

Der Einfluss kürzerer Entwicklungszyklen bei den IEDs auf die Schutzprüfung

Nashmi H. Al-Harbi, Ahmed Abdulhamied M. Yanbawi (National Grid, Saudi Arabia); Richard Marenbach, Michael Albert (OMICRON electronics Deutschland GmbH, Germany)

richard.marenbach@omicronenergy.com

Germany

Zusammenfassung

Die Lebenszyklen moderner digitaler Schutzgeräte werden immer kürzer. Zudem nehmen die Zeitintervalle zwischen den Firmware-Aktualisierungen für diese Geräte beständig ab. Das hat zur Folge, dass die Anforderungen an die Prüfung in diesen unterschiedlichen Phasen zunehmen. Hersteller müssen die Produktqualität des Gerätes in der Endkontrolle gewährleisten. Netzbetreiber müssen beispielsweise die Anforderungen an die Schutzfunktionen, die Qualität der Firmware, die korrekte Inbetriebnahme, die Parametereinstellungen und vieles mehr überprüfen und sicherstellen.

Dieser Beitrag konzentriert sich auf den Lebenszyklus von Schutzgeräten aus der Sicht eines Netzbetreibers. Er gruppiert und ordnet die unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus und zeigt die Prüfanforderungen in den einzelnen Phasen. Dabei werden die entsprechenden Aspekte in Bezug auf die Prüfung von der ersten Vorqualifizierung bis hin zur periodischen Wartung diskutiert. Weitere Punkte sind die Bedeutung von Spezifikationen und Standardisierungen sowie die Nutzung möglicher Synergien.

Als Beispiel für die erfolgreiche automatische Prüfung wird die Lösung für die Wartungsprüfung der 380 kV-Freileitung von National Grid Saudi Arabia vorgestellt.

Schlüsselwörter: Firmware, Spezifikation, Vorqualifizierung, Typprüfung, Werksabnahmeprüfung, Inbetriebnahmeprüfung, Wartungsprüfung, Standardisierung, Schutzgerät, Lebenszyklus

1 Einführung

Die Lebenszyklen von IEDs werden immer kürzer. Zudem nehmen die Zeitintervalle zwischen den Firmware-Aktualisierungen für diese Geräte beständig ab. Das hat zur Folge, dass die Anforderungen an die Prüfung in diesen unterschiedlichen Phasen zunehmen. Hersteller müssen die Produktqualität des Gerätes in der Endkontrolle gewährleisten. Netzbetreiber müssen beispielsweise die Anforderungen an die Schutzfunktionen, die Qualität der Firmware, die korrekte Inbetriebnahme, die Parametereinstellungen und vieles mehr überprüfen und sicherstellen.

2 Lebenszyklus eines Betriebsmittels

Dieser Abschnitt gibt einen Einblick in die unterschiedlichen Lebenszyklusphasen eines IED aus der Sicht eines Netzbetreibers. Die hauptsächlich dem IED-Hersteller zuzuordnenden Phasen werden vernachlässigt. Entsprechend ergibt sich für die hier betrachteten Phasen folgende Gliederung:

- Planungsphase
- Ausschreibungsphase
- Werksabnahmeprüfung
- Inbetriebnahmephase
- Wartungsphase

Während jeder einzelnen Phase sind unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Allerdings können bei all diesen Maßnahmen auch Fehler auftreten. Diese Fehler müssen verhindert oder eliminiert werden.

2.1 Planungsphase

Während der Planungsphase eines Schutzsystems wird das gesamte System definiert. Der Planungsingenieur muss definieren, welche primärseitigen Betriebsmittel er schützen muss und wie er dies umsetzt. Das Schutzsystem ist gekennzeichnet durch seine Selektivität, Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Alle diese Attribute müssen so gewählt sein, dass die Schutzphilosophie des Netzbetreibers erfüllt wird. Dabei sind mehrere Fragen zu beantworten, wie beispielsweise:

- Welche Schutzfunktionen werden verwendet?
- Welche Schutzfunktionen werden vom Hauptschutz und welche vom Reserveschutz abgedeckt?
- Wie wird der Backup-Schutz umgesetzt?
- Welches Kommunikationssystem wird innerhalb des Umspannwerks beziehungsweise zwischen den Umspannwerken verwendet?

In all diesen Phasen und Prozessen können dem Planer Fehler unterlaufen. Möglicherweise ist das Schutzsystem nicht selektiv oder es bezieht andere erforderliche Aspekte nicht mit ein. Darüber hinaus können sich Fehler in den IED-Einstellungen einschleichen, die auf unbekanntem oder fehlerhaften Daten der primärseitigen Betriebsmittel beruhen. Schließlich sind fehlerhafte Berechnungen eine Quelle für falsche IED-Einstellblätter.

2.2 Ausschreibungsphase

Die Ausschreibungsphase ist die wohl wichtigste Phase. Sie besteht aus vielen unterschiedlichen Schritten. Zuerst muss ein Präqualifizierungsverfahren definiert werden, das die Beschreibung aller Testfälle beinhaltet, die ein neues Schutz-IED durchlaufen muss [1]. Dieses Verfahren hilft, den Zeitdruck aus dem Ausschreibungsprozess zu nehmen, denn es kann zu jeder Zeit gestartet werden, bevor die eigentliche Ausschreibung veröffentlicht wird. Auf diese Weise lassen sich ein Hersteller und sein Produkt vorqualifizieren und der Ausschreibende hat Sicherheit, dass nur Produkte zum Angebot kommen, die tatsächlich die Anforderungen erfüllen. Er kann sich auf andere Aspekte, wie zum Beispiel den Preis oder Lieferbedingungen, konzentrieren [2].

