

**KfK 3544
April 1983**

Zeitabhängige Modellierung einer Jodsorptionsfilterstrecke

**K. Nagel, J. Furrer
Institut für Datenverarbeitung in der Technik
Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik
Projekt Nukleare Sicherheit**

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Datenverarbeitung in der Technik
Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik
Projekt Nukleare Sicherheit

KfK 3544

Zeitabhängige Modellierung einer Jodsorptionsfilterstrecke

K. Nagel, J. Furrer

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

Zusammenfassung

Das Ziel der Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Datenverarbeitung in der Technik (IDT) und dem Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik (LAF II) im Kernforschungszentrum Karlsruhe ist die zeitabhängige Modellierung der Anlage PASSAT. PASSAT ist eine Testanlage zur Entfernung von Jodisotopen und Aerosolen aus dem Auflöserabgas einer geplanten Wiederaufarbeitungsanlage. Die inzwischen vorhandenen experimentellen Ergebnisse über das Verhalten des Jodsorptionsfilters wurden zusammengestellt und mit mathematischen Funktionen beschrieben.

Unter der Voraussetzung, daß eine zukünftige Wiederaufarbeitungsanlage von z.B. 350 jato den heutigen Auflösungsprozeß der WAK benutzt, kann die Jodfreisetzung aus dem Auflöser zeitabhängig beschrieben werden.

Es war weiterhin möglich die zeitlichen Änderungen der Abgastemperaturen hinter dem HEPA-Filter bei Ausfall des Erhitzers W3 und hinter dem Jodfilter bei Ausfall des Erhitzers W4, bzw. bei Ausfall von W3 und W4 als Funktion anzugeben.

Die Abhängigkeit der Joddurchlässigkeit des Sorptionsfilters sowohl von der Bettiefe und der relativen Feuchte als auch von der Bettiefe und der NO_2 -Konzentration konnte mit Hilfe von Exponentialfunktionen zufriedenstellend beschrieben werden. Die zweidimensionale Approximation gelang mit quadratischem Term im Exponenten der Exponentialfunktion.

Time-dependent Modelling of an Iodine-filtering Facility

Abstract

PASSAT a test facility to remove iodine isotopes and aerosols from dissolver off-gas of a large reprocessing plant is located at the Nuclear Research Center Karlsruhe. For the purposes of time-dependent modelling of the iodine-filtering part of PASSAT the experimental results have been described by mathematical functions.

Assuming that a planned reprocessing plant of about 350 tons per year uses the present dissolution process of the reprocessing plant Karlsruhe (WAK), we are able to describe the time-dependence of iodine released by the dissolver.

The change of the off-gas temperature is given as a function of time:

- behind the HEPA-filter after failure of heater W3,
- behind the iodine-sorption-filter after failure of heater W4, as well as after failures of W3 and W4.

The transmission factor of the iodine-sorption-filter is dependent on filter bed depth and relative humidity of the off-gas as well as on bed depth and NO_2 -concentration. Based on exponential functions it was possible to describe satisfactorily these two 2-dimensional dependences.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I Einleitung	1
II Jodfreisetzung über das Sorptionsfilter	3
III Mögliche Störfälle in der Filterstrecke	10
IV Jodfreisetzung aus dem Auflöser	13
V Schlußbemerkungen	17
Literaturverzeichnis	18

I Einleitung

Der Anlagenteil PASSAT zur Entfernung von Jodisotopen und Aerosolen aus dem Auflöserabgas einer Wiederaufarbeitungsanlage wurde aufgrund experimenteller Ergebnisse des Laboratoriums für Aerosolphysik und Filtertechnik (LAF II) modelliert, um Störfallabläufe berechnen zu können /1/. Als Modellgrundlage zur Jodfilterung diente folgender vereinfachter Anlagenaufbau:

- Auflöser, dem konstant $150 \text{ Nm}^3/\text{h}$ entzogen werden mit 1 g Jod pro Nm^3 und einer Wasserdampfsättigungstemperatur von 30°C ,
- Erhitze W3 zur Erwärmung des Abgases auf 80°C ,
- Erhitze W4 zur weiteren Erwärmung auf 130°C ,
- ein Jodsorptionsfilter zur Entfernung der Jodisotope durch chemische Bindung.

Der einzige Störfall, der zu erhöhter Jodfreisetzung führte, und dessen Ursache in der Anlage selbst liegt, war der Ausfall beider Erhitze innerhalb einer Auflösungsperiode von 8 Stunden.

Für die erste Modellierung und spätere Simulation dieses Störfalls war zusätzlich zur Quellstärke bekannt:

- der Temperaturverlauf des Abgases sowohl hinter dem HEPA-Filter bei Ausfall von Erhitze W3, als auch hinter dem Jodfilter bei Ausfall von W4, bzw. W3 und W4,
- die Durchlässigkeit des Jodfilters für einige Werte relativer Feuchte und Filterbettiefen.

Ausgehend von diesen Ergebnissen mußten alle möglichen Zustände des Abgases und des Filters beschrieben werden. Die Abgastemperaturen am Jodfilter ergaben sich folgendermaßen:

- fällt W4 vor W3 aus, so folgt die Temperatur den experimentell ermittelten Abfallkurven,

- fällt W3 vor W4 aus, so sinkt die Eingangstemperatur von W4 und aufgrund der angenommenen konstanten Leistung des W4 auch dessen Ausgangstemperatur.

