

## Intelligenter NS-Hauptverteiler - Teil 3: Intelligenter Verteiler

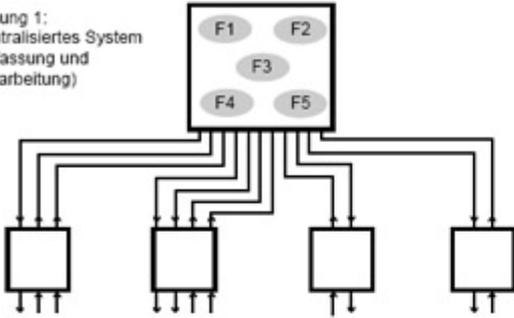
**Der intelligente Verteiler, wie er im vorhergehenden Kapitel definiert worden ist, beruht auf dem Konzept der dezentralisierten Architektur mit verteilter Intelligenz.**

Nach der Erklärung dieser Begriffe werden wir sehen, wie die einzelnen Funktionen einer elektrischen Anlage auf der Ebene einer vollständigen Anlage (TEM), eines NS-Verteilers oder eines Abganges optimal dezentralisiert werden können. Hierauf werden die Kriterien für die Wahl eines diese Bedürfnisse erfüllenden internen Kommunikationsbus des NS-Verteilers erklärt.

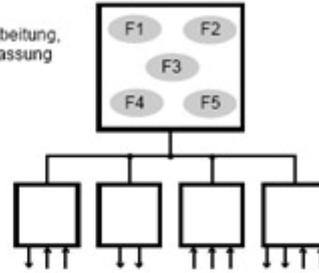
### Dezentralisierte Architektur und verteilte Intelligenz – Definitionen

- Ein Vergleich mit den Verhältnissen in einer Unternehmung ermöglicht ein besseres Verständnis dieser Begriffe.  
In einer zentralisierten Organisation werden alle Entscheidungen vom «Chef» getroffen. Die Untergebenen liefern ihm alle Informationen und nehmen seine Befehle entgegen und führen sie aus. In einer wirklich dezentralisierten Organisation werden die meisten Entscheidungen vom Chef an seine Untergebenen delegiert. Jeder handelt im Rahmen seiner Kompetenzen selbständig und erstattet seinem Vorgesetzten in zusammenfassender Weise Bericht. Nur die Funktionen, die jedermann betreffen, wie zum Beispiel die Lohnauszahlung, sind zentralisiert. Zudem kann eine bestimmte Funktion auf mehrere Untergebene aufgeteilt werden, was einen Informationsaustausch und eine gewisse Selbständigkeit des so gebildeten Teams bedingt.
- Die Abbildung 6 zeigt, wie eine Funktion
  - vollständig dezentralisiert werden kann,
  - teilweise dezentralisiert werden kann, wobei die Ausführung der Funktion dezentral erfolgt, deren Parametrisierung jedoch zentral und für mehrere Funktionen gemeinsam bleibt,
  - auf Betriebsmittel derselben Hierarchie-Stufe aufgeteilt werden kann.
- Die auf ein Unternehmen angewendete Dezentralisierung findet auf analoge Weise in der Steuerung und Überwachung einer elektrischen Anlage statt. Das Konzept des ZTM auf der Basis eines zentralisierten Betriebs macht dem Konzept des TEM Platz, das auf einer dezentral verzweigten Architektur mit verteilter Verarbeitung beruht. Es ist zu bemerken, dass die Starkstromverteilung (Architektur und Schutz) denselben Prinzipien folgt, was eine gute Kohärenz zwischen den Stark- und Schwachstromsystemen ermöglicht (siehe Abb. 7). Betrachten wir nun die Anwendung dieser Konzepte auf verschiedene elektrische Funktionen.