Das Präqualifizierungsverfahren kann eine schriftliche Beschreibung der geplanten Tests beinhalten, die das IED durchlaufen muss, oder sogar digitale Dateien, die auf den zu testenden Geräten laufen sollen.

Doch auch in dieser Phase kann es zu Störungen kommen, die zu einem späteren Zeitpunkt die Funktion des IED stark beeinflussen. Einerseits können die Testfälle während des Vorqualifizierungsprozesses

nicht alle Bedingungen abdecken, andererseits kann es sein, dass die IEDs nach den vordefinierten Standards nicht ordnungsgemäß funktionieren.

2.3 Phase der Werksabnahmeprüfung (FAT)

Die FAT (Factory Acceptance Test)-Phase findet im Werk des IED-Herstellers statt. Zu diesem Verfahren gehört auch der Kunde selbst beziehungsweise eine Organisation oder Person, der/die diese Testreihen begleitet. In dieser Phase wird die Funktionalität des IED im Schutzschrank getestet. Hierbei kann auch die Kommunikation zwischen den IEDs eines Schutzschrankes beziehungsweise unterschiedlicher Schutzschränke oder anderen Remote-Prozessen Teil des Tests sein. Für die Prüfung der Leistungsfähigkeit eines IED wird häufig eine Standardeinstellung des Kunden als Parameter verwendet.

Gibt es dann im Setup noch immer Störungen, werden sie höchstwahrscheinlich auf Verdrahtungsfehlern im Schrank beruhen, die dann mit entsprechend höherem Aufwand während der Inbetriebnahmephase beseitigt werden müssen.

2.4 Inbetriebnahmephase

Die Phase der Inbetriebnahme beginnt mit der Lieferung des Schutzschrankes vor Ort. Alle IEDs, Prozesse und Kommunikationskanäle müssen überprüft werden. Das ganze System wird so aufgebaut, dass anschließend alles perfekt und wie geplant funktioniert. Dazu gehören auch Stromwandler, Spannungswandler, Merging Units und Leistungsschalter.

Die IEDs erhalten ihre endgültigen Einstellungen. Die Abnahmeprüfung am Aufstellungsort (Site Acceptance Test - SAT) schließt die Inbetriebnahme ab. Doch auch hierbei können Fehler übersehen werden. Werden die IED-Einstellungen während der Inbetriebnahme durchgeführt, könnte ein IED aufgrund eines Fehlers durch den Inbetriebnahmetechniker oder wegen einer Fehlkalkulation eine falsche Einstellung erhalten. In der Umspannstation können aber auch Verdrahtungsfehler, Kommunikationsfehler und Verriegelungsfehler auftreten.

2.5 Wartungsphase

Ist das IED einige Zeit in Betrieb, wird es Zeit für die erste Wartungsprüfung. Ziel dieser Prüfung ist die Beurteilung, in wie weit das gesamte IED mit den mit ihm in Zusammenhang stehenden Prozessen korrekt funktioniert. Kann der Prüftechniker sicher davon ausgehen, dass zwischenzeitlich niemand Einstellungen am IED geändert hat, dann wird die Überprüfung sehr schnell von statten gehen. Trotzdem müssen die Prüfsequenzen so definiert sein, dass jegliches Fehlverhalten des IED sowie der mit ihm in Verbindung stehenden Prozesse und Betriebsmittel (inkl. Stromwandler / Spannungswandler, Merging Units und Leistungsschalter) einwandfrei funktionieren.

Werden hier nicht die richtigen Prüffälle für das IED eingesetzt, dann können Fehler aufgrund beschädigter Komponenten oder solche, die noch aus der Inbetriebnahmephase stammen, nicht erkannt werden.

2.6 Konsequenzen

Während der jeweiligen Phasen des Lebenszyklus durchläuft das IED eine Vielzahl von Prüffällen. Dabei muss jeder einzelne Prüffall eine sehr hohe Qualität besitzen. Das Ziel sollte deshalb immer sein, jede dieser Phasen ohne verbleibende Fehler zu beenden. Dies ist allerdings nur theoretisch möglich. Daher wäre es erstrebenswert, die Anzahl der Fehler am Ende einer Phase minimiert zu haben.

Leider argumentieren viele Dienstleister, dass Wartungsprüfungen mit einem Minimum an Aufwand durchgeführt werden sollten, was vermutlich wirtschaftlichen Gesichtspunkten geschuldet ist. Diese Sichtweise könnte sich jedoch als problematisch herausstellen. Wie bereits erwähnt, sind mit hoher Wahrscheinlichkeit am Ende der Inbetriebnahmephase bei weitem noch nicht alle Fehler im Schutzsystem der Umspannstation beseitigt. Deshalb muss zumindest die erste Wartungsprüfung nach der Inbetriebnahme mit sehr hoher Qualität durchgeführt werden.

