

3. Referat: Dr. Feisst Ruhrbenzin A.G.

Schwefelwasserstoff-Bildung im Synthesegas aus Sulfaten des Kühlwassers in direkten Gaskühlern.

---

Eine Schwefelwasserstoffbildung im Konvertgas und gleichzeitig hiermit in dem zur Konvertierungsanlage parallelgeschalteten Wassergaskühler vor der Verdichteranlage der Mitteldrucksynthese trat bei unserem Treibstoffwerk im November 1938 auf. Diese Neubildung machte sich durch die Umstellung unserer Synthesegasherstellung, die Mitte Oktober 1938 durchgeführt wurde, für beide Synthesarten äusserst unangenehm bemerkbar.

Da bis zu diesem Zeitpunkt die Einstellung des gewünschten  $\text{CO}/\text{H}_2$ -Verhältnisses durch Zwischenschaltung der Konvertierungsanlage zwischen Grob- und Feinreinigung erfolgte, hätte eine Schwefelwasserstoff-Neubildung in der Konvertierung keine so weittragenden Auswirkungen gehabt, da das Konvertgas in der nachgeschalteten Feinreinigung von diesem Schwefelgehalt noch weitgehend gereinigt worden wäre. Da aber nun das Konvertgas für die Normaldrucksynthese kurz vor der Syntheseanlage dem feingereinigten Wassergas zugemischt wurde und die Mischung für die Mitteldrucksynthese in den Gaskompressoren bzw. hinter diesen erfolgte und von dort sofort den Drucköfen zugeführt wurde, musste das Kontaktgift starke Aktivitätsschädigungen mit sich bringen.

Die frühere Schaltung der Konvertierungsanlage musste aber aufgegeben werden, da sie die Nachschaltung einer Alkalizidwäsche zur Voraussetzung hatte und da die Zumischung von Konvertgas zum Wassergas kurz vor der Feinreinigungsanlage zu einem unbefriedigendem Arbeiten der Feinreinigung führte. Je nach Schaltung der einzelnen Feinreinigersysteme war nämlich nicht zu vermeiden, dass einzelne Reiniger zeitweise nur mit Konvertgas oder zeitweise nur mit Wassergas beaufschlagt wurden, so dass im Falle des Konvertgases der organische Schwefel schon in Schwefelwasserstoff über den Konvertierungsmassen umgesetzt auf die Feinreinigungsmasse gelangte, während Wassergas nur unzersetzten organischen Schwefel mitbrachte. Hierdurch war eine ungleichmässige Fahrweise der Feinreinigung bedingt, die eine gute Reinigungswirkung ausschloss. Zurückzuführen ist dies

hauptsächlich dar-uf, dass im Konvertgas der zur Feinreinigung notwendige Sauerstoffgehalt fehlte.

Die nun durchgeführte Umstellung hat diese Schwierigkeiten beseitigt. Von diesem Zeitpunkt ab wurde also feingereinigtes Wassergas in heissem Zustand, so wie es die Feinreinigungsanlage verlässt, einmal der Konvertierungsanlage zugeleitet, um hier den für beide Syntheseanlagen nötigen Wasserstoff zugewinnen, ferner wurde der Teil des feingereinigten Wassergases, der für das Synthesegas der Mitteldruckanlage nötig war, in einem direkten Berieselungskühler vor der Komprimierung auf normale Temperatur abgekühlt. Sowohl die Sättiger, wie auch die dem Konvertofen nachgeschalteten Kühler, wie auch der Wassergaskühler vor der Verdichteranlage wurden mit Rückkühlwasser direkt betrieben, das aus dem allgemeinen Rückkühlwerk entnommen wurde. In der Konvertierungsanlage selbst verlief dieser Wasserkreislauf zuerst über die Kühler, um dann so vorgewärmt über die Sättiger zu gehen.

