

PROF.DR. - ING. GERD FALKENHAIN

Gutachten

Technische Beurteilung des Projektes einer Kohlenmonoxidleitung von Köln nach Krefeld

überarbeitete Fassung vom 15.Mai 2007
HASENWINKELERSTR.15 • 44879 BOCHUM PHONE: 0234 492777

1. Beauftragung, Aufgabenstellung

Die Beauftragung erfolgte am 27.4.07 in einer Sitzung durch die Verwaltung der Stadt Monheim.

Durch den Unterzeichner soll eine **technische Beurteilung des Projektes einer Kohlenmonoxidfernleitung von Köln nach Krefeld** durchgeführt werden. Der Unterzeichner erhielt am 27.4.07 Einsicht in die Planungsunterlagen durch die Stadt Monheim.

2. Einführung

Das zu beurteilende Projekt beinhaltet eine Gasfernleitung von Köln nach Krefeld via Düsseldorf und Duisburg mit einer Gesamtlänge von 67 km. Die Leitung soll einen Nenndurchmesser von 250 mm und einen Nenndruck von 40 bar haben und soll für den Transport von Kohlenmonoxid geeignet sein. Die umfassenden Planungsunterlagen lassen erkennen, dass einige Planungsregeln unberücksichtigt z.T. verwirrend angewendet wurden (Kap.7). Es bestehen Zweifel, ob der besonderen Gefährdung durch Kohlenmonoxid Rechnung getragen wurde.

Vielmehr sieht der Unterzeichner eine erhebliche Gefährdung durch das Medium, das in der geplanten Fernleitung transportiert werden soll, also durch Kohlenmonoxid. Kohlenmonoxid ist brennbar aber auch **geruchlos und toxisch**. Gerade die Eigenschaften in ihrer Kombination **farblos, geruchlos, somit nicht wahrnehmbar und toxisch** zu sein, verleiht dem Gas eine **heimtückische Eigenschaft**: Die dem Gas ausgesetzte Person kann das Gas nicht wahrnehmen und wird bewusstlos, so dass sie keinerlei Möglichkeiten hat, sich aus der Gefahr zu befreien und so leicht eine tödlich Vergiftung erleiden kann.

Die **Freisetzung** des Gases kann durch Lecks in der Leitung erfolgen, die sich z.B. durch Materialfehler, Korrosion, Überbeanspruchung etc. ergeben oder aber durch Fremdeinwirkung, entweder unbeabsichtigte

oder beabsichtigte Fremdeinwirkung. Es konnte nicht festgestellt werden, dass die getroffenen technischen Maßnahmen eine Freisetzung des heimtückischen Kohlenmonoxids ausschließen.

3. Die Gefährdung durch Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid ist **brennbar** wie viele in Gasleitungen transportierte Gase so z.B. Erdgas, Ethen oder Wasserstoff. Der Transport von brennbaren Gasen gehört zum Stande der Technik.

Kohlenmonoxid ist darüber hinaus **toxisch**, aber auch **farblos**, **geruchlos**, **somit nicht wahrnehmbar**, worin die eigentliche Gefahr begründet ist.

Der Mensch kann Emissionen von Kohlenmonoxid nicht wahrnehmen - anders als z.B. beim Chlor oder Ammoniak - und kann deshalb keine Maßnahmen ergreifen, um der Vergiftungsgefahr zu entkommen. Vielmehr reichert sich Kohlenmonoxid im Blut an, was zur Bewusstlosigkeit führt, so dass selbst bei vorhandenem Handy der Notfall nicht gemeldet werden kann. In NRW sterben jährlich zahlreiche Menschen an Kohlenmonoxidvergiftungen insbesondere bei Bränden in Gebäuden.

Die eigentliche Gefahr des Kohlenmonoxids liegt also darin begründet, dass es **geruchlos und toxisch** ist, was dem Gas eine **heimtückische Eigenschaft** verleiht.

Im allgemeinen werden für die Symptome einer Kohlenmonoxidvergiftung beim Menschen benannt:

- Bei einer mittleren Belastung von 150 bis 300 ppm entstehen Schwindelgefühle, Schläfrigkeit und Übelkeit, sogar Erbrechen
- Bei einer extremen Belastung ab 400 ppm: Bewusstlosigkeit, Hirnschaden und Tod

Die Eigenschaften, die möglichen Gefahren, die Erste Hilfe-Maßnahmen, die Maßnahmen bei einer Freisetzung sowie die

Maßnahmen zur Brandbekämpfung sind in dem Sicherheitsdatenblatt

für Kohlenmonoxid // I / dargestellt. Auszugsweise soll noch darauf hingewiesen werden, dass unter Punkt 11

(**Toxikologie**) gesagt ist, dass die Fruchtbarkeit beeinträchtigt und das ungeborene Kind geschädigt werden kann. Das Sicherheitsdatenblatt weist unter Punkt 14 darauf hin, dass aufgrund der Gefahren durch Kohlenmonoxid der **Transport von Kohlenmonoxid** sowohl in Passagier- wie Frachtflugzeugen verboten ist. Der Transport in Gasleitungen wird nicht erwähnt.

4. Der Transport von Kohlenmonoxid in Fernleitungen

Der Transport von Gasen und Flüssigkeiten in Pipelines ist heute der beste und sicherste Transport, besser als der auf der Schiene oder Straße. Z.B. soll das Pipelinenetz für Wasserstoff in NRW 250 km lang sein. Die Länge des Erdgasnetzes dürfte einige tausend Kilometer betragen. Allerdings können von diesen Gasen nicht die Gefahren ausgehen, wie sie wegen der heimtückischen Eigenschaften (Toxizität) von einer Kohlenmonoxidleitung ausgehen.

Es ist verständlich, dass sich die vor 10 Jahren etablierten Chemieparks mit Pipelines vernetzen. Beim Bau einer Kohlenmonoxidleitung wird aber das früher realisierte Prinzip missachtet, dass toxische Stoffe nur dort erzeugt werden sollten, wo sie verbraucht werden, wie z.B. bei der Blausäure HCN oder beim Ethin. Auch beim Rohrleitungstransport innerhalb der Chemieparkgrenzen sind bei toxischen Stoffen erhebliche Gefahren gegeben. Allerdings stehen hier ausgebildete und ausgerüstete Kräfte für die Gefahrenabwehr zur Verfügung (z.B. die Werksfeuerwehr).

