

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE BERICHTE

FZR-348

Juli 2002

ISSN 1437-322X

Archiv-Ex.:



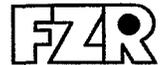
*Gerhard Grunwald, Thomas Höhne, Sören Kliem,
Horst-Michael Prasser, Karl-Heinz Richter †, Ulrich Rohde,
Frank-Peter Weiß*

**Versuchsanlage ROCOM zur Untersuchung der
Kühlmittelvermischung in Druckwasser-
reaktoren - Ergebnisse quasistationärer
Vermischungsexperimente**

Herausgeber:
Forschungszentrum Rossendorf e.V.
Postfach 51 01 19
D-01314 Dresden
Telefon +49 351 26 00
Telefax +49 351 2 69 04 61
<http://www.fz-rossendorf.de/>

Als Manuskript gedruckt
Alle Rechte beim Herausgeber

FORSCHUNGSZENTRUM ROSSENDORF



WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE BERICHTE

FZR-348

Juli 2002

*Gerhard Grunwald, Thomas Höhne, Sören Kliem,
Horst-Michael Prasser, Karl-Heinz Richter †, Ulrich Rohde,
Frank-Peter Weiß*

**Versuchsanlage ROCOM zur Untersuchung der
Kühlmittelvermischung in Druckwasser-
reaktoren - Ergebnisse quasistationärer
Vermischungsexperimente**

BMW Projekt 150 1216

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für
Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 150 1216 gefördert.
Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren.

Bericht

Report

Reaktorsicherheitsforschung-Vorhaben-Nr./

Reactor Safety Research-project No.:

150 1216

Vorhabens-titel: **Kühlmittelvermischung in Druckwasserreaktoren –
Teil 2: Experimentelle Ausrüstung und Simulation
der Vermischung**

Project Title: **Coolant mixing in pressurized water reactors –
Part 2: Experimental equipment and simulation of
the mixing**

Autoren / Author(s): **G. Grunwald, T. Höhne, S. Kliem, H.-M. Prasser, K.-H. Richter,
U. Rohde, F.-P. Weiß**

Dienststelle der Autoren /

Performing Organisation:

Forschungszentrum Rossendorf e.V.

Institut für Sicherheitsforschung

Berichtsdatum / Publication Date: **Juli 2002**

Berichts-Nr. / Report-No.:

FZR-348

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 150 1216 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Kurzfassung

Zur Untersuchung der Kühlmittelvermischung im Reaktordruckbehälter von Druckwasserreaktoren (DWR) wurde die Versuchsanlage ROCOM (**R**ossendorf **C**oolant **M**ixing **M**odel) aufgebaut. ROCOM ist ein 1:5 Modell des DWR KONVOI und wurde für ein weites Spektrum von verschiedenen Vermischungsszenarien konzipiert. Die Anlage verfügt über vier Schleifen mit voll regelbaren Kühlmittelumwälzpumpen. Für die Untersuchung der Vermischung wird in die mit deionisiertem Wasser betriebene Anlage salzhaltiges Wasser eingebracht. An verschiedenen Positionen des Strömungspfades wird mit Hilfe von Gittersensortechnik mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung die transiente Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit gemessen, die im Anschluss in einen dimensionslosen Vermischungsskalar umgerechnet wird.

In den im Bericht vorgestellten Experimenten wurde die Vermischung unter quasistationären Bedingungen (konstante Schleifendurchsätze) untersucht. Das betraf nominale Betriebszustände, den Teilschleifenbetrieb und Experimente zur Untersuchung von Kaltwassertransienten bei laufenden Pumpen und unter den Bedingungen entwickelten Naturumlaufs. In speziellen Versuchsserien wurde die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse bei identischen Randbedingungen im Rahmen der statistischen Schwankungsbreite nachgewiesen. Weiterhin wurde der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Vermischung untersucht. Dazu gehörten der Druckverlust am Kerneintritt, das Kühlmitteldurchsatzniveau und der Einfluss des Schleifendurchsatzes auf die Größe des betroffenen Sektors am Kerneintritt. Eine Fehleranalyse der eingesetzten Messtechnik komplettiert den Bericht.

Abstract

The test facility ROCOM (**R**ossendorf **C**oolant **M**ixing **M**odel) has been built for the investigation of coolant mixing processes in the reactor pressure vessel of pressurised water reactors (PWR). ROCOM is a 1:5 model of the German PWR KONVOI and has been designed for a wide range of different mixing scenarios. ROCOM disposes of four loops with fully controllable coolant pumps. The test facility is operated with demineralised water. For the investigation of mixing, tracer solution (water labelled with salt) is injected into the facility. The transient distribution of the electrical conductivity is measured at different positions of the flow path by means of wire-mesh sensor technique with high resolution in space and time. The measured conductivity is transformed into a dimensionless mixing scalar.

The mixing at quasi-stationary conditions (constant loop flow rates) has been investigated in the presented experiments. That concerned nominal operation conditions, the operation with a reduced number of loops and the investigation of cold-water transients at running pumps and conditions of developed natural circulation. In special experimental series, the reproducibility of the results at identical boundary conditions within the confidence-intervals has been shown. Further, the influence of various factors on the mixing has been investigated. This included the pressure losses at the core bottom plate, the global coolant flow level and the influence of the loop flow rate on the perturbed sector at the core inlet. An analysis of the measurement error of the used measurement technique completes the report.

Inhalt

1. Einleitung	7
2. Zielstellung.....	7
3. Methodik der Vermischungsexperimente.....	9
4. Auslegung und Aufbau des 4-Schleifenmodells ROCOM eines DWR Konvoi.....	12
4.1 Auslegungsparameter	12
4.2 Modellskalierung und Übertragbarkeit der experimentellen Ergebnisse.....	12
4.3 Aufbau des Reaktormodells	13
4.4 Primärkreislauf	18
4.4.1 Gestaltung der Kühlmittelschleifen.....	18
4.4.2 Umwälzpumpen.....	20
4.4.3 Dampferzeuger	22
4.4.4 Volumenausgleich.....	22
4.5 Dosiersystem.....	22
4.5.1 Tracer.....	22
4.5.2 Dosiereinrichtung	23
4.5.3 Mischer.....	24
4.6 Nebensysteme	25
4.6.1 Vorratsbehälter.....	25
4.6.2 Füllpumpen	25
4.6.3 Wasseraufbereitung	26
4.7 Aufstellung der Anlage	27
4.7.1 Aufstellungsort	27
4.7.2 Podest für das Reaktormodell und Rohrleitungsführung.....	27
4.8 Ansichten der Anlage	27
5. Messtechnik.....	30
5.1 Gittersensoren für Konzentrationsmessungen	30
5.1.1 Funktion der Gittersensoren.....	30
5.1.2 Aufbau der Gittersensoren	34
5.1.3 Signalerfassungseinheit.....	38
5.1.4 Kalibrierung der Gittersensoren	40
5.1.5 Berechnung von relativen Konzentrationsverteilungen (Ver- mischungsskalar)	44
5.2 Durchflussmessung.....	44
5.3 Leitfähigkeit.....	45

5.4	Messstellenplan, Benennung, Koordinatensystem.....	45
6.	Prozessautomatisierung.....	48
6.1	Durchsatzregelung	48
6.2	Tracerdosierung	48
7.	Hydraulische Messungen an der Versuchsanlage	50
8.	Vermischung bei konstanten Schleifendurchsätzen.....	52
8.1	Versuchsdurchführung	52
8.2	Methodik der Auswertung.....	52
8.2.1	Kalibrierung, Ermittlung der dimensionslosen Vermischungskalare	52
8.3	Versuchsmatrix.....	53
8.4	Allgemeine Beschreibung des Prozessablaufs.....	55
8.4.1	Gleicher Volumenstrom in allen vier Schleifen (Versuch <i>Lnnnn_04</i>).....	55
8.4.2	Naturumlauf mit erhöhtem Volumenstrom in Schleife 1 (Versuch <i>Lzyyy_01</i>).....	58
8.4.3	Teilschleifenbetrieb (Versuch <i>Ln0n0_01</i>).....	61
8.5	Quasistationäre Vermischung am Kerneintritt	63
8.5.1	Zeitliche Schwankungen des Vermischungskalars.....	63
8.5.2	Reproduzierbarkeit von Einzelversuchen	64
8.5.3	Statistische Auswertung der Plateauwerte und Ermittlung der Verteilung des gemittelten Vermischungskalars.....	69
8.6	Einfluss des Druckverlustes	70
8.7	Einfluss des Kühlmitteldurchsatzniveaus.....	71
8.8	Einfluss des Durchsatzes auf die Ausdehnung des gestörten Sektors.....	73
9.	Fehlerbetrachtung.....	77
9.1	Kalibrierkurve	77
9.2	Diskretisierungsfehler der primären Messwerte	81
9.3	Statistische Schwankungen des Messwertes.....	82
9.4	Summierung der einzelnen Fehlerarten	84
10.	Zusammenfassung	90
11.	Literatur.....	92
Anhang A.	Koordinaten der Messstellen an ROCOM	A-1
Anhang B.	Quelltexte der Mess- und Auswertungsprogramme	B-1
Anhang C.	Dokumentation der quasistationären Vermischungsexperimente	C-1

1. Einleitung

Das Kühlmittel in Druckwasserreaktoren kann bei Unterkühlungs- und Deborierungs-transienten aus den einzelnen Kühlschleifen mit deutlich voneinander abweichender Temperatur bzw. Borsäurekonzentration in den Reaktordruckbehälter eintreten. Trotz Vermischung innerhalb des Druckbehälters (Downcomer, unteres Plenum, Core, oberes Plenum) kann es zu einer räumlich und zeitlich stark ausgeprägten Profilierung der Kühlmittelparameter im Reaktorkern und zu einer Beeinflussung der nuklearen Wärmeerzeugung kommen. Störungen der Kühlmittelparameter am Reaktoreintritt sind demzufolge je nach Art und Ausmaß von sicherheitstechnischer Relevanz.

Zur Untersuchung dieser Problematik wird international auf experimentelle Modellversuche in Verbindung mit CFD-Simulationen orientiert. Von großer Bedeutung ist die aus den bisherigen Rechnungen mit dem CFD-code CFX-4 gewonnene Erkenntnis, dass bereits kleine Details bzw. geringfügige Veränderungen an den Reaktoreinbauten großen Einfluss auf das Geschwindigkeitsfeld und damit auf die Kühlmittelvermischung haben können [1]. Dabei ist derzeit nicht erwiesen, ob die verwendeten Turbulenzmodelle bei den komplexen geometrischen Verhältnissen von Druckwasserreaktoren ausreichend genau sind, insbesondere wenn instationäre Prozesse vorliegen. Der hier beschriebene Versuchsstand gestattet deshalb auch die Messung instationärer Konzentrations- bzw. Temperaturfelder bei verschiedenen Szenarien von Schleifenzuschaltungen und die Bestimmung von Geschwindigkeitsverteilungen und Turbulenzgraden mittels Laser-Doppler-Anemometrie zur direkten Überprüfung der Turbulenzmodelle.

Die Ausführung des Modell-Reaktordruckbehälters im Maßstab 1:5, der auch international üblich und ausreichend ist, wie die speziellen Skalierungs- und Übertragbarkeitsuntersuchungen zeigten [2, 3], erfolgte aus Plexiglas und beschränkt sich zunächst auf den Druckwasserreaktor vom Typ Konvoi. Dabei wurde die Versuchsanlage so konzipiert, dass eine spätere Modifikation auf andere Druckwasserreaktor-Typen bei weitgehender Nutzung vorhandener Komponenten möglich ist.

Eine wesentliche Neuerung zur Messung der aus den Vermischungsvorgängen resultierenden Konzentrations- bzw. Temperaturverteilungen ist der Einsatz der im Institut für Sicherheitsforschung im Forschungszentrum Rossendorf entwickelten Leitfähigkeitsmesstechnik mit Gittersensoren. Mit fast 1000 Messpunkten an vier interessierenden Positionen am und im Modell-Druckgefäß werden die Vermischungsvorgänge nach dem Eindosieren einer stark verdünnten NaCl-Wasser-Lösung in eine der vier Schleifen der Versuchsanlage orts- und zeitabhängig hocheffizient erfasst.

Weitere Vorteile der experimentellen Anlage sind die individuelle stufenlose Veränderbarkeit der Drehzahlen der Umwälzpumpen und die rechnergestützte Prozessautomatisierung z.B. zur Simulation von beliebigen Pumpenfahrweisen.

2. Zielstellung

Im Abschlussbericht zum Projekt "Kühlmittelvermischung in Druckwasserreaktoren - Teil 1: Möglichkeiten geschlossener analytischer Lösungen und Simulation der Vermischung im Ringraum mit CFX-4" [1] wurde ausgehend von einer Analyse früherer Experimente und Modellierungsansätze sowie von eigenen analytischen und numeri-

schen Untersuchungen der Bedarf für neue Experimente zur Kühlmittelvermischung abgeleitet und eine entsprechende Versuchsanlage konzipiert. Der Konzeption wurde eine Betrachtung der relevanten Borverdünnungsszenarien zugrunde gelegt [4].

Im Rahmen des vorliegenden Vorhabens wurde die Versuchsanlage ROCOM (Rosendorf Coolant Mixing Model) entwickelt und errichtet, die gegenüber anderen Versuchsanlagen eine wesentlich größere Flexibilität hinsichtlich der Betriebsführung und eine neue Qualität der Instrumentierung aufweist. ROCOM ist sowohl für quasi-stationäre als auch transiente Versuche geeignet, wobei im Gegensatz zu den Versuchsständen Bora-Bora [5] und Vattenfall [6] keine Beschränkung auf das Anlaufen der ersten Hauptkühlmittelpumpe erfolgen sollte. Die Anlage wurde für Wasser bei annähernd Umgebungstemperatur ausgelegt, um die Nachteile früherer luftbetriebener Modelle [7, 8] auszuschalten, wie Kompressibilität des Strömungsmediums und schlechte Realisierbarkeit von Massenstromtransienten. Außerdem bietet Wasser die Möglichkeit des Einsatzes von Tracerstoffen, die mit Leitfähigkeitsmessverfahren nachgewiesen werden können, was eine hohe zeitliche Auflösung der Messung ermöglicht. Auf einen Betrieb bei Originaltemperaturen muss aus Aufwandsgründen verzichtet werden. Das zieht hauptsächlich eine im Vergleich zum Original deutlich vergrößerte Zähigkeit des Strömungsmediums nach sich, was die erreichbaren Reynolds-Zahlen über das durch die Skalierung gegebene Verhältnis weiter verringern. Weiterhin wurden zweiphasige Betriebszustände zunächst aus der Betrachtung ausgeklammert.

Ausgehend von den Erfahrungen aus früheren Experimenten und den Skalierungsüberlegungen wurde ein Maßstab von 1:5 als ausreichend erachtet. Kernstück der Anlage muss ein Reaktormodell sein, das alle wichtigen Details der Strömungsführung im Bereich vom Reaktoreintritt bis zum Reaktorkern im gewählten Maßstab geometrisch ähnlich nachbildet. Da die Hauptkühlmittelleitung beim Originalreaktor bereits kurz vor den Ein- bzw. Austrittsstutzen Krümmer aufweist, die einen Einfluss auf das Strömungsfeld im Reaktor haben können, ist es notwendig, zumindest den ersten Krümmer noch in die Modellierung einzubeziehen. Ein Querschnitt jenseits dieser Krümmer wird als Modellrand definiert.

Zur Nachbildung der verschiedenen Vermischungsszenarien [1, 4] werden am Modellrand die Strömungsgeschwindigkeiten sowie die Qualität des Kühlmittels als zeitabhängige Randbedingungen vorgegeben. Temperatur- bzw. Borsäurekonzentrationsunterschiede werden durch Zugabe einer die elektrische Leitfähigkeit beeinflussenden Tracerlösung (NaCl-Lösung) simuliert. Bei den vorwiegend turbulenten Vermischungsmechanismen des Tracersalzes stellen sich Verteilungen ein, die auf die Borsäurekonzentration bzw. die Temperatur übertragen werden können, indem die örtlichen Änderungen der Tracerkonzentration bzw. der Borsäurekonzentration oder der Temperatur auf die Amplitude der jeweiligen Störung am Eintritt in den Reaktor bezogen wird. Es besteht weiterhin grundsätzlich die Möglichkeit, den Einfluss von Dichtegradienten durch Zugabe von Additiven zum Strömungsmedium zu modellieren.

Zur Vorgabe von zeitabhängigen Strömungsgeschwindigkeiten als Randbedingung verfügt die Anlage über vier Schleifen. Eine präzise und verzögerungsarme Durchflusssteuerung wird durch den Einsatz einer Pumpendrehzahlregelung über Frequenzumrichter erreicht. Jenseits des Modellrands wurde auf eine geometrisch ähnliche Nachbildung der Schleifen verzichtet, was den Aufwand erheblich reduziert. Es

wurde jedoch Wert auf die Einhaltung der originalen Umlaufzeit des Kühlmittels gelegt.

Durch Verwendung eines transparenten Reaktormodells (Plexiglas) ist eine visuelle Beobachtung der Vermischungsvorgänge durch Farbdosierung möglich. Dies erlaubt weiterhin den Einsatz eines Laser-Doppler-Anemometers zur Geschwindigkeitsmessung.

Die Versuchsanlage wurde mit einer Messtechnik ausgestattet, die eine räumlich und zeitlich hochauflösende Messung der transienten Verteilungen des Tracers ermöglicht. Hierfür wurden spezielle neuartige Gittersensoren entwickelt, die auf der Messung der elektrischen Leitfähigkeit beruhen. Die wesentlichen Anforderungen an die Messtechnik lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Hauptmessort ist der Kerneintritt. Jedem Brennelementeintritt war eine Messstelle zuzuordnen.
- Am Eintrittsstutzen, an dem die Konzentrations- bzw. Temperaturänderung in Form der Tracerzumischung modelliert wird, war eine Überwachung der Güte der realisierten Randbedingung durch eine Messung der Leitfähigkeitsverteilung im Rohrquerschnitt zu realisieren.
- Neben der Instrumentierung von Eintrittsstutzen und Kerneintritt waren weitere Messstellen im Downcomer vorzusehen, um den Mechanismus der Vermischung entlang des Strömungswegs aufzuklären.
- Die Zeitauflösung sollte die Darstellung von turbulenten Fluktuationen der Tracerkonzentration ermöglichen, um Turbulenzmodelle besser validieren zu können.

Insgesamt wurden 4 Gittersensoren mit insgesamt ca. 1000 Einzelmessstellen eingesetzt. Sie befinden sich am Kühlmittleintrittsstutzen, im Ringspalt dicht unterhalb der Stutzenzone, im Ringspalt auf Höhe des Kerneintritts und am Kerneintritt selbst. Sie liefern die lokale Leitfähigkeit des Wassers auf einem dichten Netz definierter Messpunkte.

3. Methodik der Vermischungsexperimente

Die Experimente haben das Ziel, zeitlich veränderliche Verteilungen der Transportgrößen Temperatur bzw. Borsäurekonzentration in der komplexen Geometrie des Reaktordruckbehälters mit seinen strömungsführenden Einbauten messtechnisch zu ermitteln. Dabei ist die Verteilung, die sich am Eintritt in den Reaktorkern herausbildet, von besonderer Bedeutung. Weitere Messorte im Ringspalt (Downcomer) dienen der Aufklärung der Strömungsphänomene und verbessern die Möglichkeiten der Validierung von theoretischen Methoden zur Berechnung der Vermischung (z.B. CFD-Codes). Die Randbedingungen, aus denen sich die Verteilungen ergeben, sind die Kühlmitteldurchsätze in den vier Schleifen des Primärkreislaufs sowie die Temperatur bzw. die Borsäurekonzentration an den Kühlmittleintrittsstutzen. Diese Randbedingungen können stationärer Art sein, d.h. sowohl die Kühlmitteldurchsätze als auch der Wert der betrachteten Transportgröße können zeitunabhängig vorgegeben sein. Sie können jedoch für die einzelnen Eintrittsstutzen unterschiedliche Werte annehmen. Bei transienten Vorgängen können sowohl die Schleifendurchsätze als auch

die Transportgröße am Reaktoreintritt als Funktionen der Zeit vorgegeben sein, wobei jedem Eintrittsstutzen individuelle Funktionen zugeordnet sein können.

Bei konstanten und identischen Durchsätzen in allen vier Schleifen spricht man vom Vollschleifenbetrieb. Die Abschaltung von einzelnen Pumpen führt zum Teilschleifenbetrieb, wobei sich in der betrachteten Anlage (Konvoi) in diesem Fall stets eine Rückströmung in den außer Betrieb befindlichen Schleifen einstellt. Ein sogenannter Teilschleifenbetrieb mit abgesperrten Schleifen lässt sich an der Versuchsanlage durch Schließen der Druckschieber an den Pumpen ebenfalls erreichen. Dieser Betrieb ist von theoretischem Interesse, da auf diese Art asymmetrische Strömungsfelder im Reaktor bei besonders klaren Randbedingungen erzeugt werden können, die sich gut für die Validierung von Rechenmodellen eignen.

In den meisten Fällen ist der Ausgangszustand durch eine gleichmäßige Anfangsverteilung der zu untersuchenden Transportgröße im gesamten Strömungsgebiet gekennzeichnet. Zum Zeitpunkt $t = t_0$ beginnt ein transienter Vorgang, bei dem in der Regel an einem der Eintrittsstutzen eine Veränderung der Transportgröße einsetzt. Diese Schleife wird im weiteren als gestörte Schleife, der entsprechende Eintrittsstutzen als gestörter Eintrittsstutzen bezeichnet.

Bei der experimentellen Untersuchung der Kühlmittelvermischung in Druckwasserreaktoren geht es, wie bereits geschildert, um zwei unterschiedliche skalare Transportgrößen, die Kühlmitteltemperatur T und die Konzentration der im Kühlmittel von Druckwasserreaktoren gelösten Borsäure C_B . Durch die am Modellrand vorgegebenen Bedingungen können beide Größen unabhängig voneinander räumlich ungleichmäßige und zeitlich veränderliche Verteilungen innerhalb der Strömungsräume des Reaktors aufweisen, d.h. $T = T(x,y,z,t)$, $C_B = C_B(x,y,z,t)$. Die Erhaltungsgleichung ist für beide Skalare identisch:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial S}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial S}{\partial y} + w \cdot \frac{\partial S}{\partial z} = D \cdot \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right) \quad (3.1)$$

Hierbei ist für S entweder T oder C_B einzusetzen. Für den Fall einer laminaren Strömung muss der Diffusionskoeffizient ebenfalls der jeweils betrachteten Größe angepasst werden. Für die Temperatur muss die Wärmeleitzahl eingesetzt werden, d.h. $D = a = \lambda / (\rho \cdot c_p)$. Bei der Berechnung der Borsäurevermischung gilt der entsprechende Koeffizient der molekularen Diffusion: $D = D_B$.

Zunächst ist festzustellen, dass die Transportgleichung bezüglich des Skalars S linear ist. Daraus folgt, dass zwei bei identischem Geschwindigkeitsfeld für unterschiedliche Randbedingungen für das Skalar erhaltene Verteilungen S_1 und S_2 linear überlagert werden können. Man erhält dabei erneut eine Verteilung, die Lösung von Gl. (3.1) ist: $S = q_1 \cdot S_1 + q_2 \cdot S_2$. Praktisch bedeutet dies z.B., dass eine Verdopplung der Veränderung der Temperatur oder der Borsäure am gestörten Eintrittsstutzen des Reaktors eine Verdopplung aller örtlichen, momentanen Temperatur bzw. Konzentrationswerte nach sich zieht. Bedingung ist dabei allerdings, dass die veränderten Randbedingungen keine Rückwirkung auf das Geschwindigkeitsfeld verursachen. Bei Naturumlaufzuständen, in denen die Kühlmittelströmung durch Dichteunterschiede angetrieben wird, kann diese Forderung nicht immer erfüllt werden.

Beim Übergang zur turbulenten Strömung kommt dazu, dass die molekulare Diffusion bzw. die Wärmeleitung nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Die Vermischung erfolgt nun durch den turbulenten Austausch, der Unterschied zwischen der Wärmeleitfähigkeit und der Diffusionskonstante für die Borsäure tritt in den Hintergrund. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass sowohl für die Temperatur als auch für die Borsäure bei ähnlichen Randbedingungen an den Eintrittsstutzen auch ähnliche Verteilungen innerhalb des Reaktors vorliegen. Deshalb kann sowohl die Temperatur- als auch die Borsäurevermischung durch die Vermischung ein und derselben Tracersubstanz, die dem Kühlmittel beigemischt wird, modelliert werden. Als Tracer dient eine schwache Natriumchloridlösung (NaCl). Die Messung der Konzentration erfolgt über die elektrische Leitfähigkeit σ . Bei den Experimenten wurde in einem Leitfähigkeitsbereich zwischen 10 und 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gearbeitet. Bei derart niedrigen Konzentrationen des Tracersalzes ist die Proportionalität von Konzentration und Leitfähigkeit gewährleistet und Dichteunterschiede sind vernachlässigbar.

