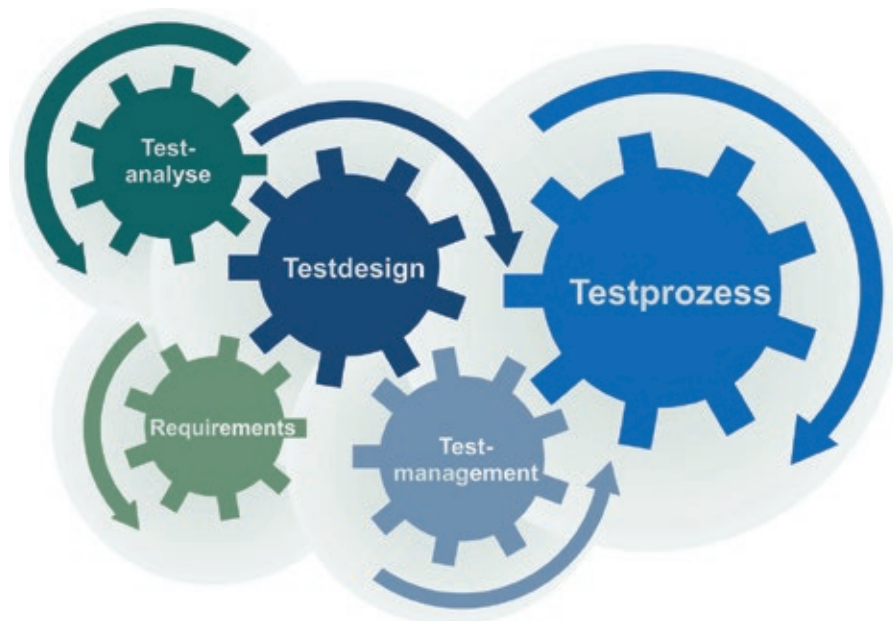


## Integrale Betriebs- und Sicherheitstests



Bei Gebäuden mit vitalen Infrastrukturen und hohen Sicherheits- und Verfügbarkeitsanforderungen sind nach der klassischen Inbetriebnahme weder die technischen Anlagen optimiert noch die operativen Betreiber zweckmässig trainiert. Potenzielle Fehlfunktionen und -manipulationen führen in der ersten Betriebsphase zu einem wesentlich erhöhten Ausfallrisiko. Die integralen Betriebs- und Sicherheitstests füllen diese Lücke, indem typische Szenarien während eines simulierten Betriebs durchgespielt werden.



Von Beat Lauber  
Siplan AG, Bern

Mithilfe der integralen Betriebs- und Sicherheitstests (IBT) soll sichergestellt werden, dass das Gebäude, die vitalen Infrastrukturen und alle sicherheitstechnischen Anlagen ab Betriebsaufnahme mit der geforderten hohen Verfügbarkeit betrieben werden können und somit die Voraussetzungen für den produktiven Betrieb erfüllt sind.

Im Einzelnen sollen folgende Ziele erreicht werden:

1. Erhöhen der Verfügbarkeit durch betriebliche Optimierung.
2. Schulung des Betriebspersonals unter Betriebsverhältnissen.

3. Optimierung der Betriebsorganisation durch Simulation des Betriebs.
4. Nachweis, dass die Anlage bzw. das Gesamtsystem (Gebäude mit Infrastrukturen) die geforderten Anforderungen erfüllt:
  - Messbare Grössen wie Leistungen, Wirkungsgrade, Emissionen, Immissionen, Klimaparameter
  - Funktionen und geplante Reaktionen bei ungeplanten Ereignissen
  - Stabilität und Verfügbarkeit

### Positionierung der integralen Betriebs- und Sicherheitstests

Der Standardprozess für Inbetriebsetzungen von technischen Anlagen ist in den einschlägigen Normen und Richtlinien (SIA/Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SWKI/Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren) geregelt. Für technisch anspruchsvolle

## EDITORIAL



### Brandschutz ist Umweltschutz

Es fällt auf, dass viele Unternehmen im Rahmen des Aufbaus und des Erhalts eines Umweltmanagementsystems vorrangig die direkten Einwirkungen auf die Umwelt behandeln: Abfälle, Luftemissionen, Abwasser, Lärm, Energieverbrauch. Bei den Vorsorgemassnahmen finden wir in der Regel Schutzmassnahmen, die bei Havarien die Umwelteinwirkungen begrenzen helfen sollen.

