



# MAGAZIN

SSI-Jahresmagazin 2021



Herausgeber:



**SSI, Schweizerische Vereinigung  
unabhängiger Sicherheitsingenieure  
und -berater**

Sekretariat  
Tittwiesenstrasse 61  
7000 Chur

Telefon 043 819 16 40  
[www.ssi-schweiz.ch](http://www.ssi-schweiz.ch)  
[info@ssi-schweiz.ch](mailto:info@ssi-schweiz.ch)

## Werte wie Zuverlässigkeit, Qualität und Wirtschaftlichkeit sind gefragt

Corona, Corona, Corona ... wie sind wir dessen alle überdrüssig. Die Pandemie hat auch die Dienstleistungen bei den Mitgliedern der SSI beeinflusst. Positiv wie auch negativ. Die Digitalisierung in der Kommunikation und im Kurswesen wurde vorangetrieben, jedoch auch Kundenbesuche eingestellt und Projekte in Betrieben auf Eis gelegt. Bauprojekte konnten unter erschwerten Bedingungen und mit dem nötigen Schutzkonzept glücklicherweise weitergeführt werden. Neue Dienstleistungen wie Schutz- und Business-Continuity-Konzepte, E-Learnings und Corona-Massnahmen-Kontrollen wurden stark nachgefragt. Wie in allen Branchen musste auch die Sicherheitsbranche flexibel reagieren und sich den Anforderungen der Kunden anpassen.

Die Normalität kehrt langsam wieder zurück! Unklar ist, wie locker Investitionen von der öffentlichen oder privaten Hand in den nächsten Jahren getätigt werden. Die SSI gibt's seit 1980, da kann uns auch Corona nichts anhaben! Dank der neuen Normalität sind wir alle froh, die ersten Tagungen unter dem Patronat von SSI wiederum live durchführen zu können.

Trotz der Turbulenzen blieb die SSI 2020 und 2021 nicht tatenlos. Die SSI-Beraterinnen und -Berater sowie -Ingenieurinnen und -Ingenieure nehmen Einfluss auf die Regelung sicherheitsrelevanter Fragen in der Rechtsetzung und Normierung und pflegen den Dialog mit allen relevanten Organisationen zu diversen Fragen der Sicherheit. So konnten wir in den letzten Monaten an einigen Vernehmlassungen teilnehmen und die Meinung unseres Netzwerks einbringen. Immer wieder werden Anfragen nach unseren Dienstleistungen an uns herangetragen.

Die 18 namhaftesten Sicherheitsberatungsunternehmen in der Schweiz arbeiten im Netzwerk der SSI nach einem qualitativ hochstehenden Leistungsstandard und nach einem optimalen Kosten-Wirkungs-Verhältnis. Werte, die in diesen Zeiten gefragt sind. Wir suchen mit dem Kunden zweckmässige, zukunftssichere Lösungen und setzen diese zuverlässig um. Nicht nur die Pandemievorsorge steht bei der SSI auf der Agenda. Nein, wir können mehr und bieten mehr. Bei unserer Vereinigung behandeln wir Themen integral von Risikomanagement über Brandschutz, Gebäudesicherheit, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz und Maschinensicherheit bis hin zu Informationssicherheit, Naturgefahren und Störfallvorsorge. Auch Grossprojekte aus den Bereichen Infrastruktur, Bevölkerungsschutz, Verkehrssicherheit und Mobilität werden durch uns projektiert und ausgeführt. Einige spannende Projekte stellen wir Ihnen im Folgenden nun vor.

Letztes Jahr gab es aufgrund der Covid-19-Pandemie kein SSI-Magazin, dafür ist die vorliegende Ausgabe umso mehr mit Herz geschrieben. Ich wünsche Ihnen angeregte Lesemomente mit dem neuen SSI-Magazin.

Blanche Schlegel  
SSI-Präsidentin



04

Die Zielkonflikte zwischen Brandschutz, Denkmalpflege und Nutzung sind beim Umbau der Tonhalle und des Kongresshauses Zürich meisterlich in Einklang gebracht worden.

### INHALT

#### 04 Sicherheitskonzept und Brandschutz

Tonhalle und Kongresshaus Zürich erstrahlen im Glanz des 19. und 20. Jahrhunderts, doch die Sicherheit entspricht heutigen Standards.

#### 09 Weiterbildung

Der MAS Fire Safety Engineering reagiert auf die steigende Nachfrage nach Brandschutzingenieur\*innen in der Schweiz.

#### 10 Sicherheitsprojekte

Spannende Sicherheitsprojekte mit Beteiligung von SSI-Unternehmen verschaffen Eindrücke.

#### 12 Infrastrukturen

Ceneri-Basistunnel: Für die Inbetriebnahme hatten die SBB nachzuweisen, dass sie den Tunnel sicher und zuverlässig betreiben können.

#### 14 Wasserstoff

Wasserstoff als vielversprechender Energiespeicher: Ist er sicher genug?

#### 19 Wer ist die SSI?

Mit neutralen, unabhängigen und qualitativ hochwertigen Dienstleistungen zu Risikomanagement, Sicherheit und Brandschutz agieren die SSI-Mitgliedfirmen am Markt.

# Alter Charme dank raffinierter Sicherheit

Tonhalle und Kongresshaus Zürich erstrahlen im Glanz des 19. und 20. Jahrhunderts, doch die Sicherheit entspricht heutigen Standards. Wie ist das gelungen? Mit viel Kommunikation, unkonventionellen Lösungen und Kompromissen auf allen Seiten – ausser bei der Sicherheit.

Martin von Arx

Im September 2021 haben Kongresshaus und Tonhalle Zürich ihre Tore geöffnet. Das Kongresshaus strahlt mit seinen Ornamenten an Wänden und Decken, den verspielten Lampen und Dekorationen den Charme der 1930er-Jahre aus. Die Tonhalle aus dem Jahr 1895 zeigt wieder den Prunk des Fin de Siècle, mit Kronleuchtern, rosa Stuckmarmorsäulen und goldreichen Verzierungen. Gleichzeitig sind Brandschutz, Gebäudetechnik, Erdbebensicherheit und Tragwerk der Gebäude auf dem neuesten Stand.

Dieses glückliche Ende war vor zwanzig Jahren noch nicht absehbar. Politische und wirtschaftliche Kräfte wie auch die Touristikbranche wollten das Kongresshaus abreißen lassen und forderten ein modernes Kongresszentrum. Die Stadt veranstaltete einen internationalen Architekturwettbewerb, doch das Zürcher Stimmvolk lehnte 2008 das Siegerprojekt des spanischen Architekten Rafael Moneo ab.

## Meisterhafte Verschränkung von Alt und Neu

Die Stadt interpretierte das Volksmein als Wunsch, den bestehenden Bau zu erhalten. Denn gemäss kantonaler Denkmalpflege ist das Kongresshaus ein Schlüsselwerk der modernen Ar-

chitektur. Es wurde 1939 zur Landesausstellung erstellt und war das erste Werk des Architekturbüros von Max Ernst Haefeli, Werner Max Moser und Rudolf Steiger, bekannt unter dem Namen Haefeli Moser Steiger. Sie integrierten zwei bestehende Säle aus dem Jahr 1895: die Grosse und die Kleine Tonhalle. Zur Wiedereröffnung schreibt die kantonale Denkmalpflege, nun lasse sich die Meisterschaft und Schönheit wiederentdecken, mit der Haefeli Moser Steiger zwei grundverschiedene Architekturauffassungen zusammenführten: die Opulenz des Historismus und die Rationalität der Moderne.

Diese meisterhafte Verschränkung von Alt und Neu war vor der Sanierung nicht mehr erkennbar, denn in den 1980er-Jahren war das Kongresshaus umgebaut worden. Das zweistöckige, verglaste Foyer, das heute wieder Kongresssaal und Tonhalle verbindet und den Blick auf See und Berge öffnet, verschwand hinter dem sogenannten Panoramasaal. Im Parterre wurden die Gartensäle eingebaut, die den Charakter der Eingangshalle des Kongresshauses zerstörten. Zudem wurde in den folgenden Jahren der Unterhalt der Gebäude vernachlässigt; sie mussten dringend saniert werden.

