IT-Sicherheit in der Gebäude-automation

White Paper Version 1.0

Franklin Linder

11.09.2014

SAUTER

Für Lebensräume mit Zukunft.

Zusammenfassung (Executive Summary)

Das Thema **IT-Sicherheit in der Gebäudeautomation** (GA) hat in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Der Grund dafür liegt bei der Entwicklung der verwendeten **Technologien**. Diese haben sich, wie auch die der industriellen Automatisierungstechnik, immer mehr jenen der **allgemeinen IT** angeglichen. Die Geräte haben sich zu **Kleinstcomputern** mit einem Betriebssystem entwickelt. Für die Kommunikation kommt der allgemein verwendete **IP-Standard** zur Anwendung, für die Fernkommunikationen in der Folge das **Internet**. Zusätzlich hat für die GA die **Öffnung und Standardisierung**, mit dem Ziel der Machbarkeit von heterogenen Systemen, die Verwundbarkeit weiter erhöht.

Im Unterschied zur allgemeinen IT sind bei der Gebäudeautomation dabei mehr als „nur" Daten bedroht. Wegen der physischen Verbindungen der GA mit den technischen Einrichtungen des Gebäudes (Lüftung, Licht, Türen, Zutrittssysteme) haben Angriffe auch das Potential **sicherheitsrelevanter Folgen am Gebäude** selbst.

Das tatsächliche Risiko jedes Gebäudes ist **projektspezifisch** und stark abhängig von dessen **Sensibilität** und der Wirkungstiefe der GA.

Für den Schutz eines GA-Systems kommen prinzipiell Massnahmen auf zwei Ebenen zur Anwendung: Schutz der einzelnen **Geräte/PC/Softwaren** und/oder Schutz der IT Infrastruktur, d.h. der **Netzwerke und der Netzwerkzugänge**.

Die Anwendung von Schutzmassnahmen für die **Geräte/PC/Softwaren** beginnt bereits beim **Hersteller**. Die Schutzmassnahmen für die **IT Infrastruktur** und die Komplettierung jener für die **Geräte/PC/Softwaren** liegen beim **Anlagenersteller**, wobei die **Auftraggeber**, **Bauherren und Fachplaner** mit ihren Ausschreibungen und Leistungsverzeichnissen den Rahmen, insbesondere den Kostenrahmen dafür vorgeben.

Die Anstrengungen für die IT-Sicherheit erstrecken sich über den gesamten Werdegang einer Anlage, vom Hersteller der Komponenten, über die Projektierung, die Inbetriebsetzung, bis zur Wartung und den Betrieb. **Ein adäquater Sicherheitsstandard kann nur erreicht werden, wenn alle beteiligten Instanzen ihren geforderten Beitrag dazu leisten.** Die Sicherheitsvorkehrungen müssen den Risiken angepasst werden. Eine **Risikoanalyse** ist unerlässlich.

Dieses White Paper «**IT-Sicherheit in der Gebäudeautomation**» beschreibt die möglichen Schutzmassnahmen im Einzelnen. In den Grafiken finden sich zusätzlich Informationen über die verschiedenen Bedrohungen.

Das White Paper behandelt ausschliesslich den Anteil **IT-Sicherheit gegen unerwünschten Eingriff/Angriff von aussen**. Den Aspekt der **IT-Verfügbarkeit** und jener der technischen **Sicherheit der HLK-Anlage selbst,** wird höchstens insoweit angesprochen, als dies einer Schadensminderung beim Ausfall der Steuerung dient.

Einleitung/Allgemeines

Dieses White Paper mit dem Titel **IT-Sicherheit in der Gebäudeautomation** behandelt ausschliesslich den Anteil **IT-Sicherheit gegen unerwünschte Eingriffe/Angriffe von aussen**. Den Aspekt der **IT-Verfügbarkeit** (sicher im Sinn von fällt nie aus, stürzt nie ab, Redundanz...), der oft auch als Bestandteil dieses Themas angesehen wird, wird hier nicht betrachtet. Auch der Aspekt der **Sicherheit der HLK-Anlage selbst** (z.B. Notstromversorgung, Hardwareverriegelungen, Redundante Ausführung von Anlageteilen...) wird hier höchstens insoweit angesprochen, als er bei einem Ausfall der Steuerung der Schadensminderung dient.

Der Auslöser für die wachsende Bedeutung und die Aktualität des Themas **IT-Sicherheit in der Gebäudeautomation** liegt in der technologischen Entwicklung. In der gesamten Automatisierungstechnik wird seit längerer Zeit immer mehr Intelligenz in immer tiefere Ebenen verbaut. SPS und Automationsstationen haben sich längst zu branchenspezifischen **Kleinstcomputern mit eingebettetem Betriebssystem** entwickelt. Für die **Kommunikation** wurden als Folge weitgehend die bestehenden **Technologien der allgemeinen IT** übernommen. Auch bei den Feldgeräten hält der Trend zu immer mehr integrierter Intelligenz und immer höherwertigen Kommunikationstechniken an.

In der Gebäudeautomation (GA) war die Entwicklung der letzten ca. 10, 15 Jahre darüber hinaus geprägt von **Standardisierung und Öffnung**. Die Integrationsfähigkeit der Systeme verschiedener Hersteller wurde zu einem wichtigen Verkaufsargument. Während die Systeme zuvor in jeder Hinsicht proprietär aufgebaut waren und damit kaum oder nur schwierig miteinander kommunizieren konnten, wurden um die Jahrtausendwende **Standards auf Netzwerk-, Protokoll- und Objektebene** definiert und die Systeme damit geöffnet.

Durch die Nutzung allgemeiner IT-Standards für die Kommunikation, wurde die **Integration** der Gebäudeautomation in die bestehenden Strukturen der **Business-IT** eines Gebäudes ermöglicht. Für die Fernkommunikation hat sich die Nutzung des **Internets** etabliert, womit sich der GA fast **unbegrenzte Kommunikationsmöglichkeiten** eröffnet haben.

All diese Modernisierungen haben den Kunden und Betreibern der Gebäudeautomation riesige Mehrwerte in Form von immer besseren **Funktionalitäten**, von fast unbegrenzten **Kommunikationsmöglichkeiten** und von völliger **Wahlfreiheit** bei Neu- und Erweiterungsprojekten beschert.

Mit diesen an sich erfreulichen Entwicklungen hat sich die GA jedoch auch eine neue Dimension der Verwundbarkeit eingehandelt. Diese ist heute weitgehend identisch mit jener der allgemeinen IT.

Durch die physische Verbindung der GA mit den technischen Einrichtungen eines Gebäudes (HLK-Anlagen, Beleuchtung, Zutrittskontrolle, Feuertüren etc.) ergibt sich jedoch, gegenüber der allgemeinen IT, eine erweiterte **Dimension bei den Folgen dieser Verwundbarkeit**. Nicht „nur“ Daten können manipuliert oder geändert werden, ein unerwünschter Zugriff kann sich bis hin zu den **sicherheitsrelevanten technischen Einrichtungen des Gebäudes** auswirken. Bei krimineller Absicht können die Folgen entsprechend schwerwiegend sein.

Die Bedeutung der Verwundbarkeit hängt stark vom **Typ und der Nutzung des betroffenen Gebäudes** ab. Nicht alle Gebäude sind gleich interessant für Angriffe und gleich sensibel für deren Folgen.

Sind bei der Gebäudeautomation „nur“ HKL (Heizungs- Kälte- und Lüftungs-) Gewerke aufgeschaltet, werden sicherlich geringere Risiken zu erwarten sein, als wenn auch **Licht, Zutrittskontrolle, Türsteuerungen** etc. mit aufgeschaltet sind. Auch ist klar, dass das Risiko bei kleineren nicht öffentlichen Gebäuden nicht dasselbe ist, wie bei zentralen, stark frequentierten, oder besonders **sicherheitssensiblen Gebäuden** (Flughäfen, Bahnhöfen...). Bei diesen Gebäuden könnte die **Absicht der Bedrohung** im Extremfall bis hin zu digital unterstützten Gewaltakten oder Terroranschlägen reichen.