Als im Oktober 1938 die Umschaltung der Konvertierungsanlage erfolgte, traten nach dem Kühler 2 dieser Anlage Schwefelwasserstoffgehalte wechselnder Grösse auf, die aber zuerst auf eine Abgabe von Schwefel durch die im Konvertofen 4 neueingefüllte Masse zu erklären waren. Die uns und der Baufirma unbekannte Austragung von Schwefel aus einer neuen Konvertierungsmasse wurde nun im Laboratorium genauer untersucht und führte zu der Erkenntnis, dass nur eine möglichst schwefelarme Konvertierungsmasse für die Benzinwerke infrage kommt und die Inbetriebnahme dieser Massen im Kreislauf über die Grobreinigung durchgeführt werden muss. Von den Erzeugern der Konvertierungsmassen wurde die Herstellung eines Kontaktes mit weniger als 0,2% Schwefel aufgrund dieser Erkenntnisse verlangt und erreicht. Die Schwefelaustragung aus dem Konvertofen 4 klang langsam ab, trotzdem blieb aber ein Schwefelwasserstoffgehalt im Konvertgas nach dem Kühler in Höhe von rund 1 g/100m<sup>3</sup> bestehen.

Als nun die Schwefelgehalte des Gases in ihrem Verlauf durch die gesamte Konvertierungsanlage genauer untersucht wurden, konnte festgestellt werden, dass vor und nach den Sättigern, wie auch den vier parallelgeschalteten Konvertöfen der Schwefelgehalt normal war. Er betrug 0,3 - 0,5 g Schwefel 100 m<sup>3</sup> als Schwefelwasserstoff. Diese

zur Deckung der Wasserverluste auf dem Kühlturm ausreichte, musste laufend ein Ersatz von rund  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  dem Kreislauf eingespeist werden. Hierzu wurde ein über Hydrafinkohle aufbereitetes Dampfkondensat verwendet, das aufgrund seines geringen Abdampfdruckstandes eine weitgehende Eindickung im Kreislauf erlaubte. Es war also hierdurch nur ein geringer Wasserabzug aus dem Kreislauf nötig.

Da aber auch dieses Kampfkondensat sulfathaltig war, musste immer noch Zinkchlorid beigegeben werden. Immerhin konnte die Zinkchloridmenge auf rund  $1/5$  der früheren Zugabe ermässigt werden. Es war also eine beträchtliche Einsparung an Zinkchlorid durch die Einführung des eigenen Kühlkreislaufes erreicht worden.

Gleichzeitig muss hier noch erwähnt werden, dass in dem Wassergaskühler, der vor der Komprimierung die Kühlung des heissen von der Feinreinigung kommenden Wassergases durchzuführen hat, die gleiche Schwefelwasserstoff-Neubildungserscheinung auftrat, nur mit dem Unterschied, dass hier der Schwefelgehalt nicht so hoch anstieg, wie in dem Konvertierungskühler. Auch dieser Kühlturm wurde an dem jetzt in Betrieb befindlichen Wasserkreislauf angeschlossen, nachdem vorher die Schwefelwasserstoff-Bildung auch hier durch Zugabe von Zinkchlorid zum Kühlwasser verhindert worden war.

Da also die Verdampfungsverluste dieses Wasserkreislaufes einmal aus den Dampfkondensaten der Konvertierung selbst gedeckt, zum anderen aus Dampfkondensaten der Syntheseanlage entnommen werden, wurde untersucht, ob der geringe Schwefelgehalt dieses Kondensatzusatzes durch Ausfällung entfernt werden kann.