Nach der Ablehnung des Moneo-Projekts beauftragte die Stadt Zürich 2011 Elisabeth & Martin

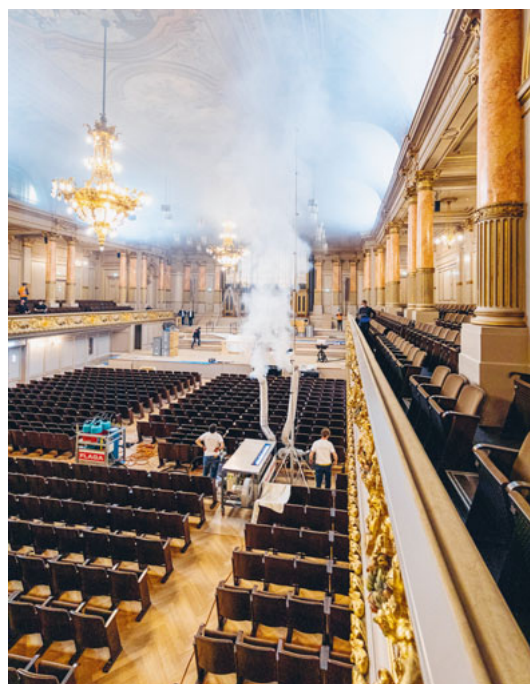
## Feuerprobe mit Heissrauchanlage Izar

Um den Personenschutz in grossen, komplexen Gebäuden zu dimensionieren, werden häufig computerbasierte Entrauchungssimulationen durchgeführt, die gleichzeitig als Sicherheitsnachweis verwendet werden. Doch sie beruhen auf Annahmen und rechnen oft mit vereinfachten Gebäudegeometrien. Um die Resultate der Simulationen und die getroffenen Brandschutzmassnahmen effektiv zu prüfen und die Sicherheit nachzuweisen, können Heissrauchtests durchgeführt werden. Zu diesem Zweck hat Basler & Hofmann die Versuchsanlage Izar entwickelt. Damit werden in Gebäuden reale Brände nachgestellt, ohne jedoch giftige Emissionen oder Schäden am Bauwerk zu verursachen. Die Anlage ist in der Schweiz und in Europa patentiert.

Das Herz der mobilen Anlage ist ein Gasbrenner, der einen wärmebeständigen, niederschlagsfreien Nebel, vergleichbar mit Rauchgasen, produziert. Mithilfe der Steuerung können verschiedene Brandverläufe genau nachgebildet werden. Dabei ist die Sicherheit von Personen und Gebäuden jederzeit gewährleistet. Die Flammenhöhe ist gering und die erzeugte Wärme kann exakt kontrolliert werden, sodass weder hitzeempfindliche Materialien beschädigt noch Sprinkleranlagen ausgelöst werden. Im Raum installierte Sensoren zeichnen die Temperaturverteilung auf. Die Daten ermöglichen eine detaillierte Auswertung des Tests und einen Vergleich mit der Modellierung.



© STEFAN KUBLI



© STEFAN KUBLI

Sicherheitsnachweis in der Grossen Tonhalle Zürich mit der Heissrauchanlage Izar von Basler & Hofmann.



© STEFAN KUBLI

Boesch Architekten und Diener & Diener Architekten mit einer Teilerneuerung des Kongresshauses. Doch das Projekt war so teuer, dass es dem Volk vorgelegt werden musste. Dieses stimmte 2016 dem Kredit von 165 Millionen zu. Somit stand der Erneuerung von Kongresshaus und Tonhalle nichts mehr im Wege.

### Zielkonflikte zwischen Brandschutz, Denkmalpflege und Nutzung

Seit Beginn der Projektierung vor zehn Jahren war Basler & Hofmann für die umfassende Brandschutzberatung verantwortlich und leitete bis zum Schluss die Umsetzungsarbeiten – eine grosse Herausforderung. Denn in den historischen Gebäuden wäre es nur mit unverhältnismässigem Aufwand möglich gewesen, den Brandschutz nach den heute geltenden Normen und Vorschriften umzusetzen.

Zudem bestanden beträchtliche Zielkonflikte: Während die Feuerpolizei die aktuellen Sicherheitsstandards einforderte, wollten die Architekten und die Denkmalpflege die ursprüngliche Schönheit der Gebäude wieder zum Leben erwecken und die Bausubstanz möglichst unverändert erhalten. Diesen Zielen standen wiederum die Bedürfnisse der beiden Betreibergesellschaften, der Kongresshaus Zürich AG und der Tonhalle-Gesellschaft, gegenüber: Sie können die beiden Häuser nur dann wirtschaftlich betreiben, wenn sie die Säle genügend nutzen und ausreichend Besucher empfangen dürfen.

### Terrasse dient Architektur und Brandschutz

Schon beim Start des Projektes im Jahr 2011 zeigte sich, dass der Kongressaal nicht genügend Fluchtwege aufwies. Wir erkannten schnell, dass eine Terrasse mit einer Treppe in Richtung See, die es auch im Originalbau von Haefeli Moser Steiger gegeben hatte, eine Lösung wäre. Heute sind die Terrasse und die Treppe wichtige architektonische Elemente, die den Ausblick des Foyers zum See öffnen und damit seinen ursprünglichen Charakter wiederaufleben lassen.

Gleichzeitig dienen sie aber auch der effizienten Entfluchtung aus den grossen Sälen.

Auch das grosszügige Foyer, das Kongresshaus und Tonhalle so elegant verbindet, war eine Herausforderung. Denn für die vielfältigen Nutzungsansprüche der Räume galt es in jedem Fall eine sichere Entfluchtung zu gewährleisten. Würde beispielsweise im einen Saal ein Brand ausbrechen, während das Publikum des anderen Saals im Foyer die Pause geniesst, wäre die Flucht erschwert. Dieses Dilemma konnte zum einen gelöst werden, indem Entrauchungsabschnitte gebildet wurden. Zum anderen mussten die Betreiber aber auch Einschränkungen bei gleichzeitiger Nutzung von Foyer, Kongressaal und Tonhalle akzeptieren.

### Risikobeurteilung statt Nullachtfünfzehn-Lösungen

Wenn Brandschutzvorschriften nicht eingehalten werden können, muss nachgewiesen werden, dass der Personenschutz trotzdem gewährleistet ist. Dann ist eine Risikobeurteilung nötig. Man fragt sich: Wo liegen die Probleme und welches Risiko besteht? Die Grundlage dafür bilden Entrauchungs- und Entfluchtungsnachweise. Zu diesem Zweck haben unsere Spezialisten mithilfe von Computersimulationen berechnet, wie der Rauch bei einem Brand die Räume von oben nach unten auffüllen würde, und unter welchen Bedingungen die Leute rechtzeitig flüchten können. Auf dieser Basis wurden dann die Entrauchungs- und Entfluchtungsmassnahmen entwickelt.

Noch nie sind in der Schweiz Entfluchtungssimulationen dieser Grössenordnung erstellt worden. Kein Wunder, hatte die Brandschutzbehörde der Gebäudeversicherung des Kantons Zürich (GVZ) zuerst Zweifel am Sicherheitsnachweis. Deshalb holte man beim renommierten Büro Happold im englischen Bath eine Zweitmeinung ein. Sie bestätigte die Resultate und überzeugte auch die Brandschutzbehörde – ein Schlüsselmoment in der Zusammenarbeit mit den Behörden. Die Entrauchungssimulationen haben beispiels-

Zeigt nach den Renovationen wieder die ganze Pracht des Fin de Siècle: Grosser Tonhalleaal aus dem Jahr 1895.

weise gezeigt, dass die Entrauchung in der Grossen Tonhalle weniger leistungsstark sein muss, als es die Brandschutzvorschriften vorschreiben. Denn dank der hohen Decke bildet sich im Brandfall eine stabile Rauchschiicht weit über dem Balkon, sodass die Personen dort genügend Zeit zur Flucht haben. In der Kleinen Tonhalle (siehe Titelbild) hingegen hängt die Decke deutlich tiefer. Die Leute auf dem Balkon würden schnell in toxischen Rauch gehüllt, sodass hier für eine sichere Entfluchtung neben einer effizienten Entrauchung der gezielte Einsatz von lokalen Sprinklern nötig wurde.

