: Cyberkriminelle nutzen KI, um Phishing-Mails zu erstellen, Deepfakes zu produzieren und Malware-Code zu optimieren. Inzwischen können sie dafür zwar nicht mehr ChatGPT und Co. missbrauchen, da Filter dies weitgehend verhindern,

doch längst gibt es im Darkweb einige Alternativen wie WormGPT, FraudGPT und DarkBERT. Da mehr und mehr unzensurierte Open Source Large Language Models (LLMs) verfügbar sind, wird die Zahl solcher bösartigen KI-Tools in den kommenden Monaten deutlich zunehmen.

- Manipulationen an Trainingsdaten schwächen die KI: Mit den wachsenden Nutzendenzahlen wird es für Cyberkriminelle zunehmend interessant, KI-Tools zu manipulieren, denn schon mit einem einzigen kompromittierten Angebot können sie großen Schaden anrichten. Dafür nutzen sie Data Poisoning – das Verfälschen der Trainingsdaten durch eine Veränderung der Datensätze selbst oder den Austausch der zugewiesenen Labels. Ziel ist, dass die KI insgesamt oder in einzelnen Bereichen ungenauer arbeitet oder bei bestimmten Eingaben eine genau spezifizierte Ausgabe liefert.
- Regulierung erhöht den Compliance-Aufwand: Verschiedene Organisationen und Unternehmen arbeiten daher an Best Practices und Ethik-Frameworks, während die EU und die USA mit Gesetzen generelle Leitplanken für den KI-Einsatz setzen wollen. Das dürfte in den nächsten Monaten zu einer zunächst uneinheitlichen Regulierungslandschaft und einem hohen Compliance-Aufwand für Unternehmen führen, aber den Schutz der Menschen vor Diskriminierung oder Benachteiligung verbessern.
- Richtlinien für den KI-Einsatz zahlen sich aus: Viele Unternehmen glauben, sie müssten KI möglichst schnell einsetzen, um im Wettbewerb nicht zurückzufallen. Dabei geht es nicht nur um Geschwindigkeit, sondern auch Risikominimierung, sprich: Regeln, die den Abfluss sensibler Daten verhindern. „Mit KI geht der Wettlauf zwischen Cyberkriminellen und Sicherheitsfachleuten in die nächste Runde“, betont Fabian Glöser, Team Leader Sales Engineering bei Forcepoint in München. „Sie verbessert viele Sicherheitslösungen, wird aber auch für kriminelle Zwecke missbraucht. Zudem bietet der zunehmende Einsatz von KI-basierten Tools in Unternehmen neue Angriffspunkte und Risiken für Datenabflüsse, worauf sich Sicherheitsteams einstellen müssen.“ www.brandmacher.de

IMPRESSUM

Technische Sicherheit
ISSN 2191-007, 14. Jahrgang 2024

Herausgeber
VDI Fachmedien GmbH und Co. KG
Düsseldorf

Redaktion
Annika Hilse M.Sc., Chefredakteurin
Telefon: +49 0211 6103-343
ahilse@vdi-fachmedien.de
Ines Henning, Redaktionsassistentin
Telefon: +49 211 6103-311
Fax: +49 211 6103-148
ts@vdi-fachmedien.de
Dipl.-Phys.-Ing. Udo Schnell
Redaktionsleitung VDI Fachmedien
Telefon: +49 211 6103-104
uschnell@vdi-fachmedien.de

Autorenhinweise/Veröffentlichungsgrundlagen: www.technische-sicherheit.de

Verlag
VDI Fachmedien GmbH & Co. KG
Unternehmen für Fachinformationen
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf
Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf
Commerzbank AG
SWIFT/BIC-Code: DRES DE FF 300
IBAN: DE69 3008 0000 0212 1724 00

Geschäftsführung
Ken Fouhy, B.Eng.

Layout
Laura B. Gründel

Leitung Media Sales
Petra Seelmann-Maedchen
Telefon +49 211 6188-191
pmaedchen@vdi-nachrichten.com

Anzeigenverkauf
CrossMediaConsulting
Wolfgang Ernd GmbH
Wichmannstraße 4 - Haus 1, 22607 Hamburg
Arnd Walgenbach
Telefon: +49 40 881449-370
Fax: +49 40 881449-11
awalgenbach@cmc-web.de

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 13 vom 1. Januar 2024.

Vertrieb und Leserservice
Leserservice VDI Fachmedien
65341 Eltville
Telefon: +49 6123 9238-202
Fax: +49 6123 9238-244
vdi-fachmedien@vuservice.de

Bezugspreise
6 Ausgaben jährlich (1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10, 11/12 als Doppelausgaben)
Jahresabonnement: € 286,40 (E-Paper € 246,10)
VDI-Mitglieder: € 257,76 (E-Paper € 221,49)
nur für persönliche Mitglieder
Studenten: € 130,50 (E-Paper € 112,10)
gegen Studienbescheinigung
Preise Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten (Inland: € 13,50, Ausland: € 22,14, Luftpost auf Anfrage)
Einzelheft: € 48,30 Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate. Im Anschluss an die Mindestlaufzeit ist das Abonnement jeweils zum Monatsende kündbar.

Satz
Medienpartner Mäurer GmbH
Auf dem Feldchen 14, 41849 Wassenberg

Druck
KLIEMO AG, Hütte 53, 4700 Eupen, Belgien

Copyright
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden.

Weitere Informationen:
www.technische-sicherheit.de

Auflage IVW-geprüft



Jetzt Technische Sicherheit upgraden: Mit dem E-Paper- Abonnement

Für nur
48,50 EUR
inkl. MwSt.



Sie wollen jederzeit und überall Zugriff auf Technische Sicherheit, die einzige unabhängige und themenübergreifende Fachzeitschrift für Sicherheits-, Prüf- und Regeltechnik, die sich betriebsübergreifend auch mit Fragen des Arbeitsschutzes und betrieblichen Umweltschutzes beschäftigt? Dann sichern Sie sich jetzt zusätzlich zu den 6 Technische Sicherheit-Printausgaben pro Jahr auch Ihr Abo-Upgrade E-Paper: 48,50 EUR inkl. MwSt.

Ihre Vorteile: Downloadfunktion, Volltext-Suche, Lesezeichen, mobiloptimiertes Design, Zugriff auf das Archiv.



Technikwissen für Ingenieur*innen - jetzt bestellen:

ingenieur.de/abo-technischesicherheit

ARTIKEL-SPONSORING

Ihr Beitrag auch auf www.technische-sicherheit.de

In unserer Fachzeitschrift ist ein Beitrag von Ihnen erschienen? Oder wurde über Sie, Ihre Produkte und Systeme berichtet? Stellen Sie Ihren Fachbeitrag einem noch breiteren Publikum zur Verfügung und lassen Sie die hochkarätige Zielgruppe des Online-Portals von Ihrem Know-how profitieren.

- **Erweiterte Leserschaft:** Ihr Beitrag erscheint öffentlich zugänglich auf www.technische-sicherheit.de und ist somit für das breite Fachpublikum und auch für Nicht-Abonent*innen erreichbar.
- **Große Reichweite:** Ihr Beitrag wird zusätzlich auf der Startseite von www.ingenieur.de, dem reichweitenstärksten Ingenieurportal Deutschlands, ausgespielt. 1,3 Mio. Visits auf INGENIEUR.de pro Monat (IVW 10/2022).
- **Der Artikel wird individuell nach Ihren Wünschen modifiziert oder ergänzt und um Logo und Kontaktdaten erweitert.**

Einzigartige Reichweite!

Qualifizierte Zielgruppe!