Der Dekontaminationsfaktor des Filters wurde durch lineare Interpolationen zwischen den Logarithmen der Meßwerte sowohl in Richtung relativer Feuchte als auch in Richtung Bettiefe bestimmt.

Neuere experimentelle Ergebnisse, aber auch andere Modellansätze zur Berechnung von Jodfreisetzung bei Störfällen haben dazu geführt, daß in dem folgenden Bericht versucht wird, diese experimentellen Grundlagen in Form mathematischer Funktionen darzustellen.

II Jodfreisetzung über das Sorptionsfilter

Die vorhandenen experimentellen Ergebnisse zeigen die Abhängigkeit der Filterdurchlässigkeit von der relativen Luftfeuchte und Filterbettiefe für Methyljodid (Abb. 1). Methyljodid ist zwar nur zu etwa 10% im Auf-

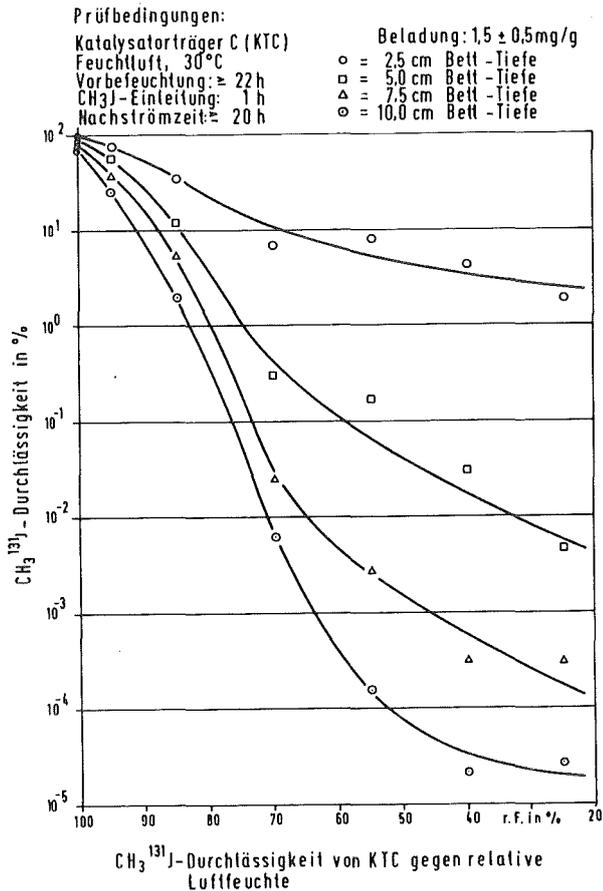


Abbildung 1:

Experimentelle Ergebnisse für das Jodsorptionsfilter. Es stellt die Methyljodiddurchlässigkeit des Filters als Funktion der relativen Feuchte mit der Bettiefe als Parameter dar.

löserabgas enthalten, seine Abscheidung auf dem Filtermaterial ist jedoch schwächer als die von elementarem Jod. In den ersten Rechnungen mit dem Simulationsprogramm RIDO wurden lineare Interpolationen zwischen den logarithmischen Werten der Meßpunkte verwendet, sowohl in Richtung relativer Luftfeuchte als auch in Richtung Bettiefe /2/. Dies ist eine einfache Meßwertwiedergabe im Rechner, sie ist jedoch wenig geeignet für nicht simulative Modelle. Aus diesem Grunde wurde der Versuch unternommen, die linearen Interpolationen von Punkt zu Punkt durch funktionale Zusammenhänge zu ersetzen. Mögliche Ansätze hierfür sind Polynome unterschiedlichen Grades und Exponentialfunktionen. Nach /3/ läßt sich die Abscheidung von Jodverbindungen im

Sorptionsbett eines Jodfilters unter der Annahme irreversibler Chemisorption durch eine einfache Exponentialfunktion beschreiben. Versucht man mit diesem Ansatz die in Abbildung 1 steckende Abhängigkeit der Joddurchlässigkeit von der Bettiefe wiederzugeben, so ist das Ergebnis wenig befriedigend (s. Abb. 2). Die Durchlässigkeitswerte für 2,5 cm Bettiefe

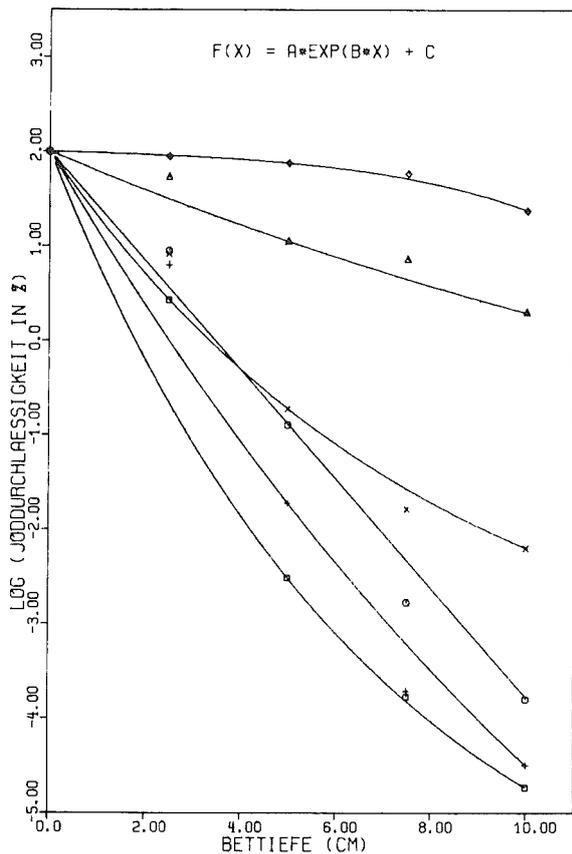


Abbildung 2:

Darstellung der Joddurchlässigkeit aus Abb. 1 als Funktion der Filterbettiefe mit folgenden Werten der rel. Feuchte: (□) 25%, (+) 40%, (o) 55%, (x) 70%, (Δ) 85%, (◇) 95%.

werden in dieser Darstellung besonders schlecht beschrieben. Eine bessere Darstellung der experimentellen Werte gelang mit folgendem Funktionsansatz:

$$F(X) = A \cdot \text{EXP}(B \cdot X^2) + C$$

wobei X = Bettiefe in cm, F(X) der Logarithmus der Durchlässigkeit und A, B, C reelle Koeffizienten sind. Abbildung 3 zeigt das Ergebnis und die

Koeffizienten der Funktionen sind in Tabelle 1 angegeben.

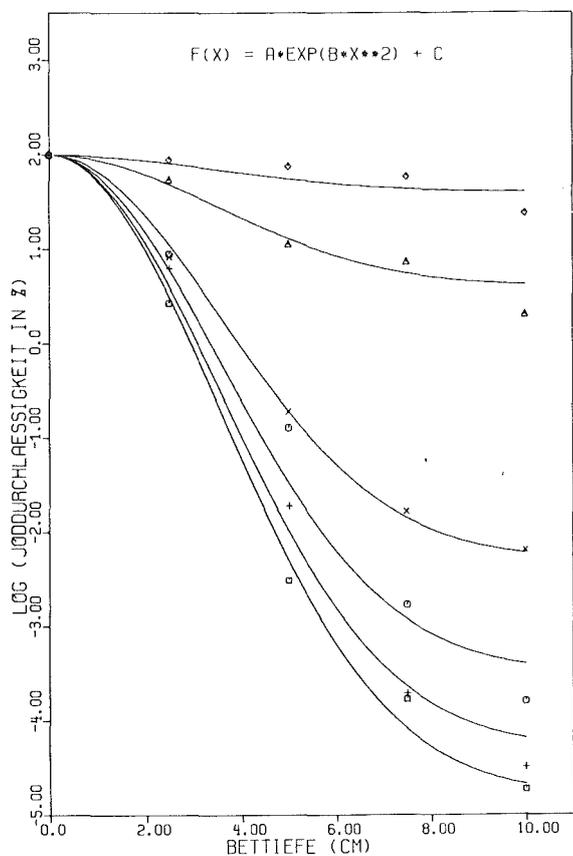


Abbildung 3:

Darstellung der experimentellen Ergebnisse mit der relativen Feuchte als Parameter (s. Abb. 2).

Tabelle 1: Koeffizienten der in Abbildung 3 gezeichneten Funktionen $F(X) = A \cdot \text{EXP}(B \cdot X^2) + C$.

rel. Feuchte (%)	A	B	C
25	6.8	- 0.04	- 4.8
40	6.3	- 0.04	- 4.3
55	5.5	- 0.04	- 3.5
70	4.3	- 0.04	- 2.3
85	1.4	- 0.04	0.6
95	0.4	- 0.04	1.6

Die Tabelle 1 beinhaltet einen interessanten Aspekt mit $B = - 0.04$ in der Darstellung aller 6 Funktionen. Aufgrund der physikalischen Randbedingung:

$$A + C = 2$$

oder

$$F(0) = 2.$$

ergibt sich die Möglichkeit der zweidimensionalen Approximation der experimentellen Ergebnisse, wenn die Koeffizienten C als Funktion der relativen Feuchte darstellbar sind. Abbildung 4 zeigt eine relativ einfache zweidimensionale Anpassung mit folgender Darstellung von C :

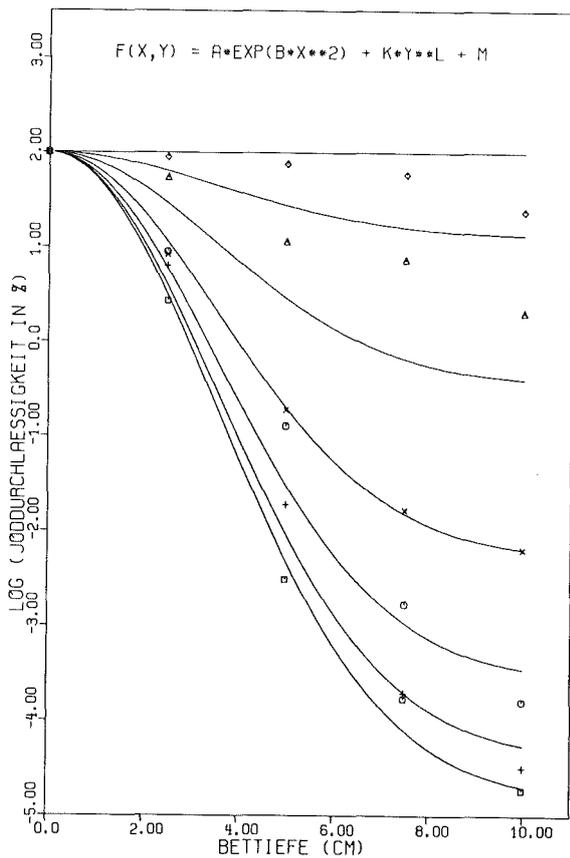


Abbildung 4:

Ausschnitte aus der zweidimensionalen Approximation der Joddurchlässigkeit als Funktion der Bettiefe und der relativen Feuchte.

$$C = C(Y) = K \cdot Y^L + M$$

wobei Y = relative Feuchte in % bedeutet. Die Koeffizienten K , L und M sind gegeben durch:

$$K = 3.6737 \cdot 10^{-5}$$

$$L = 2.64$$

$$M = -5.0$$

Die zweidimensionale Approximation ist im Intervall $70 \% < Y < 100 \%$ relativer Feuchte schlechter als die eindimensionale Approximation. Sie hat im Intervall $0 \% \leq Y \leq 70 \%$ und für $Y = 100 \%$ relativer Feuchte ähnlich gute Eigenschaften wie die eindimensionale.

Ein weiterer Parameter in der Beschreibung der Joddurchlässigkeit als Funktion der Absorberbettiefe ist die NO_2 -Konzentration des Abgases. Tabelle 2 gibt die experimentellen Ergebnisse wieder, und zwar den Logarithmus der Durchlässigkeit in % abhängig von der Bettiefe und NO_2 -Konzentration /4/.

Tabelle 2: Logarithmus der Joddurchlässigkeit in % abhängig von Bettiefe und NO_2 -Konzentration.

NO_2 -Konzentration im Trägergas \ Betttiefe	2.5	5.0	7.5	10.0
1.0	0.204	-2.721	-3.222	-3.398
2.5	0.176	-2.538	-3.046	-3.222
5.0	0.279	-1.854	-2.553	-2.699
10.0	0.519	-1.569	-2.337	-2.569

Auch in diesem Fall läßt sich der frühere quadratische Ansatz im Exponenten zur Beschreibung der Durchlässigkeit als Funktion der Bettiefe mit Erfolg anwenden (s. Abbildung 5). Die Koeffizienten dieser Anpassung sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

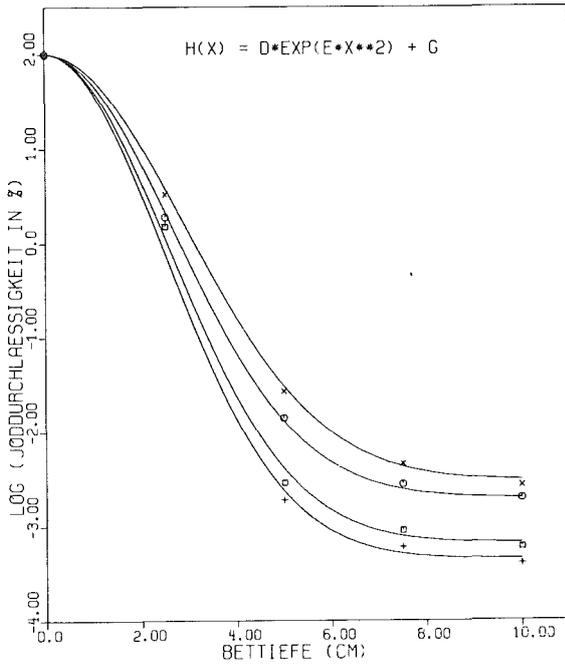


Abbildung 5:

Approximation der Durchlässigkeit als Funktion der Bettiefe mit der NO₂-Konzentration des Abgases als Parameter: (+) 1%, (□) 2,5%, (o) 5% und (x) 10%.

Tabelle 3: Koeffizienten der Funktion $H(X) = D \cdot \text{EXP}(E \cdot X^2) + G$ zur Beschreibung der experimentellen Ergebnisse aus Tabelle 2.

NO ₂ -Konz. im Abgas (%)	D	E	G
1.0	5.35	-0.08	-3.35
2.5	6.18	-0.075	-3.18
5.0	4.7	-0.07	-2.7
10.0	4.52	-0.06	-2.52

Die in Abbildung 5 dargestellte Approximation war jedoch nicht wie im vorhergehenden Fall mit konstanten E möglich. Daraus folgt, daß sich eine Änderung der NO₂-Konzentration nicht nur im Koeffizienten G, sondern auch in E niederschlägt. Eine einfache zweidimensionale Approximation hat folgendes Aussehen:

$$H(X,V) = D(V) \cdot \text{EXP}(E(V) \cdot X^2) + G(V)$$

mit H = Joddurchlässigkeit

X = Bettiefe in cm

V = NO₂-Konzentration in %

$$E(V) = -0.08 + 0.002 \cdot V$$

$$G(V) = \alpha \cdot \text{EXP}(\beta \cdot V) + \gamma$$

$$\alpha = -2.472 \quad \beta = -0.533 \quad \gamma = -2.528$$

und $D(V) = 2. - G(V).$

Mit den zweidimensionalen Approximationen F(X,Y) und H(X,V) lassen sich die physikalischen Abhängigkeiten der Jodfilterdurchlässigkeit beschreiben. Die dreidimensionale Anpassung S(X,Y,V) steht noch aus. Man weiß, daß die experimentellen Ergebnisse, die F(X,Y) zugrunde liegen ohne NO₂-Anteil im Abgas durchgeführt wurden und diejenigen, die H(X,V) ermöglichten, eine relative Luftfeuchte weniger als 1% hatten. In grober Näherung ließe sich S(X,Y,V) als Kombination von F(X,Y) und H(X,V) folgendermaßen angeben:

$$S(X,Y,V) = Q(Y,V) \cdot \text{EXP}(B1 \cdot X^2) + P(Y,V)$$

mit S = Joddurchlässigkeit

$$B1 = -0.06$$

$$P(Y,V) = C(Y) + G(V)$$

und $Q(Y,V) = 2. - P(Y,V).$

B1 wurde als mittlerer Wert von E(V) und B genommen. Diese Anpassung steht selbstverständlich auf schwachen Beinen, da zu wenig Daten für den dreidimensionalen Fall bekannt sind.

III Mögliche Störfälle in der Filterstrecke

Die im letzten Kapitel dargestellten Abhängigkeiten des Jodsorptionsfilters von der relativen Feuchte, der Filterbettiefe und der NO_2 -Konzentration deuten darauf hin, welche Störfälle zu erhöhter Jodfreisetzung führen. Störfälle sind Abweichungen vom Intaktzustand des betrachteten Systems. Die möglichen Störfälle sind dann:

1. Erhitzerausfall
2. Zu geringe Filterbettiefe
3. Erhöhte NO_2 -Konzentrationen.

In der bisherigen Modellierung der zeitabhängigen Jodfreisetzung spielte die NO_2 -Konzentration keine Rolle, da nur Störfälle betrachtet wurden, deren Ursache in der Strecke selbst lagen. Werden in Zukunft auch Störungen modelliert, deren Ursachen außerhalb der Anlage liegen, so kann der Einfluß der NO_2 -Konzentration aufgrund des vorhergehenden Kapitels angegeben werden.

Die Filterbettiefe ist korreliert mit der Filterbeladung und die zeitliche Bettiefenänderung ist linear abhängig von der Jodkonzentration des Auflöserabgases /5/.

Ausfall eines Erhitzers der Abgasstrecke bedeutet Abnahme der Abgastemperatur und damit Anstieg der relativen Feuchte des Abgases. Abbildung 6 zeigt gemessene Abgastemperaturen, und deren Darstellung mit Hilfe von Exponentialfunktionen. Die Abgastemperaturen wurden für die untere Kurve der Abbildung hinter dem Schwebstofffilter nach Ausfall des Erhitzers W3, für die obere und mittlere Kurve hinter dem Jodfilter nach Ausfall von Erhitzer W4, bzw. von W3 und W4 bestimmt. Der Störfall "Erhitzerausfall in PASSAT" beinhaltet 3 mögliche Störfallabläufe:

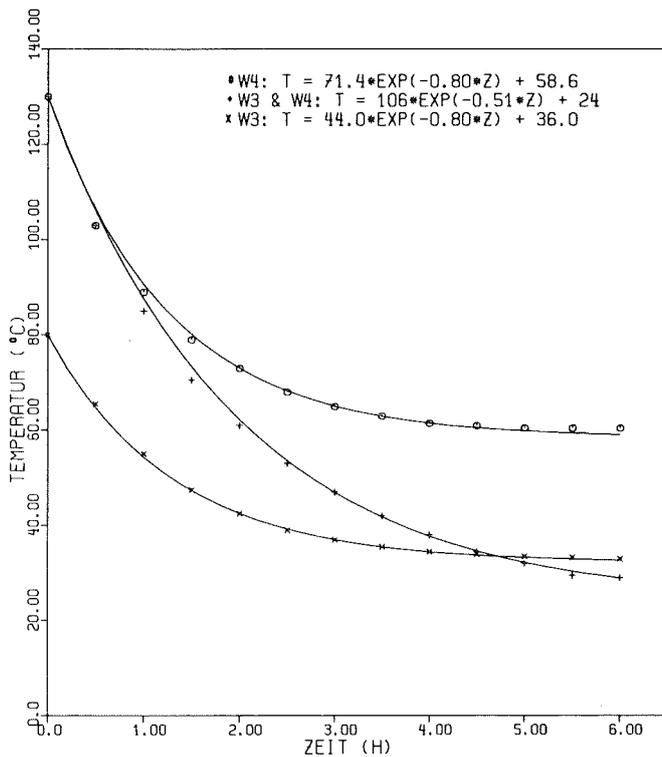


Abbildung 6:

Gemessene und approximierte Abgastemperatur nach Ausfall von W3 (x), von W3 und W4 (+) und von W4 (o) als Funktion der Zeit.



