

II/6 Beurteilung von Schäden durch Stromwärme an Gas-Hauseinführungskombinationen

Dipl.-Ing. (FH) Wulf Eichmann

1. Allgemeines

Zur Versorgung seiner Kunden und zur Anbindung der Endverbraucher ist der Anschluss an das Leitungssystem erforderlich. Die Schnittstelle zum Kunden ist dabei in der Regel die Hauseinführungskombination mit Eintritt in das Gebäude oder eine alternative Übergabestelle, z. B. ein Hausanschlusskasten. Unregelmäßigkeiten in diesem Bereich können Imageeinbußen und Gefahrensituationen zur Folge haben. Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Potenzialausgleiches ist aus diesen Gründen die Einbindung der verschiedenen Leitungen in den Potenzialausgleich der Hausinstallation, so dass z. B. Berührungsspannungen bei Kontakt zweier unterschiedlicher Medienleitungen verhindert werden (**Bild 1**).

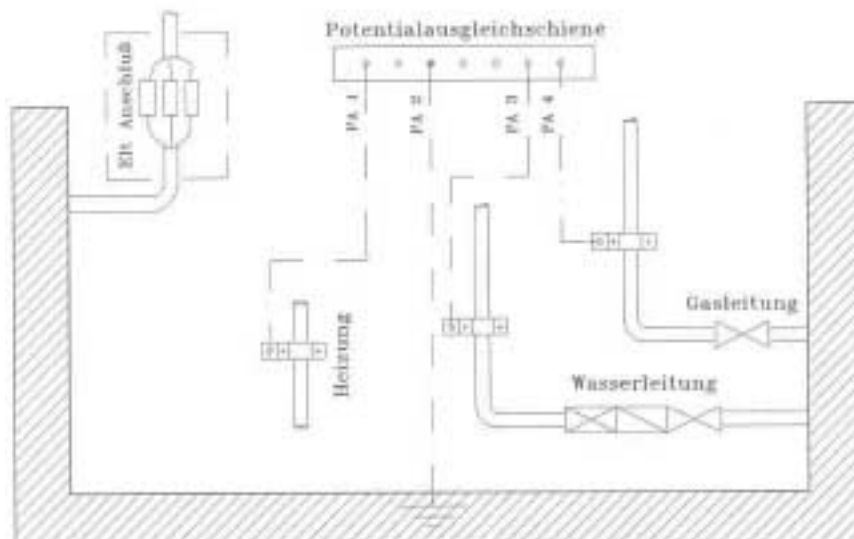


Bild 1: Einbeziehung der Gasinstallation in den Potenzialausgleich

Ursachen für Fehlströme sind meist in der Benutzung defekter Elektrogeräte oder einer fehlerhaften Hausinstallation zu suchen. Auch die Unterbrechung des PEN-Leiters im Netz des Energieversorgungsunternehmens oder ein Blitzschlag können Gründe für Fehlströme sein.

2. Stand/Historie

In den Jahren 1990 bis 2000 kam es in verschiedenen Gasversorgungsunternehmen zu einem erhöhten Einsatz von flexiblen Hauseinführungskombinationen. Der äußere, flexible Mantel der Schutzkapsel bestand dabei meist aus Edelstahl der Qualität V2A, V4A. Das innenliegende, gasführende Produktenrohr war in diesen Fällen aus Kunststoff, HDPE. Der Edelstahl-Wellrohrmantel war vor der angebrachten Hauptabsperreinrichtung direkt mit einem Stahlrohr als Materialübergang verschweißt (**Bild 2**).

3. Grundlagen/Ursachen

Da Versorgungsleitungen heutzutage aus nichtleitenden Materialien, hauptsächlich HDPE, bestehen, ist der grundsätzliche Einbau einer elektrischen Trennstelle, eines Isolierstückes, nicht zwingend erforderlich. Bei Einsatz einer Hauseinführung mit umhüllendem, metall-



Bild 2: Beispiel Edelstahl-Wellrohr mit Wellrohr-/Stahlschweißnaht

schen Schutzrohr können aus diesem Grund Fehlströme durch das Mauerwerk in das Erdreich abgeleitet werden. Hierbei wirkt das metallische Schutzrohr als ohmscher Widerstand, Verlustleistung wird somit direkt in Wärme umgewandelt. Problematisch ist hierbei die Zugehörigkeit des gasführenden Medienrohres aus HDPE zu der Gruppe der Thermoplaste. Dies bedeutet, dass sich das Rohr bei höheren Temperaturen, ab ca. 70 °C, beschleunigt durch den Innendruck, verformt.