Die zeitlich veränderliche Verteilung der Tracerkonzentration $C(x,y,z,t)$ wird in einen dimensionslosen Vermischungsskalar $\Theta(x,y,z,t)$ überführt, indem jeder einzelne Wert auf einen unteren und einen oberen Referenzwert bezogen wird. Als unterer Bezugswert C_0 dient im Allgemeinen die in der Anlage gleichverteilte Anfangskonzentration. Als oberer Bezugswert C_1 wird meist die am gestörten Eintrittsstutzen vorliegende Konzentration genutzt. Da am Eintrittsstutzen eine gewisse Ungleichmäßigkeit der Tracerkonzentration vorliegen kann, wird hierfür über den Eintrittsquerschnitt gemittelt. Dieser Mittelwert ist im Allgemeinen eine Funktion der Zeit. Als Referenzwert wird das zeitliche Maximum bzw. der eingeschwungene Wert der über den Querschnitt gemittelten Konzentration im Eintrittsstutzen verwendet. Bei Experimenten mit genügend langer gleichbleibender Tracereinspeisung kann der Bezugswert auch über ein Zeitintervall gemittelt werden. Aufgrund der Proportionalität zwischen Konzentrationen und Leitfähigkeit wird die Berechnung des dimensionslosen Vermischungsskalars aus den gemessenen Leitfähigkeitswerte vorgenommen:

$$\Theta(x,y,z,t) = \frac{C(x,y,z,t) - C_0}{C_1 - C_0} = \frac{\sigma(x,y,z,t) - \sigma_0}{\sigma_1 - \sigma_0} \quad (3.2)$$

Mit Hilfe des Vermischungsskalars läßt sich bei ähnlichen Randbedingungen sowohl das Temperaturfeld als auch die Konzentrationsverteilung der Borsäure beschreiben:

$$\begin{aligned} T(x,y,z,t) &= \Theta(x,y,z,t) \cdot (T_1 - T_0) + T_0 \\ C_B(x,y,z,t) &= \Theta(x,y,z,t) \cdot (C_{B,1} - C_{B,0}) + C_{B,0} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Hierbei sind T_1 , T_0 , $C_{B,1}$ und $C_{B,2}$ die entsprechenden Bezugswerte. Der Vermischungsskalar $\theta(x,y,z,t)$ wird an diskreten Messorten (x_i, y_i, z_i) und zu diskreten Zeitpunkten t_i ermittelt. Diese Messorte sind durch die Geometrie der verwendeten Gittersensoren und deren Anordnung definiert (vgl. Abschnitte 5.1 und 5.5).

4. Auslegung und Aufbau des 4-Schleifenmodells ROCOM eines DWR Konvoi

4.1 Auslegungsparameter

Die Auslegungsparameter des Vermischungsmodells im Vergleich zu den Originaldaten sind in der Tabelle 4.1 zusammengefasst.

Tab. 4.1 Vergleich Original DWR - ROCOM: Modellmedium Wasser, 20°C

Größe	Maßeinheit	Original	ROCOM
Druckgefäßinnendurchmesser	mm	5000	1000
Druckgefäßhöhe	mm	~12 000	~2400
Eintrittsstutzeninnendurchmesser	mm	750	150
Downcomerspaltweite	mm	315	63
Kühlmitteldurchsatz pro Schleife	$\frac{m^3}{h}$	23 000	350 (max.) 185 (nominal)
Kühlmitteleintrittsgeschwindigkeit	m/s	14.5	5.5 (max.) 2.91 (nominal)
Geschwindigkeit im Downcomer	m/s	5.5	2.1 (max.) 1.1 (nominal)
Re Kühlmiteleintritt	-	$8.4 \cdot 10^7$	$8.3 \cdot 10^5$ (max.) $4.4 \cdot 10^5$ (nominal)
Re Downcomer	-	$2.7 \cdot 10^7$	$2.6 \cdot 10^5$ (max.) $1.4 \cdot 10^5$ (nominal)
Re Original/Re ROCOM	-	1	~100 (max.) ~190 (nominal)
Umlaufzeit Original/ROCOM	-	1	1 (nominal)

Entsprechend den Betriebsparametern der Kühlmittelumwälzpumpen des Modells, die mit Rücksicht auf das Plexiglas-Reaktormodell auf eine Förderhöhe von 15 m Wassersäule (1.5 bar) bei einem maximalen Nenndurchsatz von 350 m³/h je Pumpe begrenzt sind, ergeben sich Reynoldszahlen für das Modell, die gegenüber denen des Originals um den Faktor 100 kleiner sind. Dabei liegt aber die Reynoldszahl im Downcomerbereich, wo sie ohnehin am kleinsten ist, noch bei $2.6 \cdot 10^5$, d.h. es liegt eine hochturbulente Strömung im Ringraum vor. Erst bei etwa 3 bis 5 m³/h je Schleife kommt man in den Übergangsbereich laminar-turbulent, der aber nur bei Pumpen-Anlaufvorgängen bzw. bei Simulation von Naturkonvektionsströmungen teilweise erreicht wird.

4.2 Modellskalierung und Übertragbarkeit der experimentellen Ergebnisse

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse bei dem gewählten Modellmaßstab von 1 : 5 wurde in [2, 3] ausführlich untersucht. Auf Grundlage von numerischen Scale-Up-Studien wurde gefunden, dass der Einfluss des Scalings im hochturbulenten Bereich

vernachlässigbar ist. Bei den Untersuchungen wurden jedoch auch Erkenntnisse aus Versuchen an originalen Reaktoranlagen einbezogen, die von mehreren KKW mit russischen Druckwasserreaktoren vom Typ WWER-440 bekannt sind. Diese Ergebnisse stimmen gut mit stationären Vermischungsversuchen an einem luftbetriebenen Modell dieses Reaktors von Dräger [7] überein, was die These der Übertragbarkeit stark unterstützt.

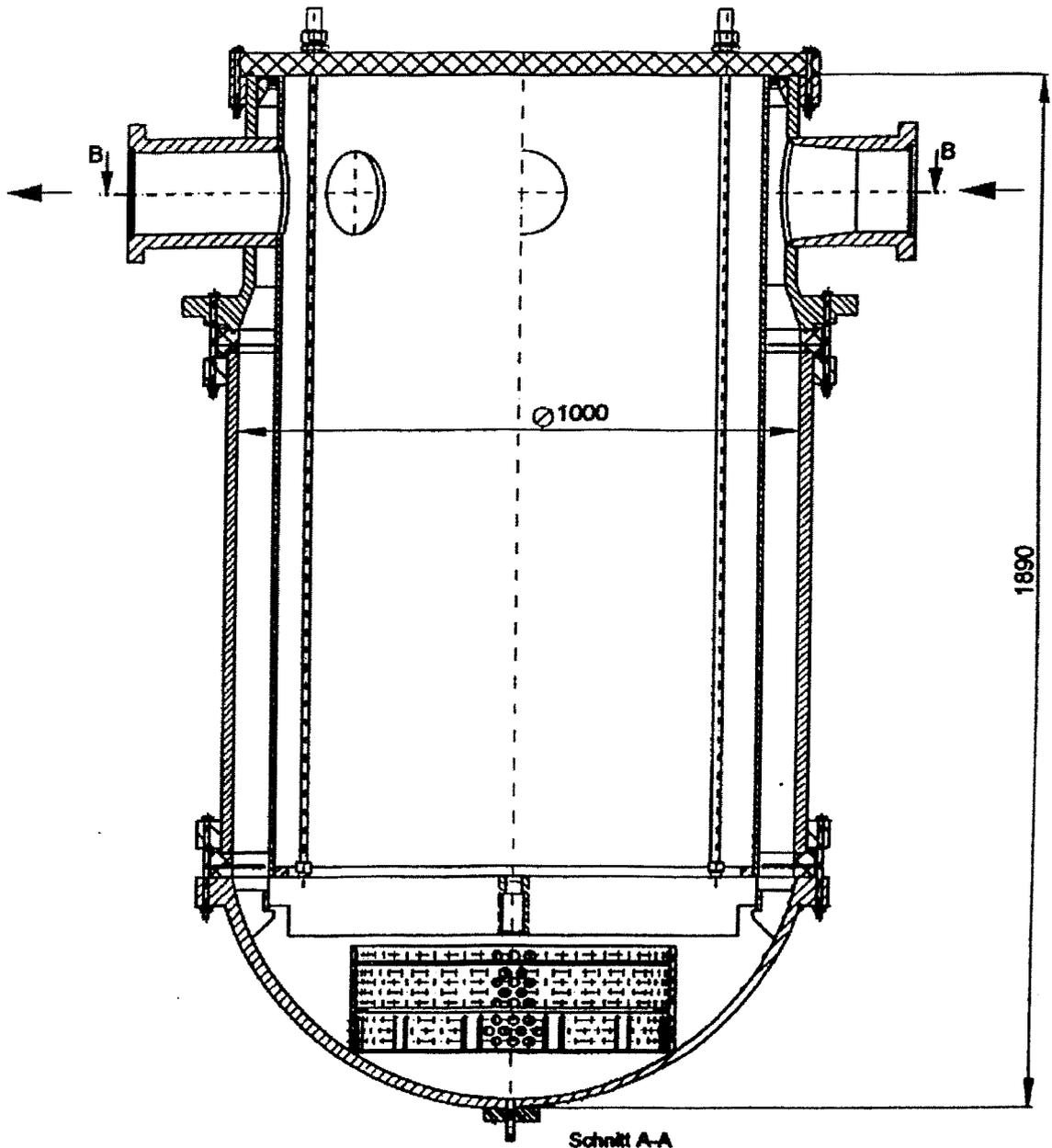


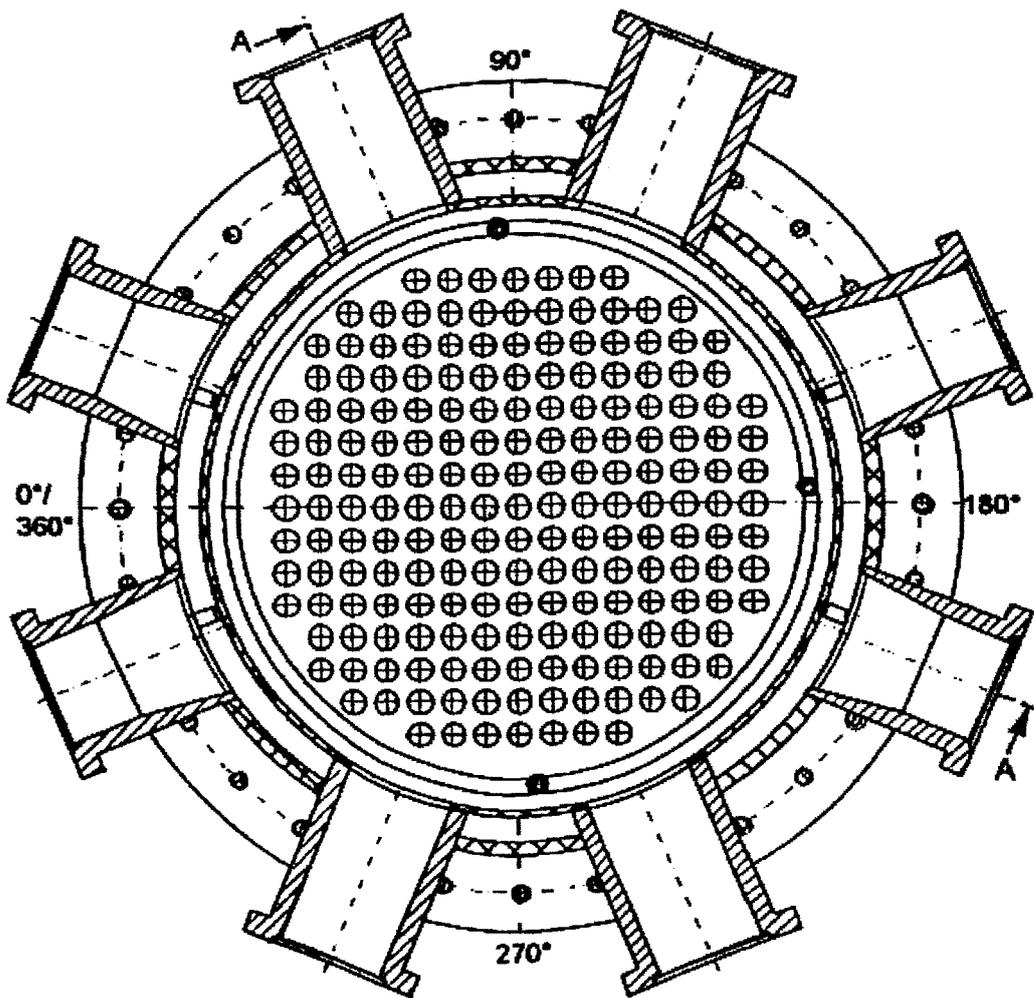
Abb. 4.1a Modell des Reaktors, Längsschnitt

4.3 Aufbau des Reaktormodells

Das Reaktormodell aus Plexiglas ist in Abb. 4.1a und Abb. 4.1b im Längs- und im Querschnitt dargestellt. Zwecks Zugänglichkeit des Downcomers und des unteren

Plenums ist es dreiteilig mit einem ebenen Deckel ausgeführt, wobei letzterer gegen einen sphärischen Deckel entsprechend den Originalverhältnissen austauschbar ist. In den Kernbehälter wurde ein Kerneinsatz, bestehend aus 193 Aluminiumrohren der Nennweite 30 mm und der Länge $L = 965$ mm eingebracht, der einen hydraulischen Kurzschluss zwischen unterem und oberem Plenum darstellt. Die Vermischung im Kern selbst wird aus den Untersuchungen ausgeklammert. Der Kerneinsatz ermöglicht die Untersuchung der Vermischungsverhältnisse im oberen Plenum.

Der zylindrische Teil des Druckbehälter-Modells besteht aus zwei in den Längsfugen verklebten Halbschalen aus Plexiglas, 20 mm dick, die von den ebenfalls angeklebten Plexiglas-Flanschen zentriert werden (diese und alle anderen Klebestellen sind optisch kaum sichtbar). Daran schließt sich, ebenfalls angeflanscht, der kugelförmige Boden des unteren Plenums bzw. im oberen Plenum der Stutzenring an. Lediglich die Flanschverbindungen untereinander und die Deckelbefestigung erfolgten durch Stahlschrauben.



Schnitt B-B

Abb. 4.1b Modell des Reaktors, Querschnitt im Stutzenbereich, Blick von oben

In Abb. 4.1a ist die Siebtonne im unteren Plenum ersichtlich. Sie besteht aus einem demontierbaren Plexiglasring mit Bohrungen und Aussparungen entsprechend den Originalverhältnissen im Maßstab 1:5. Darüber befindet sich der sogenannte Untere Rost, auf dem sich die 193 Brennelemente im Originalreaktor entsprechend der Anordnung nach Abb. 4.1b abstützen.

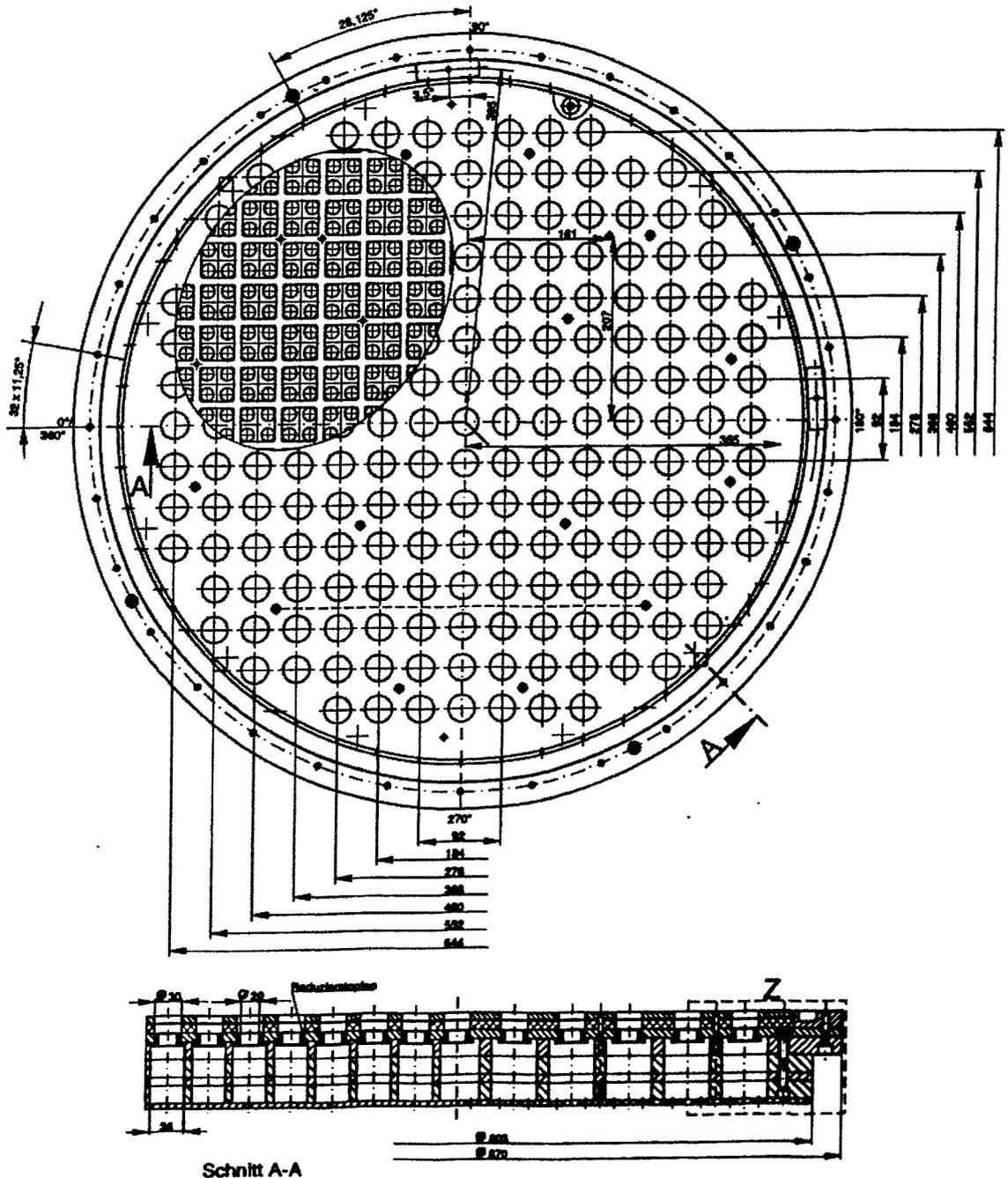


Abb. 4.2a Modell des Unteren Rosts

Das Modell des Unteren Rostes (Abb. 4.2a) mit einer Gesamtdicke von 106 mm besteht aus mehreren geschichteten und verschraubten Plexiglas-Scheiben, in welche die Durchbrüche für die Kühlmittelströmung zu den Brennelementen entsprechend den Originalverhältnissen eingearbeitet sind (Abb. 4.2b). Vor jedem Brennelement befindet sich eine Öffnung mit dem Durchmesser 30 mm, die jeweils eine Messposition des eingesetzten Core-Gittersensors enthält. An dieser Stelle wurden zusätzliche Blenden eingesetzt, um den hydraulischen Widerstand der Brennelemente nachzubilden. Bisher wurde mit 3 verschiedenen Konfigurationen gearbeitet: (A) keine Blenden ($\zeta/\zeta_{orig} = 0.40$), (B) Blenden mit 20 mm Öffnung ($\zeta/\zeta_{orig} = 1.09$) und (C) Blenden mit 12 mm Öffnung ($\zeta/\zeta_{orig} = 6.98$). In Abb. 4.2b erkennt man oberhalb der Blenden in der Zwischenplatte (6) die untere und die obere Drahtführung für die Gittersensordrähte, die so angeordnet sind, dass sich in der Mitte jedes Brennelementeintritts eine Leitfähigkeitsmessstelle befindet.

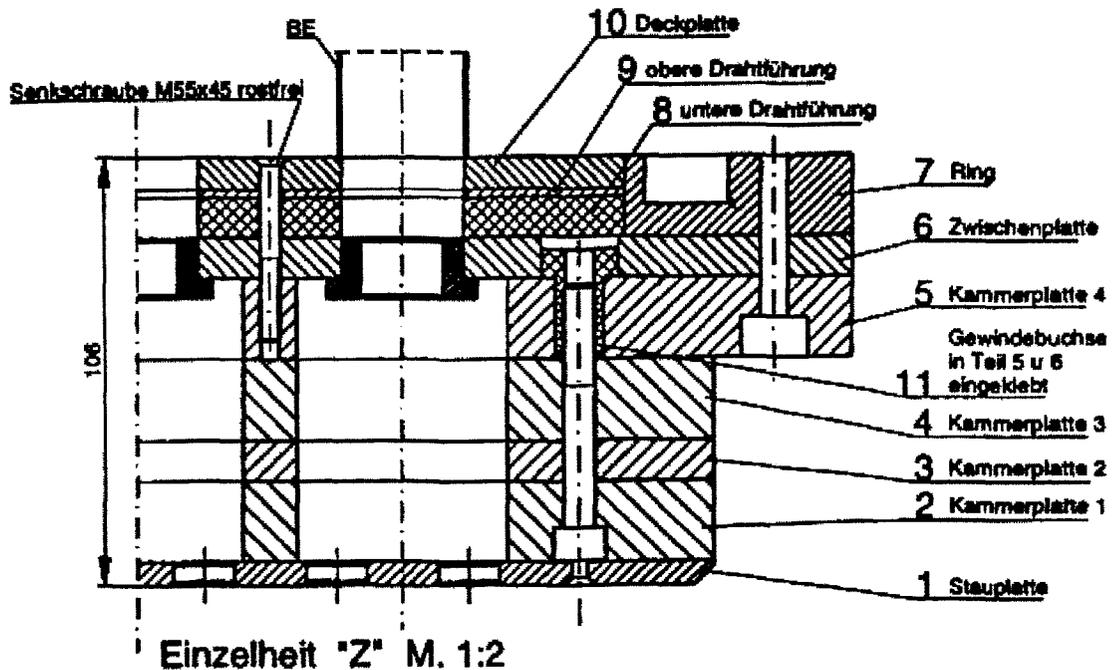


Abb. 4.2b Modell des Unteren Rosts, Detail: Kühlmiteleintritt in das Brennelement

Zwischen den Flanschverbindungen (Abb. 4.1a) zum unteren Plenum und zum Stutzenring befinden sich der untere und der obere Ringspalt-Gittersensor, während der Eintrittssensor noch vor dem Eintrittsstutzen der Schleife 1 (Position 22.5°) angeordnet ist. Funktion und Aufbau der Gittersensoren sind im Abschnitt 5 beschrieben. Im Schema des Reaktormodells in Abb. 4.3 sind die Hauptabmessungen mit Modelldeckel und die genannten Gittersensorpositionen nochmals dargestellt.

Die Strömungsvorgänge im Reaktorkern sind nicht Gegenstand des laufenden Forschungsvorhabens. Der Reaktorkern wurde lediglich durch den hydraulischen Widerstand der Brennelemente repräsentiert. Um eine Verbindung zwischen Kerneintritt und Kernaustritt herzustellen, wurde der oben erwähnte Brennelement-Einsatz vor-

gesehen. Dieser Einsatz soll künftig auch für die Dosierung des Tracers an einzelnen Brennelementpositionen genutzt werden, um die Vermischung im oberen Plenum untersuchen zu können. Zu diesem Zweck wird die Tracerlösung mittels einer Rohrlanze in das entsprechende Aluminiumrohr eingebracht. Die Lanze wird hierzu von oben durch den Deckel hindurch in das Core eingeführt. Bei den Versuchen ohne Drosselblenden ($A - \zeta/\zeta_{\text{orig}} = 0.40$) befand sich kein Kerneinsatz im Reaktor.