In Kleinversuchen konnte gezeigt werden, dass der zwischen 20 und 40 mg schwankende Schwefelgehalt durch Zusatz der äquivalenten Menge von Bariumchlorid vollständig ausgefällt wird. Diese Kondensatmenge von Bariumchlorid vollständig ausgefällt wird. Diese Kondensatvorreinigung wird nun auch im Grossen durchgeführt. Das aus der Hydrafinanlage anfallende Kondensat, das ungefähr  $80^\circ$  heiss ist, wird mit einem geringen Überschuss von Bariumchloridlösung versetzt und über einen Mischbehälter durch eine Filterpresse dem Kühlwasserkreislauf zugeführt. Bei dieser betriebsmässigen Durchführung gelingt es, den Schwefelgehalt des Kondensatzusatzes auf unter  $1 \text{ mg/Ltr.}$  zu senken und damit den Schwefelgehalt des Kreislaufwassers auf unter  $4 \text{ mg}$

Schwefelmenge war zum grössten Teil auf den in der Feinreinigung nichtumgesetzten organischen Schwefel zurückzuführen, der über dem Konvertierungskontakt bei der hier üblichen Temperatur von 500 bis 550° und dem hohen Wasserdampf bzw. Wasserstoffüberschuss fast 100 %ig in Schwefelwasserstoff aufgespalten wurde. Zu einem geringen Teil konnten diese Schwefelwasserstoffmengen nach den Konvertöfen auch noch aus den umgesetzten Schwefelgehalt der Masse herrühren.

Die Untersuchung nach dem Kühler 1, auf dem die Konvertöfen 1 und 2 liefen, ergaben ebenfalls nur geringe Schwefelwasserstoffgehalte, während nach Kühler 2 weiterhin hohe Schwefelwasserstoffmengen im Gas festgestellt wurden.

Da angenommen werden musste, dass dieser Schwefelwasserstoff aus Metallsulfiden entsteht, die bei der früheren Betriebsweise mit hohen Schwefelgehalten im Gas sich gebildet haben können, wurde der Kühler 2 ausser Betrieb genommen, geöffnet und besichtigt. Hierbei wurde festgestellt, dass die Raschigringe einen ziemlich starken Schlammelag aufwiesen, der mit Säuren behandelt Schwefelwasserstoff abgab. Es wurde daher auch im Grossen durch Berieselung des Turmes mit einer 2%igen Salzsäure die Entfernung des Sulfidschwefels versucht. Nach dieser Behandlung trat wohl eine geringe Erniedrigung des Schwefelwasserstoffgehaltes von 2 auf rund 1 g/100 m<sup>3</sup> ein, doch war dieses nur eine vorübergehende Erscheinung.

Nach wenigen Wochen begann jetzt ein starker Schwefelanstieg im Konvertgas, der aber nicht nur auf den Kühler 2 der Konvertierungsanlage beschränkt blieb. Er trat auch nach dem Kühler 1 und nach den beiden Sättigern auf. Die anfangs geringen Werte stiegen im Laufe der Zeit immer mehr an, so dass nach den Sättigern maximal bis zu 2 g und nach den Kühlern bis zu 7 g Schwefelwasserstoff in 100 m<sup>3</sup> Konvertgas gefunden wurde.

Dieses bedeutete für das Synthesegas ein Ansteigen des Schwefelwasserstoffgehaltes bis auf maximal 2,5 g/100 m<sup>3</sup> bei der Normaldrucksynthese, während bei der Mitteldrucksynthese die Auswirkung dadurch geringer blieb, das bei der Kühlung zwischen den einzelnen Kompressionsstufen Schwefelwasserstoff mit dem anfallenden Kondensat entfernt wurde.

Da nach dem ganzen Verlauf des Auftretens des Schwefelwasserstoffes eine Erklärung durch eine Neubildung aus vorhandenen Sulfiden nicht mehr gegeben werden konnte, wurde im Labormaßstab unter-

sucht, ob bei den im Kühler und Sättiger herrschenden Temperaturen und dem zur Anwendung gelangenden Rückkühlwasser Schwefelwasserstoff neugebildet werden kann. Aber auch diese Versuche ergaben keine Hinweise auf die Entstehung des Schwefelwasserstoffes.