4. Stromwärmeverluste im Wellrohr, Versuchsaufbau

Im vorliegenden Versuchsaufbau (**Bild 3**) wurde versucht, den ungünstigsten Fall bei realen Bedingungen zu simulieren. Im Gebäudeinneren steht die Hauseinführung mit der Umgebungsluft in Kontakt. Bei einer Verlegung der Hauseinführung in nichtunterkellerte Gebäude mit Bodenplatte ist ggf. die Verlegung durch einen Hohlraum unter der Bodenplatte nicht zu vermeiden. Für die Simulation dieses ungünstigen Falles wurde in der Versuchsanordnung ein relativ luftundurchlässiger Karton ($H \times B = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$) gewählt, welcher gleichzeitig eventuelle Erwärmungen aus dem Inneren schlecht nach außen weiterleitet. Der Wand- oder Bodendurchbruch selbst wurde durch einen 50 cm langen Abschnitt nachgebildet, in dem eine 50 mm starke Schicht aus Quellmörtel auf die Hauseinführungskombination aufgebracht wurde. Umwickelt ist dieser Bereich zusätzlich mit einer 50 mm dicken Schicht aus wärmeisolierender Glaswolle, um möglichst ungünstige thermische Bedingungen zu schaffen.

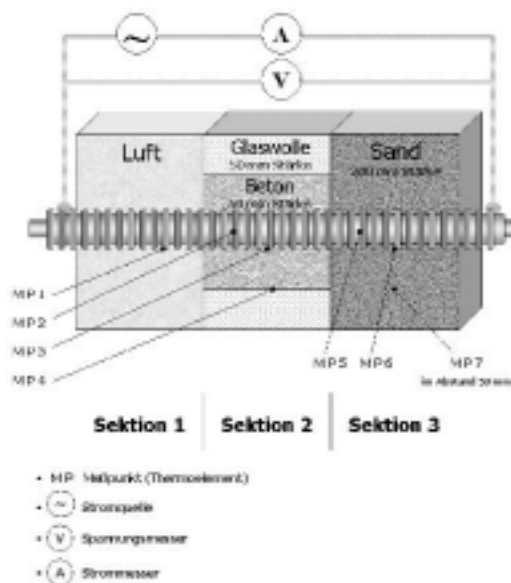


Bild 3: Versuchsaufbau Stromwärmeverluste im Wellrohr

Im dritten Prüfsektor wird das Erdreich durch eine allseitig 20 mm dicke Sandschicht dargestellt. Um die für diesen Versuchsaufbau ungünstigsten Bedingungen zu erhalten, wurde aufgrund des deutlich geringeren Wärmeleitkoeffizienten trockener Sand eingesetzt.

Die Thermoelemente der Messpunkte MP 2 und MP 5 liegen zwischen der gasführenden Medienleitung und dem Edelstahl-Wellrohr und messen somit den unmittelbaren Einfluss eines Temperaturanstieges auf das thermoplastische Produktenrohr. Die Messpunkte MP 1, MP 3 und MP 6 geben die jeweilige Temperatur an der äußeren Kontaktseite des Wellrohres zu den jeweiligen Umgebungsmedien (Luft, Quellmörtel, Sand) wieder. MP 4 misst am Übergang des Quellmörtels zur Glaswolle und MP 7 befindet sich in einer Entfernung von 50 mm zum Edelstahl-Wellrohr im Sand.

Für die eigentliche Simulation wurde über einen längeren Zeitraum (20 bis 24 Stunden) ein konstanter Wechselstrom über das Edelstahl-Wellrohr geschickt. Die auftretende Verlustleistung an der Hauseinführungskombination wurde in Wärme umgewandelt, die dadurch erzeugten Temperaturen an den einzelnen Messpunkten wurden über den gesamten Zeitraum anhand der angebrachten Thermoelemente gemessen und aufgezeichnet.

