

Überspannungsschutz für die moderne Prozessleit- und Automatisierungstechnik

Dipl.-Ing. Helmut Pusch



Dipl.-Ing. (FH) Helmut Pusch (29) ist seit 1994 im Unternehmen DEHN + SÖHNE beschäftigt. Er studierte Elektrotechnik (Nachrichtentechnik) an der Fachhochschule in Regensburg. Nach Funktionen als Technischer Berater und Vertriebsingenieur leitet er im Bereich Technisches Marketing das Team Technik. Im Rahmen seiner Tätigkeit im Key Account Business akquiriert und betreut er Projekte der Telekommunikation und Chemie/Petrochemie.

DEHN + SÖHNE GmbH + Co. KG
Technisches Marketing
Postfach 1640
D-92306 Neumarkt
Tel. 0 91 81/9 06-3 29
Fax 0 91 81/9 06-3 33
eMail helmut.pusch@dehn.de

technik vergeben. Wesentlicher Bestandteil der Konzeptplanung und der Realisierung war neben der funktionellen Reinstromentierung auch der Einsatz von modernen Überspannungsschutzmaßnahmen.

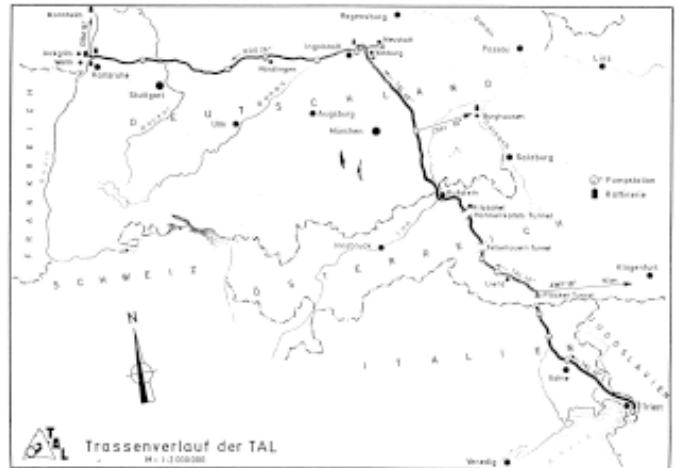


Bild 1: Trassenverlauf der TAL

1. Einleitung

Im Rahmen des Modernisierungsprogramms für die Mess-, Steuer-, Regeltechnik der wichtigsten Rohölpipeline Europas (TAL) wurden umfangreiche Überspannungsschutzmaßnahmen durchgeführt. Die Deutsche Transalpine Oelleitung GmbH (TAL) betreibt die zwischen dem italienischen Triest und dem bayerischen Ingolstadt bestehende Transportstrecke. Überspannungsschutzmaßnahmen nicht nur für die Spannungsversorgung waren durchzuführen sondern in besonderem Maße für die an die Prozessleittechnik herangeführten Signale wie Druck, Temperatur, Füllstand.

2. Modernisierungsprojekt der TAL

Bereits seit 1967 betreibt die Deutsche Transalpine Oelleitung GmbH (TAL) die wichtigste Rohölpipeline Europas zwischen dem italienischen Triest und dem bayerischen Ingolstadt. 465 km muss das "schwarze Gold" bis zur Zentralstation in Ingolstadt hinter sich bringen. Von dort geht es nochmal über einen Abzweig 270 km bis in die Nähe von Karlsruhe (Bild 1). Im gesamten Streckenverlauf sind fast 1600 m Höhenunterschied über die italienischen und österreichischen Alpen zu überqueren (Bild 2). Die TAL deckt zu 100% den Rohölbedarf von Bayern, 75% von Österreich und zu 55% den von Baden-Württemberg.