Vorgesehen ist eine Kohlenmonoxidleitung von Köln nach Krefeld und zwar von Köln-Worringen zum Chemiapark Krefeld Uerdingen mit einer Länge von 67 km. Die Nennweite beträgt 250 mm, der Nenndruck 40 bar. In Normalfall soll ein Einspeisedruck (Überdruck) von 13,5 bar an der Übergabestation in Köln und einer von 3 bar in

Krefeld vorliegen und es sollen bei diesen Bedingungen 10.000 m³/h an technischem Kohlenmonoxid gefordert werden. An anderer Stelle wird jedoch ein Einspeisedruck von 40 bar benannt.

Wie schon erwähnt ist Kohlenmonoxid **brennbar** wie viele in Gasleitungen transportierte Gase, so z.B. Erdgas, Ethen oder Wasserstoff. Der Transport von brennbaren Gasen gehört zum Stande der Technik.

Die projektierte Leitung von 63 km mit einer Nennweite von 250 mm hat ein **Volumen von 3091 m³**. In ihr sind bei einem Druck von 40 bar und einer Temperatur von 12 C

118.432 m³ Kohlenmonoxid

gespeichert, was etwa 12 mal der oben benannten Förderleistung von 10.000 m³ pro Stunde entspricht. Die Menge entspricht etwa dem Inhalt der heute noch bekannten großen Gasspeicherbehälter (Gasometer) der Kokereiwirtschaft. Sie entspricht energiemäßig etwa der Menge von 361 Benzin.

Hier wird aber weniger die Brantgefahr gesehen als vielmehr die Gefährdung der Bevölkerung durch Vergiftung: Im Falle eines Brandes von ausströmenden, Kohlenmonoxids empfiehlt das Sicherdatenblatt *III* sogar, nicht zu löschen, um so das giftige Kohlenmonoxid weitestgehend in Kohlendioxid umzuwandeln.

Für die Planung und den Betrieb von Fernleitungen gilt die TRFL *III*. Die TRFL gilt als Richtlinie für Fernleitungen für Flüssigkeiten und Gase. In ihrer Anlage F sind die Stoffe für Fernleitungen aufgeführt, aber kein Kohlenmonoxid. Es wird ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Liste offen sei und bei Bedarf erweitert werden kann. Es wird aber unterstellt, dass sie nur um Stoffe mit gleichartigen Gefahrenpotenzialen erweitert werden kann: In Anlage F sind als Gase Ammoniak und Vinylchlorid genannt, beide sind als giftig (T) eingestuft, ebenso wie Kohlenmonoxid. Beide sind aber von den

Anwohnern leicht auszumachen, da sie stark geruchsbehaftet sind, so dass das Gefahrenpotential von Kohlenmonoxid höher eingestuft werden muss.

Die TRFL beschreibt in ihrem Absatz 3.1 die Wahl einer Trasse unter Gefährdungsgesichtspunkten. Vollkommen unverständlich ist, dass die Trassenführung nicht so gewählt wurde, dass die Gefahren, die von ihr ausgehen, so gering wie möglich gehalten werden. Vielmehr wurde eine Trasse von Dormagen über Düsseldorf und Duisburg nach Uerdingen mit zwei Rheinquerungen gewählt. Die Gesamtlänge von 67 km könnte bei linksrheinischer Führung deutlich verringert werden und damit auch die gemäß TRFL Absatz 3.4 beschriebenen Maßnahmen für Kreuzungen, Annäherungen und Parallelführungen. Bei einer kürzeren Trasse würde sich natürlich auch der Leitungsinhalt verringern. Ebenso wäre wegen des geringeren Druckverlustes ein geringerer Einspeisedruck erforderlich.

Die beantragte Trassenführung widerspricht den Forderungen der TRFL und macht deutlich, dass sich die Planer wohl nicht der Gefahren des Kohlenmonoxids bewusst sind.

5. Dichte von Kohlenmonoxid

Im Falle von Leckagen spielt für die Ausbreitung die Dichte eines Gases eine wichtige Rolle. Da die Dichte von Kohlenmonoxid oft gleich der Dichte von Luft gesetzt wird, soll der Einfluss von Druck und Temperatur auf die Dichten von Kohlenmonoxid und Luft geprüft werden:

Die Normdichte von Kohlenmonoxid beträgt $1,25 \text{ kg/m}^3$, die von Luft $1,29 \text{ kg/m}^3$. Sie ist somit etwas geringer als die von Luft, was die Konvektion, also das Aufsteigen in der Luft ermöglicht. Die tatsächliche Dichte der Gase ist allerdings stark temperaturabhängig. Da die Kohlenmonoxidleitung erdüberdeckt ist, z.B. mit