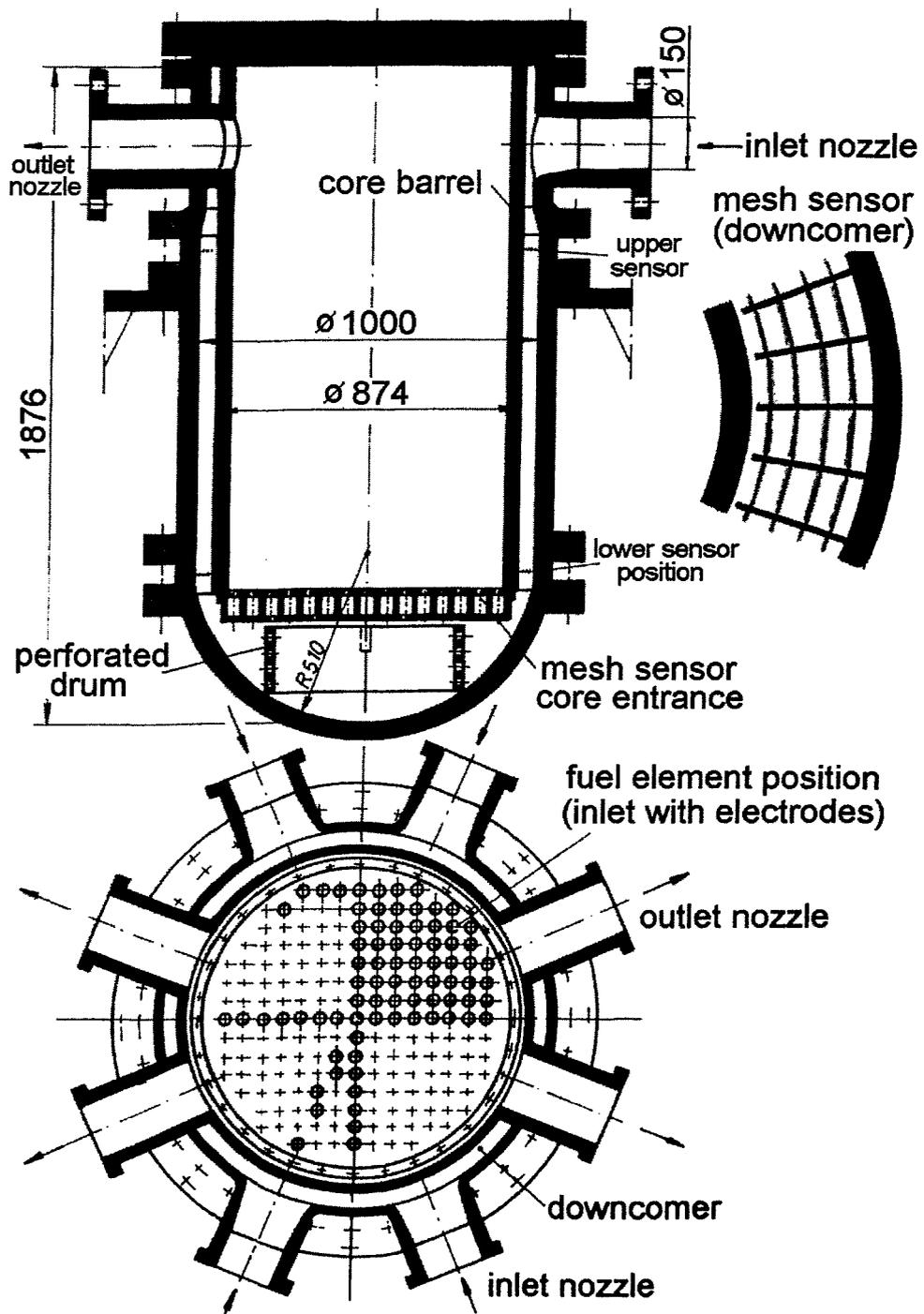


Abb. 4.3 Schema des Reaktormodells mit Einbauten und Gittersensorpositionen

4.4 Primärkreislauf

4.4.1 Gestaltung der Kühlmittelschleifen

ROCOM verfügt über Nachbildungen aller vier Hauptumwälzschleifen (Abb. 4.4), jede ausgestattet mit einer Umwälzpumpe. Jede Schleife hat einen Absperrschieber, der auf der Druckseite der jeweiligen Pumpe angeordnet ist, sowie weiterhin ein zylindrisches Volumen zur Nachbildung der Dampferzeuger. Der Dampferzeuger 4 hat einen zur Atmosphäre hin offenen zylindrischen Aufsatz ("Schornstein"), in dem sich der Wasserpegel befindet und der dem Druckausgleich dient.

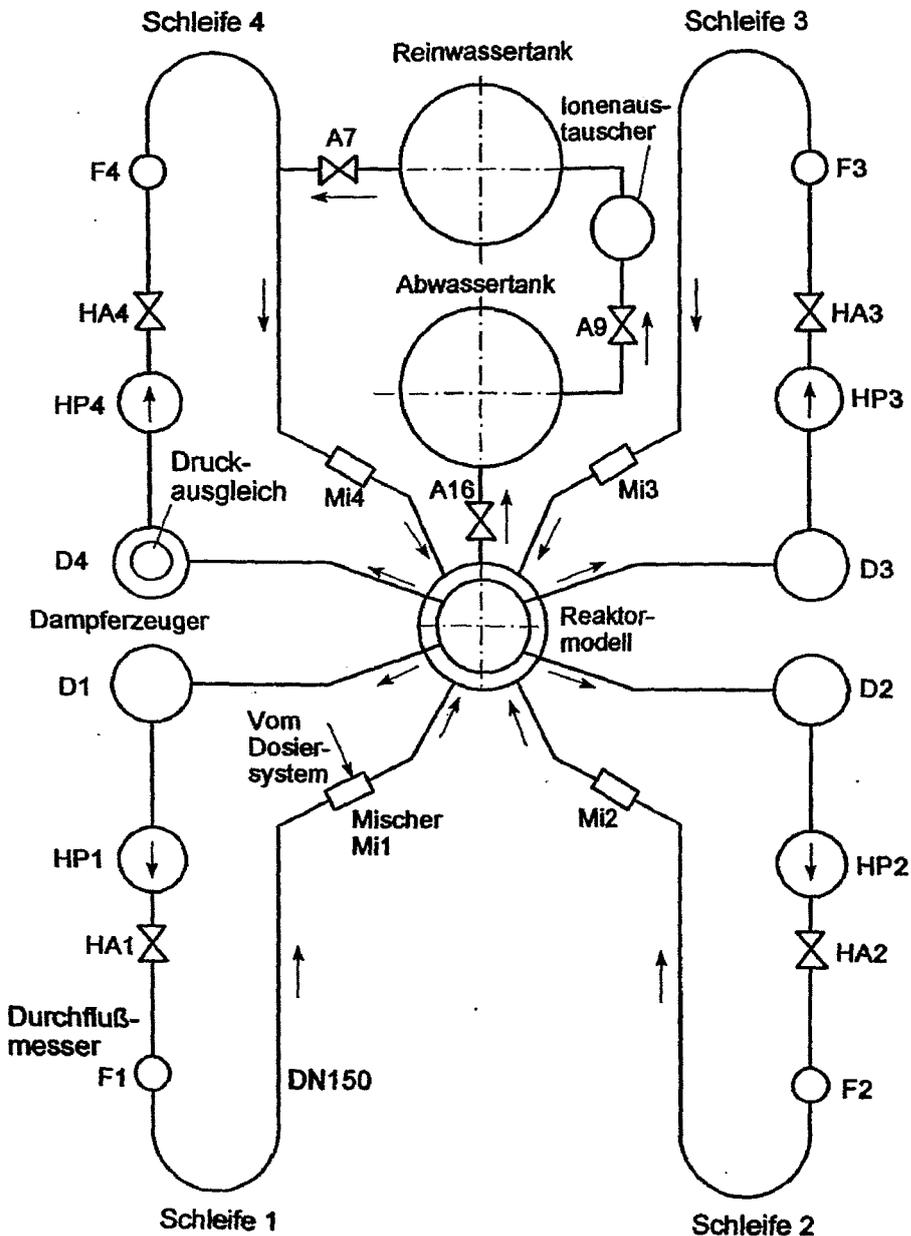


Abb. 4.4 Schaltbild der Umwälzschleifen von ROCOM

Die Schleifengestaltung geht aus Abb. 4.5 und die Ausführung aus den Fotos in Abb. 4.6 hervor. Verwendet wurden PVC-Rohre mit der lichten Nennweite von 150 mm und einem Nenndruck von 10 bar. Insbesondere mit Rücksicht auf die eingesetzten Hauptumwälzpumpen HP1 bis HP4 und die induktiven Durchflussmesser F1 bis F4 war es nicht möglich, dieses Schleifensystem geometrisch ähnlich zum gesamten Primärkreislauf des Kernkraftwerkes mit dem Konvoi-Reaktor zu gestalten. Der Modellrand befindet sich vom Reaktormodell her gesehen hinter dem jeweils ersten Krümmer im Kalt- bzw. Heißstrang, d.h. die ersten Krümmer sind noch in die maßstabgetreue Nachbildung des Originalanlage einbezogen.

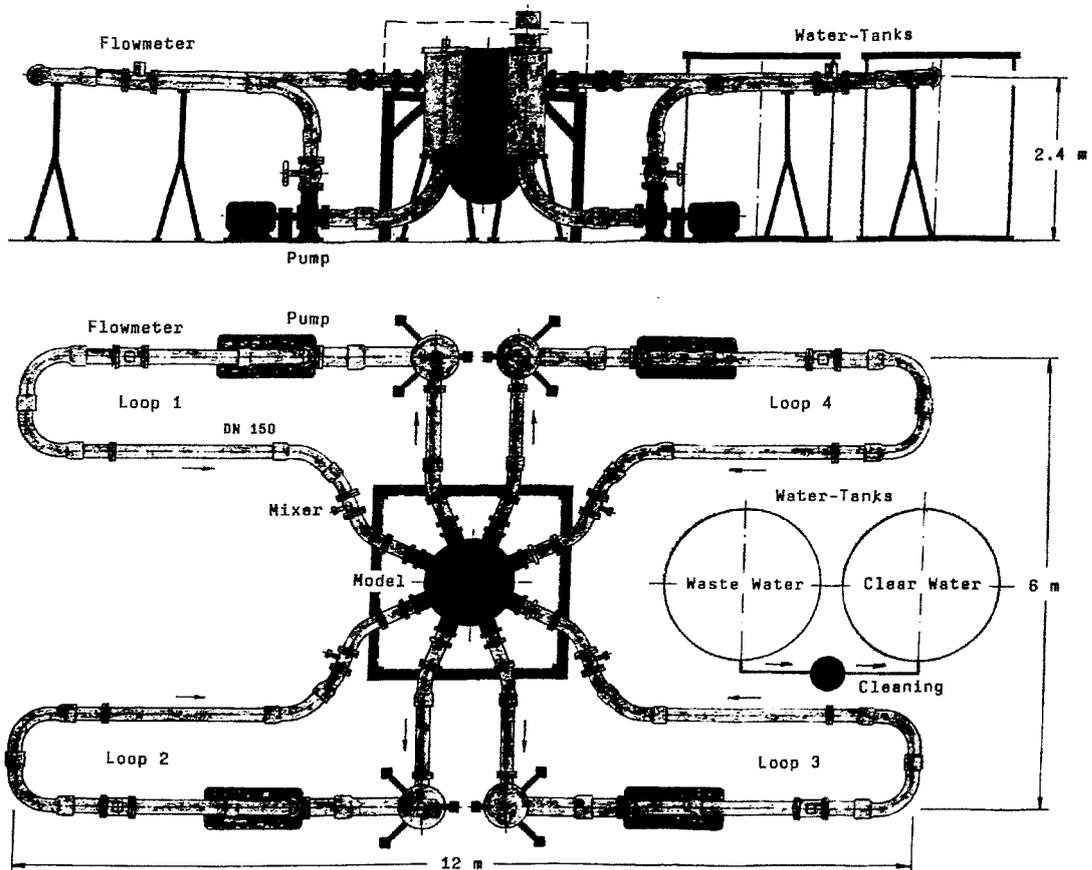


Abb. 4.5 Schema der Gesamtanlage ROCOM

Rohrleitungsabschnitte und Einzelkomponenten sind an wichtigen Positionen durch Flanschverbindungen miteinander verbunden. Ansonsten wurden weitgehend Klebetechniken angewandt.

Zur Realisierung von gleichen Durchström- bzw. Umlaufzeiten des Kreislaufwassers ist das Volumenverhältnis des Wassers im Reaktormodell zum Schleifeninhalt gleich dem im Original-Primärsystem ausgeführt. Dabei beträgt der gesamte Wasserinhalt im Vermischungsmodell 3.05 m^3 .

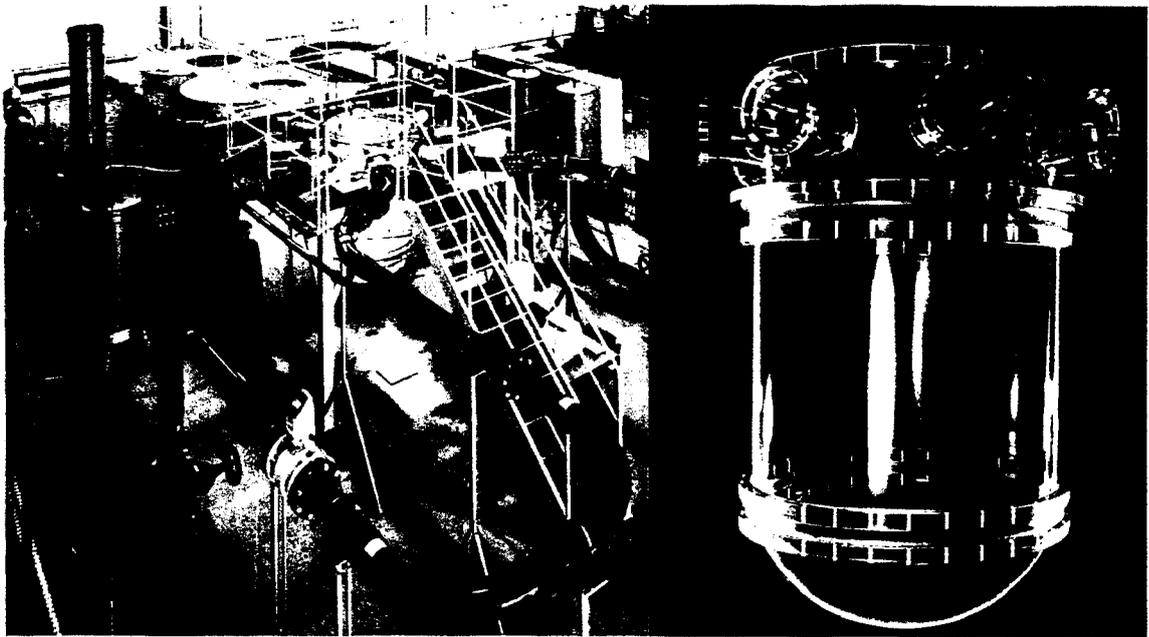


Abb. 4.6 Ansicht der Anlage und Plexiglasmodell des RDB

4.4.2 Umwälzpumpen

Als Hauptumwälzpumpen für die Schleifen der Versuchsanlage wurden 4 Kreiselpumpen mit Spiralgehäuse PN 10, Typ SN 150-260, der Firma DIA PUMPEN, Postfach 102062, 40011 Düsseldorf, eingesetzt (Abb. 4.7). Ausgerüstet mit einem Laufraddurchmesser von 245 mm sind die Auslegungsdaten der korrosionsfesten Pumpen bei der Nenndrehzahl 1450/min durch den Volumenstrom 350 m³/h und die Förderhöhe 15 m bei Wasser von 20° C gegeben. Bei diesen Auslegungsdaten beträgt die Leistungsaufnahme für jeden der 4 Pumpenmotoren 18 kW. Die Pumpenkennlinien sind in Abb. 4.8 dargestellt.



Abb. 4.7 Hauptumwälzpumpe

Der Versuchsbetrieb erfordert die Möglichkeit einer individuellen stufenlosen Regelbarkeit der Antriebsdrehzahl jeder Pumpe, um z.B. das Einsetzen des Kühlmittelumlaufs im Primärkreislauf des KKW simulieren zu können. Daher wurde für jede Hauptumwälzpumpe des Modells ein elektronischer Frequenzumrichter Motormaster MM 315 der KIMO INDUSTRIE-ELEKTRONIK GmbH, Am Weichselgarten 19, 91058 Erlangen, vorgesehen.

Für die Core-Blenden mit 20 mm Durchmesser, wie im Abschnitt 4.3 beschrieben, wurde ein Wasser-Gesamtdurchsatz von ca. 1000 m³/h bei einer Drehfrequenz von

30 Hz im Modell erreicht. Bei den 12 mm-Blenden betrug der gesamte Durchsatz für $f = 25$ Hz etwa $500 \text{ m}^3/\text{h}$, wobei sich ein Überdruck von ca. 0.7 bar im unteren Ple-num aufbaute, der mit Rücksicht auf das Plexiglas-Reaktormodell nicht überschritten werden sollte.

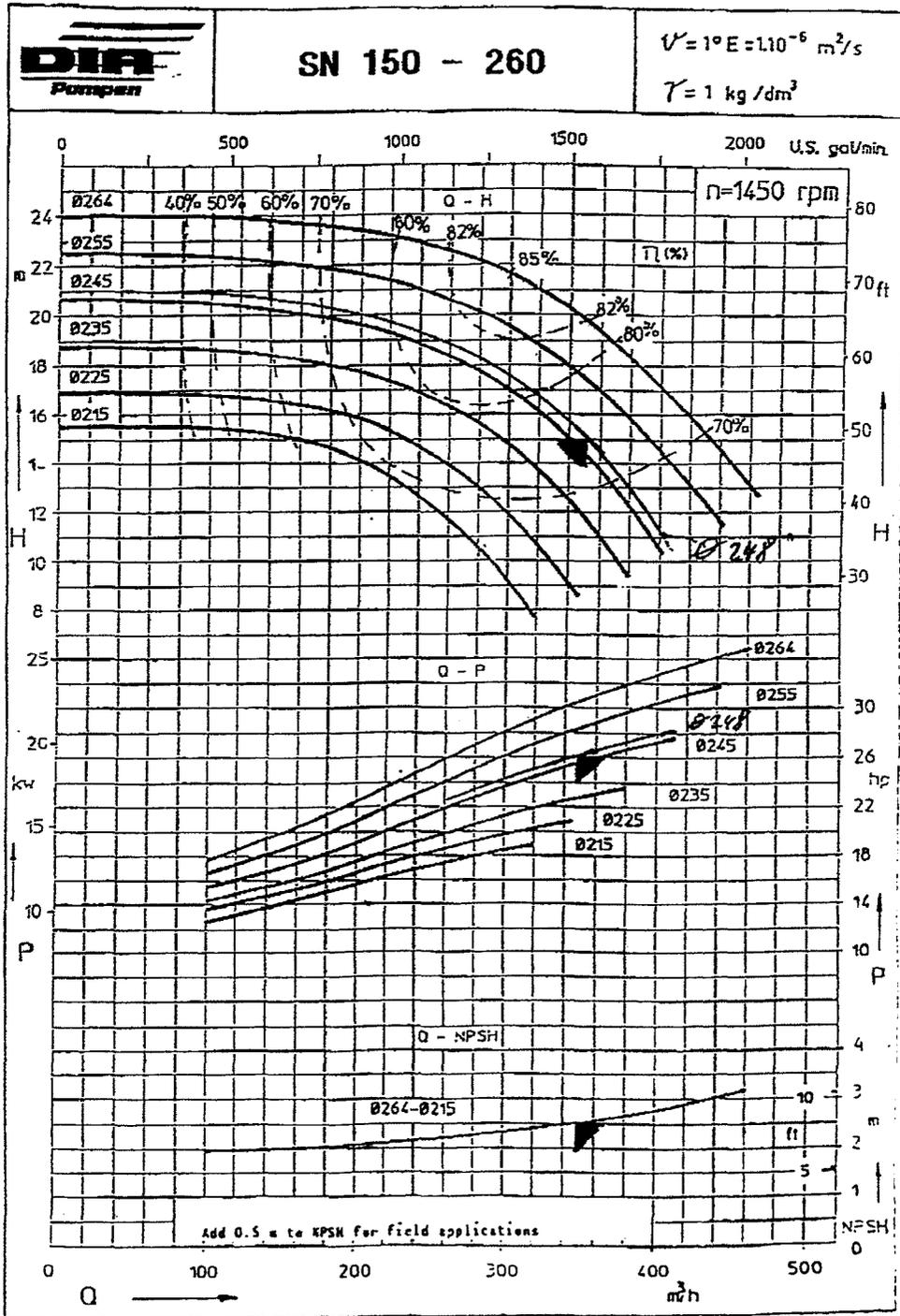


Abb. 4.8 Kennlinien der Hauptumwälzpumpen

4.4.3 Dampferzeuger

Die Versuchsanlage verfügt nicht über Dampferzeugermodelle. Vier zylindrische Tanks an den Positionen der Dampferzeuger (in Abb. 4.6 gut ersichtlich) wurden zur Einhaltung des im Abschnitt 4.4.1 geforderten Verhältnisses der Volumina von Schleifen- und Reaktormodell vorgesehen. Sie haben eine Nennweite von 500 mm und eine Höhe von 1200 mm. Zur Vermeidung von Luftpolstern werden diese Behälter nach dem Füllen der Versuchsanlage mit Wasser (Deionat) sorgfältig manuell entlüftet.

4.4.4 Volumenausgleich

Der erforderliche Volumenausgleich des Kreislaufwassers in der Versuchsanlage - im KKW durch den Druckhalter realisiert - wurde hier konstruktiv sehr einfach gelöst. Man erkennt in Abb. 4.6 auf dem Dampferzeuger der Schleife 4 einen hohen Rohraufsatz, in dem das Wasser nach dem Füllen der Anlage etwa bis auf halber Höhe steht. Der freie Wasserspiegel in diesem Steigrohr hat mit der Atmosphäre unmittelbaren Kontakt, so dass Überdrücke in der Versuchsanlage nur durch Strömungswiderstände und durch die Hydrostatik verursacht werden können. Volumenänderungen z.B. durch Temperatureffekte lassen sich so kompensieren. Die Höhe des Wasserstandes in diesem Ausgleichsrohr wird angezeigt und ein Schwimmerschalter verhindert beim Füllen der Anlage das Überlaufen.

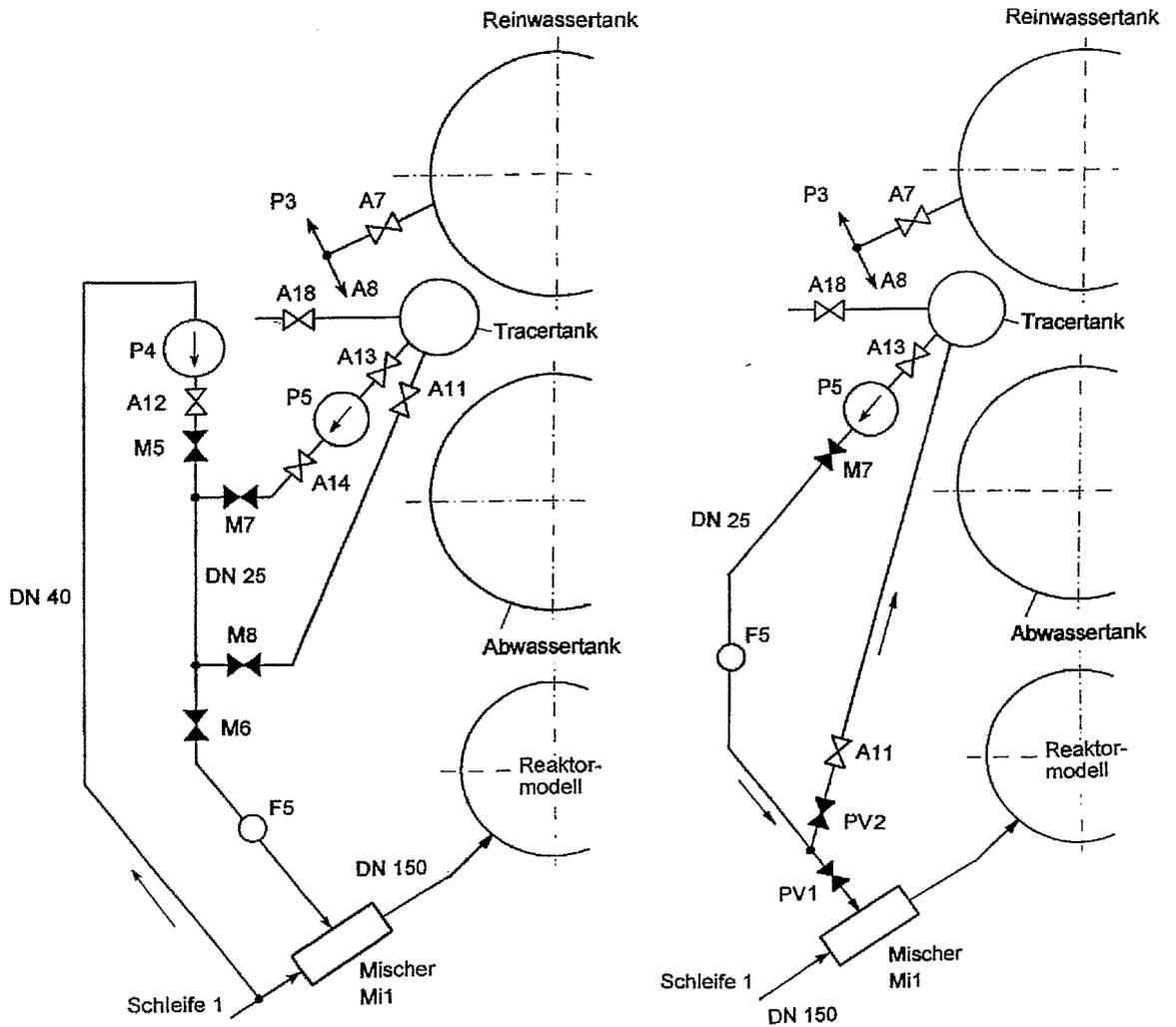
4.5 Dosiersystem

4.5.1 Tracer

Die Messung der Vermischung durch die in der Versuchsanlage eingesetzten Gittersensoren erfordert einen Anlagenbetrieb mit Wasser niedriger elektrischer Leitfähigkeit. Die Anlage wird hierzu mit Deionat aus einem Vorratsbehälter gefüllt. Als Tracer wurde eine wässrige NaCl-Lösungen verwendet (siehe Abschnitt 3). Ursprünglich wurde mit einer elektrischen Leitfähigkeit der Tracerlösung von 2000 bis 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gearbeitet (im Vergleich dazu hat Trinkwasser eine Leitfähigkeit von etwa 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Durch die Erhöhung der Empfindlichkeit der Gittersensoren konnte die Leitfähigkeit der zu dosierenden Tracerlösung verringert werden. Sie muss den jeweiligen Schleifendurchsätzen angepasst werden, um eine gute Aussteuerung der Gittersensoren sicherzustellen und liegt dabei zwischen ca. 200 und 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Mit Rücksicht auf die eingesetzten induktiven Durchflussmesser in den Schleifen werden die Versuche bei einer mittleren Leitfähigkeit von ca. 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ begonnen.