Durch den gestiegenen Stellenwert der Pipeline bei der Rohölversorgung Deutschlands vom Mittelmeer aus – 1996 wurde die CEL (Central European Line) mit einem Trassenverlauf von Genua über die Alpen wegen mangelnder Auslastung, Umweltproblemen und den damit verbundenem hohen Sanierungsbedarf geschlossen – wurde 1996 der Auftrag für die Modernisierung der Automatisierungs- und Kommunikations-

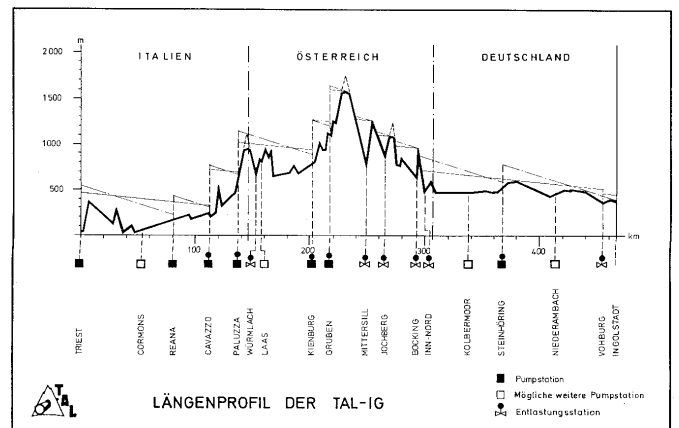


Bild 2: Längenprofil der TAL

3. Auswirkungen von Überspannungen

Überspannungen entstehen unter anderem durch Ein-/Aus-schaltvorgänge in den Energieversorgungssystemen. Hierzu gehören das Zuschalten von Transformatoren ebenso wie das Ausschalten eines Kurzschlusses durch eine Sicherung. Eine weitere Ursache sind Blitzentladungen.

Bei direkten Einschlägen wirkt ein eingepprägter Blitzstrom direkt auf ein betrachtetes Objekt ein, z. B. eine Leitwarte (Bild 3), es kommt zu einer lokalen Potentialanhebung, die einige 10000 V betragen kann. Konkret: Ein Messumformer 0/4...20 mA, montiert in 50 bis 100 m Entfernung, befindet sich auf einem anderen Erd-Ruhepotential als das Prozessleitsystem (Bild 4), in das der Messwert übertragen wird. Schlägt der Blitz in die Leitwarte (Prozessleitsystem) ein, wird dieses lokale Potential angehoben, das Ruhepotential des Messumformers

jedoch nicht. Somit kommt es zu einem Potentialunterschied zwischen Prozessleitsystem und "eingeführtem" Potential, dem 0/4...20 mA-Signal. Da die Spannungsfestigkeit der Eingangskarten der Leitsysteme nur Mindestanforderungen genügen, diese für den Beeinflussungsfall "Blitz" nicht ausreichen, sind offene Funkenüberschläge auf den Platinen und in den integrierten Schaltungen die Folge.

Unter indirekten Blitzeinschlägen versteht man Blitzeinschläge in der Umgebung des Objektes. Dabei werden durch das elektromagnetische Feld, das die Blitzentladung umgibt, Überspannungen in elektrischen Energieversorgungssystemen, MSR-Leitungen, Daten- sowie Kommunikationsleitungen induziert. Je nach Entfernung des Blitzeinschlages und der Verlegung der Kabel können Induktionsspannungen von einigen 100...1000 V auftreten.