Die Sicherheitsvorkehrungen müssen dem Risiko angepasst sein. Eine projektspezifische Risikoanalyse ist in jedem Fall unerlässlich.

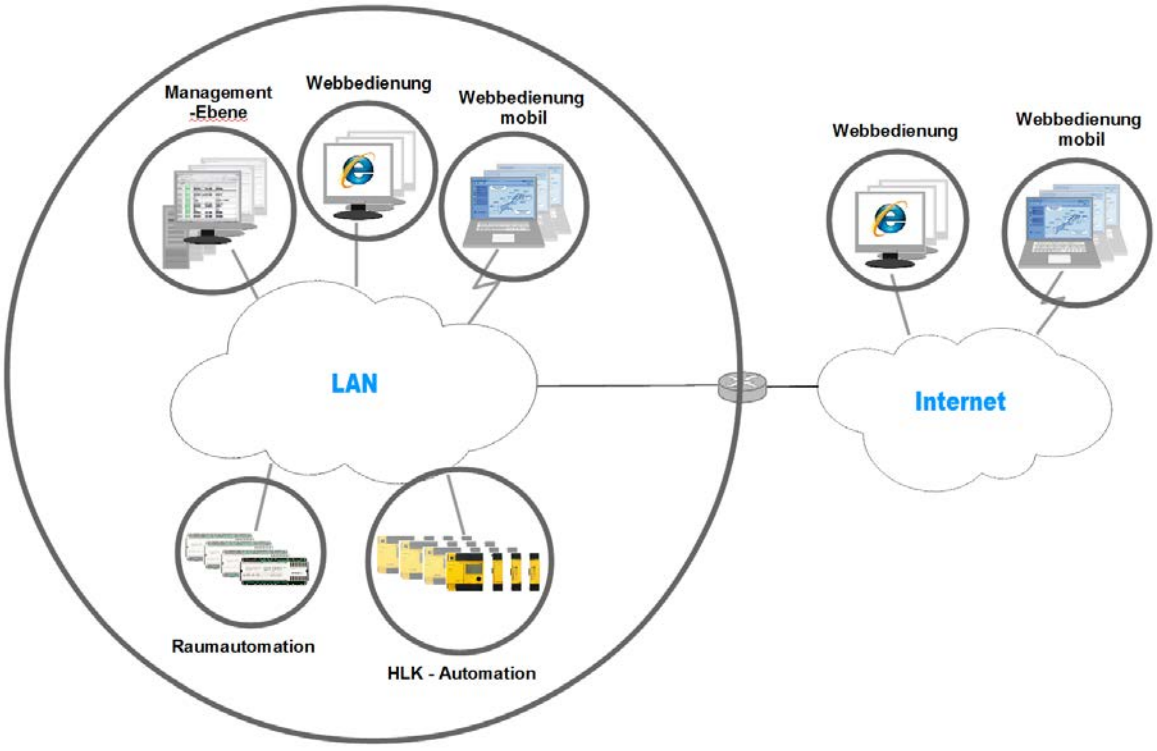
Fundamentale Massnahmen sollten in allen Anlagen vorgesehen werden. Eine Maximierung der Sicherheit ist jedoch nur mit sehr grossem Aufwand zu erreichen. Eine absolute, 100prozentige Sicherheit ist auch in der Gebäudeautomation selbst mit dem grössten Aufwand kaum möglich.

Die Elemente der IT-Sicherheit in der GA

Die Sicherheit der netzwerkbasierten Gebäudeautomation (GA) kann mit **Schutzmassnahmen auf prinzipiell zwei Ebenen** verbessert werden:

Analog dazu, wie die Bewohner einer mittelalterlichen Stadt durch die Sicherung ihrer Haustüren und/oder durch die Sicherung der Stadttore geschützt werden konnten, können für die GA die Schutzmassnahmen **bei den einzelnen Geräten (Automationsstationen, PCs, etc.)** und/oder **bei den Zugängen der betroffenen Netzwerke** getroffen werden. Und wie es damals sicher besser war, die Gefahr gar nicht erst in die Stadt zu lassen und die Stadttore gut zu sichern, ist auch bei der GA der Schutz der **Netzwerkzugänge der wohl wichtigere Anteil**. So wie aber auch Stadttore und -mauern nie 100% dicht sein können und ausserdem gefährliche Subjekte auch von innerhalb der Stadt kommen können, ist genauso auch der Schutz der einzelnen GA-Geräte unerlässlich.

Ein gutes Resultat kann nur durch Anstrengungen auf beiden Ebenen zusammen erreicht werden.



Im Werdegang einer GA-Anlage beginnen die **Massnahmen auf** der **Ebene der einzelnen Geräte/Softwaren** bereits beim **Produktehersteller**. Er integriert schon ab Werk möglichst umfassende Sicherheitsmassnahmen in seine Produkte. Z.B. ein Zugriffsrechtesystem mit Passwortschutz, die Unterstützung verschlüsselter Kommunikation, interne Firewalls usw.

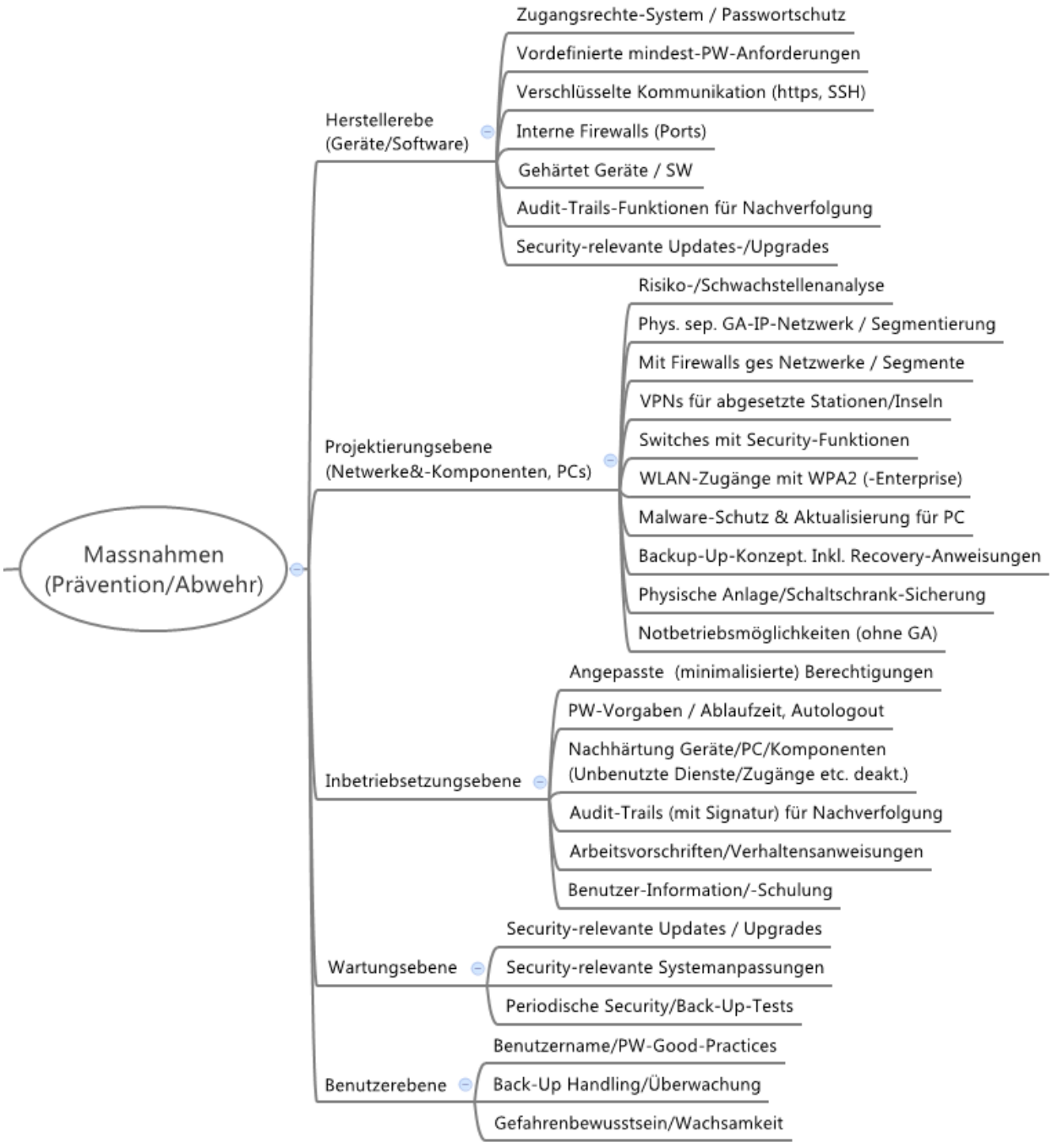
Diese vorinstallierten Schutzmassnahmen **auf Ebene der Geräte/Softwaren** müssen nachfolgend bei der **Anlageerstellung und -inbetriebnahme** weiter komplettiert und parametriert