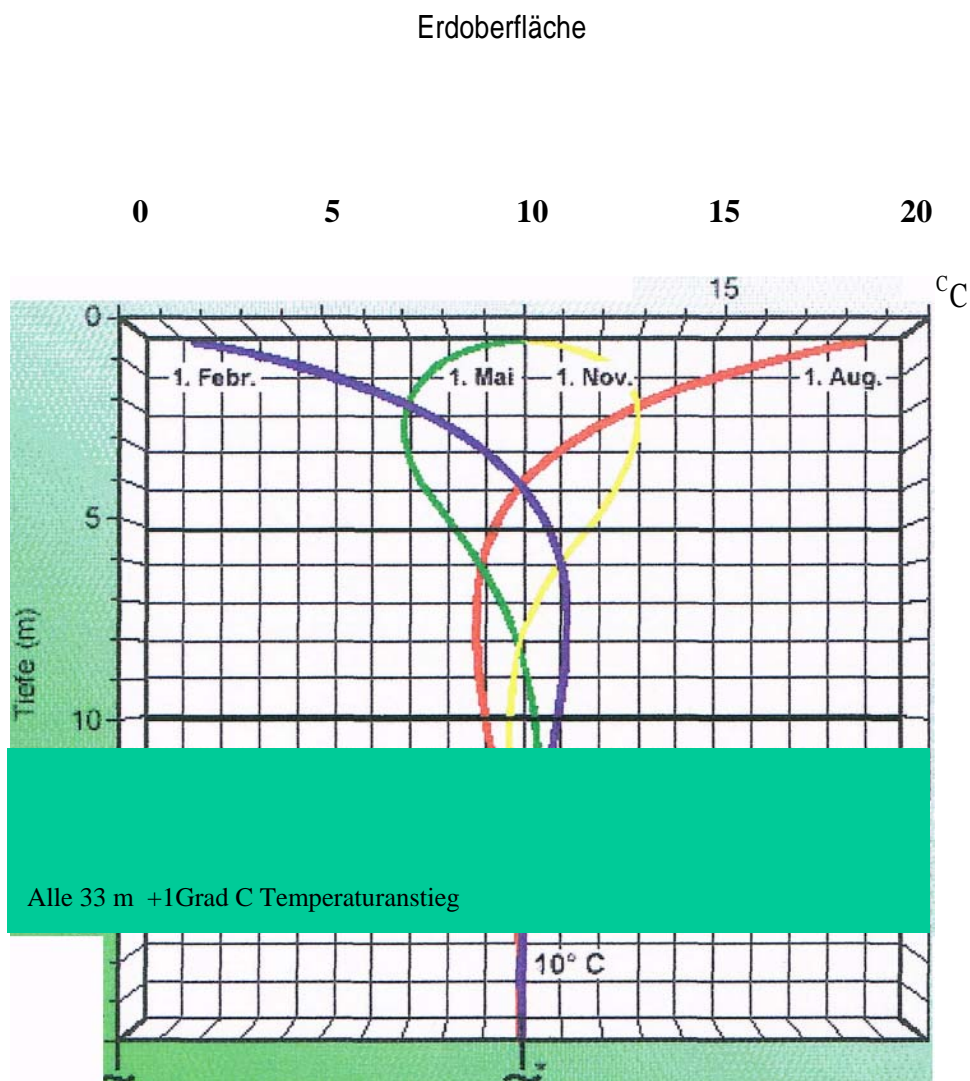


Abb. 1 Erdtemperatur abhängig von der Tiefe und der Jahreszeit

2m, ist anzunehmen, dass das Kohlenmonoxid die Erdtemperatur annimmt. Die Erdtemperaturen für Deutschland sind der Abb.1 zu entnehmen. Für eine Tiefe von 2m gilt:

Datum	Erdtemperatur, gemäß Abb.1	Außentemperatur, angenommen
1. Februar	7C	0C
1. Mai	7C	20C
1. August	12C	28C
1. November	13C	5C

Berechnet man die Gasdichten z.B. für die Temperaturen angegeben für den 1. August, so ergibt sich :

Gasdichte	Von Kohlenmonoxid bei 12 C	Von Luft bei 28 C
kg/m ³	1,19	1,17

Die Betrachtung zeigt, dass z.B. im Sommer sich das Dichteverhältnis umkehren kann: Im Sommer kann das aus der Erde ausströmende Kohlenmonoxid eine höhere Dichte aufweisen als die Luft, was die Konvektion, also die Ausbreitung behindert. Auch wenn der Unterschied nur ca. 2% ausmacht, so kann er sich bei noch höheren Außentemperaturen weiter vergrößern. Bei den oben benannten Gasen wie Erdgas oder erst recht bei Wasserstoff liegen die Dichten deutlich unter der Dichte von Luft. Lediglich bei den LPGs ist die Dichte deutlich höher als bei der Luft, weshalb hier auch besondere Maßnahmen getroffen werden, wie z.B. die Sperrung der A555 per Ampelanlage in der Höhe von Wesseling im Falle eines LPG - Ausbruchs.

Andere kohlenmonoxidhaltige Gase, die in Leitungen transportiert werden sind das Kokereigas und Synthesegas. Beide Gase enthalten größere Wasserstoffmengen und sind deshalb leichter als Luft und können sich so nach oben ausbreiten.

Die jahreszeitlich bedingte höhere Dichte des Kohlenmonoxids als bei der Luft begünstigt eine horizontale Ausbreitung, was bei einer nahen Bebauung katastrophale Folgen haben kann.

Darüber hinaus wird die vertikale Ausbreitung bei Inversionswetterlagen behindert.

Bekannt ist ohnehin, dass der Luftaustausch in der Rheinischen Bucht stark behindert ist. In Tallagen der Ausläufer des Bergischen Landes ist die Transmission bei bestimmten Wetterlagen sehr ungünstig.

5. Gefahrenpotential durch Leckagen

Die Gefährdung durch die Kohlenmonoxidleitung wird durch Leckagen beim Zweckbestimmten Betrieb zusätzlich durch Lecks hervorgerufen durch eine Fremdeinwirkung, eine unbeabsichtigte oder beabsichtigte, hervorgerufen, wie z.B. unbeabsichtigte Fremdeinwirkungen wie

- Flugzeugabsturz
- Verkehrsunfall
- Erdbeben

oder beabsichtigte Fremdeinwirkungen wie z.B. •

Terroristischer Angriff oder Sabotage

Um das vorhandene Gefahrenpotential zu verringern, fordert auch die TRFL unter Absatz 11.4.1 Einrichtungen zum Begrenzen der Austrittsmenge, weshalb die Leitung mit 5 Zwischenventilen versehen ist. Durch diese Zwischenventilstationen wird das gespeichert Gaspotential in 6 Teile aufgeteilt. Die Ventilstationen stellen aber wohl das eigentliche Gefahrenpotential dar sowohl für unbeabsichtigte wie für beabsichtigte Fremdeinwirkungen:

Die Kollision einer Landmaschine mit einer Ventilstation könnte zu Gasfreisetzungen führen. Gerade in letzter Zeit eingesetzte Kofferbomben könnten eine Ventilstation beschädigen. Eigene Erfahrungen aus den 70-iger Jahren zeigen, dass ungeschützte und unbeaufsichtigte Anlagen ein großes Risiko darstellen. Demgegenüber ist der Angriff auf eine unterirdisch verlaufende Leitung unwahrscheinlicher.

Die der Beantragung auf Genehmigung der Fernleitungen wurden die beiden Gutachten

- * Erkennung und Auswirkungen eines Lecks in der Kohlenmonoxidleitung /3/ ^
- Auswirkungen von Lecks und eine Vollbruch in der Kohlenmonoxidleitung von Köln nach *IM*

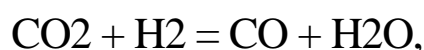
angefertigt.

Das Gutachten /3/ geht von einem Leck von 3,6 mm Durchmesser aus und ermittelt in einem Abstand von 10m eine CO Konzentration von knapp 400 ppm. Die Symptome für diese extreme Belastung wurden oben benannt. Gutachten *IM* geht von einem 20 mm Loch und einem Vollbruch aus und stellt fest, dass sich beträchtliche Entfernungen ergeben, über die sich eine gefährliche Konzentration von Kohlenmonoxid einstellen kann. Die Gefährdung wird in /4/ dennoch als gering eingestuft, da beim bestimmungsgemäßen Betrieb die Wahrscheinlichkeit eines Lecks als sehr gering eingestuft werden muss. Dieser Beurteilung kann entsprochen werden. Allerdings muss auch der nicht bestimmungsgemäße Betrieb unterstellt werden. Auf S. 109 des Antrags auf Genehmigung wird die Maßnahme, Geo Grid Matten mit zu verlegen, begründet mit der Schadensstatistik der EGIG, die nachweist, **dass die Hälfte aller Schäden an Fernleitungen auf äußere Beschädigung durch Dritte zurückzuführen sei.** Damit dürfte die Wahrscheinlichkeit eines großen Lecks doch nicht so gering sein, wie in /4 / dargelegt.

