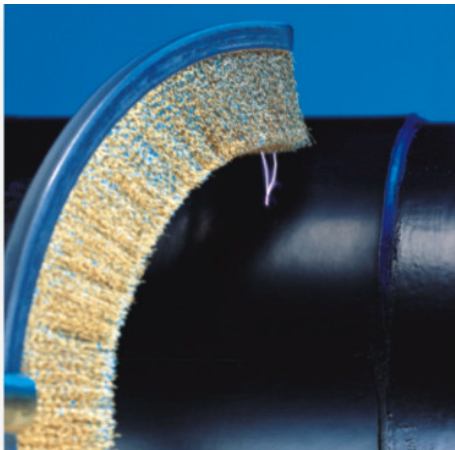


Umhüllungsprüfung mit dem ISOTEST



Durch Korrosion entstehen weltweit jährlich Schäden in Milliardenhöhe. Die anfallenden Kosten entfallen auf Betriebsunterbrechungen aufwendige Sanierungsarbeiten oder, wie im Fall des Rohrleitungsbau, Baustellen und Verkehrsbeeinträchtigungen.

Um die Korrosion von Rohrleitungen zu verhindern, werden diese bereits bei der Herstellung mit einer vor Korrosion schützenden Umhüllung und /oder Auskleidung versehen.

Bei anschließender Transport und Verlegearbeiten besteht jedoch das Risiko einer Beschädigung dieser sog. Werksumhüllung. Ein weiterer kritischer Punkt sind die zum Schutz der Schweissverbindungen vor Ort in der Regel manuell aufgebrachten Nachumhüllungen. Fachkenntnisse und Erfahrung sind zwingende Voraussetzung für einen langlebigen Korrosionsschutz.



Aber erst die abschließende Kontrolle mit Hilfe der Hochspannung schafft Gewißheit, daß keine erkennbare Fehlstelle übersehen wurde. Sie ermöglicht im Schadensfall eine exakte Lokalisierung und Behebung durch geeignete Reparaturverfahren.

Ziel ist das Erkennen

- von Materialfehlern wie Poren und Rissen,
- sonstigen mechanischen Beschädigungen, sowie von
- Fehlern beim Aufbringen des Umhüllungsmaterials.

Die Prüfung auf Fehlstellen ist für den Rohrleitungsbau u.a. normativ in **EN 10329** und **ISO 21809-3** geregelt.

1.2. Hochspannungsprüfgeräte



Auf der Baustelle werden netzunabhängige, tragbare Prüfgeräte verwendet. Die Geräte sollten für diesen Einsatz entsprechend robust und einfach zu bedienen sein. Darüber hinaus unterscheiden sie sich vornehmlich durch das eingesetzte **Prüfverfahren**:

Die Prüfung des Umhüllungsmaterials erfolgt entweder

- mit unipolarer **ImpulsHochspannung**

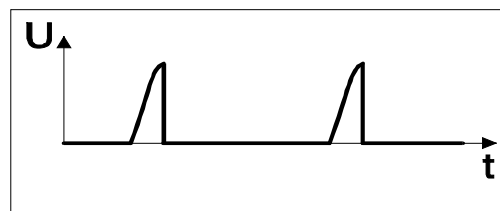


Abb. 1 - ImpulsHochspannung

(Es handelt sich hierbei um kurze Spannungsspitzen, die sich stets auf einer festen Seite der Null Linie befinden, also ihre Polarität nicht wechseln) oder

- mit **Gleichspannung**.

Die Prüfung der Umhüllung mit Geräten, die die **ImpulsHochspannungstechnik** einsetzen, hat sich durch viele Vorteile weltweit auf den Baustellen durchsetzen können.

2. Kriterien der Umhüllungsprüfung

2.1. Stabilität der Prüfspannung auch bei hoher Belastung

Große Rohrdurchmesser, Feuchtigkeit oder Schmutz auf der Oberfläche und auch bedingt leitfähige Materialien stellen an das Prüfgerät hohe Anforderungen.