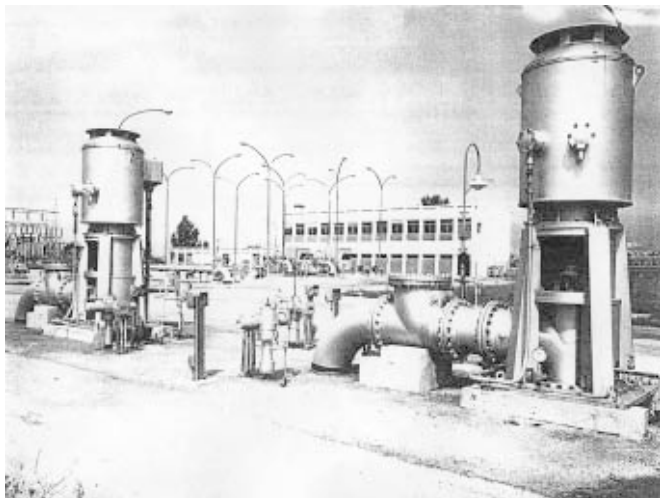


Bild 3: Pumpen mit Messumformern im Feld mit Betriebsgebäude in Ingolstadt

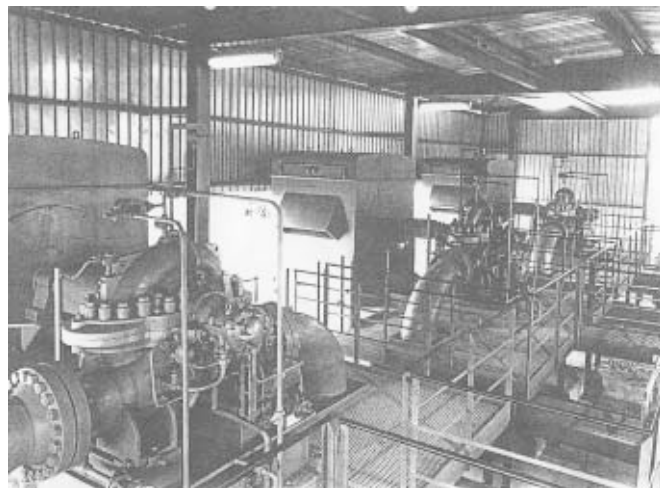


Bild 4: Pumpenstationen

Schaltüberspannungen und induzierte Überspannungen in Installationsschleifen, verursacht durch indirekte Blitzeinwirkung, sind häufig verantwortlich für Schäden an Endgeräten und Anlagenteilen. Auch hier entstehen die Schäden aufgrund der nicht ausreichenden Spannungsfestigkeit der Betriebsmittel.

Moderne Überspannungs-Schutzgeräte setzen an dieser Stelle an. Sie stellen den Potentialausgleich in solchen Situationen her, d. h. der Ausgleichsvorgang geschieht kontrolliert im Schutzgerät und verhindert so Zerstörungen.

4. Blitz-Schutzzonenkonzept bei der TAL

Bewusst der Tatsache, dass beim Ersatz der "alten", robusten Relaisbaugruppen durch empfindliche elektronische Steuerungen dem Blitz- und Überspannungsschutz besondere Beachtung geschenkt werden muss, ist bei der Planung das Blitz-Schutzzonenkonzept nach IEC 61312-1 angewendet worden. Das zu schützende Volumen (Leitwarte, Vor-Ort-Mess-Stelle) wird in Schutzzonen eingeteilt. Vorhandene metallene Konstruktionen, wie z. B. Äußere Blitzschutzanlagen, Verteilerschränke oder Gehäuse von Betriebsmitteln, werden zur Bildung von Schutzzonen verwendet. Von der Feldseite (Zone 0) folgen Zonen mit geringerem Gefährdungspotential sowohl hinsichtlich elektromagnetischer Beeinflussungen als auch leitungsgebundener Störungen. Zone 0 stellt die Zone mit der höchsten Gefährdung dar; hier können direkte Blitzeinschläge auftreten, das elektromagnetische Feld kommt ungedämpft zur Wirkung. An den Schnittstellen der Schutzzonen 0 auf 1 werden alle von der Feldseite eingehenden Leitungen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einbezogen. Dazu zählen metallene Rohre genauso wie Energie-, MSR- und Kommunikationsleitungen. Verbindungen für den Blitzschutz-Potentialausgleich sind ausreichend stossstromfest auszuführen. Überspannungs-Ableiter für den Einsatz an der Zonenschnittstelle 0/1 müssen in der Lage sein, Blitzströme oder wesentliche Teile davon zerstörungsfrei ableiten zu können. Solche Ableiter werden Blitzstrom-Ableiter genannt. An jedem weiteren Zonendurchtritt ist ein örtlicher Potentialausgleich herzustellen. Betrachtet man die Zonenschnittstelle 1 auf 2 und handelt es sich um betriebsmäßig strom-/spannungsführende Leitungen, so sind hier Überspannungs-Ableiter zu installieren. Die Dimensionierung der Ableiter, wie Nennspannung, Ableitvermögen sowie Schutzpegel, erfolgt nach dem an der Schnittstelle vorhandenem Gefährdungspotential.