Dies ist besonders dann sehr wichtig, wenn der Netzbetreiber die Wartungsprüfung an einen Subunternehmer vergibt. In diesem Fall ist es wohl die beste Vorgehensweise, dass der Netzbetreiber die Prüfmethode selbst definiert, so dass der Subunternehmer klare Anweisungen bezüglich Durchführung und Inhalte hat.

3 Der Prüfzweck

Die zur Prüfung verwendeten Sequenzen können völlig unterschiedliche Intentionen haben. In der folgenden Tabelle werden einige solcher Beispiele mit ihrem spezifischen Inhalt vorgestellt.

Ziel der Prüfung	Inhalt (beispielhaft)
Gesamtes Schutzsystem	Prüfen, ob das Schutzsystem (alle installierten IEDs) auf einer parallelen Leitung ordnungsgemäß funktioniert: Selektivität für alle Arten von Fehlern, Backup-Schutz ist richtig konfiguriert, Leistungsschaltversagerschutz funktioniert ordnungsgemäß.
Verifizierung der Einstellparameter	Prüfen, ob das IED innerhalb seiner vom Hersteller beschriebenen Toleranzen ordnungsgemäß funktioniert.
Kommunikation im Umspannwerk	Prüfen, ob der gewählte Kommunikationsstandard innerhalb des Umspannwerks oder für Remote-Prozesse wie gewünscht funktioniert.
Einzelne Schutzfunktion	Prüfen, ob eine bestimmte Funktion eines bestimmten Betriebsmittel wie gewünscht schützen kann. Beispiel: deckt das Polygon eines logischen Knotens mit PDIS-Funktionalität alle Fehler ab, die zu einem Lichtbogen auf einer ausgewählten Übertragungsleitung führen können?
Dynamische Effekte	Prüfen, ob ein IED auch dann noch richtig funktioniert, wenn der zugehörige Stromwandler bereits gesättigt ist.
Auslöselogik	Prüfen, ob ein selbst entwickeltes logisches Schema innerhalb eines IED gemäß seiner Definition arbeitet.
End-to-end	Überprüfen Sie, ob der Signalvergleich ordnungsgemäß funktioniert oder der Leitungsdifferentialschutz.

Meldungen	Prüfen, ob alle Meldungen in der gewünschten Weise erzeugt werden. Der Prüftechniker sollte seine volle Aufmerksamkeit der Definition des betreffenden Prüffalls widmen, so dass nur die zu prüfende Meldung ausgelöst wird und nicht viele andere.
Verdrahtungsprüfung	Prüfen, ob die Drähte an die richtigen Klemmen angeschlossen sind.
Einhaltung der Normen	Prüfen, ob das IED gemäß der definierten Normen arbeitet, d.h. gemäß IEC 61850 oder IEC 60255-121.
Firmware-Update	Prüfen, ob ein Firmware-Update erforderlich ist, ob es alle Anforderungen erfüllt (speziell bezüglich der Präqualifizierung) und ob das IED nach dem Firmware-Update noch ordnungsgemäß funktioniert.

Für alle Arten von Prüfungen eines Schutzsystems gibt es eine wichtige Regel: ändere niemals die Einstellungen eines IED, nur um eine bestimmte Funktionalität zu überprüfen. Dies gilt auch für die Inbetriebnahme. Das Nichtbeachten dieser Regel führt dazu, dass der Prüftechniker nie die endgültigen Einstellungen überprüft.

4 Kürzere Entwicklungszyklen in der Industrie

Da neue IEDs eine Vielzahl von ausschließlich auf Software basierenden Funktionen enthalten, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass in immer kürzeren Abständen Firmware-Updates des Herstellers herausgegeben werden. Da jede Implementierung einer neuen Firmware-Version in ein IED einer Präqualifizierung beziehungsweise Inbetriebnahme gleich kommt, ist es sinnvoll, alle für die Prüfung des IED vorgesehenen Prüffälle zu koordinieren. In diesem Sinne wäre es geschickt, über eine umfassende Prüfstrategie für das gesamte Unternehmen nachzudenken.

4.1 Unkoordiniertes Prüfen

Während jeder Phase des Lebenszyklus muss das IED spezifische Prüffälle durchlaufen. Bevor ein Prüffall durchgeführt wird, muss sich der Prüftechniker im Klaren sein, worin der Prüfungsinhalt besteht und wie er das spezifische Prüfergebnis erhalten kann. Die Definition eines Prüffalls kann sehr viel Zeit in Anspruch nehmen. Dagegen ist das Ausführen der Prüfung selbst mit Hilfe moderner digitaler Prüfgeräte und deren hohem Automatisierungsgrad nur eine Frage von Minuten. Dies bedeutet, dass die Zeit für die Festlegung des Prüffalls und die Einrichtung des Prüfsystems sehr wichtig sind. Das sollte jeder Netzbetreiber beachten, wenn es um Effektivität bei der Prüfqualität und Prüfungsgeschwindigkeit geht.

In Abbildung 1 ist die Zeit dargestellt, die für die Definition und Ausführung des gleichen (oder eines ähnlichen) Prüffalls während der jeweiligen Phasen erforderlich ist.