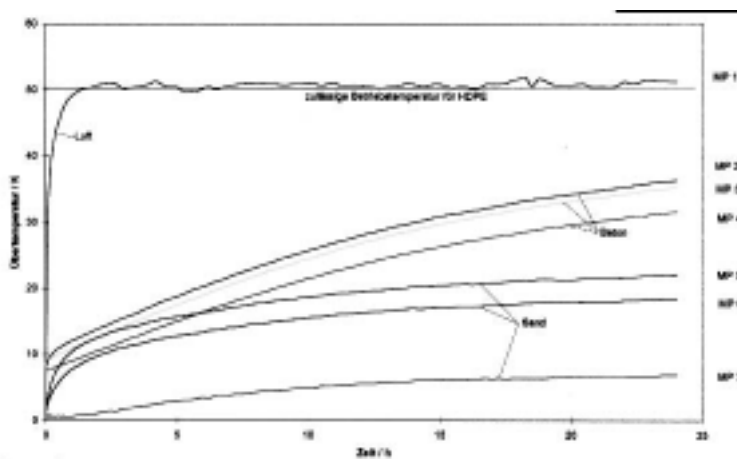


Bild 4: Messergebnisse Stromwärmeverluste im Wellrohr, Belastung mit 30 A

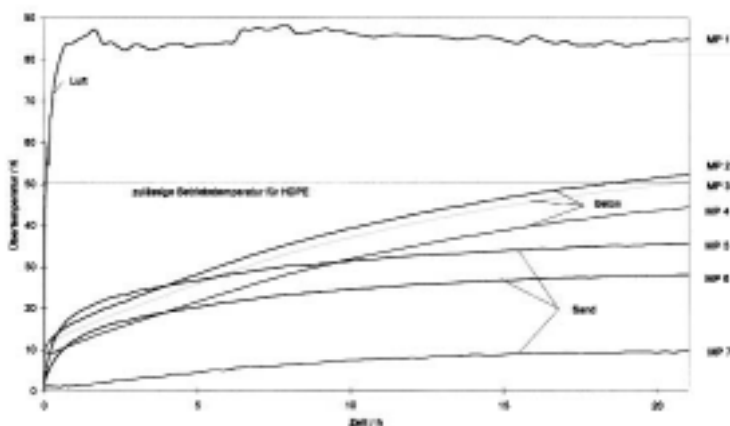


Bild 5: Messergebnisse Stromwärmeverluste im Wellrohr, Belastung mit 40 A

In Auswertung der Messwerte der beiden zugrunde gelegten Versuche wird deutlich, dass bei einer Belastung mit 30 A bereits die maximal zulässige Betriebstemperatur für den Werkstoff HDPE erreicht wird (**Bild 4**). Diese Temperatur wird bereits nach einer relativ kurzen Prüfdauer von ca. einer Stunde erreicht. Bei einer Belastung mit 40 A (**Bild 5**) wird die maximal zulässige Betriebstemperatur für HDPE deutlich überschritten, so dass von einem Versagen des betreffenden Materialabschnittes ausgegangen werden muss. Als kritischste Stelle erweist sich bei vorgegebenen Messanordnung der Messpunkt MP 1, d. h. die Messung zwischen

Edelstahl-Wellrohr und Medienleitung in einem simulierten Hohlraum. Bei der Versuchsdurchführung mit 40 A Belastung ergeben sich zusätzlich nach längeren Belastungszeiten nicht zulässige Temperatureinwirkungen am Messpunkt MP 2 im Bereich der Mauerdurchführung zwischen Edelstahl-Wellrohr und Produktenrohr.

Zusammenfassend für die genannte Versuchsanordnung kann gesagt werden, dass die kritischste Stelle im Bereich eines eventuellen Hohlraumes, z. B. unter der Bodenplatte, zu erwarten ist. Weiterhin ist auch ohne das Vorhandensein eines Hohlraumes bei höheren Belastungen eine Schädigung im Bereich des Mauerdurchbruches nicht auszuschließen.