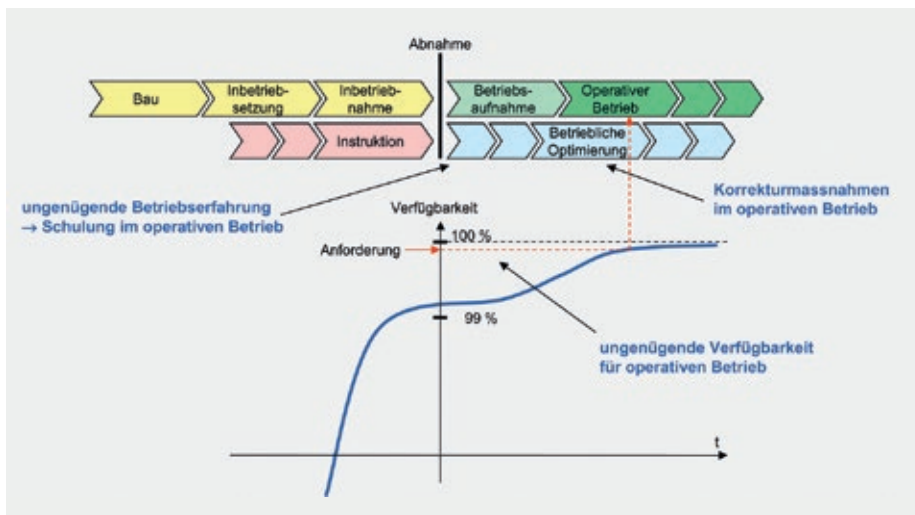
Zu kurz kommt oft ein Blick auf die sekundären Einwirkungen: Einwirkungen durch die Festlegung der eingesetzten Stoffe der vom Lieferanten bevorzugten Verpackungsmaterialien oder die Organisation der Transportwege.

Das Gleiche gilt für den Notfall: Ein Brand hat desaströse Auswirkungen auf die betroffenen Menschen und auf den Betrieb, aber eben auch auf die Umwelt. Erinnern wir uns an den Grossbrand in Schweizerhalle am 1. November 1986: ätzende Rauchgase, vergiftetes Löschwasser im Rhein, mehrstündige Ausgangssperren.

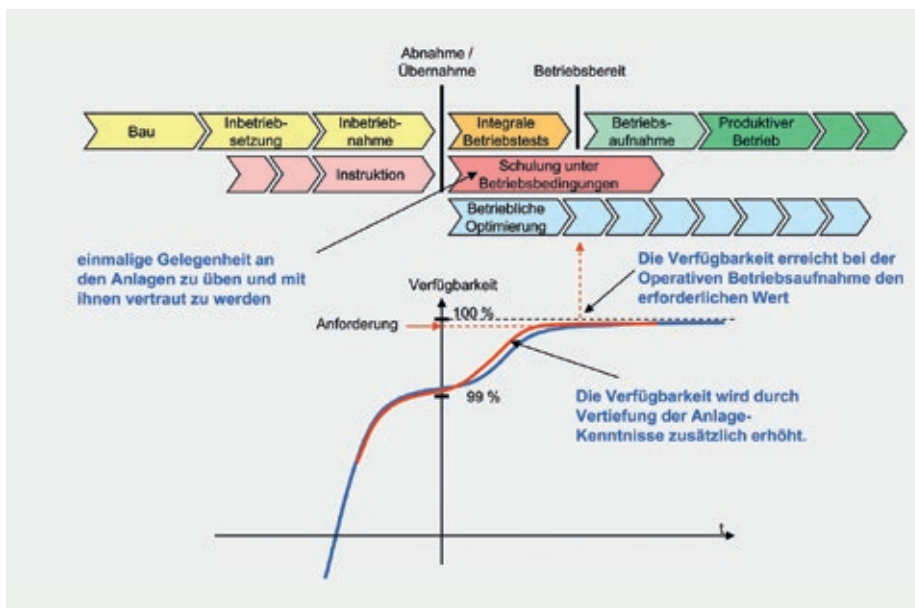
Nicht alle Brände verlaufen so dramatisch, aber niemand kann bezweifeln: Brandschutz ist auch Umweltschutz. Und deshalb sind auch die Umweltexperten aus meiner Sicht aufgefordert, dem Brandschutz bei der Beratung und bei den regelmässigen Rundgängen und Audits in den Unternehmen eine besondere Bedeutung beizumessen. Risikoreiche Befunde müssen angesprochen werden und Massnahmen zur Minimierung des Brandrisikos in den Betrieben sind einzufordern.