Die von der TRFL unter Absatz 11.4.1 geforderte Begrenzung der Austrittsmenge kann auch durch folgende Maßnahmen erreicht werden, die einzeln oder in Kombination vorgesehen werden:

Maßnahme	Begrenzung der Austrittsmenge in %
Linksrheinische Trassenführung	Ca.20
Senkung des Nenndrucks auf 10 bar	75
Statt Rein-CO Synthesegas	Ca. 70 %

Insbesondere die Variante der Einspeisung von Synthesegas anstelle von Rein-CO birgt ein großes Sicherheitspotential. Synthesegas mit einem Gehalt von 30 % CO und 70 % Wasserstoff hat eine deutlich geringere Dichte als Rein - CO und damit gute Ausbreitungsbedingungen in vertikaler Richtung. Durch die Rekonvertierung z.B. von Kraftwerks - Kohlendioxid mit dem Rohrleitungs-Wasserstoff gemäß:



kann in Krefeld eine ausreichend Menge von Kohlenmonoxid hergestellt werden. Eine solche Fernleitung ist nach TRFL genehmigungsfähig, da das Synthesegas in der TRFL als Ferngas vorgesehen ist. Die Kombination aller drei Maßnahmen würde die mögliche Austrittsmenge deutlich stärker verringern als die vorgesehenen 5 Ventilstationen. Die Sicherheit der Leitung könnte deutlich erhöht werden, da die unbeaufsichtigten Ventilstationen entfallen können.

6. Sicherheitskonzept für die erhöhten Anforderungen an eine Kohlenmonoxidleitung

6.1 Maßnahmen gemäß TRFL

6.1.1 Begrenzung der Freisetzungsmenge durch fünf Ventilstationen
151

Die wesentliche Maßnahme des Sicherheitskonzeptes der konzipierten Fernleitung ist die Begrenzung der Freisetzungsmenge durch fünf Ventilstationen: Die Zahl der Ventilstationen wurde nach Kriterien, wie sie im Falle von Erdgasleitungen angewendet werden, ermittelt;

also mehr nach Kriterien des Brandschutzes als nach Kriterien, die Anwohner vor Vergiftungsgefahren durch das heimtückische Kohlenmonoxid schützen. Der Unterzeichner fordert aber nicht mehr Ventilstationen sondern weniger, aber keine, die in unkontrolliertem Gebiet (ohne Werkschutz, ohne Zugangskontrolle etc.) aufgebaut werden. Diese Stationen sind durch Fremdeinwirkung gefährdet. Insbesondere die vorgesehen Container für die MRT (Mess- und Regeltechnik) dürften auf die gefährliche Fernleitung aufmerksam machen. Ein Maschendraht, auch mit einer Höhe von 2,5 m, dürfte kein Hindernis sein.

Abb. 2 zeigt z.B. die Schieberstation 2 auf landwirtschaftlich genutzter Fläche an einer Kreuzung zweier Landwirtschaftswege in unmittelbarer Nähe einer weiteren Fernleitungsstation und im Abstand von nur 150m von der Autobahnböschung.



Abb. 2 Schieberstation 2 in Berghausen (Langenfeld) in einer Entfernung von ca. 150 m von der Autobahn A59 entfernt.



Abb.3: Schieberstation 5 in Breitscheid (Ratingen) in unmittelbarer Nähe des Autobahnkreuzes Breitscheid mit einem Abstand von 150 m zur nächsten Bebauung

Abb.3 zeigt die Station 5 in Breitscheid unmittelbar an der B 1 und dem Autobahnkreuz Breitscheid gelegen. Eingezeichnet wurde der Abstand (150m) zur nächsten Bebauung.

6.1.2 Leckerkennungssystem

Eine erforderliche - auch von TRFL geforderte - sinnvolle Maßnahme des Sicherheitskonzeptes ist das vorgeschlagene Leckerkennungssystem: An den beiden Übergabestellen (Abgabe- und Abnahmestelle der Fernleitung) sind präzise messende Volumenstrom-Messgeräte aufgestellt, die zusammen mit je einer Druck- und Temperaturmessung den Normvolumenstrom - damit auch den Massenstrom - messen können. Aus einer Differenzrechnung kann die Leckrate, mit einem Computerprogramm auch im instationären Betrieb, bestimmt werden. Für die erforderlichen Genauigkeiten werden auf S.80/81/51 benannt:

Genauigkeiten der Systembestandteile des Leckerkennungssystems gemäß Antrag 151

Meßgröße	Volumenstrom	Druck	Temperatur
Genauigkeit	Nicht genannt	+/- 0,1%	+/- 0,3%

Mit der vorgeschlagenen Messeinrichtung soll eine Leckrate im Normzustand von 60 m³/h gemessen werden können.

Eine kleine Rechnung macht deutlich, dass die benannten Genauigkeiten unzureichend sind (für die Genauigkeit der Volumenstrommessung wurde ebenso wie beim Druck eine Genauigkeit von +/- 0,1 % eingesetzt. (Betriebsbedingung : 20 C und 40 bar). Unterstellt wurde die geplante Förderleistung von 10000 m³/h und eine Leckrate von 60 m³/h. Die Rechnung ergibt:

Ein	aus
Soll 10000 m ³ /h im Normzustand im Betriebszustand 268,3 m ³ /h	10000 m ³ /h - 60 m ³ /h = 9940 m ³ /h 266,7 m ³ /h
Ist Im Betriebszustand 268,0 m ³ /h (-0,1%) p= 39,96 bar (-0,1%) t = 20,06 C (+0,3 %) 9976 m ³ /h	Im Betriebszustand 267 m ³ /h (+0,1%) p= 40,04 bar (+0,1%) t = 19,94 C (-0,3%) 9962 m ³ /h
	Delta = -14 m³/h

Die Rechnung zeigt, dass die Messeinrichtung nur 23 % der tatsächlichen Leckrate detektiert, was die Messwerte veranlassen könnte, keine Maßnahmen zu unternehmen.

In dem Bericht von Bayer Technology Services /6 /, der allerdings mit dem Vermerk „ungültig“ versehen ist, wird richtig formuliert "Eine präzise Leckerkennung gelingt nur, wenn die installierten Feldgeräte ausreichend genau sind".