### Anerkannte Lösungen neu kombiniert

Die mechanische Entrauchung in der Grossen wie auch in der Kleinen Tonhalle ist ein massgebender Bestandteil des ganzheitlichen Brandschutzes. Ziel war es dennoch, die denkmalgeschützte Decke möglichst zu erhalten. So wurden bereits bestehende Deckenöffnungen für die Entrauchung genutzt, weshalb sie in der Decke gut versteckt sind. Schwieriger waren die Stahlträger, an denen die Decke am Dach aufgehängt ist. Für das Führen von Entrauchungskanälen um bestehende Stahlträger herum gibt es nämlich keine geprüfte Brandschutzlösung. Zusammen mit dem Produktelieferanten, dem Fachplaner und dem Fachunternehmen, das die Kanäle einbaute, entwickelte man in Absprache mit der Brandschutzbehörde eine ganze Reihe spezifischer Detailkonstruktionen, um derartige Probleme zu lösen.

### Entrauchungskanäle als Akustikelemente

Eine zusätzliche Herausforderung beim Einbau der Entrauchungskanäle war die Akustik, für die das Dach der Tonhalle eine wichtige Rolle spielt: Es muss den Schall schlucken, damit er nicht zurückgeworfen wird und den Klang verzerrt. Die-

se Funktion musste erhalten bleiben. Die Lösung bestand darin, dass die Entrauchungskanäle vergrössert und Schalldämpfungselemente eingebaut wurden. Diese mussten so befestigt werden, dass die Temperaturbeständigkeit nicht gelitten hätte. Auch hier konnte das Problem gelöst werden, indem man anerkannte Lösungen miteinander kombinierte. Heute ist die Akustik des weltberühmten Konzertsaals besser als je zuvor.

Für das Entfluchtungskonzept und auch für die Entfluchtungs-simulationen mussten sich die Betreiber überlegen, wie sie die einzelnen Säle nutzen werden und wie viele Personen darin maximal Platz haben. Mit diesen Angaben konnte man in den Modellen prüfen, wie viele Personen in welchen Konstellationen pro Raum zulässig sind. Gemeinsam mit den Betreibern hat man schliesslich einen Benutzungskatalog mit mehr als 100 Bestuhlungsszenarien erarbeitet, der von den Brandschutzbehörden genehmigt wurde.

### Gezielter Einsatz von Löschanlagen

Neben der durchdachten Entrauchung und Entfluchtung waren viele weitere kreative Lösungen gefragt, beispielsweise der sparsame, gezielte Einbau von Sprinkleranlagen. Denn in denkmalgeschützten Bauten ist der Einbau schwierig und kostspielig. Die Simulationen haben gezeigt, dass die schnelle Eindämmung eines Brandes an drei Stellen besonders wichtig ist: Erstens im Eingangsbereich des Kongresshauses, dem Vestibül, weil der Rauch dort über das offene Treppenhaus ins obere Geschoss gelangen kann. Zweitens in der Unterbühne der Grossen Tonhalle, die komplett aus Holz besteht und somit eine grosse Brandlast darstellt. Hier werden zudem wertvolle Instrumente gelagert. Und drittens in der Kleinen Tonhalle unter dem Balkon, wo ein Brand die Personen auf dem Balkon gefährden würde.



© URS SIEGENTHALER, KANTONALE DENKMALPFLEGE

Herausforderung für die sichere Entfluchtung: das gemeinsame Foyer von Kongresshaus und Tonhalle.



© STEFAN KUBLI

Zwischen den ovalen Verzierungen in der Decke der Grossen Tonhalle verstecken sich die Öffnungen der Entrauchungskanäle.



© STEFAN KUBLI

Die Heissrauchanlage Izar wird in die Grosse Tonhalle gefahren.

Zuletzt mussten für die Abnahme durch die Brandschutzbehörden umfangreiche Sicherheitsnachweise erbracht werden. Dazu führte man auch in allen Räumen mit Entrauchungskonzepten Heissrauchtests durch, welche die Leistung der Entrauchung nachwies. Basler & Hofmann hat dazu die eigens entwickelte Heissrauchanlage Izar eingesetzt (siehe Seite 4). Dabei werden nicht nur die Entrauchung selbst, sondern auch alle anderen nötigen peripheren Massnahmen wie Evakuationsanlagen, Lüftung, Alarmierung der Feuerwehr usw. geprüft. Die Tests waren erfolgreich; das Gebäude hat die Feuerprobe bestanden.

#### Vertrauensbasis dank fundierter Vorschläge

Die Brandschutzberatung für das Kongresshaus und die Tonhalle ist für Basler & Hofmann ein Leuchtturmprojekt. Wir haben an diesem komplexen Projekt viel gelernt. Unsere Aufgabe war es, das geforderte Sicherheitsniveau zu gewährleisten. Dazu mussten kreative Ideen und unkonventionelle Lösungen entwickelt und realisiert werden, da Standardlösungen kaum umsetzbar waren. Zu Beginn war die Skepsis der Behörden gross, doch wir konnten sie überzeugen, indem

wir unsere Vorschläge sorgfältig dimensioniert, gut dokumentiert, begründet und erklärt haben. Während der Umsetzung sind wöchentlich Überraschungen in der Bausubstanz zutage getreten, die auf den Plänen nicht oder falsch eingezeichnet waren, oft mit einschneidenden Folgen für den Brandschutz. Zum Beispiel waren Wände nicht wie erwartet aus Gips, sondern mit Stroh gefüllt und mussten deshalb in Bezug auf ihren Feuerwiderstand spezifisch bewertet werden. Im Rahmen des periodischen «Jour fixe» wurden solche Probleme und Fragen gemeinsam mit den Architekten, Fachplanern und Behörden immer proaktiv angesprochen, erörtert und Lösungen erarbeitet.

#### Hand in Hand zum Erfolg

Gelungen ist der Brandschutz aber vor allem, weil alle Beteiligten gelernt haben zusammenzuarbeiten, um gemeinsam gute Lösungen zu finden. Am Schluss haben alle Kompromisse gemacht: Architekten, Denkmalpflege, Fachplaner und Brandschutzbehörden. Nur bei der Sicherheit gab es keine Abstriche. Sie ist auf dem Stand der heutigen Zeit.

#### Über den Autor

**Martin von Arx**, HLK-Ingenieur und Projektleiter Brandschutz, leitete zusammen mit Juan Blond, der die Federführung in der Projektierungsphase innehatte, die Realisierung und die Qualitätssicherung des Brandschutzes beim Kongresshaus und der Tonhalle Zürich. Sie konnten bei der Realisierung auf umfangreiche Vorarbeiten eines interdisziplinären Teams von Spezialisten und auf gut eingespielte Prozesse aufbauen.

# Von feuersicheren Türen bis zum Sicherheitspersonal

Ein denkmalgeschützter Gebäudekomplex wie Kongresshaus und Tonhalle Zürich braucht ein durchdachtes Sicherheitskonzept mit feuerbeständigen, fluchtwegtauglichen Türen. Doch auch eine Sicherheitsorganisation für eine Vielzahl verschiedener Veranstaltungen ist nötig.

Michael Glenck

Komplexe Projekte wie die Gesamtanierung von Kongresshaus und Tonhalle Zürich fordern auf allen Ebenen massgeschneiderte Lösungen. Dies gilt auch für das Sicherheitskonzept und die Türfachplanung. Mit diesen Aufgaben hat das Amt für Hochbauten Zürich die BDS Security Design AG betraut.

Bei den denkmalgeschützten Türen bestand die Herausforderung darin, dass sie möglichst unverändert bleiben, aber dennoch einen Feuerwiderstand aufweisen, fluchtwegtauglich sind und aus sicherheitstechnischer Sicht eine Widerstandsklasse aufweisen. Zudem dienen manche Türen als Nachströmöffnungen für die Rauch- und Wärmeabzugsanlage, sie mussten aber auch automatisch geschlossen und verriegelt werden können.