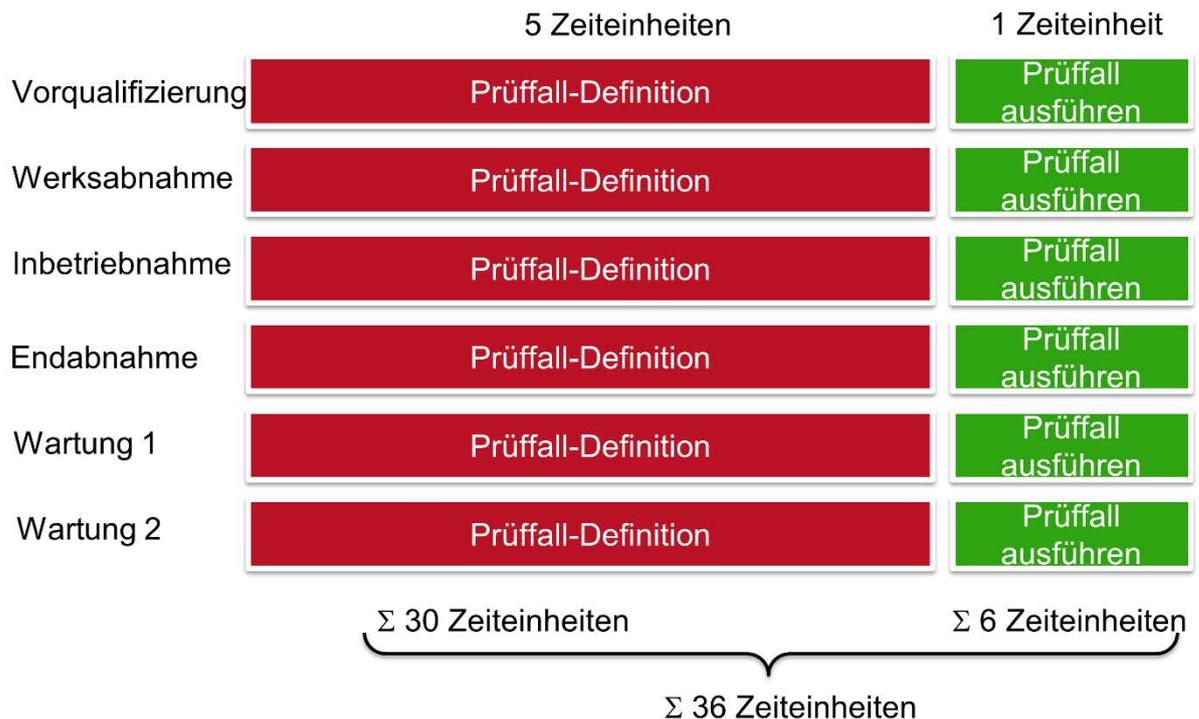


Abbildung 1: Gesamtprüfzeit für die Definition und Durchführung von Prüffällen mit unkoordinierter Prüfung

In jeder Phase des Lebenszyklus gibt es eine verantwortliche Person (vermutlich jeweils aus einer anderen Abteilung), die darüber nachdenkt, wie bestimmte Schutzfunktionen des IED oder auch das komplette IED zu prüfen sind. Angenommen, die Vorbereitung eines Prüffalls erfordert 5 Zeiteinheiten und diese Prüfung wird in jeder anderen Phase von jeweils einer anderen Person definiert, dann werden für den gesamten Lebenszyklus 6 x 5 Zeiteinheiten benötigt, also insgesamt 30 Zeiteinheiten (unter der Voraussetzung, dass jede Person die gleichen Zeit benötigt). Nimmt man darüber hinaus an, dass unterschiedliche Prüfetechniker den definierten Prüffall zum gleichen Zweck durchführen, dann benötigen sie 6 x 1 Zeiteinheit, was in Summe 6 Zeiteinheiten ergibt. Für den gesamten Ablauf ohne Koordination der Prüfverfahren sind also 36 Zeiteinheiten erforderlich.

4.2 Koordiniertes Prüfen

Wird die Definition von Prüffällen über das gesamte Unternehmen hinweg koordiniert, kann viel Zeit eingespart werden. Es ist daher erforderlich, die betreffenden Arbeitsprozesse im Unternehmen so anzupassen, dass die Mitarbeiter zusammenarbeiten können, auch wenn sie nicht derselben Abteilung angehören. Das Ziel sollte sein, dass ein und derselbe Prüffall nicht in jeder Phase neu definiert wird. Das käme sonst der ständigen Neuerfindung des Rades gleich.

Werden die Prüffälle nur für die erste Phase neu definiert und in den darauf folgenden Phasen wiederverwendet, dann ergibt das eine enorme Zeiteinsparung, die die Effizienz drastisch erhöht.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, lassen sich dadurch 5 x 5 Zeiteinheiten einsparen, was zu einer Zeitreduzierung von 70 % führt. In gleicher Höhe beläuft sich auch die finanzielle Einsparung. Beim Einsatz leistungsstarker Prüfgeräte ist es sogar möglich, diese definierten Prüffälle in digitaler Form so zu speichern, dass die Prüfgeräte sie direkt laden und den Test ausführen können. So bleibt die Prüfqualität auch bei wechselnden Prüfetechnikern gleich.