1. Fällt Erhitzer W3 vor dem Schwebstofffilter aus, so sinkt die Abgastemperatur innerhalb von 4 Stunden auf etwa 36°C ab, aber der Erhitzer W4 hält die Gastemperatur auf 130°C trotz abgesenkter Eingangstemperatur. Der Ausfall von W3 hat folglich keinen Einfluß auf die Jodrückhaltung,
2. Durch Ausfall von Erhitzer W4 sinkt die Gastemperatur am Jodfilter innerhalb von 5 Stunden auf 60°C ab. die relative Feuchte des Abgases steigt auf 18 %, wenn es als Wasserdampf gesättigtes Gas von 30°C in die Anlage eintritt. Auch in diesem Fall wird der Rückhaltefaktor des Jodfilters nicht viel kleiner,
3. Fallen beide Erhitzer gleichzeitig oder zumindest innerhalb einer Auflösungsperiode von Kernbrennstoff aus, so kann die Jodfreisetzungsmenge größer werden;
 - a) fällt erst W3 und dann W4 aus, so folgt die Abgastemperatur am Jodfilter nach Ausfall von W4 der mittleren Kurve in Abbildung 6 beginnend bei $t = \text{Ausfallzeitpunkt Erhitzer W4}$,

b) fällt W4 zuerst aus, so sinkt die Temperatur am Jodfilter entsprechend der oberen Kurve in Abb. 6, bei anschließendem Ausfall von W3 folgt die Abgastemperatur der mittleren Kurve der Abbildung, und zwar beginnend bei der Temperatur, die das Abgas inzwischen auf der oberen Kurve erreicht hat.

In den Fällen a) und b) sind Verschiebungen der mittleren Kurve der Abbildung 6 parallel zur Zeitachse notwendig.

IV Jodfreisetzung aus dem Auflöser

Im letzten Kapitel wurden Störfälle beschrieben, die zu erhöhter Jodfreisetzung über das Sorptionsfilter führen. Die im Verlauf eines Störfalls freigesetzte Menge Jod hängt ganz entscheidend ab von der Jodkonzentration des Abgases. Den ersten Modellrechnungen lagen konstante Jodkonzentrationen von 1 g pro Nm³ Abgas zugrunde. In der Zwischenzeit sind Einzelheiten über zeitabhängige Jodkonzentrationen bekannt, die in verschiedenen Kampagnen aus dem Auflöser der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) freigesetzt wurden /6/. Es handelte sich dabei jeweils um 155 kg Brennstoff oder 1.25 Brennelemente mit 19 GWd/tU, die 8 Stunden aufgelöst wurden. Aufgrund des Abbrandes enthält diese Auflösungsscharge 16.2 g J¹²⁹ und 3.8 g J¹²⁷. Die zeitabhängige Jodkonzentration des Abgases ist bestimmt durch das Auflösungsverfahren der WAK. Die Brennelementstücke werden in eine 7 molare HNO₃-Lösung getaucht. Die anschließende Erwärmung der Lösung macht die ausgetragene Jodkonzentration innerhalb der ersten Stunde maximal, danach sinkt sie langsam auf 0 ab. Die Säurekonzentration erniedrigt sich durch den Auflösungsprozeß auf 3.5 - 4 molar.

Aufgrund der Ähnlichkeit der zeitabhängigen Jodkonzentrationswerte mit einer Lognormal-Verteilung wurde als Ansatz folgender Funktionstyp gewählt:

$$F(Z) = \frac{A_1}{Z} \cdot \text{EXP}\left(-\left(\log \frac{Z}{B_1}\right)^2 / C_1\right).$$

Die Koeffizienten A₁, B₁ und C₁ dieser Funktion ergeben sich als Lösung des folgenden nichtlinearen Gleichungssystems:

$$y_k = \frac{A_1}{z_k} \cdot \text{EXP}\left(-\left(\log \frac{z_k}{B_1}\right)^2 / C_1\right)$$

$$y_1 = \frac{A_1}{z_1} \cdot \text{EXP}\left(-\left(\log \frac{z_1}{B_1}\right)^2 / C_1\right)$$

$$y_m = \frac{A_1}{z_m} \cdot \text{EXP}\left(-\left(\log \frac{z_m}{B_1}\right)^2 / C_1\right)$$

für jeweils 3 Paare $\{(z_k, y_k), (z_l, y_l), (z_m, y_m)\} \in \{(z_1, y_1), \dots, (z_n, y_n)\}$,

wobei n die Anzahl aller experimentellen Wertepaare ist und $k \neq l$, $k \neq m$ und $l \neq m$ gilt. Als Lösungen ergeben sich $\binom{n}{3}$ Tripel von Koeffizienten abhängig von k , l und m . Welche der sich ergebenden Koeffizienten zur Darstellung der Funktion $F(Z)$ benutzt wird, d. h.:

$$A_1 = a_{k,l,m}$$

$$B_1 = b_{k,l,m}$$

$$C_1 = c_{k,l,m}$$

folgt aus der weiteren Bedingung:

$$\text{Minimum}_{(a_{k,l,m}, b_{k,l,m}, c_{k,l,m})} \sum_{i=1}^{\binom{n}{3}} (F(z_i) - y_i)^2.$$