Auch hat sich herausgestellt, dass die Gittersensoren unterhalb dieser Anfangsleitfähigkeit noch eine zu große Nichtlinearität aufweisen (vgl. Abb. 5.7). Hierzu ist es meist erforderlich, einige Dosierschritte durchzuführen, die auch zur Erprobung des Versuchsablaufs genutzt werden können.

Für Vermischungsuntersuchungen, bei denen Dichteunterschiede nicht mehr vernachlässigbar sind, kann dem Tracer Glucose zugesetzt werden. Bei relativ geringer Erhöhung der Viskosität sind so Dichteerhöhungen bis etwa 10 % möglich.



A) Erste Ausbaustufe

B) Zweite Ausbaustufe

Abb. 4.9 Dosiersystem

4.5.2 Dosiereinrichtung

Das Dosiersystem der Versuchsanlage in seiner ersten Ausbaustufe ist schematisch in Abb. 4.9a dargestellt. Der Tracer befindet sich in einem Tank mit Rührwerk aus rostfreiem Stahl mit ca. 80 Liter Inhalt. Es sind zwei Dosierregime möglich. So kann ein zwischen den Magnetventilen M5 und M6 befindlicher Tracerpfropfen mit 1 Liter Inhalt mittels der Pumpe P4 in den Mischer befördert werden oder es wird mit der Pumpe P5 kontinuierlich bei geöffneten Ventilen A13, A14, M7 und M6 eingespeist, während die übrigen Ventile geschlossen sind. Durch den Flügelrad-Durchflussmesser F5 wird der Dosierstrom überwacht.

Als Dosierpumpe P5 wurde eine TOPLINE-Kreiselpumpe P 500/1605 M mit einem Durchsatz von 5400 l/h bei einer max. Förderhöhe von 55 m eingesetzt. Im Dosierbetrieb erreicht sie einen Förderstrom von etwa 4500 l/h.

Sämtliche Versuche bei verringertem und erhöhtem Druckverlust am Kerneintritt sowie eine Serie bei nominalem Druckverlust (siehe Abschnitt 8 und Anhang) wurden mit der beschriebenen Dosiertechnik durchgeführt. Bei den Arbeiten wurde festgestellt, dass speziell für die Realisierung kurzer Pfropfen mit scharfen Flanken die Ansprechzeiten der Magnetventile zu groß sind. Als nachteilig erwiesen sich weiterhin die längeren Totzeiten durch den Pfropftransport zum Mischer. Aus diesem Grund wurden in einer zweiten Ausbaustufe der Dosierstrecke (Abb. 4.9b) u.a. die Magnetventile M6 und M8 durch pneumatisch angesteuerte Schnellschlussventile (Abb. 4.10) ersetzt und der Tracerstrom im Dosierkreislauf bis in unmittelbare Mischernähe herangeführt. Die optimale Kombination aus Vorsteuer- und Schnellschlussventil wurde im Rahmen einer Praktikumsarbeit ermittelt [9]. Zur Erhöhung der Schärfe der vorderen Flanke des eindosierten Pfropfs wurde die Schaltung der Ventile M6 und M8 so gestaltet, dass

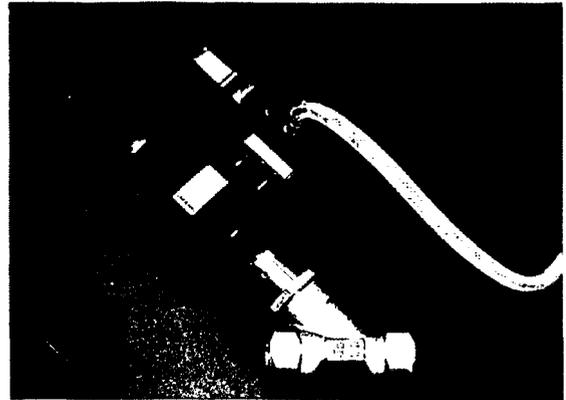


Abb. 4.10 Pneumatikventil der 2. Ausbaustufe der Dosierstrecke

direkt vor Versuchsbeginn in der Dosierstrecke eine interne Zirkulation eingestellt wird, die durch gleichzeitige Betätigung von Ventil PV1 (Öffnen) und PV2 (Schließen) in den Kreislauf der Versuchsanlage umgeleitet wird (Einzelheiten siehe Abschnitt 6). Dadurch entfällt das anfängliche Beschleunigen der Wassersäule in der Dosierstrecke beim Start der Eindosierung. Mit der neuen Ausbaustufe der Dosierstrecke lassen sich reproduzierbare Dosierzeiten bis hinab zu 0.1 s realisieren.

4.5.3 Mischer

Der Mischer (Abb. 4.11) besteht aus einem Zuführungsrohr aus PVC für den Tracer mit der Nennweite 25 mm, das senkrecht zur Strömungsrichtung in die Rohrleitung der Schleife 1 im Abstand von 1.3 m vor dem Eintrittssensor eingeführt ist. Quer dazu sind 5 Röhrchen mit 10 mm Durchmesser aus rostfreiem Stahl angeordnet. Wie aus Abb. 4.9 zu ersehen, tritt zunächst der Tracer durch jeweils 4 Bohrungen 5 mm Durchmesser in die kleinen Röhrchen und von dort, aber auch aus der Rohrzufuhr, über insgesamt 98 Bohrungen mit 2.5 mm Durchmesser in die Kühlmittelströmung. Diese Bohrungen sind so angeordnet, dass entsprechend dem vorhandenen Strömungsprofil eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Tracers im Kühlmittelstrom erreicht wird. Entsprechende Messergebnisse am Eintrittssensor bestätigen dies sowohl für Kurzzeit- als auch für Langzeitdosierungen. Dieser Mischer hat sich außerordentlich gut bewährt, da er insbesondere bei höheren Fluiddurchsätzen Pfropfen mit steilen Konzentrationsflanken liefert.

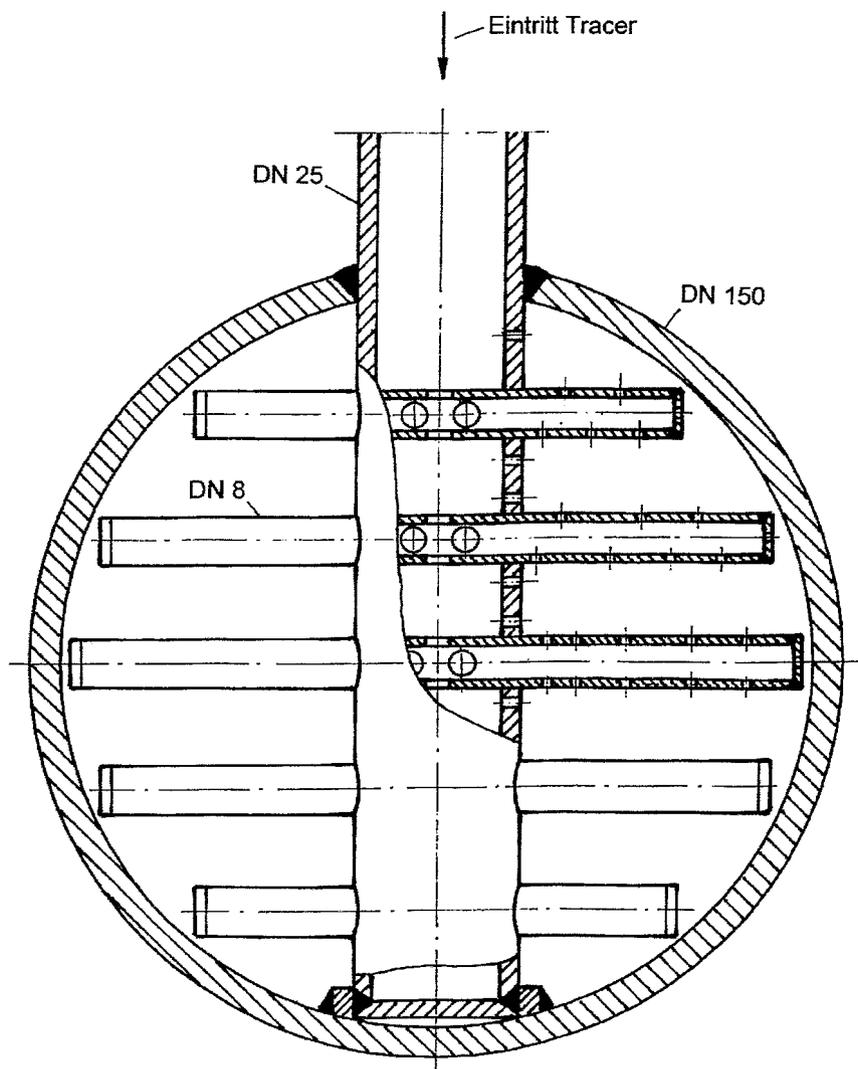


Abb. 4.11 Schnittbild des Mischers

4.6 Nebensysteme

4.6.1 Vorratsbehälter

Wie in Abb. 4.5 dargestellt und auf dem linken Foto in Abb. 4.6 zu sehen, sind ein Abwasser- und ein Reinwassertank aus Plastik von je 8 m³ Fassungsvermögen Anlagenbestandteil. Der Abwasserbehälter nimmt nach einer Versuchsserie das im Hinblick auf die Leitfähigkeit nicht mehr nutzbare Kreislaufwasser auf, welches dann nach Reinigung über einen Ionenaustauscher in den Reinwassertank gepumpt wird, von wo der Kreislauf für neue Versuche wieder gefüllt werden kann.

4.6.2 Füllpumpen

Als Pumpen für das Wasserversorgungs- und Reinigungssystem (Abb. 4.12) dienen TOPLINE-Kreiselpumpen, zum Füllen und zum Ablassen der Versuchsanlage P3 und P2 des Typs P 300/ 1300 N und für die Reinigung P1 des Typs P 300/1100 N.

4.6.3 Wasseraufbereitung

Die Wasseraufbereitung erfolgt mittels Mischbettionenaustauscher WWE 5200 Z der Firma Weinert Wassertechnik, Dresden. Es wird mit 45-Liter-Wechselpatronen GFK gearbeitet. Dazu können bei einer Leitfähigkeit von $300 \mu\text{S}/\text{cm}$ ca. 3000 Liter bis auf $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ aufbereitet werden. Sind die Wechselpatronen erschöpft, so werden sie der kostengünstigen Regenerierung durch die Herstellerfirma zugeführt.

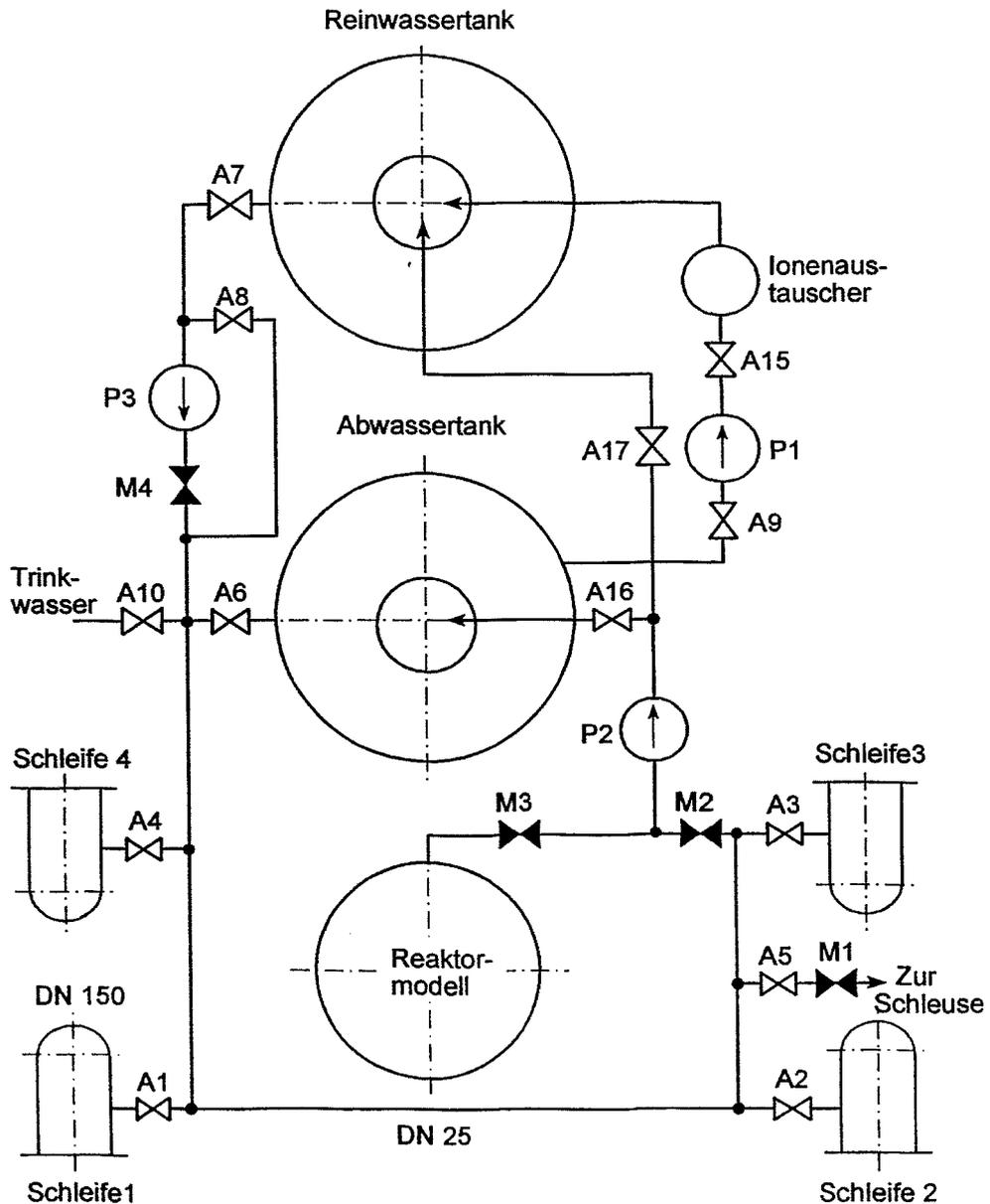


Abb. 4.12 Schaltbild des Wasserversorgungs- und Reinigungssystems

Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Gittersensoren ist die erforderliche Leitfähigkeit des Dosier-Tracers niedrig und liegt in der Regel noch unter der von Trinkwasser. Da außerdem jede Versuchsserie nach den abschließenden Kalibrierschritten

bei einer mittleren Leitfähigkeit des Kreislaufwassers von maximal $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ endet, erfolgt der Austausch einer Wechselfpatrone erst nach etwa 10 Versuchsserien mit jeweils ca. 10 bis 15 Einzelversuchen. Damit erwies sich die vorhandene Wasseraufbereitung als äußerst wirtschaftlich und für den Versuchsbetrieb auch hinsichtlich der erforderlichen Reinigungszeiten von nur etwa 3 Stunden für die 3.05 m^3 Wasserfüllung der Versuchsanlage als besonders zeitgünstig.

4.7 Aufstellung der Anlage

4.7.1 Aufstellungsort

In Abb. 4.13 ist der Grundriss des Standortes der Versuchsanlage ROCOM in der Experimentierhalle des Gebäudes 120 im Forschungszentrum Rossendorf dargestellt. Der Anlage steht eine Grundfläche von ca. $14 \text{ m} \times 9 \text{ m}$, also etwa 125 m^2 zur Verfügung, dazu eine Fläche von etwa 25 m^2 für die Messtechnik. Ausreichender Elektroanschluss, Wasserzufuhr und 3 Abwasserschleusen sind vorhanden.

4.7.2 Podest für das Reaktormodell und Rohrleitungsführung

Zur Halterung des Reaktormodells in der zentralen Position der Versuchsanlage dient ein Podest - eine allseitig zugängliche Stahlkonstruktion mit der Grundfläche $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ und ca. 2 m Höhe (Abb. 4.6 und 4.14). In Abb. 4.14 ist auch die Rohrleitungsführung der vier Schleifen des Primärkreismodells mit den Hauptumwälzpumpen, Absperrschiebern, Durchflussmessern und Mischern ersichtlich, sowie die Aufstellungsorte der beiden Wassertanks. Vor den Ein- bzw. nach den Austrittsstutzen am Reaktormodell lassen sich Gittersensoren installieren, an die sich ca. 0.5 m lange flexible Rohrstücke der Nennweite 150 mm zur Vermeidung unzulässiger Spannungen im Reaktormodell aus Plexiglas anschließen (Abb. 4.15). Die Rohrleitungen und die Dampferzeuger-Modellbehälter werden durch verankerte Stahlstützen getragen.

4.8 Ansichten der Anlage

In Ergänzung zu Abb. 4.6 ist in Abb. 4.14 die Vorderansicht der Versuchsanlage mit dem Zugang zum Podest ersichtlich. Abb. 4.16 zeigt die Anlage aus der Position der Wassertanks.

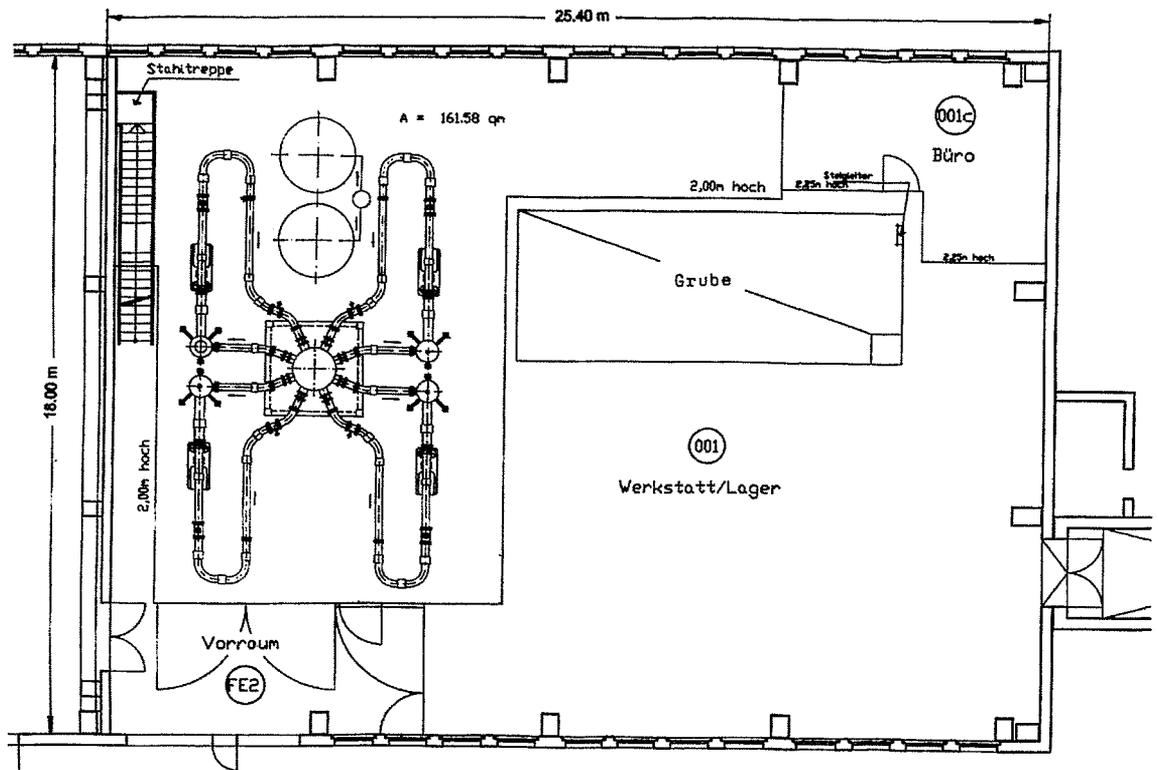


Abb. 4.13 Lageplan von ROCOM im Grundriss der Experimentierhalle



Abb. 4.14 Blick auf den Zugang zum Podest der Versuchsanlage ROCOM

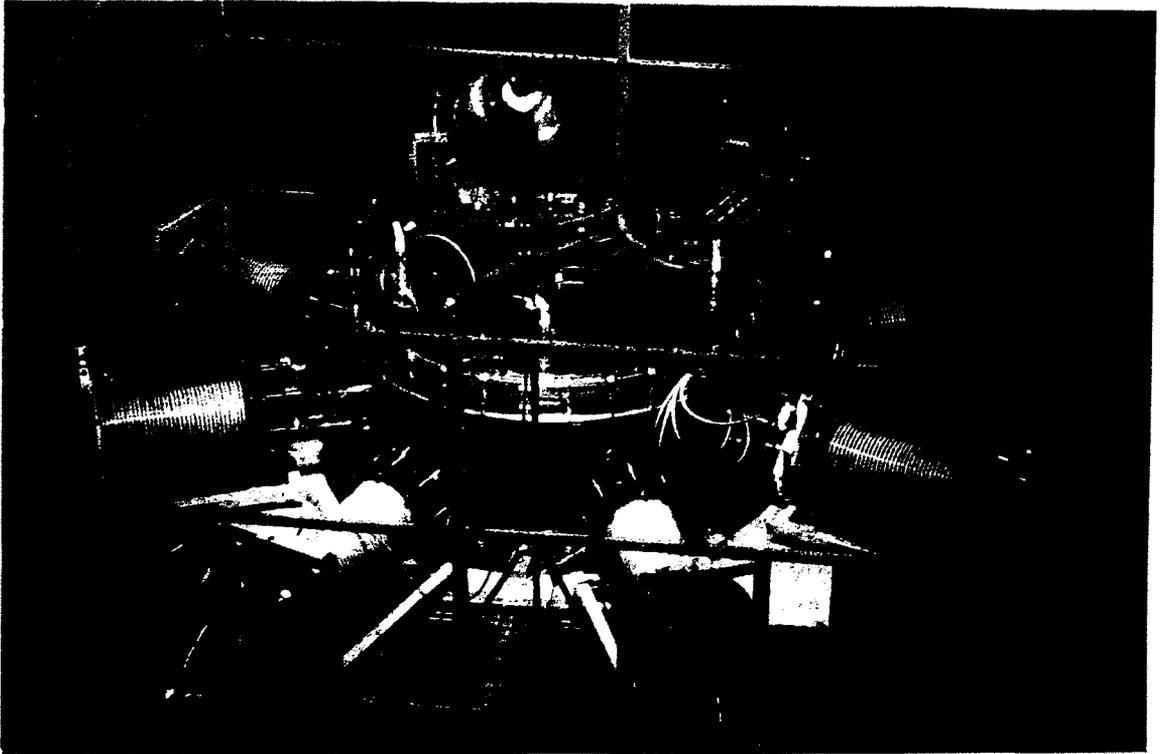


Abb. 4.15 Blick auf das obere Plenum der Versuchsanlage ROCOM

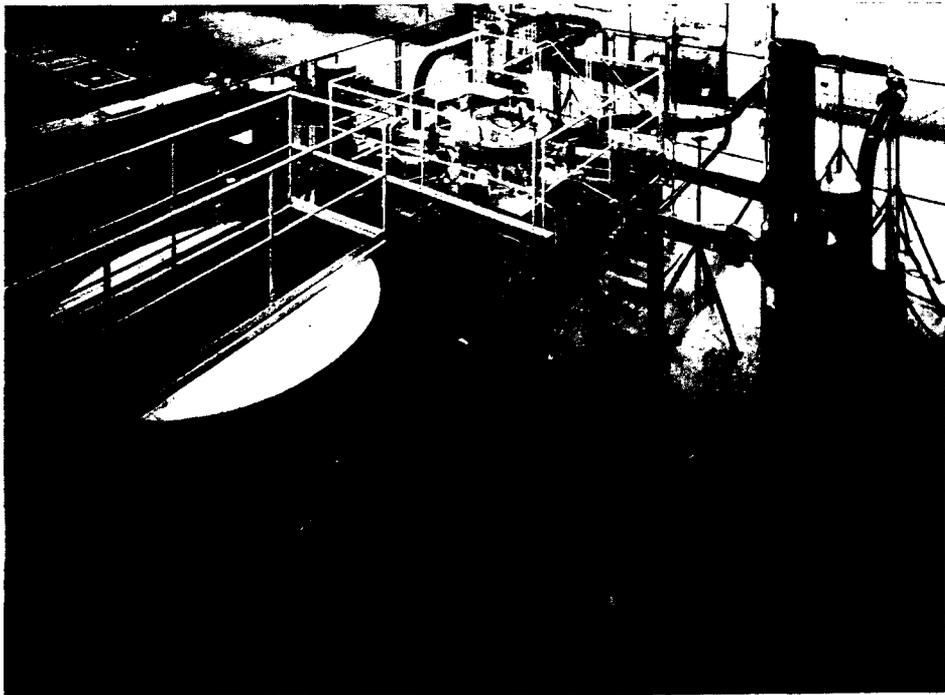


Abb. 4.16 Ansicht der Anlage aus der Position der Wassertanks

5. Messtechnik

5.1 Gittersensoren für Konzentrationsmessungen

5.1.1 Funktion der Gittersensoren

5.1.1.1 Messprinzip

Die zur Messung der Leitfähigkeitsverteilungen verwendeten Gittersensoren wurden im FZR entwickelt. Dabei stand zunächst die schnelle Messung von Phasenverteilungen in einer Zweiphasenströmung im Mittelpunkt. Die Entwicklung erfolgte im Rahmen eines vom BMBF geförderten Gemeinschaftsprojekts mit dem Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik Oberhausen (UMSICHT) zur Untersuchung der Kavitation hinter einer schnellschließenden Klappe, wie sie für die Notabspernung von Rohrleitungen zur Förderung gefährlicher Flüssigkeiten verwendet wird. Gittersensoren wurden zuerst an der speziell für diese Untersuchungen aufgebauten Druckstoß-Versuchsanlage in Oberhausen eingesetzt. Dabei gelang erstmals die Visualisierung der transienten Zweiphasenströmung hinter der Schnellschlussarmatur. Danach konzentrierten sich die Anwendungen auf die Charakterisierung der Zweiphasenströmung in vertikalen Rohrleitungen. Durch die hohe zeitlich-räumliche Auflösung konnte die Evolution der Blasengrößenverteilungen entlang der Einlaufstrecke erfasst werden. Standardmäßig haben die Sensoren heute bei 16 x 16 Messpunkten im Querschnitt eine Zeitauflösung von maximal 10 000 Messungen pro Sekunde (zweite Generation von Signalerfassungseinheiten). Sie wurden im Rahmen eines FUEGO-Projekts in Kooperation mit der TELETRONIC GbR Rossendorf entwickelt und werden auch kommerziell verwertet. Mit dieser Zeitauflösung liegt das Gerät weltweit an der Spitze. Es übertrifft die Messgeschwindigkeit anderer bildgebender Verfahren für Zweiphasenströmungen um eine Größenordnung. Die maximale Größe der Messmatrix beträgt heute 64 x 64 Punkte die noch mit einer Frequenz von 2500 Hz abgefragt werden können. Im Projekt wird eine Signalerfassungseinheit der ersten Generation eingesetzt, die bei Sensoren mit 16 x 16 Messpunkten auf eine Messfrequenz von 1200 Hz kommt.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wird das Messverfahren zur Ermittlung der transienten Leitfähigkeitsverteilungen an verschiedenen Orten im Vermischungsmodell ROCOM genutzt. Die Gittersensoren sind das Kernstück der messtechnischen Ausstattung des Versuchsstands.