werden. Das Zugriffsrechtesystem muss eingerichtet, die Default-Benutzer entfernt, die Geräte evtl. nachgehärtet werden. Die zugekauften PCs müssen in dieser Phase mit einem Malwareschutz (Antivirusprogramm) ausgestattet und auch so weit wie möglich nachgehärtet werden.

Auf **die Massnahmen auf Ebene der IT-Infrastruktur,** d.h. der **Netzwerke/Netzwerksegmente und deren Zugänge** hat der GA-Hersteller üblicherweise kaum mehr, oder nur noch indirekten Einfluss. Diese werden durch den **Ersteller der GA-Anlage** (in aller Regel in Zusammenarbeit mit den IT-Verantwortlichen des Kunden/Gebäudebetreibers/Bauherrn) projektiert und realisiert. Er legt fest, ob die GA oder wenigstens die Automationsebene auf einem separaten, für die GA dedizierten Netzwerk betrieben wird, ob eine Internetanbindung für die Fernkommunikation benötigt wird, wie das Netzwerk segmentiert wird, welche Sicherungsmassnahmen wie Firewalls, VPNs etc. für die Zugangspunkte eingesetzt werden, wie allfällige WLANs abgesichert werden. Die **Bauherren und Fachplaner** geben dabei die Funktionsanforderungen und den Kostenrahmen dafür vor.

Die Anstrengungen für die IT-Sicherheit erstrecken sich über den gesamten Werdegang einer Anlage. Sie beginnen wie beschrieben beim Hersteller der eingesetzten Geräte und Programme und werden weitergeführt bei der Projektierung, Realisierung und Inbetriebsetzung der Anlage. Aber auch danach noch, in der Betriebsphase, sind für eine nachhaltige IT-Sicherheit dauerhafte Anstrengungen durch die Wartung und durch den Betreiber/Benutzer unerlässlich.

Eine Erfüllung des geforderten Sicherheitsstandards kann nur erreicht werden, wenn alle beteiligten Instanzen ihren Beitrag dazu leisten.


Massnahmen (Prävention/Abwehr)
Herstellerebe (Geräte/Software)
Zugangsrechte-System / Passwortschutz
Vordefinierte mindest-PW-Anforderungen
Verschlüsselte Kommunikation (https, SSH)
Interne Firewalls (Ports)
Gehärtet Geräte / SW
Audit-Trails-Funktionen für Nachverfolgung
Security-relevante Updates-/Upgrades
Projektierungsebene (Netwerke&-Komponenten, PCs)
Risiko-/Schwachstellenanalyse
Phys. sep. GA-IP-Netzwerk / Segmentierung
Mit Firewalls ges Netzwerke / Segmente
VPNs für abgesetzte Stationen/Inseln
Switches mit Security-Funktionen
WLAN-Zugänge mit WPA2 (-Enterprise)
Malware-Schutz & Aktualisierung für PC
Backup-Up-Konzept. Inkl. Recovery-Anweisungen
Physische Anlage/Schaltschrank-Sicherung
Notbetriebsmöglichkeiten (ohne GA)
Inbetriebsetzungsebene
Angepasste (minimalisierte) Berechtigungen
PW-Vorgaben / Ablaufzeit, Autologout
Nachhärtung Geräte/PC/Komponenten (Unbenutzte Dienste/Zugänge etc. deakt.)
Audit-Trails (mit Signatur) für Nachverfolgung
Arbeitsvorschriften/Verhaltensanweisungen
Benutzer-Information/-Schulung
Wartungsebene
Security-relevante Updates / Upgrades
Security-relevante Systemanpassungen
Periodische Security/Back-Up-Tests
Benutzerebene
Benutzername/PW-Good-Practices
Back-Up Handling/Überwachung
Gefahrenbewusstsein/Wachsamkeit

Elemente auf Herstellerebene

Betroffen sind **Geräte mit einem (eingebetteten) Betriebssystem** (ASn, Netzwerkgeräte, evtl. intelligente Sensoren), sowie die **Software für die Management-Ebene** (SCADA-Software, Energieanalyse- und Energiemanagementsoftware). Weniger betroffen sind die Engineering-Softwaretools, da sie in aller Regel nur zeitlich beschränkt und unter starker Überwachung durch die GA-Hersteller und GA-Anlagenbauer selbst eingesetzt werden.

Zugangsrechte-System / Passwortschutz

Es ist klar, dass bei allen Geräten und Softwareprodukten, die über Benutzerzugänge (Webserver, Konfigurationszugänge etc.) verfügen, diese mit einem konfigurierbaren **Zugangsrechtesystem** mit **Passwortschutz** ausgestattet sein müssen.

Auch die **Datenschnittstellen**, welche die Geräte/Softwareprodukte für die Kommunikation mit ihren Datenquellen verwenden, sollten mit einer angemessen verifizierten Identifikation vor unerlaubtem Zugriff geschützt sein. (z.B. die Datenquellen der Energieanalyse- und Energiemanagementsoftware)

Die Sicherheit kann zusätzlich stark verbessert werden, wenn der Passwortschutz erweiterte Funktionen, wie Anforderungen an die **Passwortkomplexität**, ein **Autologout** bei Nichtbenutzung, eine **zeitliche Sperrung** nach einer vordefinierten Anzahl erfolgloser Login-Versuche, oder eine **periodische PW-Ablaufzeit** unterstützt.

Vordefinierte mindest-PW-Anforderungen

Die **Passwortkomplexität**, das **Autologout**, die **zeitliche Sperrung** und die **periodische PW-Ablaufzeit** sind wichtige Features für einen guten Schutz.

Der **Hersteller** sollte in seinen Produkten solche Funktionalitäten bereitstellen, so dass diese bei der Inbetriebnahme dem Sicherheitsniveau der Anlage entsprechend festgelegt werden können. Programmiert der Hersteller die **Mindestanforderungen** fest in seine Produkte ein und diese können später nicht mehr dem Sicherheitsniveau der Anlage angepasst werden, sind sie womöglich oft nervend zu hoch.

Sinnvoll ist jedoch, wenn ab Fabrik fest vorgegeben ist, dass wenigstens der vom Hersteller eingerichtete **Admin-Benutzer mit seinem Standard-PW** nach der Inbetriebnahme, d.h. nach einer vordefinierten Betriebszeit oder nach einem vordefinierten Kriterium geändert werden kann, oder besser, zwingend geändert werden muss. Viele der medial gross aufgemachten Hacker-Fälle basieren auf genau diesem Mangel. Das **Standard-PW** wurde nach der Inbetriebsetzung nicht geändert und im Internet finden sich Listen mit diesen Passwörtern diverser Hersteller.

