



**Leittechnik**

## **TELEPERM® XS** Systemübersicht

# TELEPERM® XS

## Systemübersicht



### Übersicht

5

### Leittechnik-Lösungen mit TELEPERM® XS

6

- ▶ Reaktorschutz und Reaktorregelung 6
- ▶ Gesamtanlagenautomatisierung mit SPPA-T2000 und TELEPERM® XS 8
- ▶ Steuerung sicherheitsrelevanter Hilfs- und Nebenanlagen 9
- ▶ Nukleare Instrumentierung 10
- ▶ Turbinenleittechnik 11

### Systemaufbau und Funktionsweise

12

- ▶ Rechner 12
- ▶ Ein-/Ausgabebaugruppen 13
- ▶ Kommunikation 13
- ▶ Gateway-Schnittstelle zur Prozessrechneranbindung 14
- ▶ Schnittstellen zum Feld 15
- ▶ Standardaufbautechnik 16
- ▶ Einbau in Fremdschränke 17
- ▶ Baugruppenträger 17
- ▶ Bedienen und Beobachten in Kompaktsystemen 18
- ▶ Qualified Display System (QDS) 19

### Engineering und Dokumentation

20

- ▶ Projektentwicklung 20
- ▶ Projektierung 21
- ▶ Simulations- und Prüffeldtests 22
- ▶ Dokumentation 24

### Sicherheitskonzept und Architekturen

26

- ▶ Architekturen 26
- ▶ Selbstüberwachung 27
- ▶ Deterministisches Systemverhalten 28
- ▶ Funktionale Diversität gegen Common-Cause-Fehler 28
- ▶ Zusatzmaßnahmen mit gerätetechnischer Diversität 29
- ▶ Zugriffsschutz 29

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Qualifizierung</b>                                         | <b>30</b> |
| ▶ Qualifizierungskonzept                                      | 30        |
| ▶ Hardware-Qualifizierung                                     | 31        |
| ▶ Software-Qualifizierung                                     | 32        |
| ▶ Anlagenunabhängiger Integrations- und Systemtest            | 33        |
| ▶ Zweistufiges Genehmigungskonzept für TELEPERM® XS           | 34        |
| ▶ Langfristiger Erhalt der Systemqualifizierung               | 35        |
| <b>Betrieb</b>                                                | <b>36</b> |
| ▶ Zuverlässigkeit und Wartung                                 | 36        |
| ▶ Lange Prüfintervalle                                        | 37        |
| ▶ Fehleraufklärung                                            | 38        |
| ▶ Servicegerät                                                | 39        |
| ▶ Bedienoberflächen des Servicegeräts                         | 40        |
| ▶ Das Diagnose-Interface TDI1                                 | 41        |
| <b>Langfristige Unterstützung von TELEPERM® XS</b>            | <b>42</b> |
| ▶ Vorausschauende Ablösung von Komponenten                    | 42        |
| ▶ Konfigurationsmanagement und Änderungsverfahren             | 44        |
| ▶ Unterstützung und Information                               | 45        |
| <b>Hard- und Software</b>                                     | <b>46</b> |
| ▶ Rechner- und Kommunikationskomponenten                      | 46        |
| ▶ Ein-/Ausgabebaugruppen                                      | 46        |
| ▶ Signalaufbereitung                                          | 47        |
| ▶ Strahlungs- und Aktivitätsmessung                           | 47        |
| ▶ Signalverknüpfungs-, Entkopplungs- und<br>Ausgabebaugruppen | 48        |
| ▶ Baugruppenträger, Aufbautechnik und Prüfhilfsmittel         | 49        |
| ▶ Softwarepakete                                              | 49        |
| <b>Wesentliche Systemdaten</b>                                | <b>50</b> |
| ▶ Versorgungsspannung                                         | 50        |
| ▶ Klima                                                       | 50        |
| ▶ Seismische Nachweise                                        | 50        |
| ▶ Erdung und Schirmung                                        | 50        |
| ▶ Leistungsdaten                                              | 50        |
| ▶ Standardschrank SC 9422                                     | 50        |
| ▶ Wandgehäuse SWE 12                                          | 50        |



TELEPERM® XS ist die leittechnische Systemplattform von AREVA für die Sicherheitsleittechnik im Kernkraftwerk. Sie umfasst alle erforderlichen Hard- und Softwarekomponenten einschließlich der für Projektierung, Test und Inbetriebsetzung, Betrieb und Fehleraufklärung notwendigen Softwarewerkzeuge.

TELEPERM® XS eignet sich für Neuanlagen wie auch für die Nachrüstung und Modernisierung laufender Kernkraftwerke nahezu aller Typen und Hersteller.

Die ersten TELEPERM® XS-Systeme wurden vor mehr als zehn Jahren in Betrieb genommen und arbeiten seither mit höchster Zuverlässigkeit. Jedes Jahr kommen weitere Anlagen und neue Anwendungen hinzu und haben AREVA zum Marktführer im Bereich der digitalen Sicherheitsleittechnik gemacht.

Dieser Erfolg belegt und bestätigt die zukunftsweisende Grundkonzeption. Darauf aufbauend wird TELEPERM® XS kontinuierlich weiterentwickelt. Die Erfahrungen bei Planung, Projektierung, Installation und Inbetriebsetzung sowie beim Betrieb tragen wesentlich dazu bei, die Entwicklung an den Kundenbedürfnissen auszurichten.

Diese Broschüre gibt eine Übersicht über TELEPERM® XS mit den Schwerpunkten:



- ▶ **Leittechnik-Lösungen und Einsatzbereiche**
- ▶ **Systemaufbau und Funktionsweise**
- ▶ **Engineering und Dokumentation**
- ▶ **Sicherheitskonzept und Architekturen**
- ▶ **Qualifizierung**
- ▶ **Betrieb**
- ▶ **Langzeitunterstützung**

Sie informiert zudem über die Systemdaten und die Hard- und Softwarekomponenten der Systemplattform.



TELEPERM® XS wird in verschiedensten Bereichen der Leittechnik im Kernkraftwerk eingesetzt. Wesentliche Einsatzbereiche sind:

- ▶ Reaktorschutzsystem/ESFAS
- ▶ Reaktorregelung und Reaktorbegrenzung
- ▶ Neutronenflussmessung
- ▶ Kernüberwachung
- ▶ Stabstellungsüberwachung
- ▶ Notstromdieselsteuerung

AREVA kennt die jeweiligen Anforderungen und bietet die für Ihre Anlage optimale Architektur an.

## Reaktorschutz und Reaktorregelung

Die typischen Anwendungen liegen im Bereich des Reaktorschutzes und der **ESFAS**-Funktionen (**E**ngineered **S**afety **F**eatures **A**ctuation **S**ystem). Hier werden höchste Anforderungen an die Systemzuverlässigkeit, die Fehlervermeidung und die Fehlerbeherrschung gestellt.

### TELEPERM® XS erfüllt diese Forderungen durch:

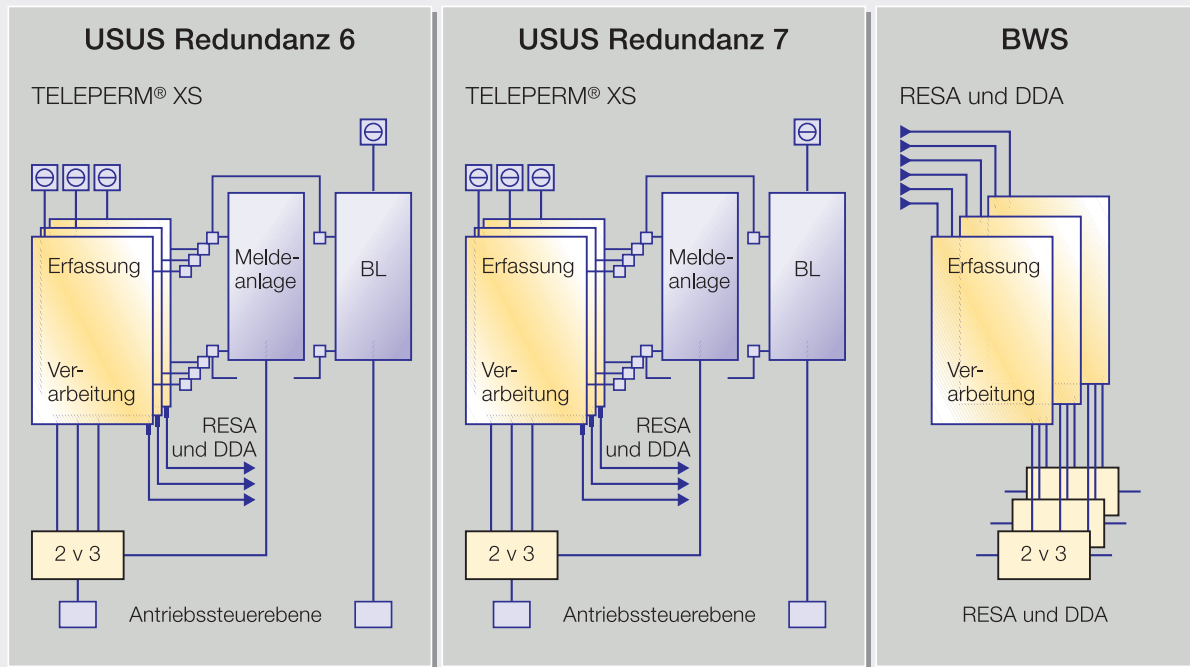
- ▶ die Möglichkeit, hochgradig redundante Strukturen nach Anlagenbedarf zu realisieren
- ▶ hohe Software- und Fertigungsqualität
- ▶ frühzeitige Fehlererkennung durch umfassende Selbstüberwachung
- ▶ Entkopplung zwischen redundanten Teilsystemen über Lichtwellenleiter
- ▶ Verhinderung der Fehlerausbreitung durch intelligente Signal-Statusverarbeitung
- ▶ systematische Behandlung des Vorrangs zwischen Systemen unterschiedlicher Sicherheitsklassen

Für die sicherheitstechnischen Merkmale von TELEPERM® XS liegen Qualifizierungsnachweise gemäß den höchsten Sicherheitskategorien vor.

Die Redundanzstrukturen werden bestimmt durch das Sicherheitskonzept der Anlage. Die Auslegungsanforderungen können verschiedenste Kombinationen umfassen:

- ▶ Einzelfehler
- ▶ Einzelfehler in Kombination mit Wartung/Reparatur
- ▶ Ausfälle durch Brand und andere interne Einflüsse
- ▶ Common-Cause-Betrachtungen

Hinzu kommen noch Randbedingungen aus der Verfügbarkeit von getrennten Räumen, von Kabelwegen oder dem verfügbaren Aufstellplatz bei Nachrüstungen, die ebenfalls in die Architekturüberlegungen eingehen.



USUS: Unabhängiges Störfall- und Sabotageschutzsystem

RESA: Reaktorschnellabschaltung  
DDA: Durchdringungsabschluss

BL: Betriebliche Leittechnik  
BWS: Betriebs-Warten-Schaltanlage

Modernisierung des Notstandssystems im deutschen Kernkraftwerk Philippsburg 1 mit zwei voneinander unabhängigen 3-kanaligen Systemen

#### Die folgenden Referenzen sind Beispiele für die Anpassung an unterschiedlichste Anforderungen:

- ▶ In den Westinghouse-Druckwasserreaktoranlagen Beznau 1 und 2 (Schweiz) wurde der Reaktorschutz mit einem 4-kanaligen TELEPERM® XS-System modernisiert.
- ▶ In den WWER 440-Anlagen Paks 1–4 (Ungarn) wurde ein dreikanaliges Reaktorschutzsystem eingebaut.
- ▶ Im deutschen Siedewasserreaktor Philippsburg 1 wurde das Notstandssystem in einer 2 × 2 von 3-Struktur mit TELEPERM® XS modernisiert.

Redundante Strukturen sind ein wesentliches Merkmal auch bei Reaktorregelungen und mehrkanaligen Reaktorbegrenzungseinrichtungen, wie sie insbesondere in deutschen Kernkraftwerken eingesetzt werden. Hierfür werden ähnliche Anordnungen wie für den Reaktorschutz verwendet.

Mit TELEPERM® XS lässt sich das weite Spektrum von Architekturen realisieren, das nötig ist, um die für jede Anlage spezifischen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen. Durch die hohe Qualität und die zugrunde gelegten Auslegungsanforderungen trägt TELEPERM® XS wesentlich zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Anlage bei.

# Gesamtanlagenautomatisierung mit SPPA-T2000\* und TELEPERM® XS

TELEPERM® XS wurde für Anwendungen im Bereich der Sicherheitsleittechnik entwickelt und qualifiziert. Häufig sind bei Modernisierungsvorhaben auch betriebliche Funktionen im Umfang eines Projekts enthalten, die dann kostengünstig und mit minimalen Schnittstellen ebenfalls mit TELEPERM® XS realisiert und in ihrer Funktion optimiert werden können.

Vorzugsweise wird für betriebliche Funktionen jedoch das Betriebsleittechniksystem SPPA-T2000\* von Siemens Energy für die Leittechnikausrüstung von Neuanlagen sowie für umfassende Modernisierungsvorhaben eingesetzt, so z. B. in den WWER-Anlagen Tianwan 1 und 2 in China, dem Forschungsreaktor München FRM-II, den EPR-Projekten Olkiluoto 3 in Finnland, Flamanville 3 in Frankreich und Taishan in China.

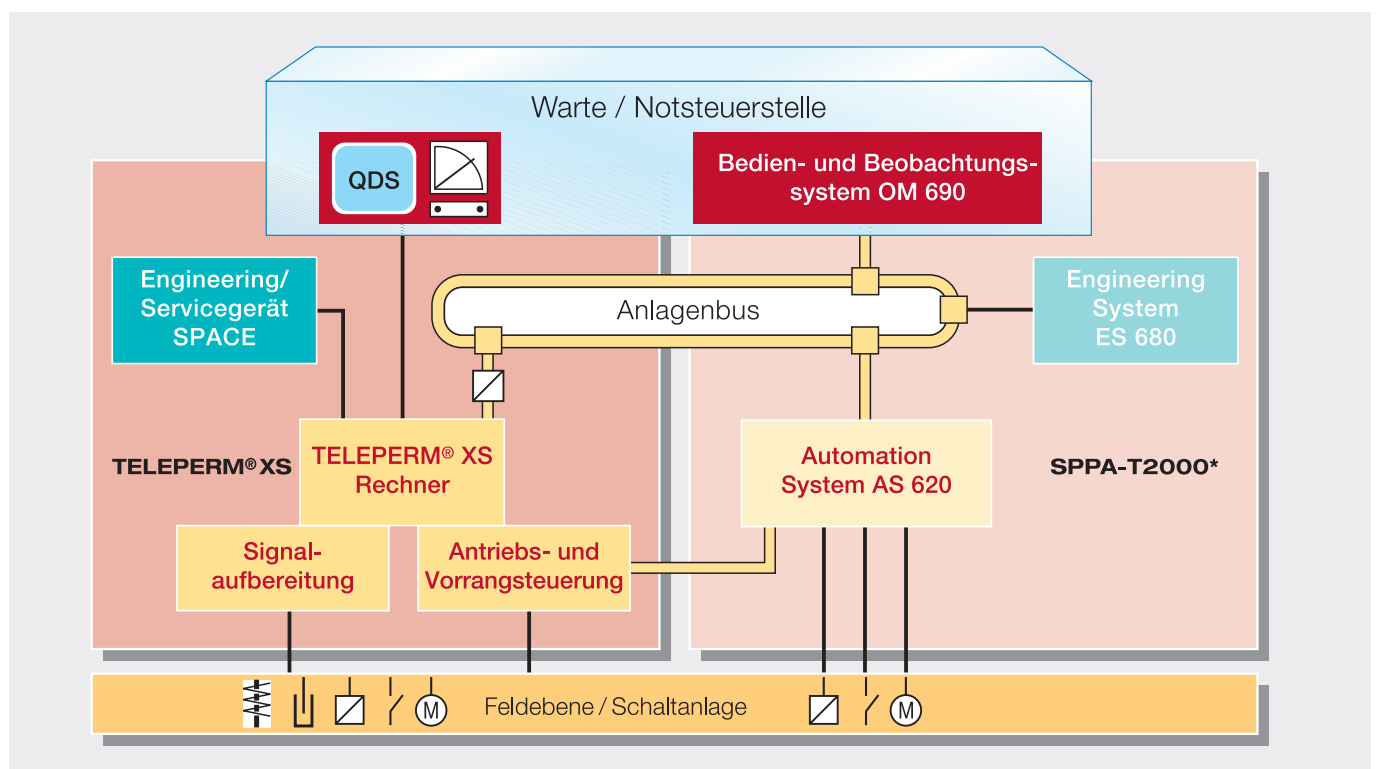
TELEPERM® XS übernimmt die sicherheitsrelevanten Automatisierungsaufgaben von der Signalerfassung und -verteilung bis zur Antriebssteuer- und Vorrangfunktion.

SPPA-T2000\* deckt alle betrieblichen Anwendungen der Automatisierung von Kernkraftwerksprozessen ab, beginnend bei der Steuerung von Hilfs- und Nebenanlagen über komplexe Steuerungen und Regelungen bis hin zum Bedienen und Beobachten der Gesamtanlage über eine Bildschirmwarte.

Die Betriebsleittechnik wird über den Profibus DP an die Antriebssteuer- und Vorrangbausteine von TELEPERM® XS angeschlossen. Als Lichtwellenleiter ausgeführt, stellt der Profibus auch die Entkopplung zwischen Sicherheits- und Betriebsleittechnik sicher.

TELEPERM® XS unterstützt in Verbindung mit SPPA-T2000\* den Aufbau einer durchgängigen Gesamtanlagenarchitektur.

\* früherer Name: TELEPERM® XP



Gesamtanlagenkonzept mit SPPA-T2000\* und TELEPERM® XS



Das mit TELEPERM® XS geregelte Wasserkraftwerk Keowee dient zur Notstromerzeugung für das Kernkraftwerk Oconee

## Steuerung

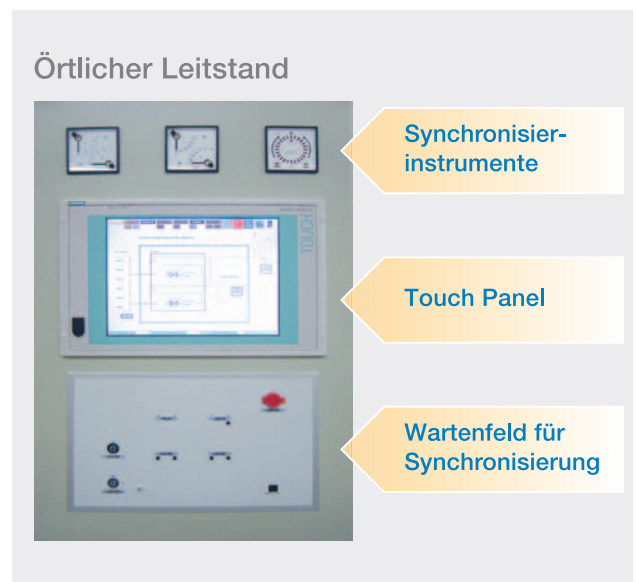
### sicherheitsrelevanter Hilfs- und Nebenanlagen

Steuerungen für Notstromdiesel verknüpfen die Ansteuerung des Reaktorschutzes mit sicherheitsrelevanten Schutzverriegelungen. Sie übernehmen zusätzlich die Ansteuerung zahlreicher Hilfssysteme, teils mit sicherheitstechnischer, teils mit rein betrieblicher Funktion.

Dieses Funktionspaket kann als ganzheitliche Lösung kompakt in einem TELEPERM® XS-Schrank mit integriertem örtlichen Leitstand realisiert werden.

Ähnlich kompakte Lösungen bieten sich auch für die Ansteuerung anderer Teilsysteme an, wie die Steuerung sicherheitsrelevanter Lüftungssysteme oder die Steuerung zusätzlich nachgerüsteter Nachkühl- oder Notspeisesysteme.

Ein Beispiel für derartige Funktionen ist das zur Notstromversorgung eingesetzte Wasserkraftwerk Keowee am Kernkraftwerksstandort Oconee in den USA. Auch hier sorgt ein kompaktes TELEPERM® XS-System für die sichere Steuerung und Regelung.



Steuerschrank für einen Notstromdiesel mit Berührbildschirm für Vor-Ort-Bedienung

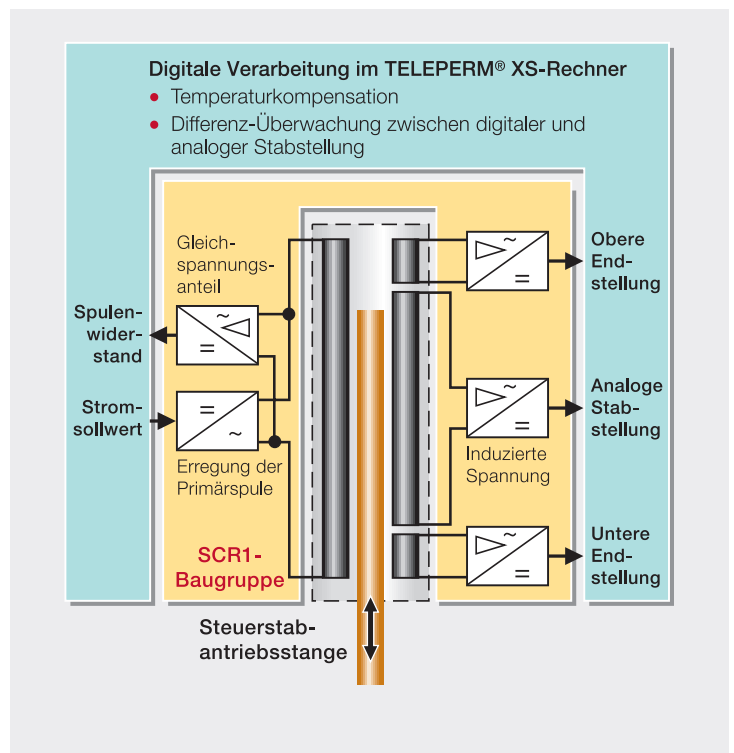
## Nukleare Instrumentierung

Viele Zustandsgrößen von Reaktoren werden über Sensoren und Messumformer erfasst, die Standard-signale von 0/4–20 mA liefern. Neben den hierfür eingesetzten Standard-Ein-/Ausgabe-Baugruppen beinhaltet TELEPERM® XS auch Baugruppen für die Aufbereitung der speziellen Signale der Nuklear-instrumentierung.