## Erfolg dank engem Austausch mit allen Beteiligten

Zielkonflikte zwischen den verschiedenen Anforderungen konnten gelöst werden, indem man die Nutzer frühzeitig einbezog, ihre Bedürfnisse aufnahm und in engem Austausch mit den Architekten, den anderen Planern und der Bauherrschaft Lösungen entwickelte. Auch die gute Zusammenarbeit mit den Türbauern und -integratoren aus der Region Zürich war ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

Schon früh im Projekt war klar, dass ein umfangreiches organisatorisches Sicherheitskonzept die baulichen und technischen Lösungen unterstützen muss. Von Kleinveranstaltungen bis hin zu Anlässen mit bis zu 2000 Besucherinnen und Besuchern, von Bühnen- und Show-Acts mit pyrotechnischen Effekten bis zu Ausstellungen mit sensiblen und hoch versicherten Kunstobjekten muss alles mit einer effizienten und flexiblen Sicherheitsorganisation abgedeckt werden. Weitere Herausforderungen sind parallel stattfindende Veranstaltungen sowie die hohen Ansprüche der Besucherinnen und Besucher bezüglich Organisation und Sicherheit.

## Schlanke, flexible Sicherheitsorganisation

Aus diesem Grund hat die Kongresshaus AG der BDS Security Design AG bereits 2018 den Auftrag erteilt, ein Konzept für die organisatorische Sicherheit zu erarbeiten. Schon zu Beginn der Zusammenarbeit hat sich gezeigt, dass Personenzählsysteme, Videoüberwachungsanlagen oder Durchsageanlagen bei Veranstaltungen eine technische Unterstützung darstellen können. Ent-



Denkmalgeschützte Türen müssen feuerbeständig und fluchtwegtauglich sein.

scheidend ist jedoch die Präsenz von geschultem und gezielt eingesetztem Personal.

Doch die Kongresshaus AG kann die unterschiedlichen organisatorischen Aufgaben mit eigenem Personal allein nicht lösen. Das Konzept für die Sicherheitsorganisation steht deshalb auf drei Säulen, die je nach Veranstaltung, Sicherheitsanforderungen oder gesetzlichen Vorgaben kombiniert werden: 1. Sicherheitsfachleute der Kongresshaus AG, 2. Personal von verschiedenen privaten Sicherheitsdienstleistern und 3. Sicherheitspersonal der Kunden, die eine Veranstaltung durchführen. Ergänzend werden je nach Risikoeinschätzung Kräfte der Blaulichtorganisationen Polizei, Feuerwehr und Sanität aufgebildet. Zusätzlich wurden standardisierte Abläufe mit entsprechenden Checklisten geschaffen, die es der Kongresshaus AG und dem Veranstalter ermöglichen, rechtzeitig die Rahmenbedingungen für die Veranstaltung festzulegen. Die Zusammenarbeit mit der Kongresshaus AG stellte sich von Beginn an als Glücksfall dar. Die gegenseitige Ergänzung in Bezug auf Erfahrung und Methodik führte zu einer schlanken Sicherheitsorganisation, obwohl die Ansprüche vielfältig sind. Das Konzept wurde bereits frühzeitig der zuständigen Behörde Schutz & Rettung Zürich vorgestellt und konnte dank ihrer Rückmeldungen vervollständigt und abgestimmt werden.

## Über den Autor

**Michael Glenck** ist Geschäftsleiter, Team- und Projektleiter Sicherheit und Spezialist für physische Sicherheit und Tür-Engineering bei der BDS Security Design AG.



# Der neue MAS in Fire Safety Engineering an der ETH Zürich

Auf Anregung der Wirtschaft, aber auch vonseiten der Schweizerischen Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und -berater (SSI), startete die ETH Zürich im Jahr 2020 den neuen Master of Advanced Studies (MAS) in Fire Safety Engineering. Die Weiterbildung baut auf dem Curriculum der Society of Fire Protection Engineers (SFPE) auf, dauert zwei Jahre und wird berufsbegleitend durchgeführt. Nationale und internationale Spezialist\*innen unterstützen diesen Master mit grossem Engagement.

Michael Klippel und Andrea Frangi, ETH Zürich

Der MAS ETH Fire Safety Engineering reagiert auf die steigende Nachfrage nach Brandschutzingenieur\*innen in der Schweiz, gerade auch im Hinblick auf die Revision der VKF-Brandschutzvorschriften 2026. Das Ziel des Studiums ist es, die nächste Generation von Brandschutzingenieur\*innen auszubilden. Das Programm vermittelt die ingenieurmässige Denkweise und die Anwendung von Ingenieurmethoden zur Beurteilung von Brandgefahren und -risiken, zur Dimensionierung von Massnahmen und zur objektbezogenen Nachweisführung der Schutzzielerrreichung.

## Zielpublikum

Das interdisziplinäre Weiterbildungsstudium richtet sich an Ingenieure und Naturwissenschaftler mit Masterabschluss der ETH oder einer anderen universitären Hochschule, die sich im Brandschutzingenieurwesen weiterbilden möchten. Quereinsteiger\*innen, die diese Voraussetzung nicht erfüllen, jedoch über eine ausgewiesene Berufspraxis mit Zusatzqualifikationen in technisch-naturwissenschaftlichen Fachgebieten verfügen, können sich ebenfalls um einen Studienplatz bewerben.

## Bericht zum aktuellen Durchgang

Der MAS ETH Fire Safety Engineering deckt sämtliche Themen des Brandschutzingenieurwesens ab und ist in fünf Module gegliedert:

- (1) Physikalische und chemische Grundlagen für den Lastfall Brand
- (2) Grundlagen Nachweisführung im Brandschutz
- (3) Organisatorischer Brandschutz und Evakuierung
- (4) Baulicher Brandschutz und Heissbemessung
- (5) Technischer Brandschutz

In allen Modulen werden praxisbezogene Projektarbeiten in Gruppen und ein Selbststudium integriert. Jedes Modul wird direkt mit einer Leistungskontrolle am letzten Modultag abgeschlossen. Mit einer Masterarbeit, die in Zusammenarbeit mit den eigenen Arbeitgebenden oder einer (ausländischen) Universität durchgeführt werden kann, wird das Studium abgeschlossen.

Die Module werden in Einzelblöcken von drei Wochen, verteilt über zwei Jahre, durchgeführt. Teilnehmende und Arbeitgebende schätzen die-

ses Format gleichermaßen sehr. Es erlaubt den Teilnehmenden, sich innerhalb eines dreiwöchigen Moduls vertieft und konzentriert dem Studium zu widmen.

Während das erste Modul im September 2020 im Präsenzunterricht an der ETH durchgeführt werden konnte, mussten die Module 2 und 3 komplett im Online-Unterricht stattfinden. Neue Lehr- und Lernformate und das gegenseitige Verständnis von Dozierenden und Teilnehmenden konnten den Lernerfolg sicherstellen. Das Feedback war allseits und durchwegs positiv. Beindruckend für uns war insbesondere, wie gut gerade die Teilnehmenden des MAS die intensiven Lernwochen meistern!

Die Erfahrungen aus dem aktuellen Studiengang fliessen in die Planung des kommenden Durchgangs des MAS ein, der sowohl online wie auch im Präsenzunterricht durchgeführt wird, wobei die Vorteile beider Formate gleichermaßen genutzt werden. Damit können individuelle Bedürfnisse von Dozierenden und Teilnehmenden berücksichtigt werden und das Lernen und Lehren kann angenehm vor Ort an der ETH oder von zu Hause aus erfolgen.

## Zweiter Durchgang ab Herbst 2022

Der zweite Durchgang des MAS ETH Fire Safety Engineering startet im September 2022. Anmeldung: 10. Januar bis 30. April 2022. Termine und Inhalte sind auf der Website des Programms aufgeschaltet: [www.mas-brandschutz.ethz.ch](http://www.mas-brandschutz.ethz.ch)

Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich

# Spannende Referenzen gesucht? Hier gefunden.



## Erhöhung Tunnelsicherheit N03 Kerenzertunnel

Projektierung und Realisierung der Betriebs- und Sicherheitsanlagen inklusive Lüftung / Rauchabsaugung für den Sicherheitsstollen und den Kerenzertunnel (SIA-Phasen 31-53).