Eine regelmässige Auffrischung der Kenntnisse im Brandschutz und ein Erfahrungsaustausch mit den einschlägigen Experten sind sicher ein geeigneter Weg, um sich die notwendigen Kenntnisse dazu anzueignen oder die bereits vorhandenen wieder aufzufrischen.

Christian Grabski  
BDS Safety Management AG



Grafik 1



Grafik 2

Objekte, bei denen die Verfügbarkeit ab Betriebsaufnahme hoch sein muss, genügen diese Abläufe nach den Standardprozessen jedoch nicht, da eventuelle Fehlfunktionen unter Umständen ungenügend erkannt werden, die geforderte hohe Verfügbarkeit erst relativ spät

erreicht wird und das Betriebspersonal die Anlagen und deren Verhalten nicht genügend gut kennt. Details hierzu in Grafik 1.

### Optimierter Prozessablauf

Die Ergebnisse können wesentlich verbessert werden, indem zwischen Abnahme und operativer Betriebsaufnahme eine Phase mit integralen Betriebs- und Sicherheitstests eingefügt wird. Im Verlauf dieser integralen Betriebstests können erste Optimierungsmöglichkeiten erkannt und entsprechende Massnahmen umgesetzt werden. Dadurch kann die Verfügbarkeit der Systeme deutlich erhöht werden. Zudem erhält die Betriebsmannschaft die einmalige Gelegenheit, das Objekt ohne Impact auf den operativen Betrieb wirklichkeitsnah zu betreiben, ohne Schäden zu verursachen, an den Anlagen zu manipulieren und deren Verhalten zu verstehen. Mehr zu diesem Punkt in Grafik 2.

### Voraussetzungen für Testbeginn

Bezüglich Gebäude, der vitalen Infrastrukturen und aller sicherheitstechni-

schen Anlagen müssen vor Testbeginn folgende Voraussetzungen zwingend erfüllt sein:

1. Zustand des Gesamtsystems; die Bau-, Installations-, Test- und Inbetriebnahmearbeiten sind abgeschlossen.
2. Das Gesamtsystem ist vollständig getestet und betriebsbereit.
3. Die Anlagendokumentationen sind vollständig und aktuell.
4. Die ordentlichen Inbetriebsetzungen, Inbetriebnahmen und Tests sind lückenlos und nachvollziehbar dokumentiert.
5. Die Betriebsmannschaft ist instruiert.

### Zusätzliche Vorbereitungen

Ebenfalls zwingend und selbstverständlich muss aber auch die gesamte Testphase design, geplant und minutiös vorbereitet sein:

1. Die Testplanung mit genehmigten Testszenarien, Drehbüchern und erforderlichen Hilfsmitteln ist abgeschlossen und genehmigt.
2. Das erforderliche Test-Equipment sowie die notwendigen Betriebsmittel sind verfügbar.
3. Die erforderlichen Personalressourcen sind verfügbar und an den Anlagen instruiert.