Verschlüsselte Kommunikation https, SSH

Für die Absicherung der Kommunikation müssen die Produkte in der Lage sein, für ihren Webserver und ihre Konfigurationsschnittstellen eine **ssl(/TLS)-gesicherte Kommunikation** (**https**, **SSH**) zu verwenden. Nebst der Verschlüsselung der Kommunikation werden damit auch die Kommunikationsteilnehmer zuverlässig identifiziert. (Durch Zertifikate, wenn mit einer Public Key Infrastructure, PKI betrieben)

Interne Firewalls (Ports)

Alle netzwerkfähigen Geräte eines Systems (i.d.R. mit Linux-Betriebssystem) sollten mit einer **werkseitig installierten und vorkonfigurierten Firewall** gesichert sein. Damit sind alle Ports, die nicht für den regulären Betrieb verwendet werden, unerreichbar. Auch bei den Softwareprodukten sollten nicht benutzte / nicht benötigte Ports im Auslieferzustand, d.h. nach einer Standardinstallation, nicht erreichbar sein. Für eine optimale Anpassung an das Sicherheitskonzept der Infrastruktur sollten die benutzten Portnummern für die verschiedenen Dienste frei konfigurierbar bleiben.

Gehärtete Geräte / SW

Alle betroffenen Geräte und Softwareprodukte sollten ab Werk vorgehärtet ausgeliefert werden. Das heisst, alle nicht benötigten **Dienste und Zugänge** sollten **nicht installiert** resp. ab Werk deaktiviert sein. Standard IT Funktionalitäten wie Telnet (Port 23) oder FTP (Port 20) bieten Hackern zusätzliche und hinlänglich bekannte Einfallstore in die Gebäudeautomationshardware.

Audit-Trail-Funktionen (mit Signatur)

Für die nachträgliche Analyse eines echten oder auch eines vermeintlichen Angriffs (Fehlbedienungen, Spielereien), sollten möglichst alle Systeme **Audit-Trail-Funktionen** (die Aufzeichnungen von **Benutzeraktivitäten**) unterstützen. Diese helfen nicht nur herauszufinden, wer der Angreifer/Verursacher war, sondern auch wo allfällige Schäden oder Folgen liegen und korrigiert werden müssen.

Für die zuverlässige Nachverfolgbarkeit seriöser Angriffe sollten diese Aufzeichnungen **mit einer Signatur gesichert** werden können, damit sie nicht vorsätzlich vom raffinierten Angreifer selbst oder unabsichtlich, von unvorsichtigen Untersuchungspersonen verändert werden können.

Security-relevante Updates-/Upgrades

Wie jede Technologie in der IT entwickeln sich auch die Angriffstechniken für IT-Einrichtungen permanent und mit hohem Tempo weiter. Alle betroffenen Produkte müssen entsprechend periodisch gepflegt und aktualisiert werden. Der Hersteller von GA-Produkten muss dazu für seine Produkte die security-relevanten Updates-/Upgrades und die entsprechenden Verteilkanäle bereitstellen.

Elemente auf Projektierungsebene

Bei der Projektierung der Gebäudeautomation werden (unter vielem anderem) die **IT-Infrastruktur** und ihre **Sicherheitselemente** festgelegt. Es geht um die Definition der **Topologie** (der Netzwerke und -Segmente), um die **Schutzmassnahmen an den Zugangspunkten** und um die Festlegung der **Sicherungsmassnahmen, die auf den PC der Management-Ebene** installiert werden müssen, etc..

Nicht vergessen werden sollte auch schon zu diesem Zeitpunkt die Vorplanung von Massnahmen, für den Eintretens-Fall von Störungen (infolge eines Angriffs).

Für diese Phase sind die **Bauherren und Fachplaner** stark mitbestimmend. In ihren **Ausschreibungen und Leistungsverzeichnissen** werden die **technischen Anforderungen** nachgefragt und der **Kostenrahmen** gesprochen, welcher schlussendlich die Sicherheitsmassnahmen erst ermöglicht.

Risiko-/Schwachstellenanalyse

Eine **Risikoanalyse** bildet die Basis für die Projektierung der angemessenen Abwehrelemente. Weil das Risiko nicht für jeden Gebäudetyp und nicht für jede GA dasselbe ist, ist eine **projektspezifische Risikoanalyse** unerlässlich. Sie bestimmt das Ausmass der **Sicherheitsvorkehrungen**. Die Einflussfaktoren sind die Sensibilität des Gebäudes und der Umfang der GA-Funktionen (HLK, Licht, (Feuer-)Türen, Zutrittssysteme...).

Phys. separates GA-IP-Netzwerk / Segmentierung

Da moderne GA-Systeme den IP-Standard (OSI-Layer 3) als Basis für praktisch ihre gesamte Kommunikation verwenden, ist es natürlich verlockend, aus Kostengründen die in der Regel ohnehin **bestehende IP-Netzwerkinfrastruktur** eines Gebäudes mitzubenutzen. Es dürfte aber klar sein, dass dies Punkto IT-Sicherheit für die GA **nicht die beste Lösung** darstellt. Abgesehen von allfälligen Performance- und Verfügbarkeitsaspekten kann der Schutz der Netzwerke nicht optimal auf die Erfordernisse der GA angepasst werden, weil auch Anforderungen anderer Anwendungen zu berücksichtigen sind. Weiterhin bringt eine solche gemeinsame Nutzung der Netzwerkinfrastruktur **viele Nutzer und möglicherweise zusätzliche Zugänge** und damit entsprechende Risiken direkt ins GA-Netzwerk.

Mit Firewalls gesicherte Netzwerke/Segmente

Der **Schutz aller Netzwerkzugänge durch Firewalls** ist eine der wichtigsten und wirksamsten Massnahmen zur Erhöhung der IT-Sicherheit gegen unberechtigte Zugriffe. Die Firewall überprüft jedes eintreffende Netzwerkpaket vor dessen Weiterleitung, basierend auf **Absender-/Zieladresse und den genutzten Diensten**.

Firewalls mit **zusätzlichen Kontrollfunktionen** verbessern die Sicherheit weiter. Solche FW überprüfen nicht nur die Adressierungsinformationen der eintreffenden Pakete, sondern auch weitere Kriterien. Z.B. analysieren sie den Paketinhalt (**Deep Packet Inspection, DPI**), bevor sie ihnen Zugang zum Netzwerk gewähren.

Es gibt Firewalls, die auch den **ausgehenden Datenverkehr** filtern. Damit stehen Schadprogrammen, die von den betroffenen Maschinen nicht erkannt werden, zusätzliche Hürden für ihre Kommunikation im Weg.

Mit einer **feineren Segmentierung** der betroffenen Netzwerke kann deren Sicherheit weiter erhöht werden. Diese Unterteilung eines LAN erlaubt es, jedes einzelne der dadurch entstandenen kleineren Teilnetzwerke an seinen **Grenzen wiederum** durch **Firewalls** zu schützen. Damit kann die schädliche Wirkung von infizierten Maschinen innerhalb des LAN besser limitiert werden.

Firewalls sind heute oft zusammen mit dem Router im selben Gerät integriert. Auch werden die Funktionen von Firewalls zusehends von immer intelligenteren Switches abgedeckt. **Alle drei Funktionalitäten wachsen in hardwaremässig immer leistungsfähigeren Geräten mehr und mehr zusammen.**

VPNs für abgesetzte Stationen/Inseln

Abgesetzte Stationen oder abgesetzte Inseln über ein **VPN (Virtual-Private Network)** mit dem GA-System zu verbinden, erhöht die Gesamtsicherheit sehr substantiell.

Das VPN baut einen **verschlüsselten Kanal** zwischen der Remotestation/-Insel und dem anlageinternen LAN/Segment auf. Wie der Name sagt, wird damit die Remotestation/Insel virtuell in dieses LAN/Segment integriert. Die **Kommunikation wird verschlüsselt** und die Identität jedes VPN-Teilnehmers wird durch ein **Passwort** sichergestellt. Wird für die Verschlüsselung **(ssl/TLS)** ein **Zertifikat** (ab Public Key Infrastructure) für die Identifizierung verwendet, wird es für Unbefugte praktisch unmöglich, einen solchen Zugang abzuhören oder ihn für ihre Zwecke zu missbrauchen.