## Resilienz Stadt Zürich

Pilotprojekt zu Analyse und Bewertung der Resilienz der Stadt Zürich an den Beispielen «Wasserversorgung» und «Mobilität»; Massnahmenplanung



## BAV-Richtlinie Erdbbensicherheit von Eisenbahnanlagen

Erarbeitung einer BAV-Richtlinie für die Umsetzung der Normanforderungen an die Erdbbensicherheit von Eisenbahnanlagen im Auftrag des BAFU mit Begleitgruppe BAFU/BAV/BABS/SBB/BLS/RhB



## Gesamtkonformität

Was im allgemeinen Sprachgebrauch als Produktionslinie bezeichnet wird, ist im Sinne der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG häufig eine verkettete Maschine, für deren EG-Konformität einer der beteiligten Lieferanten oder der Besitzer/Benutzer die Verantwortung übernehmen muss. Für eine solche Produktionslinie wurde nach Betrachtung der Schnittstellen die Gesamtkonformität erstellt.



## Objektschutzmassnahmen für eine Grossüberbauung

Unfälle mit Gefahrguttransport können, gerade wenn sich viele Personen in der Nähe befinden, schwerwiegende Folgen haben. Für eine Grossüberbauung an einer solchen Transportroute wurden Objektschutzmassnahmen entwickelt, um die Bevölkerung vor den Auswirkungen eines Störfalls zu schützen.

Die Mitgliedfirmen der SSI-Vereinigung sind an vielen aktuellen Sicherheitsprojekten beteiligt. Eine kleine Auswahl, gegliedert in verschiedene Sicherheitskompetenzen, verschafft Eindrücke.



# Ceneri-Basistunnel: Ein wichtiges Element der schweizerischen Verkehrspolitik

Mit der Neubaustrecke Ceneri-Basistunnel (CBT) und den weiteren Ausbauten von Basel bis Chiasso ist der 4-Meter-Korridor auf der Gotthard-Achse fertiggestellt. Damit wird die Verlagerung der alpenquerenden Gütertransporte von der Strasse auf die Schiene weiter gesteigert. Zudem hat sich mit der Inbetriebnahme des CBT seit Anfang dieses Jahres die Reisezeit zwischen der Deutschschweiz und dem Tessin/Italien deutlich verkürzt. Für die Inbetriebnahme hatten die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) nachzuweisen, dass sie den Ceneri-Basistunnel sicher und zuverlässig betreiben können.

Mathias Kost und Peter Gerber

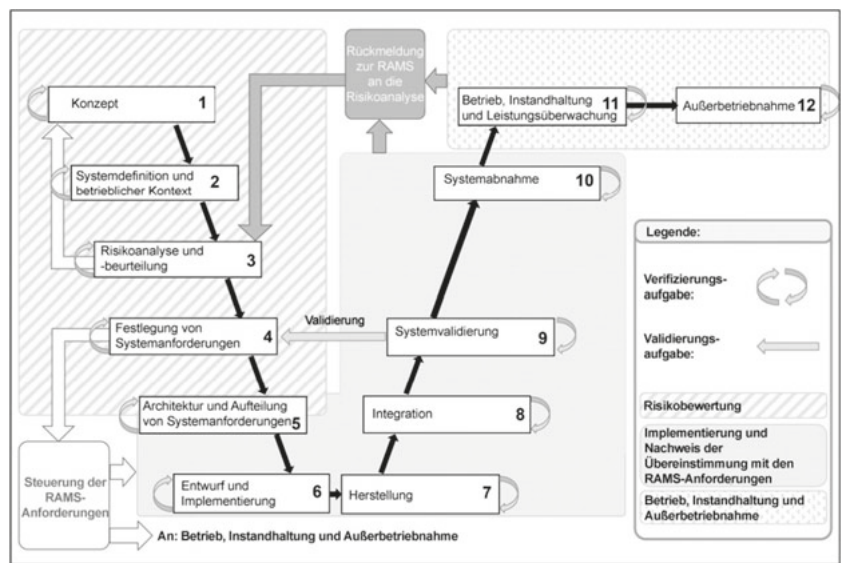
Für Eisenbahnanlagen gilt das Eisenbahngesetz (EBG), welches den Bau und Betrieb von Eisenbahnen regelt. Die technischen Bestimmungen der Eisenbahngesetzgebung bezwecken einen sicheren Betrieb und damit die Verhinderung von Gefahren für Personen, Sachen und Umwelt.

Gemäss Art. 18w EBG ist für Eisenbahnanlagen eine Betriebsbewilligung erforderlich. Bevor die Züge fahrplanmässig durch den Ceneri-Basistunnel fahren durften, musste der Betrieb durch das Bundesamt für Verkehr (BAV) bewilligt und freigegeben werden. Ein Eisenbahnunternehmen muss gemäss der Eisenbahnverordnung (EBV) dazu folgende Nachweise erbringen:

- den Sicherheitsnachweis
- Unterlagen über die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen, der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) und der übrigen massgebenden Vorschriften

## Die Bedeutung der RAMS-Normen im Zulassungsprozess

Einen wesentlichen Teil der Sicherheitsnachweisführung bilden die Spezifikation und Nachweise der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS). Die RAMS-Norm SN EN 50126 des europäischen Komitees für elektrotechnische Normung (CENELEC) stellt heute den europäischen Standard für die Projektentwicklung bei Eisenbahnanlagen dar. Die Norm beschreibt eine Vorgehensweise, um bahnspezifische RAMS-Anforderungen zu entwickeln und deren Übereinstimmung für die Erstellung und den Betrieb von Bahnanwendungen zu erzielen. Die Vorgehensweise erstreckt sich über mehrere Phasen eines Lebenszyklus, angefangen beim Konzept, über die Herstellung, Integration und Abnahme bis schliesslich zur Ausserbetriebnahme des Systems. Zu jeder Phase des Lebenszyklus gehören definierte Arbeitsergebnisse sowie Verifizierungs- und Validierungsprozesse, die anzuwenden sind.



Der Systemlebenszyklus der SN EN 50126 umfasst die Folge von Phasen und den jeweiligen Aktivitäten über die gesamte Lebensdauer eines Systems, vom Konzept bis zur Ausserbetriebnahme.

Die Alptransit Gotthard AG (ATG), eine Tochtergesellschaft der SBB, war die Bauherrin der NEAT-Achse Gotthard mit den Basistunnels am Gotthard und Ceneri. Bereits ab der Konzeptphase hat sich die ATG mit externen Projektgenieurmandaten verstärkt. Mehrere Mitgliederfirmen der Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und -berater (SSI) konnten die ATG tatkräftig unterstützen, so auch bei der Umsetzung des RAMS-Prozesses mit der Erarbeitung der RAM- und Sicherheitsnachweise.

## Welche Verfügbarkeit und Sicherheit muss der Tunnel erreichen?

Die RAM- und Sicherheitsnachweise stellten für den Ceneri-Basistunnel letztlich eine wesentliche Voraussetzung für die Erteilung der Betriebsbewilligung durch das BAV dar. Am Anfang dieses Prozesses waren die RAMS-Anforderungen für das Gesamtsystem zu definieren. Neben verschiedensten funktionalen und technischen Anforderungen zur Gebrauchs- und Betriebstauglichkeit wurden konkrete, quantitative Ziele an die Verfügbarkeit und die



Die Zuverlässigkeit der bahntechnischen Anlagen in den Querschlägen beeinflusst die Verfügbarkeit des Bahnbetriebs durch den Ceneri-Basistunnel.

© ALPTRANSIT GOTTHARD AG

Sicherheit festgelegt. Während die Sicherheitsziele behördlich festgelegt sind, basieren die Verfügbarkeitsanforderungen auf den Zielen des Betreibers bezüglich der zulässigen Verspätungsminuten von Zügen auf der Nord-Süd-Achse. Heruntergebrochen auf den Ceneri-Basistunnel, wurden daraus die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Instandhaltbarkeit für die bahntechnische und elektromechanische Ausrüstung hergeleitet.