Geforderte Mindestgenauigkeiten der Systembestandteile des Leckerkennungssystems gemäß Bericht 161:

Meßgröße	Volumenstrom	Druck	Temperatur
Genauigkeit	+/- 0,075 %	+/- 0,025 %	+/- 0,2 %

Mit diesen Genauigkeiten wurde obige Rechnung wiederholt und es kann gezeigt werden, dass eine Leckrate von 37 m³/h in der Messwerte erkennbar ist, entsprechend 62 % des zu delektierenden Wertes:

Ein	aus
Soll 10000m ³ Vh	10000 m ³ Vh - 60 m ³ /h = 9940 m ³ /h
im Betriebszustand 268,3 m /h	266,7 m ³ /h
Ist Im Betriebszustand 268,1 m ³ /h (-0,075%) p= 39,99 bar (- 0,025%) t = 20,04 C 9988 m ³ /h	^o Im Betriebszustand 266,9 m /h (+0,075%) p- 40,01 bar (+0,025%) t- 19,96 C 9951 m ³ /h
	Delta = - 37m³/h

Warum die geforderten Genauigkeiten des zitierten Berichtes nicht in dem Genehmigungsantrag aufgenommen wurden, ist unverständlich.

Zumal die Leckerkennung von mindestens 60m³ /h ein wesentliches Sicherheitsmerkmal ist und z.B. im Gutachten /3/ wesentlicher Bestandteil der Analyse ist.

Zu prüfen wäre ferner noch, ob im Niedriglastfall oder Nulllastfall eine Leckerkennung möglich ist: Die für den Volumenstrom eingesetzten Turbozähler an der Aufgabe- und Abgabestelle messen im Nulllastfall korrekterweise den Wert Null, die Differenz ist ebenfalls Null. Eine Leckage kann aber dennoch vorliegen.

6.1.3 Leckortungssystem nach dem Membranschlauchverfahren

Geplant ist eine Leckortung nach dem Membranschlauchverfahren. Es

sind drei Referenzanlagen benannt. Ferner liegt ein Versuchsbericht vor. Es entsteht der Eindruck, als ob das benannte Verfahren noch nicht dem Stande der Technik entspricht. Fragen nach dem Zusetzen der Kapillaren und damit nach der Lebensdauer sind noch ungeklärt. Dennoch könnte mit diesem Verfahren eine Lokalisierung ermöglicht werden. Eine Begrenzung von 67 auf 10 km im Störfall dürfte wesentliche Vorteile haben.

Die Aktivitäten seitens des Antragstellers auf dem Feld der Leckortung machen deutlich, dass im Antrag zumindest an dieser Stelle die Gefährdung der Öffentlichkeit durch einen Störfall der Fernleitung gesehen wird.

6.1.3 Maßnahmen im Falle eines erkannten Lecks

An mehreren Stellen des Antrags wird beschrieben, dass im Falle eines Lecks die Rohrleitung segmentweise abgesperrt wird und dann segmentweise entspannt wird beginnend zwar an der Aufgabestelle (in Dormagen). Dort wird das Gas abgefackelt. Anschließend wird von dort die Leitung inertisiert.

Nach den Erfahrungen des Unterzeichners dauert dieses Vorgehen länger, als wenn das Gas in Uerdingen abgefackelt (oder im Kraftwerk mitverbrannt) würde und wenn gleichzeitig in Dormagen Inertgas aufgegeben würde. Hinzukommt dass eine Entspannung, so wie geplant, nur teilweise möglich sein dürfte. Wenn zum Beispiel im 1. Segment nach der Aufgabe das Leck geortet ist: Dann dürfte der Inhalt der anderen Segmente nicht wieder dorthin gefordert werden. Eine vollständige Inertisierung wäre dann nicht möglich.

6.2 Zusätzliche Maßnahmen

Maßnahmen über die Forderungen der TRFL hinaus sind auf den Seiten 108 ff 151 benannt. Es sind

- Erhöhte Wanddicken
- Schutzabdeckung mit Geotextil

- Trassenwarnband
- Stressdruckprüfung
- Höhere Erdüberdeckung und
- Besondere Kennzeichnung bei Unterquerungen

Leicht zu erkennen ist, dass die benannten Maßnahmen sich ausnahmslos auf die erdüberdeckte Rohrleitung beziehen. Es sind aber keinerlei Maßnahmen für die stärker gefährdeten Ventilstationen vorgesehen. Beim benannten Auslegungstermin wurden die Positionen der Ventilstationen eingesehen aber sie konnten nicht sämtlich genau festgehalten werden. Es entstand der Eindruck, dass sie zwar außerhalb der Wohnbebauung vorgesehen waren, dass sie aber unmittelbar an Verkehrswegen, in einem Fall an einer Autobahnabfahrt positioniert waren, was die Gefährdung durch Verkehrsunfälle oder durch beabsichtigte Fremdeinwirkung ermöglicht, ohne dass Gegenmaßnahmen erkennbar sind.

7. Weitere Anmerkungen zu den Antragsunterlagen gemäß TRFL (Kap.1-8)/5/

a. Stoffdaten

Bei den Stoffdaten im Genehmigungsantrag wird lediglich das Zeichen T für toxisch mitgeteilt (s. S. 11). Dass Kohlenmonoxid **farblos und geruchlos und somit nicht wahrnehmbar** und darüber toxisch ist, woraus wie oben dargestellt sich die eigentlichen Gefahren ergeben, ist nicht erwähnt.

Auf Seite 11 wird die rel. Dichte zu Luft mit 0,97 richtig gemäß Literatur benannt („**etwas leichter als Luft**“). Dies wird auch auf S.111 wiederholt. Unbeachtet bleibt, dass sich dies auf Normbedingungen bezieht. Welche Dichten sich im Betriebsfall ergeben, wurde oben erörtert, wobei sich dann der gefährlichere Zustand ergibt, dass CO i. BZ. auch schwerer als Luft sein kann. Angaben über die Zusammensetzung des CO (Richtanalyse) wurden nicht gefunden. Werte über den Feuchtegehalt oder **Taupunkt** wären notwendig, um zu prüfen, ob bei einer benannten Auslegungstemperatur von -10 C eine Taupunktsunterschreitung erfolgen kann (S.43).

b. Drucke

Die Drucke sind bei Druckleitungen von sicherheitsrelevanter Bedeutung: Zu benennen sind **max. Betriebsdruck, Nenndruck, Prüfdruck**.