Eine eingehende Untersuchung des Rückkühlwassers zeigte aber, dass sein Sulfatgehalt, der zwischen 25 bis 35 g/l lag, innerhalb der Konvertierungsanlage vollständig verschwand.

Das Untersuchungsbild war zu diesem Zeitpunkt folgendes: Das Rückkühlwasser, das mit 25 bis 30° C oben auf den 27 m hohen Kühler aufgegeben wurde, hatte ein Gesamtschwefelgehalt <sup>von</sup> 29 bis 33 mg/l. An dem ersten Überlauf, der ungefähr in halber Höhe des Kühlers angebracht ist, wurde 16,5 - 20 mg festgestellt, während am Überlauf im Sumpf nur noch Spuren von Schwefel gefunden wurden.

Der entgegengesetzt verlaufende Konvertgasstrom zeigte zur gleichen Zeit am Gaseintritt 0,3 bis 1 g H<sub>2</sub>S/100 m<sup>3</sup>, eine Menge, die auch schon nach den Sättigern vorhanden war. Die Schwefelwasserstoff-Neubildung nahm mit der Höhe des Kühlers, an dem fünf Probestellen angebracht waren, bis zur vierten Probestelle in 18 m Höhe langsam bis zur letzten Probestelle in 24,5 m Höhe kurz vor Austritt des Gases aus dem Kühler aber sprunghaft auf 5 bis 7 g/100 m<sup>3</sup> zu. Man sieht also, in dem Masse wie der Schwefelgehalt des Rückkühlwassers abnimmt, steigt der Schwefelgehalt des Gases an.

Eine Schwefelbilanz ergab bei Berücksichtigung des Verdampfungsverlustes des Kühlwassers eine gute Übereinstimmung der fehlenden Sulfatmengen mit den im Gas gefundenen Schwefelwasserstoffmengen. Nach dieser Rechnung musste eine Zunahme von 5,1 g S./100 m<sup>3</sup> im Gas erfolgen. Tatsächlich wurden Werte zwischen 5 und 6 g auch gefunden.

Bei den nun angestellten Erklärungsversuchen für diese Sulfat-Umwandlung wurde, nachdem eine chemische Reaktion aufgrund der ungünstigen Reaktionsbedingungen wegfiel, die Frage aufgeworfen, ob die Sulfatreduktion nicht durch Bakterientätigkeit zu erklären sei.

Nachforschungen in der Literatur zeigten, dass im Jahre 1895 Beijerinck ein reduzierendes Bakterium beschrieben hat, das als Fäulnisbakterium einen reduzierenden Abbau des Sulfates be-

Die Lebensbedingungen der verschiedenen sulfatreduzierenden Bakterien zeigen, dass diese hauptsächlich im sauerstofffreien Schlamm von Gewässern oder sonst unter Ausschluss von Sauerstoff bei Vorhandensein von organischen Substanzen als Nahrung und vor allem bei Temperaturen bis maximal  $60^{\circ}$  gut gedeihen.

Da das Konvertgas vollständig sauerstofffrei ist und die Temperaturen in den Kühlern im Gas zwischen  $240^{\circ}$  und  $30^{\circ}$  und im Wasser zwischen  $25^{\circ}$  und  $65^{\circ}$  liegen, sind diese beiden Lebensbedingungen aufs Beste erfüllt. Da fernerhin das Rückkühlwasser aus anderen Anlagenteilen genügend organische Substanz mit sich bringt, was durch Permanganatzahlen bis zu  $3.2 \text{ mg O}_2/1$  und durch Chlorbedarfzahlen bis zu  $0,9 \text{ mg Chlor/1}$  belegt wird, war auch die Ernährungsgrundlage der Bakterien gesichert.