**Von der Theorie in die Praxis**

Die Begleitung eines bewilligungspflichtigen Eisenbahnprojekts beginnt idealerweise bereits in der Vorprojektphase. Spätestens mit dem Bauprojekt müssen die RAMS-Ziele definiert sein, damit die zugeteilten Ziele in die Ausschreibung für die RAMS-relevante Ausrüstung einfließen können. Nur dann ist gewährleistet, dass die Eisenbahnanlage unter Einhaltung der Sicherheitsziele mit genügender Verfügbarkeit betrieben werden können. Beim Ceneri-Basistunnel wurden die verschiedenen Lieferanten der bahntechnischen und elektromechanischen Ausrüstung bis zum Abschluss ihres Werkvertrags an den zugewiesenen Zielen gemessen. Dank einer Normierung sowie einheitlichen Struktur der Analysen und Nachweise konnte ein systematisches Zusammenfassen der RAMS-relevanten Parameter und damit eine konsistente Nachweiserbringung erfolgen. Der theoretische Nachweis der Erfüllung der RAM- und Sicherheitsziele konnte so nachvollziehbar erbracht werden.

In der Inbetriebsetzungsphase des CBT wurde der Tunnel von einer Baustelle in einen in Betrieb stehenden Bahntunnel überführt. Mit diesem Schritt erfolgte der Übergang von der Theorie

in die Praxis. Diese Phase begann mit dem Abschluss der Bau- und Ausrüstungsarbeiten und endet mit der Aufnahme des fahrplanmässigen kommerziellen Betriebs. Sie war aufgeteilt in die Phasen Inbetriebnahme/-setzung der Lieferanten, Testbetrieb unter der Hauptverantwortung der ATG und Probetrieb unter der Hauptverantwortung des zukünftigen Betreibers SBB. Seit dem Fahrplanwechsel im Dezember 2020 steht der Tunnel unter Beobachtung, ob sich die Ziele auch im realen Betrieb erfüllen werden.

**Führung und Begleitung des RAMS-Prozesses**

Eine fachkundige Begleitung des RAMS-Prozesses mit der zeitgerechten Erstellung der Sicherheits- und RAM-Nachweise auf allen hierarchischen Ebenen hat massgebend dazu beigetragen, dass die Freigabebefugungen und Betriebsbewilligungen



Betriebserprobung auf einer Testfahrt mit einem ICE im Ceneri-Basistunnel.

© ALPTRANSIT GOTTHARD AG

## INFRASTRUKTUREN

ligungen durch das BAV und die Inbetriebnahme des CBT planmässig erfolgen konnten. Dieser Erfolg basiert auf einer konsistenten und CENELEC-konformen Projektentwicklung sowie der sehr guten Zusammenarbeit der Bauherrin ATG, den SBB und der Bewilligungsbehörde BAV.

Der letzte Schritt im Projekt ist die Leistungsüberwachung im laufenden Betrieb. Erst die Betriebserfahrung wird zeigen, ob die definierten Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Instandhaltbarkeit die geforderte hohe betriebliche Verfügbarkeit in der Realität ermöglichen.

Alle an den NEAT-Projekten Gotthard- und Ceneri-Basistunnel beteiligten Stellen haben ein umfangreiches Know-how in ihren Fachbereichen aufbauen können. Verschiedene Firmen des SSI haben Mandate für die ATG und die SBB ausgeführt und sind für weitere anspruchsvolle Projekte gerüstet. Der Zuzug fachkompetenter Stellen, wie der Experten der SSI-Vereinigung, zahlt sich aus. Dies gilt insbesondere für die Umsetzung des RAMS-Prozesses nach SN EN 50126.



Am Nordportal im Tunnel West des CBT verzweigt sich die Strecke in Richtung Bellinzona und Locarno.



Als Vorbereitung für eine mögliche CBT-Verlängerung in südlicher Richtung befindet sich in diesem Bereich ein Aufweitungsbauwerk.

### Über die Autoren

**Mathias Kost,**  
dipl. Kulturingenieur  
ETH, ist Bereichsleiter  
Sicherheit bei der  
Emch+Berger AG, Bern.  
Er ist ein ausgewiesener  
Fachexperte im Bereich  
RAMS und bearbeitete  
die RAMS-Nachweise  
für die Erlangung der  
Betriebsbewilligung des  
CBT.

**Peter Gerber,**  
Dr. phil. nat., Physiker,  
hat langjährige nationale  
und internationale  
Erfahrung bei der Er-  
arbeitung von Risiko-  
und Sicherheitsanalysen  
bei Bahn, Strasse und  
Infrastruktur. Er hat den  
Bereich Sicherheit bei  
Emch+Berger viele Jah-  
re erfolgreich geführt  
und war massgebend  
bei den Sicherheits-  
und RAM-Analysen  
des CBT beteiligt.

Energieautarkes Mehrfamilienhaus in Brütten ohne Netzanschluss oder externe Energiequellen. Die überschüssige Sommerenergie der Photovoltaik wird elektrolysiert und der Wasserstoff in einem Tank für das Winterhalbjahr gespeichert.



© RENÉ DÜRR

# Wasserstoff als Energieträger – leicht, kraftvoll und umweltfreundlich

**Strom aus erneuerbaren Energiequellen fließt nicht immer dann, wenn er gebraucht wird. Ein vielversprechender Energiespeicher ist Wasserstoff. Er gilt deshalb als zentraler Pfeiler einer künftigen Energiewirtschaft. Doch ist er auch sicher genug?**

Matthias Wegmann

Die Klimaziele des Pariser Abkommens sind nur erreichbar, wenn das volle Potenzial der erneuerbaren Energien ausgeschöpft wird. Dabei kann Wasserstoff als Energieträger und Brennstoff eine entscheidende Rolle spielen. Umweltexterten sprechen schon vom Wasserstoff als dem Erdöl der Zukunft. So hat Deutschland im Juni 2020 eine nationale Wasserstoffstrategie ausgerufen. Mit insgesamt neun Milliarden Euro bis 2024 sollen der Markthochlauf im Inland sowie Projekte im Ausland unterstützt werden.

Auch in der Schweiz dringt Wasserstoff immer tiefer in die Energiewirtschaft vor. Die erste

kommerzielle Produktionsanlage für Wasserstoff ist seit einem Jahr im Laufwasserkraftwerk Gösgen in Betrieb. Eine weitere Anlage wird von der Axpo im Kraftwerk Rheinsfelden bei Eglisau/Glattfelden entwickelt. Basler & Hofmann ist für die Sicherheitsplanung zuständig. Und Hyundai Hydrogen Mobility, ein Joint Venture des südkoreanischen Fahrzeugherstellers Hyundai und des Schweizer Unternehmens H<sub>2</sub> Energy, liefert bis ins Jahr 2025 eine Flotte von 1600 Brennstoffzellen-Lastwagen an Schweizer Kunden, namentlich an ausgewählte Transportunternehmen und Grossverteiler. Parallel dazu möchte das Unternehmen den dringend nötigen Ausbau des Wasserstofftankstellennetzes forcieren.

## WASSERSTOFF

Wasserstoff (in der chemischen Nomenklatur  $H_2$ ) besteht aus zwei Wasserstoffatomen (H) und ist bei Umgebungsbedingungen ein farb- und geruchloses Gas. Es ist 14-mal leichter als Luft und kann gasförmig oder verflüssigt in Druckbehältern oder in Metallhydridspeichern gelagert werden. In der Industrie wird Wasserstoff schon lange im grosstechnischen Massstab verwendet, zum Beispiel als Ausgangsstoff für die Herstellung von Ammoniak für Kunstdünger oder Sprengstoff, aber auch in der Lebensmittelindustrie.

### Höchste Energiedichte aller Brennstoffe

Für die Energiewirtschaft stehen die Speicherkapazitäten von Wasserstoff im Vordergrund. Beim Produktionsprozess wird elektrische Energie chemisch gebunden, sie wird dadurch lange und stabil speicherbar sowie gut transportierbar. Wasserstoff zeichnet sich durch die höchste gewichtsbezogene Energiedichte aller sekundärer Energieträger aus. Das Gas kann durch Steamreforming oder durch Elektrolyse produziert werden. Bei Letzterem wird als Ausgangsstoff Wasser mit elektrischem Strom in Sauerstoff und Wasserstoffgas aufgespalten. Dieses kann später beim Anwender in einer Brennstoffzelle emissionsfrei rückverstromt werden. Nachhaltig ist die Wasserstoffprodukti-

on nur, wenn der Strom aus erneuerbarer Energie stammt. In diesem Fall spricht man von grünem Wasserstoff.