Um die gewünschte oder vorgeschriebene Prüfspannung zu erzeugen, wird in einem solchen Fall wesentlich mehr Energie benötigt als beim Einsatz auf trockenen oder kleineren Prüfobjekten.

Prüfgeräte mit Gleichspannung kommen bei den hohen Belastungen leicht an ihre Grenze. Die Belastung wird zu hoch und die Spannung bricht zusammen.

Die Prüfspannung an der Oberfläche beträgt nur noch einen Bruchteil des geforderten Wertes, obwohl auf der Anzeige des Prüfgerätes noch der eingestellte Spannungswert erscheint! Bei Prüfgeräten mit Gleichspannung sind Vorkehrungen durch eine zusätzliche Verstärkung der Spannungserzeugung aus sicherheitstechnischen Gründen nicht zulässig.

ISOTEST® Prüfgeräte auf der Basis von ImpulsHochspannung verfügen aufgrund ihrer Technik über die notwendigen Reserven, um auch im Fall größerer Belastung die eingestellte Prüfspannung zu garantieren.

Zwei wichtige Gerätekomponenten sind in diesem Zusammenhang wichtig.

- a. Die eingebaute **Kugelfunkenstrecke**, mit der die Hochspannung im Gerät permanent stabilisiert wird.
- b. Die leistungsstarke, **automatische Regelung** der Prüfspannung, die garantiert, daß bei starker Belastung des Prüfgerätes z.B. durch Feuchtigkeit auf der Oberfläche, die Spannung in Sekundenbruchteilen auf ihren eingestellten Wert nachgeregelt werden kann.

Wichtig: Die Sicherheit des Bedieners bleibt gewährleistet!

2.2. Werkstoffbelastung

Auch beim Vergleich der beiden Prüfverfahren (*Gleichspannung* und *ImpulsHochspannung*) im Bezug auf die Materialbelastung liegt der Vorteil klar bei einer Prüfung mit *ImpulsHochspannung*.

Dem sogenannten Stoßfaktor kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. Der **Stoßfaktor** besagt, daß bei nur kurzer Einwirkzeit, wie z.B. bei Spannungsimpulsen, das jeweilige Material mit dem 2-3-fachen der zur einem Durchschlag führenden, kritischen Spannung belastet werden kann, ohne Schaden zu nehmen. Die *ImpulsHochspannungstechnik* gibt somit die doppelte bis dreifache Sicherheit. Von Bedeutung ist dieser Aspekt bei der Prüfung von Materialien, deren Schichtdicke stark schwankt oder für den Fall, daß versehentlich eine zu hohe Spannung eingestellt wurde.

Während beim Prüfen mit *Gleichspannung* das Material über den gesamten Prüfzeitraums durch die Spannung belastet wird, kann beim Einsatz von Hochspannungsimpulsen die Dauer der Einwirkung auf wenige Mikrosekunden reduziert werden.

2.3. Sicherheit einer korrekten Prüfung

Am einfachen Beispiel einer Kerze läßt sich erläutern, warum man bei der Prüfung mit *ImpulsHochspannung* in jedem Fall 'auf der sicheren Seite' ist.

Führt man den Finger rasch (!) durch eine Kerzenflamme, wird dieser keinerlei Schaden nehmen. Anders fällt das Ergebnis aus, wenn er für längere Zeit den hohen Temperaturen ausgesetzt wird.

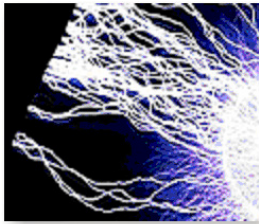
Auf die Hochspannungsprüfung bezogen heißt das: Bei nur kurzer Einwirkzeit (*Impulsspannung*) kann ein Material wesentlich stärker belastet werden als bei lange andauernder Einwirkung (*Gleichspannung*).

Dieser Zusammenhang gibt beim Einsatz von Prüfgeräten mit *Impulstechnik* die Gewißheit einer einwandfreien, zerstörungsfreien Prüfung, auch wenn die Schichtdicke einmal unter den Angaben des Herstellers liegt oder versehentlich der falsche Spannungswert eingestellt wurde.