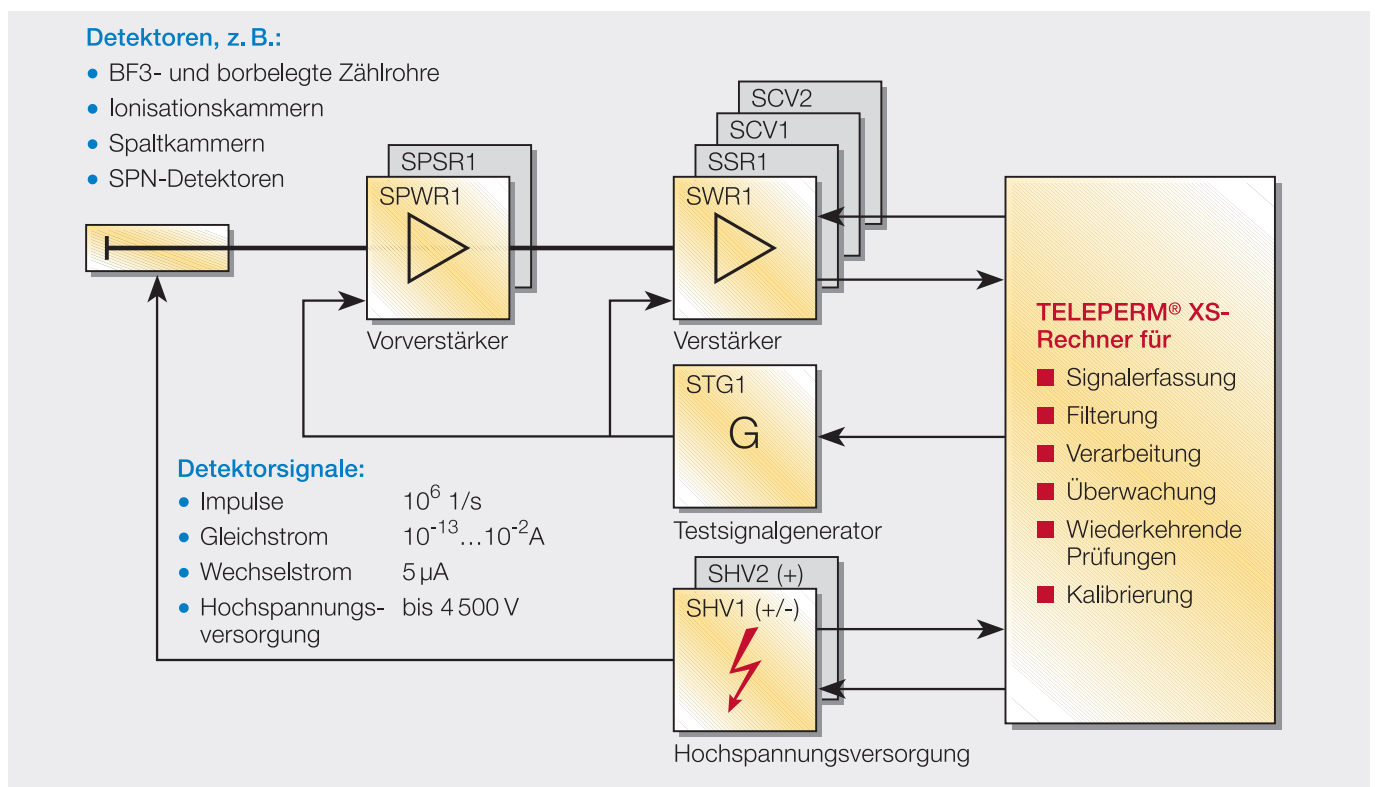
### Die wichtigsten Anwendungsfälle sind:

- ▶ Excore-Neutronenflussmessung, bestehend aus Quell-, Mittel- und Leistungsbereichskanälen
- ▶ Incore-Neutronenflussmessung zur Bestimmung der Reaktorleistung und Leistungsdichte-verteilung
- ▶ induktive Messung der Stabstellungen im Druckwasserreaktor

Die zugehörigen Aufbereitungsbaugruppen sind Bestandteile der TELEPERM® XS-Systemplattform. Sie werden mit ihr langfristig gepflegt und sind optimal auf die TELEPERM® XS-Systemkomponenten und Systemsoftware abgestimmt.

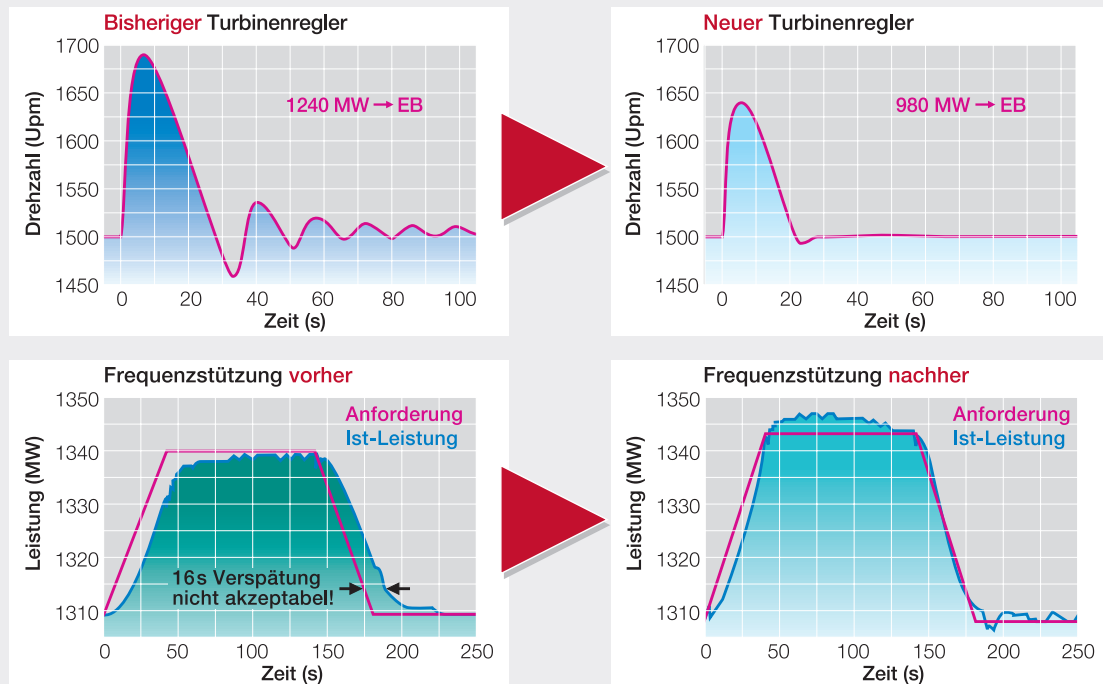


Induktive Stabstellungsmessung mit TELEPERM® XS



Neutronenflussinstrumentierung mit TELEPERM® XS

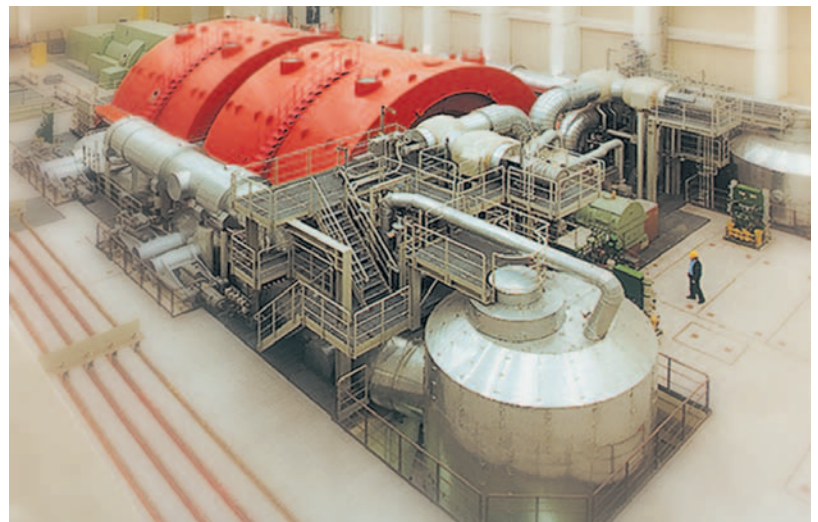
# Turbinenleittechnik



Erhöhen der Regelgüte mit dem neuen TELEPERM® XS-Turbinenregler: Lastabwurf auf Eigenbedarf (EB) und Frequenzstützung vorher/nachher

TELEPERM® XS kann an unterschiedlichste strukturelle Anforderungen angepasst werden und verfügt über äußerst leistungsfähige Rechner- und Kommunikationskomponenten. Diese Merkmale können auch außerhalb des Sicherheitssystems in Anwendungen genutzt werden, bei denen es besonders auf hohe Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit oder kurze Reaktionszeiten ankommt.

Der auf TELEPERM® XS beruhende Turbinenregler stellt aufgrund neuartiger Algorithmen eine bis dahin nie erreichte Regelgüte sicher. Auch die Anforderungen des Turbinenschutzes erfüllt TELEPERM® XS mit seinen Möglichkeiten für mehrkanalige Strukturen in kompakter Bauweise.



Turbosatz

## Rechner

**Typische TELEPERM® XS-Systeme sind aus verteilten (Einzel-) Rechnern aufgebaut, die Aufgaben haben wie:**

- ▶ Prozesssignale erfassen
- ▶ Signale aufbereiten, filtern und verarbeiten
- ▶ Stellglieder ansteuern
- ▶ Prozesszustände und Störungen melden

Die einzelnen Rechner kommunizieren über serielle Busse. Jeder dieser Rechner ist aus Ein-/Ausgabebaugruppen, Kommunikationsbaugruppen und Verarbeitungseinheiten aufgebaut, entsprechend der Anzahl zu bedienender Kommunikationsverbindungen und der erforderlichen Rechenleistung.

Kernstück jedes Rechners ist die Verarbeitungseinheit SVE, eine Baugruppe mit 32-bit-Prozessor und eigenem Hauptspeicher. Das jeweilige Automatisierungsprogramm ist nichtflüchtig in einem Flash-Speicher gespeichert und wird von dort geladen und zyklisch ausgeführt. Dies umfasst:

- ▶ das Ansteuern der Ein-/Ausgabebaugruppen
- ▶ das Abarbeiten des Automatisierungsprogramms und der Selbsttestroutinen
- ▶ den Datenaustausch mit Hilfe von Kommunikationsbaugruppen und Busverbindungen

## Ein-/Ausgabebaugruppen

Standardsignale werden unmittelbar über die TELEPERM® XS Ein-/Ausgabebaugruppen erfasst. Abgedeckt ist das ganze Spektrum üblicher Signale (Übersicht siehe Abschnitt Hard- und Software).

Die Baugruppen sind durchwegs mit Micro-Controllern realisiert, deren Firmware streng zyklisch abläuft, und die neben der eigentlichen Ein-/Ausgabefunktion auch eine zyklische Selbstprüfung der Ein-/Ausgabekanäle und der Verbindung zur Verarbeitungseinheit durchführen. Dadurch wird ein extrem hoher Grad der Selbstprüfung erreicht und ein Zyklus zusätzlicher wiederkehrender Prüfungen ist erst in der Größenordnung von mehreren Jahren erforderlich.



TELEPERM® XS Verarbeitungseinheit SVE2

# Kommunikation

Neben dem innerhalb des Baugruppenträgers eingesetzten TELEPERM® XS-Rückwandbus verwendet TELEPERM® XS zwei serielle Bussysteme. Sie setzen auf standardisierten ISO/OSI-Protokollen der Ebene 2 auf und nutzen für die Anwendungsschicht TELEPERM® XS-spezifische Protokolle.

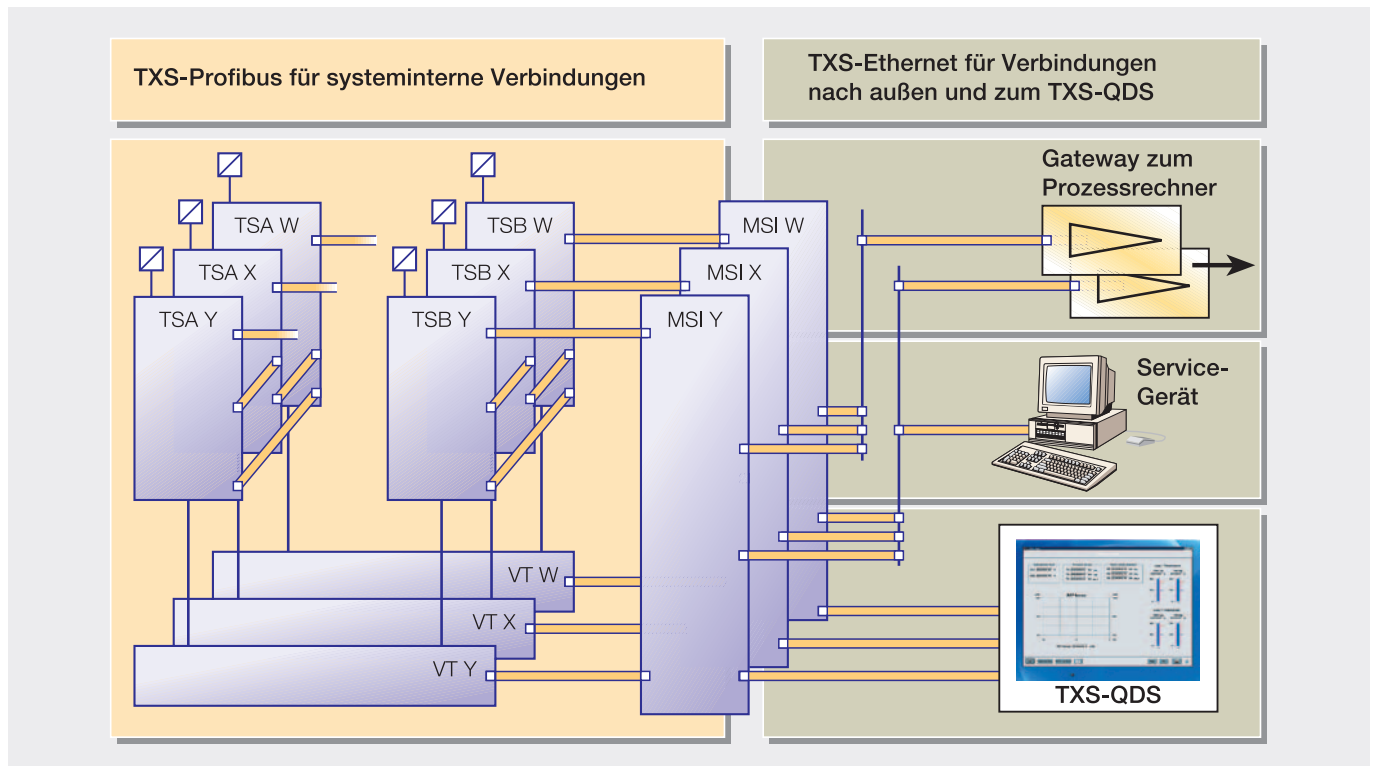
1. TXS-Profibus (L2) basiert auf dem Profibus-Standard EN 50170 mit Master-Master-FDL-Protokoll (Field Data Link) für die ISO/OSI-Ebene 2. TXS-Profibus wird mit 12 Mbit/s betrieben. TXS-Profibus-Verbindungen werden mit Aufsteckmodulen für elektrische Zweidrahtverbindungen für die Prozessorbaugruppe SVE2 sowie mit elektrisch/optischen Anschaltmodulen realisiert.

2. TXS-Ethernet (H1) basiert auf dem Standard-Ethernet gemäß IEEE 802.3 und benutzt das LLC (Logical Link Control)-Protokoll auf der Ebene 2.

Die eingesetzte Hardware umfasst Kommunikationsprozessoren, Transceiver und Switches als Medienkonverter zwischen elektrischen und optischen Segmenten sowie als Knotenpunkt eines Netzes.

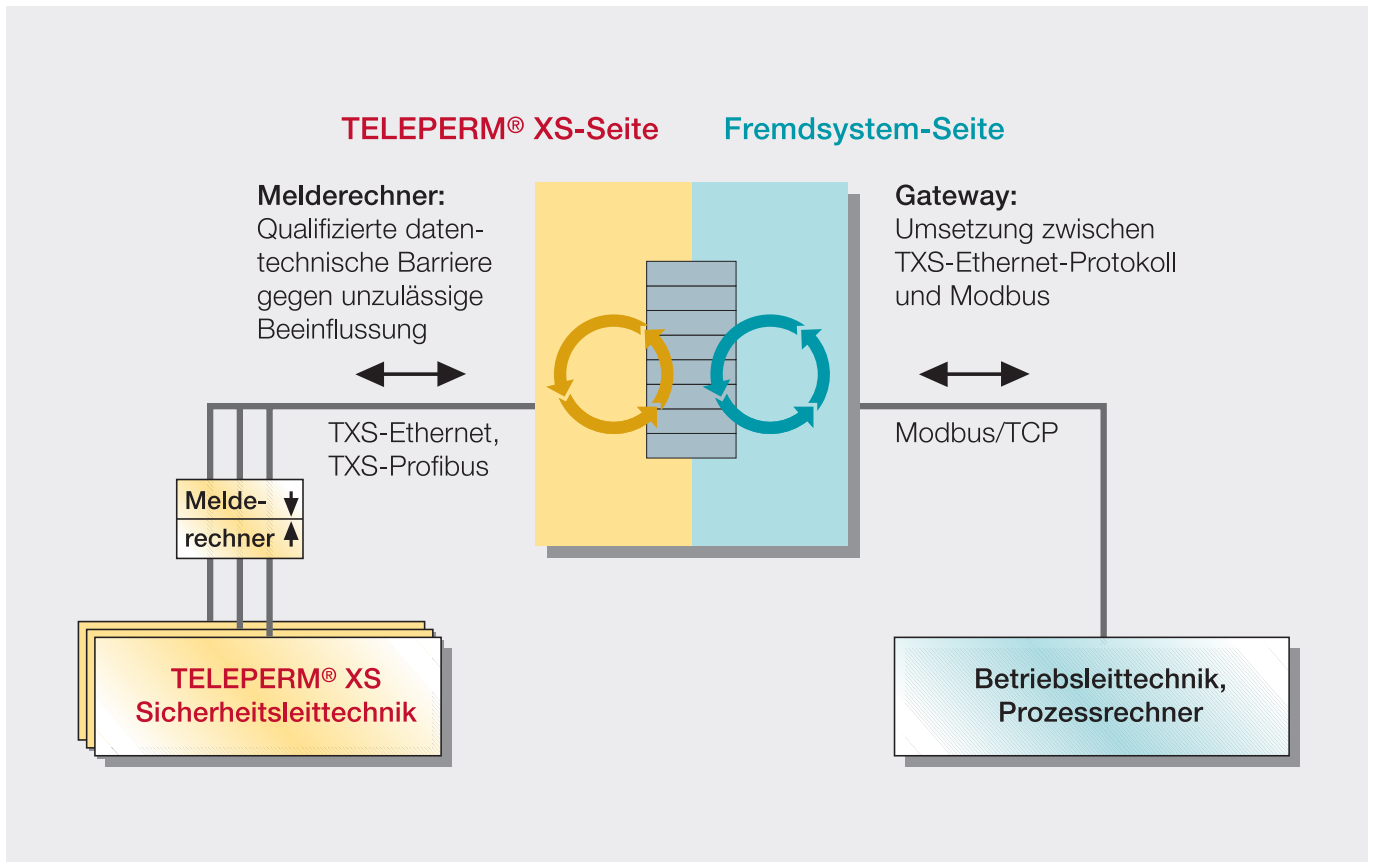
TXS-Profibus wird für den Datenaustausch zwischen den einzelnen Rechnern eines TELEPERM® XS-Systems verwendet, während TXS-Ethernet vorwiegend zum Anschluss externer Rechner mit handelsüblichen Ethernet-Schnittstellen wie Gateways, TELEPERM® XS-Servicegerät sowie dem TELEPERM® XS Qualified Display System (QDS) dient.

Alle Verbindungen zwischen Schränken, insbesondere zu unabhängigen Teilsystemen, werden per Lichtwellenleiter realisiert. Dadurch ist eine energetische Entkopplung sichergestellt und elektromagnetische Störungen sind ausgeschlossen.



Einsatz von TXS-Profibus (L2) und TXS-Ethernet (H1) in einer typischen Systemarchitektur mit Rechnern für Automatisierungsfunktionen (Erfassungsrechner ER, Voter VT) und Meldefunktionen (MSI)

## Gateway-Schnittstelle zur Prozessrechneranbindung



Signalübertragung zwischen TELEPERM® XS-Systemen und Fremdsystemen über Melderechner und Gateway

Statt Einzeldrahtverbindungen kommt für die Verbindung zur Betriebsleittechnik oder zum Prozessrechner ein Gateway, auf Basis eines Industrie-PC's, als Schnittstelle zum Einsatz. Je nach Anforderung sind uni- und bidirektionale Lösungen möglich. Als Standardlösung wird das genormte und weit verbreitete Modbus-Protokoll unterstützt.

Bei kleineren Systemen kann es jedoch günstiger sein, analoge und binäre Signale aus dem TELEPERM® XS-System auszublenken und über bereits vorhandene Erfassungseinrichtungen des Prozessrechners wieder einzulesen.

# Schnittstellen zum Feld

## Signalerfassung und -aufbereitung

Übliche Feldsignale mit 0/4–20 mA-Schnittstelle werden über die TELEPERM® XS-Geber-Aufbereitungsbaugruppen erfasst und können dann an niedriger klassifizierte Leittechnikssysteme verteilt werden.

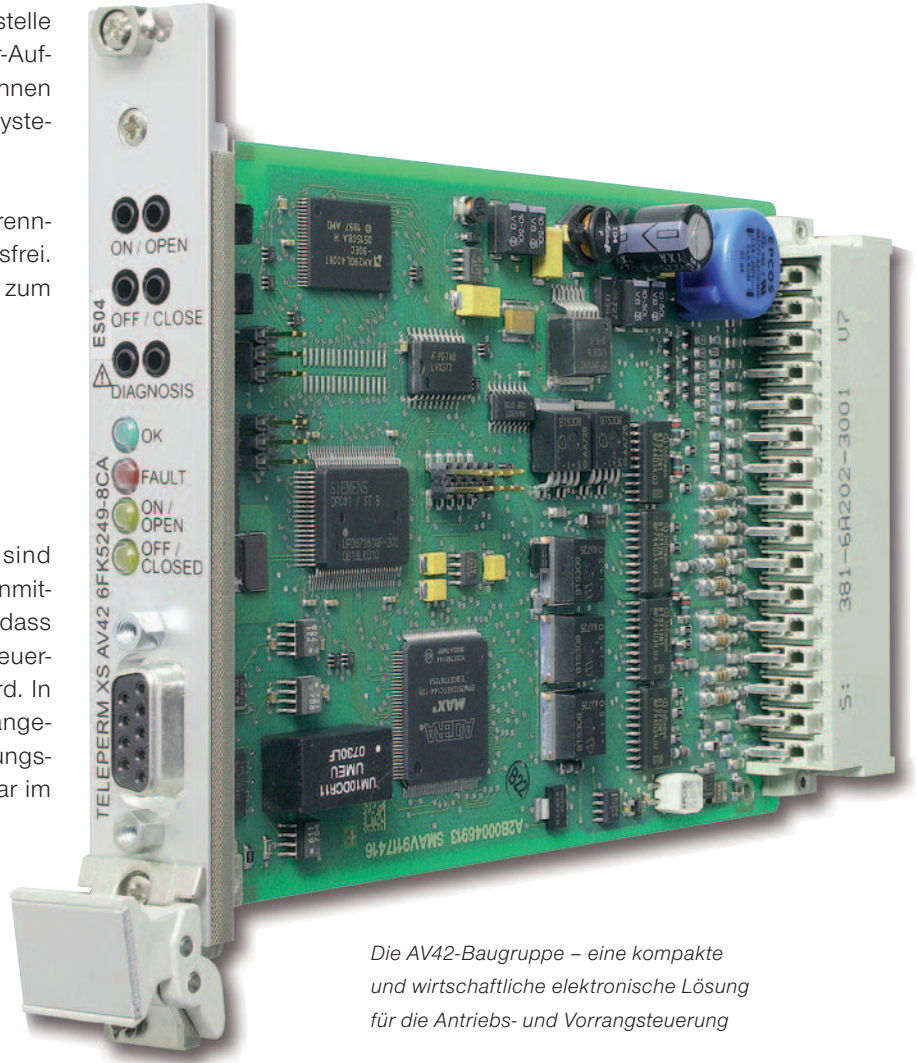
Die Verteilung erfolgt dann mit Hilfe von Trennverstärkern entkoppelt und rückwirkungsfrei. Alternativ kann auch eine Gateway-Lösung zum Einsatz kommen.

## Antriebssteuerung und Vorrang

Bei zahlreichen Schaltanlagentypen sind Schutz- und Überwachungsfunktionen unmittelbar in der Schaltanlage integriert, sodass nur ein begrenzter Umfang der Antriebssteuerfunktionen in TELEPERM® XS realisiert wird. In diesen Fällen wird die Schaltanlage direkt angebunden und die erforderlichen Überwachungs- und Absteuerfunktionen werden unmittelbar im TELEPERM® XS-Rechner umgesetzt.