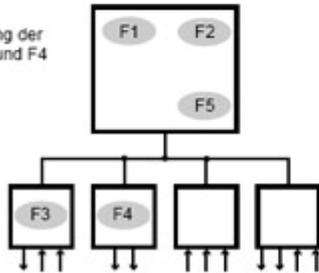
Lösung 1:  
Zentralisiertes System  
(Erfassung und  
Verarbeitung)



Lösung 2:  
Zentrale Verarbeitung,  
dezentrale Erfassung



Lösung 3:  
Dezentralisierung der  
Funktionen F3 und F4



Lösung 4:  
Verteilte Verarbeitung  
der Funktionen F2 und F5

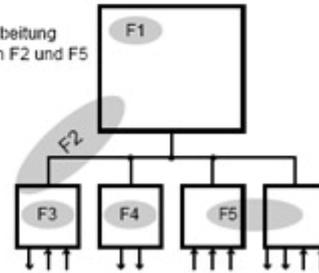


Abb. 6: Vom zentralisierten System zum dezentralisierten System mit verteilter Intelligenz.

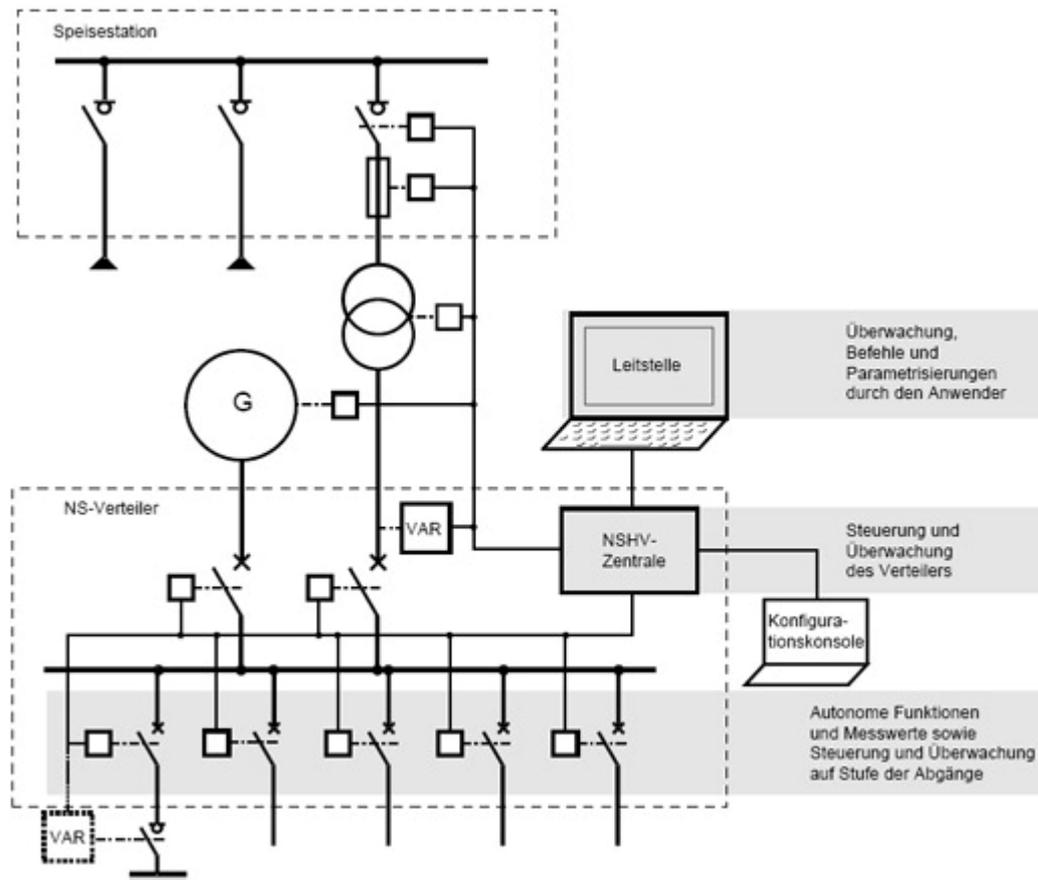


Abb. 7: Anlage kleiner bis mittlerer Leistung mit einem Leittechnik-System (TEM) mit Schwerpunkt im NSHV.