5. Stromübergang Edelstahl-Wellrohr - Erdreich, Versuchsaufbau

In dieser Versuchsanordnung ist der unmittelbare Bereich der Hauseinführungskombination nach Verlassen der Mauerdurchführung außerhalb des Gebäudes nachgebildet worden (**Bild 6**). Die in der Praxis durchgeführte Einsandung der Gasleitung wurde im Versuch mittels feuchtem Sand simuliert. Dazu wurden im wasserdichten Versuchskasten ($T \times H \times B = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$) 5 Liter Wasser dem trockenen Sand beigemischt. Beidseitig und am Boden erfolgte die innere Kastenauskleidung mit Stahlblech als Plattenelektroden, die Stirnseiten für den Ein- und Austritt der Hauseinführungskombination wurden in nichtleitendem Material ausgeführt. Als Versuchsspannung wurde die normale Netz-Sternspannung mit 230 V~ angelegt. Mittels einer Kupferschelle wird der Strom außerhalb des mit feuchtem Sand gefüllten Kastens direkt auf das Edelstahl-Wellrohr geleitet, so dass er über den feuchten Sand im Inneren des Kastens zurück zur Plattenelektrode gelangt. Durch die relative Nähe der Plattenelektroden zur Medienleitung wird eine in der Realität gegebenenfalls in unmittelbarer Nähe auftretende gute Erdung berücksichtigt. Diese Erdung könnte beispielweise durch eine in der Nähe verlegte andere metallische Medienleitung, wie z. B. Wasser, Fernwärme oder die Potenzialausgleichsleitung erfolgen.

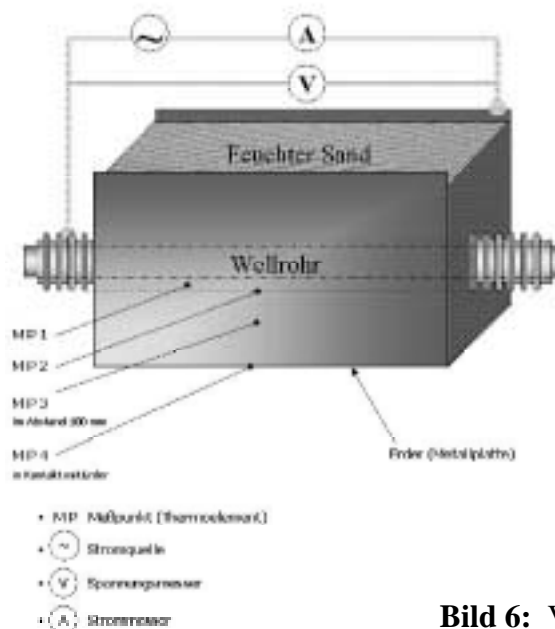


Bild 6: Versuchsaufbau Stromübergang Wellrohr-Erdreich

Die 4 Thermoelemente wurden in der Anordnung mit dem Messpunkt MP 1 zwischen Edelstahl-Wellrohr und Produktenrohr, MP 2 unmittelbar an der Außenseite des Edelstahl-Wellrohres, MP 3 in ca. 50 mm Abstand zum Wellrohr im feuchten Sand und MP 4 im Kontakt mit dem Erder vergleichbar zum Versuchsaufbau für Stromwärmeverluste im Wellrohr angeordnet. Zusätzlich wird in dieser Anordnung der fließende elektrische Strom gemessen.

Der vorliegende Versuchsaufbau zeigt in Auswertung der gemessenen Ströme und Temperaturen, dass eine Gefährdung der Medienleitung bereits bei relativ kleinen Strömen erfolgen kann. Das Erreichen von kritischen Temperaturen für den Werkstoff Polyethylen wird dabei in kurzer Zeit (< 1 Stunde) erreicht. Auffallend in den Messergebnissen ist dabei der zügige Anstieg des Stromes nach Versuchsstart mit allmählicher Abnahme der Stromstärke. Grund für den schnellen Anstieg sind Lösungs- und Elektrolysevorgänge, so dass die Leitfähigkeit des Sandes durch das Wasser, in welchem sich immer mehr Teilchen lösen, ansteigt.

Gleichzeitig wird ein Teil der Leistung in Wärme umgesetzt, so dass ein Teil des Wassers, im Laufe des Versuches ca. 3 Liter, verdunstet. Mit sinkender Feuchte des Sandes steigt der Erdwiderstand an, so dass der fließende Strom in seiner Intensität zurückgeht, bis sich ein stationärer Zustand einstellt.