In anderen Fällen ist eine eigene Antriebssteuerebene nötig. Bei Stellgliedern, die gemeinsam von der Betriebs- und Sicherheitsleittechnik oder verschiedenen Sicherheitsleittechnikssystemen genutzt werden, ist zusätzlich der Vorrang zwischen den einzelnen Befehlen sicherzustellen.

TELEPERM® XS bietet hierfür spezielle Antriebssteuer- und Vorrangbaugruppen.

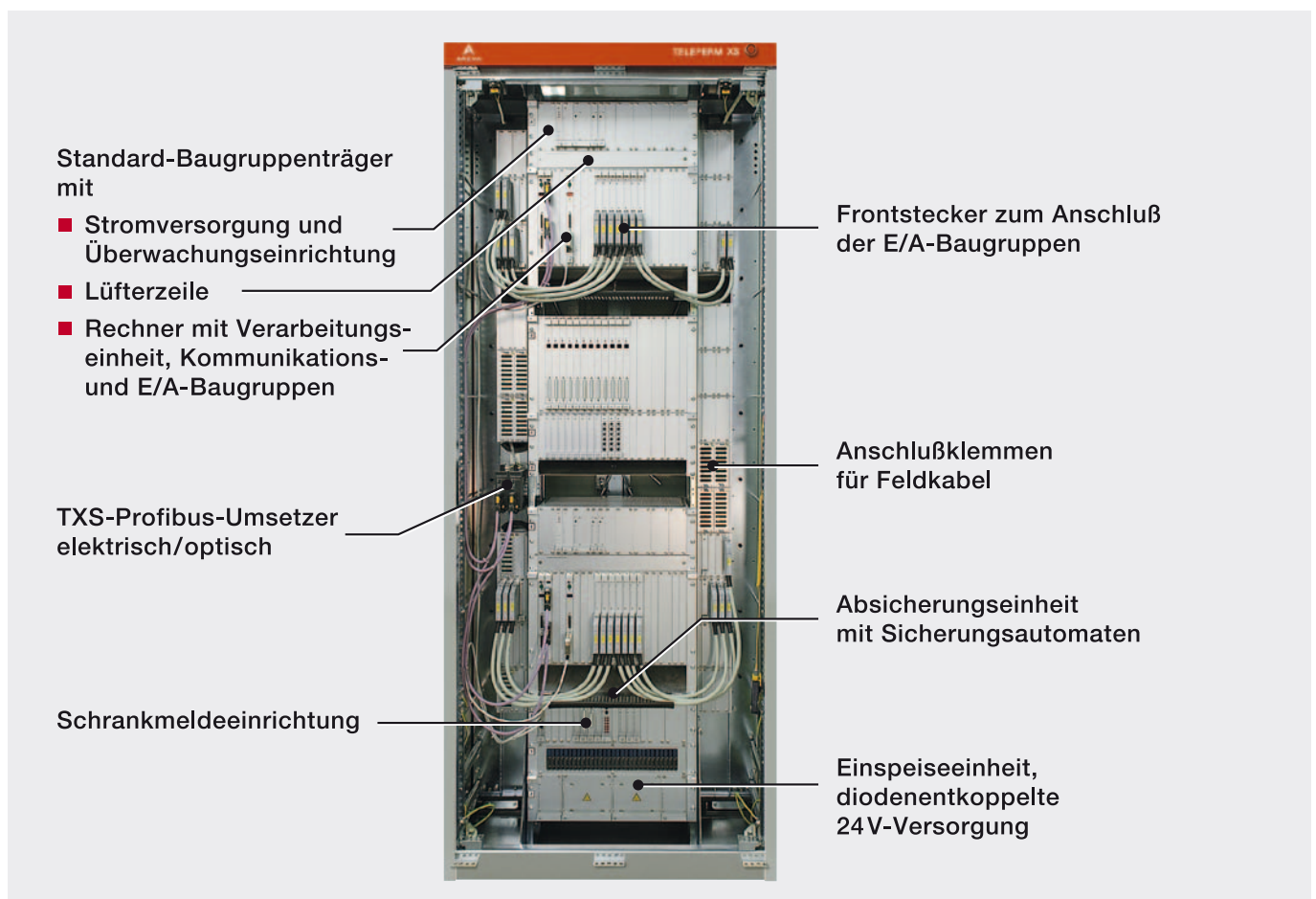


*Die AV42-Baugruppe – eine kompakte und wirtschaftliche elektronische Lösung für die Antriebs- und Vorrangsteuerung*

## Standardaufbautechnik

Für den Aufbau von TELEPERM® XS-Systemen kommen üblicherweise Leittechnikschränke des Typs SC 9422 (2200 x 900 x 400 mm tief), Schutzart IP30, zum Einsatz. Der Schrank ist mit Kabelabfangeinrichtungen mit Schirmschiene, Einspeiseklemmen und einer Schrankmeldeeinrichtung ausgerüstet.

Der Schrank ist für seismische Beanspruchungen ausgelegt. Die Kabelführung und Stromversorgung erfolgt im Allgemeinen von unten. Im Standardschrank werden die Baugruppenträger im mittleren Bereich montiert. Links und rechts davon befinden sich Bereiche für die Montage von Schrankanschlusselementen und Transceivern.



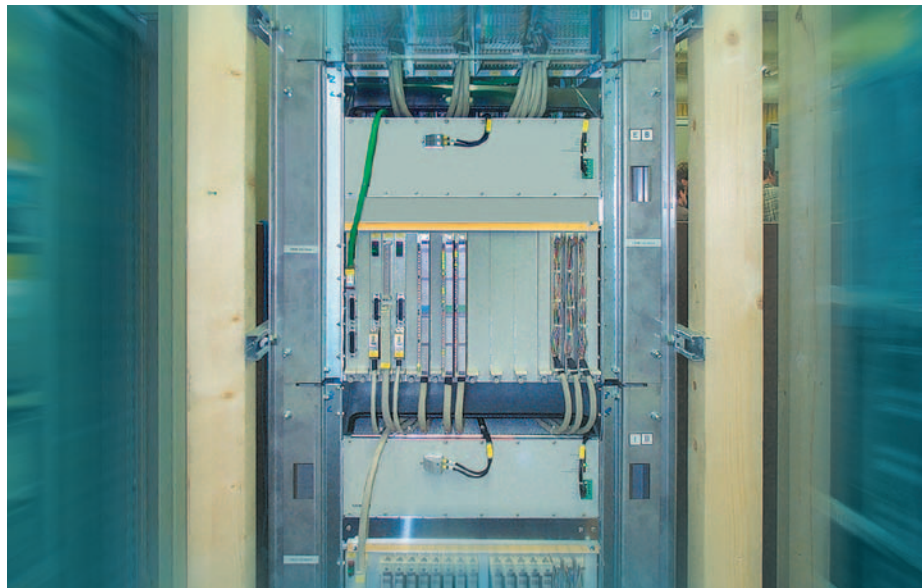
Standardschrank SC 9422

Zum Anschluss von Peripherie-Kabeln werden Anschlussklemmen verwendet. Andere Anschlusstechniken wie z.B. Maxi-Termi-Point sind ebenfalls möglich. Feldkabel sind geschirmt mit paarweise verdrehten Adern auszuführen. Busse werden innerhalb eines Schranks über konventionelle Kabel, außerhalb des Schranks über Lichtwellenleiter realisiert. TELEPERM® XS ist für Anlagen mit flächenhafter Erdung wie für Anlagen mit zentraler Erdung (ZEP) geeignet.

## Einbau in Fremdschränke

Spezielle Randbedingungen in der Anlage können auch zu anderen Aufbaukonzepten führen. Insbesondere Nachrüst- und Modernisierungsprojekte stellen hier besondere Anforderungen. So können einzelne Baugruppenträger in Rahmen montiert werden, die als komplette Montageeinheit in vorhandene Schränke eingesetzt werden. Häufig werden die Anschlussklemmen des alten Schrankes weiterbenutzt, und die Verkabelung kann beibehalten werden.

Um hierbei das Planungsrisiko und den Aufwand für Qualifizierungsnachweise zu minimieren, sind die TELEPERM® XS-Baugruppenträger als Stand-Alone-Einheiten qualifiziert. Dadurch sind auch bei Einbau in fremde Schranksysteme spezielle Nachweise nur in sehr begrenztem Umfang nötig.



TELEPERM® XS-Rechner mit stählernem Montagerahmen, installiert in einem hölzernen Transportgestell

## Baugruppenträger

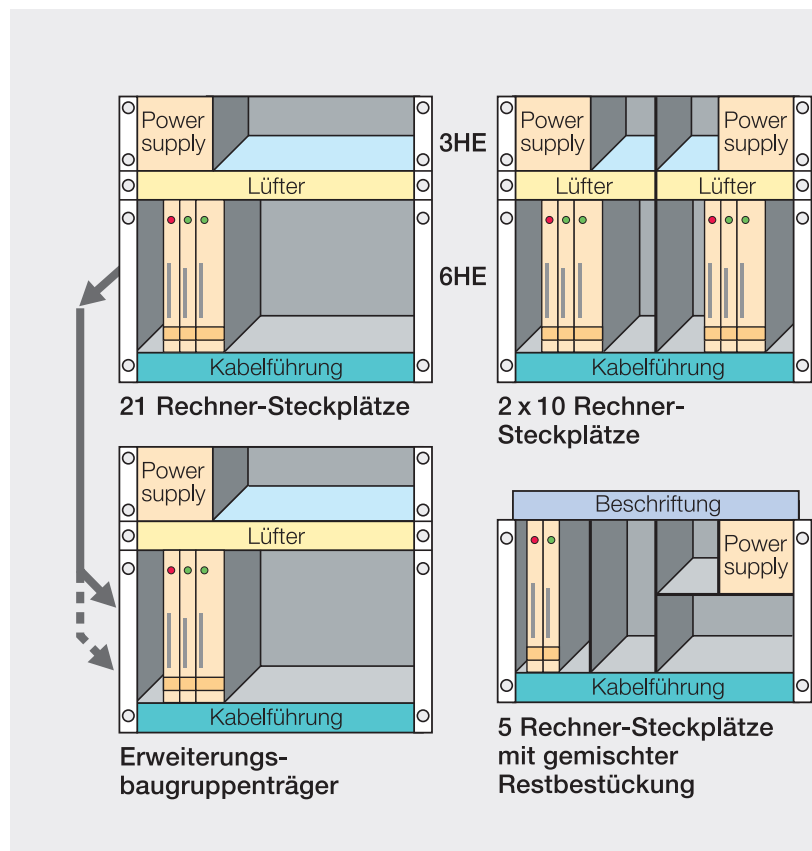
Je nach Aufgabenstellung kommen verschiedene Konfigurationen von Baugruppenträgern zum Einsatz. In der Grundaufbauversion verfügt der Baugruppenträger über einen durchgehenden Rückwandbus und bietet 21 Steckplätze.

Müssen große Signalmengen erfasst werden, können Erweiterungsbaugruppenträger angeschlossen werden.

### Unterstützt werden auch Varianten wie:

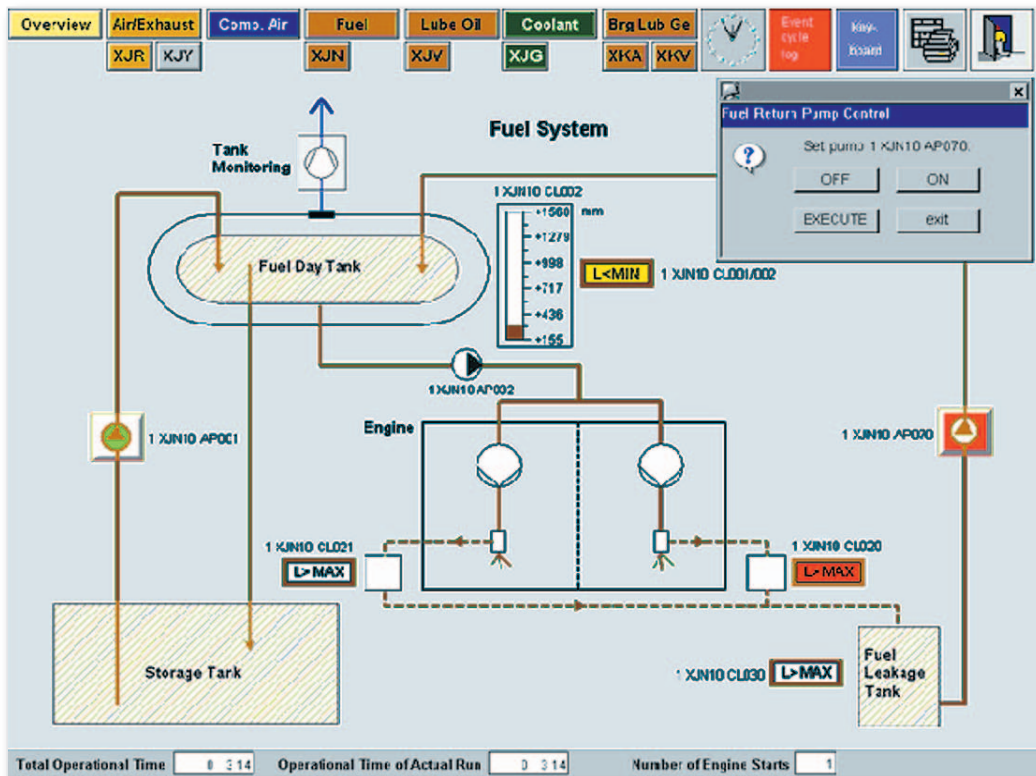
- ▶ geteilte Baugruppenträger mit zwei kleineren, voneinander unabhängigen Rechnern (je 10 Steckplätze, jeweils mit eigenen Lüftern und eigener Stromversorgung)
- ▶ Mischkonfigurationen wie die kompakte Zusammenfassung eines Rechners mit den zugehörigen Signalaufbereitungsbaugruppen

Für Sonderanforderungen, wie die Nachrüstung einzelner Grenzwerte in einem analogen Reaktorschutzsystem oder kleine Stand-Alone-Regelungen sind auch allein aus passiven Baugruppen aufgebaute Konfigurationen möglich.



Baugruppenträger-Konfigurationen (Beispiele)

# Bedienen und Beobachten in Kompaktsystemen



Überwachung und Bedienung der Komponenten eines Notstromdiesels am örtlichen Leitstand mit WinCC

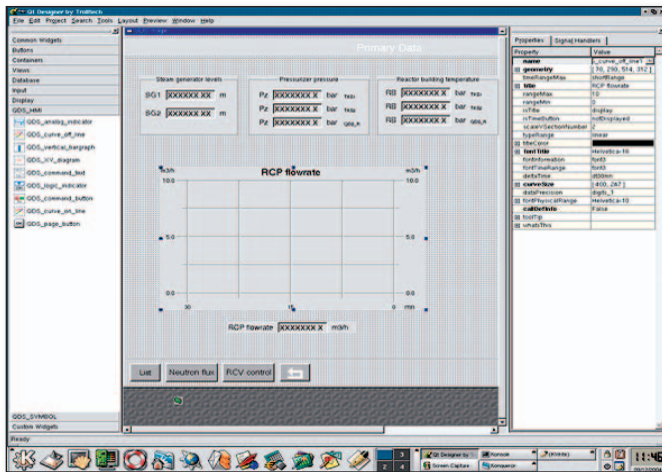
Bei Kleinsystemen soll häufig eine Bedienschnittstelle im örtlichen Leitstand realisiert werden. Kostengünstig und kompakt ist ein in den TELEPERM® XS-Schrank integrierter Rechner für die Mensch-Maschine-Schnittstelle. Er übernimmt die Gateway-Funktion zum TELEPERM® XS-Rechner, die Datenhaltung für Protokolle und Trendkurven und die Ansteuerung eines Touch Screens.

Damit sind Überwachung, Bedienung, Durchführung von Prüfungen sowie Fehlerdiagnose ergonomisch zusammengefasst. Standardmäßig wird hierfür das Softwarepaket WinCC von Siemens eingesetzt, das eine einfache Anpassung an verschiedenste Aufgabenbereiche erlaubt. Die Lösungen umfassen nicht nur die Anzeige von Prozessgrößen, sondern unterstützen auch die Bedienung der Anlage selbst über das TELEPERM® XS-System.

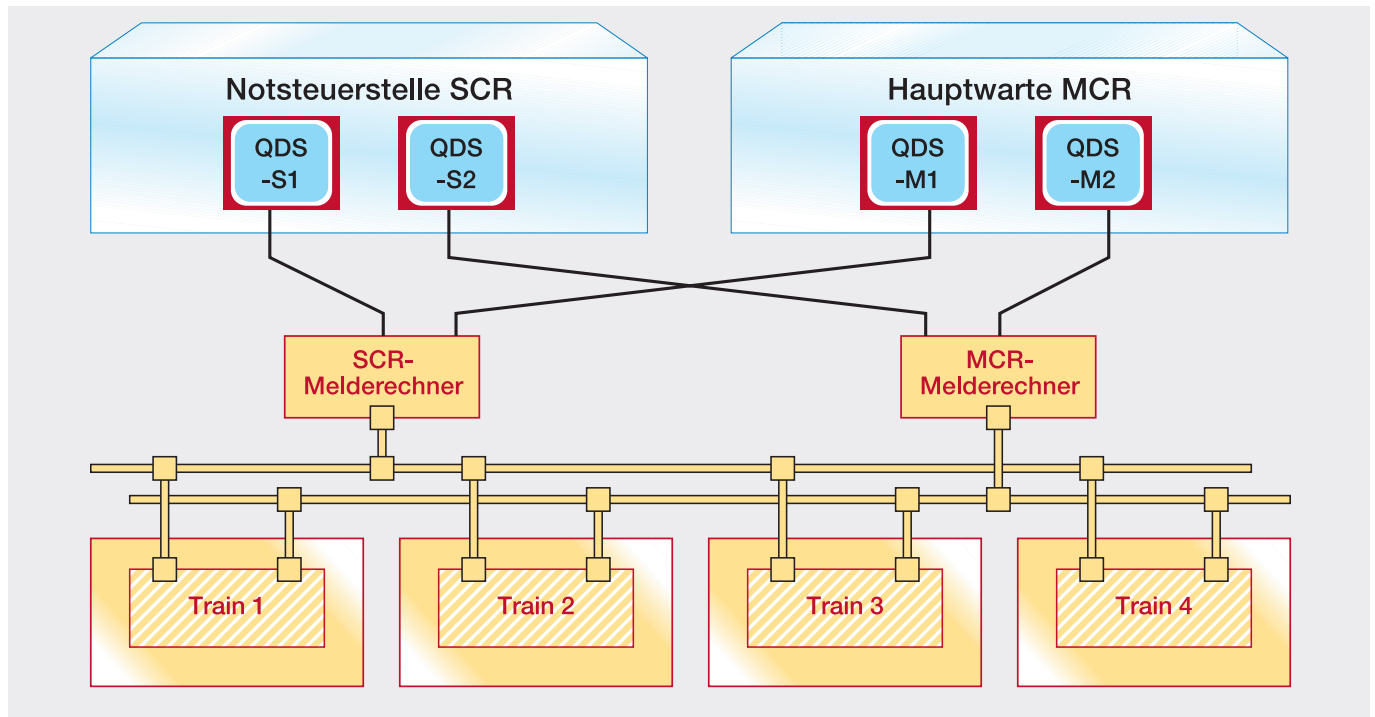
# Qualified Display System (QDS)

Für Anwendungen der Störfallinstrumentierung steht der Nachweis der Qualifizierung nach nuklearem Regelwerk auch für das Anzeigesystem im Vordergrund. Das TELEPERM® XS Qualified Display System (QDS) verwendet leistungsfähige, qualifizierte Bildschirme und Anzeigerechner, sowie ein von AREVA nach nuklearem Regelwerk entwickeltes und getestetes Software-Paket.

Es stellt die Prozessinformation in aufgabenorientierten Bildern anschaulich dar. Auch die Störfallaufzeichnung wird in diesem Gerät sichergestellt, papierlos und ohne Schreiber (bis zu 72h).



QDS-Bilder werden mit einem Grafikeditor erstellt. Sie können noch am Bilderstellungsplatz im Simulationsmodus getestet werden



Typische Architektur unter Verwendung des QDS zur Bildschirmanzeige und -bedienung

# Projektentwicklung

Sicherheitsleittechnikprojekte werden in zeitlich gestaffelten Phasen abgewickelt.

In den Phasen **Anforderungsspezifikation und Systemspezifikation** wird das sicherheitstechnische Konzept abgestimmt, die Leit-systemarchitektur und die Schaltungsprinzipien festgelegt sowie die verfahrenstechnische Aufgabenstellung festgeschrieben. Systematisches Vorgehen und Einsatz datenbankgestützter Werkzeuge sorgen für Qualität.

Hier fließen auch spezifische Erfahrungen und Anforderungen der Betriebsmannschaften ein. Ein wichtiges Ergebnis dieses Schrittes sind die für die Begutachtung durch die Genehmigungsbehörde erforderlichen Unterlagen sowie die Festlegungen für die durchlaufende Qualitätssicherung.

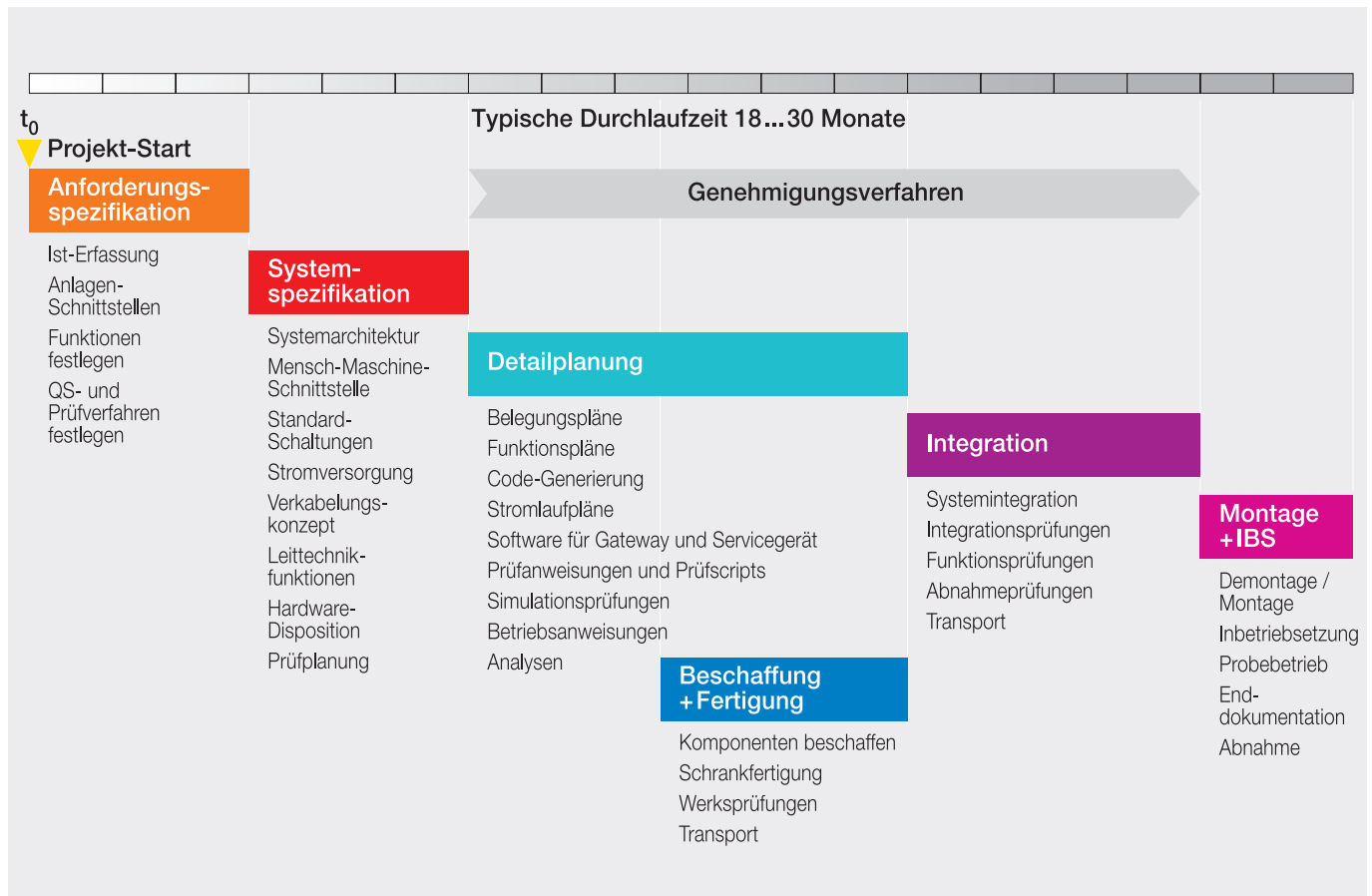
In der Phase **Detailplanung** wird die Hardware im Detail spezifiziert, die Fertigungsunterlagen

werden erstellt und **Beschaffung und Fertigung** angestoßen. Parallel dazu wird mit den TELEPERM® XS-Werkzeugen die Anwendungssoftware projiziert und bereits in dieser Phase intensiv mit Hilfe von Simulation getestet. Die für das Genehmigungsverfahren zusätzlich benötigten Detailanalysen werden erstellt. Spätestens in dieser Phase beginnt das strikte Konfigurationsmanagement und das Änderungsverfahren.