## Dezentralisierung der Funktionen in einer elektrischen Anlage

### Vertrags-Management

Diese Funktion verlangt eine globale Betrachtungsweise der Anlage. In zahlreichen Fällen (kleine und mittlere Anlagen) ist der NS-Verteiler das Zentrum der Anlage. In diesem Fall

wird diese Funktion durch die Zentrale dieses NS-Verteilers mit Lokal- oder Fernparametrisierung (von einer Leitstelle aus) gewährleistet. Bei einem Grossbetrieb (NS-Netz) erhalten die Verteiler die Betriebs-Sollwerte von einem vorgeschalteten System.

### Zeitsteuerung der Abgänge

In den ZTM-Systemen obliegt diese Funktion üblicherweise dem Supervisor, der sowohl die Parametrisierung der Arbeitsbereiche des Abgänge als auch die Ein- und Ausschaltbefehle für die Geräte ermöglicht. Die Parametrisierung der Bereiche muss auf Stufe der Leitstelle erfolgen, denn an dieser Station führt der Anwender diese Parametrisierungen durch. Bei einem TEM erfolgt hingegen die Ausführung dieser Befehle auf Stufe der Verteiler-Zentrale oder sogar auf Stufe jedes einzelnen Gerätes. Hierzu genügt es, dass dieses die Betriebs-Sollwerte erhält und mit einem internen Zeitimpulsgeber ausgerüstet ist, der regelmäßig vom Supervisor aktualisiert wird. Die Abbildung 8 zeigt die Informationsflüsse für eine herkömmliche zentralisierte Lösung und eine dezentralisierte Lösung. Es zeigt sich, dass durch die Dezentralisierung der Verarbeitung der permanente Informationsfluss entsprechend reduziert wird. Demgegenüber ist ein anderer, wesentlich beschränkterer Informationsaustausch erforderlich, um die verschiedenen internen Zeitimpulsgeber zu aktualisieren und neue Betriebs-Sollwerte zu übermitteln.