Der Gittersensor realisiert eine Messung der momentanen örtlichen elektrischen Leitfähigkeit des ihn umgebenden Mediums. Er wird aus zwei Ebenen von Elektroden gebildet, die ein im Strömungsquerschnitt aufgespanntes Gitter bilden. Sie sind meist in Strömungsrichtung in einem kurzen Abstand hintereinander angeordnet, können aber auch anders gestaltet sein (siehe Gittersensor für den Downcomer). Der Winkel zwischen den Elektroden der beiden Ebenen beträgt in der Regel 90°. Alle Elektroden sind gegeneinander und gegen etwaige leitfähige Wandungen der Versuchsanlage bzw. des Sensors selbst isoliert montiert. Die Elektroden der ersten Ebene (Senderebene) werden durch eine Multiplexschaltung zeitlich hintereinander mit kurzen Spannungsimpulsen versorgt. Dadurch tritt an jeder einzelnen Elektrode der zweiten Ebene (Empfängerebene) ein Strom auf, der zur mittleren Leitfähigkeit des Messmediums in der Umgebung des Kreuzungspunkts der beiden Elektroden proportional ist.

In der vereinfachten Darstellung nach Abb. 5.1 geschieht die Ansteuerung der Elektroden der Senderebene durch das Schließen einer der Schalter S1 - S4. Die an den Empfängerelektroden auftretenden Ströme werden durch Operationsverstärker in Spannungen umgeformt und von Sample/Hold-Schaltungen abgetastet. Nach der AD-Wandlung werden die Signale an einen Datenerfassungsrechner geleitet und dort für jede Empfängerelektrode individuell gespeichert. Diese Prozedur erfolgt nacheinander für jede der Sendeelektroden. Auf diese Weise wird die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit über dem Rohrleitungsquerschnitt zeilenweise ermittelt. Nachdem die letzte Sendeelektrode aktiviert wurde, liegt eine zweidimensionale Matrix von Spannungswerten vor, die die Leitfähigkeiten an allen Kreuzungspunkten der Elektroden von Sende- und Empfängerebene widerspiegelt.

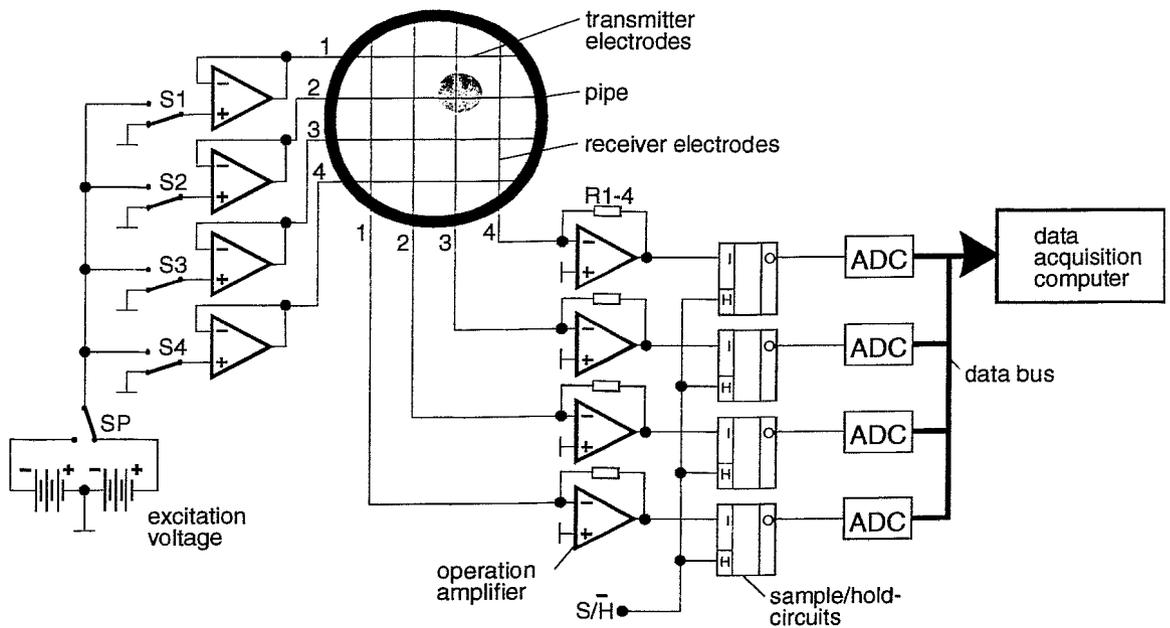


Abb. 5.1 Prinzipdarstellung der Funktionsweise eines Gittersensors

5.1.1.2 Unterdrückung von Übersprechen

Bei der Messung ist es unerlässlich, ein Übersprechen zwischen den nebeneinander angeordneten Elektroden sowohl der Sender- als auch der Empfängerebene zu unterbinden. In dem Moment, wo eine Elektrode der Senderebene mit dem Spannungsimpuls beaufschlagt wird, fließt neben dem Nutzsignal ein großer Teil des Stroms zu den benachbarten Sendeelektroden ab. Im allgemeinen wird dadurch an diesen Elektroden ein elektrisches Potential hervorgerufen, das zu einem unerwünschten Stromfluss von diesen Elektroden zu den Empfängerelektroden führt. Dieser Effekt führt zur Abnahme des Kontrasts, d.h. der örtlichen Auflösung quer zur Ausrichtung der Sendeelektroden. Daneben treten auch Ströme zwischen den parallel angeordneten Empfängerelektroden auf, wenn deren elektrischen Potentiale durch die von den Senderelektroden eintreffenden Ströme verändert werden, wodurch sich der Kontrast quer zur Ausrichtung der Empfängerelektroden verschlechtert.

Beide Effekte werden durch eine niederohmige Beschaltung sowohl der Sender- als auch der Empfängerelektroden verhindert. Während der Ansteuerung einer bestimmten Sendeelektrode wird das Potential an allen übrigen Senderelektroden durch Treiberschaltungen mit niedriger Ausgangsimpedanz möglichst genau auf Nullpotential gehalten. Die Übersprechströme werden über die niedrige Ausgangsimpedanz der Treiberstufen abgeleitet. Durch niederohmige Messverstärker (Impedanzwandler) an den Empfängerelektroden wird erreicht, dass das Potential der Empfängerelektroden ebenfalls stets Null ist. Im Ergebnis befinden sich alle Elektroden des Gittersensors mit Ausnahme der einen gerade angesteuerten Senderelektrode stets auf dem gleichen elektrischen Potential (Nullpotential), so dass keine Ströme zwischen den Elektroden auftreten können, die zu einer Verringerung des Kontrasts führen. Im Ergebnis ist die räumliche Auflösung des Messverfahrens identisch mit der Dichte des Netzes von Kreuzungspunkten zwischen den Sender- und Empfängerelektroden.

5.1.1.3 Realisierung der Ansteuerung mit einer Wechselspannung

Bei allen Sensoren, die auf einer Leitfähigkeitsmessung beruhen wird der Betrieb mit einer gleichanteilfreien Wechselspannung bevorzugt, um Polarisations- und Elektrolyseeffekte an den Elektroden zu unterbinden. Häufig wird eine hochfrequente Wechselspannung für die Ansteuerung der Messgeber benutzt. Empfangsseitig wird ein Demodulator mit nachgeschaltetem Tiefpass zur Trägerunterdrückung eingesetzt. Die Betriebsfrequenz muss bei dieser Schaltung ein Vielfaches der angestrebten Messfrequenz sein, wodurch mit Wechselspannungen im MHz-Bereich gearbeitet werden muss und die kapazitiven Lasten im Sensor oft Schwierigkeiten bereiten.

Bei dem im FZR entwickelten Gerät wird ein bipolarer symmetrischer Rechteckimpuls zur Ansteuerung verwendet. Die Empfängerströme werden durch Sample/Hold-Schaltungen verzögert abgetastet, nachdem der Sensor und die Messverstärker eingeschwungen sind (Abb. 5.2). Dadurch wird nur der Realteil des Stroms erfaßt, der durch das Messmedium von der Sender- zur Empfängerelektrode gelangt. Die Imaginäranteile der Sensor- und Kabelimpedanz haben keinen Einfluss auf das Messergebnis. Durch diese Art der Ansteuerung ist die Ansteuerfrequenz der einzelnen Senderelektrode gleich der Messfrequenz für die Abtastung des einzelnen Messpunkts.

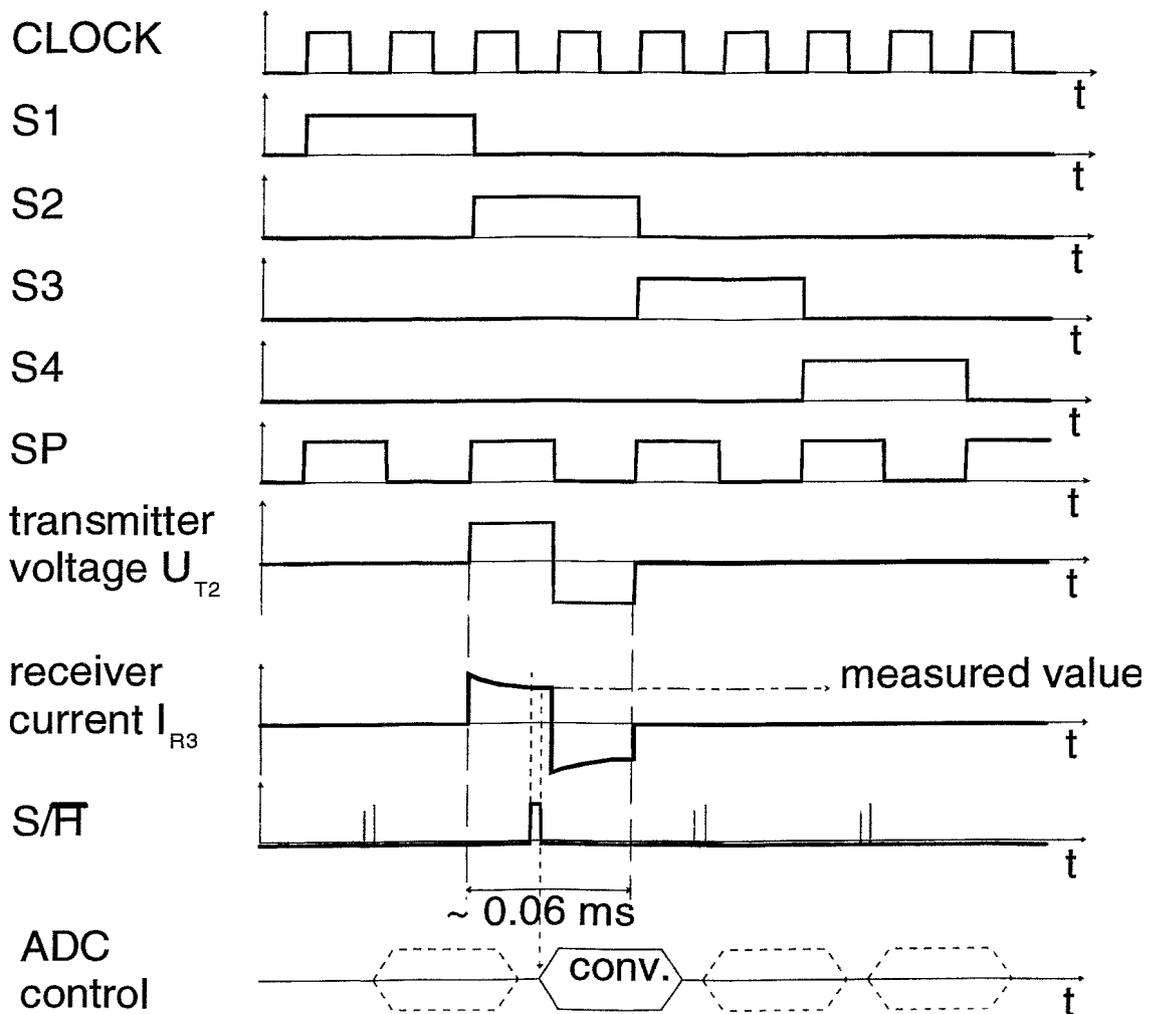


Abb. 5.2 Impulsdiagramm der Ansteuerung der Senderelektroden und der Abfrage der Empfängerelektroden eines Gittersensors

5.1.1.4 Leistungsparameter der Signalerfassungseinheit

Die Signalerfassungseinheit der Versuchsanlage ROCOM verfügt über insgesamt 32 Treiber für Senderelektroden und 32 Eingänge für Empfänger. Damit können insgesamt maximal $32 \times 32 = 1024$ Messstellen realisiert werden. Die zur Verfügung stehende Anzahl von 32×32 Messpunkten wurde auf insgesamt 4 Sensoren mit je 16×16 Messpunkten aufgeteilt. Je zwei Sensoren nutzen dabei entweder 16 Empfänger- oder 16 Senderstufen der Signalerfassungseinheit gemeinsam. Eine gegenseitige Beeinflussung der Sensoren untereinander, wird dabei durch die Unterdrückung des Übersprechens (Abschnitt 5.1.1.2) ausgeschlossen.

Die Signalerfassungseinheit (Abb. 5.3) steht über ein ISA-Bus-Parallelinterface mit einem Mess-PC (Pentium 130 MHz) in Verbindung. Dieser übernimmt die Messdaten zur Abspeicherung. In dieser Konfiguration kann eine maximale Messfrequenz von 300 Messungen pro Sekunde erreicht werden, die bei den Versuchen nicht ausge-

nutzt wird. Es wird in der Regel mit einer Frequenz von 200 Hz gemessen. Danach werden jeweils 10 Verteilungen zeitlich gemittelt, wodurch Leitfähigkeitsverteilungen mit einer effektiven Messfrequenz von 20 Hz zur Verfügung stehen. Bei einigen Versuchen wurde nur über zwei aufeinanderfolgende Verteilungen gemittelt, wodurch die Messfrequenz 100 Hz betrug. Diese Messungen dienen der näheren Untersuchung der im Versuchsstand auftretenden Wirbelstrukturen. Bei einer Messfrequenz von 20 Hz werden die Signale typischerweise über 60 s aufgenommen.

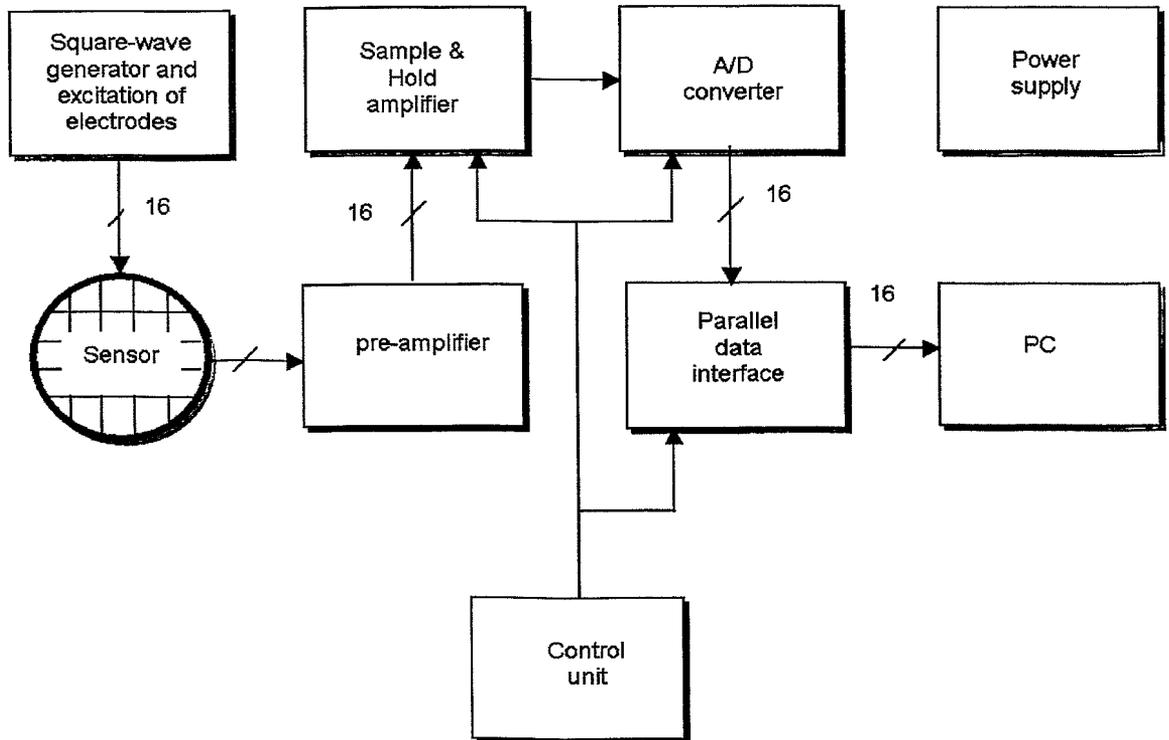


Abb. 5.3 Blockschaltbild der Signalerfassungseinheit der Gittersensoren

5.1.2 Aufbau der Gittersensoren

5.1.2.1 Gittersensor für den Kühlmiteleintrittsstutzen

Beim Sensor für den Eintrittsstutzen handelt es sich um einen Drahtgittersensor, bei dem zwei senkrecht zueinander ausgerichtete Ebenen von Elektrodengittern mit je 16 Drähten von 0.5 mm Durchmesser in einem Abstand von 2.0 mm hintereinander angeordnet sind (Abb. 5.4). Der Abstand zwischen den parallelen Drähten beträgt 8.9 mm. Dieser Abstand bestimmt die örtliche Auflösung. Die Elektrodendrähte bestehen aus Edelstahl 1.4550 und sind in einen Rahmen aus Plexiglas gespannt. Der Rahmen hat im Innern eine Öffnung von 150 mm Durchmesser, was dem Querschnitt der Hauptumwälzleitung von ROCOM entspricht.

Der Sensor wird zwischen zwei Flansche montiert, der die Kühlmittelschleife mit dem Eintrittsstutzen des Reaktors verbindet. Dabei sind die Elektroden im Winkel von 45° gegen die Horizontale ausgerichtet. Der Sensor verfügt insgesamt über 256 Kreuzungspunkte zwischen den Elektrodendrähten, die jedoch konstruktionsbedingt nicht alle für die Messung zur Verfügung stehen. In den Ecken der Matrix liegen einige

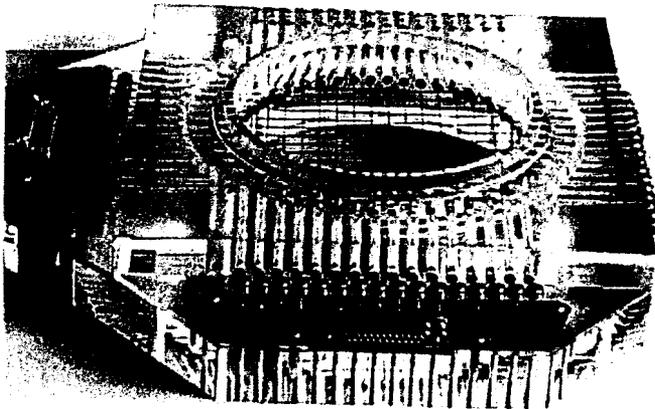


Abb. 5.4 Gittersensor für den Kühlmiteleintrittsstutzen (2 x 16 Elektrodendrähte)

Punkte außerhalb des kreisförmigen Strömungsquerschnitts. Insgesamt befinden sich 216 Messpunkte im freien Querschnitt.

Es stehen fünf gleichartige Sensoren zur Verfügung. Bei den bisher durchgeführten Experimenten wurde nur einer dieser Sensoren eingesetzt. Er befindet sich im Eintrittsstutzen der Schleife, in die der Tracer injiziert wurde und hat die Aufgabe, die Gleichmäßigkeit der Tracerverteilung am Reaktoreintritt zu überprüfen und den

oberen Referenzwert für die Konzentrationsstörung (siehe Gl. (3.2)) zu liefern. Die weiteren Sensoren werden für die Untersuchungen der Vermischungsvorgänge in die Austrittsstutzen der vier Schleifen eingebaut.

5.1.2.2 Gittersensoren im Ringspalt (Downcomer)

Im Downcomer sind zwei identische Gittersensoren angeordnet (Abb. 5.5). Sie befinden sich in den Positionen, an denen das Modell des Reaktordruckgefäßes geflanscht ist (siehe Abb. 4.1). Der Grundkörper der Gittersensoren wird von einem Plexiglasring gebildet, dessen Innendurchmesser mit dem Innendurchmesser des Reaktorgefäßes übereinstimmt. Diese Ringe passen in die Flansche des Druckbehältermodells.

Die Sendelektroden werden durch 64 radiale Stifte mit einem Durchmesser von 3 mm gebildet, die im Plexiglasring im gleichen Winkelabstand montiert sind. Diese Stifte stellen gleichzeitig die Halterung für die vier kreissegmentförmigen Empfängerdrähte (Durchmesser 0.5 mm) und die ebenfalls kreissegmentförmige Masseelektrode dar. Letztere wurde durch Bohrungen in den Elektrodenstiften isoliert geführt. Zum Zweck der elektrischen Isolation wurden Röhrchen ($\varnothing 1.4 \times 0.4$, 4 mm lang) aus Aluminiumoxid-Sinterkeramik in die Bohrungen der Halterungsstifte eingeklebt. Der einzelne Messpunkt befindet sich am jeweiligen Kreuzungspunkt zwischen den radialen Stiften und den kreissegmentförmigen Empfängerdrähten.

Jeweils vier Empfängerelektroden erstrecken sich über einen Winkel von 90° . Durch die insgesamt 16 Empfängerelektroden wird der gesamte Umfang erfasst. Bei den Sendelektroden werden die in den vier Sektoren auf gleicher relativer Winkelposition befindlichen vier Senderelektroden elektrisch verbunden und von einem Sendertreiber der Signalerfassungseinheit angesteuert, dadurch bilden auch die Ringspaltensensoren mit ihren 4×64 Messpunkten elektrisch eine Messmatrix mit 16×16 Kreuzungspunkten. Als Kreuzungspunkt wird dabei die Umgebung der jeweiligen Durchführung der kreissegmentförmigen Empfängerdrähte durch die Sendelektroden definiert. Die Schrittweite in azimuthaler Richtung beträgt dabei 5.625° . In radialer Richtung stehen vier Messpositionen zur Verfügung, der radiale Abstand beträgt 13 mm.