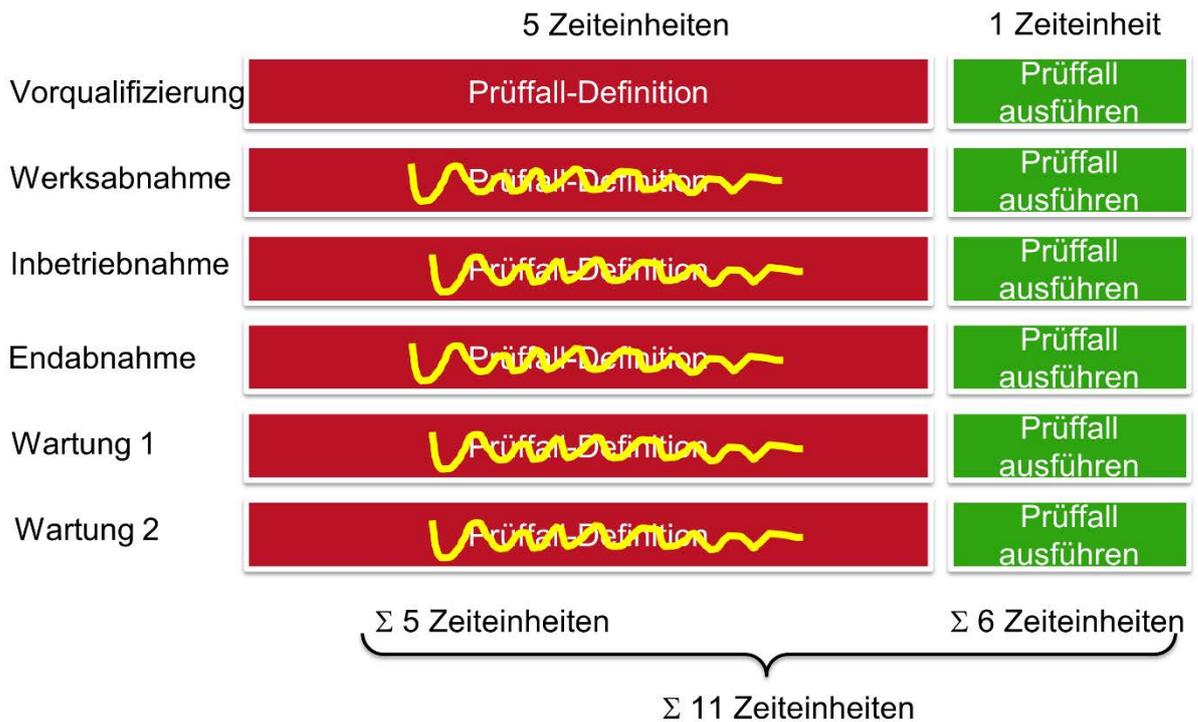


Abbildung 2: Gesamtprüfzeit für die Definition und Durchführung von Prüffällen mit koordinierter Prüfung

5 Prüfmatrix

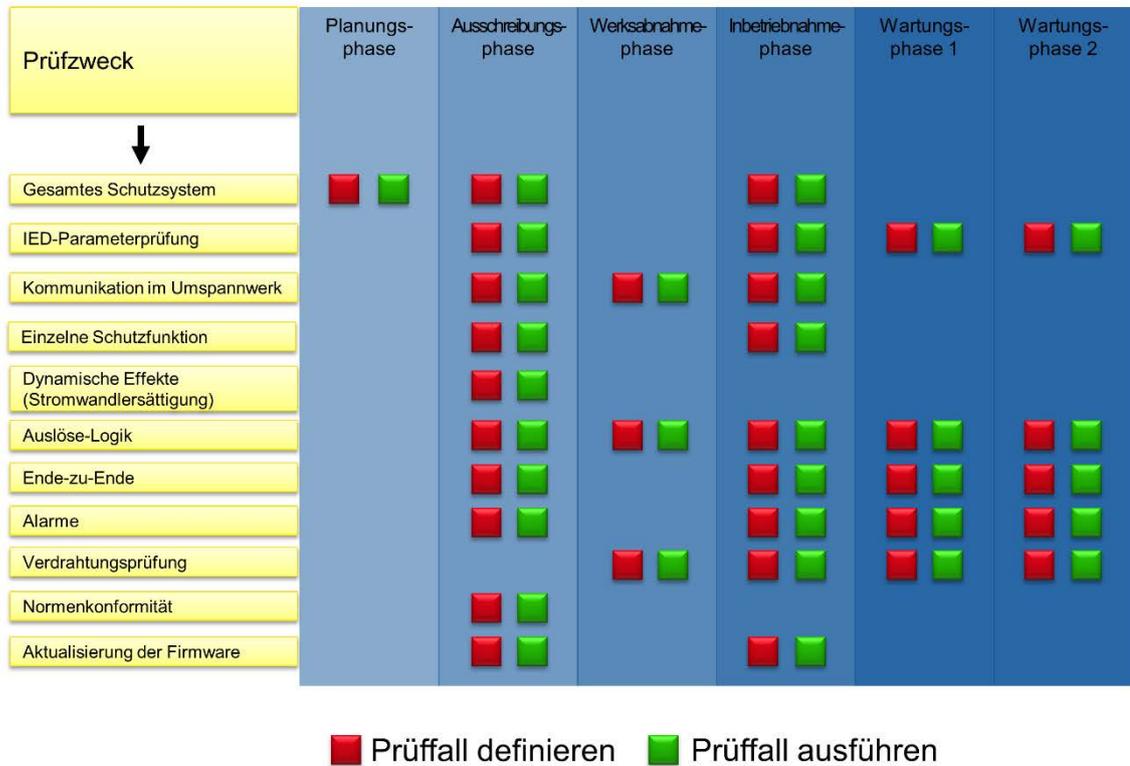


Abbildung 3: Testmatrix bei unkoordinierter Prüfung

Zusammengefasst über den gesamten Lebenszyklus eines IED erhält man einen vollständigen Überblick über alle Prüfdefinitionen und Prüffälle.