Mit der Umwandlung in Wasserstoff (Power to  $H_2$ ) und anschliessender Rückverstromung vor Ort lassen sich erneuerbare Energien auch für die Dekarbonisierung in Sektoren wie Mobilität und Gebäuden einsetzen. Konzepte dafür gibt es seit den 1970er-Jahren, doch die billig verfügbaren fossilen Energieträger verhinderten den Durchbruch lange Zeit. Heute verleiht die politisch geforderte Dekarbonisierung der Wasserstofftechnologie einen neuen Schub. Dies wirft aber auch die Frage auf, wie sicher und wirtschaftlich Wasserstoff in diesen neuen Anwendungen eingesetzt werden kann.

Reiner Wasserstoff kann nicht explodieren. In einem Gemisch mit Sauerstoff ist er jedoch ab einem Wasserstoffanteil von vier Prozent zündfähig. Erreicht dieser 18 Prozent, entsteht das klassische Knallgasgemisch, das prinzipiell detonationsfähig ist. Bei einer Leckage oder im Freien kann ein solches Gemisch aufgrund der physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff jedoch gar nicht zustande kommen. Anders ist die Situation in geschlossenen Räumen oder verdämmten Situationen, in denen die aktuellen Sicherheitsbestimmungen berücksichtigt werden müssen. Darin wird Wasserstoff wie andere brennbare Gase

Back-up-System des IT-Servers der Firma GKN in Bruneck (It). Die Stromversorgung wird durch Photovoltaik sichergestellt. Die Anlage umfasst auch einen Elektrolyseur, einen durch die GKN produzierten Wasserstoff-Metallhydridspeicher sowie eine Brennstoffzelle zur Notstromversorgung.





behandelt. Konventionelle Wasserstoffspeicher- und Leitungssysteme, wie sie in der Industrie benutzt werden, müssen demnach dicht ausgelegt und mit Sonden und Sicherheitsventilen ausgerüstet sein, um sicher betrieben werden zu können.

### Leuchtturmprojekt im Gebäudesektor

In Bezug auf die neuen Anwendungsgebiete in der Energiewirtschaft besteht jedoch durchaus ein Regelungsbedarf, der nun angegangen wird. Wichtig sind die entsprechenden Bewilligungsverfahren im Gebäudesektor, der wegen seines Anteils von rund 24 Prozent an den Treibhausgasemissionen in der Schweiz prädestiniert ist für die Anwendung von grünem Wasserstoff. Eines der Leuchtturmprojekte ist das vollkommen energieautarke Mehrfamilienhaus in Brütten bei Zürich (siehe Foto auf Seite 15). Bei seiner Einweihung im Jahr 2016 wurde es feierlich vom Stromnetz abgekoppelt. Basler & Hofmann hat in diesem Projekt die Beratungen im Bereich der Photovoltaikhülle sowie bei der Energiespeicherung übernommen. Neben der Dachsolaranlage ernten grossflächige Fassadenmodule aus Dünnschichtzellen so viel Sonnenenergie wie möglich. Die grösste technische Herausforderung lag jedoch in der Bereitstellung der Energie zum richtigen Zeitpunkt. Hier bot sich Wasserstoff als

Energiespeicher an. Im Sommer, wenn die Solarzellen mehr Strom liefern, als benötigt wird, wird Wasserstoff mithilfe eines modernen Polymer-Elektrolyt-Membran-Elektrolyseurs (PEM) produziert und bei 30 bar in zwei Speichertanks aus Spezialstahl mit total 120 Kubikmeter Inhalt gespeichert. Bei Bedarf, zum Beispiel im Winter, kann dieser dann mittels einer angeschlossenen Brennstoffzelle rückverstromt werden.

### Dezentrale Speicherung für dezentrale Produktion

Das Projekt Brütten hat insofern Vorbildcharakter, als es exemplarisch zeigt, dass ein Wasserstoffsystem perfekt in eine künftige vermehrt dezentrale Energiewirtschaft passt. Wind-, Sonnenenergie, Biogas und auch Erdwärme werden nicht mehr wie die Kernkraft oder Strom aus Wasserkraftwerken in Grosskraftwerken weit weg vom Nutzer erzeugt, sondern mittels kleinerer Anlagen direkt vor Ort. Die Wasserstofftechnologie stösst die Türen zur Vision eines umweltfreundlichen Kleinkraftwerkes sozusagen im Vorgarten von Otto Normalverbraucher auf.

Auch bei kritischen Infrastrukturen wird einer emissionsarmen Notstromversorgung auf der Basis von Brennstoffzellen ein grosses Potenzial zugesprochen. Der Vorteil gegenüber einer Absicherung durch Grossbatterien ist unter anderem, dass der Energieträger Wasserstoff schnell nachgetankt und so ein kontinuierlicher Betrieb gewährleistet werden kann, wie eine Studie des Instituts für Maschinen- und Energietechnik der Hochschule Luzern gezeigt hat. In der nationalen Risikoanalyse hat der Bundesrat für empfindliche Infrastrukturen eine Versorgung über mindestens 72 Stunden gefordert. Deshalb ist sein Einsatz vor allem im sensiblen Telekommunikationsbereich, aber zum Beispiel auch in Verkehrsinfrastrukturen wie Tunnels angezeigt. Derzeit planen wir für das ASTRA die Notstromversorgung für die Überdachung der A1 bei Neuenhof.

Immer mehr Bauprojekte setzen bei der Energieversorgung mittlerweile auf Wasserstoff und Brennstoffzellen. Da die Investitionen dafür jedoch hoch sind, lohnt es sich, das System für eine grössere Anzahl Nutzer zu konzipieren. Deshalb werden heute vermehrt ganze Stadtquartiere und Gewerbegebiete mit einem Gesamtenergiekonzept auf der Basis von Wasserstoff geplant. Wir sprechen von einer «Dorfbrunnen-Strategie». Das Pendant zum Dorfbrunnen ist dabei die Energiezentrale, in der die erneuerbar produzierte Energie in einem Hybridsystem aus Batterien, einem Erdreichspeicher und einem Wasserstoffsystem gespeichert wird.

Die «Dorfbrunnen-Strategie» setzen wir im Konzept für den «GreenInnovationPark» um, ein Modellprojekt im Wirtschaftsraum Baden-Württemberg. In Vöhringen, rund 70 Kilometer südlich von Stuttgart, soll auf einer Fläche von 13 Hektaren ein Gewerbegebiet entstehen, das sich ganz dem Thema Wasserstoff und anderen Nachhaltigkeitsthemen verschrieben hat. Neben dem oben beschriebenen klimaneutralen und nahezu autarken Energiekonzept möchte der «GreenInnovationPark» auch bewusst Betriebe anziehen,





Bis 2025 beschaffen ausgewählte schweizerische Transportunternehmer und Grossverteiler eine Flotte von 1600 Brennstoffzellen-Lastwagen über ein Joint Venture von Hyundai und H2 Energy.

die in der Forschung und Entwicklung von innovativen Wasserstofflösungen tätig sind und so als Drehscheibe für konkrete Wasserstoffanwendungen dienen. Der Park soll sogar genügend Energie für eine klimaneutrale regionale Versorgung liefern.

**Nachteil Wirkungsgrad – Vorteil Gewicht und Betankung**

Auch die Dekarbonisierung des Verkehrs ist wichtig, weil er mit einem derzeitigen Anteil von 32 Prozent an den Klimagasemissionen in der Schweiz einer der Hauptsünder ist. Bezüglich Energieeffizienz sind Wasserstoffautos gegenüber direkt batteriebetriebenen Fahrzeugen zwar unterlegen. Die Erzeugung des Wasserstoffs mit Strom und die erneute Umwandlung in Strom in der Brennstoffzelle wirken sich doppelt negativ auf den Wirkungsgrad aus. Der Well-to-Wheel-Wirkungsgrad – also die Energieeffizienz von der Bereitstellung der Antriebsenergie bis zur Bewegungsenergie, die der Antrieb auf die Strasse bringt – beträgt bei modernen Batteriefahrzeugen rund 85 Prozent, bei Wasserstoffautos bis zu 50 Prozent. Benziner erreichen gut 25 Prozent, mit Diesel rund 33 Prozent.