Abgesetzte Stationen mit VPN zu sichern lohnt sich nicht nur für weit entfernte Stationen (im WAN/Internet), sondern bei grösseren Netzwerken **auch für Stationen in anderen Segmenten**.

Switches mit Security-Funktionen

Vor allem wenn trotz der weiter oben erwähnten Einwände eine bestehende Netzwerkinfrastruktur durch die GA und andere Nutzer gemeinsam genutzt werden soll, hilft der Einsatz von **Switches mit integrierten Security-Funktionen**. Diese können die Sicherheit der an diesem gemeinsam genutzten Netz angeschlossenen GA-Komponenten stark verbessern, indem sie den **Datenverkehr zu jedem einzelnen Teilnehmer filtern**. Der Switch stellt sicher, dass jeder Teilnehmer ausschliesslich die Datenpakete erhält, die effektiv auch für ihn bestimmt sind.

Höher entwickelte Switches sind weiter in der Lage, ausgewählte Teilnehmer eines Netzes (z.B. die GA-Teilnehmer) zu einem **VLAN** zusammenzufassen. Damit kommunizieren diese innerhalb **ihres eigenen, virtuellen Netzwerks** und sind für die anderen Netzwerkteilnehmer nur sicht- und erreichbar, wenn dies mittels eines Routers/Firewall explizit ermöglicht wird.

Zum Teil können solche Switches auch manuell mit **White-lists/Black-lists** konfiguriert werden. In diesen Listen wird bei der Inbetriebnahme fix festgelegt, welche Geräte (auf Basis

MAC-Adresse) an welches Port angeschlossen werden können und welche nicht. Dies verunmöglicht den Anschluss von fremden Rechnern ans GA-Netzwerk.

WLAN-Zugänge WPA2 (-Enterprise)

Sind (mobile) Geräte vorgesehen, die über **WLAN (Wireless LAN)** mit der Anlage verbunden werden sollen, so weist nur ein WLAN (WLAN-Router), welches den **WPA2(-Enterprise)-Standard** unterstützt ein zeitgemässes und gutes Sicherheitsniveau auf.

Beim WPA2 Sicherheitsstandard wird die Kommunikation basierend auf dem **Advanced Encryption Standard (AES)** verschlüsselt.

Im Gegensatz zu WPA2 ohne „Enterprise“, wo für die Identifizierung ein (dasselbe) Passwort für alle (Preshared Key) verwendet wird, unterstützt die Variante „**Enterprise**“ individuelle Passwörter, entweder von Benutzerkonten (**LDAP/Active Directory, RADIUS**), oder über **Zertifikate** (ab Public Key Infrastructure).

WPA2 und v.a. **WPA2-Enterprise** gilt bei Verwendung von ausreichend langen und komplexen Passwörtern und deaktiviertem WPS aus heutiger Sicht als **sehr schwierig bis nahezu unknackbar.**

Malware-Schutz & Aktualisierung für PC

Nebst dem Netzwerkschutz, muss während der Projektierungsphase auch festgelegt werden, **welcher Malwareschutz** auf den beteiligten **Management-PC** installiert werden soll. Damit dieser dauerhaft wirksam bleibt, muss auch ein praktikables **Aktualisierungskonzept** mitdefiniert werden.

Der Malwareschutz verhindert die Wirkung von bekannten **Computerviren, Computerwürmern, Trojanischen Pferden** etc. und beseitigt diese wenn möglich. Da nur bekannte Schadsoftware erkannt werden kann, ist es wichtig, dass eine dauernde Aktualisierung sichergestellt ist.

Back-up Konzept inkl. Recovery-Anweisungen

Eine fachgerechte **Back-up Einrichtung** ist für ein GA-System ohnehin eine Selbstverständlichkeit.

Es muss damit gerechnet werden, dass die GA nach einem Angriff nicht mehr funktionsfähig ist, mit entsprechenden Folgen bei der Nutzbarkeit des betroffenen Gebäudes. Damit wird die **Wiederherstellung** der Funktion womöglich **unter sehr grossem Zeitdruck** zu erfolgen haben. Eine von Beginn weg existierende und klar definierte Vorgehensweise mit einer (getesteten und geübten, siehe weiter unten) **Schritt für Schritt Recovery-Anweisung** ist in diesem Fall eine unschätzbare Hilfe.

Da die Back-up Dateien in der Regel auch **Kopien von hochsensiblen Daten** enthalten werden, ist es wichtig schon bei der Projektierung mit einzuplanen, wo diese **zuverlässig geschützt aufbewahrt** werden können. Besondere Beachtung verdienen dabei z.B. Inhalte mit Systemkonfigurationsinformationen und die Daten der Benutzerverwaltung, die für einen versierten Hacker ausserordentlich nützlich sind!

Physische Anlage/Schaltschranksicherung

Sowohl für die Verhinderung eines echten Angriffs mit böser Absicht, wie auch von leichtsinnigen Zugriffen durch unbefugte Personen darf in diesem Zusammenhang natürlich die **physische Sicherung** der Anlage, der Schaltschränke und Kommunikationseinrichtungen nicht unerwähnt bleiben.

Im Kontext der IT-Sicherheit ist v.a. die Absicherung der physikalischen **Zugangspunkte an den Geräten, Schaltschränken und den Kommunikationseinrichtungen** zu erwähnen. Freie, wie auch belegte Ethernet-, USB-, Konfigurationssteckdosen an PCs, ASn, Routern etc. dürfen keinesfalls zugänglich sein.

Notbetriebsmöglichkeiten (ohne GA)

Falls ein Angriff mit Folgen auf die Funktionsfähigkeit der GA eintreten sollte, können **Notbedieneinrichtungen an den AS und den Anlagen** selbst eine enorm wichtige und vieles rettende Bedeutung erhalten.

Dasselbe kann auch für **Hardwareverriegelungen** bei den technischen Installationen selbst gesagt werden (z.B. Ventilator kann nicht laufen wenn Klappe ganz zu, etc. etc.).

Elemente auf Inbetriebsetzungsebene

Während der Inbetriebsetzungsphase müssen die Vorgaben der Projektierung betreffend IT-Sicherheit umgesetzt und komplettiert werden. Alle **sicherheitsrelevanten Parameter** (Berechtigungen, Passwortvorgaben, Ports, etc. etc.) müssen **eingestellt** und soweit dies möglich ist, die Schutzmassnahmen auf ihr Funktionieren **getestet** werden. Für den nachfolgenden Betrieb und die Wartungen müssen **Updateabonnemente** eingerichtet und die zukünftigen **Benutzer geschult** werden.

Angepasste (minimalisierte) Berechtigungen

Bei der Inbetriebsetzung werden für alle betroffenen Geräte/PC und Systeme die **Benutzer/Benutzergruppen** angelegt und ihre **Rechte** definiert. Je besser und exakter dabei die Rechte an die Aufgaben der Benutzer/Gruppen angepasst (heisst **eingeschränkt/minimiert**) werden, desto kleiner wird das Risiko. Das Risiko für gezielte Angriffe ebenso wie jenes für unbeabsichtigte Fehlbedienungen.

Die Wichtigkeit dieser Anpassung bekommt zusätzliches Gewicht, wenn man an illegal beschaffte **Log-In-Daten** (Benutzername mit PW) oder an das Vorfinden von Geräten/PC mit **eingeloggtem Benutzer** denkt.

PW-Vorgaben/-Ablaufzeit, Autologout

Viele Geräte, Betriebssysteme und Programme bieten die Möglichkeit, diese Parameter einzustellen. Wie **komplex** muss ein **Passwort** aufgebaut sein? Welche Einschränkungen gibt man vor? Wie oft muss der Benutzer das **Passwort wechseln**? Nach wie viel Zeit ohne Benutzeraktivität wird er **automatisch ausgeloggt**? Die Risikoanalyse bestimmt, wie hoch die Anforderungen festgelegt werden sollten.