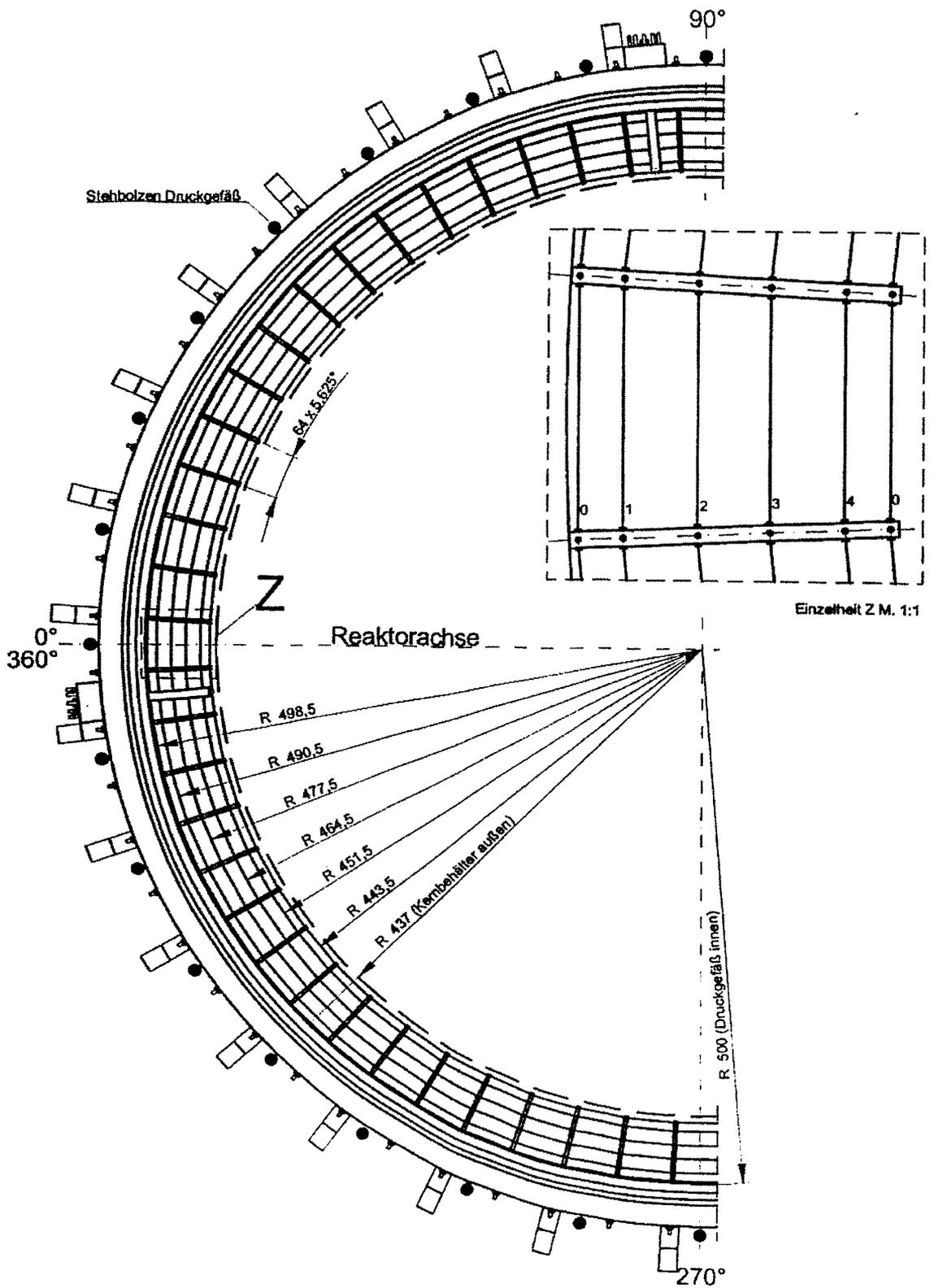


Abb. 5.5a Aufbau der Downcomer-Sensoren

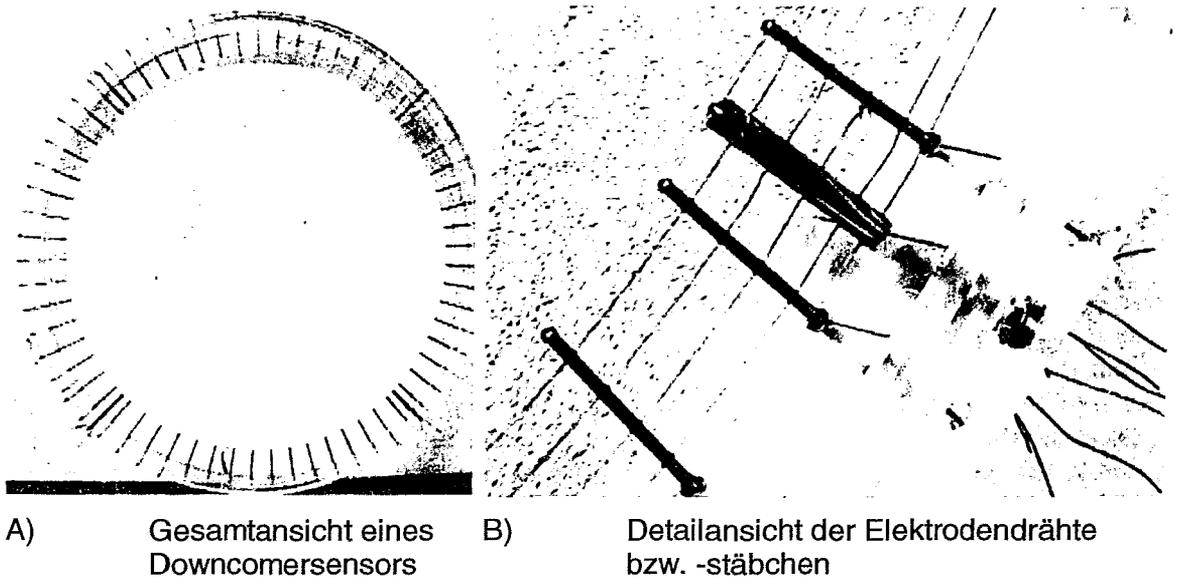


Abb. 5.5b Fotos vom Gittersensor für den Downcomer

5.1.2.3 Gittersensor am Kerneintritt

Der Gittersensor für den Kerneintritt ist in die Kerneintrittsplatte integriert (Abb. 5.6). Der DWR Konvoi verfügt über insgesamt 193 Brennelemente, die in einer quadratischen Matrix von 15 x 15 Positionen angeordnet sind. In den Ecken der Matrix sind Positionen freigelassen, um den Reaktorkern der Zylindergestalt möglichst weit anzunähern. Die Kerntageplatte verfügt je Brennelement über eine kreisförmige Öffnung, durch die das Kühlmittel in das Brennelement gelangen kann. Die Platte wurde aus Plexiglas maßstabsgetreu nachgebildet, wobei die Sender- und Empfängerdrähte derart in der Konstruktion angeordnet wurden, dass der Kreuzungspunkt zweier Elektroden sich jeweils genau im Zentrum dieser Öffnungen befindet. Der Sensor hat insgesamt 15 Sender- und 15 Empfängerelektroden, so dass von den zur Verfügung stehenden 16 x 16 Messpunkten je eine Zeile und eine Spalte ungenutzt bleiben. Abzüglich der ungenutzten Eckpositionen verfügt der Kerneintrittssensor über genau 193 Messpositionen. Für jedes Brennelement steht somit eine individuelle Leitfähigkeitsmessung zur Verfügung. Der Drahtdurchmesser der Elektroden beträgt 0.5 mm, der axiale Abstand 2.0 mm.

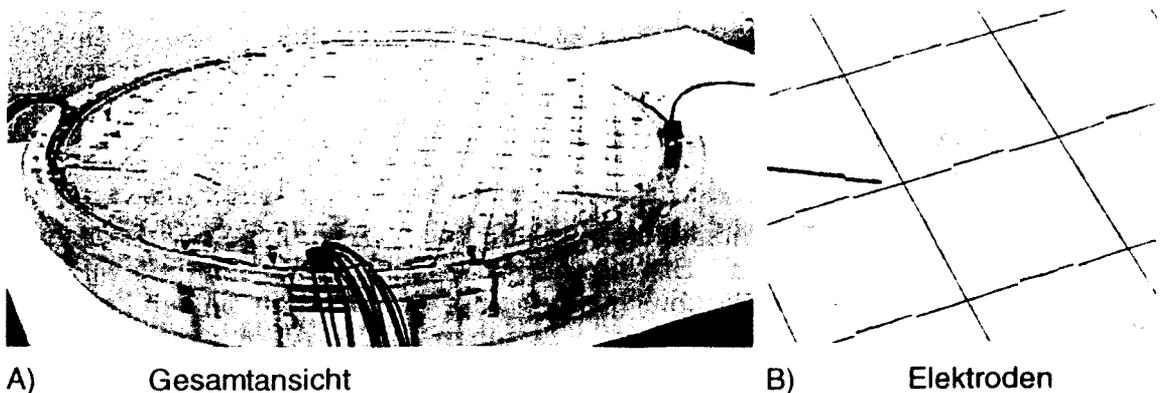


Abb. 5.6 Kerneintrittsplatte mit integriertem Gittersensor

5.1.3 Signalerfassungseinheit

5.1.3.1 Hardware

Die Signalerfassungseinheit besteht aus den Komponenten: Ablaufsteuerung, Impulsgenerator, Treiberstufen für die Ansteuerung der Senderelektroden, zweistufige Empfängerverstärker mit digital steuerbarer Verstärkungsumschaltung, Sample/Hold-Stufen, Analog-Digital-Konverter, Parallelinterface.

Die Ablaufsteuerung wird durch einen FPGA realisiert. Alle Steuerimpulse werden aus dem für den ADC benötigten Grundtakt von 16 MHz abgeleitet. Die 32 Sendelektroden werden nacheinander mit einem bipolaren, gleichspannungsfreien Rechteckimpuls mit einer Amplitude von 3 V beaufschlagt. Die Impulse werden von einer Steuerschaltung generiert, dadurch ist die Impulsdauer programmierbar und beträgt für jede Polarität max. 2,3 μ s. Die Treiberschaltkreise gewährleisten einen Ausgangswiderstand kleiner 10 m Ω .

Die an den Empfängerelektroden eintreffenden Ströme werden einem zweistufigen Vorverstärker zugeleitet. Die erste Stufe arbeitet als Impedanzwandler, der Eingangswiderstand der Stufe selbst beträgt nur einige m Ω , aber infolge der Widerstände der Sensordrähte und der Zuleitungen ergibt sich ein Eingangswiderstand zwischen 1 und 10 Ω . Beide Stufen verfügen über ein 8-kanaliges Widerstandsnetzwerk im Gegenkopplungsweig, mit dem mittels jeweils 3 Steuersignalen die Verstärkung in Dualschritten umgeschaltet werden kann. Die angeschlossenen AD-Wandler liefern eine parallele 11 bit Digitalinformation bei einer Referenzspannung von 4,49 V. Bei der kleinsten Verstärkung (beide Verstärkungseinstellungen werden auf 0 gesetzt) beträgt der Übertragungsfaktor der Empfängerverstärker 1 mV/ μ A bzw. 0.46 Einheiten/ μ A. Der Umsetzungsbereich des AD-Wandlers entspricht folglich 0 – 950 μ A. Berücksichtigt man die Höhe des Sendeimpulses von 3 V, so ergibt sich daraus für den Gittersensor am Kühlmittleintrittsstutzen und am Kerneintritt bei einem Abstand der Elektrodenebenen von $s=2$ mm eine Empfindlichkeit bezüglich des Leitwerts zwischen Sender- und Empfängerelektrode von 6.9 bit/ μ S (0.14 μ S/bit) bzw. ein Messbereich von 0 - 297 μ S. Die Sensoren im Ringspalt besitzen eine um den Faktor 1.25 größere Empfindlichkeit. Die theoretische maximale Verstärkung wird erreicht, wenn beide Stufen in die Verstärkungsstufe 7 gesetzt werden. Die Empfindlichkeit ist dann um den Faktor $2^7 \cdot 2^7 \cong 16000$ höher und beträgt 113049 bit/ μ S (d.h. $8,8 \times 10^{-6}$ μ S/bit), der Messbereich umfasst 0- $18 \cdot 10^{-3}$ μ S. Bei den Messungen hat sich die Einstellung von Verstärkungsstufe 0 für den Eingangskreis und Verstärkungsstufe 3 für den zweiten Verstärkerkreis bewährt. In dieser Einstellung beträgt die Empfindlichkeit 55.2 bit/ μ S ($18 \cdot 10^{-3}$ μ S/bit) und der Messbereich 0 – 37 μ S. Bei diesen Betrachtungen muss man stets berücksichtigen, dass die Eingangsverstärker nur etwa bis 3,5 V linear (entspricht 1600 digitalen Einheiten) aussteuerbar sind .

Das Ausgangssignal der Vorverstärkerstufen wird nach 6/8 der Impulsdauer des positiven Sendeimpulses durch die Sample/Hold-Schaltungen abgetastet. Es wird davon ausgegangen, dass der Einschwingvorgang der Verstärker zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen ist. Die Spannungssignale gelangen zu den AD-Wandlern und die Umsetzung wird gestartet.

Nach Beendigung der Aktivierung einer Senderelektrode wird das Ergebnis in Form einer Zeile der zu messenden Verteilung über das Parallelinterface in den Messwert-erfassungsrechner transferiert. Rechnerseitig ist hierfür eine speziell für die Kopplung der Signalerfassungseinheit an den ISA-Bus des PC's entwickelte Steckkarte erforderlich. Sie verwaltet 32 I/O-Adressen, über die die Ergebnisse der AD-Wandlung der einzelnen Empfängerkanäle durch einen entsprechenden IN-Befehl ausgelesen werden können. Die gleiche Schnittstelle dient zur Übermittlung der Steuerkommandos vom Rechner zur Signalerfassungseinheit. Diese Steuerkommandos sind:

- Rücksetzen der Ablaufsteuerung (FPGA)
- Einstellung der Verstärkungen für beiden Stufen der Empfängerschaltung
- Vorgabe der Dauer des Sendeimpulses
- Aktivierung einer von 32 Sendeelektroden und Start der Messung

Durch ein spezielles Steuerwort zeigt die Signalerfassungseinheit dem Rechner an, wann die Messung und die AD-Wandlung beendet ist und der Zyklus der Messwert-übernahme beginnen kann. Nach Aktivierung der letzten Sendeelektrode liegt im Rechner eine Matrix aus $32 \times 32 = 1024$ primären Messwerten U_i vor.

5.1.3.2 Software

Das Programm GITT_32 (siehe Anhang B) zur Steuerung der Signalerfassungseinheit sowie zur Übernahme der primären Messwerte ist in TURBO-PASCAL geschrieben und läuft unter DOS 6.22. Kernstück ist die Routine `measure(var u:utype)` zur seriellen Aktivierung der Senderelektroden und zur zeilenweisen Übernahme der Messwerte. Die Routine liefert ein Feld `u` von 32×32 ganzzahligen Elementen als Ergebnis eines vollständigen Messzyklus der Signalerfassungseinheit. Diese Routine ist eingebettet in ein Hauptprogramm, mit dem über Tastenbetätigung entsprechend eines vorgegebenen Menüs verschiedene Aktionen ausgelöst werden können:

- Aufnahme der Nullwerte von Empfängerstufen und AD-Wandler (Taste L)

Diese Aktion bewirkt die Auslösung von 100 direkt aufeinanderfolgenden Messzyklen, Mittelung der primären Messwerte für jeden Messpunkt individuell und Abspeicherung der erhaltenen Kalibriermatrix. Vor Start dieser Aktion müssen die Stecker der Empfängerkabel von der Signalerfassungseinheit abgezogen werden.

- Veränderung der Verstärkungseinstellung (Tasten +, -, >, <)

Die Standardeinstellung in dieser Versuchsanordnung ist 0 für die erste Stufe und 3 für die zweite Stufe. Mit + bzw. - wird die Verstärkung für Stufe 2 verändert, mit < bzw. > die für Stufe 1. Eine Veränderung der Verstärkungseinstellung ist nur in besonderen Fällen erforderlich.

- Testmode (Taste T)

Im Testmode wird das Ergebnis von jeweils einem vollständigen Messzyklus online numerisch angezeigt. Durch die Tasten 1 - 4 kann dabei zwischen den vier ange-

schlossenen Gittersensoren umgeschaltet werden (1 - Kerneintritt, 2 - Ringspalt oben, 3 - Ringspalt unten, 4 – Kühlmittelintrittsstutzen).

- Eingabe des Filenamens (Taste N)

Es stehen maximal 4 Zeichen (nnnn) zur Kennzeichnung der Primärdatenfiles zur Verfügung. Aus ihnen wird der Filename gebildet, wobei die Primärdaten in einem File MIX_nnnn.Mm und die Einstellwerte inklusive Nullwerte in MIX_nnnn.Cm abgelegt werden. Hierbei ist m eine ganze Zahl, die zunächst 1 beträgt. Sie wird automatisch um 1 erhöht, wenn der gleiche Name nnnn ein weiteres Mal verwendet wird. Damit wird verhindert, dass Daten versehentlich überschrieben werden können. Das File mit den Einstellwerten liegt im ASCII-Format vor.

- Messung (Taste H)

Die eigentliche Messung wird per Hand durch Tastendruck ausgelöst. Die Einhaltung der Messfrequenz wird durch eine Timer-Interruptroutine gewährleistet, die den periodischen Start der Routine measure veranlasst. Standardmäßig beträgt die Gesamtmesszeit 60 s, die Messfrequenz 200 Hz, die Frequenz der Datenspeicherung 20 Hz (Zusammenfassung von je 10 Einzelmessungen durch Mittelung). Es werden folglich insgesamt 12000 Messungen für alle 32 x 32 Messpunkte durchgeführt und 1200 x 32 x 32 Primärmesswerte abgespeichert. Diese Einstellwerte können nur in der Programmquelle geändert werden. Die Daten werden nach Beendigung der Messung vom Arbeitsspeicher auf die Festplatte übertragen. Während der Messung erscheinen 4 graphische Transientendarstellungen, die den mittleren und den maximalen primären Messwert aus den Messmatrizen der vier Gittersensoren online anzeigen. Mit Hilfe dieser Graphik kann der Messvorgang verfolgt und eine etwaige Übersteuerung von Sensoren festgestellt werden.

Nach Einbau der pneumatischen Schnellschlussventile in die Dosierstrecke (s. Abschnitt 6.2) wurde das Messprogramm durch die Steueranweisungen für die elektrischen Magnetventile erweitert, die die Pneumatikventile ansteuern. Das Programm trägt den Namen GI_RMV_3.PAS. Die Aktivierungszeiten der Pneumatikventile werden im Quelltext durch Vorgabe von symbolischen Konstanten eingestellt. Sie geben die Zeiten bezogen auf den Start der Messung an, der durch Tastendruck erfolgt.

5.1.4 Kalibrierung der Gittersensoren

5.1.4.1 Methode

Die Kalibrierung umfasst die Ermittlung des Nullwerts der Empfängerschaltung und die Bestimmung des Zusammenhangs des Ergebnisses der AD-Wandlung von der örtlichen Leitfähigkeit des Messmediums. Das Ausgangssignal des AD-Wandlers hat einen Umfang 11 bit. Der primäre Messwert $U(x_i, y_i, z_i, t)$ bzw. U_i ist folglich ein ganzzahliger Wert aus dem Bereich von 0 bis 2047. Der Endwert entspricht der Referenzspannung von 4.49 V. Allerdings können die Ausgänge der analogen Eingangsstufen diese Spannung nicht erreichen, die Verstärker werden vorher übersteuert. Der größte auftretende Digitalwert liegt bei ca. 1850, d.h. die Überschreitung von 1800 zeigt die Übersteuerung sicher an.

Es wird auf einen analogen Nullabgleich verzichtet, vielmehr wird der Nullwert des Analogteils nebst AD-Wandler erfasst und bei der Messung digital berücksichtigt. Die Vorverstärkerstufen sind grob abgeglichen, so dass bei fehlendem Eingangsstrom ein binärer Wert von etwa 60-80 ausgegeben wird. Dieser Nullwert $U_0(x_i, y_i, z_i)$ ist von Empfängerkanal zum Empfängerkanal verschieden. Er muss erfasst werden, was durch Auslösung einer bestimmten Anzahl von Messzyklen (Standardeinstellung ist 100) bei aufgetrennten Empfängereingängen und anschließender Mittelung der Ergebnisse erfolgt. Für jeden der 32×32 Messpunkte wird ein individueller Nullwert abgespeichert.

Für die Auftrennung waren Analogschaltelemente vorgesehen, die durch ein Kommando vom Datenerfassungsrechner aus digital betätigt werden konnten. Leider weisen diese Elemente einen Längswiderstand in der Größenordnung von 50Ω auf, was zu einer unerwünschten Nichtlinearität der Kennlinie und zu einer gewissen gegenseitigen Beeinflussung der Messwerte der vier Gittersensoren untereinander in Folge von Übersprechen führte. Aus diesem Grund wurden die Schaltelemente überbrückt und es musste auf die Möglichkeit der automatischen Erfassung der Nullwerte verzichtet werden. Nunmehr muss die Nullwarterfassung durch Abziehen der Steckverbinder von den Empfängereingängen der Signalerfassungseinheit bewerkstelligt werden.

Die Kalibrierfunktion, die die Abhängigkeit des Ergebnisses der AD-Wandlung von der lokalen Leitfähigkeit des Messmediums wiedergibt, hat folgende allgemeine Gestalt:

$$\sigma(x_i, y_i, z_i, t) = f_i(U(x_i, y_i, z_i, t) - U_0(x_i, y_i, z_i)) \quad (5.1)$$

Die Kalibrierfunktionen f_i müssen individuell für jeden Messpunkt ermittelt werden. Neben der elektrischen Charakteristik des jeweiligen Kanals der Messwarterfassungseinheit beinhalten die Kalibrierfunktionen die aus den geometrischen Verhältnissen am jeweiligen Kreuzungspunkt von Sender- und Empfängerelektrode vorliegende Empfindlichkeit (Sondenkonstante).

Für die Ermittlung der Kalibrierfunktionen sind Stützstellen in Form von Messwerten für alle Messpunkte erforderlich, die bei einer genau bekannten Leitfähigkeit des Messmediums aufgenommen werden. Hierzu wird der Umstand genutzt, dass sich bei laufenden Pumpen nach einer gewissen Zeit eine gleichmäßige Konzentrationsverteilung in der Versuchsanlage einstellt. Die Leitfähigkeit ist dann an allen Messpunkten identisch und stimmt mit der von einer als Referenzgerät dienenden Leitfähigkeitsmessstelle (siehe Abschnitt 5.3) überein. Der Zustand des vollständigen Konzentrationsausgleiches wird als erreicht betrachtet, wenn sich die Anzeige des Leitfähigkeitsmessgeräts im Zeitraum eines Kühlmittelumlaufs nicht mehr ändert. Die Aufnahme der Stützstelle erfolgt durch Auslösung einer Anzahl von Messzyklen, deren Ergebnisse wiederum gemittelt werden. In der Praxis werden meist die Messzyklen während der ersten 0.5 s eines Versuchs als Stützstelle für die Kalibrierung verwendet, d.h., bevor die Störung durch die Tracerinjektion den ersten Gittersensor erreicht. Für diesen Zeitraum ist die Leitfähigkeit an allen Messpunkten noch gleich der eingeschwungenen Leitfähigkeit nach dem letzten Versuch. Es muss darauf geachtet werden, dass die Stützstellen den gesamten Bereich der bei den Messungen lokal auftretenden Leitfähigkeiten überstreichen. Das wird dadurch erreicht, dass nach den eigentlichen Experimenten, die nur bis zu einer Leitfähigkeit in der Versuchsanlage

von ungefähr 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durchgeführt werden, die Leitfähigkeit in der Versuchsanlage schrittweise bis auf ungefähr 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erhöht wird und jeweils weitere Kalibrierpunkte aufgenommen werden.

Mit Hilfe der so ermittelten Stützstellen werden Kalibrierfunktionen angepasst, die durch Polynome der Ordnung n angenähert werden:

$$\sigma(x_i, y_i, z_i, t) = \sum_{j=0}^n p_{i,j} \cdot U(x_i, y_i, z_i, t) - U_0(x_i, y_i, z_i))^j \quad (5.2)$$

Die Ermittlung der Polynom-Koeffizienten $p_{i,j}$ erfolgt mit Hilfe des Verfahrens der kleinsten Quadrate für jeden Messpunkt individuell. Durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Messpunkte kann es dazu kommen, dass an einigen Positionen bereits Übersteuerung auftritt, während andere Messpunkte die entsprechende Stützstelle noch verwerten können. Aus diesem Grund werden beim Verfahren der kleinsten Quadrate nur Stützstellen verwendet, deren primärer Messwert kleiner gleich 1800 ist. Größere Werte bleiben für den betreffenden Messpunkt unberücksichtigt.