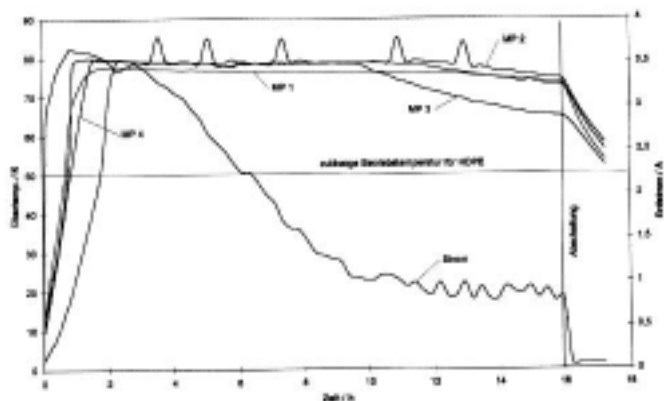


Bild 7: Messergebnisse Stromübergang Wellrohr-Erdreich, Langzeitversuch

Die Ergebnisse der Langzeitmessung (**Bild 7**) zeigen deutlich, dass bei gemessenen Übertemperaturen von ca. $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, entsprechend ungefähr $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ in Realität, nach kurzer Zeit bereits mit Schädigungen der Gasleitung gerechnet werden muss. Nach Anstieg auf diese Temperatur bleibt diese über einen längeren Zeitraum konstant. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die eingebrachte Energie für den Übergang des flüssigen in den dampfförmigen Zustand des Wassers benötigt wird (Siedekühlung).

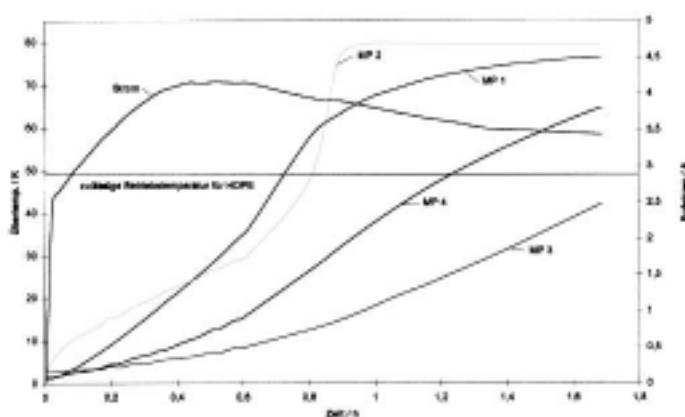


Bild 8: Messergebnisse Stromübergang Wellrohr-Erdreich, Kurzzeitversuch

Auch die Ergebnisse der Kurzzeitmessung (**Bild 8**) bestätigen, dass eine Überschreitung der zulässigen Betriebstemperatur nicht ausgeschlossen werden kann.

6. Schlussfolgerung

Bei den in den Versuchsaufbauten nachgebildeten Betriebsverhältnissen, feuchtes Einbettungsmaterial oder Hohlräume, wie sie in der Praxis nicht auszuschließen sind, können bereits

durch geringe Fehlströme innerhalb kurzer Zeit Schäden an gasführenden Leitungen ausgelöst werden. Unter der Annahme eines maximalen thermischen Grenzstromes von 2 A lässt sich unter Berücksichtigung der Art des Stromnetzes des Elektrizitäts-VU ein maximaler Erdungswiderstand für die Hauseinführungskombination errechnen.

Ist keine Isoliertrennstelle vorhanden und kommt es zu Unregelmäßigkeiten in der elektrischen Installationsanlage, kann eine Beschädigung der Hauseinführungskombination mit einem kleineren Erdungswiderstand als erforderlich, nicht ausgeschlossen werden.

Literatur

- € Böhm, Erich und Wehrmann, Ernst-August: Beurteilung von Schäden durch Stromwärme an Gas-Hauseinführungskombinationen mittels Modelluntersuchungen, Gwf – Erdgas Nr. 10/1999
- € Untersuchungsbericht der Staatlichen Materialprüfanstalt der Universität Stuttgart „Geschädigte Gas-Hauseinführungskombinationen“ vom Februar 1999
- € Prüfbericht vom TÜV Thüringen Anlagentechnik GmbH „Werkstoffuntersuchung an Gas-Hauseinführungskombinationen“ vom Februar 1999
- € Protokoll der GVT zur Erdwiderstandsmessung nach DIN VDE 0413 Teil 7 v. 14.08.1996

Verfasser: Dipl.-Ing. (FH) Wulf Eichmann
Technischer Angestellter
Abteilung Transporttechnik, Gasversorgung Thüringen GmbH
Stotternheimer Straße 9 a
99086 Erfurt
Telefon: (03 61) 73 90 – 3 23
Telefax : (03 61) 73 90 88 - 323
e-mail: wulf.eichmann@gvt-erfurt.de