Es gilt dabei jedoch **das Ganze und die Praxis** zu sehen. **Benutzerfreundlichkeit** konkurriert hier gegen **Sicherheit** und es ist zu bedenken, dass je höher die Anforderungen an die Passwörter, desto **schwieriger wird es für die Benutzer,** damit umzugehen. Je länger und je komplizierter der Aufbau, je öfter es geändert werden muss, je mehr verschiedene Passwörter sich der Benutzer zu merken hat, desto eher ist er genötigt, diese irgendwo zu notieren. Er verwendet ja auch in seinem Privatleben Passwörter. Solche die seine Familienmitglieder wissen müssen oder solche die sie nicht wissen dürfen. Jedes System hat seine eigenen Passwortregeln. **Irgendwann wird es unmöglich** und die Folge sind **Passwortlisten auf dem Smartphone**. Passwörter in mehr oder weniger sicheren **Freeware-Passworttresoren**, Passwörter **unter der Tastatur** etc. etc..

Nachhärtung Geräte/PC/Komponenten

Nach abgeschlossener Installation und Konfiguration aller relevanten Elemente verbessert die (Nach-) **Härtung aller Geräte (Linux) und PC** die Sicherheit weiter. Dies bedeutet, möglichst alle unbenutzten **Dienste, Zugänge, Benutzerkonten, Prozesse und Programme** zu entfernen oder zumindest zu deaktivieren. Nur die für den gewünschten Betrieb effektiv notwendigen Elemente sollten auf den Geräten verbleiben. Je schlanker das System, desto weniger nützliche Werkzeuge findet ein Angreifer, desto schwieriger wird es für ihn.

Betroffen sind die v.a. die PC. Bei den Geräten (ASn etc.) sollte schon der Hersteller so gut wie möglich vorgehärtet haben (nicht mit-kompiliert haben).

Audit Trails (mit Signatur) für Nachverfolgung

Im Eintretens-Fall einer Störung werden **jederzeit verfügbare und aktive Logbücher (Audit Trails)** enorm wichtig. Sie dienen einerseits der **Überwachung**, andererseits kann mit ihrer Hilfe im Fehlerfall auch die **System- bzw. Datenwiederherstellung** stark vereinfacht werden.

Die Logbücher müssen **bei der Inbetriebsetzung** möglicherweise **aktiviert und konfiguriert** werden. Sie sollten zumindest alle Benutzeraktionen, Änderungen an den Daten und natürlich alle Schalt- und Einstellaktionen aufzeichnen.

Sie lassen sich auch für Betriebssysteme in Datenbanken und Routern einrichten. Damit wird die Überwachung weiter verbessert.

Da man davon ausgehen muss, dass besonders qualifizierte Angreifer nach einem Angriff versuchen werden ihre Spuren aus den Audit Trails zu entfernen, kann es bei sensiblen Anlagen angezeigt sein, diese mit einer **digitalen Signatur** zu sichern. Die digitale Signatur schützt die Aufzeichnungen mit einem **Signaturschlüssel** und verhindert jede nachträgliche Änderung.

Bei der Konfiguration der Logbücher ist auch an deren **Langzeitbehandlung** zu denken. Wie wird verhindert, dass sie zu gross werden? Müssen sie periodisch gesichert werden? Wie lange müssen die Inhalte aufbewahrt werden?

Arbeitsvorschriften/Verhaltensanweisungen

Abschliessende und getestete **Arbeitsvorschriften/Verhaltensanweisungen (Standard Operating Procedure, SOP)** betreffend IT-Sicherheit sollten ab Beginn des Anlagebetriebs auf zwei Ebenen vorhanden sein: Einerseits solche für den **Normalbetrieb**, welche mithelfen sicher zu stellen, dass alle Sicherheitselemente dauerhaft funktionsfähig und auf dem neuesten Stand gehalten werden. Andererseits solche für den **Fall** eines Angriffs/Störfalls mit den Abläufen/Informationen für die Aufklärung, Schadensbegrenzung und -bewältigung.

Die Arbeitsvorschriften/Verhaltensanweisungen (SOP) für den **Normalbetrieb** bestehen z.B. aus **Arbeitsabläufen, Checklisten und** vorteilhafterweise aus **Erinnerungsfunktionen** eines Kalenders. Sie sorgen bei Einhaltung dafür, dass **alle sicherheitsrelevanten Elemente gepflegt** werden: Ist der Malwareschutz auf dem neuesten Stand? Sind alle sicherheitsrelevanten Updates der Programme und Betriebssysteme installiert? Welche Sicherheitsmassnahmen müssen bei neu installierten/hinzugefügten Elementen durchgeführt werden? Wurden die Backups ausgeführt, korrekt abgelegt und wie wird die Wiederherstellung regelmässig getestet? Hat die Überwachungsstelle ihre Kontrollfunktion wahrgenommen? Diese Arbeitsvorschriften/Verhaltensanweisungen sind ein **enorm wichtiger Puzzlestein innerhalb der gesamten Anstrengung zur Risikovermeidung bzw. Risikominimierung**.

Im Eintretens-Fall eines Ereignisses mit Folgen auf die Funktionsfähigkeit der GA, muss damit gerechnet werden, dass diese unter Umständen teilweise oder vollständig funktionsunfähig wird. Dies kann im Extremfall massive **Auswirkungen auf die Nutzbarkeit des Gebäudes** haben. Die Wiederherstellung der Funktion der GA wird dann unter sehr grossem Zeit-

druck zu erfolgen haben. Existierende, klar definierte und machbare **Verhaltensanweisungen mit Schritt für Schritt Anweisungen** etc. werden dann eine unschätzbare Hilfe sein. Nebst den Wiederherstellungshilfen können sie auch Informationen enthalten über die einzuhaltenden Meldewege, Rufnummern, Eskalationsstufen, Sofortmassnahmen etc..

Benutzerinformation/-schulung

Im täglichen Betrieb der GA kann die IT-Sicherheit nur optimal sein, wenn **alle involvierten Elemente** ihren korrekten Beitrag leisten. Hier fällt dem **Faktor Mensch**, d.h. nebst den Wartungsverantwortlichen v.a. auch den Betreibern/Benutzern eine grosse Wichtigkeit zu.

Ist die Anlage mit allen Sicherheitseinrichtungen korrekt aufgesetzt, werden die involvierten Menschen **wohl zum grössten potentiellen Risiko**.

Fehlbedienung der Anlage selbst (Spielereien, Experimentierereien), Fehlbedienung der Sicherheitseinrichtungen, unangemessener **Umgang mit Zugangs- oder anderen Daten**, unvorsichtiger Umgang mit den **Kommunikationseinrichtungen**, **Gutgläubigkeit** (Mail, Phishing etc.), stellen die wohl grössten Gefahren dar.

Nebst der **Schulung** des technischen Wissens, welches für die korrekte Bedienung aller Sicherheitseinrichtungen der Anlage unerlässlich ist, ist es enorm wichtig, den Mitarbeitenden ein **Bewusstsein für das potentielle Risiko** zu vermitteln und sie für die möglichen Gefahren zu **sensibilisieren**.

Werden die IT-Sicherheitsthemen in einer **spezifischen Schulung** (unabhängig von den restlichen Themen) behandelt, erhalten sie mehr Gewicht. Gelegentliche **Auffrischungen** des Wissens hilft, das Thema auch nach längerer Zeit ohne Vorfälle dauerhaft hoch zu halten. Nicht zu vergessen sind Einweisungen für neue Mitarbeiter.

Ein eigener Schulungsblock verdient das Thema **Verhalten und Wiederherstellung nach Schadensfall**.

Elemente auf Wartungsebene

Die Angriffstechniken für IT-Einrichtungen werden laufend weiterentwickelt. Entsprechend auch die Abwehrtechnologien. Möglicherweise entwickelt sich auch die GA-Anlage.