Hard- und Software werden vor Auslieferung im Prüffeld zusammengebracht und integriert (**Integration**). Das Zusammenspiel von Hardware und vorgeprüfter Anwendersoftware wird mit Prüffeldsimulatoren im Detail getestet.

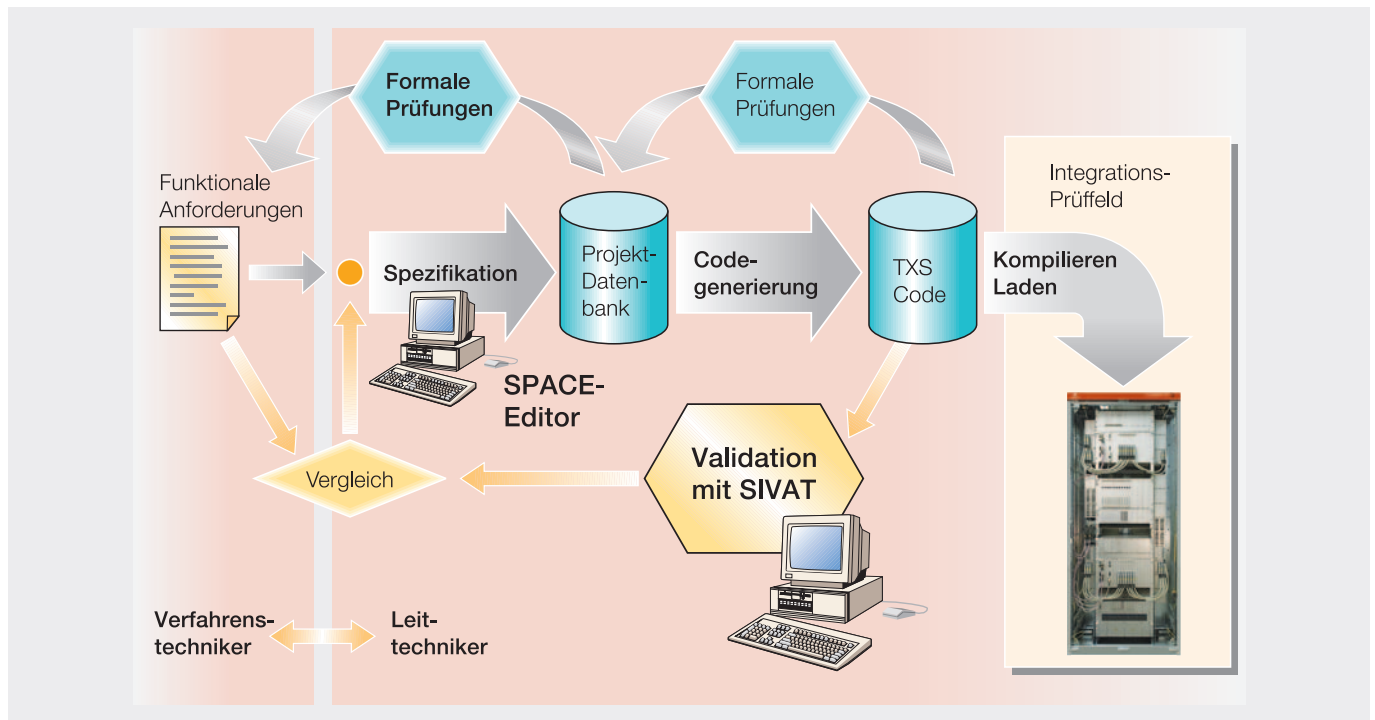
Diese Vorgehensweise ist in Übereinstimmung mit den einschlägigen Normen für die Sicherheitsleittechnik. Sie ist auf den zeitlichen Ablauf des Genehmigungsverfahrens abgestimmt und wird, jeweils mit Anpassungen an die landes- und kundenspezifischen Anforderungen und Terminsituation des Projekts, allen Projekten zugrunde gelegt.

Ein derartiges Phasenmodell sichert eine frühzeitige Erkennung möglicher Fehler und notwendiger Spezifikationsänderungen und trägt wesentlich dazu bei, Abwicklungsrisiken zu vermeiden. Eine hohe Qualität der ausgelieferten Systeme wird somit sichergestellt.



Standardabwicklungsprozess für die Sicherheitsleittechnik

# Projektierung



Projektierung der Anwendungssoftware eines TELEPERM® XS-Leitsystems

Ein wesentliches Element für die zügige und fehlerfreie Projektierung von TELEPERM® XS ist die durchgängige Bearbeitung mit Software-Werkzeugen.

Das Grundprinzip ist einfach. Die wesentlichen Arbeitsschritte erfolgen mit dem SPACE-Editor:

- ▶ Es werden Funktionspläne erstellt, die die leittechnischen Funktionen als Verschaltung vorgefertigter parametrierbarer Funktionsbausteine spezifizieren.
- ▶ Es wird die Systemstruktur mit Rechnern, Kommunikationsverbindungen, Ein-/Ausgabebaugruppen festgelegt und in Netzplänen grafisch spezifiziert.
- ▶ Die Zuordnung der Softwarefunktionen zu den Hardwarekomponenten erfolgt, indem die Funktionspläne den Rechnern und die Signalkennzeichen den Kanälen von Ein- bzw. Ausgabebaugruppen zugewiesen werden.

Abgebildet wird diese Detail-Spezifikation in einer Projektdatenbank, in der alle erforderlichen Beziehungen hinterlegt sind.

## Die Verwendung einer Datenbank erlaubt die effiziente Abwicklung weiterer nachfolgender Arbeitsschritte wie:

- ▶ automatisierte Konsistenzprüfungen
- ▶ Ermittlung von Rechner- und Netzwerkbelastung über spezielle Analysatoren
- ▶ Generierung von Dokumenten und Listen für die Schnittstellenbearbeitung, Schrankkonstruktion und die Spezifikation von Prüfungen

Diese Projekt-Datenbank dient auch als Input für den Code-Generator, der nach einfachen, strukturierten Regeln den funktionsspezifischen Code erzeugt. Dieser wird anschließend für das Leitsystem kompiliert und gebunden.

Neben der eigentlichen Projektierung eines Leitsystems unterstützt die Projektdatenbank auch die einfache und durchgängige Anbindung von Prüf- und Testeinrichtungen sowie Parametrier- und Diagnoseeinrichtungen für den Betrieb.



*ERBUS TXS im Prüffeld*



*Kabelanschluß am ERBUS*

# Simulations- und Prüffeldtests

Mit dem Programmpaket SIVAT lässt sich die projektierte Leittechnikfunktion per Simulation testen. SIVAT erzeugt, unter Verwendung des TELEPERM® XS-Code-Generators, simulationsfähigen Code aus der Projektdatenbank.

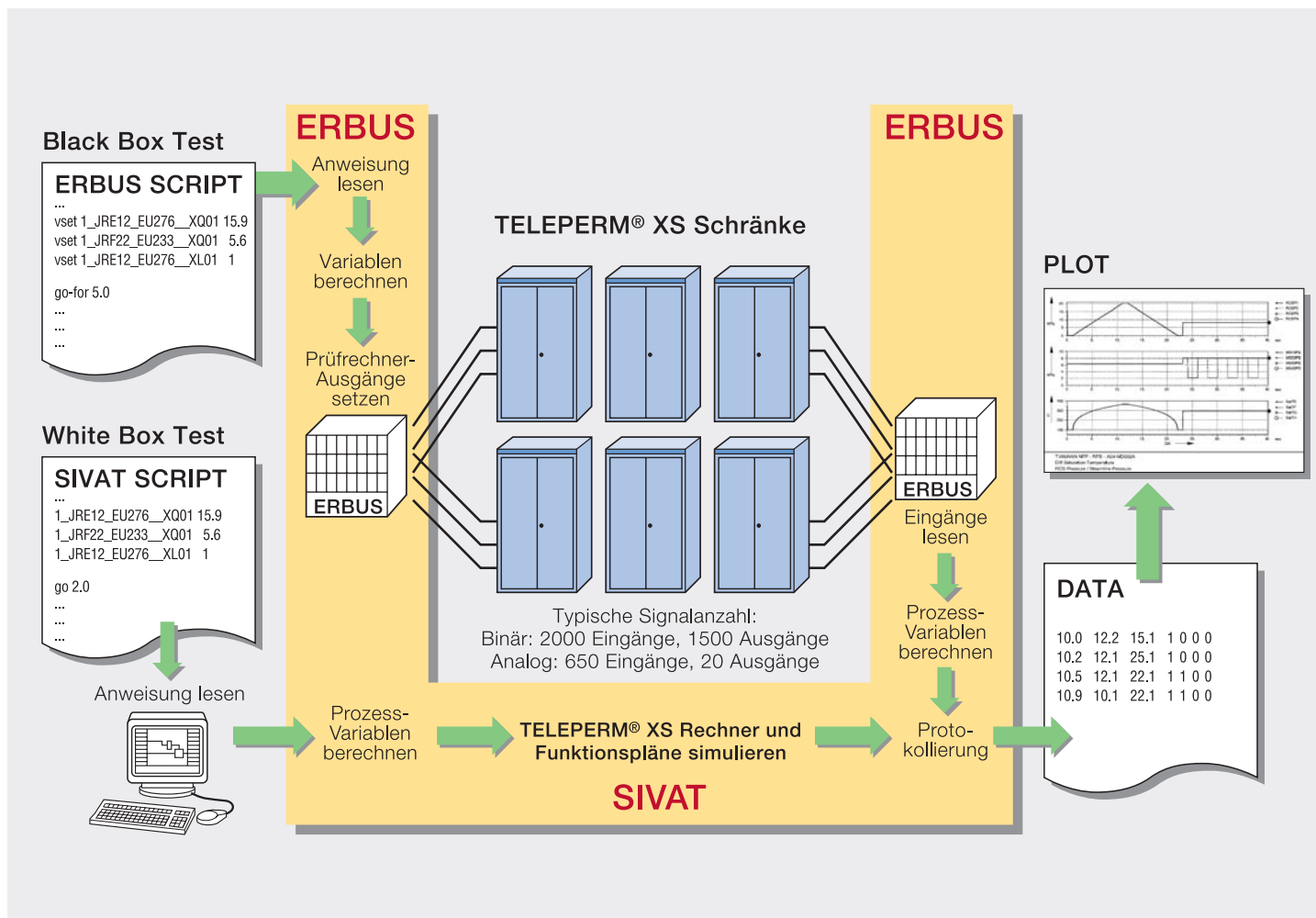
Ziel von Simulationsprüfungen ist der Nachweis, dass die verfahrenstechnische Aufgabenstellung fehlerfrei in SPACE-Funktionspläne abgebildet wurde, und diese das spezifizierte Ein-/Ausgangsverhalten zeigen. SIVAT lässt sich auch mit Prozessmodellen koppeln, so dass closed-loop-Tests durchgeführt werden können.

Tests werden über Test-Skripte abgewickelt. Dadurch sind die Prüfungen nachvollziehbar und wiederholbar, z.B. für Regressionsprüfungen bei Änderungen. Ergebnisse wer-

den in Form von Test-Logs und Kurvenschrieben zur weiteren Auswertung aufgezeichnet.

Simulationsprüfungen mit SIVAT sind eine wesentliche Voraussetzung bei Software-Änderungen, insbesondere bei schon in Betrieb befindlichen Systemen, wo kein Prüffeld mehr zur Verfügung steht. Neben den beabsichtigten Änderungen wird auch die Rückwirkungsfreiheit der Modifikationen verifiziert, indem die Simulationsergebnisse der unveränderten Code-Teile vor und nach der Änderung verglichen werden.

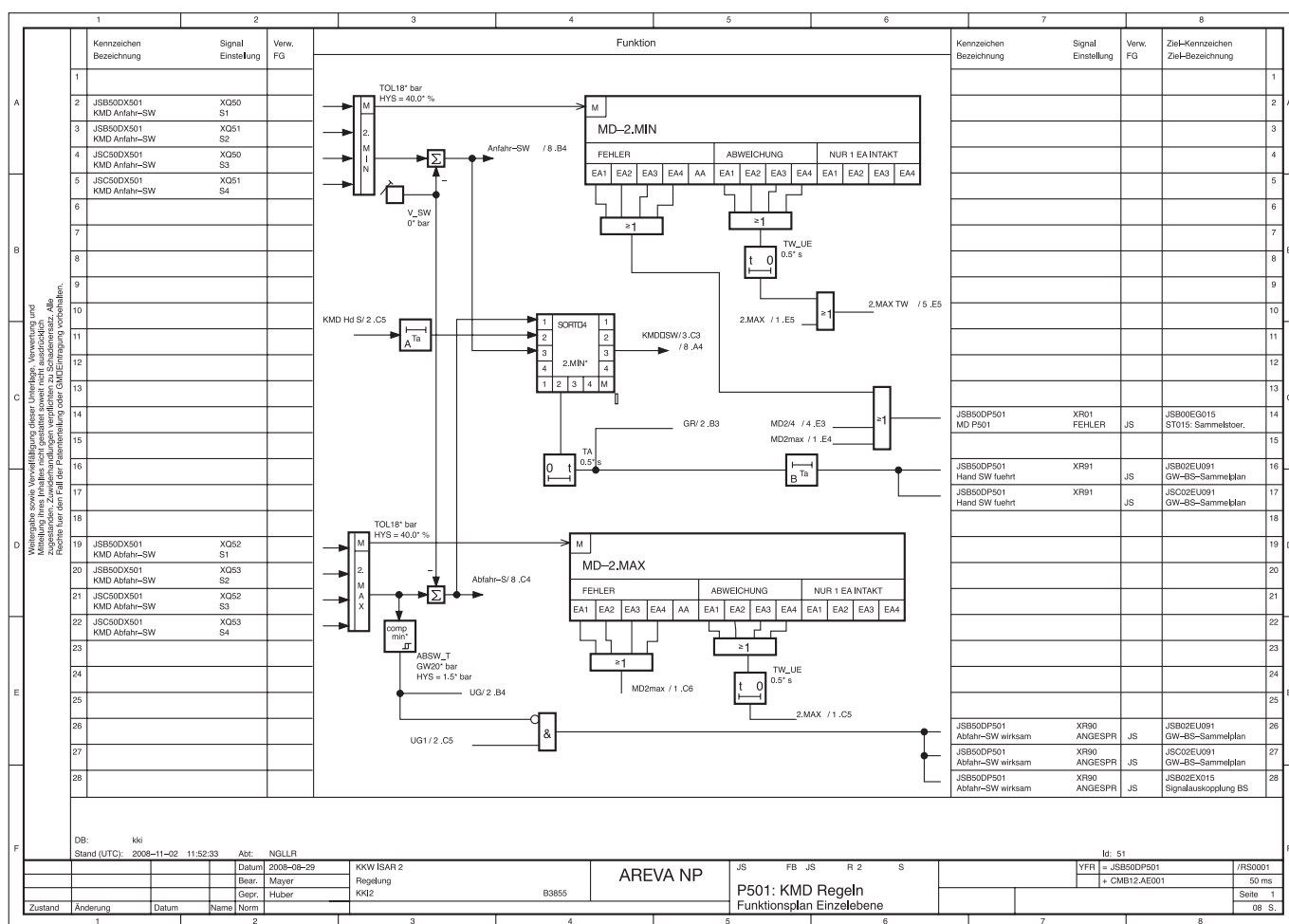
Das Prüfsystem ERBUS ist perfekt auf die Integrationsprüfungen von TELEPERM® XS-Systemen im Integrationsprüffeld abgestimmt. Mit hochgenauen Ein-/Ausgabebaugruppen zur Simulation der Anlagenschnittstellen ausgerüstet, wird es für die Ein-/Ausgangs- und Funktionsprüfungen ganzer Leitsysteme eingesetzt. Wie SIVAT kann es auf die Projektdatenbank zugreifen und erlaubt die effiziente Vorbereitung und Durchführung von Systemprüfungen. Auch für die Abwicklung wiederkehrender Prüfungen bietet es sich an.



Prüfung eines TELEPERM® XS-Automatisierungssystems unter Nutzung von SIVAT und ERBUS

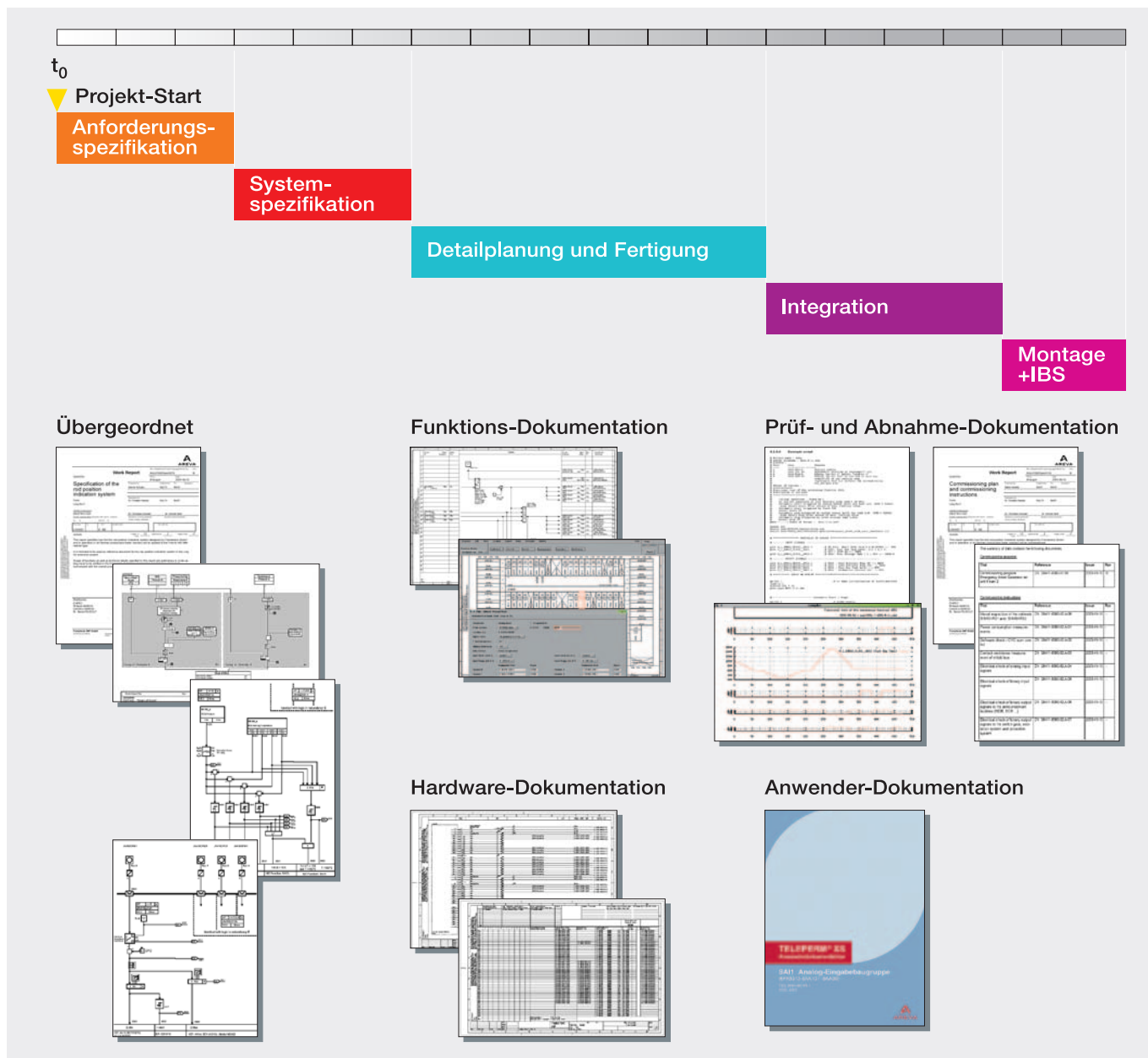
# Dokumentation

In Übereinstimmung mit den Projektphasen entsteht die Dokumentation, die die technische Lösung abgrenzt und beschreibt, für das Genehmigungsverfahren benötigt wird, die Grundlage für die Schrankfertigung ist, Prüfungen, Installation und Inbetriebsetzung dokumentiert, den Betrieb unterstützt.



Detaillierter Funktionsplan

Unsere Erfahrung mit leittechnischen Klein- und Großprojekten spiegelt sich nicht nur im strukturierten Vorgehen bei der Projektabwicklung wider, sondern auch in der Durchgängigkeit der erstellten Dokumentation. Diese ist Grundlage für das Genehmigungsverfahren, wie auch für Abnahme, Betrieb sowie langfristige Pflege und Betreuung des Systems.