Dieser Nachteil gegenüber Batterieautos fällt jedoch weniger ins Gewicht, wenn genug erneuerbare Energie greifbar ist, um den emissionsfreien Wasserstoff zu produzieren. Ein weiterer Vorteil von Wasserstoffautos liegt in ihrer höheren Reichweite und dem geringeren Gewicht des Speichersystems. Ein handelsüblicher 600-bar-Drucktank wiegt 125 Kilogramm und enthält 6 Kilogramm Wasserstoff, der es auf rund 500 Kilometer Reichweite bringt. Eine Lithium-Ionen-Batterie in einem E-Auto mit ähnlich hoher Reichweite, zum Beispiel einem Tesla S, wiegt dagegen 830 Kilogramm und ist auch volumemässig viel grösser, was alles auf Kosten der Nutzlast geht. Kommt hinzu, dass ein Wasserstoff-Drucktank an einer entsprechenden Tankstelle in drei Minuten gefüllt ist, während der Akku eines E-Autos je nach Leistung der Ladestation eine ganze Nacht oder länger braucht, bis er aufgeladen ist.

**Überschaubare Brandgefahr**

In Crash-Tests konnte gezeigt werden, dass die Brandgefahr von Wasserstoffautos gering ist. Im Falle eines Lecks entweicht Wasserstoff aus dem Drucktank nach oben, bevor er in oder unter das Fahrzeug fliesst. Das Gas verbrennt wie bei einem Schweißbrenner mit einer zwar energiereichen, aber örtlich begrenzten Stichflamme. Weil Wasserstoff keinen Kohlenstoff enthält, erzeugt er beim Abbrennen nur eine relativ geringe Wärmestrahlung. Benachbarte Gegenstände fangen daher weniger leicht Feuer und für Menschen, die sich in der Nähe aufhalten, ist die Gefahr geringer, Verbrennungen zu erleiden.

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen ist die Wasserstoffmobilität vor allem für lange Fahrten oder den Transport schwererer Lasten vorteilhaft, zum Beispiel im Schwerverkehr. Allerdings steht dem Durchbruch des Wasserstoffantriebs auch noch die fehlende Infrastruktur im Wege, also ein dicht ausgebautes Wasserstofftankstellennetz. Klimaexperten sind sich aber einig, dass eine künftige emissionsarme Fahrzeugflotte aus einem Mix von wasserstoff- und batteriebetriebenen E-Fahrzeugen bestehen wird.

Wasserstoff hat als Energieträger und Brennstoff vor allem in den Bereichen Gebäude und Mobilität eine grosse Zukunft. Er wird eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung der Energiewirtschaft spielen, sofern die technologischen Fortschritte umgesetzt werden können. Dazu müssen für die neuen Anwendungen von Produktionsanlagen über Tankstellen bis zu Gesamtennergiesystemen in Gebäuden auch die Bewilligungsverfahren weiterentwickelt werden, die aufgrund fehlender Erfahrung der zuständigen Behörden oft noch mit viel Unsicherheiten und Vorbehalten verbunden sind. Um diese zu überwinden, ist der direkte Austausch mit den Verantwortlichen auf allen Ebenen entscheidend, sei dies beim Bund, in den Kantonen oder sogar im internationalen Umfeld. Unsere Projekterfahrung zeigt, dass dabei nur eine offene Kommunikation der wissenschaftlichen Evidenz zum Erfolg führen kann.

**Über den Autor**

*Matthias Wegmann,*  
Dr. sc. ETH und leitender Experte Sicherheit bei Basler & Hofmann AG, beschäftigt sich seit 2015 mit Projekten zur Wasserstofftechnologie und ihren Potenzialen, Chancen und Risiken.

# Wer ist die SSI?

## Schweizerische Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und -berater

Das Streben nach Qualität sowie Zuverlässigkeit in der Sicherheitsberatungsbranche und die Förderung der Produktneutralität – dafür steht die Schweizerische Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und -berater (SSI) mit ihren 16 namhaften Schweizer Beratungsunternehmen. Die SSI-Mitgliedfirmen unterliegen strengen Aufnahmekriterien, welche sich an Leistung und Erfahrung orientieren. Seit dem Jahr 1980 ist die SSI in der Schweiz aktiv. Für die nötige Qualität und Kontinuität ist gesorgt.

Die SSI-Ingenieure nehmen Einfluss auf die Regelung sicherheitsrelevanter Fragen in der Rechtsetzung und Normierung und sie pflegen den Dialog mit allen relevanten Organisationen sowie mit der breiten Öffentlichkeit zu Fragen der Sicherheit, des Brandschutzes und des Risikomanagements.



## Der aktuelle Vorstand

### Präsidentin



### Blanche Schlegel

Dank unserem Netzwerk an unabhängigen Sicherheitsingenieurbüros und dem damit verbundenen grossen Know-how können wir unseren Kunden und Partnern zweckmässige, zukunftsichere Lösungen für ihre Projekte und Anliegen bieten.

### Vizepräsident



### Peter Jost

Wir von der SSI – dem führenden Ingenieurverband der Sicherheitsbranche – sind überzeugt, dass für eine umfassende Sicherheit vermehrt der Blick fürs Ganze gefragt ist. Es reicht heute nicht mehr aus, einzelne Sicherheitsaspekte isoliert zu betrachten.

### Past-Präsident



### David Grossmann

Hauptziel unseres Netzwerkes ist es, den Kunden hochstehende und unabhängige Dienstleistungen in den Bereichen Risikomanagement, Sicherheit und Brandschutz anbieten zu können. Qualität ist gefragt. Qualität heisst für uns, auf die Bedürfnisse des Kunden eingehen und wirtschaftlich optimale Lösungen anbieten. Fachlich wollen wir an der Spitze bleiben: das Erarbeiten von State-of-the-Art-Regeln und ein Mitwirken bei Vernehmlassungen zu Fragen der Sicherheit ist uns ein grosses Anliegen. Unser Credo: Nur wer sich fachlich engagiert und bewegt, kann kompetent beraten.

### Geschäftsstelle, Sekretariat



### Markus Good

Vereint für das Thema Sicherheit! Ein Schwerpunkt unserer Aktivitäten in der SSI-Vereinigung ist die Weiterbildung mit Tagungen zu aktuellen Themen. Wir wollen kompetente Gesprächspartner als Kunden, welche den Risikoprozess mitverfolgen können und in der Lage sind, entsprechend sinnvolle und nachhaltige Entscheide zu fällen und mitzutragen.

# Mit Sicherheit gut beraten.

**AFRY Schweiz AG** · [www.afry.ch](http://www.afry.ch)

**Amstein + Walthert Sicherheit AG** · [www.amstein-walthert.ch](http://www.amstein-walthert.ch)

**Basler & Hofmann AG** · [www.baslerhofmann.ch](http://www.baslerhofmann.ch)

**BDS Safety Management AG** · [www.arbeitssicherheit.ch](http://www.arbeitssicherheit.ch)

**BDS Security Design AG** · [www.bds-bern.ch](http://www.bds-bern.ch)

**BG Ingenieure & Berater AG / BG Ingénieurs Conseils SA** · [www.bg-21.com](http://www.bg-21.com)

**EBP Schweiz AG** · [www.ebp.ch](http://www.ebp.ch)

**Emch+Berger Gruppe** · [www.emchberger.ch](http://www.emchberger.ch)

**Lombardi SA, Ingegneri Consulenti** · [www.lombardi.ch](http://www.lombardi.ch)

**MARQUART Sicherheit + Security AG** · [www.maqs.ch](http://www.maqs.ch)

**Neosys AG, RisCare** · [www.neosys.ch](http://www.neosys.ch)

**NSBIV AG** · [www.nsbiv.ch](http://www.nsbiv.ch)

**RM Risk Management AG** · [www.rmrisk.ch](http://www.rmrisk.ch)

**Siplan AG** · [www.siplan.ch](http://www.siplan.ch)

**SRB Assekuranz Broker AG** · [www.srb.ch](http://www.srb.ch)

**suisseplan Ingenieure AG** · [www.suisseplan.ch](http://www.suisseplan.ch)

**Swiss Safety Center AG** · [www.safety-center.ch](http://www.safety-center.ch)

**TÜV SÜD Schweiz AG** · [www.tuev-sued.ch](http://www.tuev-sued.ch)



Schweizerische Vereinigung unabhängiger  
Sicherheitsingenieure und -berater