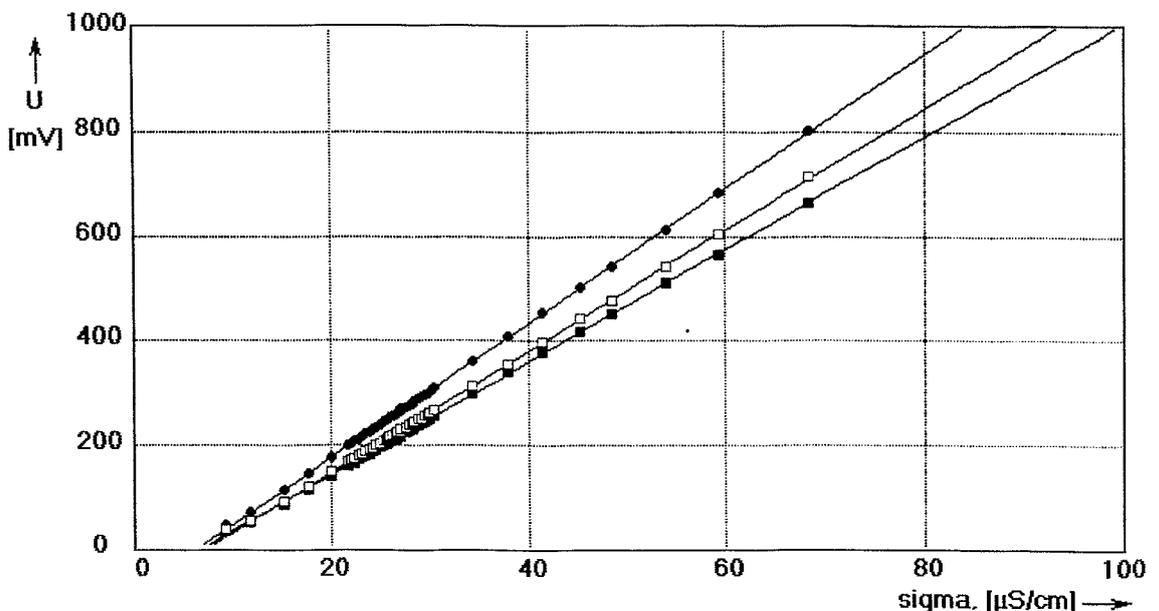


Abb. 5.7 Stützstellen und Kalibrierkurven für 3 ausgewählte Messstellen eines Gittersensors

Die Ordnung der Polynome kann für jeden der vier Gittersensoren individuell festgelegt werden. Wie die Erfahrung zeigt, lassen sich jedoch die Kalibrierfunktionen gut durch lineare Abhängigkeiten wiedergeben ($n = 1$, vgl. Abb. 5.7). Es müssen folglich für jeden Messpunkt zwei Kalibrierkoeffizienten abgespeichert werden, die den Polynomkoeffizienten $p_{i,0}$ und $p_{i,1}$ entsprechen. Wie im Abschnitt 4 beschrieben, beginnen die Messungen bei einer Leitfähigkeit von über 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, um den nichtlinearen Bereich der Abhängigkeit der Spannung von der Leitfähigkeit auszuschließen (siehe Abb. 5.8).

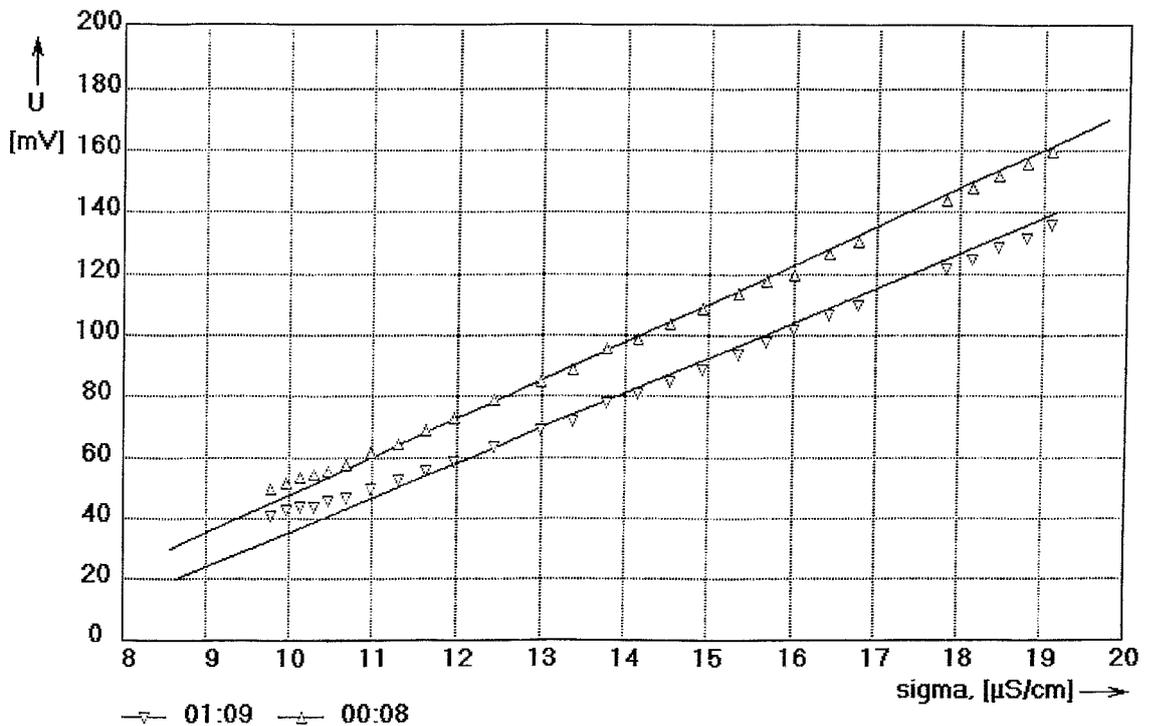


Abb. 5.8 Unterer Teil der Kalibrierkurve für zwei ausgewählte Messstellen eines Gittersensors

5.1.4.2 Software

Der erste Schritt der Kalibrierung ist die Extraktion der Stützstellen aus den Files der primären Messwerte. Die Files vom Typ *.M* und *.C*, aus denen Stützstellen gebildet werden sollen, müssen sich im aktuellen Verzeichnis befinden. Zu Vorbereitung muss ein ASCII-File mit dem Namen SIGMA.ASC erstellt werden, in dem die Filenamen der einzelnen Experimente (1. Spalte) und die Anfangsleitfähigkeit in der Anlage (2. Spalte) angegeben sind. Dieses File kann mit einem gängigen Editor (z.B. notepad) erstellt werden und muss sich ebenfalls im aktuellen Verzeichnis befinden. Es werden nur Messungen zur Kalibrierung herangezogen, deren Filename in diesem File auftritt.

Die Extraktion der Stützstellen geschieht durch Aufruf des Programms

CALI_TAB.EXE

Als Ergebnis werden Stützstellentabellen in Form der folgenden ASCII-Files für jeden der vier Gittersensoren angelegt:

- CTAB_N - Kerneintrittssensor,
- CTAB_O - Reaktoreintrittssensor,
- CTAB_P - unterer Ringspaltsensor,

CTAB_Q - oberer Ringspaltsensor.

Die Files enthalten 257 Spalten und eine Kopfzeile. Die Kopfzeile benennt die Spalten, die erste Spalte hat den Namen sigma und enthält in den folgenden Zeilen die den einzelnen Messungen zugeordneten Anfangsleitfähigkeiten aus dem File SIGMA.ASC. Die folgenden 256 Spalten werden durch die Zeilen- und Spaltennummer des Messpunkts innerhalb der Matrix des jeweiligen Gittersensors bezeichnet, wobei auch diejenigen Kreuzungspunkte mit in der Tabelle enthalten sind, die außerhalb des Messquerschnitts liegen. Die in den folgenden Zeilen aufgelisteten Werte sind die über die ersten 0.5 s gemittelten nullpunktkorrigierten primären Messwerte $U(x_i, y_i, z_i, t) - U_0(x_i, y_i, z_i, t)$ für den jeweiligen Messpunkt.

Die Programme: CALFU_N.EXE, CALFU_O.EXE, CALFU_P.EXE und CALFU_Q.EXE berechnen mit oben benannter Methode die Kalibrierfunktionen für jede Messstelle. Alle Daten werden mit einer Schrittweite von 10 mV in den vier ASCII-Files CTEST_N, CTEST_O, CTEST_P und CTEST_Q abgespeichert. Mit Hilfe der Programme CAL_N.CUR, CAL_O.CUR, CAL_P.CUR und CAL_Q.CUR können Vergleichsplots zwischen gemessenen Stützstellen und berechneter Kalibrierkurve ausgegeben werden (z.B. wie Abb. 5.7). Das erlaubt es, während des Versuchsprogramms ausgefallene Messstellen zu identifizieren. Außerdem dienen sie der Kontrolle der ausgewählten Ordnung der Abhängigkeit der Spannung von der Leitfähigkeit.

5.1.5 Berechnung von relativen Konzentrationsverteilungen (Vermischungsskalar)

Für die Berechnung des Vermischungsskalars ist zunächst die transiente Leitfähigkeitsverteilung $\sigma(x_i, y_i, z_i, t)$ aus den primären Messwerten mit Hilfe der Kalibrierkoeffizienten nach Gl. (5.2) zu berechnen. Anschließend wird die transiente Verteilung des Vermischungsskalars $\theta(x_i, y_i, z_i, t)$ unter Zuhilfenahme des unteren und oberen Bezugswerts für die Leitfähigkeit σ_0 und σ_1 nach Gl. (3.2) ermittelt. Ergebnis dieser Berechnungen, die mit dem Programm EVAL_ALL.EXE ausgeführt werden, sind für jeden Sensor drei Files. Der ASCII-File mit der Endung .p1x (x = o, p, q, n) enthält in der 1. Spalte die Zeit und in den drei weiteren Spalten den Verlauf des Mittel-, Maximal- und Minimalwertes des Vermischungsskalars für den jeweiligen Sensor. Der ASCII-File mit der Endung .t1x enthält neben der Zeitspalte den transienten Verlauf des Vermischungsskalars für jede Messstelle am betrachteten Sensor. Zusätzlich wird der Binär-File mit der Endung .v1x erzeugt, der den Zeitverlauf des Vermischungsskalars in einem speziell auf das Visualisierungsprogramm DISPLAY abgestimmten Format enthält.

5.2 Durchflussmessung

Zur Messung des Durchflusses in den vier Schleifen der Versuchsanlage werden magnetisch-induktive Durchflussmesser MAG3100W/2500 der Firma DANFOSS Offenbach verwendet. Sie arbeiten in Wasser mit einer Mindestleitfähigkeit von $5 \mu\text{Sm/cm}$ und haben bei einem Durchsatz von $> 30 \text{ m}^3/\text{h}$ eine Genauigkeit von $\pm 0.5 \%$.

Im Dosierkreislauf ist ein Turbinen-Durchflussmesser eingebaut, mit dem der Volumenstrom der Eindosierung kontrolliert werden kann.

5.3 Leitfähigkeit

Für die Bestimmung der Leitfähigkeit in der Versuchsanlage vor jedem Versuch (unterer Bezugswert in Gl. 3.2) und der Leitfähigkeit der zu dosierenden Lösung werden Leitfähigkeitsmessgeräte mit temperaturkompensierter Leitfähigkeitselektrode mit einem Messbereich von 0 – 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ der Firma Weinert Wassertechnik, Dresden verwendet. Dieser Messbereich ist für die Messung der Leitfähigkeit in der Versuchsanlage ausreichend. Die Anzeigegenauigkeit des Geräts beträgt vier signifikante Dezimalstellen. Bei Leitfähigkeiten kleiner 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ werden zwei Dezimalstellen angezeigt, der Anzeigefehler beträgt $\pm 0.005 \mu\text{S}/\text{cm}$. bei höheren Werten schaltet das Gerät auf eine Dezimalstelle um, der Anzeigefehler beträgt dann $\pm 0.05 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Um eine gute Aussteuerung der Gittersensoren zu gewährleisten, muss bei Experimente mit hohen Durchsätzen eine Tracerlösung mit einer relativ großen Leitfähigkeit ($> 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) eindosiert werden. Um Leitfähigkeiten dieser Größenordnung messen zu können, wurde die Empfindlichkeit der Leitfähigkeitselektrode am Messgerät im Dosierkreislauf verändert. Mit Hilfe eines tragbaren alternativen Messgerätes wurde eine Kalibrierkurve aufgenommen, die den abgelesenen Wert umrechnet. Diese Kurve wird durch folgende Formel wiedergegeben:

$$\sigma = 1.56 \cdot 10^{-6} \cdot \sigma_a^3 + 3.44 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma_a^2 + 6.50 \cdot \sigma_a \quad (5.3)$$

wobei σ der tatsächliche Leitfähigkeitswert und σ_a der abgelesene Wert sind.

Alle Experimente bis 03.05.2001 wurden mit diesem Leitfähigkeitsmessgerät im Dosierkreislauf durchgeführt. Danach wurde das Gerät durch ein baugleiches Gerät der gleichen Firma, aber mit einem Messbereich von 0 – 20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ersetzt und die tatsächliche Leitfähigkeit kann direkt abgelesen werden.

5.4 Messstellenplan, Benennung, Koordinatensystem

Im Anhang A sind alle an der Versuchsanlage ROCOM installierten Messstellen aufgelistet. Das sind im einzelnen die 921 Messpunkte der vier Gittersensoren sowie die fünf Durchflussmesser und zwei Leitfähigkeitsmessgeräte. Für die räumliche Zuordnung der Messstellen wurde der Koordinatenursprung in den Mittelpunkt des Reaktordruckbehälters in Höhe der Mitte der Kerntrageplatte (Messebene des Kerneintrittssensors) gelegt (Abb. 5.9). Die positive x-Achse ist in Richtung der $0^\circ/360^\circ$ -Reaktorachse und die positive y-Achse in Richtung der 90° -Reaktorachse gerichtet. Die positive z-Achse ist nach oben gerichtet. Für die Zuordnung im zylindrischen Koordinatensystem werden die genannten Winkelpositionen verwendet (auch im Schnitt B-B der Abb. 5.9 dargestellt). Die Winkelpositionen sind mit denen beim Hersteller des Originalreaktors verwendeten identisch.

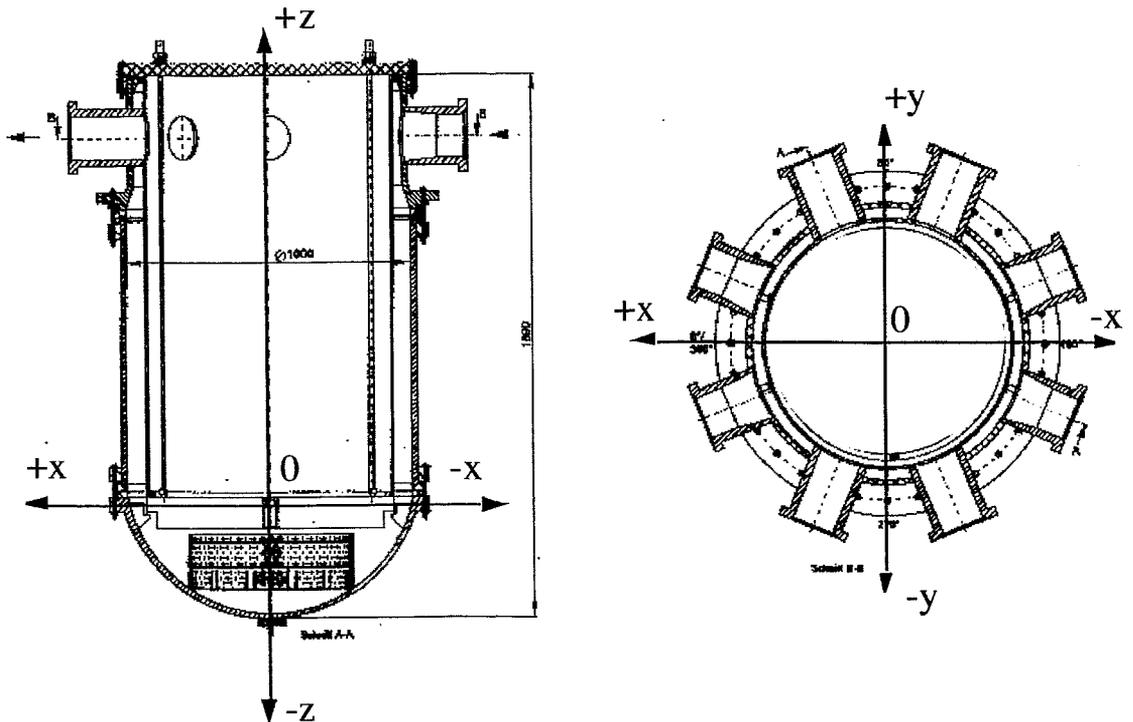


Abb. 5.9 Koordinatensystem und Nullpunktfestlegung zur Zuordnung der Messstellen

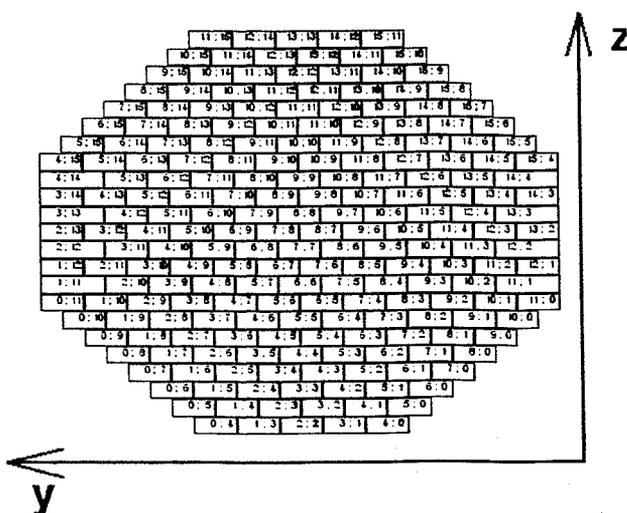


Abb. 5.10 Gittersensorpositionen am Reaktoreintritt

Zusätzlich zu den Koordinaten der einzelnen Messstellen sind in der Tabelle im Anhang A die laufende Gesamtnummer der betreffenden Messstelle und die laufende Nummer für den jeweiligen Sensor angegeben. Abweichend hiervon sind für den Gittersensor am Kerneintritt an dieser Stelle die bei den Betreibern der entsprechenden Kernreaktoren üblichen Brennelementbezeichnungen angegeben. In den letzten vier Spalten sind die zwei Feldindizes der Messstelle im zweidimensionalen Messfile (32 x 32 Elemente) und in den zweidimensionalen Ergebnisfiles für jeden Gittersensor (16x16 Elemente) aufgeführt. Letztere stimmen mit den Spaltenüberschriften in den ASCII-Files (t-files) für die einzelnen Gittersensoren überein.

Abb. 5.10 zeigt eine schematische Darstellung des Gittersensors am Reaktoreintritt (Messpositionen 706 bis 921). Die angezeigten Feldindizes beziehen sich auf die

Position des jeweiligen Messpunktes in der 16x16 Matrix der Ergebnisfiles. In Abb. 5.11 ist die Zuordnung der Struktur der Ergebnisfiles (16x16 Matrix) zu den Positionen der Messstellen an beiden Gittersensoren im Downcomer dargestellt. Die oberste Zeile zeigt den ersten (i)- Index. Darunter sind jeweils die vier sich an dieser Winkelposition befindlichen radialen Messstellen mit dem zweiten (j) Feldindex gekennzeichnet.

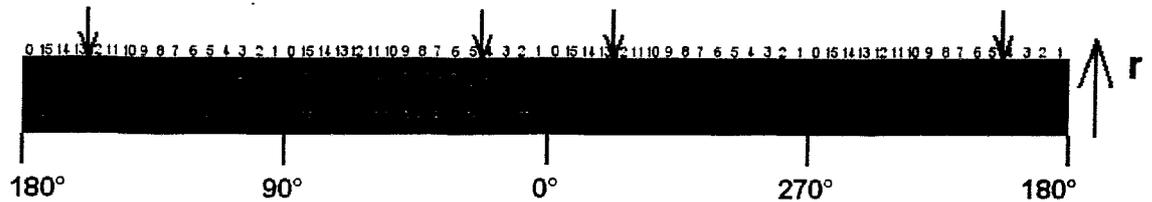


Abb. 5.11 Gittersensorpositionen der zwei Downcomer-Sensoren

Der i- und j-Index der Ergebnisfiles des Sensors am Kerneintritt sind in Abb. 5.12 dargestellt.

Für alle Sensoren sind in den Abb. 5.10 – 5.12 die positiven Achsen des gewählten Koordinatensystems mit eingezeichnet.

P	KS-3				10:00	09:00	08:00	07:00	06:00	05:00	04:00				KS-2		
O					12:01	11:01	10:01	09:01	08:01	07:01	06:01	05:01	04:01	03:01	02:01		
N					13:02	12:02	11:02	10:02	09:02	08:02	07:02	06:02	05:02	04:02	03:02	02:02	01:02
M					13:03	12:03	11:03	10:03	09:03	08:03	07:03	06:03	05:03	04:03	03:03	02:03	01:03
L	14:04	13:04	12:04	11:04	10:04	09:04	08:04	07:04	06:04	05:04	04:04	03:04	02:04	01:04	00:04		
K	14:05	13:05	12:05	11:05	10:05	09:05	08:05	07:05	06:05	05:05	04:05	03:05	02:05	01:05	00:05		
J	14:06	13:06	12:06	11:06	10:06	09:06	08:06	07:06	06:06	05:06	04:06	03:06	02:06	01:06	00:06		
H	14:07	13:07	12:07	11:07	10:07	09:07	08:07	07:07	06:07	05:07	04:07	03:07	02:07	01:07	00:07		
G	14:08	13:08	12:08	11:08	10:08	09:08	08:08	07:08	06:08	05:08	04:08	03:08	02:08	01:08	00:08		
F	14:09	13:09	12:09	11:09	10:09	09:09	08:09	07:09	06:09	05:09	04:09	03:09	02:09	01:09	00:09		
E	14:10	13:10	12:10	11:10	10:10	09:10	08:10	07:10	06:10	05:10	04:10	03:10	02:10	01:10	00:10		
D																	
C																	
B																	
A	KS-4				10:14	09:14	08:14	07:14	06:14	05:14	04:14				KS-1		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		

Abb. 5.12 Gittersensorpositionen am Kerneintritt mit Angabe der vom Betreiber benutzten Koordinatenbezeichnungen und der Anordnung der Kühlmittelschleifen an ROCOM (KS-1 bis KS-4)

6. Prozessautomatisierung

6.1 Durchsatzregelung

Die Regelung der Durchsätze in den einzelnen Schleifen der Versuchsanlage wird mit Hilfe des Programms ROCOM_HD.EXE (Turbo-Pascal) von einem speziellen Steuerungs-PC aus durchgeführt. Zu diesem Zweck werden die ausgegebenen Signale der Durchflussmesser (4 - 20 mA) in den vier Schleifen (Abschnitt 5.2) über einen zentralen AD-Wandler an diesen PC geleitet. Diese Signale werden mit einer Frequenz von 10 Hz abgefragt, in die entsprechende Einheit des Durchsatzes (m^3/h) umgewandelt und auf den Bildschirm ausgegeben. Beim erstmaligen Start des Steuerprogramms am Versuchstag wird ein so genannter Nullabgleich durchgeführt, d.h. über einen Zeitraum von 60 s wird die Anzeige der Durchflussmesser (F1-4, Blockschaltbild in Abb. 6.1) bei stehendem Medium gemessen. Der so ermittelte Wert wird im weiteren ständig von den ausgegebenen Werten bei laufendem Betrieb abgezogen.

Über das Steuerprogramm kann individuell für jede der vier Hauptumwälzpumpen (HP1-4) eine Frequenz eingegeben werden, die mit einer Ausgabefrequenz von 10 Hz über einen DA-Wandler als 4 – 20 mA - Signal zum Frequenzumrichter (FR1-4) der entsprechenden Pumpe geleitet wird. Von dort aus wird mit dieser Frequenz die Pumpe betrieben. Der sich aus dieser Frequenz ergebende Durchsatz wird als Momentanwert (Anzeige 10 Hz) und gemittelt über 40 s auf den Bildschirm ausgegeben.

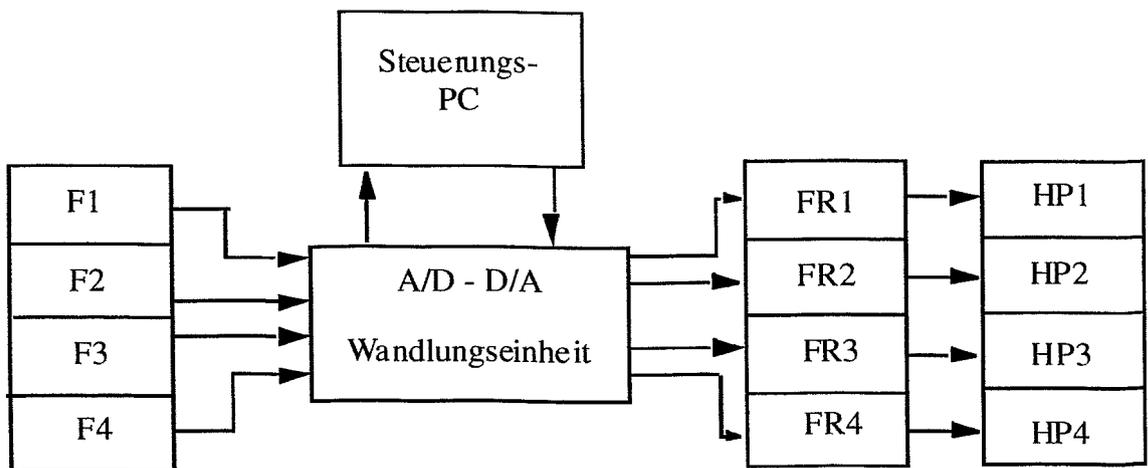


Abb. 6.1 Blockschaltbild der Pumpensteuerung

Der für den jeweiligen Versuch gewünschte Durchsatz wird durch manuelle Iteration des Frequenzwertes mit anschließender Kontrolle des Durchsatzes in 3 bis 4 Schritten eingestellt.