Durchgängige Dokumentation ist Grundlage für Systemrealisierung, Prüfung, Qualifizierung und langfristigen Betrieb

## AREVA

- ▶ hat zahlreiche Projekte erfolgreich und termingerecht abgewickelt
- ▶ liefert die für das Genehmigungsverfahren erforderlichen Unterlagen
- ▶ schätzt den Zeitaufwand für die einzelnen Phasen zuverlässig ab

## Architekturen

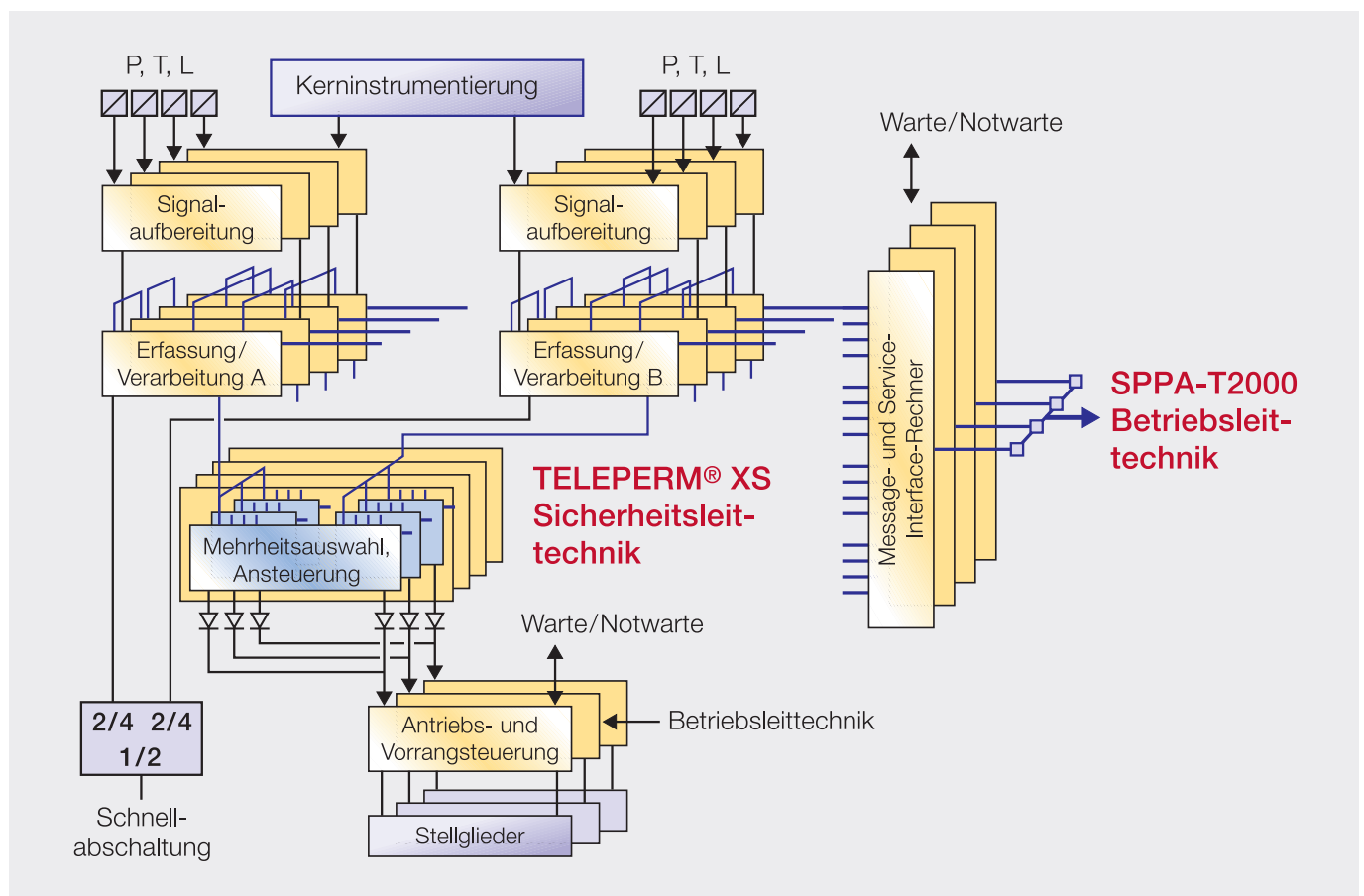
An Reaktorschutzsysteme werden höchste sicherheitstechnische Anforderungen gestellt. In Übereinstimmung mit dem Sicherheitskonzept der Anlage sind verschiedenste Fehler- und Ausfallkombinationen abzudecken: Einzelfehler und Wartung, Einzelfehler und Brand oder Einwirkung von außen durch Flugzeugabsturz sowie Erdbeben sind dabei typische Fälle. Dies führt in jedem Fall zu redundantem Aufbau des Systems, mit räumlich getrennten, elektrisch entkoppelten und unabhängigen Teilsystemen.

Reaktorschutz und Begrenzungssystemen gemeinsam ist die Trennung in Erfassungs- und Ansteuerebene. TELEPERM® XS-Erfassungsrechner lesen die Gebersignale ein und stellen sie in allen Redundanzgruppen bereit. So helfen sie, Fehlauslösung bei Ausfall einzelner oder sogar mehrerer Geber bei geeigneter Redundanzstruktur zu vermeiden.

In TELEPERM® XS standardmäßig angebotene Architektur- und Schaltungsvarianten mit besonderen Ausfalleigenschaften sind:

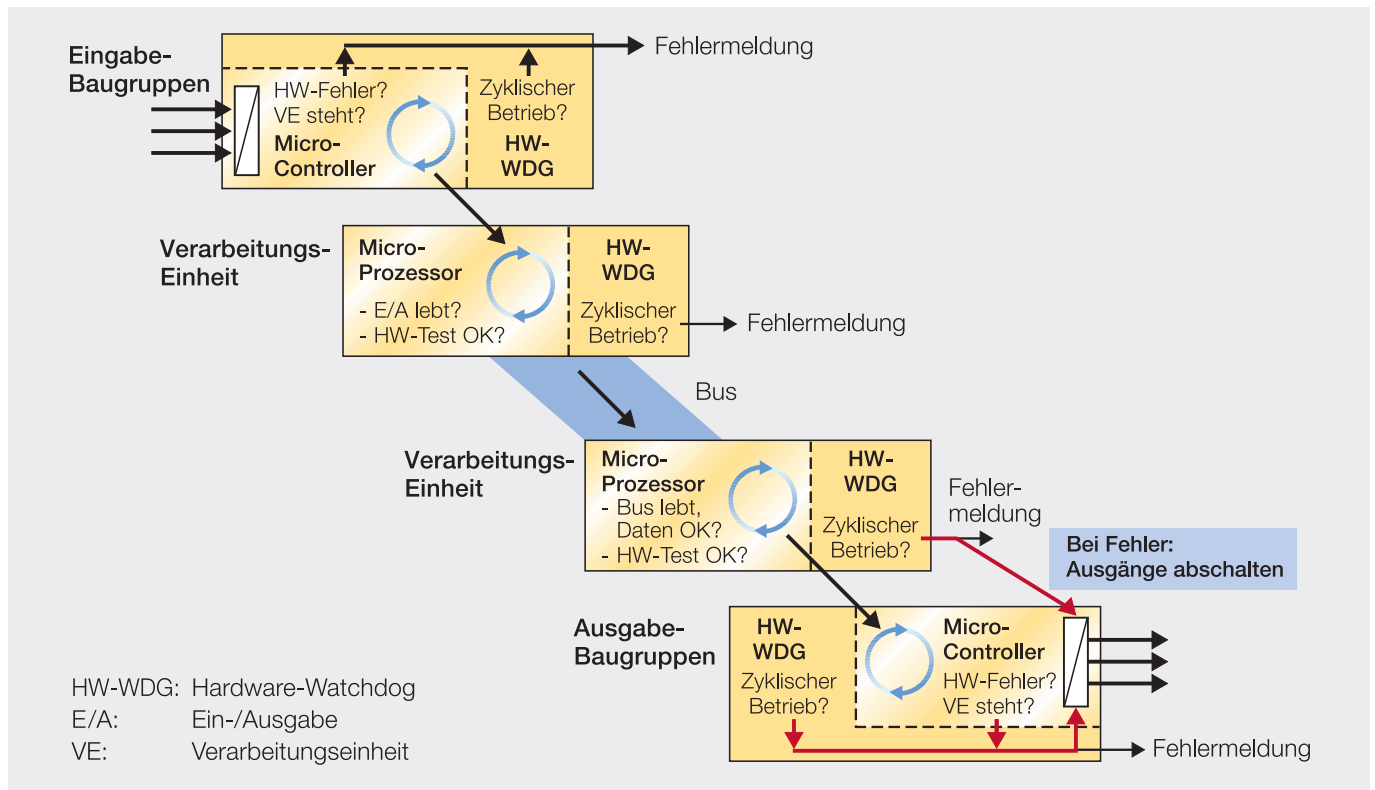
- ▶ die Master-Checker-Konfiguration mit parallelgeschalteten, sich gegenseitig überwachenden Verarbeitungseinheiten
- ▶ Voter-Konfigurationen mit redundanten Master-Checker-Paaren ( $2 \times (2v2)$ )
- ▶ Hot-Standby-Rechnerpaare mit automatischer Umschaltung im Fehlerfall

Die Unabhängigkeit redundanter Teilsysteme wird durch den Einsatz von Lichtwellenleitern für die Busverbindungen realisiert sowie durch softwaretechnische Maßnahmen. Alle eingehenden Telegramme werden beim Empfang auf Lesbarkeit, gültige Identifikation und Gültigkeit der Daten überprüft. Nur gültige Informationen werden weiterverwendet. Aus redundanten Signalen wird per Mehrheitsauswahl (z.B. 2 von 4) ein validiertes Signal gewonnen oder es wird gegebenenfalls auch ein Ersatzwert aufgeschaltet. Dadurch wird selbst bei massiven Störungen ein spezifikationsgemäßes Verhalten sichergestellt.



Das Reaktorschutzsystem für Tianwan 1 und 2 zeigt die typische Aufteilung in Signalaufbereitung, Erfassungs- und Verarbeitungsebene, Ansteuerrechner und Antriebssteuer-/Vorrangenebene

# Selbstüberwachung



Selbstüberwachung unter Nutzung von zyklischem Selbsttest, Hardware-Watchdog und permanenter Überwachung der Kommunikation

TELEPERM® XS umfasst zahlreiche Standardmechanismen zur Selbstüberwachung, die zum Teil Eigenschaften der Systemplattform sind, zum Teil durch individuelle Projektierung festgelegt werden.

## Die Standardmechanismen sind:

- ▶ zyklische Prüfung der Programmspeicher
- ▶ permanente Überwachung der Kommunikation
- ▶ Zykluszeitüberwachung per Software und Hardware-Watchdog
- ▶ automatische Prüfung des Watchdogs
- ▶ Selbstprüfung der Eingänge der Eingabebaugruppen
- ▶ automatisches Rücklesen der Ausgänge der Ausgabebaugruppen

Bei erkannten Fehlern werden die Ausgänge in einen sicheren Zustand gebracht.

## Als projektierte Überwachungsfunktionen kommen üblicherweise folgende Mechanismen zum Einsatz:

- ▶ Gleichlaufüberwachung redundanter Sensoren
- ▶ Messbereichsüberwachung
- ▶ Rücklesen und Vergleichen von Relaiskontakten bei Relais-Ansteuerungen
- ▶ Laufzeitüberwachungen

## Deterministisches Systemverhalten

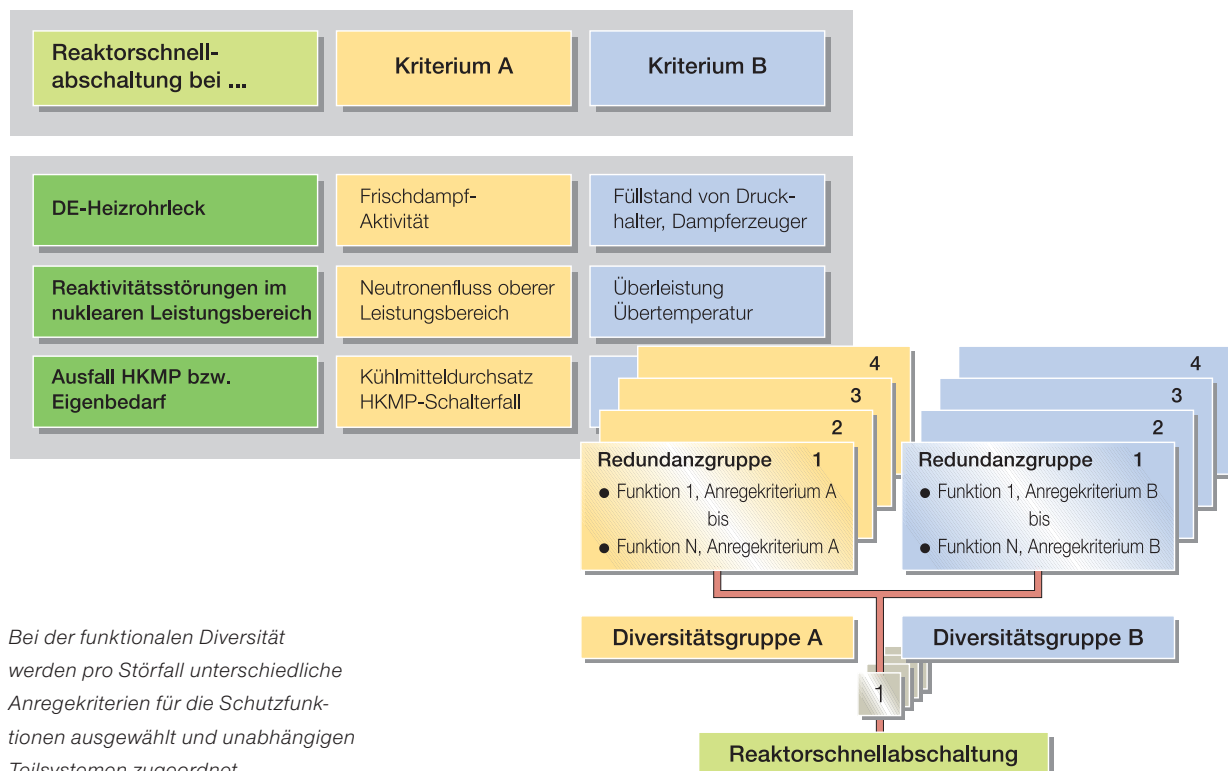
Die hohe Zuverlässigkeit der Hardwarekomponenten wird durch konstruktive Maßnahmen in der Software unterstützt, die für deterministisches Systemverhalten sorgen, einfach nachvollziehbar sind und damit eine wesentliche Grundlage für die Qualifizierung des Systems bilden.

### Die wesentlichen Merkmale sind:

- ▶ streng zyklische Abarbeitung der Anwendersoftware
- ▶ Bussysteme mit konstanter Last
- ▶ vollständiger Verzicht auf prozessgetriebene Interrupts
- ▶ statische Speicherzuweisung
- ▶ Verzicht auf die Verarbeitung von Absolutzeiten und Datum
- ▶ keine Langzeitspeicherung oder Verwendung externer Speichermedien

## Funktionale Diversität gegen Common-Cause-Fehler

Bei der Auslegung von Sicherheitssystemen ist neben Zufallsausfällen und der Einwirkung von innen und außen auch der Common-Cause-Fehler zu berücksichtigen. Insbesondere als Maßnahme gegen zu unterstellende Auslegungsfehler wird die „funktionale Diversität“ bevorzugt. Hierbei wird das Leitsystem in unabhängige Teilsysteme aufgeteilt, die, obwohl mit der gleichen Hardware und Systemsoftware ausgestattet, unterschiedliche Leittechnikfunktionen zur Behandlung ein und desselben Ereignisses ausführen. Dabei wird angenommen, dass derselbe verborgene Fehler nicht in zwei unterschiedlichen Funktionen gleichzeitig wirksam wird und diese simultan zum Versagen bringen kann.



## Zusatzmaßnahmen mit gerätetechnischer Diversität

Abhängig vom Anlagenkonzept kann es nötig sein, als ergänzende Maßnahme zur Risikominimierung gerätetechnische Diversität zu nutzen. Trotz ähnlicher Projektierungsprinzipien sind die Hard- und Software von TELEPERM® XS und SPPA-T2000 zueinander diversitär. So bietet es sich an, bei Anlagen, die beide Gerätefamilien verwenden, ein ATWS\*-System oder darüber hinausgehende Maßnahmen, für die gerätetechnische Diversität gefordert wird, mit SPPA-T2000 zu realisieren.

Bei weitergehenden Ausfallpostulaten für softwarebasierte Systeme kann man auch auf die mikroprozessorfreien TELEPERM® XS-Baugruppen für Signalaufbereitung zurückgreifen. Zusammen mit der Baugruppe zur Analogsignalverarbeitung SPAM1 und der Logikbaugruppe SPLM1 stellen sie eine Unterfamilie der Systemplattform dar. Diese erlaubt den Aufbau von analogen Schaltungen und Logikfunktionen ohne Rechner.

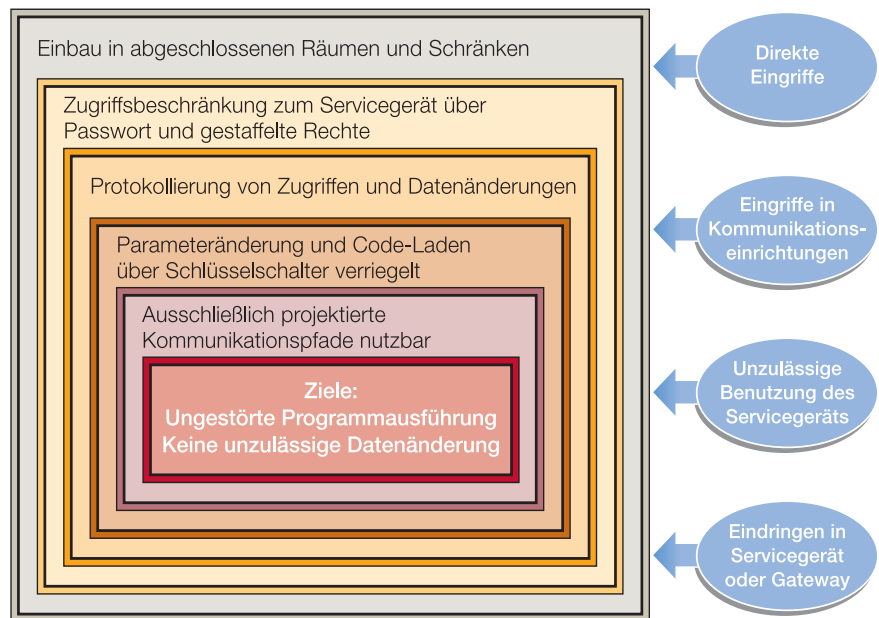
Den hohen Grad an Selbstüberwachung und Flexibilität bei Modifikationen, den die Rechnertechnik bietet, erreicht man hiermit nicht. Bei begrenztem Funktionsumfang erlauben diese Baugruppen jedoch effiziente Lösungen.

## Zugriffsschutz

Neben dem Verhalten bei Ausfällen und Einwirkungen von innen und außen muss auch das Thema „Schutz vor unzulässigen Eingriffen“ im Sicherheitskonzept der Anlage behandelt werden.

### Die wesentlichen Schutzvorkehrungen sind:

- Projektierungsserver und Servicegerät sind im gesicherten Bereich und geschützt vor unerlaubtem Zugriff aufzustellen
- Der Zugriff ist administrativ und technisch zu kontrollieren
- Laden von Software und Änderung von Parametern darf nur gemäß klar geregelter Vorgehensweise erfolgen
- Änderungen sind jeweils nur in einer Scheibe zulässig, die eigens hierfür freigegeben sein muss



Die Melderechner (Melde- und Service-Interfaces, MSI) der Sicherheitsleittechnik dienen als datentechnische Barriere gegen unzulässige Zugriffe über externe Kommunikationsverbindungen und Gateway.

*Gestaffelte Barrieren schützen vor unzulässigen Zugriffen*

\* ATWS = Anticipated Transients Without Scram

Die Systemplattform TELEPERM® XS wurde speziell für den Einsatz in der Sicherheitsleittechnik von Kernkraftwerken entwickelt. Die Anforderungen der einschlägigen internationalen kerntechnischen Regelwerke sind in den Entwicklungs- und Engineering-Prozessen von TELEPERM® XS umgesetzt. Ihre Erfüllung wurde entwicklungsbegleitend nachgewiesen.

## Qualifizierungskonzept

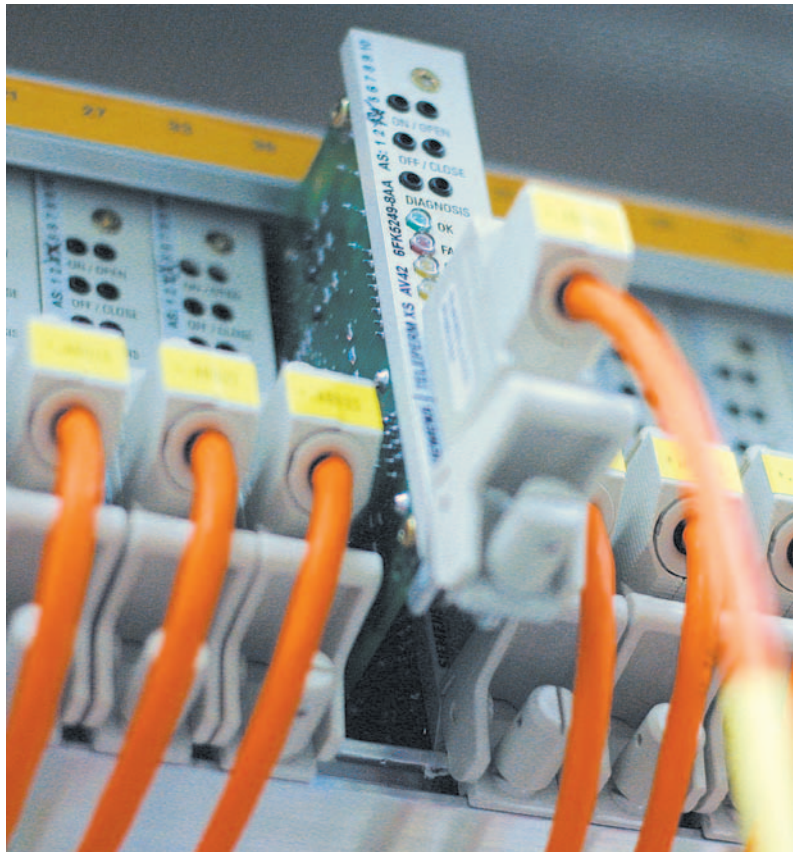
In einem Konzeptgutachten zur digitalen Sicherheitsleittechnik TELEPERM® XS stellte die deutsche Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) die Eignung des Systems für den Einsatz in kerntechnischen Anlagen zur Realisierung leittechnischer Einrichtungen mit höchster Sicherheitsverantwortung fest.

Die Hardware- und Softwarekomponenten der Systemplattform wurden entwicklungsbegleitend qualifiziert. Hierzu wurde bereits zu Beginn der Entwicklung ein generischer Qualifizierungsprozess mit unabhängiger Begutachtung definiert und eingeleitet.

Die generische Qualifizierung von TELEPERM® XS basiert auf einem Konzept von Typprüfungen in Anwendung der KTA 3503 und unter Berücksichtigung der internationalen Prüfnormen für Hardware und Software. Darüber hinaus wurden die wesentlichen funktionalen Merkmale der Systemplattform in einem anlagenunabhängigen Integrationstest nachgewiesen.

Die umfassende Qualifizierung der Komponenten und Funktionen der Systemplattform sowie die exzellente Betriebserfahrung reduzieren die Aufwendungen und Risiken für das projektspezifische Genehmigungsverfahren beträchtlich.

Im Zuge der weiteren Entwicklung und langfristigen Systemunterstützung von TELEPERM® XS werden diese Aktivitäten zur Plattformqualifizierung fortgeführt. Damit ist das hohe Niveau der Qualifizierung unserer Sicherheitsleittechnik langfristig abgesichert.





# Hardware-Qualifizierung

Die Hardwarekomponenten von TELEPERM® XS sind für Installation und Betrieb in klimatisierten Elektronikräumen ausgelegt. Für die Qualifizierung im Rahmen einer Typprüfung wurde eine Einhüllende für die Umgebungsbedingungen zugrunde gelegt, die die Anforderungen aus internationalen Normen (IEC), ausgewählten nationalen Normen (KTA, IEEE) sowie Anforderungsprofilen von Leittechnik-Ausschreibungen abdeckt, siehe Abschnitt „Systemdaten“.

Die Typprüfung umfasst einen theoretischen sowie einen praktischen Teil. Für TELEPERM® XS wurden diese Untersuchungen sowie alle praktischen Prüfungen der Komponenten durch Gutachter des deutschen TÜV Nord und TÜV Rheinland durchgeführt bzw. begleitet.

Umfangreiche Prüfberichte, zusammengefasst in Typprüf-Zertifikaten des jeweiligen TÜV bescheinigen das positive Ergebnis dieser Qualifizierungsprüfungen und können in Genehmigungsverfahren problemlos referenziert werden.