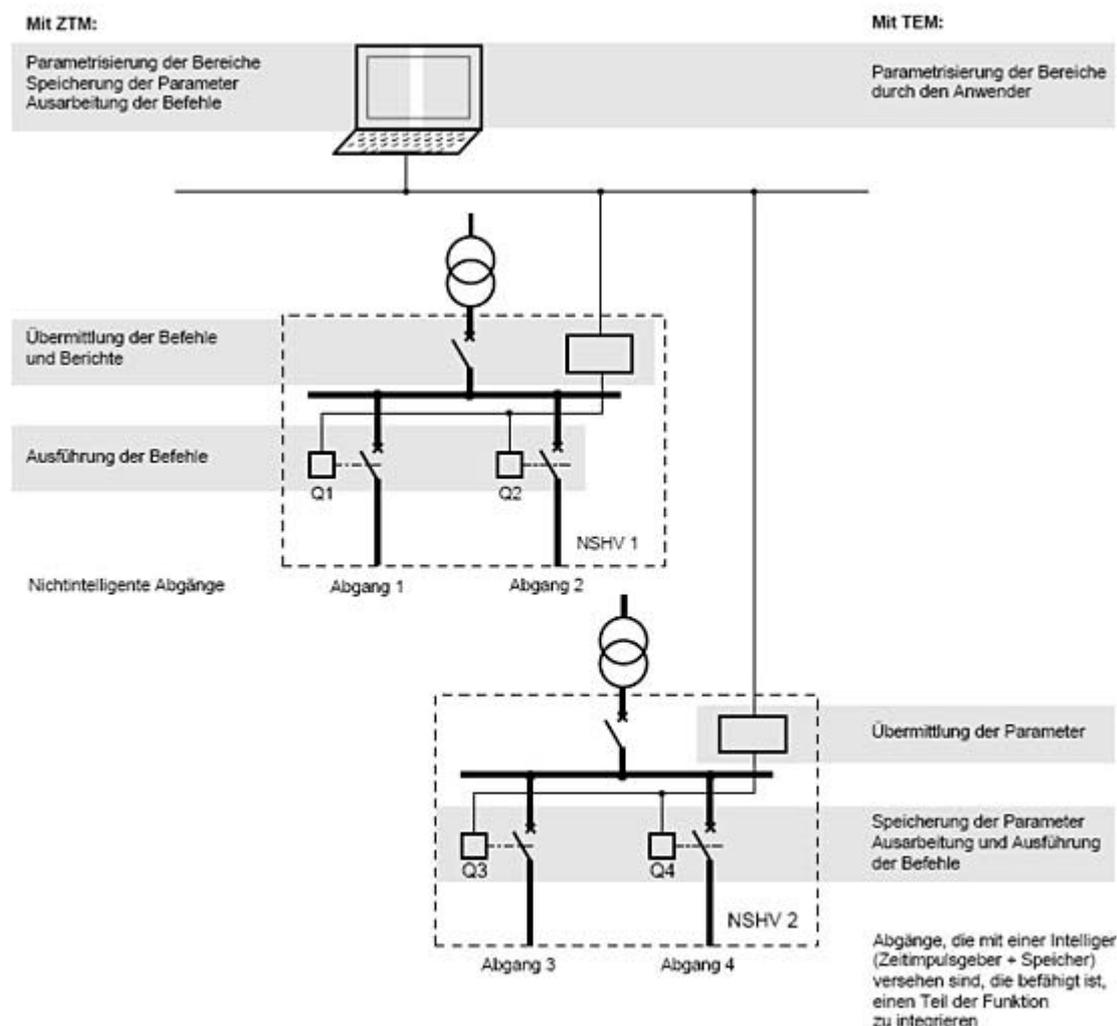


Abb. 8: Zeitsteuerung der Abgänge, je nachdem, ob diese Steuerung zentral (ZTM) oder dezentral und verteilt (TEM) ist.

## Steuerung der Stromversorgungsquellen

Diese Funktion wirkt auf die Einspeisungs- Leistungsschalter des Verteilers in Funktion von im Verteiler oder aus der unmittelbaren Umgebung erhaltenen Informationen. Es ist deshalb absolut logisch, dass die mit dieser Funktion verbundenen Verarbeitungen im elektrischen Verteiler durchgeführt werden. Zu bemerken ist, dass bei der Relais-Technologie die Relaisplatten im Verteiler installiert und die Schemas vom Schalttafelbauer erstellt waren. Es handelt sich um eine neue, von den meisten Schalttafelbauern nicht beherrschte Technologie, die diese Verarbeitungen in eine zentrale SPS verlegt hat! Wenn das Einspeisungsschema einfach ist, zum Beispiel mit der klassischen Normal/Notstrom-Umschaltung, wird diese Funktion vollständig dezentralisiert und von einer eigenständigen Standardeinrichtung realisiert. Wenn das Einspeisungsschema komplizierter oder eine parametrisierbare Abschaltung der Abgänge erforderlich ist, wird diese Funktion in die Verteiler-Zentrale verlegt:

- Wenn die Notstromquelle nur diesen NSHV speist, wird diese Funktion autonom durch eine NS-Verteiler-Zentrale realisiert (siehe Abb. 9).
- Wenn hingegen die Notstromquelle die MS und/oder mehrere NSHV speist, wird diese Funktion auf die Zentrale der MS-Schaltanlage und die Zentralen der einzelnen NS-Verteiler verteilt.