Aber auch im Falle der zu geringen Prüfspannung oder wenn extrem hohe Schichtdicken zu testen sind, hat die Impulstechnik entscheidende Vorteile.

Umhüllungsprüfung mit dem ISOTEST

Gleitentladungen



Gleitentladungen sind ein willkommener und hilfreicher Nebeneffekt der Hochspannungsprüfung mit *Impulsen*. Als Gleitentladungen bezeichnet man die bei der Hochspannungsprüfung entstehenden Funken. Sie sind bis zu mehreren Zentimetern lang und breiten sich rings um die aufgesetzte Prüfelektrode in alle Richtungen über die Oberfläche aus. Dies ist bei Dunkelheit besonders gut zu beobachten.

Ausbreitung In alle Richtungen bedeutet, daß hierdurch eine besonders sichere, da mehrfache Prüfung erzielt wird. Nicht nur dort, wo sich die Prüfelektrode gerade befindet wird das Material getestet, sondern auch die Fläche im Umfeld, die schon überstrichen wurde oder deren Prüfung noch erfolgen wird. Fehlstellen können somit nicht nur direkt unterhalb der Prüfelektrode festgestellt werden, sondern auch in einem bis zu mehreren Zentimetern umfassenden Bereich um die Elektrode herum, auch in die Tiefe des Materials!

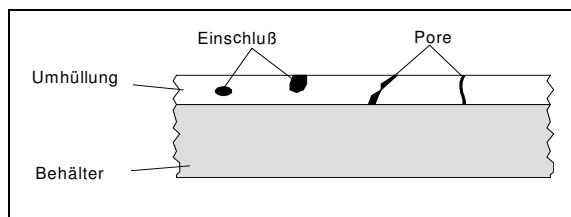


Abb. 2. - schräg verlaufende Pore etc.

Durch Gleitentladungen können auch Poren in einer Entfernung von der Prüfelektrode gefunden werden, die größer ist als es der Wert der eingestellten Prüfspannung rein rechnerisch zuläßt.

Die Entstehung der Gleitentladungen hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- zu prüfendes Umhüllungs- und Beschichtungsmaterial,
- Feuchtigkeit der Luft und Rohroberfläche,
- von der Spannungshöhe und, was zu betonen ist,
- von der **Spannungsform** (s. Abb.1)

Gleichspannung hat im Gegensatz zur *Impulsspannung* nur eine geringe Neigung zur Bildung von Gleitentladung.

Bei gleicher Prüfspannung bieten Geräte mit *Impulsspannung* also eine wesentlich höhere Prüfsicherheit.

2.4. Sicherheit des Prüfers

Prüfgeräte dürfen bei einer versehentlichen Berührung der Hochspannung führenden Teile, kein Gesundheitsrisiko für den Bediener darstellen.

ELMED ISOTEST® Prüfgeräte verfügen über einen Sicherheitstaster mit **Not-Aus Funktion**. Diese Sicherheitsmaßnahme garantiert einen hohen zusätzlichen Schutz des Prüfers für den Fall des Kontaktes mit Hochspannung. Die Hochspannung wird bei Aktivierung des Not-Aus abgeschaltet und ein Warnton weist auf die bestehende Gefahr hin.

Ein weiterer wichtiger Punkt im Rahmen der Sicherheitsbetrachtung ist das Auftreten von **Restladungen**.



Sicherheitstaster der ISOTEST® Prüfgeräte

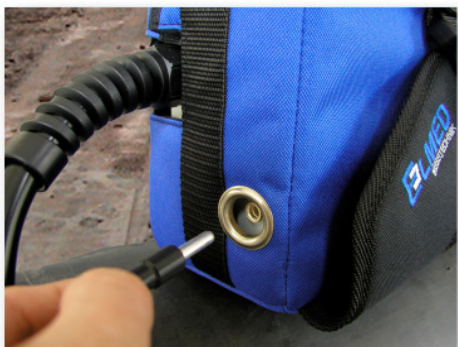
Bei der Prüfung mit *Gleichspannung* können sich Rohre, Behälter, oder sonstige Teile, durch die lange andauernde Spannungseinwirkung aufladen.