### Zeitliche Optimierung

Zwischen den beiden Grössen Qualität und Termin besteht ein Zielkonflikt. Einerseits ist der zuverlässige Betrieb des Gesamtsystems wie gefordert sicherzustellen, und andererseits soll die Anlage zu einem möglichst frühen Zeitpunkt für den operativen Betrieb freigegeben werden. Da sich Abstriche an der Qualität fatal auswirken können, ist auf die Tests in keinem Falle zu verzichten, sondern allenfalls sind Massnahmen zu treffen, um den Zeitbedarf für die integralen Betriebs- und Sicherheitstests so kurz wie möglich zu halten. In Bezug auf die Planungs- und Realisierungsdauer von mehreren Monaten oder einigen Jahren – aber insbesondere auch auf die geplante Betriebsdauer von vielen Jahren – darf eine Testphase von wenigen Wochen nicht die matchentscheidende Grösse darstellen.

### Grundsätze

Mit den integralen Betriebs- und Sicherheitstests sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie verhält sich das System im Normal-Betriebszustand?
- Werden die geforderten Leistungsparameter erfüllt?
- Ist das System über längere Zeit stabil?
- Wie verhält sich das gesamte System bei unerwarteten Ereignissen oder wenn Störungen auftreten?
- Wie reagiert das System? Entsprechen alle Reaktionen den Anforderungen und den Erwartungen?
- Wie sieht der stabile Ausnahmezustand aus?

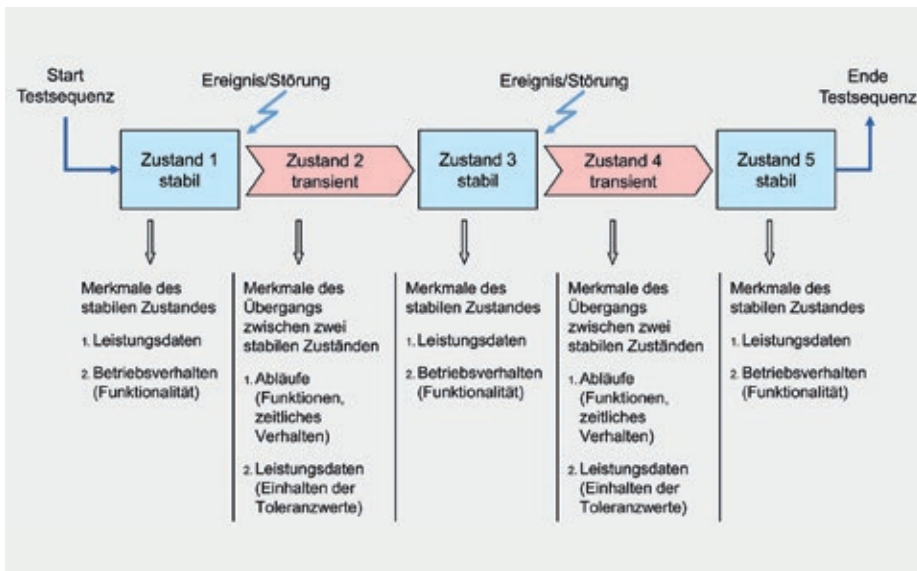
Herausgeber:



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

Sekretariat  
Güstrasse 46  
8700 Küsnacht

Telefon 044 910 73 06  
www.ssi-schweiz.ch  
sicherheitsingenieure@bluewin.ch



Grafik 3

- Werden die geforderten Leistungsparameter noch erfüllt?
- Bleibt das System längere Zeit stabil?
- Verlaufen während des Übergangs von einem Betriebszustand zum anderen sämtliche Parameter innerhalb des Toleranzbereichs?
- Ist das System hochverfügbar und sicher handhabbar bzw. betreibbar?
- Kann das Gesamtsystem unter laufendem Betrieb gewartet werden?

### Methodik

Es ist davon auszugehen, dass alle Systeme und Anlagen während der Inbetriebnahme (IBN) lückenlos geprüft wurden und frei von Mängeln sind. Diese Tests werden in der Regel bottom-up durchgeführt. Das heisst, es werden zuerst einzelne kleine Funktionseinheiten und später immer grössere Funktionseinheiten gebildet und getestet, bis das Gesamtsystem getestet ist. Für die anschliessenden integralen Betriebs- und Sicherheitstests ist eine Top-down-Betrachtung zu wählen: Das Gebäude mit allen Infrastrukturen ist als Gesamtsystem zu testen!