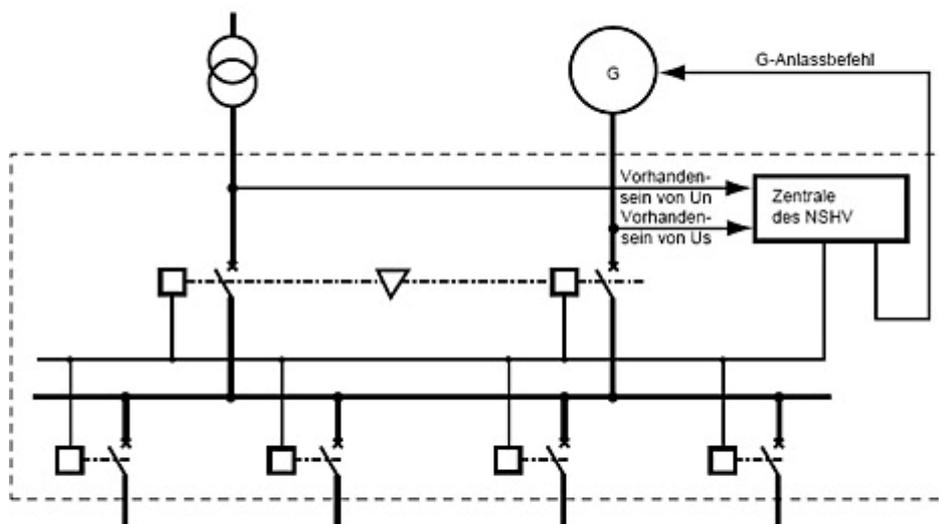


Abb. 9: Beispiel für die Steuerung der Stromversorgungsquellen. Bei dieser Lösung steuert die Zentrale die Abgänge durch progressive Wiedereinschaltung der Abgänge mit Priorität beim Betrieb am Notstromaggregat (G). Die Festlegung der Abgänge als mit oder ohne Priorität ist parametrisierbar. Es muss darauf hingewiesen werden, dass es nicht notwendig ist, die Sammelschiene in zwei Teile aufzuteilen, wodurch der Kupplungsschalter eingespart werden kann. Mit dieser Lösung lassen sich Schemas mit mehreren Einspeisungen auf einfache Weise behandeln.

## Blindleistungsregelung

Die Leistungsfaktorregelung durch die Zu- und Abschaltung von Kondensatorbatterien ist ein autonomer Automatismus, der in eine Einrichtung eingebunden ist, die man Blindleistungsregler nennt. Dieser Regler muss in mehr als 90% der Anlagen autonom arbeiten. Ein kommunizierender Blindleistungsregler kann mit Vorteil in ein TEM-System integriert werden. Dadurch werden die folgenden Funktionen realisierbar:

- Parametrisierung von einer Leitstelle aus.
- Auswertung der von der Verteiler-Zentrale verarbeiteten Störungsalarme.
- Auswertung der Wartungsinformationen im Rahmen der Gesamtwartung des Verteilers.

- Koordination der Funktion der Blindleistungsregelung mit anderen Funktionen des Verteilers.

So müssen zum Beispiel beim Betrieb an einem Notstromaggregat die Kondensatoren abgetrennt werden. Dies kann durch Öffnen des die Kondensatorenbatterien speisenden Leistungsschalters erfolgen, oder durch die Übermittlung eines Abschalt-Sollwertes an den Regler, wenn dieser über einen Bus mit der Verteiler-Zentrale verbunden ist, welche die Speisungsumschaltung steuert oder überwacht.

### **Abschaltung aufgrund eines Schwellwertes**

In bestimmten Situationen (Spannungsabfall infolge einer Störung im Netz, Ausfall einer Einspeisung, Überschreitung der von der den Verteiler speisenden Stromversorgungsquelle verfügbaren Leistung usw.) kann es nötig sein, rasch eine Gruppe von Abgängen ohne Priorität abzuschalten (zum Beispiel im Hinblick auf Probleme der dynamischen Stabilität). Die Abbildung 10 zeigt die dezentrale Verarbeitung der Abschaltung der Abgänge ohne Priorität nach einer Überschreitung der vom NSHV verteilten Leistung. Wie man sieht, ist der Informationsfluss reduziert. Die Zentral erhält eine Information und gibt einen Befehl auf den Bus, der von den betroffenen Leistungsschaltern ausgeführt wird.