Nun erhebt sich die Frage; Wie gelangten die Bakterien in das Kühlsystem? Wie schon gesagt, ist eine Einschleppung mit dem Frischwasser nicht wahrscheinlich. Da aber die infrage kommende Bakterienklasse durch Luftsauerstoff nicht abgetötet, sondern nur in ihrer sulfatreduzierenden Tätigkeit gehemmt werden, ist eine Ausbreitung durch Luft, Staub und das Baumaterial, wie in anderen Fällen oft beobachtet, ohne weiteres möglich. Dies ist auch die Erklärung, die von bakteriologischer Seite aus allein gegeben wird.

Da von dem Sachbearbeiter des Hygienischen Instituts, von Herrn Dr. Baier in kurzer Zeit eine eingehende Arbeit über "Die sulfatreduzierenden Bakterien in technischen Anlagen" in der Zeitschrift Gas und Wasserfach erscheinen wird, die vor allem die bakteriologische Seite unseres Falles eingehend behandelt, möchte ich mich mit diesen kurzen Bemerkungen begnügen.

Zum Schluss muss nur noch gesagt werden, dass auch bei anderen Werken ähnliche Fälle der bakteriellen Sulfatreduktion in letzter Zeit aufgetreten sind. So wurde mir vom Gaswerk Nordhausen der Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft berichtet, dass dort ebenfalls in der Konvertierungsanlage, die zur Entgiftung des Leuchtgases betrieben wird, die gleiche Schwefelwasserstoff-Neubildung beobachtet wurde. Aufgrund der bei uns durchgeführten Untersuchungen und gewonnenen Erkenntnisse konnte dort ein grösserer Schaden, der vor allem in Korrosionserscheinungen im Leitungsnetz zu erwarten war, verhindert werden. Wir aber mussten leider eine Schädigung unserer Synthese solange hinnehmen, bis es, wie geschildert, gelungen war, dem *Vibrio desulfuricans* die Existenzberechtigung zu entziehen.

wirkt. Später wurde auch von anderen Forschern wie van Delden, Rubentschik, Elion, Baars weitere Bakterien entdeckt, die ebenfalls die Sulfatreduktion bewirken.

Nachdem also eine bakterielle Neubildung in unserem Falle nahe lag, wurde das hygienische Institut des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen mit der näheren Untersuchung d.h., vor allem mit dem Nachweis der Bakterien und ihrer Bekämpfung beauftragt.

Als nach kurzer Versuchszeit feststand, dass in dem Rückkühlwasserkreislauf sulfatreduzierende Bakterien und zwar eine thermophile Form des *Vibrio de sulfuricans* vorhanden waren, konnte diese bekämpft werden. Dies geschah durch Zugabe von Zinkchlorid zu dem Kreislaufwasser. Sofort und zwar innerhalb von wenigen Stunden war die Schwefelwasserstoff-Neubildung vollständig unterdrückt und damit vorerst die Reinheit des Synthesegases beider Anlagen wieder hergestellt.

Zuerst wurden in kurzer Zeit 50 kg Zinkchlorid dem Wasser zugegeben, dann wurde durch Zugabe von 2 kg/h ein Zinkchloridgehalt von 10 bis 15 g/m<sup>3</sup> im Kühlwasser gehalten. Da diese Menge über dem experimentell ermittelten nötigen Gehalt lag, wurde mehrmals der Versuch gemacht, die Zinkchloridzugabe auf 7 g und weniger je m<sup>3</sup> herabzusetzen. Doch lebte hierbei sofort die Bakterientätigkeit immer wieder auf.

Um nun den Zinkchloridverbrauch zu senken, wurde ein geschlossener Wasserkreislauf innerhalb der Konvertierungsanlage hergestellt, bei dem das Kreislaufwasser in indirekten Röhrenkühlern mit dem zur Entgasung vorzuwärmenden permutierten Speisewasser gekühlt wurde. Doch traten hierbei aufgrund des aggressiven Charakters des Permutitwassers so starke Korrosionen auf, dass diese Art der Kühlung bald verlassen werden musste.