## Methodik der Hardware-Qualifizierung

basierend auf IEC 60780; KTA 3501; IEEE 323

Übergeordnet: EN 61131-2, EN 50178, KTA 3503, EPRI TR 107330

### Theoretische Prüfung

- Prüfplan abstimmen
- Grenzbelastungsanalyse
- Ausfallratenbestimmung SN 29500

### Sichtprüfung

IEC 60664; IEC 60529

- Fertigungsqualität; Luft- und Kriechstrecken
- Schutzklasse, Isolation

### Funktionsprüfung

- Funktion gemäß Datenblatt unter Nominal- und Grenzbelastung

### Elektrische Prüfung

- Stromverbrauch unter Nenn-/Min-/Max-Bedingungen
- Störungen der Stromversorgung
- Erwärmung, Ziehen/Stecken

### Klimaprüfungen

IEC 60068-2-xx; EPRI TR 107330

- Kälte, trockene und feuchte Wärme
- Temperaturänderungen
- Langzeitprüfung (1 000 h)

### Mechanische Prüfungen

IEC 60068-2-yy; IEC 980; IEEE 344

- Schwingungsprüfungen (Erdbeben, Betrieb etc.)
- Transportbeanspruchung
- Schock

### Elektromagnetische Verträglichkeit

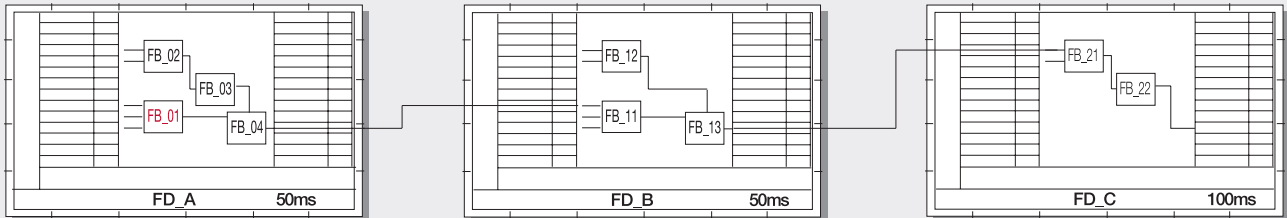
EN 61000-4, -6; EN 55011; EN 55022; EPRI TR-102323; MIL STD 461, 462

- Störaussendung:
  - leitungsgebunden, Feld
- Störfestigkeit:
  - Burst, Surge, Feld, Entladung

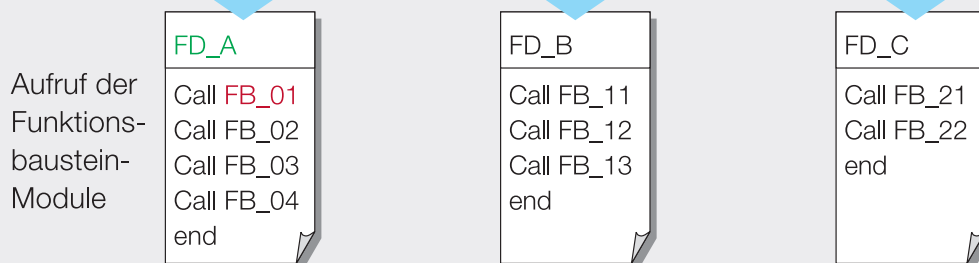
Prüfschritte der Hardware-Typprüfung und die zugrunde liegenden Normen

# Software-Qualifizierung

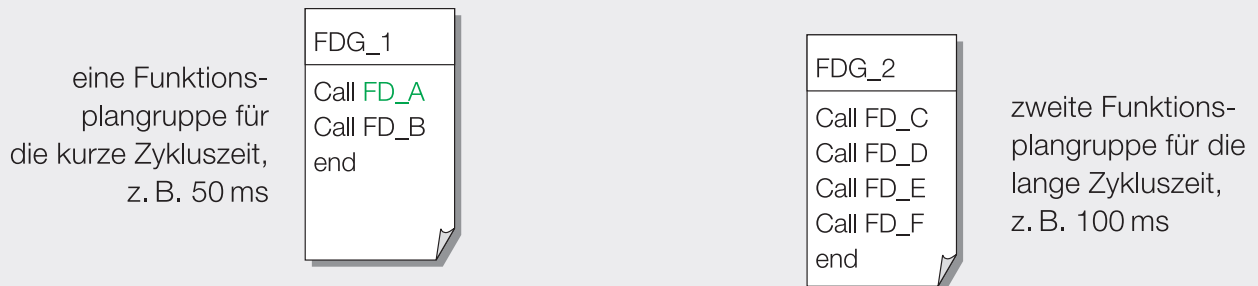
## Schritt 1: Funktionspläne als Verschaltung vordefinierter Funktionsbausteine



## Schritt 2: Code-Generierung pro Funktionsplan in einem Rechner



## Schritt 3: Code mit Aufruf der Funktionspläne jeweils für einen Rechner



Umsetzung der Funktionspläne in eine einfach strukturierte Reihenfolge von Aufrufen von Funktionsbausteinen

Die maßgeblichen Forderungen an die Software von Sicherheitsleittechnik sind in der IEC 60880 niedergelegt. Sie bestimmen das oben beschriebene Sicherheitskonzept von TELEPERM® XS grundlegend.

Sicherheitsleittechnikssysteme mit TELEPERM® XS verwenden immer wieder die gleichen, vorgefertigten, getesteten und qualifizierten Softwarekomponenten. Ihre Verschaltung wird komplett durch den Code-Generator vorgegeben. Als Input dienen die Spezifikationsdaten der Projektdatenbank.

# Anlagenunabhängiger Integrations- und Systemtest

Es ist daher keinerlei händische Programmierung nötig. Der Code-Generator realisiert alle Funktionen durch simple Verschaltung der vorgefertigten Software-Module. Dadurch ist sichergestellt, dass stets einfache Code-Strukturen entstehen, die einer Überprüfung nach den höchsten Anforderungen standhalten.

Schließlich stellt dieser Ansatz auch sicher, dass die realisierte Funktion über Funktions- und Netzpläne vollständig spezifiziert und dokumentiert ist.

Die IEC 60880 fordert auch einen strukturierten Entwicklungsprozess mit durchgängiger Dokumentation aller Entwurfs- und Entwicklungsschritte sowie mit regelkonformer Verifizierung und Validierung der Entwicklungsergebnisse. Die Entwicklung der sicherheitsrelevanten Softwarekomponenten von TELEPERM® XS folgt genau dieser Vorgabe.

In sinngemäßer Anwendung der KTA 3503 wurden die wiederverwendbaren Softwarekomponenten von TELEPERM® XS, nämlich die Funktionsbausteine und Systemsoftwarekomponenten, einer Typprüfung unterzogen und so generisch und anlagenunabhängig qualifiziert.

Vergleichbar zur Hardware-Typprüfung, umfasst auch die Software-Typprüfung analytische Untersuchungen sowie praktische Prüfung durch Tests. Im Rahmen der theoretischen Prüfungen durch GRS ISTec und TÜV Nord wurde bestätigt, dass:

- ▶ die Entwicklungsunterlagen beginnend mit der Anforderungsspezifikation bis zur Design- und Implementierungsunterlage konsistent sind
- ▶ alle geforderten Prüfungen durchgeführt und angemessen dokumentiert wurden
- ▶ die Software den geforderten Design-Prinzipien entspricht

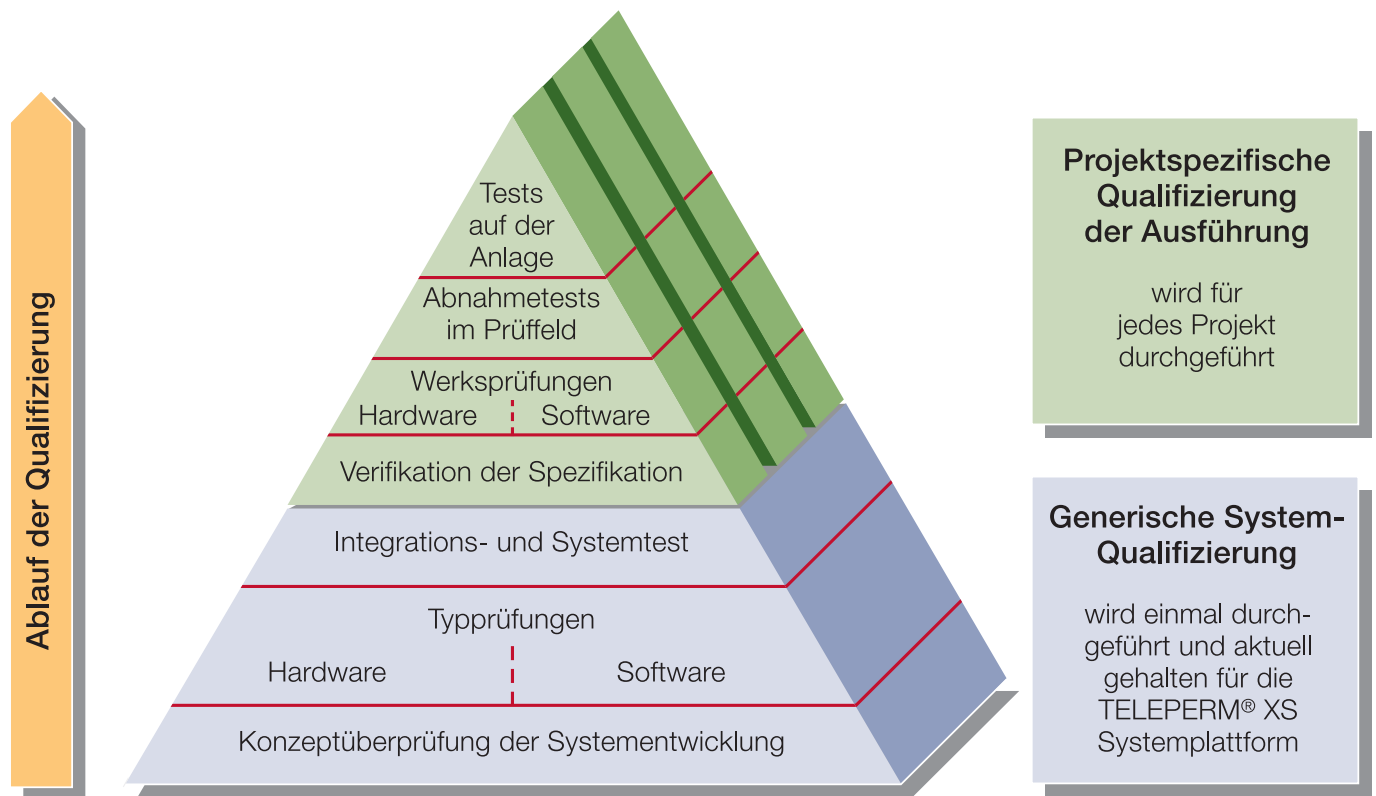
Darüber hinaus wurde der generierte Code für repräsentative Anwendungen werkzeuggestützt analysiert und die Übereinstimmung mit den Spezifikationen geprüft.

Als Abschluss der Erstqualifizierung wurde ein anlagenunabhängiger Integrations- und Systemtest durchgeführt, in dem ergänzend zur Typprüfung der Hardware- und Softwarekomponenten die wesentlichen Systemmerkmale an einer repräsentativen Hardwarearchitektur nachgewiesen wurden:

- ▶ deterministisches Systemverhalten durch strikt zyklische Bearbeitung der Anwendungssoftware
- ▶ rückwirkungsfreie Datenübertragung zwischen redundanten Systemen
- ▶ Wirksamkeit der internen Fehlerausbreitungsbarrieren
- ▶ Toleranz des Gesamtsystems gegenüber Einzelausfällen von Prozessoren und Bussen
- ▶ Wirksamkeit der Selbstüberwachung
- ▶ gerichtetes Ausfallverhalten
- ▶ Eignung der Tools des Engineeringsystems

*Bei jeder Änderung der Systemsoftware sowie bei der Integration neuer und geänderter Hardwarekomponenten wird das Weiterbestehen dieser Merkmale überprüft und die relevanten Tests fortgeschrieben.*

## Zweistufiges Genehmigungskonzept für TELEPERM® XS



Das zweistufige Qualifizierungskonzept

Die Qualifizierung und Genehmigung von TELEPERM® XS-Leitsystemen basiert auf einem 2-stufigen Konzept:

- generische Qualifizierung der Systemplattform (Komponenten und Systemeigenschaften)
- projektbezogene Festlegung der Architektur und Realisierung des konkreten Leitsystems

Der wesentliche Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass die Eignung der Hardware- und Softwarekomponenten der Systemplattform für Sicherheitsaufgaben und die wesentlichen Aspekte der Plattformintegration bereits generisch nachgewiesen wurden und somit als Leistungsmerkmal von TELEPERM® XS für alle Projekte zur Verfügung stehen.

Dies reduziert die Risiken des Genehmigungsverfahrens im jeweiligen Land entscheidend. Da die Nachweise der generischen Qualifizierung herangezogen und in das spezifische Verfahren eingebracht werden, kann sich das

Hauptaugenmerk auf die anforderungsgerechte Auslegung des Leitsystems für die jeweilige Anlage und den Herstellungsprozess richten. Auf der Basis seiner generischen Qualifikation ist TELEPERM® XS mittlerweile in zahlreichen Ländern lizenziert, so u. a. in Argentinien, Bulgarien, China, Deutschland, Schweden, der Schweiz, Slowakei, Ungarn und den USA. Derzeit laufen Genehmigungsverfahren u. a. in Frankreich, Finnland und Großbritannien.

In den USA wurde im Vorfeld der ersten TELEPERM® XS-Projekte ebenfalls eine generische Qualifizierung durchgeführt. Diese nutzte die Prüfberichte und Ergebnisse der ersten, in Deutschland durchgeführten Qualifizierung. Die amerikanische Genehmigungsbehörde Nuclear Regulatory Commission (NRC) bestätigte ebenfalls die Eignung der Systemplattform TELEPERM® XS für die Sicherheitsleittechnik. Genehmigungsverfahren wurden auf dieser Basis erfolgreich für die Modernisierung des Notstromsystems in Keowee und das Reaktorschutzsystem in Oconee durchgeführt.



#### **February 1, 2010**

The Nuclear Regulatory Commission staff has approved a license amendment request from Duke Energy Carolinas to install an up-to-date computer upgrade of major safety-related systems at the Oconee Nuclear Station, located about 30 miles west of Greenville, South Carolina.

The amended Oconee license gives Duke permission to replace 1970s-era analog, solid-state controls for the plant's Reactor Protection System (RPS) and Engineered Safeguard Protection System (ESPS). Duke will install TELEPERM® XS (TXS) digital computer-based equipment.

...

This marks the first NRC approval for a nuclear power plant's integrated digital RPS and ESPS instrumentation and control system.

...

*NRC News No. 10-21*

*Kernaussage der NRC-Begutachtung*

## **Langfristiger Erhalt der Systemqualifizierung**

Die Erfahrung in der Abwicklung von Projekten, die Betriebserfahrung sowie die schnelle Entwicklung im Elektronikmarkt führen zu einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Systemplattform TELEPERM® XS.

Dabei sind die bei der Erstqualifizierung eingeführten Prozesse und Verfahren auch Basis für alle Weiterentwicklungen. Ziel jedes Entwicklungsschrittes ist es, bei allen Änderungen den erreichten qualifizierten Stand fortzuschreiben. Daher werden alle qualifizierungsrelevanten Änderungen und Ergebnisse der weiteren Entwicklung von Systemkomponenten auch in Zukunft von unabhängigen Gutachtern wie TÜV und GRS ISTec begleitend begutachtet.

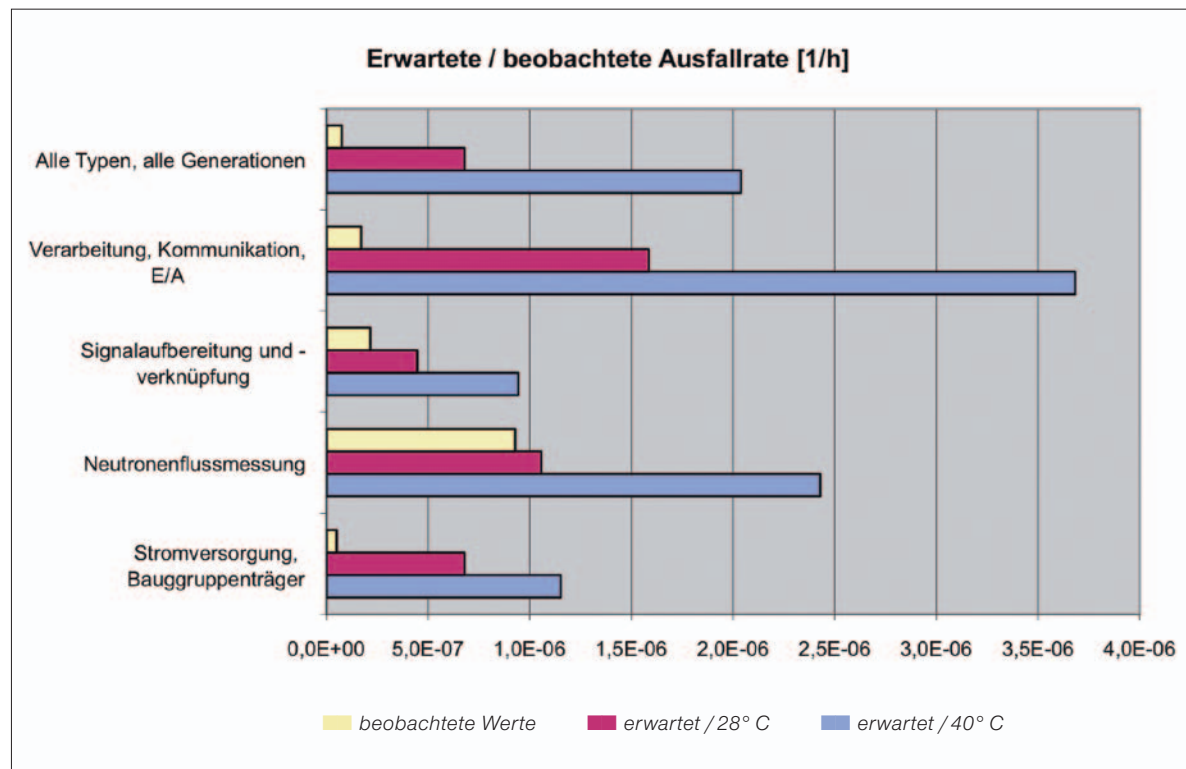
Die etablierten Qualifizierungsprozesse sowie der wachsende Erfahrungsschatz sind Garanten dafür, dass auch in Zukunft Genehmigungsverfahren mit geringstem Risiko ablaufen werden.

## Zuverlässigkeit und Wartung

Mit TELEPERM® XS realisierte Sicherheitsleittechniksysteme arbeiten praktisch wartungsfrei und erlauben es, den Betreuungsaufwand im Betrieb gegenüber den Vorgängersystemen massiv zu senken.

Die robusten Hardwarekomponenten und Baugruppen haben sehr niedrige Ausfallraten. Die konservativ berechneten Ausfallraten der Hardwarekomponenten werden durch die tatsächlich beobachteten Ausfallraten um Faktoren unterboten.

Nur wenige vorbeugende Wartungsarbeiten sind erforderlich wie die Kontrolle von Elektrolytkondensatoren erstmals nach ca. zehn Betriebsjahren und der vorsorgliche Austausch von Lüftern. Dies ist mit wenigen Handgriffen in kurzer Zeit und ohne Unterbrechung des Anlagenbetriebs möglich.



Theoretisch ermittelte und beobachtete Ausfallraten der Hardwarekomponenten (Stand: 6/2010)

# Lange Prüfintervalle

Bei TELEPERM® XS-Systemen ist der Prüfaufwand gegenüber analogen Systemen erheblich reduziert:

- Der Großteil der Leittechnikfunktionen ist in Software realisiert, die im Rahmen der Validierungsprüfungen getestet wurde, nicht altert und sich nicht ändern kann. Statt Prüfungen der Softwarefunktionalität reichen daher Identitäts- und Integritäts-Prüfungen der geladenen Software durch Auswerten von Prüfsummen aus.
- Kommunikationseinrichtungen, Ein-/Ausgabebaugruppen und die Hardware der Prozessoren sind kontinuierlich in Betrieb und werden durch umfangreiche Selbstüberwachungs-Funktionen kontrolliert. Zusätzliche Prüfungen sind nicht erforderlich.
- Der Abdeckungsgrad der Selbstüberwachung der Rechner liegt nahe an 100%. Von ihr nicht erkannte Hardwarefehler sind bisher in keiner Anlage festgestellt worden.
- Nicht der Selbstüberwachung unterliegenden Komponenten wie die Eingangsschaltkreise von Ein-/Ausgangsbaugruppen werden im Rahmen der wiederkehrenden Prüfungen von Gebern, Stellgliedern und analogen Schaltungsteilen überlappend mitgeprüft. Die Prüfhäufigkeit wird dabei durch die Zuverlässigkeit der Feldgeräte bestimmt.
- Aufgrund der hohen Zuverlässigkeit der Systemkomponenten und des hohen Abdeckungsgrads der Selbstüberwachungsmechanismen konnten schon Verlängerungen der Intervalle für die wiederkehrenden Prüfungen auf mehrere Jahre erreicht werden.



Tianwan, Hauptwarte

# Fehleraufklärung

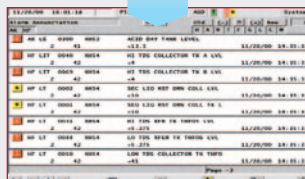
## Sammelmeldungen der Reaktorschutztafel



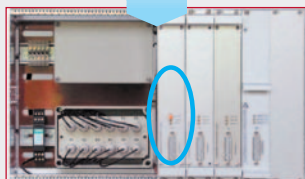
### Schrankstörung

#### Überwachung von Stromversorgung und Schrank

- Stromversorgung
- Sicherungen
- Einsteckschleife
- Lüfter und Tür
- Temperatur



Einzelmeldungen der Meldefolgeanzeige des Prozessrechners

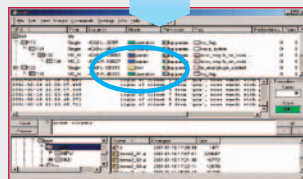


LEDs oder Diagnosestecker helfen bei der Diagnose...

### Systemstörung

#### TELEPERM® XS Selbstüberwachung

- Prozessorbaugruppen
- E/A-Baugruppen
- Kommunikationsstrecken



Servicegerät zeigt die defekte Baugruppe

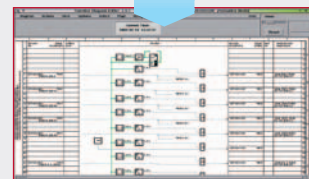


... und erlauben schnelle Lokalisierung des Fehlers

### Gleichlauffehler

#### Projektierte Überwachung von Peripherie und Feld

- Antivalenzüberwachung
- Messbereichsüberwachung
- Gleichlaufüberwachung (analog, binär)



Dynamisierter Funktionsplan löst Sammelmeldung auf



Grafikmasken im Servicegerät erlauben schnelle Abschaltung/ Simulation des defekten Gebers

Fehlermeldung und Fehleraufklärung mit TELEPERM® XS

Hardwarekomponenten werden durch die in TELEPERM® XS realisierten Mechanismen überwacht und Fehler über Sammel-Störungsmeldungen im Prozessrechner oder der konventionellen Meldeanlage gemeldet.

Die weitere Störungsaufklärung erfolgt im ersten Schritt zentral mit Hilfe des TELEPERM® XS-Servicegeräts, über das gestörte Hardwarekomponenten angezeigt werden. Schrankstörungslampen und Störungslampen bzw. über Diagnosestecker zugängliche Störungsmeldungen am Leittechnikschrank führen dann am Schrank zu den defekten, auszutauschenden Komponenten.