Abbildung 3 zeigt ganz offensichtlich, dass viele Prüffälle in jeder Phase immer wieder neu definiert werden (rote Quadrate), wenn der Workflow im Unternehmen nicht koordiniert ist. Könnten die Prüfdefinitionen von einer Abteilung an eine andere weitergeleitet werden, dann würde das die Effizienz erhöhen. Prüffälle müssten dann nur einmal definiert werden (siehe Abbildung 4). Nach diesem Ansatz kann dieser einmal definierte Prüffall (grünes Quadrat) so oft verwendet werden, wie es die Prüfphilosophie des Unternehmens vorgibt. Das Ergebnis dieses Ansatzes ist in Abbildung 4 dargestellt.

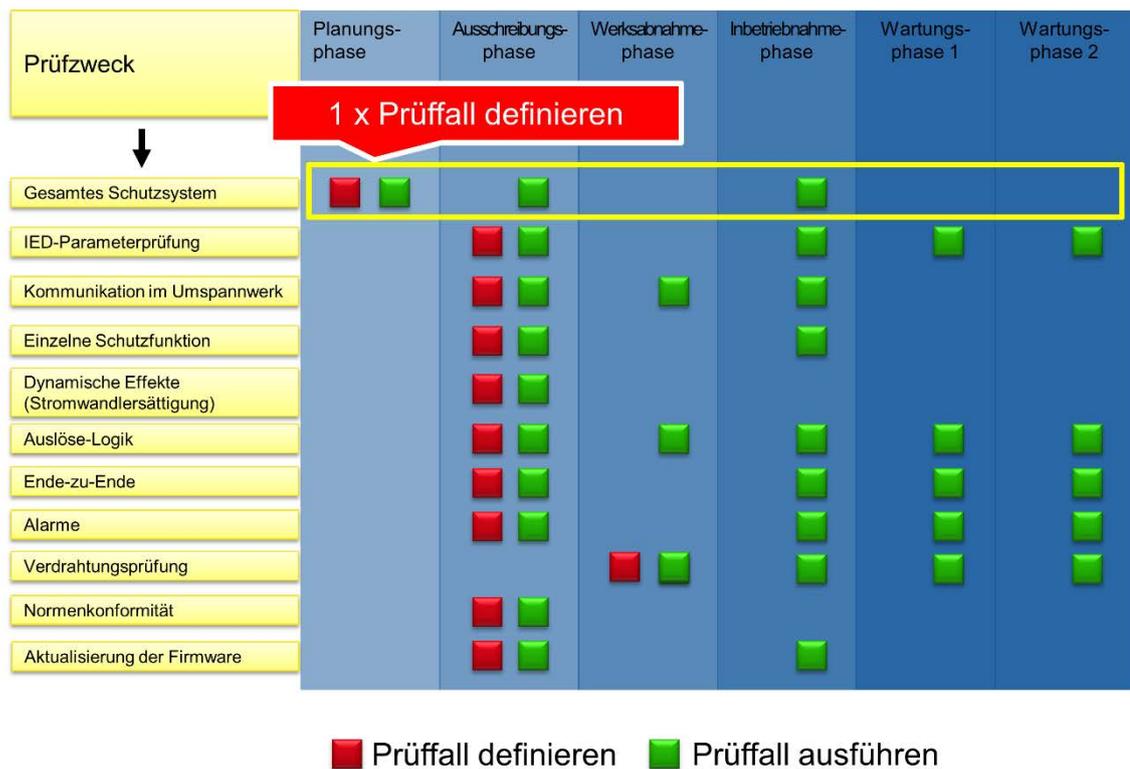


Abbildung 4: Testmatrix bei koordinierter Prüfungen

6 Umsetzung bei National Grid

National Grid betreibt das Übertragungsnetz in Saudi-Arabien. Das Unternehmen entschied sich für eine Prüflösung, die für alle Schutzrelais innerhalb ihres Netzes umgesetzt werden soll. Die wichtigste Anforderung ist, dass jeder Prüfingenieur die Prüfung mit der gleichen Prüfqualität durchführen kann. Das erfordert eine anspruchsvolle Prüfspezifikation [3].

Eine einfache Lösung für eine solche Prüfdefinition besteht darin, alle notwendigen Prüfschritte so festzulegen, dass ein Prüfingenieur in der Lage ist, die Prüfung mit einem Prüfgerät eines beliebigen Herstellers durchzuführen. National Grid beschloss noch einen Schritt weiter zu gehen, um die Prüffälle so weit wie möglich zu automatisieren. Dazu wurden die Fähigkeiten der OMICRON Test-Universes-Software genutzt, speziell die einzigartige XRIO-Funktion. Test Universe ist in der Lage, alle Relaisparameter und alle Prüfsequenzen für ein ganzes Relais in einer einzigen Datei zu hinterlegen, um damit alle erforderlichen Prüffälle für die Prüfung der Schutzfunktionen für die 380-kV-Freileitung durchzuführen:

- Leitungsdifferentialschutz
- Distanzschutz
- Überstromzeitschutz / Not-UMZ
- Signalvergleich (bei Distanzschutz & gerichtetem Erdfehler)
- Automatische Wiedereinschaltung
- Gerichteter Erdfehler
- Zuschalten auf Kurzschluss
- Pendelsperre
- Leistungsschalterversagen

In Abbildung 5 ist ein solcher Prüfplan dargestellt.