Das Vorhandensein des Entgasungsturmes der Kohlensäure-Druckwäsche ermöglichte aber eine einfache und schnell durchzuführende Einrichtung eines Kühlerkreislaufes, bei dem das Kreislaufwasser in einem eigenen Kühlturm gegen Luft gekühlt werden konnte. Hiermit war die Korrosion durch permutiertes Speisewasser an den empfindlichen Kühlelementen ausgeschaltet.

Da das in dem Konvertgaskühler anfallende Dampfkondensat nicht

- 23 -

zu halten. Nachdem so den Bakterien des Sulfates als Betätigungsgebiet weitgehendst weggenommen war, wurde der Zinkchloridzusatz zum Kühlkreislauf ebenfalls aufgegeben. Bis heute, d.h. nach 2 monatiger Betriebszeit hat sich keine Erhöhung des Schwefelgehaltes des Konvertgases ergeben. Es ist also durch Herausnahme des Sulfatgehaltes auf weit billigerem Wege gelungen, die Tätigkeit der Bakterien zu überwinden, als es durch Zugabe von Zinkchlorid oder andere Chemikalien möglich gewesen wäre.

Im Folgenden möchte ich kurz auf die Untersuchungen des Hygienischen Instituts des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen eingehen.

Nachdem die erste Versuchsreihe das Vorhandensein sulfatreduzierender Bakterien ergeben hatte, erhob sich natürlich zuerst die Frage, woher stammen diese Bakterien?

Wie oben geschildert, trat die Schwefelwasserstoff-Neubildung zusammen mit der Umstellung der Konvertierungsanlage ein. Doch konnte nachgewiesen werden, dass vor dieser Umstellung eine Schwefelwasserstoff-Neubildung in dieser Anlage nicht stattgefunden hat. Da aber ungefähr gleichzeitig mit dem Auftreten der Schwefelwasserstoff-Bildung unser Rohwasser zum Teil auf ein neues Pumpwerk, die sogenannte Pumpstation "Handbeck" des Rheinisch-Westfälischen Wasserwerkes umgestellt wurde, so lag nahe, hierin einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Auftreten der Sulfatreduktion zu vermuten. Es wurde daher sowohl dieses Handbeckwasser, als auch das sonst hier zum Verbrauch gelangende Rohwasser der Pumpstation Mülheim auf ihren Gehalt an Bakterien und auf sonstige Umstände, die sich für die Entwicklung der Bakterien günstig auswirken, wie z.B. auf organische Substanz, untersucht. Diese Untersuchungen verliefen aber alle negativ, so dass die Schwefelbakterien nicht durch die Wasserumstellungen eingebracht wurden. Wohl dürfte das Wasser von der Pumpstation Handbeck, da es nicht gechlort ist, für die Ausbreitung und das Wachstum der Bakterien als begünstigend angesehen werden, so dass meines Erachtens das Zusammenfallen von Schwefelwasserstoff-Neubildung und Umschaltung auf diese Art von Frischwasser keine Zufälligkeit darstellt, sondern gegenseitig bedingt ist.

Die Lebensbedingungen der verschiedenen sulfatreduzierenden Bakterien zeigen, dass diese hauptsächlich im sauerstofffreien Schlamm von Gewässern oder sonst unter Ausschluss von Sauerstoff bei Vorhandensein von organischen Substanzen als Nahrung und vor allem bei Temperaturen bis maximal 60° gut gedeihen.

Da das Konvertgas vollständig sauerstofffrei ist und die Temperaturen in den Kühlern im Gas zwischen 240 und 30° und im Wasser zwischen 25 und 65° liegen, sind diese beiden Lebensbedingungen auf beste erfüllt. Da fernerhin das Rückkühlwasser aus anderen Anlage-teilen genügend organische Substanz mit sich bringt, was durch Permanganatzahlen bis zu 3,2 mg O<sub>2</sub>/l und durch Chlorbedarfszahlen bis zu 0,9 mg Chlor/l belegt wird, war auch die Ernährungsgrundlage der Bakterien gesichert.