# Servicegerät

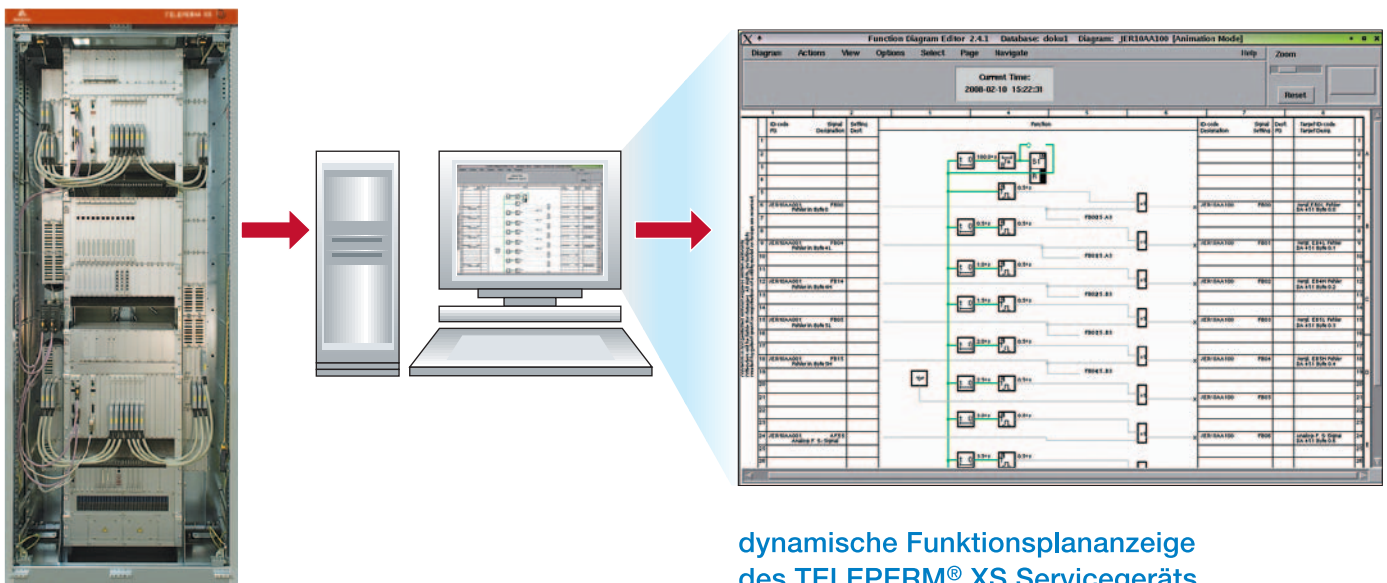
Mit dem Servicegerät enthält die TELEPERM® XS-Systemplattform ein universelles Arbeitsmittel für die im Betrieb eines Leitsystems anfallenden Tätigkeiten.

Es deckt ein breites Spektrum an Aufgaben ab:

- **Unterstützung der Fehlerdiagnose:** Die über Funktionspläne spezifizierten Überwachungsmechanismen wie auch die Diagnosemeldungen der TELEPERM® XS-Systemsoftware werden über das Servicegerät abgefragt und dem Leittechniker angezeigt.
- **Parametrierung:** Alle im Betrieb zu verändernden Einstellwerte wie Kalibrierfaktoren oder Einstellwerte von Reglern sind in den Funktionsplänen und Funktionsbausteinen als änderbare Parameter festgelegt und können über das Servicegerät ausgelesen, geändert und verifiziert werden.
- Für **wiederkehrende Prüfungen** erlaubt das Servicegerät das Auslösen von Prüfschritten und das Rücklesen von Prüfergebnissen, bei Bedarf direkt gekoppelt mit dem Prüfrechner ERBUS.

Über die Parametrierung hinaus gehen schließlich **Software-Änderungen**, die durch betriebliche Optimierungen oder verfahrenstechnische Änderungen in der Anlage notwendig werden können. Hierfür kommen wieder die SPACE-Standardwerkzeuge zum Einsatz wie auch das Simulationswerkzeug SIVAT. Träger dieser Werkzeuge und der Projektdatenbank ist ein Projektierungsrechner oder auch das TELEPERM® XS-Servicegerät, von dem aus schließlich die Änderungen ins Online-System geladen werden.

Das Servicegerät ist perfekt in die TELEPERM® XS-Systemarchitektur eingebunden. Es wird in den Netzplänen spezifiziert und über TXS-Ethernet und Melderechner mit den Automatisierungsrechnern verbunden. Der Code-Generator erzeugt automatisch alle notwendigen Datenstrukturen und Kommunikationsstrukturen für die Einbindung. Sobald es eingeschaltet wird, hat das Servicegerät sofort ein komplettes und korrektes Abbild des Leitsystems.



dynamische Funktionsplananzeige  
des TELEPERM® XS Servicegeräts

Anzeige und Verfolgung von Online-Werten mit der dynamischen Funktionsplananzeige

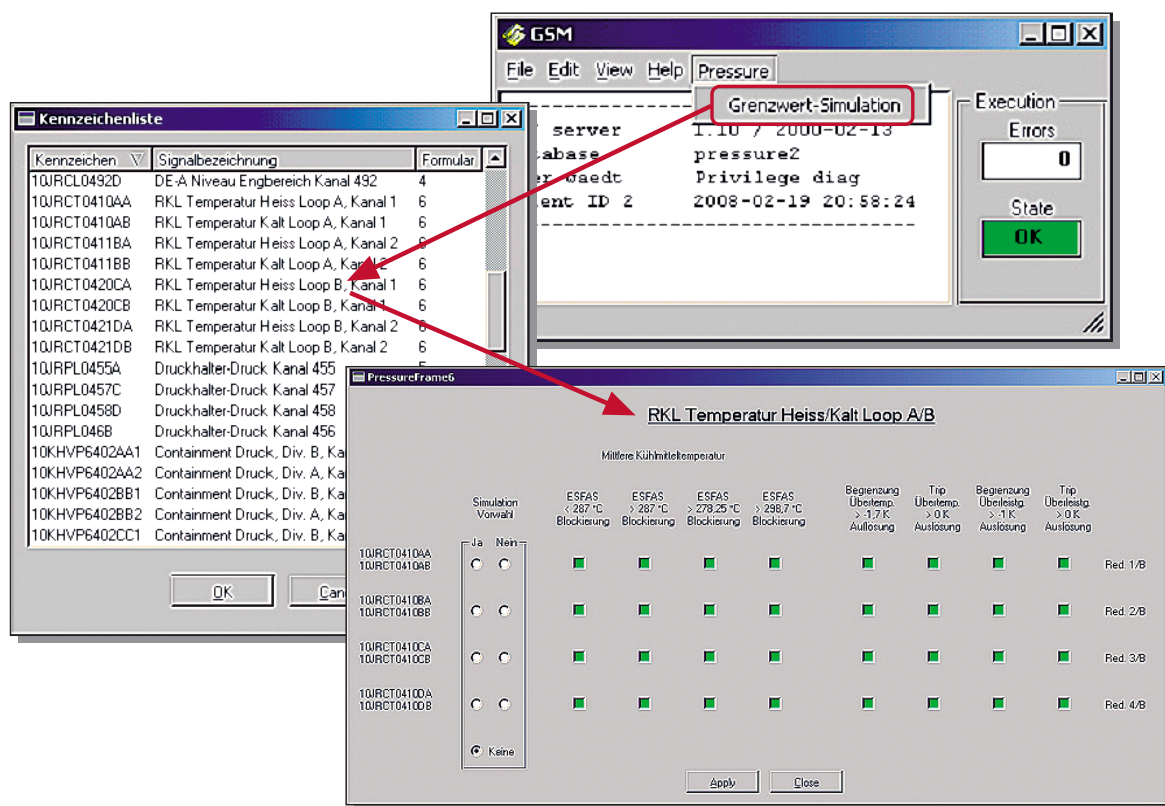
## Bedienoberflächen des Servicegeräts

Die **dynamische Funktionsplananzeige** ermöglicht die Online-Visualisierung aller in den Automatisierungsrechnern implementierten Funktionen und Signale.

Der **Diagnose- und Maintenance-Server DIMAS\*** unterstützt interaktiv eingegebene Befehle zur Ansteuerung von Verarbeitungseinheiten und zum Auslesen von Fehlerprotokollen. Komplexe und wiederkehrende Funktionen können in Skripten beschrieben werden, die automatisch ablaufen.

DIMAS erlaubt auch die Erstellung und Anbindung übersichtlicher, grafischer Darstellungen der Zustände (Fehler, Betriebsart) der Verarbeitungseinheiten eines TELEPERM® XS-Systems. Auf einen Blick sind die Komponenten ersichtlich, die eine Störung aufweisen oder aufgrund von Prüfungen, Wartungs- und Parametriertätigkeiten eingeschränkt verfügbar sind.

Nicht jede Anwendung lässt sich effektiv allein mit vorgestalteten Standarddialogen abdecken. Für komplexe Parametrier- oder Prüfaufgaben werden Bedien- und Anzeigemasken maßgeschneidert für die jeweilige Aufgabe ergänzt.

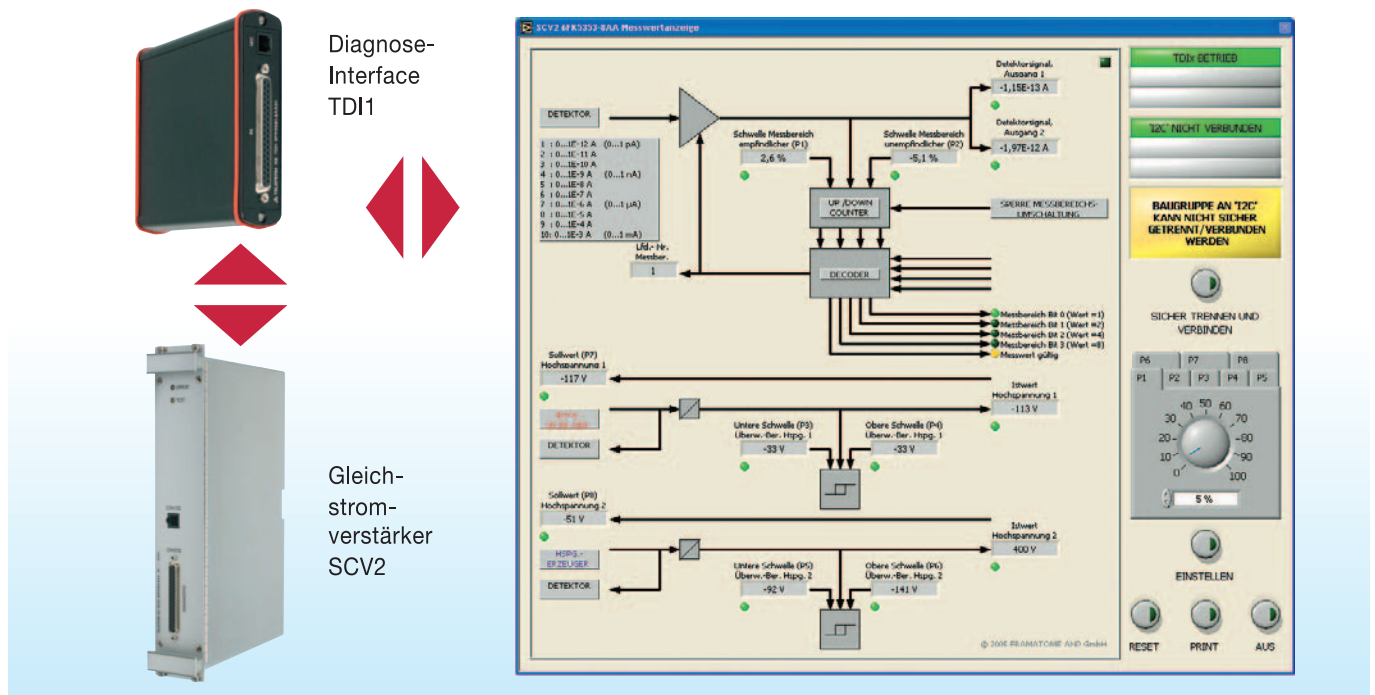


Unterstützung von Parametrier- und Prüftätigkeiten über kundenspezifische Bedienmasken

\* DIMAS ist der Nachfolger des alphanumerischen und grafischen Servicemonitors (ASM, GSM)

# Das Diagnose-Interface

## TDI1



Mensch-Maschine-Schnittstelle für das Diagnose-Interface

Die Visualisierung interner Zustände eines TELEPERM® XS-Systems über dynamisierte Funktionspläne und in DIMAS spezifizierte Grafiken ist begrenzt auf die in den Rechnern bearbeiteten Variablen und Parameter. Eine spezielle Diagnose-Schnittstelle, das TDI1, erlaubt es, den vom Servicegerät bekannten Bedien- und Visualisierungs-Komfort auch auf nicht direkt an TXS-Rechnern angeschlossene Peripherie-Baugruppen zu übertragen.

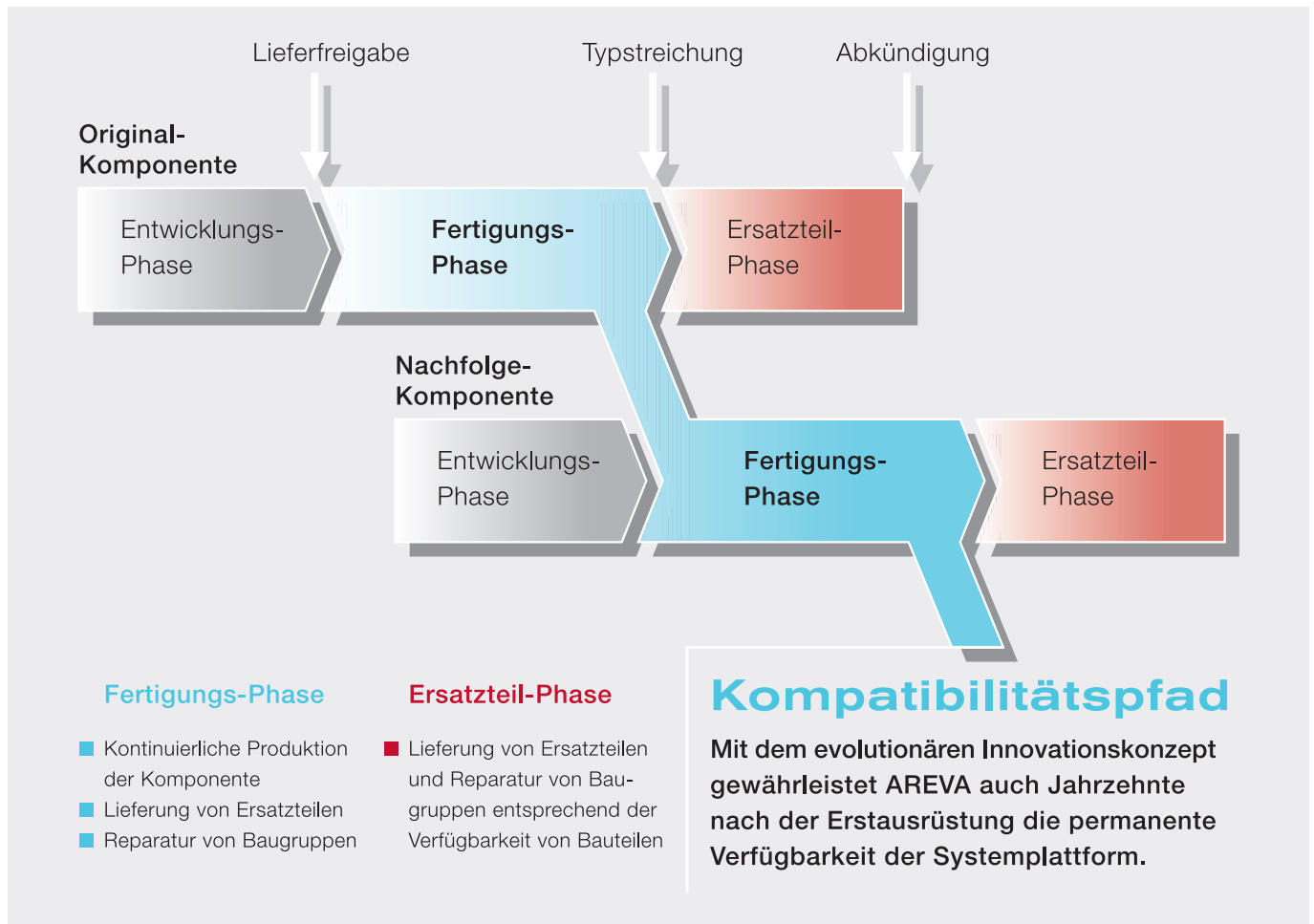
Mit dem TDI werden die Diagnose-Schnittstellen der Peripherie-Baugruppen über eine serielle Schnittstelle an einen PC oder Laptop angeschlossen. Dadurch können alle für Funktionsprüfungen und für die Fehlersuche erforderlichen Ein- und Ausgangssignale übersichtlich in grafischer Form angezeigt werden. Das TDI unterstützt auch das Einstellen von Hardware-Parametern.

Der TDI-Extender ist eine Erweiterung des TDI, mit dem über die Diagnoseschnittstellen binäre und analoge Test-Signale vorgegeben werden können.

Die Bedienoberfläche der Diagnoseschnittstelle wird mit LabView® programmiert, und lässt sich mit geringem Aufwand an die jeweilige Anwendung anpassen.

Als perfekte Arbeitsmittel des Betriebspersonal, lösen Servicegerät und TDI das Hantieren mit Potentiometer und Multimeter am Leittechnikschrank ab.

Die ersten TELEPERM® XS-Systeme sind seit vielen Jahren in Betrieb. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Systemplattform TELEPERM® XS stellt AREVA langfristig sicher, dass Ersatzteile zur Verfügung stehen, das System-Know-how erhalten bleibt und die Erweiterung und Modifikation vorhandener Systeme möglich bleiben. Unser Ziel ist es, dass insbesondere bei Modernisierungen die Anlagen bis zum Ende ihrer Laufzeit mit TELEPERM® XS sicher zu betreiben sind.



Langfristige Ersatzteilversorgung durch frühzeitige Entwicklung von Nachfolgelösungen



## Vorausschauende Ablösung von Komponenten

Jede Hardwarekomponente unterliegt einem Lebenszyklus von Entwicklung, Serienfertigung und Ersatzteilversorgung.

Dies wird getrieben durch neue Marktanforderungen, aber auch durch die Bedingungen des Elektronikmarktes mit Veränderungen bei der Lieferbarkeit von Bauelementen.

AREVA überwacht die Fertigungsmöglichkeit der einzelnen Komponenten, betreibt eine aktive Lagerhaltung und leitet beizeiten die Entwicklung und Qualifizierung einer Nachfolgelösung ein. Wesentliche Randbedingung ist hierbei stets die langfristige Versorgung der in Betrieb befindlichen Anlagen mit kompatiblen Baugruppen oder Ersatzlösungen, die sich leicht ins System integrieren lassen.

Mit diesem Konzept der kontinuierlichen Innovation sichert AREVA gleichermaßen die Wettbewerbsfähigkeit der Systemplattform, die Ausweitung des Einsatzbereichs und die langfristige Ersatzteilversorgung für laufende Anlagen.

Nach der Erneuerung der Verarbeitungseinheit und der Kommunikationsbaugruppen folgte die zweite Generation der Ein-/Ausgabebaugruppen. Diese bieten Kompatibilität zu den Vorgängermodellen, aber auch verbesserte Leistungsmerkmale und erweiterte Anwendungsbereiche.

Komponenten unterschiedlicher Generationen können in der Regel gemeinsam betrieben werden. So bleibt die Umrüstung bei Umstellung auf neue Komponenten auf das notwendige Maß beschränkt.



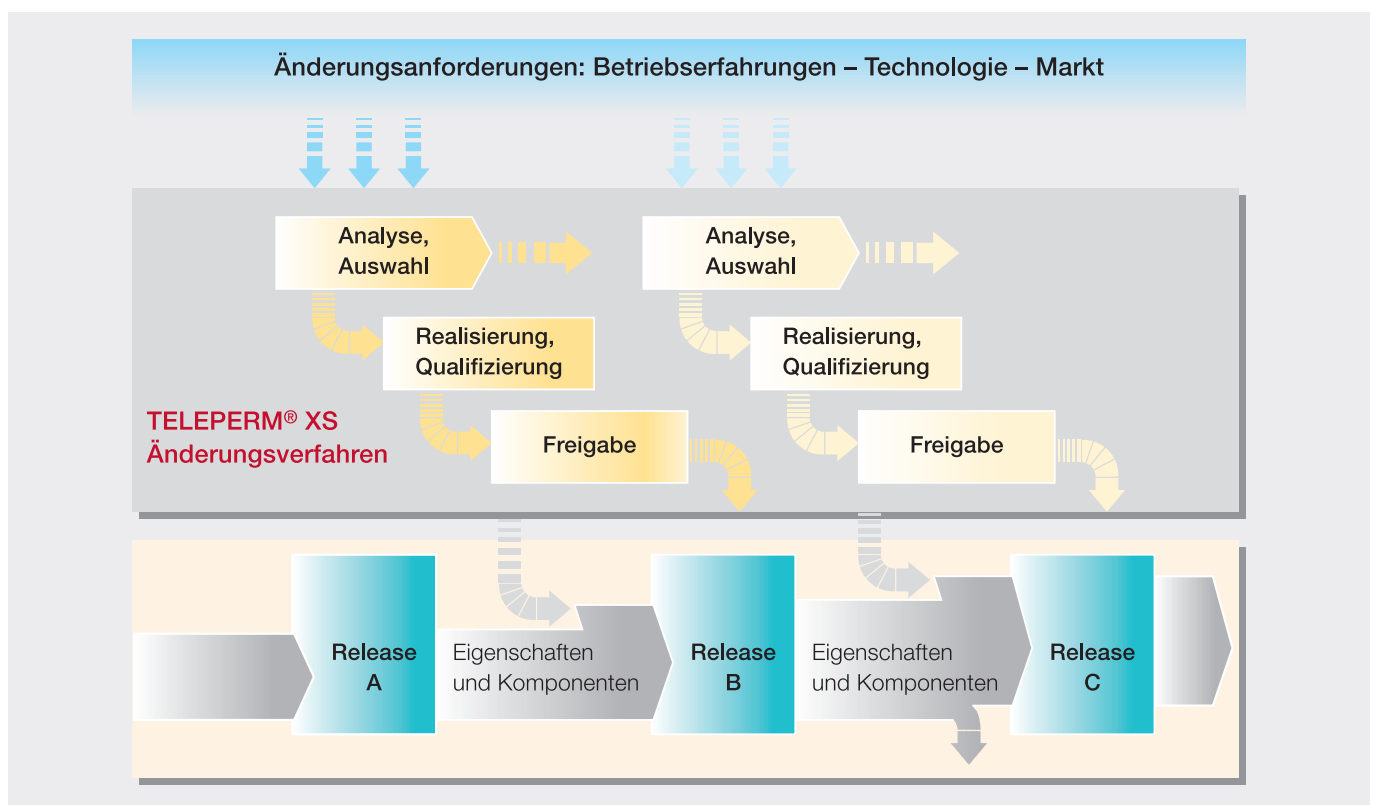
## Konfigurationsmanagement und Änderungsverfahren

Bei allen Auslieferungen registriert AREVA die ausgelieferten Hard- und Softwareversionen als Basis für die Planung des Bedarfs an Ersatzteilen. Dies ist auch Basis für die Ermittlung von Kompatibilitätsanforderungen von neu zu entwickelnden Komponenten, Baugruppen und Softwarelösungen im Rahmen des **TELEPERM® XS-Konfigurationsmanagements und -Änderungsverfahrens**.

Das TELEPERM® XS-Konfigurationsmanagement verwaltet alle Hard- und Softwarekomponenten (z.B. CPU-Baugruppe SVEx, Software-Funktionsbaustein 2v4, Ein-/Ausgabe-Software-reiber) mit ihren jeweiligen Versionen. Es liefert die Information, welche Versionen der verschiedenen Komponenten miteinander betrieben wer-

den können und welcher Qualifizierungsstand vorliegt. Es ist aber auch die Grundlage für das TELEPERM® XS-Änderungsverfahren, in dem die Planung und Verfolgung aller Änderungen und Neuentwicklungen der TELEPERM® XS-Systemplattform zusammengefasst sind.

Hier gehen Betriebserfahrung und Anforderungen des Marktes ebenso ein wie der Bedarf an kompatiblen Lösungen für Ersatzteile und erwartete Ergänzungen und Erweiterungen. Konfigurationsmanagement und Änderungsverfahren zusammen steuern die Weiterentwicklung von TELEPERM® XS unter Beachtung der Marktanforderungen wie auch der langfristigen Unterstützung existierender Installationen.