### Prüfverfahren – Testszenarien

Die Vollständigkeit der ordentlichen Inbetriebsetzungen, Inbetriebnahmen und Tests ist anhand der Prüf- und Testpläne zu überprüfen.

Einzelne Tests/Ereignisse sind aufgrund ihrer Wichtigkeit (Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkungen/Schaden ausmass) zu klassifizieren und zu zweckmässigen Testszenarien zu kombinieren. So wird sichergestellt, dass aus der Fülle von möglichen Ereignissen/Tests diejenigen mit der grösstmöglichen Relevanz gewählt werden.

Da Langzeittests sehr zeit- und ressourcen- und somit kostenintensiv sind, kann während der Inbetriebnahme-Phase situativ auf die Durchführung verzichtet werden, sofern sie nicht eine Bedingung

der Abnahme der einzelnen Anlagen darstellen. Im Rahmen der integralen Betriebstests sind Langzeittests jedoch unverzichtbar.

Belastungstests sind zwingend durchzuführen, wenn sie für das Belegen der einwandfreien Funktion erforderlich sind (z.B. für Wärmebildmessungen an Elektroanlagen).

Die integralen Betriebs- und Sicherheitstests werden im Wesentlichen als Betriebssimulationen durchgeführt. Insbesondere wird überprüft, wie sich das System in einem stabilen Zustand verhält, wie sich Ereignisse/Störgrössen auswirken und ob auch nach Auftreten von Ereignissen der operative Betrieb aufrechterhalten werden kann.

### Betriebssimulation

Für die Betriebssimulation werden Szenarien und Testsequenzen definiert. Siehe Grafik 3.

- Ausgangspunkt einer Testsequenz bildet in der Regel der Normalbetrieb in einem stabilen Zustand (1).
- Die Störung wird aktiviert.
- Das System befindet sich in einem transienten, d.h. nicht stabilen Zustand (2)
- und erreicht einen neuen, stabilen Ausnahme-Zustand (3).
- Alternativ können nun Störungen aktiviert werden, oder die aktivierte Störgrösse wird rückgängig gemacht.
- Das System befindet sich wiederum in einem transienten, d.h. nicht stabilen Zustand (4)
- und erreicht einen neuen, stabilen Normal- oder Ausnahme-Zustand (5).

### Gliederung der Testsequenzen

Die Gesamttests werden in Leistungstests, Funktionstests und Sicherheitstests unterteilt.

Mit den Leistungstests wird nachgewiesen, dass die Anlage in den verschiedenen

## SSI-Mitglieder stellen sich vor:

### SRB Assekuranz Broker AG

Die SRB Assekuranz Broker AG ist ein unabhängiger, internationaler Versicherungsbroker und ein Risikoberatungsunternehmen mit Sitz in Zürich. Wir sind der Meinung, dass Unternehmer und Führungskräfte ihre Ressourcen auf die Chancen, die der Markt bietet, fokussieren sollen, statt sich Mut und Schlaf von Risiken rauben zu lassen.

Unser Verständnis des ganzheitlichen Risk Managements steht auf zwei Pfeilern:

- Risk Engineering (Schadensvermeidung und -verminderung) und
- Risk Finance (Risikotransfer der Restrisiken, Versicherungslösungen)

Durch das enge Verzahnen dieser zwei Komponenten entwickeln wir für unsere Kunden bedürfnisgerechte und effiziente Lösungen. Unsere Risk-Engineering-Dienstleistungen umfassen das ganze Spektrum der Unternehmensrisiken, wobei wir unsere Schwerpunkte auf Sicherheit, Gesundheit und Umwelt setzen. Einige Beispiele aus unseren Projekterfahrungen sind

- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (EKAS-anerkannte SRB-Modelllösung)
- Arbeitshygienische Messungen
- Brandschutzbeurteilungen, Brandschutzplanung
- Explosionsschutz
- Maschinensicherheit
- Chemikaliensicherheit und regulative Anforderungen zum Umgang und Handel mit Chemikalien
- Business-Continuity-Planung
- Umweltrisiken und Umweltmanagementsysteme
- Schulungen

Unser hochspezialisiertes Team unterstützt Unternehmen zielgerichtet und aktiv in der Umsetzung ihrer Risiko- und Versicherungspolitik. Unser klares Ziel: Wir wollen unsere Kunden befähigen, Risiken zu erkennen, zu minimieren und präventiv zu verhindern.