In den Antragsunterlagen sind die Druckangaben verwirrend wie der folgenden Auflistung entnehmbar:

S. 9	Rohrleitung	Auslegungsdruck	40 bar
S.9	Rohrleitung und Absperrvorrichtung	Auslegungsdruck	100bar
S.9	Übergabestationen	Auslegungsdruck	40 bar
S. 12		Max. Betriebsdruck	40 bar
S.12	Rohre und Absperrstationen	Auslegungsdruck	100 bar
S.12	Übergabestationen	Auslegungsdruck	40 bar
S.12	Normalbetrieb	Maximaldruck	8,2 bar
S.12	CO - Erzeuger	Max. Betriebsdruck	13,5 bar
S.12	Absicherung des CO Erzeugers		18 bar
S.13	Maximalbetrieb	Maximaldruck	12 bar
s.13	Zukünftiger Druck	Auslegungsdruck	40 bar
S.13	Fernleitung	Nenndruck	100 bar
S.13	Leitung im Chemiepark Dormagen	Nenndruck	100 bar
S.41	Übergabestation Rohrleitung und Armaturen Dormagen	Nenndruck	40 bar
S.41	Übergabestation Rohrleitung und Armaturen Uerdingen	Nenndruck	40 bar
S.43	Hauptrohrleitung und Armaturen	Nenndruck	100bar
S.43	Werkstoffe	Auslegungsdruck	100 bar
S.44	Hydraulische	Auslegungsdruck	100bar

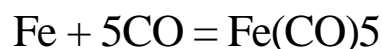
	Berechnung	Max. Betriebsdruck	40 bar
			18 bar
S.76	Rohrleitung	Prüfdruck	200 bar
S.77	Schieberstation	Prüfdruck	130 bar
S.77	Übergabestation	Prüfdruck	60 bar

Es wird davon ausgegangen, dass ein max. Betriebsdruck von 40 bar angestrebt wird. Dann sollte nach DIN 2401 die nächste Druckstufe NP 50 oder höher gewählt werden. Die sicherheitsrelevanten Gutachten, z.B. /3/, sollten dann ebenfalls diesen Druck unterstellen.

c. Werkstoffe

Als Werkstoff ist vorgesehen 1.8977 (S. 48).

Im Zusammenhang mit dem nicht benannten Taupunkt muss die **Korrosionsbeständigkeit** des unlegierten Stahls noch geprüft werden. In der Leitung wird reines (?) Kohlenmonoxid gefordert. Es ist bekannt, dass sich Eisen mit Kohlenmonoxid gemäß



zu Eisencarbonyl bei erhöhten Drucken umsetzen kann. Ob der vorgeschlagene Baustahl gegen **CO beständig** ist, wurde vom Unterzeichner angefragt. In den Antragsunterlagen konnte eine derartige Überprüfung nicht gefunden werden.

Anm.: Zwischenzeitlich wurde mitgeteilt, dass eine Eisencarbonylbildung nicht erwartet wird.

Die unvollständig benannten Stoffdaten, die verwirrenden Betriebs- und Auslegungsdaten und die offensichtlich unvollständig geprüften Materialangaben machen deutlich, dass die Planung einer gefährlichen Anlage nicht zweifelsfrei vorgenommen wurde.

8. Gefährdung durch eine Ventilstation

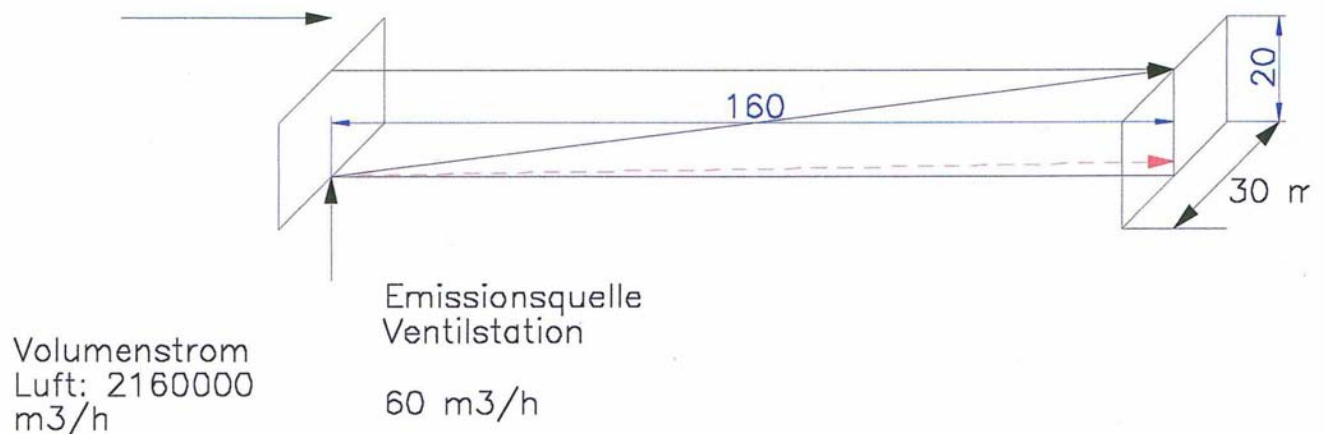
8.1 Ausbreitung von Emissionen einer Ventilstation

Der Abb. 3 konnte entnommen werden, dass im Falle der Schieberstation 5 bereits in 150 m Entfernung die Bebauung vorliegt. Es soll geprüft werden, ob Bewohner dieser Bebauung gefährdet sind. Gemäß der Ausbreitungsrechnung im Gutachten / 3 / könnte sich in der genannten Entfernung höchstens eine Konzentration von 10 ppm einstellen. Eine eigene Rechnung basiert auf der Skizze Abb.4. Eine Ventilstation emittiert die detektierbare Menge von 60 m³/h. Der Abstand zur Bebauung ist 160 m. Die windbeaufschlagte Wand habe eine Breite von 30 und eine Höhe von 20 m. Die Windgeschwindigkeit beträgt 1m/s. Der laminare Luftvolumenstrom, der durch die Fläche 30*20 m² strömt macht 216000 m³/h aus. Bei vollkommener Vermischung der Luft mit dem CO ergibt sich so an der Hauswand eine Konzentration von 28 ppm. Die Emission erreicht die Hauswand in 160 s.