Steuerung der Weiterentwicklung von TELEPERM® XS in aufeinander folgenden Entwicklungsstufen über das TELEPERM® XS-Änderungsverfahren



## Unterstützung und Information

Die Versorgung mit Ersatzteilen ist nur ein Aspekt der langfristigen Unterstützung. Darüber hinaus wird ein ausgefeiltes Schulungsprogramm für den Umgang mit TELEPERM® XS in sämtlichen Bereichen wie Engineering, Betrieb und Wartung angeboten.

Die Internet-Plattform „TELEPERM® XS Customer Portal“ stellt umfangreiche Informationen über TELEPERM® XS zur Verfügung.

Projekterfahrungen werden ausgewertet und den Kunden zusammen mit Informationen über Weiterentwicklungen und Neuerungen zur Verfügung gestellt, z.B. im Rahmen von „TELEPERM® XS User Group Meetings“.

Bei der Verwendung von neuen Hard- und Softwareversionen werden Prozeduren und Unterstützung für die effiziente Integration und Umstellung bei möglichst geringer Störung des Anlagenbetriebs zur Verfügung gestellt.

### **AREVA**

- ▶ kennt die Anforderungen des Anlagenbetriebes
- ▶ hat das detaillierte Wissen um die Systemplattform TELEPERM® XS
- ▶ kennt die installierten Systeme

Damit kann AREVA noch lange nach Übergabe an den Kunden bei Modifikationen unterstützen und auch noch nach Jahrzehnten funktionskompatible Lösungen liefern.

## Rechner- und Kommunikationskomponenten

### SVE2

Verarbeitungseinheit zum Betrieb am TXS-Rückwandbus

- ▷ Prozessor: AMD K6-2E
- ▷ Frequenz: 266 MHz

### SL22

Aufsteckmodul für die Prozessorbaugruppe, für 12 MBit/s TXS-Profibus-Netzwerke (Nachfolgetyp für SL21)

- ▷ Bus-Anschaltungen: 2
- ▷ kombinierbar: bis zu 4 SL22/SVE2

### SLM2

Umsetzermodule elektrisch/optisch für 12 MBit/s TXS-Profibus-Netzwerke (Nachfolgetyp für SLLM)

- ▷ Anschlüsse elektrisch: 1
- ▷ Anschlüsse optisch: 2

### SCP3

Kommunikationsprozessor für 10 MBit/s TXS-Ethernet zum Betrieb am TXS-Rückwandbus (Nachfolgetyp für SCP1, SCP2)

- ▷ Anschlüsse elektrisch: 1

### SES1

Switch und Medienkonverter für 10/100 MBit/s TXS-Ethernet-Netzwerke

- ▷ Anschlüsse elektrisch: 3
- ▷ Anschlüsse optisch: 2

### SEPC2

TXS Embedded PC, beispielsweise zum Aufbau von Gateways, für Einbau in Leittechnikschränke

- ▷ Ethernet-Anschlüsse: 3
- ▷ Profibus-Anschlüsse: 2
- ▷ Andere: DVI, VGA, USB, PS2, seriell, parallel

## Ein-/Ausgabebaugruppen

### SAI1

Analogeingabebaugruppe (Nachfolgetyp für S466)

- ▷ Kanäle: 16 (massebezogener Eingang) oder 8 differenziell
- ▷ Messbereiche: 0...125 mV; 0...1,25 V; 0...2,5 V; 0...5 V; 0...10 V; 1...5 V; -125...125 mV; -1,25...1,25 V; -2,5...2,5 V; -5...5 V; -10...10 V
- ▷ Spannung:
- ▷ Messbereiche Strom: 20 mA; 50 mA
- ▷ Kompatibilitätsmodus: zu S466

### SAO1

Analogausgabebaugruppe (Nachfolgetyp für S470)

- ▷ Kanäle: 8
- ▷ Spannungsausgänge: -10...10 V/3 mA
- ▷ Stromausgänge: 20 mA/750 Ω; 50 mA/300 Ω
- ▷ Kompatibilitätsmodus: zu S470

### SDI1 und SDI2

Binäreingabebaugruppe (Nachfolgetypen für S430, S431)

- ▷ Kanäle: 32
- ▷ Signale: 24 V/7 mA (SDI1-24)  
24 V/0,7 mA (SDI2-24)  
48 V/3,5 mA (SDI1-48)
- ▷ Kompatibilitätsmodus: zu S430/S431

### SDO1

Binärausgabebaugruppe (Nachfolgetyp für S451)

- ▷ Kanäle: 32
- ▷ Signale: 24 V/250 mA max (SDO1-24)  
48 V/125 mA max (SDO1-48)
- ▷ Kompatibilitätsmodus: zu S451

### SGPIO1

Mehrzweckbaugruppe mit Zähler, analogen und binären Ein- und Ausgängen

- ▷ Zähler: 4 × RS422, 10 MHz oder 4 × TTL, 10 MHz oder 4 × 24 V, bis 25 kHz
- ▷ Analog-Eingänge: 4 × 0...10 V
- ▷ Binär-Eingänge\*: 4 × 24 V
- ▷ Analog-Ausgänge\*: 4 × -10...10 V/3 mA
- ▷ Binär-Ausgänge\*: 4 × 24 V

\* in Vorbereitung

## Signalaufbereitung

### SAA1

Spannungsversorgung und Signalaufbereitung für Messumformer, mit Tiefpassfilter, Prüfbuchsen und analoger Signalausblendung

- ▷ Kanäle: 2
- ▷ Messumformer: 20 mA, 2- und 4-Draht
- ▷ Spannungsausgang: 0...2,5 V
- ▷ Stromausgang: 20 mA
- ▷ Überspannung: 230 V (Eingänge)

### SNV1-2,5, SNV1-10

Trennverstärker zur Signalverteilung mit Überspannungsschutz

- ▷ Eingang: 0...2,5 V, 0...10 V, 0(4)...20 mA
- ▷ Ausgang: 4 × 0(4)...20 mA
- ▷ Überspannung: 230 V AC/DC, rückwirkungsfrei gegen Eingang und andere Kanäle

### STT1

Temperaturmessumformer

- ▷ Widerstandsthermometer: Ptxxx, Nixxx in 2/3/4-Leitertechnik
- ▷ Thermoelemente Typ: K, J, B, E, N, R, S, T u. a.
- ▷ Kombifühler:
- ▷ Ausgang: 0...10 V oder 4...20 mA
- ▷ Vergleichsstellenkompensation: intern oder extern

### SBC1

Kontaktversorgung und Binärsignalaufbereitung mit Drahtbruchüberwachung, Antivalenzüberwachung von Wechslerkontakten und Simulationsmöglichkeit 4 Kanäle je mit:

- ▷ Geberversorgung: 48 V oder 24 V
- ▷ Eingänge: 1 Wechsler oder 2 Einfachkontakte oder 2 elektronische Kontakte

### SCR1

Baugruppe für die induktive Stellungsmessung von Steuerstäben in Druckwasserreaktoren, mit Synchronisierlogik, für 2 Stäbe

- ▷ Erregerausgänge: 2 × 0...200 mA/31 Hz
- ▷ Wechselspannungseingänge: 2 × 4, 0...22 V/100 Hz
- ▷ Spannungsausgänge: 2 × 4, 0...10 V

### SSC1

Signalaufbereitung für aktive und passive Drehzahlsensoren mit Stillstands-/Drehzahlüberwachung

- ▷ Frequenz/Drehzahl: 0...30 MHz / 0...6000 U/min
- ▷ Geberversorgung: 20...30 V, 100 mA
- ▷ Analogausgang: 0...10 V / 4...20 mA
- ▷ Impulsausgang: 0/24 V und RS422

## Strahlungs- und Aktivitätsmessung

### SCV1P

Gleichstromverstärker, als Signalaufbereitung für Neutronenflussdetektoren wie Ionisationskammern oder Kobalt-SPN Detektoren

- ▷ Kanäle: 3
- ▷ Eingang: 0...3 × 10<sup>-6</sup> bis 0...1 × 10<sup>-2</sup> A
- ▷ Ausgang: 0...10 V

### SCV1B

Gleichstromverstärker wie SCV1P, jedoch mit integrierter potentialfreier Hochspannungsversorgung z. B. für Spaltkammern

- ▷ Hochspannung: 200 V

### SCV2

Gleichstromverstärker, als Signalaufbereitung für Neutronenflussdetektoren; automatische Messbereichsumschaltung. Zusätzlicher entkoppelter Ausgang zum Anschluss von Backup- oder ATWS-Systemen

- ▷ Kanäle: 1
- ▷ Eingang: 0...10<sup>-12</sup> bis 0...10<sup>-3</sup> A
- ▷ Ausgang: 0...10 V

### SPSR1

Vorverstärker zur Signalaufbereitung von Impulsdetektoren

- ▷ Kanäle: 2
- ▷ Impulsrate: 1 MHz

### SSR1

Impulsverstärker und Diskriminator; für Zählrohre für Impulsbereichsmessungen und Aktivitätsüberwachung; Anschlussmöglichkeit eines Audio-Kanals

- ▷ Kanäle: 2
- ▷ Impulsrate: 1 MHz
- ▷ Impulsabstand: >150 ns
- ▷ Frequenzteiler für Ausgang: 1:1, 1:5
- ▷ Ausgang: RS422, TTL
- ▷ Audiokanal: 24 V
- ▷ Frequenzteiler: 1:1, 1:10, 1:100, 1:1000

### SPWR1

Vorverstärker für Spaltkammern

- ▷ Kanäle: 1
- ▷ Impulsrate: 1 MHz
- ▷ Wechselstrom: 5 µA

## Strahlungs- und Aktivitätsmessung (Fortsetzung)

### SWR1

Impuls- und Stromverstärkerbaugruppe für Weitbereichs-kanäle mit Spaltkammern; zusätzlicher entkoppelter Ausgang zum Anschluss von Backup- oder ATWS-Systemen; Anschlussmöglichkeit eines Audio-Kanals

- ▷ Kanäle: 1
- ▷ Impulsrate: 1 MHz
- ▷ Impulsabstand: >100 ns
- ▷ Frequenzteiler für Ausgang: 1:1, 1:5
- ▷ Ausgang Frequenzpfad: RS422, TTL
- ▷ Wechselstrompfad: 2...200 kHz
- ▷ Gleichstrompfad: 0...20 mA
- ▷ Ausgang: 0...10 V
- ▷ Audiokanal: 24 V
- ▷ Frequenzteiler: 1:1, 1:10, 1:100, 1:1000

### STG1

Testsignalgenerator für wiederkehrende Prüfung von Signalaufbereitungsbaugruppen und Detektoren; mit Spannungsbereichen und Impulsausgängen passend zu den oben genannten Baugruppen

### SHV1, 2

Hochspannungsquellen passend zu den oben genannten Messkanälen

- ▷ Ausgänge:  $\pm 1,5$  kV/20 mA; 4,5 kV/0,5 mA

## Signalverknüpfungs-, Entkopplungs- und Ausgabebaugruppen

### AV42

Baugruppe mit Antriebssteuerfunktion und integrierter Vorrangbildung zur Ansteuerung eines Stell- oder Regelantriebes durch die Sicherheitsleittechnik; mit Profibus DP-Schnittstelle zur Ansteuerung durch die Betriebsleittechnik sowie mit Anschlussmöglichkeit von Mosaik-Wartentischfeldern

- ▷ Kontaktversorgung Feld: 48 V (Drehmoment- und Wegend-Schalter)
- ▷ Eingänge für Sicherheitsleittechnik: 4
- ▷ Tischfeld-Anschlüsse: 2
- ▷ Profibus DP-Schnittstelle: 1

### SRB 1/2

Relais-Baugruppe mit 2 potentialgetrennten Wechsler-Kontaktsätzen und zwangsgeführten Rückmeldekontakten

- ▷ SRB1: mittlere Lasten, von 20 mA bis 5 A DC/24 V  
5 A AC/230 V  
0,3 A DC/220 V
- ▷ SRB2: kleine Lasten, von 1 mA bis 0,3 A AC, DC/60 V

### SPLM1-xxx

Logikbaugruppe, in verschiedenen vorprogrammierten Varianten verfügbar, für die Realisierung von festverdrahteten Logikfunktionen in ein- oder zweikanaliger Ausführung

- ▷ Anzahl Teilsysteme pro Baugruppe: 2
- ▷ Binäreingänge:  $2 \times 16$
- ▷ Binärausgänge:  $2 \times 8$
- ▷ Open-Collector-Ausgänge:  $2 \times 2$
- ▷ Antivalenzüberwachung: integriert, abschaltbar

### SPAM1

Programmierbare Baugruppe zur Analogsignalverarbeitung, mit verschaltbaren Modulen für die Verarbeitung von Analogsignalen und Simulationseingängen

- ▷ Analogeingänge:  $4 \times 4...50$  mA; 0...20 mA  
0...1 mA;  $\pm 2,5$  V;  $\pm 10$  V
- ▷ Binäreingänge:  $4 \times 24$  V
- ▷ Analogausgänge:  $4 \times \pm 10$  V/3 mA
- ▷ Binärausgänge:  $4 \times 24$  V/100 mA
- ▷ Analogschalter: 4
- ▷ Grenzsinalgeber: 2
- ▷ Min-/Max-Auswahl: 1
- ▷ Spannungsteiler: 2
- ▷ Addierer/Subtrahierer/  
Mittelwert: 1
- ▷ Integrator mit Reset: 1
- ▷ Verstärker mit Multiplizierer: 1

### SOBx-24, SOBx-48

Überspannungsbarriere, für Analog- und Binärsignale

- ▷ Kanäle: 12
- ▷ Überspannung: 230 V AC/DC
- ▷ Bemessung: 24 V DC bzw. 48V DC
- ▷ Nennstrom:  $\leq 150$  mA
- ▷ Restspannung: 40 V (bei 24 V Nennspannung)  
80 V (bei 48 V Nennspannung)

### SDMx

Diodenbaugruppen zur Signalentkopplung und Realisierung einfacher Signalverknüpfungen

## Baugruppenträger, Aufbautechnik, Prüfhilfsmittel

### SCBU1

19"-Absicherungseinheit mit elektronischen Sicherungsautomaten (thermische Sicherungsautomaten auf Anfrage)

### SCSU1

19"-Einspeiseeinheit mit Dioden zur redundanten 24 V DC Schrankeinspeisung sowie Einspeisefiltern

### SCSU2

19"-Einspeiseeinheit mit Wandlern für die Schrank-einspeisung bei 115/230 V AC

### SCMU

19"-Schranküberwachungseinheit mit Baugruppen für Schrankmeldeanlage, Selbstüberwachung und Laststromabschaltung

### SRACK 1/2

19"-Baugruppenträger mit Rückwandbus, Stromversorgung, Überwachungseinheit und Lüfter für 21 bzw. 2 × 10 Baugruppen mit Standard-Frontplatten

### SR-3U, SR-6U, SR-9U, SR-12U

19"-Baugruppenträger für 3- bzw. 6HE-Signalaufbereitungs- bzw. Logik-Baugruppen

### TDI

Diagnose-Interface zum Anschluss eines PCs an TELEPERM® XS-Baugruppen, zum Auslesen von Signalen über den Diagnosestecker sowie Parametrierung über den I2C-Bus

### TDI-Ext

Erweiterung des TDI1 um binäre Ein- und Ausgänge sowie analoge Ausgänge

## Softwarepakete

### TELEPERM® XS-Core-Software

SPACE-Editor, Bausteinbibliotheken, Code-Generatoren, Compiler und Linker, Servicegerät-Software und vorgelinkte Systemsoftware zur Projektierung und Generierung eines lauffähigen TELEPERM® XS-Systems

### TELEPERM® XS-SIVAT

Simulationspaket zum Testen von projektierten TELEPERM® XS-Systemen, mit Simulationssteuerung und Bibliotheken

### TELEPERM® XS-Gateway

TELEPERM® XS-Gateway-Software mit Shared-Memory-Schnittstelle für die TXS-Seite von Gateways

### Modbus-Gateway

Gateway-Software zur Anbindung von TELEPERM® XS-Systemen an Fremdsysteme mittels Modbus/TCP

### Andere Gateways

kundenbezogene Anpassung (auf Anfrage)

### TXS-QDS Production Software Package

für das Erstellen und Ändern von QDS-Applikationen erforderliche Software; umfasst Editor für QDS-Anzeigen, Code-Generator, Compiler und Linker, einschließlich vorbereiteter QDS-Systemsoftware

### TXS-QDS Runtime Software Package

für den Betrieb eines QDS erforderliche Software; umfasst Bootlader und Service-Unit-Software

### SIMGEN

Paket zur Erzeugung von TELEPERM® XS-Code für Trainingssimulatoren; unterstützte Simulatorsteuersysteme auf Anfrage

### ERBUS TM und ERBUS SCU

Softwarepakete für Prüfsystem ERBUS TXS zur Durchführung integraler Systemprüfungen und wiederkehrender Prüfungen

### TDI1-SW

Diagnostic Software für TDI1, Software zum Betrieb des TDI1-Diagnoseinterface auf PCs

Die Komponenten der Systemplattform sind für die nachstehend angegebenen Umgebungsbedingungen qualifiziert. Die Einhaltung der Bedingungen ist durch den Anlagenaufbau sicherzustellen.

### Versorgungsspannung

- ▷ Systemspannung: 24 V DC
- ▷ Netzteil-Lösungen: 115 V AC  
230 V AC  
andere Spannungen  
auf Anfrage

### Klima

Betrieb in klimatisierten Räumen

- ▷ Umgebungstemperatur: 0...55 °C Lufteintritt  
am Baugruppenträger  
0...45 °C  
im Elektronikraum
- ▷ Rel. Luftfeuchte: 5...85 %

### Seismische Nachweise

Die TELEPERM® XS-Hardware ist robust und für seismische Beanspruchung ausgelegt. Die Typprüfung der Baugruppen beinhaltet folgende Schwingungsprüfungen:

- ▷ Gleitsinusprüfungen nach KTA 3503 und IEC 780
  - Frequenzband 2...35 Hz (1 Oktave/min.):  
Beschleunigung 2 g in der Einbaulage
  - Frequenzband 5...100 Hz (10 Oktaven/min.):  
Beschleunigung 2 g
- ▷ Dreiachsprüfungen nach IEEE 344 u. EPRI TR 107330
  - Frequenzbereich 1...35 Hz:  
Beschleunigung bis zu 14 g
- ▷ Zusätzlich wurden Prüfungen zur Transportbeanspruchung durchgeführt (Schwingungsfestigkeit, Schockbeanspruchung)

### Erdung und Schirmung

TELEPERM® XS ist ausgelegt für Leittechnikräume mit normalen Industrie-Umgebungsbedingungen. Bei besonderen Beanspruchungen sind gegebenenfalls zusätzliche Schutzbeschaltungen vorzusehen.

TELEPERM® XS kann sowohl in Anlagen mit flächenhafter Erdung wie auch mit zentralem Erdungspunkt eingesetzt werden.

Signalleitungen sind geschirmt auszuführen.

Die Komponenten der Systemplattform erfüllen die Anforderungen der Normen EN 55011, 55022 sowie EPRI TR 102323.

## Leistungsdaten

### TXS-Rechner

- ▷ Verarbeitungseinheiten (VE): bis zu 8
- ▷ Zykluszeit: 5...1600 ms  
typisch 50 ms
- ▷ Kommunikationszyklus: typisch 50 ms
- ▷ Anzahl Funktionspläne pro VE: typisch 20...40
- ▷ Anzahl Funktionsbausteine pro Plan: typisch 20...30

### TXS-Profibus

für die systeminterne Kommunikation

Protokoll: Profibus FDL gemäß EN 50170 für die ISO/OSI-Ebenen 1 und 2 und TELEPERM® XS-spezifische Applikationsebene

- ▷ Medien: elektrisch, optisch
- ▷ Datenrate: 12 Mbit /s

### TXS-Ethernet

für die Anbindung von Melderechnern und Gateways, TXS-QDS und Servicegerät

Protokoll: CSMA/CD, LLC gemäß IEEE 802.3 für ISO/OSI-Ebenen 1 und 2 und TELEPERM® XS-spezifische Applikationsebene

- ▷ Medien: elektrisch, optisch
- ▷ Datenrate: 10/100 Mbit/s

### Standardschrank SC 9422

- ▷ Höhe × Breite × Tiefe: 2200 × 900 × 400  
(andere auf Anfrage)
- ▷ Schutzklasse: IP30  
(andere auf Anfrage)
- ▷ Stromaufnahme: typisch 550 W  
max 1280 W
- ▷ Masse: typisch 300 kg

### Wandgehäuse SWE 12

- ▷ Höhe × Breite × Tiefe: 800 × 600 × 400
- ▷ Einbauraum: 84TE, 13HE
- ▷ Schutzklasse: IP53
- ▷ Varianten: SWE 6, SWE 9



AREVA liefert ihren Kunden Lösungen für eine Stromerzeugung mit weniger CO<sub>2</sub>. Die Unternehmensgruppe verfügt über umfangreiche Kompetenz und legt höchsten Wert auf Sicherheit, Gesundheitsschutz, Transparenz und die Einhaltung ethischer Grundsätze. Damit setzt sie in ihren Märkten Maßstäbe. AREVA handelt mit Verantwortungsbewusstsein und im Streben nach kontinuierlicher Verbesserung.

Als Weltmarktführer im Bereich Kernenergie bietet AREVA ein einzigartiges, integriertes Leistungsspektrum an. Es umfasst den kompletten Brennstoffkreislauf, Konstruktion, Planung und Bau von Reaktoren sowie zugehörige Serviceleistungen. Darüber hinaus verstärkt das Unternehmen sein Engagement im Bereich der erneuerbaren Energien (Wind-, Solar- und Bioenergie, Wasserstoff). Ziel ist es, eines der drei weltweit führenden Unternehmen auf diesem Gebiet zu sein.

Mit diesem Portfolio tragen die 48 000 Mitarbeiter von AREVA dazu bei, immer mehr Menschen Zugang zu sicherer, umweltfreundlicher und wirtschaftlicher Energie zu ermöglichen.

**[www.areva.com](http://www.areva.com)**

**Sind Sie an ausführlicheren Informationen interessiert? Was kann AREVA sonst noch für Sie tun?  
Bitte setzen Sie sich mit Ihrem regionalen Vertrieb in Verbindung oder schreiben Sie uns an:**

**AREVA NP, SAS**

I&C and Electrical Systems  
Tour Areva  
92084 Paris La Défense Cedex  
Frankreich  
E-Mail: [I&C\\_ES@areva.com](mailto:I&C_ES@areva.com)

**AREVA NP GmbH**

I&C and Electrical Systems  
Paul-Gossen-Strasse 100  
91052 Erlangen  
Deutschland  
E-Mail: [I&C\\_ES@areva.com](mailto:I&C_ES@areva.com)

**AREVA NP, Inc.**

I&C and Electrical Systems  
7207 IBM Drive  
Charlotte, NC 28262  
U.S.A.  
E-Mail: [I&C\\_ES@areva.com](mailto:I&C_ES@areva.com)

*Es ist untersagt, diese Publikation in ihrer Gesamtheit oder Teile davon, egal in welcher Form, ohne schriftliche Einwilligung zu reproduzieren. Ein Verstoß gegen diese Bestimmungen kann straf- und zivilrechtliche Folgen haben.*

*Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Abbildungen ähnlich. Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben und Informationen dienen ausschließlich Werbezwecken und stellen kein Angebot zum Abschluss eines Vertrages dar. Sie dürfen weder als Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie, noch als Zusicherung einer allgemeinen oder speziellen Beschaffenheit, Gebrauchstauglichkeit oder Eigenschaft verstanden oder ausgelegt werden. Die getroffenen Aussagen beruhen, auch wenn sie zukunftsgerichtet sind, auf Erkenntnissen, die uns zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Publikation zur Verfügung standen. Maßgeblich für Art, Umfang und Eigenschaften unserer Lieferungen und Leistungen ist ausschließlich der Inhalt konkreter Verträge."*