Abbildung 7 zeigt das Ergebnis einer solchen Rechnung, man erkennt auch

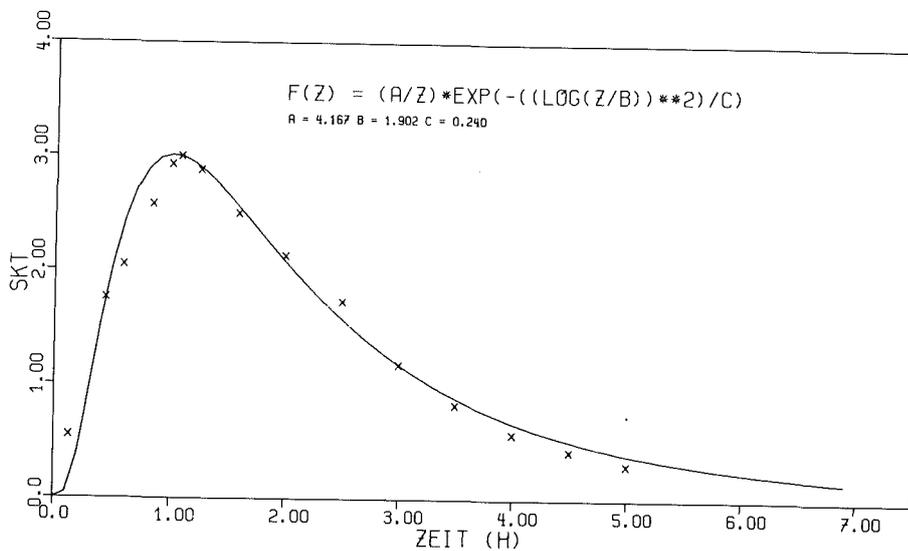


Abbildung 7:

Gemessener Jodastrag aus dem Auflöser der WAK (x) während einer Auflösungsperiode als Funktion der Zeit mit Anpassung.

die 3 Wertepaare, die zur Festlegung der Funktion dienten. Mit Hilfe dieser Anfangswerte A_1 , B_1 , C_1 , lassen sich die Koeffizienten durch die Methode der kleinsten Quadrate weiter approximieren [7]. Abbildung 8 stellt das Ergebnis dieser weiteren Approximation dar, wobei nur der Koeffizient C_1 um etwa 7 % kleiner wurde.

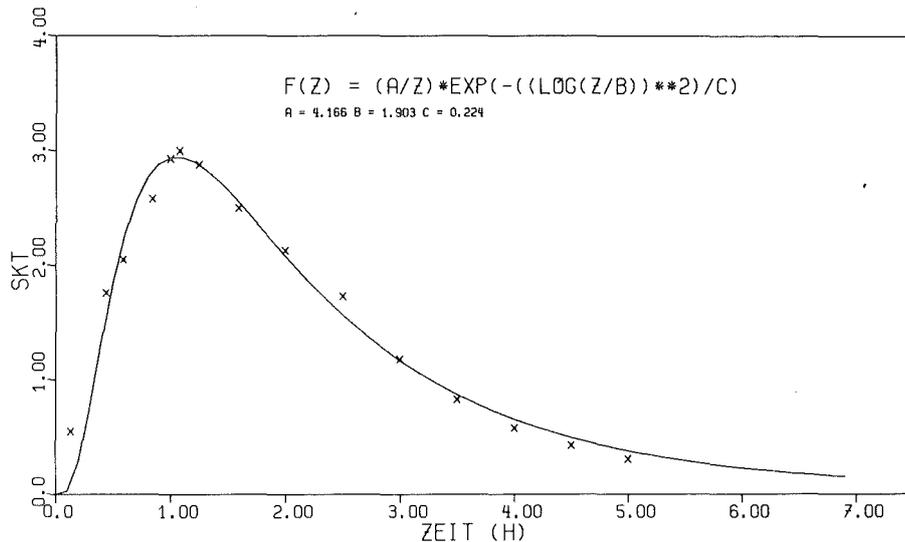


Abbildung 8:

Gemessener Jodastrag wie Abb. 7 mit Anwendung der Methode kleinster Quadrate auf die anfängliche Approximation.

An den Ordinaten der Abbildungen 7 und 8 stehen relative Einheiten SKT (Skalenteile). Diese Einheiten werden dadurch zu physikalischen Größen, daß die Integration der angepaßten Funktion über 8 Stunden 20 g Jod ergibt. Durch die Integrationsbedingung erhält man den Koeffizient A zu $A = 10.7 \text{ g}$.

Alle im Rahmen der Störfallanalyse einer Abgasstrecke einer großen WAA angestellten Betrachtungen sollen letztlich einer 350 jato Anlage entsprechen. Die Voraussetzungen einer solchen Anpassung sind:

- gleiches Auflösungsverfahren wie in der WAK mit 1 t Brennstoff pro Auflösung,
- ein Brennstoffabbrand von 19Gwd/tU,
- 8 Stunden Auflösung.

In einer Tonne Brennstoff dieses Abbrandes sind 129 g Jod enthalten. Die Integration der gefundenen Funktion $F(Z)$ ergibt den Koeffizient A zu $A = 68.85$ g. Abbildung 9 stellt die zeitliche Änderung der Jodkonzentration dar, die von der Auflöserabgasstrecke einer 350 jato Anlage aufgenommen werden müßte.