Aufgabe der Wartung (betr. IT-Sicherheit) ist es, alle installierten **Elemente der IT-Sicherheit periodisch zu pflegen, zu aktualisieren** und wenn angebracht, die **Anlage den neuesten Entwicklungen anzupassen**.

Security-relevante Updates / Upgrades

Alle Geräte und Programme, insbesondere die PC, deren Malwareschutz, die Kommunikationseinrichtungen wie Router, VPN-Geräte etc. müssen **regelmässig** mit den verfügbaren **Updates** gepflegt werden. Nur so sind diese Schutzmechanismen den sich andauernd weiterentwickelnden Angriffstechniken gewachsen.

Unter Umständen machen hierbei technische Entwicklungen auch **Upgrades** auf modernere oder umfassendere Versionen nötig.

Security-relevante Systemanpassungen

Die installierte Hard- und Software von GA-Anlagen hat die Tendenz zu **bedeutend längeren Lebenszyklen als die der kommerziellen IT**.

Die Entwicklung in der IT-Bedrohung resp. IT-Sicherheitstechnik kann nötig werden, dass nebst der Pflege der bestehenden Sicherheitsmassnahmen auch **grössere, umfassendere Systemanpassungen** vorgenommen werden müssen.

Periodische Security-/Back-upTests

Für die Sicherstellung eines hochstehenden Abwehrniveaus sollten die Sicherheitsmassnahmen in **vordefinierten Wartungsinterwallen überprüft** und so weit wie möglich **getestet** werden.

Auch die **Abläufe nach einem Angriff/Störungsfall** sollten immer mal wieder geübt werden. Dies betrifft v.a. auch die Wiederherstellung von Back-ups. So manches Back-up hat sich im Ernstfall als nicht verwendbar erwiesen.

In regelmässigen Abständen sollten im Rahmen von Sicherheitsreviews auch die Anlagebetreiber/Benutzer auf die **Einhaltung** ihres (**IT-**) **Sicherheitsverhaltens** überprüft werden.

Elemente auf Benutzerebene

Wie mehrfach betont, kann das IT-Sicherheitsniveau einer GA-Anlage nur gut sein und bleiben, wenn über die gesamte Lebensdauer alle involvierten Stellen ihre sicherheitsrelevanten Aufgaben erfüllen. Damit sind insbesondere auch die **Benutzer im alltäglichen Betrieb** gemeint. Sie wären auch die ersten, denen allfällige Unregelmässigkeiten auffallen müssten.

Benutzername/PW-Good-Practices

Wie oben erwähnt, wird bereits beim Hersteller, spätestens bei der Inbetriebsetzung, die geforderte **Passwortkomplexität** festgelegt resp. dem anlagespezifischen Risiko angepasst.

Darüber hinaus sind jedoch auch die Benutzer gefordert, die **Passwörter** so zu wählen, dass sie möglichst nicht geknackt werden können. Dies bedeutet, dass diese **auf keinen Fall Elemente aus naheliegenden Inhalten** wie Namen, Namen des Partners/der Kinder, Geburtsdatum etc. enthalten sollten. Es gibt Hacker (auch Spieler/Experimentierer) die Algorithmen schreiben, die die Passwörter mit solchen Elementen von Personendaten abgleichen, um sie zu knacken.

Allgemein ist es für die Passwortsicherheit vor allem die **Länge** (mehr als die Komplexität etc.) die es ausmacht. Sehr gut geeignet sind also auch **Prosa-Sätze**, so weit es sich nicht um berühmte Zitate etc. handelt. Sie haben den grossen Vorteil, dass man sie sich besser merken kann. (Z.B. „1 x sauter immer sauter“ oder “meine liebste ist die beste“)

Auch gehört es natürlich zu den PW-Good-Practices (gute Angewohnheiten) die Passwörter **nicht** irgendwo **aufzuschreiben** und **nicht auszuleihen.**

Back-up Handling/Überwachung

Automatisierte **Back-up-Abläufe** müssen auf ihre korrekte und vollständige Ausführung überwacht werden. Allenfalls müssen externe Medien gewechselt werden. Periodisch müssen sie auf ihre **effektive Brauchbarkeit** getestet werden (siehe weiter oben).

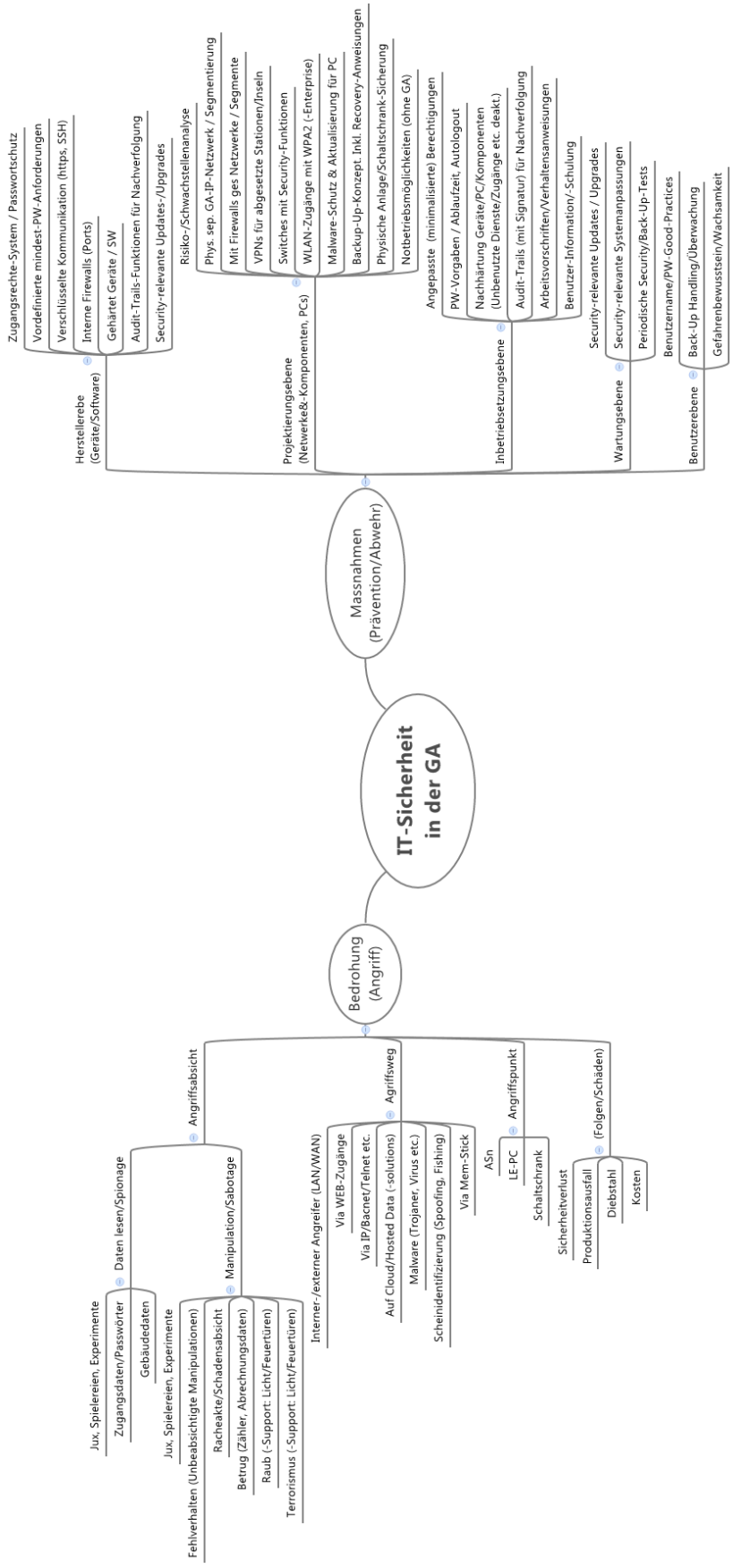
Da die **Back-up-Dateien** normalerweise auch Kopien von hochsensiblen Daten enthalten, müssen diese an einem zuverlässig geschützten Ort aufbewahrt werden. Besondere Beachtung verdienen dabei z.B. Dateien mit Systemkonfigurationsinformationen und die Daten der Benutzerverwaltung, die für einen versierten Hacker ausserordentlich nützlich sind. Auch Engineeringdokumente wie Systemtopologien, Sicherheitskonzepte etc., sind für einen Angreifer mit ernsten Absichten sehr nützliche Informationen und müssen (inkl. all ihrer Kopien) **entsprechend geschützt aufbewahrt** werden.