4.1. Strom-/Spannungsversorgung

Im Rahmen der Modernisierung der Prozessleittechnik und der Automatisierungstechnik wurden die bestehenden Verteilungen für die Energieversorgung genutzt. Es wurde somit auf die bestehende Infrastruktur zurückgegriffen und der vorhandene Blitzschutz genutzt. Im Wesentlichen wurde sich auf die neue Steuerungstechnik konzentriert. Neu installierte Stromversorgungssysteme wurden eingangsseitig mit Überspannungs-Ableitern auf Varistorbasis vom Typ DEHNguard T beschaltet. Für die 230/400 V Seite kommen die Schutzgeräte DEHNguard T 275 V zum Einsatz, für die 24 V DC Seite DEHNguard T 75. Der Unterschied der Ableiter liegt in der Ableiterbemessungsspannung, d. h. die max. Nennspannung, an der die Ableiter betrieben werden dürfen (**Bild 5**). Im Falle eines Defektes sind die steckbaren Schutzmodule einfach auszutauschen.



Bild 5: Überspannungs-Ableiter DEHNguard T 275

4.2. MSR-Kreise

Für den Schutz der ca. 18.000 I/O-Signale kommt das universelle Überspannungs-Schutzgerät Blitzductor CT von DEHN + SÖHNE zum Einsatz, die in separate Blitzschutzschränke installiert sind (**Bild 6**). Durch den zweiteiligen Aufbau können in das Basisteil, das als Durchgangsklemme dient, unterschiedliche Schutzmodule adaptiert werden. Die Schutzmodule sind als Blitzstrom-Ableiter, Überspannungs-Ableiter und Kombi-Ableiter ausgeführt. Hierbei vereint der Kombi-Ableiter die Funktion eines Blitzstrom-Ableiters mit denen des Überspannungs-Ableiters, d. h. der Ableiter ist sowohl in der Lage, Blitzteilströme zerstörungsfrei abzuleiten und gleichzeitig einen ausreichend niedrigen Schutzpegel für die nachgeordnete Geräteelektronik zu bieten. In den Schutzgeräten sind Staffelschutzschaltungen, bestehend aus Gasentladungsableitern, Entkopplungswiderständen und Suppressordioden integriert. Nur im Falle der Überlastung eines Schutzgerätes stellt sich gemäß der Definition "fail safe" ein definierter Kurzschluss ein. Defekte Geräte können somit über die Meldung einer Störung des Messkreises durch das Automatisierungssystem erkannt werden.



Bild 6: Universelles Überspannungs-schutzgerät Blitzductor CT

Durch umfassende Systemtests wurden Störungen, z. B. ein defekter Überspannungs-Ableiter im Prüffeld simuliert, um die einwandfreie Funktion des Prozessleitsystems zu überprüfen.

Messgrößen wie Temperatur, Dichte, Druck oder Füllstand werden durch Messumformer 0/4...20 mA an die Leitwarten übertragen. Durch die große Anzahl der Signale, die an einer zentralen Stelle in die Leitwarten eingehen, fiel die Entscheidung für den Einsatz von Überspannungs-Ableitern vom Typ Blitzductor CT Typ ME 30 V. Eine ausreichende Stoss-Stromtragfähigkeit wird durch die Aufteilung auf mehrere Signaladern er-

reicht. Der Grund für eine 30 V Variante liegt darin, dass die verwendeten Speisegeräte durchaus im Leerlauf-Betrieb Spannungen bis zu ca. 28 V liefern. Für 24 V Schutzgeräte ist diese Spannung als Dauerspannung zu hoch.

Vor den Messumformern sind Kombi-Ableiter vom Typ Blitzductor CT Typ BE 30 V installiert. Sollten an den Mess-Stellen vor Ort höhere Beanspruchungen durch Überspannungen auftreten – hier bieten sich nur wenige Strompfade zur Aufteilung von Stoßströmen – ist durch die Verwendung des Kombi-Ableiters ein sehr leistungsfähiges Gerät installiert.