SRB Assekuranz Broker AG

Luggwegstrasse 9

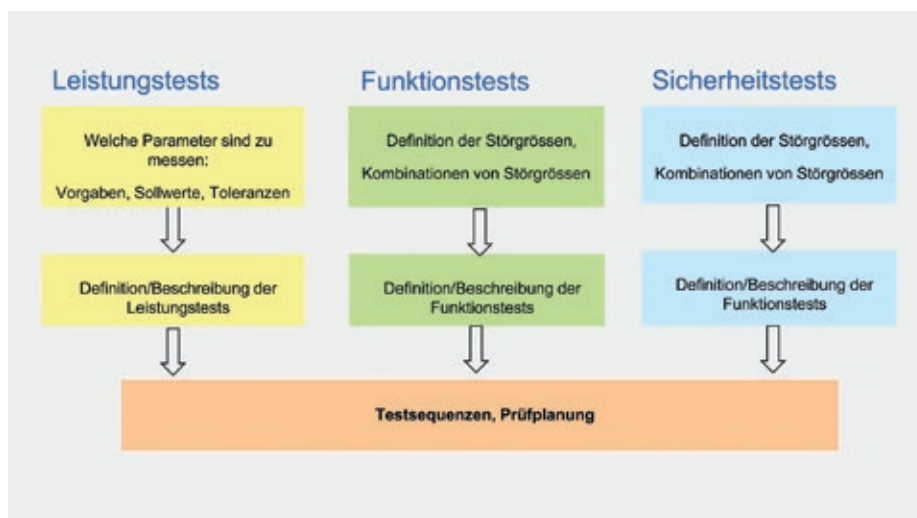
CH-8048 Zürich

www.srb-group.com



SRB  
Assekuranz Broker AG





Grafik 4

Betriebszuständen (Normalbetrieb, Ausnahme-/Redundanzbetrieb) die Leistung unter Einhaltung der Vorgaben erbringen kann. Mit den Funktionstests wird nachgewiesen, dass beim Auftreten von Störungen das Zusammenwirken aller Komponenten so weit funktioniert, dass der stabile operative Betrieb unter Einhaltung der Vorgaben gewährleistet bleibt. Mit den Sicherheitstests wird nachgewiesen, dass die der Personen-, Gebäude- und Infrastruktursicherheit dienenden Systeme gemäss den Vorgaben funktionieren. Als Ergebnis muss das Gesamtsystem (Gebäude mit Infrastrukturen) als betriebsbereit erklärt werden können. In der Regel werden in den zu definierenden Testsequenzen Leistungs-, Funktions- und Sicherheitstests kombiniert. Siehe hierzu Grafik 4.

### Prüftiefe und Detaillierungsgrad

#### Leistungstests/Leistungsmessungen

Die Einhaltung sämtlicher im Rahmen der Projektdefinition vorgegebenen Werte und Toleranzen für Parameter wie Leistungen, Temperaturen, Feuchte, Lärmgrenzwerte usw. ist mit Messungen zu überprüfen.

#### Funktionstests

Die korrekte Reaktion der Systeme auf das Einwirken von Störungen ist im Detail zu überprüfen. Dabei sind folgende Grundsätze zu beachten:

Im Rahmen der Prüfplanung ist eine möglichst umfassende Liste mit Störungen zu erstellen. Störungen mit grossem Einfluss auf vitale Systeme sind lückenlos zu überprüfen. Aus den restlichen Störungen ist eine Anzahl Stichproben zu definieren. Für jede überprüfte Störung ist die Reaktion des Systems im Detail zu analysieren, bis die korrekte Funktion eindeutig nachgewiesen ist.

### Dokumentation der Tests

#### Testdrehbücher

Der Testablauf ist festzulegen und in Drehbüchern zu dokumentieren:

- Testvorbereitung (Ausgangszustand, Testaufbau, Personaleinsatz usw.)