Gefahrenbewusstsein/Wachsamkeit

Wie oben erwähnt, müssen die Bediener der GA in dedizierten Schulungen zum Thema IT-Sicherheit umfassend über die möglichen Gefahren ausgebildet werden. Es ist enorm wichtig, sie zu sensibilisieren und zu motivieren, wachsam zu sein. **Anomalitäten und Auffälligkeiten** müssen **erkannt** und **ernst genommen** werden.

Wie so oft stellt der Mensch ein Hauptrisiko dar. Mit **Phishing**, mit **gefälschten Programmaktualisierungen**, selbst über **Gespräche** kann versucht werden, an sensible Daten, Sys-

teminformationen, an Benutzernamen und Passwörter mit möglichst hohem Rechte-Niveau heranzukommen.


IT-Sicherheit in der GA
Massnahmen (Prävention/Abwehr)
Herstellerebe (Geräte/Software)
Zugangsrechte-System / Passwortschutz
Vordefinierte mindest-PW-Anforderungen
Verschlüsselte Kommunikation (https, SSH)
Interne Firewalls (Ports)
Gehärtet Geräte / SW
Audit-Trails-Funktionen für Nachverfolgung
Security-relevante Updates-/Upgrades
Projektierungsebene (Netwerke&-Komponenten, PCs)
Risiko-/Schwachstellenanalyse
Phys. sep. GA-IP-Netzwerk / Segmentierung
Mit Firewalls ges Netzwerke / Segmente
VPNs für abgesetzte Stationen/Inseln
Switches mit Security-Funktionen
WLAN-Zugänge mit WPA2 (-Enterprise)
Malware-Schutz & Aktualisierung für PC
Backup-Up-Konzept inkl. Recovery-Anweisungen
Physische Anlage/Schaltschrank-Sicherung
Notbetriebsmöglichkeiten (ohne GA)
Inbetriebsetzungsebene
Angepasste (minimalisierte) Berechtigungen
PW-Vorgaben / Ablaufzeit, Autologout
Nachhärtung Geräte/PC/Komponenten
(Unbenutzte Dienste/Zugänge etc. deakt.)
Audit-Trails (mit Signatur) für Nachverfolgung
Arbeitsvorschriften/Verhaltensanweisungen
Benutzer-Information/-Schulung
Wartungsebene
Security-relevante Updates / Upgrades
Security-relevante Systemanpassungen
Periodische Security/Back-Up-Tests
Benutzerebene
Benutzername/PW-Good-Practices
Back-Up Handling/Überwachung
Gefahrenbewusstsein/Wachsamkeit
Bedrohung (Angriff)
Angriffsabsicht
Daten lesen/Spionage
Jux, Spielereien, Experimente
Zugangsdaten/Passwörter
Gebäudedaten
Manipulation/Sabotage
Jux, Spielereien, Experimente
Fehlverhalten (Unbeabsichtigte Manipulationen)
Racheakte/Schadensabsicht
Betrug (Zähler, Abrechnungsdaten)
Raub (-Support: Licht/Feuertüren)
Terrorismus (-Support: Licht/Feuertüren)
Agriffsweg
Interner-/externer Angreifer (LAN/WAN)
Via WEB-Zugänge
Via IP/Bacnet/Telnet etc.
Auf Cloud/Hosted Data (-solutions)
Malware (Trojaner, Virus etc.)
Scheinidentifizierung (Spoofing, Fishing)
Via Mem-Stick
Angriffspunkt
ASn
LE-PC
Schaltschrank
(Folgen/Schäden)
Sicherheitverlust
Produktionsausfall
Diebstahl
Kosten

Schlussbemerkung

Die erreichbare, mögliche **Spannweite für die IT-Sicherheit einer GA-Anlage** ist enorm. Zwischen nichts tun und dem Realisieren aller möglichen Massnahmen liegen Welten. Von «jeder durchschnittliche IT-Fachmann kann eindringen» bis zu «enormem Aufwand / kaum machbar, auch für einen Hacker-Experten mit ernsthaften Absichten», gibt es jede Abstufung. Jede natürlich mit ihrem entsprechenden **Aufwand** und den entsprechenden **Kosten**!

Die Einschätzung des **individuellen Risikos** eines jeden Projekts ist zentral. Auch hier ist die **Spannweite** enorm. Für viele Gebäude geht die Gefahr wohl kaum über **spielerisches, technisches Interesse, Jux, Pröbeleien** hinaus. Ein **sehr grosses**, **sehr ernsthaftes Risiko** besteht sicherlich bei Gebäuden, wo etwas zu holen ist, oder für die es offensichtlich Feinde gibt, oder für wichtige, öffentliche Gebäude mit einer ausgeprägten Sensibilität.

Grundlegende, dem branchenüblichen Stand der Technik entsprechende Sicherheitsmassnahmen sind für alle Gebäude dringendst empfohlen. Sie helfen gegen die meisten Angriffe und auch sehr gut gegen die oben erwähnten **Spielereien/ Pröbeleien**. Sie können auch helfen, **Fehlmanipulationen** zu verhindern, welche zusammen mit den nie auszuschliessenden **Softwarefehlern** die wohl nach wie vor häufigste Ursache für Störungen sind.

Der **Faktor Mensch** ist wie so oft ein sehr wichtiges Element: Bedienerzugänge mit dauerhaft eingeloggtem Benutzer, Passwörter unter der Tastatur, ausgeliehene Passwörter, nicht geänderte Werks-Administrator-Zugänge. Kurz, **mangelnde Sorgfalt, mangelndes Risikobewusstsein, mangelnde Wachsamkeit**! Dagegen helfen regelmässige periodische Informationen und spezifische Schulungen.

Der Autor

Franklin Linder, El.Ing. FH ist technischer Redaktor im SAUTER Head Office in Basel. Er verfügt über eine 20 jährige Erfahrung in der Entwicklung, Anwendung und Vermarktung von Gebäudeautomation.

Firmenportrait

SAUTER sorgt weltweit als führender Lösungsanbieter für Gebäudeautomationstechnologie in "Green Buildings" für gute Klimaverhältnisse und Wohlbefinden in Lebensräumen mit Zukunft. SAUTER entwickelt, produziert und vertreibt als Spezialist Systeme für energieeffiziente Gesamtlösungen und sichert mit umfassenden Dienstleistungen den energieoptimierten Betrieb von Gebäuden. Die Produkte, Lösungen und Dienstleistungen ermöglichen hohe Energieeffizienz während des gesamten Gebäudelebenszyklus von der Planung über die Realisierung bis zum Betrieb in Büro- und Verwaltungsgebäuden, Forschungs- und Bildungsstätten, Krankenhäusern, Industrie- und Laborgebäuden, Flughäfen, Freizeitanlagen, Hotels sowie Data Centers. Mit über 100-jähriger Erfahrung und erprobter Technologiekompetenz ist SAUTER ein ausgewiesener Systemintegrator, der für kontinuierliche Innovation und Schweizer Qualität bürgt. Ausgezeichnet für bestes Automationssystem und beste Dienstleistung/Energy Service sowie eu.bac und BTL Zertifizierung für Produkte verschafft SAUTER Nutzern wie Betreibern die Übersicht über Energieflüsse und -verbrauch und somit auch über die Kostenentwicklung.