Zur Abfrage von Schieberzuständen werden Binärkontakte verwendet. Diese sind ebenso mit den genannten 30 V Modulen aus der Blitzductor CT-Reihe beschaltet. Nicht verwendete Signaladern werden über sog. Erdungskits geerdet. Mittels des Schutzgerätes kann auch eine indirekte Schirmerdung vorgenommen werden. Diese erfolgt über einen nachrüstbaren Gasentladungsableiter.

5. MSR-Kreise mit Zündschutzart EEx(i)

Sehr weit verbreitet in der Explosionsschutztechnik für Mess-Steuer-, Regelkreise ist die Anwendung der Eigensicherheit als wirksame Möglichkeit gegen Explosionen. In eigensicheren Messkreisen sind die gespeicherten Energien nicht ausreichend, um explosionsfähige Atmosphären zu zünden. Keine Funken oder Erwärmungen im Stromkreis können ein Zünden verursachen.

Eigensichere Messkreise im TAL-Projekt sind mit dem speziell für EEx(i)-Kreise abgestimmten Blitzductor CT Typ MD/Ex geschützt (**Bild 7**). Das Schutzgerät wird den hohen Anforderungen gerecht, die entsprechend der Ex-Schutznormen gefordert werden. So trägt der Überspannungs-Ableiter die Kennzeichnung EEx ia IIC T6, d. h. der Ableiter ist ein eigensicheres Betriebsmittel der Kategorie ia, Explosionsgruppe IIC und der Temperaturklasse T6. Da die Induktivitäten und Kapazitäten des Ableiters vernachlässigbar klein sind, so der Zulassungsschein der PTB, brauchen diese bei der Betrachtung der Eigensicherheit nicht berücksichtigt zu werden. Eine einfache Installation in EEx(i)-Kreisen ist damit möglich. Die blaue Gehäusefarbe lässt auf den ersten Blick den Einsatz in eigensicheren Messkreisen erkennen.



Bild 7: Überspannungs-Ableiter für eigensichere Meßkreise BLITZDUCTOR CT MD/Ex

6. Potentialausgleich

Wichtig bei der Installation der Überspannungs-Ableiter ist der konsequente Potentialausgleich. Zur Anwendung kommt entlang der gesamten Pipeline-Strecke der vermaschte Potentialausgleich. Ein niederimpedantes Maschennetz wird somit erreicht. Um die Schutzwirkung der Ableiter in vollem Umfang zu erhalten, sind kurze Erdanschlussleitungen notwendig, ebenso Potentialausgleichsleiter zwischen dem Erdungsanschluss der Überspannungs-Ableiter und der zu schützenden Geräteelektronik.

7. Schlussbetrachtung

Blitz- und Überspannungsschutz ist aufgrund der gesunkenen Störabstände und Zunahme der Empfindlichkeit der Systeme und Anlagen wichtiger Bestandteil leittechnischer Systeme. Gerade bei Anlagen der petrochemischen Industrie ist der Einsatz von Überspannungsschutzgeräten als Stand der Technik anzusehen. Zu hohe Kosten für den Überspannungsschutz werden bei Beachtung der Maßnahmen während der Planung und dem Aufbau der Systeme vermieden. Gerade dadurch erhält der Betreiber von petrochemischen Anlagen und Transportsystemen einen wesentlich wirkungsvolleren Schutz verglichen mit Maßnahmen, die als Nachrüstung wegen eines Schadens an der Anlage oder Anlagenteilen ausgeführt werden. Durch das Ergreifen von Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen wird die Anlagenverfügbarkeit wesentlich erhöht. Der Umweltschutzgedanke wird umgesetzt, da zum sicheren Betrieb der Anlage beigetragen wird und umweltkritische Zustände, z. B. Leckagen vermieden werden.

Literatur

- [1] Veiko Raab, Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen: Auswahl, Errichtung, Prüfung, 1. Aufl., Berlin, Verlag Technik, 1998
- [2] R. Stahl Schaltgeräte GmbH, Produktschrift: Explosionsschutz Grundlagen, Künzelsau, 1998
- [3] R. Hofmann, Größtes Freelance-Projekt erfolgreich abgeschlossen: Volles Rohr über die Alpen, ABB Automation (Hartmann&Braun), 1999
- [4] Handelsblatt, 04.05.99, TAL-Pipeline über die Alpen ist gut ausgelastet