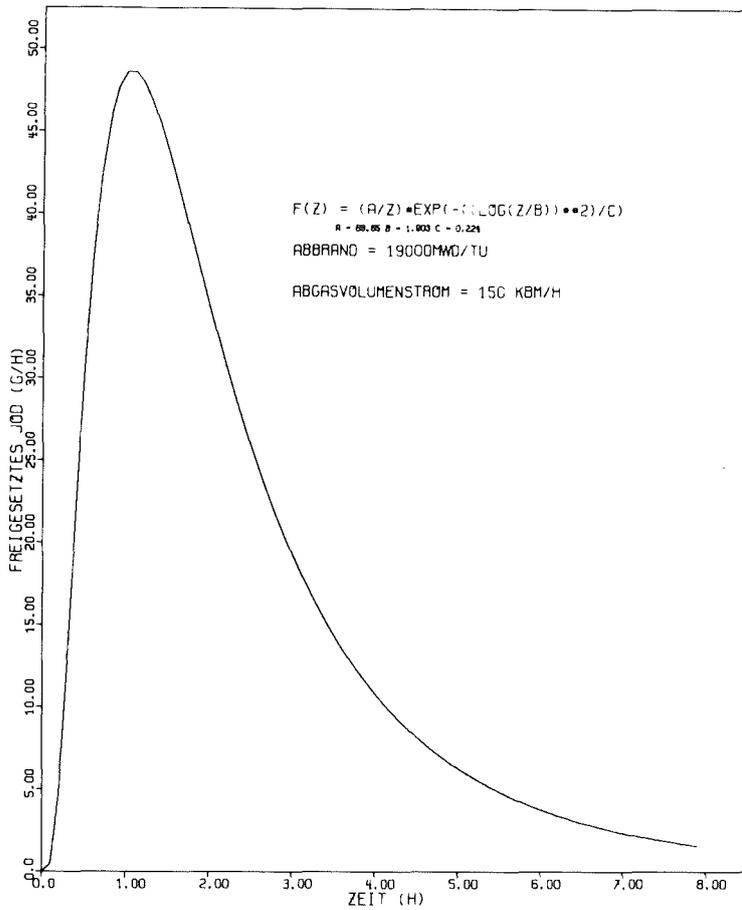


Abbildung 9:

Jodfreisetzung einer 350 jato Anlage mit einem der WAK entsprechenden Auflösungsverfahren.

V Schlußbemerkungen

In diesem Bericht sind die zur zeitabhängigen Modellierung der Jodfreisetzung über die Auflöserabgasreinigungsstrecke einer geplanten Wiederaufarbeitungsanlage notwendigen experimentellen Ergebnisse und deren Approximation mit verschiedenen mathematischen Funktionen zusammengefaßt. Diese Zusammenfassung soll als Grundlage zukünftiger Rechnungen und Simulationen von Jodfreisetzungsmodellen dienen bzw. schon bestehende Modelle mit realistischeren Voraussetzungen versehen.

Es gelang hiermit die zur Verfügung stehenden experimentellen Ergebnisse zum größten Teil durch mathematische Funktionen zu approximieren. Interessant dabei ist, daß sich die Joddurchlässigkeit des Sorptionsfilters abhängig von der Filterbettiefe, sowohl mit der relativen Feuchte als auch mit der NO_2 -Konzentration als Parameter besser mit quadratischem Term im Exponenten einer Exponentialfunktion beschreiben läßt als mit linearem Term. Die physikalisch-chemische Erklärung hierfür steht allerdings noch aus. Über diese Exponentialfunktion mit quadratischem Term gelang schließlich auch die zweidimensionale Anpassung für die Durchlässigkeit als Funktion von Bettiefe und relativer Feuchte. Die dreidimensionale Approximation scheitert zur Zeit noch an fehlenden experimentellen Daten über die Abhängigkeit der Durchlässigkeit von der NO_2 -Konzentration mit der relativen Feuchte als Parameter.

Die Jodfreisetzung aus dem Auflöser der WAK als Funktion der Zeit konnte aufgrund der Ähnlichkeit mit der Lognormal-Verteilung mit einer recht komplexen Exponentialfunktion beschrieben werden. Die Extrapolation der WAK Verhältnisse auf eine 350 jato Anlage ergibt bei konstantem Abgasvolumenstrom von $150 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Jodkonzentrationen bis zu 330 mg/m^3 . Jodkonzentrationen $\geq 500 \text{ mg/m}^3$ führen zu hohen Korrosionsraten an Edelstählen, die möglichst vermieden werden sollten. Diese Jodkonzentrationen können durch Steuerung der Auflösung beeinflusst werden. Eine Säurezudosierung während der Auflösung bewirkt eine Vergleichsmäßigung der Jodkonzentration im Abgas, d. h. man erreicht dadurch den gewünschten Effekt.

Literaturverzeichnis

- /1/ Stork, R.:
Eine Methode zur probabilistischen Risikoanalyse unter Verwendung dynamischer Freisetzungsmodelle.
Dissertation, TU Berlin (1979)
- /2/ Nagel, K., Furrer, J., Becker, G., Obrowski, W., Seghal, Y.P., Weymann, J.:
Time-Dependent Analyses of Dissolver Off-gas Cleaning Installations in a Reprocessing Plant.
17th DOE Nuclear Air Cleaning Conference, Denver, Colorado (1982).
- /3/ Wilhelm, J.G.:
Jodfilter in Kernkraftwerken.
Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1976)
- /4/ Furrer, J., Wilhelm, J.G.:
Jodfilterung aus der Abluft von Wiederaufarbeitungsanlagen
Seminar über Jodfilter und ihre Prüfung Volume I (1973)
Doc V/559/74 der Kommission der Europäischen Gemeinschaft
- /5/ Nagel, K., Wenzelburger, H., Weber, G., Fenyi, S.:
Anwendung eines Barrierenmodells auf die Anlage PASSAT
KfK-3250 (1982)
- /6/ Furrer, J., Jannakos, K., Wilhelm, J.G.:
Aerosol- und Jodabscheidung in einer Wiederaufarbeitungsanlage;
Konzept der Auflöser-Abgasstrecke PASSAT.
Tagungsbericht V/2266/78 der Kommission der Europäischen Gemeinschaft
- /7/ Zurmühl, R.:
Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker.
Springer-Verlag (1953)