### **Steuerung eines Abganges oder einer Einspeisung**

Die Steuerung eines Abganges (oder einer Einspeisung) kann alle oder einige der folgenden Funktionen umfassen:

- Leittechnik (Steuerung des Schaltgerätes und Erfassung seines Zustandes).
- Messungen (Ströme, Leistung, Energie usw.).
- Lokale oder abgesetzte Benutzeroberfläche.
- Kommunikation mit der Verteiler-Zentrale. Die Aufteilung dieser Funktionen auf verschiedene Module (siehe Abb. 11) ist eine Lösung, welche die Erfüllung der folgenden Randbedingungen ermöglicht:
  - Nicht alle Abgänge brauchen alle oben genannten Funktionen.
  - Die Benutzeroberfläche kann abgesetzt sein.
  - Die Benutzeroberfläche muss an den Anwender angepasst werden können (Sprache, Art des Benutzers usw.).

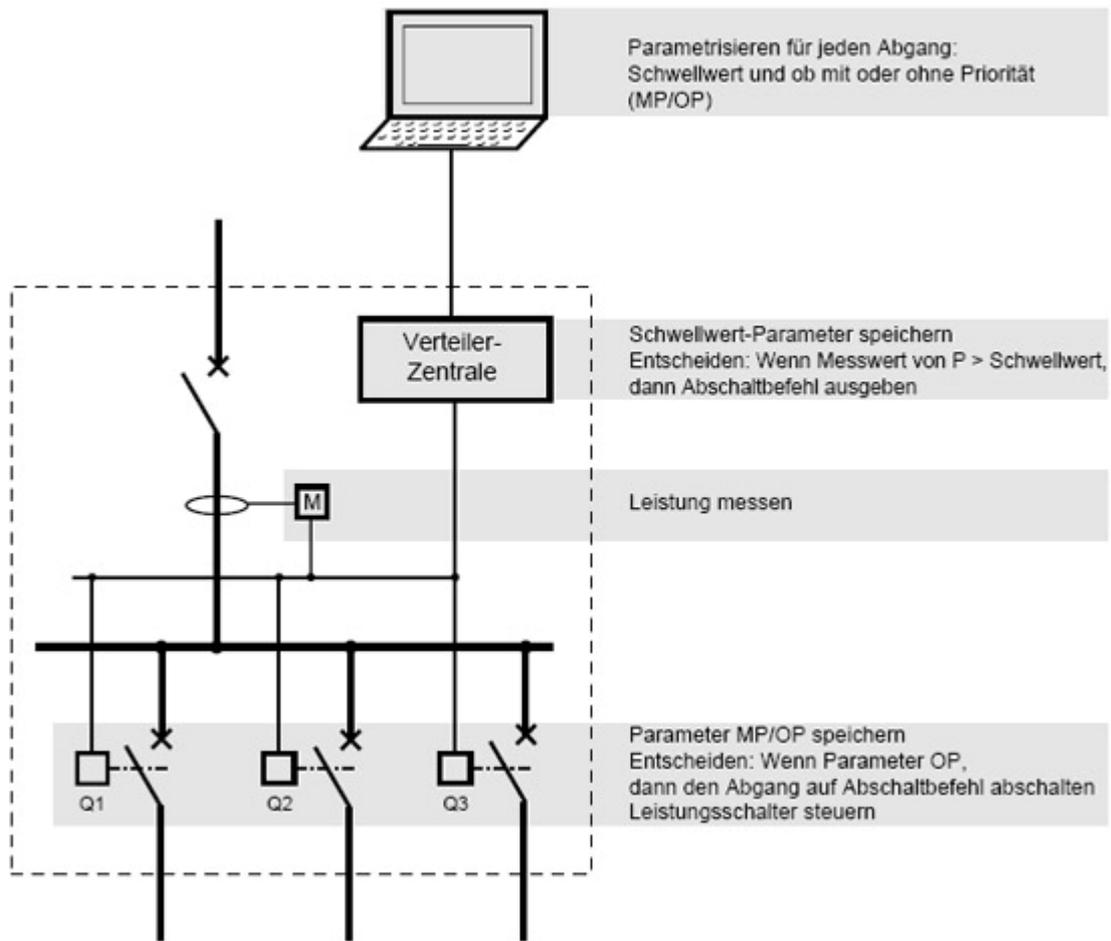
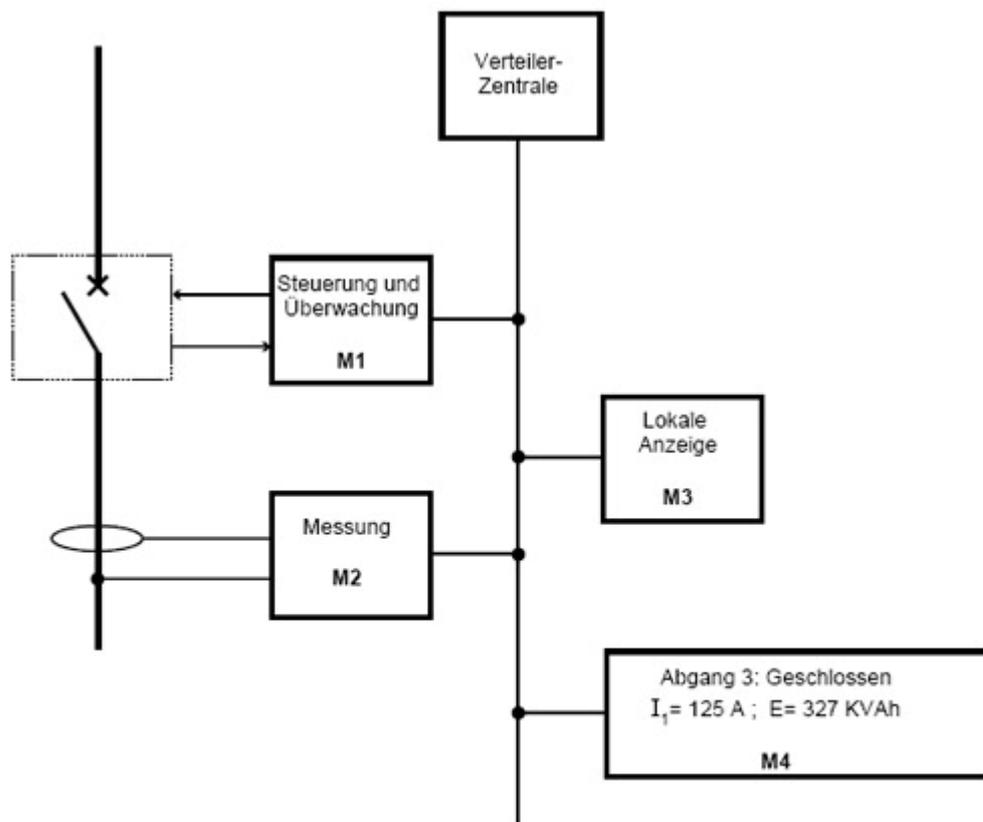