- Ablauf der Tests mit genau definierten Abfolgen
- Erwartete Systemreaktionen für jeden Prüfschritt und alle betroffenen Anlagekomponenten
- Zu messende Grössen pro Prüfschritt
- Bewertungskriterien für abweichende Testergebnisse

#### Prüfbericht

Die Ergebnisse der Tests sind anhand der Drehbücher lückenlos zu dokumentieren.

### Abnahme und Bewertungskriterien

Im Rahmen der Prüfplanung sind die Kriterien für die Bewertung von auftretenden Mängeln festzulegen und zu klassifizieren:

- Wesentliche Mängel
- Unwesentliche Mängel
- Mängelfrei

### Vorgehen bei Mängeln

Bei wesentlichen Mängeln, welche die laufende Testsequenz beeinträchtigen:

- Testabbruch
- Mängel beheben
- Test wiederholen

Bei wesentlichen oder unwesentlichen Mängeln, welche die laufende Testsequenz nicht beeinträchtigen:

- Testsequenz wie geplant zu Ende führen
- Im Nachgang Mängel beheben

### Korrekturmassnahmen

Sollten Korrektur- oder Verbesserungsmassnahmen erforderlich sein, liegt die Verantwortlichkeit für die Definition bei den Realisierungsverantwortlichen (Planer, Unternehmer) und die Freigabe zur Umsetzung beim Bauherrn. Der Zeitpunkt zur Umsetzung muss aufgrund der Zeit-, Ressourcen- und Budgetsituation festgelegt werden.

### Wiederholung der Tests

Nicht erfolgreich verlaufene Testsequenzen sind in jedem Fall vollständig zu wiederholen. Bei Korrektur- oder Verbesserungsmassnahmen ist anzustreben, die Umsetzung möglichst rasch in die Wege zu leiten und die entsprechende Testsequenz nach Umsetzung mindestens insofern zu wiederholen, als dass das korrekte Funktionieren nachgewiesen werden kann.

Umsetzung möglichst rasch in die Wege zu leiten und die entsprechende Testsequenz nach Umsetzung mindestens insofern zu wiederholen, als dass das korrekte Funktionieren nachgewiesen werden kann.

### Zu prüfende Systeme

Das Gebäude ist als Gesamtsystem mit all seinen Infrastruktur-Subsystemen zu überprüfen:

- Sicherheitsanlagen: BMA, ZuKo, EMA, EVAK, Video
- Beleuchtung, Notbeleuchtung
- Lüftung (z.B. Überdruck)
- Kälte- und Klimaanlage
- Energieversorgung
- Gebäudeautomation, Leitsystem
- Alarmierung
- Hilfsbetriebe wie Lifte, Abwasserpumpen
- usw.

### Grenzen der integralen Betriebs- und Sicherheitstests

Verschiedene Anlagen, Komponenten und installierte Systeme können auch mittels integraler Betriebs- und Sicherheitstests nicht oder nicht realitätsnah getestet werden. Hierzu zählen etwa:

- Blitzschutzmassnahmen
- Selektivität der Überstromunterbrecher
- usw.

Zudem können bei der Durchführung der integralen Betriebs- und Sicherheitstests die klimatischen Rahmenbedingungen (Sommer/Winter) zumindest für einige Testsequenzen suboptimal sein und z.B. das Interpolieren von Messwerten zu theoretisch errechneten «IST-Werten» notwendig machen.

### Fazit

Für technisch anspruchsvolle Systeme, bei denen von Anfang an eine hohe Verfügbarkeit gefordert wird, sind zusätzliche integrale Betriebs- und Sicherheitstests unverzichtbar. Die gewünschte hohe operative Betriebssicherheit kann durch das periodische Wiederholen der Tests auch langfristig gesichert werden.

### Über den Autor

Beat Lauber ist dipl. Architekt FH mit Weiterbildung in Betriebswirtschaft und Risikomanagement, Partner von Siplan AG Bern und Geschäftsleitungsmitglied der RZintegral AG. Tätigkeiten: Integrale Sicherheitsberatung, Erarbeitung von Sicherheitskonzepten sowie Konzeption, Planung und Realisierung von Rechenzentren.