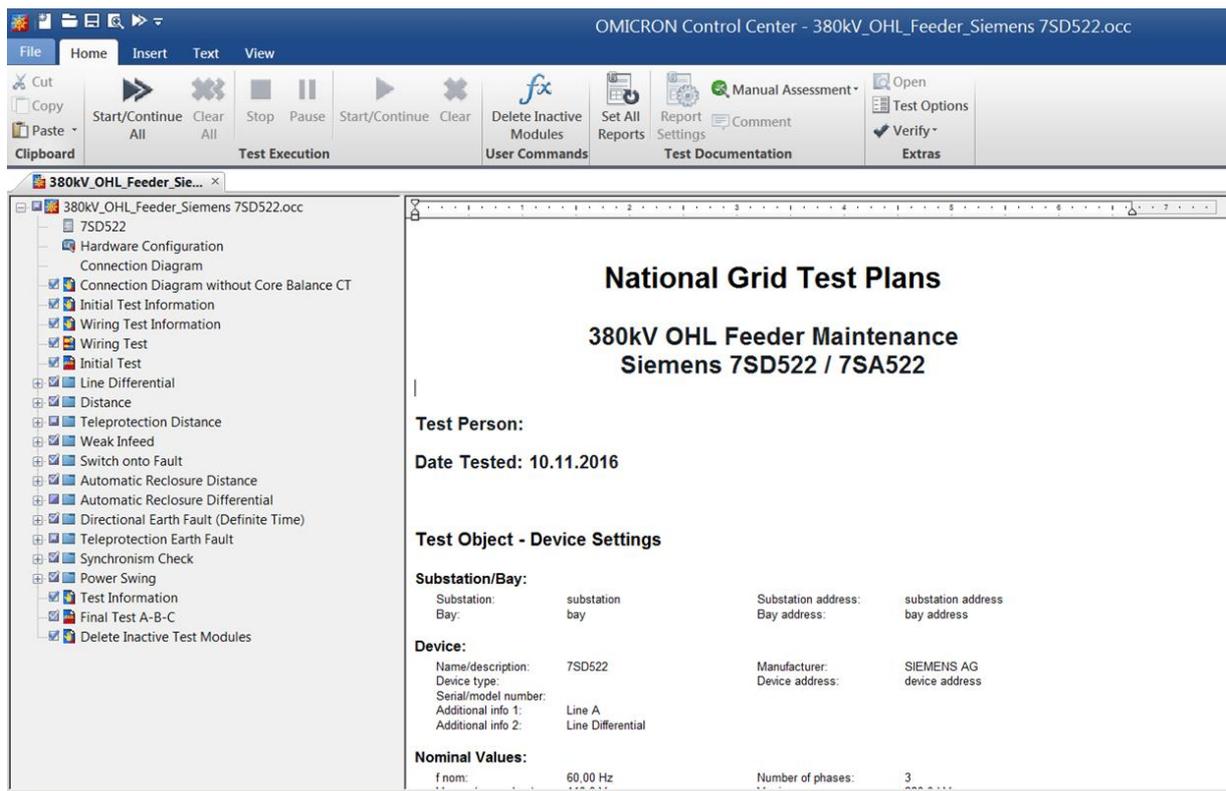


Abbildung 5: Automatischer Prüfplan für 380-kV-Freileitungen bei NG

Diese hoch automatisierte Lösung besteht aus einer OCC-Datei, die alle notwendigen Prüfungen für den speziellen Abzweig enthält. Möchte ein Prüftechniker eine bestimmte Einspeisung mit bestimmten Einstellungen prüfen, muss er die Informationen aus dem Einstellblatt für das IED in die Software übertragen (siehe Abbildung 6). Das Einzigartige ist dabei, dass der Benutzer die Relaisparameter nur einmal in das Prüfsystem eingeben muss. Über die XRIO-Technologie von OMICRON haben alle Prüfmodule Zugriff auf diese Daten.

Aus diesem Grund bietet OMICRON Prüfbeispiele für mehr als 370 unterschiedliche IEDs von mehr als 20 unterschiedlichen Herstellern, einschließlich aller Relaisdaten, die ein Prüftechniker [4] nutzen kann.

Darüber hinaus sind alle Prüfungen jederzeit vollständig reproduzierbar, was bei Störungsanalyse äußerst sehr hilfreich ist.