Abb 10: Beispiel der dezentralen Verarbeitung des Abschaltbefehls bei Überschreitung der Leistung.



Das Modul 1 steuert das Schaltgerät und erfasst seinen Zustand.

Das Modul 2 misst die Ströme und Spannungen und berechnet daraus die Leistung und die Energie.

Das Modul 3 zeigt lokal an der Frontseite des Verteilers die Zustände und Messwerte des Abganges an und kann diesen steuern.

Das Modul M4, das mit dem Modul M3 identisch ist, ist eine abgesetzte Anzeige ausserhalb des Elektro-Raumes. Die Anzeigart kann sich von derjenigen des M3 unterscheiden.

Abb. 11: Beispiel für die Aufteilung der Verarbeitungen für die Steuerung eines Abganges.

### Beherrschung der Komplexität

Ein komplexes Problem kann oft in eine Reihe von einfachen Grundproblemen aufgeteilt werden. So kann sich die Lenkung einer elektrischen Anlage wegen ihrer Größe und der Anzahl der zu verarbeitenden Funktionen als kompliziert erweisen. Durch die Dezentralisierung eines großen Teils der Funktionen werden die meisten Verarbeitungen kleineren Einheiten anvertraut, die besser beherrschbar und normierbar sind. Der bereits für den Starkstromteil der elektrischen Verteiler verwendete Begriff der serienmäßigen Baugruppe erstreckt sich nun auf die Funktionen des TEM. Die Einheit der höheren Stufe wird dadurch wesentlich entlastet und kann sich auf die Verarbeitungen konzentrieren, die effektiv ihre Aufgabe sind.