Die Frage aber ist, ob tatsächlich eine absolute Vermischung angenommen werden kann. Wird die Gas in Gas (hier Luft) - Diffusion betrachtet, so beträgt für CO in Luft der Diffusionskoeffizient ca. 0,15 cm²/s, bei einer Grenzschicht von z.B. 10 cm ist die Diffusionsgeschwindigkeit 0,015 cm/s. Gemäß Lehrbuch (Ulich-Jost, Lehrbuch der physikalischen Chemie) „beträgt die Eindringtiefe bei der Gasdiffusion nur wenige mm oder cm pro Sekunde“. Bei den obigen Angaben wird in einer Zeit von 160 s lediglich ein Weg von 2,4 cm in vertikaler Richtung und nicht die oben benannten 20 m erreicht. Das bedeutet, dass im Bereich der Wand jeder Konzentrationswert, auch toxische, in kürzester Zeit erreicht werden können. Die Leckerkennungszeiten wurden mit ca. 15 min. angegeben. Wird unterstellt, dass die Leckortung auch in 15 min. möglich ist, könnte nach ca. einer halben Stunde nach Auftreten des Lecks die Feuerwehr eintreffen. Das dürfte auch noch rechtzeitig sein bei der oben berechneten Konzentration von 28 ppm, die sich bei vollkommener Vermischung ergibt. Es wurde aber gezeigt, dass sich aber auch toxische Werte einstellen können z.B. über 150 ppm, bei denen die Zeit von einer halben Stunde schon zu lang sein dürfte. Außerdem sei nochmals auf die obigen Bedenken bei den Systemen Leckerkennung und Ortung hingewiesen.

Luft mit einer
Windgeschw. von 1m/s

Hausfläche



Konzentration nach völliger
Vermischung: $60/2160000 = 28$ ppm

Zeit bis zum Erreichen des Ziels: 160 s

Abb.4 Berechnung der Immissionswerte durch Emissionen einer Ventilstation

Das Ergebnis der Rechnung gemäß Abb. 4 ergibt, dass sich bei angenommener totaler Vermischung an der Hauswand in 160 m ein Immissionswert von 28 ppm einstellt. Wahrscheinlich ist aber, dass sich wegen der geringen Diffusionsgeschwindigkeiten auch toxische Werte an der Hauswand z.B. von über 150 ppm einstellen können (s. roter gestrichelter Pfeil). Es ist sogar zu vermuten, dass sich auch Konzentrationen oberhalb der unteren Explosionsgrenze also oberhalb von 12,5 Vol % ergeben können.

8.2 Aufbau der Ventilstation:

Da für den Leser der Antragsunterlagen nur schwer erkennbar ist, wie eine Ventilstation aufgebaut ist, soll ihr Aufbau aufgrund einiger z.Teil widersprüchlicher Unterlagen dargestellt werden. S. Abb.5.

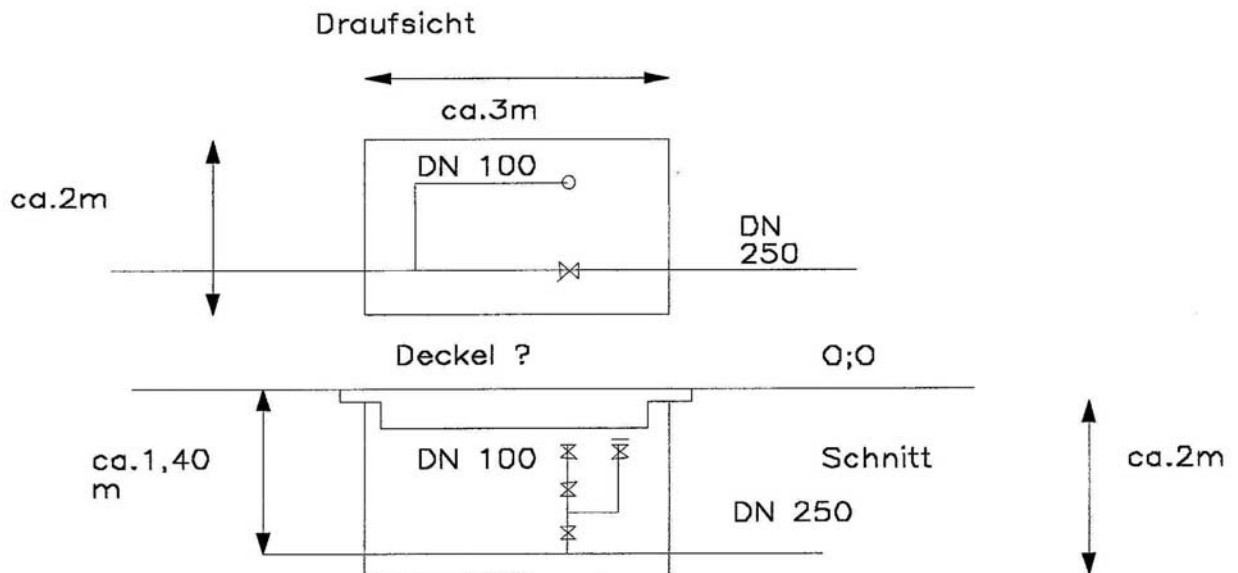


Abb.5 Aufbau einer Ventilstation

Die Ventilstation besteht aus einem begehbaren Schacht der Fläche 2 * 3 m (s. Draufsicht) und hat eine Teufe von 2 m. Die Fernleitung DN 250 ist waagrecht durch diesen Schacht in einer Teufe von ca. 150 mm verlegt. Der elektr. betriebene Kugelhahn (Schnellschlussventil an einer Stelle benannt) ist in der Draufsicht dargestellt. Angeschweißt ist eine Leitung DN 100 mit 4 Handventilen, die im Schnitt dargestellt sind. Sie dient der Druckmessung. Sie wird im Schacht senkrecht, und zum Teil horizontal zur besseren manuellen Bedienung geführt. Abgedeckt ist der Schacht mit einem nicht

beschriebenen Deckel, der luftdurchlässig ausgeführt sein dürfte. Der Deckel ist gemäß Bauantrag mit Schotter abgedeckt und ist so visuell nicht erkennbar. Der Ex- Bereich ist mit 3 m um Umkreis des Schachtes festgelegt. Der neben der Ventilstation angeordnete Messcontainer dürfte danach nicht im Ex- Bereich liegen. Gemäß R- und I Schema gibt die Ventilstation ein Druck-Signal, das zur Betriebszentrale Dormagen gesendet wird. Dormagen kann ein Signal zur Ventilstation senden, das das Hauptventil schließt bzw. öffnet. Weitere Funktionen sind nicht aufgeführt, so dass angenommen werden muß, dass CO - Sensoren nicht vorgesehen sind. So ist eine früh- zeitige Alarmierung nicht möglich, lediglich über das Leckerkennungssystem können Maßnahmen eingeleitet werden. Während die Leitung mit einem Ortungssystem ausgestattet ist, fehlt dieses im Bereich der Ventilstationen.