Das Rohr verhält in diesem Fall sich wie ein Energiespeicher (Kondensator), der sich über eine mögliche Verbindung zur Erde entladen möchte. Diese Verbindung kann bei fehlender oder schlechter Erdung auch der Prüfer sein!

Diese Gefahr eines elektrischen Schlages ist aufgrund der wesentlich kürzeren Einwirkzeit der Spannung auf den Behälter bei Anwendung der *Impulshochspannungstechnik* auszuschließen.

Voraussetzung ist jedoch immer die einwandfreie **Erdung** von Prüfgerät und Prüfobjekt.

2.5. Die Erdung



Eine ordnungsgemäße Erdung des Hochspannungsprüfgerätes ist zwingende Voraussetzung für jede Hochspannungsprüfung. Durch die Erdung, d.h. erstens die Verbindung des Prüfgerätes mit dem nicht isolierten, leitenden Teil des Rohres sowie zweitens vom Rohr zum leitfähigen Erdreich (Erdepotential), wird der Stromkreislauf geschlossen. Ohne einen geschlossenen Stromkreis kann kein elektrisches Gerät funktionieren.



Bei der Prüfung mit Hochspannungsgeräten ist in jedem Fall mittels geeigneten Zubehörs eine Verbindung zum Erdepotential herzustellen. Von der Qualität der Erdung des Prüfgerätes hängt die Sicherheit der Hochspannungsprüfung und die Sicherheit des Bedieners maßgeblich ab.

Grundsätzlich werden drei Erdungsformen unterschieden:

- die direkte Erdung
- die indirekte Erdung
- die kapazitive Erdung

Die direkte Erdung - die direkte leitende Verbindung zwischen dem Prüfgerät und dem nicht isolierten Teil des zu kontrollierenden Rohres, ist die zuverlässigste Form der Erdung und allen anderen Möglichkeiten stets vorzuziehen.

ISOTEST® Prüfgeräte verfügen über einen zusätzlichen Sicherheitsmechanismus mit Warnton, der einen Betrieb ohne eingestecktes Erdkabel unmöglich macht und auf diese Weise auch Prüfungen ohne verwendbares Ergebnis verhindert.

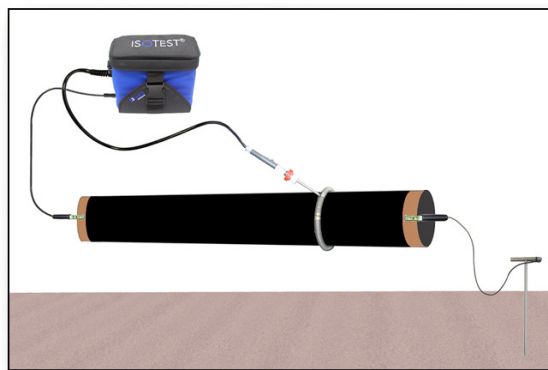


Abb. 3: direkte Erdung im Rohrleitungsbau

Für den Fall, daß eine leitende Verbindung zum Prüfling nicht erreichbar ist oder daß ohne Unterbrechung vollständig isoliert sind, hat sich der Einsatz einer Erdungsmanschette bewährt. Ihr Einsatz empfiehlt sich auch bei schlecht leitendem oder extrem trockenem Boden.

Die **Erdungsmanschette** besteht aus einem gut leitenden Spezialgummi und stellt eine Form der **kapazitiven Erdung** dar, die nur bei der *ImpulsHochspannungsprüfung* realisierbar ist.



In der passenden Größe um das zu prüfende Rohr gewickelt und festgezogen wird die Manschette auf der einen Seite mit dem Erdreich (kurzes Erdkabel mit Erdstab) auf der anderen Seite mit dem Prüfgerät verbunden. Anschließend kann wie gewohnt geprüft werden.