### Technisch-wirtschaftliche Randbedingungen

Wie wir bereits im vorhergehenden Kapitel gesehen haben, führt die Vervielfältigung des Informationsflusses zur Entwicklung von hierarchischen Architekturen. In gleicher Weise, wie man in einer größeren Anlage die Energieverteilung aufteilt (NSHV, Unterverteiler, Anschlusskästen usw.), ist die hierarchische Aufteilung der Informationsverarbeitung die richtige Lösung:

- Die Anforderungen (Reaktionszeit, Umgebung, Durchsatz usw.) sind im Innern eines Verteilers nicht gleich wie in der Gesamtanlage.

- Nicht alle für eine Funktion nützlichen Informationen sind notwendigerweise auf der höheren Ebene brauchbar. Somit sind nicht unbedingt alle lokal verfügbaren Informationen von Interesse für den Anwender.
  - Gewisse Informationen sind für die Wartung bestimmt.
  - Andere Informationen müssen zusammengefasst werden, um zu verhindern, dass der Anwender in einer Lawine von Informationen versinkt (siehe Abb. 12).
  - Die Programmierungskosten werden durch die Verwendung von Standard-«Codes» für die meisten Funktionen reduziert.

### Kontinuität der Versorgung

In einem zentralisierten System bewirkt eine Störung eine Unterbrechung der Versorgung der gesamten Anlage. In einem dezentralisierten System hingegen kann dieselbe Störung auf das betroffene Teilsystem beschränkt werden, während der Rest der Anlage in Betrieb bleiben kann, wenn auch eventuell nur in beschränkter Masse. So bleiben zum Beispiel bei einer Wartung der Verteiler-Zentrale die lokalen, Verteiler-internen Funktionen dank der Dezentralisierung in Betrieb.

### Wartbarkeit

Ein dezentralisiertes System setzt eine große Zahl von Verarbeitungseinheiten ein, wobei deren Ausfallrate nicht kumulativ ist. Die beschränkte Anzahl der Anschlussstellen minimiert die Ausfälle. Die Störungserfassungsraten betragen dank einer Reihe von Selbsttests der digitalen Einrichtungen und der Kommunikationsbus-Systeme nahezu 100%.

### Anwendungsflexibilität

- Die Inbetriebnahme eines neuen Betriebs erstreckt sich oft über längere Zeitperioden. Nicht selten wird die abgesetzte Leitstelle aus Budgetgründen ein oder zwei Jahre nach der Inbetriebnahme der Verteiler geliefert. Die Dezentralisierung zahlreicher Verarbeitungen auf die Stufe der einzelnen Verteiler ermöglicht es diesen, während dieser ganzen Zeit autonom zu arbeiten.
- Im Rahmen der Erneuerung bestehender Anlagen kann die Nachrüstungsaktion ebenfalls über mehrere Jahre geplant werden. Die Dezentralisierung erleichtert den Ersatz eines Verteilers, da der neue Verteiler beim Hersteller geprüft werden kann, und für den Anschluss an das Leitsystem eine einzige serielle Verbindung genügt.

Information	Verwendung	
	Wartungs-lokal	Leit-stelle
Geräte-Position	X	X
Fehler an Abgang	X	X
Energie-Messwert		X
Abgang nicht verfügbar (Zusammenfassung)		X
<input type="checkbox"/> Gerät ausgefahren/verriegelt	X	
<input type="checkbox"/> Gerät nicht gespeist	X	
Auslöser-Einstellung	X	
Lastabwurf läuft	X	X

Abb. 12: Beispiel für die Aufteilung der verfügbaren Informationen auf ihren Bestimmungsort.