8.3 Gefährdung durch die Ventilstation

8.3.1 Gefährdung durch Undichtigkeiten

Undichtigkeiten können bei den Ventilen (5 Ventile pro Station) und bei den mit Flachdichtungen versehenen Flanschen auftreten. Die Wahrscheinlichkeit eines Lecks hierbei ist höher als bei einer geschweißten und abgenommenen Gasleitung.

Auswirkungen durch Lecks wurden aber nur für die Leitung selbst und nicht für die Ventilstation gutachterlich untersucht. Da die Schachtdeckel wohl mit Luftschlitzen versehen sein müssen, kann die Emission leichter austreten als bei einer Erdüberdeckten Leitung.

8.3.2 Gefährdung durch unbeabsichtigte Fremdeinwirkung

Durch hohe Druck- oder Schublasten wie zum Beispiel durch eine verunfallte Landmaschine kann der Schachtdeckel eingedrückt und die DN 100 Leitung beschädigt werden.

Es könnte auch angenommen werden, dass entzündeter Treibstoff in den Schacht fließt. Durch thermische Beanspruchung werden Rohrkomponenten beschädigt.

8.3.3 Gefährdung durch beabsichtigte Fremdeinwirkung

Auf diese Möglichkeit wurde oben schon eingegangen. Denkbar wäre ein Angriff per Molotov-Cocktail von außerhalb des Absperrzaunes. Brennendes Benzin könnte in den Schacht gelangen und die Anlage gefährden. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass der Schachtdeckel abgenommen wird und die für die manuellen Bedienung vorgesehenen Ventile verstellt oder das Abblaseventil (Ventil oben rechts im Schnitt) sogar geöffnet wird.

9.0 Zusammenfassung

Die Eigenschaften von reinem Kohlenmonoxid in ihrer Kombination farblos, geruchlos, somit nicht wahrnehmbar und toxisch zu sein, darüber hinaus auch eine höhere Dichte von Luft haben zu können, was eine vertikale Abströmung behindert, sowie die Trassenführung der Fernleitung durch die Rheinische Bucht und Tallagen der Ausläufer des Bergischen Landes, teilweise in unmittelbarer Nähe der Wohnbebauung, beeinträchtigen das Wohl der Allgemeinheit, stellen eine Gefährdung der Anlieger dar und verbieten somit den Betrieb einer Kohlenmonoxid - Ferngasleitung. Da der Bau einer Kohlenmonoxidleitung gemäß TRFL nicht vorgesehen ist und da auch keine Fernleitungen für dieses Gas bekannt sind, ist möglicherweise jede Trassenführung einer Ferngasleitung in den stark besiedelten Gebieten der Rhein / Ruhrschiene unzulässig.

Im Kapitel 2 und 3 wurde auf die besonderen **Gefahren für die Gesundheit der Anwohner längs der Trasse** hingewiesen, die durch die Chemikalie Kohlenmonoxid gegeben sind. Da in den Antragsunterlagen häufig geschrieben wird, dass Kohlenmonoxid *etwa so leicht wie Luft sei* und da die Dichte für die Ausbreitung von großer Wichtigkeit ist, wurde die Dichte von Kohlenmonoxid in Abhängigkeit von den möglichen Betriebsbedingungen im Kapitel 4 erörtert.

Kapitel 5 sollt darauf hinweisen, dass die **Entstehung eines Lecks auch durch Fremdeinwirkung** erfolgen kann. Im Kapitel 6 wurden die getroffenen und darüber hinausgehenden Sicherheitsmaßnahmen gemäß TRFL diskutiert. Die im Antrag

genannten **Genauigkeiten der Feldinstrumente reichen nicht aus**, um die genannte niedrige Leckrate von 60 m³/h zu ermitteln.

Das vorgesehene Ortungssystem ist nur im Bereich der Rohrleitung aktiv und kann aber Leckagen der Ventilstation nicht bestimmen. Im Kapitel 7 wurden einige unvollständige und verwirrende Angaben des Antrags aufgeführt. Für die Auslegung der Anlage dürften die Stoffdaten des Gases, wie der **Taupunkt** von Interesse sein. Für die Sicherheit der Anlage ist die Kenntnis des **max. Betriebsdrucks** von Bedeutung.

Im Kapitel 8 wurde auf die Ventilstationen eingegangen. Es wurde dargelegt, dass **ein Haus in einer Entfernung von 150 m durchaus mit einer toxischen Konzentration von über 150 ppm beaufschlagt werden kann**. Es ist sogar zu vermuten, dass sich auch Konzentrationen oberhalb der unteren Explosionsgrenzen also oberhalb von 12,5 Vol % ergeben können.

Die Untersuchung des Aufbaus einer Ventilstation in Kapitel 8.2 führte zur Erkenntnis, dass **CO Sensoren nicht vorgesehen sind**. Kapitel 8.3.1 ergab: Bei den Ventilstationen können **Undichtigkeiten an den Ventilen (5 Ventile pro Station) und an den mit Flachdichtungen versehenen Flanschen** auftreten. Die Wahrscheinlichkeit eines Lecks hierbei ist höher als bei einer geschweißten und abgenommenen Gasleitung.

Lecks durch unbeabsichtigte Fremdeinwirkungen (Kap.8.3.2): **Durch hohe Druck- oder Schublasten wie zum Beispiel durch eine verunfallte Landmaschine kann der Schachtdeckel eingedrückt und die DN 100 Leitung beschädigt werden**.

Darüber hinaus sind die Ventilstationen durch beabsichtigte Fremdeinwirkungen (Kapitel 8.3.3) gefährdet: **Zusätzlich besteht die Gefahr, dass der Schachtdeckel abgenommen wird und die für die manuelle Bedienung vorgesehenen Ventile verstellt oder das Abblaseventil sogar geöffnet wird**.

Insbesondere die aufgeführten Risiken, die von den fünf Ventilstationen ausgehen, verbieten den Betrieb der Fernleitung mit dem heimtückischen Kohlenmonoxid.

Literatur:

III EG - Sicherheitsdatenblatt Kohlenmonoxid

III TRFL Techn. Richtlinie Fernleitungen des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom März 2003

β Erkennung und Auswirkung eines Lecks in der Kohlenmonoxidleitung von Köln nach Krefeld, Studie des TÜV Nord v.17.7.06

/4/ Auswirkungen von Lecks und einem Vollbruch in der Kohlenmonoxidleitung von Köln nach Krefeld, Studie des TÜV Nord v.6.6.05

151 Antragsunterlagen gemäß TRFL (Kap. 1-8)

161 interner Bericht von Bayer Technologie Services vom 13.7.2006