Umhüllungsprüfung mit dem ISOTEST

2.6. Die richtige Prüfspannung



Die Wahl der Prüfspannung richtet sich nach zwei Faktoren:

- der Art des zu prüfenden Umhüllungsmaterials und
- der Schichtdicke

Für den Rohrleitungsbau wird die Prüfspannung u.a. in DIN EN 10329, ISO 21809-3, NACE RP 0274¹, NACE RP 0490² und weiteren nationalen Normen definiert.

¹ NACE RP0274 = High Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings prior to Installation.

² NACE RP0490 = Holiday Detection of Fusion Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 10-30 mils (0,25mm - 0,76mm)

Die folgende Faustformel berücksichtigt die physikalischen Gegebenheiten und hat sich bei mehrlagigen Umhüllungssystemen für die Berechnung der Prüfspannung über Jahre bewährt:

$$5 \text{ kV Anfangsspannung} + 5 \text{ kV/mm}$$

Für eine 3mm PE Umhüllung ergibt sich aus der obigen Formel: $5 \text{ kV} + 3 \times 5 \text{ kV} = 20 \text{ kV}$

Mit der so errechneten Prüfspannung werden auch schräg verlaufende Poren, insbesondere im Bereich der Nachumhüllung, sicher detektiert. Auch das Prüfen von Reparatur-„Flicken“ ist möglich.

Die in verschiedenen Normen aufgeführten, deutlich niedrigeren Spannungswerte verstehen wir als Mindest-Standards. Sie gewährleisten keine sichere Porenerkennung in allen Prüfsituationen.

2.7. Wahl der Prüfelektrode



Die richtige Wahl der Prüfelektrode ist in erster Linie vom Durchmesser des zu prüfenden Rohres abhängig. Alle nachfolgend genannten Prüfelektroden gibt es jeweils passend für alle Rohrdurchmesser bzw. in verschiedenen Breiten.

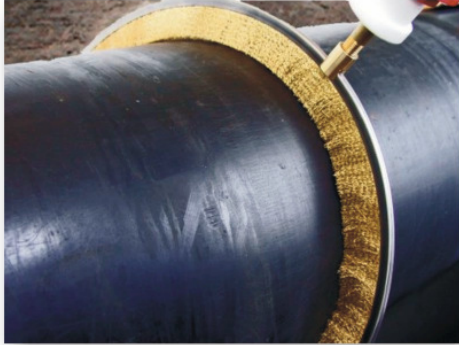
Zwischenräume, die bei Halbrundbürsten durch stark verschmutzte oder verbogene Borsten entstehen können, gefährden die gesamte Prüfung. Das gleiche gilt für durchhängende oder zu eng gewählte Spiralen.

- Liegt oder hängt das Rohr noch frei, kann mit einer den kompletten Rohrumfang prüfenden **Spiralelektrode** gearbeitet werden. Der einfachste und schnellste Weg auch längere Rohrstrecken zu prüfen.



Umhüllungsprüfung mit dem ISOTEST

- Ist das Rohr bereits in den Graben abgesenkt, stellt die Halbrundbürste eine auf diesen Fall abgestimmte Alternative dar.



- Für ebene Flächen, Abgänge, Schieber bietet sich die Flachbürste an.



- Neben den Prüfelektroden für die Prüfung der äußeren Umhüllung gibt es weitere Elektroden für dünne bzw. empfindliche Beschichtungen wobei hier der Borstenbesatz durch ein leitendes Spezialgummi ersetzt ist.



- Fächerbesenelektroden aus Edelstahl sind universell einsetzbar für die Prüfung von Behältern und Armaturen.



- Bürstenelektroden mit 2-fachem Edelstahlbesatz und Nylon-Verstärkung im Mittelteil ermöglichen die sichere Rohrrinnenprüfung.



- Die Bürstenelektroden werden bei der Porrenprüfung mit Hilfe eines Hochspannungsverlängerungskabels durch das Rohr gezogen. Hochspannungsverlängerungskabel sind in den Längen von 4m und 7m verfügbar.