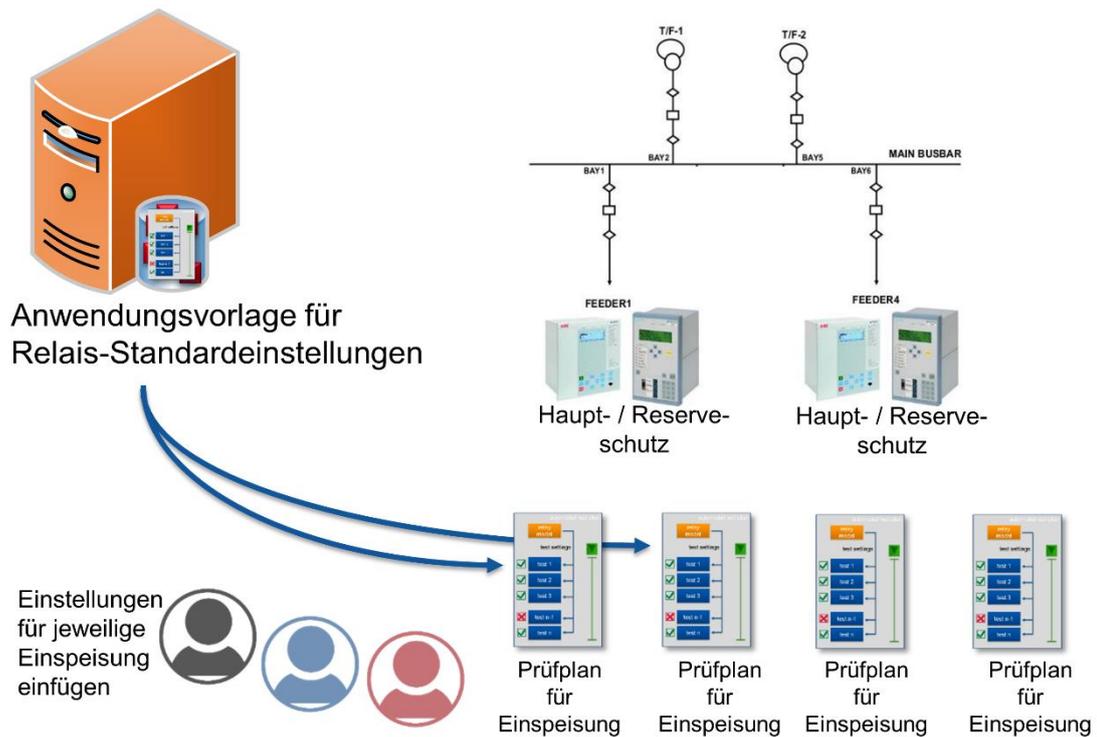


Abbildung 6: Ablauf der Wartungsprüfung bei NG

7 Resümee

Da die Entwicklungszyklen von IED-Herstellern in naher Zukunft immer kürzer werden, müssen auch Prüfprozesse innerhalb eines Unternehmens angepasst werden. Die Überarbeitung der Arbeitsprinzipien bei der Prüfung kann zu einer höheren Effizienz von Zeit und Qualität führen.

- Qualität: die Prüfungen sind besser reproduzierbar und wiederholbar als manuelle Prüfungen.
- Kostenreduzierung durch Zeiteinsparung bei der Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Prüfung selbst.
- Schreiben der Prüfspezifikation und das Definieren der Prüfungen dokumentiert das Wissen erfahrener Mitarbeiter für die Zukunft.
- Lösung technischer Fragen durch ein zentrales Team von Spezialisten und Verbreitung einer standardisierten Lösung für die Prüftechniker im Feld.
- Verbesserung der Prüftiefe durch sehr anspruchsvolle Prüffälle. Diese Prüfungen können in der Regel nicht von jedem Prüftechniker durchgeführt werden.
- Einsatz erweiterter Funktionen der Prüfwerkzeuge, die den Prüftechnikern im Feld nicht bekannt sind.

Referenzen

- [1] Prequalification of new Assets using the Example of Distance Protection Devices, Christoph Trabold, Michael Albert, Richard Marenbach (OMICRON electronics Deutschland), PAC World Conference 2016, Ljubljana, 2016
- [2] Rules applicable to procurement by entities operating in the water, energy, transport and postal services sectors until 2016, Directive 2014/25/EU
- [3] 380-kV-OHL protection testing at National Grid using customized test plans, Nashmi H. Al-Harbi, Ahmed Abdulhamied M. Yanbawi (National Grid, Saudi Arabia), OMICRON Saudi User Meeting, Al-Khobar, Saudi Arabia, 7th – 9th of May 2017
- [4] Automated testing of motor protection IEDs, Michael Albert (OMICRON electronics Deutschland), PAC World Magazine, March 2017

OMICRON ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das innovative Prüf- und Diagnoselösungen für die elektrische Energieversorgung entwickelt und vertreibt. Der Einsatz von OMICRON-Produkten bietet höchste Zuverlässigkeit bei der Zustandsbeurteilung von primär- und sekundärtechnischen Betriebsmitteln. Umfassende Dienstleistungen in den Bereichen Beratung, Inbetriebnahme, Prüfung, Diagnose und Schulung runden das Leistungsangebot ab.

Kunden in mehr als 140 Ländern profitieren von der Fähigkeit des Unternehmens, neueste Technologien in Produkte mit überragender Qualität umzusetzen. Servicezentren auf allen Kontinenten bieten zudem ein breites Anwendungswissen und erstklassigen Kundensupport. All dies, zusammen mit einem starken Netz von Vertriebspartnern, ließ OMICRON zu einem Marktführer der elektrischen Energiewirtschaft werden.

Mehr Informationen, eine Übersicht der verfügbaren Literatur und detaillierte Kontaktinformationen unserer weltweiten Niederlassungen finden Sie auf unserer Website.