Nun erhebt sich die Frage: Wie gelangten die Bakterien in das Kühlsystem? Wie schon gesagt, ist eine Einschleppung mit dem Frischwasser nicht wahrscheinlich. Da aber die in Frage kommende Bakterienklasse durch Luftsauerstoff nicht abgetötet, sondern nur in ihrer sulfatreduzierenden Tätigkeit gehemmt werden, ist eine Ausbreitung durch Luft, Staub und das Baumaterial, wie in anderen Fällen oft beobachtet, ohne weiteres möglich. Dies ist auch die Erklärung, die von bakteriologischer Seite aus allein gegeben wird.

Da von dem Sachbearbeiter des Hygienischen Instituts, von Herrn Dr. Baier in kurzer Zeit ein eingehende Arbeit über "Die sulfatreduzierenden Bakterien in technischen Anlagen" in der Zeitschrift Gas und Wasserfach erscheinen wird, die vor allem die bakteriologische Seite unseres Falles eingehend behandelt, möchte ich mich mit diesen kurzen Bemerkungen begnügen.

Zum Schluss muss nur noch gesagt werden, dass auch bei anderen Werken ähnliche Fälle der bakteriellen Sulfatreduktion in letzter Zeit aufgetreten sind. So wurde mir vom Gaswerk Nordhausen der Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft berichtet, dass dort ebenfalls in der Konvertierungsanlage, die zur Entgiftung des Leuchtgases betrieben wird, die gleiche Schwefelwasserstoff-Neubildung beobachtet wurde. Aufgrund der bei uns durchgeführten Untersuchungen und gewonnenen Erkenntnisse konnte dort ein grösserer Schaden der vor allem in Korrosionserscheinungen im Leitungsnetz zu erwarten war, verhindert werden. Wir aber mussten leider eine Schädigung unserer Synthese solange hinnehmen, bis es, wie geschildert, gelungen war, dem *Vibrio desulfuricans* die Existenzberechtigung zu entziehen.

Ritter teilt mit, dass auch bei Krupp in den Kühlern der Konvertierungsanlage die Neubildung von Schwefelwasserstoff beobachtet wurde. Diese Erscheinung wurde ebenfalls mit Zinchlorid bekämpft. Dass die Schwefelwasserstoffneubildung nicht bei anderen Kühlern, die mit dem gleichen Rückkühlwasser betrieben werden, auftritt, glaubt er darauf zurückführen zu können, dass der niedrige CO-Gehalt des Konvertgases sich begünstigend auf die Lebensbedingungen der Bakterien auswirkt.

Bei den Chemischen Werken Ess. Steinkohle wird nach der Kondensation erster Stufe ebenfalls 0,2 - 0,3 g Schwefelwasserstoff je 100 m<sup>3</sup> Gas beobachtet. Da eine A.K.-Anlage nachgeschaltet ist und der Schwefelwasserstoff hierdurch nicht auf den Katalysator der 2. Stufe gelangen kann, stört dieser Schwefelwasserstoffgehalt nicht.

Auch bei Schaffgotsch tritt im Wassergaskühler nach der Feinreinigung eine Schwefelwasserstoffneubildung auf. Verschiedene bakterielle Untersuchungen zeigten hier aber kein positives Ergebnis. Kowalski teilt mit, dass in Amerika die Schwefelwasserstoffneubildung durch Bakterien auch in entschwefelten Benzin beobachtet wurde. Hier bekämpft man die Bakterien durch äusserst geringe Zugaben von Trypflavinfarbstoffen.

Martin empfiehlt beim Auftreten ähnlicher Erscheinungen bakterielle Institute heranzuziehen, da auf diesem Wege schnellstens Abhilfe geschaffen werden kann.