6.2 Tracerdosierung

In der ersten Ausbaustufe der Dosierstrecke (siehe Abschnitt 4) wurde die Eindosierung von Tracer in den Kreislauf manuell aktiviert.

Im Zusammenhang mit dem Einbau der pneumatisch angesteuerten Schnellschlussventile wurde die Ansteuerung dieser Ventile automatisiert. Die Ansteuerung erfolgt nun aus dem Aufzeichnungsprogramm für die Gittersensordaten. Öffnungs- und Schließzeitpunkt können dort mit einer Genauigkeit von 0.005 s vorgegeben werden. Damit ist gleichzeitig die genaue Zuordnung zwischen Messdaten und Dosierzeitpunkt sichergestellt, was auch die Überlagerung von Versuchen mit identischen Randbedingungen ermöglicht (siehe Abschnitt 8).

Die neu eingebauten pneumatisch angesteuerten Schnellschlussventile arbeiten nach folgendem Funktionsprinzip: Jede Kammer der beiden Pneumatikventile PV1 und PV2 wird durch zwei magnetische Vorsteuerventile angesteuert (Abb. 6.2). Eines ist für die Belastung und eines für die Entlastung der Kammer zuständig. Kurze Zeit (0.05 s haben sich als optimal erwiesen) vor dem Schalten des Ventils wird die belastete Kammer über das entsprechende Vorsteuerventil entlüftet, so dass der eigentliche Schaltvorgang ohne Gegendruck und somit schneller vonstatten gehen kann.

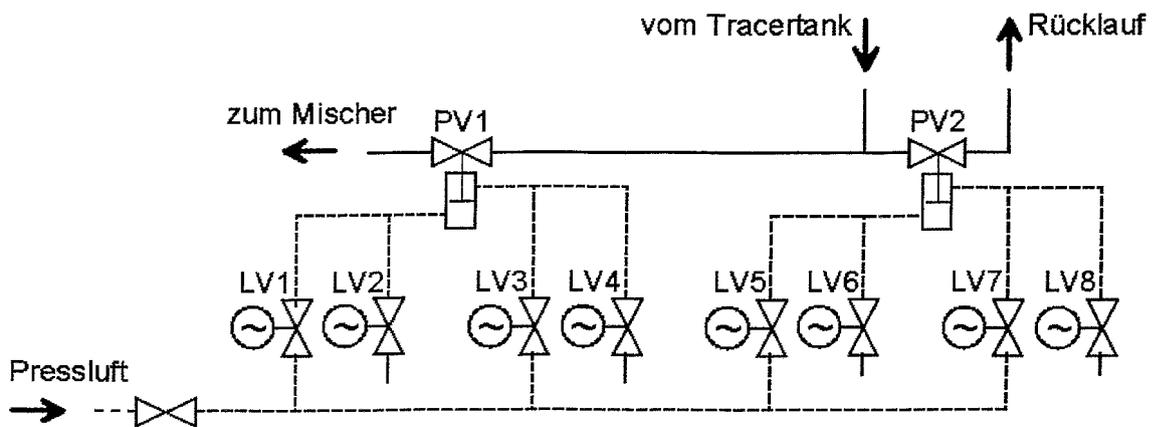


Abb. 6.2 Blockschaftbild der Ventilansteuerung

Vor einem Experiment wird im Dosierkreislauf bei geschlossenem Ventil PV1 und geöffnetem Ventil PV2 eine innere Zirkulation eingestellt. Für das Eindosieren werden beide Ventile simultan nach oben beschriebenem Verfahren betätigt, PV2 wird geschlossen und PV1 geöffnet. Die sich in Bewegung befindliche Wassersäule mit dem Tracer wird über den Mischer (siehe Abb. 6.2) in den Kreislauf der Anlage umgeleitet.

Durch die Kombination beider beschriebener Neuerungen wird die in Abschnitt 4 erwähnte Qualität der Eindosierung erreicht.

7. Hydraulische Messungen an der Versuchsanlage

An der Anlage ROCOM wurden vor Aufnahme des Versuchsbetriebes eine Reihe hydraulischer Messungen durchgeführt, um insbesondere die Durchfluss- und Druckverhältnisse am Reaktormodell in Abhängigkeit von der Drehfrequenz der Hauptumwälzpumpen festzustellen. Anhand der ersten Messergebnisse erschien es im Hinblick auf die Festigkeit des Plexiglasmodells (für das der Hersteller keine Druckgarantie gab) ratsam, die maximale Drehfrequenz der Pumpen auf 30 Hz zu begrenzen. Damit existieren Durchflussreserven für das Modell, die benötigt werden, um die Eintrittsblenden in die Brennelemente von 12 bis 30 mm Durchmesser zu variieren.

In Abb. 7.1 ist der gemessene Wasser-Gesamtdurchsatz im Reaktormodell bei 4-Pumpenbetrieb mit gleichen Schleifendurchsätzen in Abhängigkeit von der Antriebsfrequenz bei einem Blendendurchmesser von 30 mm dargestellt. Im untersuchten Frequenzbereich von 5 bis 30 Hz existiert ein linearer Zusammenhang zwischen Durchfluss und Frequenz und es wird ein Gesamt-Volumenstrom von über 1000 m³/h erreicht.

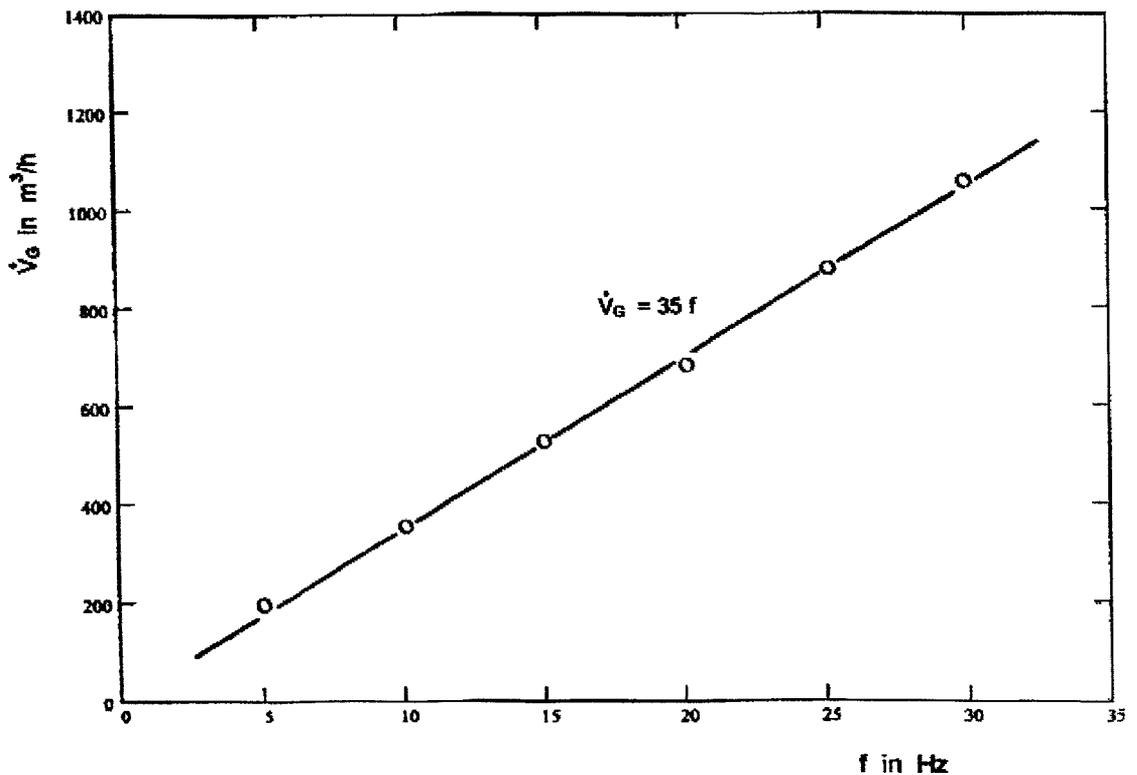


Abb. 7.1 Wasser-Gesamtdurchsatz in Abhängigkeit von der Pumpenfrequenz

In Abb. 7.2 sind die Pumpenkennlinien für die drei Drehfrequenzen $f = 10, 20$ und 30 Hz sowie für den 1- und 4-Pumpenbetrieb eingezeichnet und weiter die Rohrleitungskennlinien für voll geöffnete und stark gedrosselte Schieber, ebenfalls wieder für den 1- und 4-Pumpenbetrieb. Die Förderhöhen der Pumpen von 15 m unter Auslegungsbedingungen bei 50 Hz - Drehfrequenz im Vergleich zur erreichten von ca.

8 m bei 30 Hz Drehfrequenz läßt die noch vorhandenen hydraulischen Reserven erkennen.

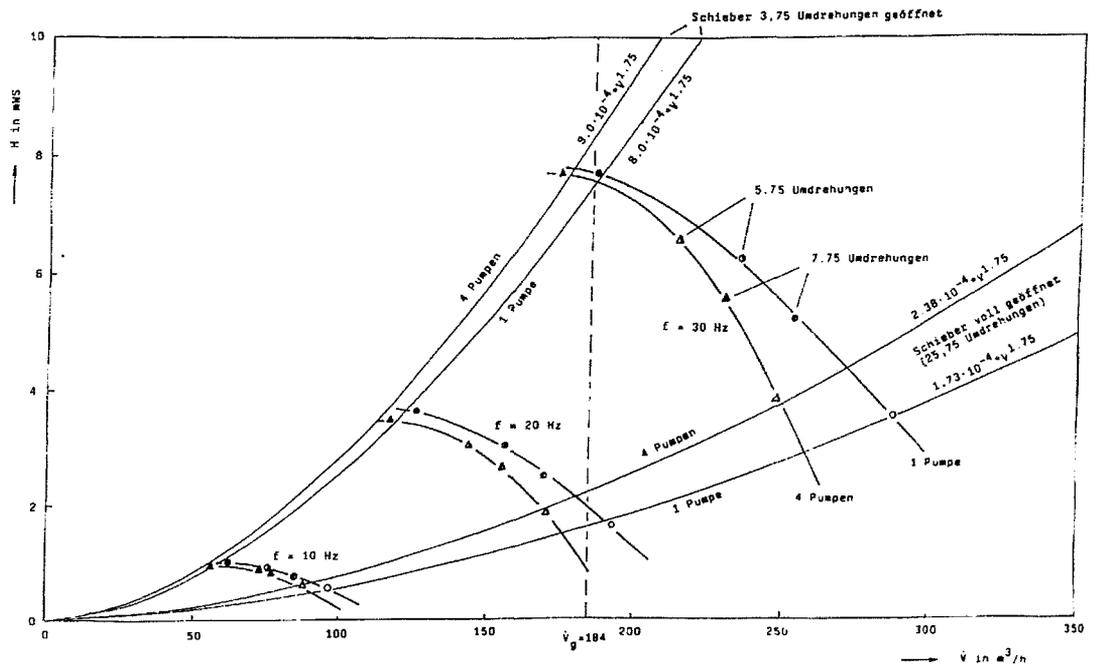


Abb. 7.2 Hydraulik-Charakteristiken der ROCOM-Anlage für verschiedene Schaltzustände

8. Vermischung bei konstanten Schleifendurchsätzen

8.1 Versuchsdurchführung

Die Versuche erforderten zunächst die Einstellung der Durchsätze in den vier Schleifen der Versuchsanlage, was durch entsprechende Vorgaben am Steuerrechner vorgenommen wurde. Der für das jeweilige Versuchsregime vorgesehene Schaltzustand der Schleifen wurde durch manuelles Schließen bzw. Öffnen der Hauptabsperrschieber eingestellt. Erfahrungsgemäß waren die gewünschten Kühlmitteldurchsätze nach ca. 10-20 s erreicht und stabil. Vor Beginn des eigentlichen Experiments wurde der Pumpenbetrieb eine gewisse Zeit zur guten Durchmischung des Wasserinventars genutzt. Das Experiment konnte begonnen werden, wenn die Anzeige des Leitfähigkeitsmessgeräts für das Kreislaufwasser sich im Verlauf eines Kühlmittelumlaufs nicht mehr änderte. Das Gerät hat eine Digitalanzeige, der Anzeigefehler beträgt $\pm 0.005 \mu\text{S/cm}$ bei $\sigma < 20 \mu\text{S/cm}$ und $\pm 0.05 \mu\text{S/cm}$ bei $\sigma \geq 20 \mu\text{S/cm}$ (vgl. Abschnitt 5.3).

Im Zubereitungstank für die Tracerlösung wurde eine entsprechende NaCl-Lösung vorgelegt. Die Leitfähigkeit wurde protokolliert. Sie wurde so eingestellt, dass die Gittersensoren beim Experiment gut angesteuert waren. Die Empfindlichkeit der einzelnen Sensoren ist unterschiedlich. Auch hängt die Aussteuerung von den beim Versuch auftretenden Verteilungen ab. Die größten Signalamplituden liefert der obere Ringspaltsensor, so dass darauf geachtet wurde, dass dieser Sensor nicht durch eine zu hohe Tracerkonzentration übersteuert wurde. Andererseits wurde eine Aussteuerung von mindestens 50-70 % angestrebt.

Die Durchführung der Tracerdosierung richtet sich nach der Art des Experiments (vgl. Abschnitt 4.5.2). In der ersten Ausbaustufe wurde sie durch manuelle Betätigung der entsprechenden Magnetventile ausgelöst und auch beendet. Der Start der Signalerfassung der Gittersensoren wurde ebenfalls von Hand vorgenommen. Die Synchronisation erfolgte per Kommando vom Versuchsleiter. Die genaue Synchronisation der Messdaten ist durch die gleichzeitige Erfassung aller vier Gittersensoren mit einem Datenerfassungs-PC gegeben. Der Sensor am Reaktoreintritt liefert dabei den Bezugszeitpunkt, indem der Moment des Eintreffens des Tracers aus den Daten dieses Sensors entnommen werden kann. In der zweiten Ausbaustufe wurde nach der im Abschnitt 6.2 beschriebenen automatisierten Methode verfahren.

Die Aufzeichnung der Gittersensor-Messwerte erfolgte in der Regel mit einer Frequenz von 20 Hz, wobei die Messfrequenz 200 Hz betrug und aus jeweils zehn aufeinanderfolgenden Messergebnissen Mittelwerte gebildet wurden. Die Aufzeichnungsdauer betrug 60 s. Bei einigen Versuchen wurde eine Aufzeichnungsfrequenz von 100 bzw. 200 Hz verwendet. Bei 100 Hz wurde der Mittelwert aus zwei aufeinanderfolgenden Messungen gebildet.

8.2 Methodik der Auswertung

8.2.1 Kalibrierung, Ermittlung der dimensionslosen Vermischungsskalare

Die Kalibrierung und die Umwandlung der primären Messdaten erfolgte wie in Abschnitt 5.1.5 dargelegt. Bei der Festlegung der Bezugswerte für die Leitfähigkeit σ_0 und σ_1 wurde wie folgt vorgegangen:

- Als unterer Bezugswert σ_0 wurde die am Reaktoreintritt in den ersten 0.5 s des Experiments vorliegende Leitfähigkeit verwendet. Zu dieser Zeit ist der Tracer am Reaktoreintritt noch nicht eingetroffen. Der Wert wird durch Mittelung der über den Strömungsquerschnitt vorliegenden Verteilung und über das genannte Zeitintervall gebildet.
- Bei den im Bericht beschriebenen quasistationären Versuchen wird am Reaktoreintritt eine stationäre Verteilung der Leitfähigkeit (Plateau) erreicht. In diesen Fällen wurde die mittlere Leitfähigkeit im Strömungsquerschnitt über einen innerhalb des Plateaubereichs festgelegten Zeitbereich gemittelt, um den oberen Bezugswert σ_1 zu erhalten. Anfangs- und Endzeitpunkt der Mittelung wurden anhand der Zeitverläufe der querschnittsgemittelten Leitfähigkeit am Reaktoreintritt festgelegt und in einem entsprechenden File (*.DT) niedergelegt.

Letztere Vorgehensweise vermindert den Einfluss zufälliger Signalfluktuationen, die zu einer Erhöhung des zeitlichen Maximums der Leitfähigkeit führen. Der obere Bezugswert, der durch Mittelung über das Leitfähigkeitsplateau erhalten wird, entspricht der Amplitude der durch den Tracerpfropfen hervorgerufenen Störung, während der Maximalwert durch die Amplitude der Fluktuationen demgegenüber etwas vergrößert wird. Da ein zu hoher oberer Bezugswert zu einer Unterbewertung des Vermischungsskalars an allen Messorten führt, wurde die Plateaumittelung bevorzugt, wenn bei dem jeweiligen Experiment ein Plateau auftrat. Bei den Kurzdosierungen konnte diese Methode nicht angewandt werden und es musste auf den Maximalwert zurückgegriffen werden.

8.3 Versuchsmatrix

Ausgehend von den in Abschnitt 3 dargelegten Zielstellungen wurde eine Versuchsmatrix aufgestellt. In den Versuchen wurden folgende Parameter variiert:

- Anzahl der laufenden Pumpen
- Volumenstrom in den einzelnen Schleifen
- Zustand der abgeschalteten Schleifen
- Druckverlustbeiwert am Kerneintritt

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die durchgeführten Versuche. Zur Bezeichnung der Versuche wurden Abkürzungen definiert, die zugleich als File-Namen für die Datenspeicherung dienen. In den Abkürzungen sind die Versuchsbedingungen wie folgt kodiert:

pmmmm_nn (Dx)

<u>p</u> _____	Versuchstyp:	L	-	Langdosierung
		K	-	Kurzdosierung

mmmm - Code für Schleifendurchsätze (1, 2, 3, 4)

- 1 - 50 m³/h 2 - 100 m³/h 3 - 150 m³/h
 4 - 200 m³/h 5 - 250 m³/h 6 - 300 m³/h
 r - Rückströmung 0 - Schleife abgesperrt
 n - Nominaldurchsatz (185 m³/h) h - 50 % Nominaldurchsatz (92.5 m³/h)
 x - 25 % Nominaldurchsatz (46.3 m³/h) y - 10 % Nominaldurchsatz (18.5 m³/h)
 v - 225 m³/h w - 75 % Nominaldurchsatz (138.8 m³/h)
 z - 20 % Nominaldurchsatz (37.0 m³/h)

nn - laufende Realisierungsnummer

- Dx - Strömungswiderstand am Kerneintritt
 D0 verringerter Strömungswiderstand
 D1 erhöhter Strömungswiderstand
 D2 nominaler Strömungswiderstand

Tab. 8.1a: Versuche bei vier laufenden Pumpen (jeweils gleicher Volumenstrom in den Schleifen 2 – 4)

Schleife 1 [m ³ /h]	Schleifen 2 – 4 [m ³ /h]						
	18.5	46.3	50.0	92.5	100.0	185.0	>=200.0
18.5	Lyyyy (D0) Lyyyy (D2)					Lynnn(D2)	
37.0	Lzyyy (D2)						
46.3	Lxyyy (D2)	Lxxxx (D0) Lxxxx (D2)				Lxnnn (D2)	
50.0							L1444 (D0)
92.5		Lhxxx (D0)		Lhhhh (D0) Lhhhh (D2)		Lhnnn (D2)	
100.0					L2222 (D0) L2222 (D1) L2222 (D2)		L2444 (D0)
138.8						Lwnnn (D2)	
150.0							L3444 (D0)
185.0				Lnhhh (D0)		Lnnnn (D0) Lnnnn (D2)	
200.0							L4444 (D0)
225.0						Lvnnn (D2)	
250.0							L5444 (D0)
300.0							L6444 (D0) L6666 (D0)

Tab. 1b: Versuche bei vier laufenden Pumpen (zusätzliche Variationen des Volumenstroms in den Schleifen 1 – 4)

Kombination 185.0 m ³ (n) / 92.5 m ³ (h)	Kombination 92.5 m ³ (h) / 46.3 m ³ (x)
Lhhnn (D0) Lhhhn (D0)	Lxhxx (D0)
Lhhnh (D0) Lhnhh (D0)	Lxxhx (D0)
Lhnhn (D0) Lnhnh (D0)	Lxxxh (D0)
Lnnhh (D0)	

Tab. 2: Versuche bei Teilschleifenbetrieb

Anzahl der laufenden Pumpen	Abgeschaltete Schleifen offen (r)		Abgeschaltete Schleifen geschlossen (0)	
1	Lnrrr (D0) Lhrrr (D0)		Ln000 (D0) Lh000 (D0)	
2	Lnnrr (D0) Lnrrn (D0) Lnrrr (D0)	Lnnrr (D2) Lnrrn (D2) Lnrrr (D2) L22rr (D2) L2r2r (D2) L2rr2 (D2)	Ln00n (D0) Ln0n0 (D0)	
3	Lnrnn (D0) Lnnnr (D0) Lhrhh (D0)	Lnrnn (D2) Lnnnr (D2) L222r (D2) L22r2 (D2) L2r22 (D2)	Ln0nn (D0) Lnnn0 (D0) Lh0hh (D0)	

8.4 Allgemeine Beschreibung des Prozessablaufs

Eine Beschreibung der Vermischungsvorgänge wird exemplarisch für drei Versuche mit unterschiedlichen Randbedingungen aus den unter 9.3 aufgeführten Tabellen vorgestellt.

8.4.1 Gleicher Volumenstrom in allen vier Schleifen (Versuch Lnnnn_04)

In allen vier Schleifen wird ein konstanter Volumenstrom von 185 m³/h eingestellt. Dieser entspricht dem skalierten Nominaldurchsatz. Über die Dosiervorrichtung wird Salztracer über einen Zeitraum von 8 s eingespeist. Die Dauer der Einspeisung wurde einerseits so gewählt, dass sich am Kerneintritt ein quasistationäres Konzentrationsfeld einstellen konnte, andererseits die Einspeisung aber beendet ist, bevor der

Tracer nach einmaligem Umlauf durch die Gesamtanlage wieder im Eintrittsstutzen erscheint.

Abb. 8.1 demonstriert die Qualität der Einspeisung. Es sind einige Momentanverteilungen aus der Messsequenz des Versuchs dargestellt. Es ist sehr gut zu erkennen, dass der Mischer den eingespeisten Salztracer sehr homogen über den gesamten Rohrquerschnitt verteilt. Weiterhin ist erkennbar, dass der Tracer aufgrund des turbulenten Geschwindigkeitsprofils in der Rohrleitung zuerst im Zentrum eintrifft und auch im Zentrum als erstes wieder verschwindet.

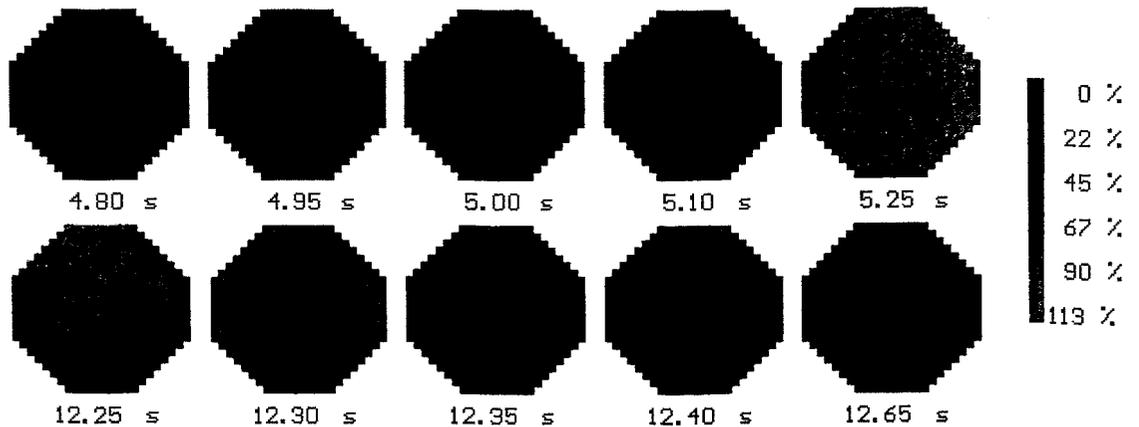


Abb. 8.1 Sequenz von Momentanverteilungen im Eintrittsstutzen (*Lnnnn_04*)

Abb. 8.2 zeigt den Verlauf des Mittelwertes des Vermischungsskalars am Eintrittsstutzen. Die optimierte Öffnungs- und Schließcharakteristik des Dosierventils erlaubt es Störungen einzubringen, die aufgrund ihrer scharfen Flanken in sehr guter Näherung als Sprungfunktionen (Heavyside-Funktionen) angesehen werden können. Bei $t \approx 15$ s beginnt die Konzentration ein wieder anzusteigen. Zu diesem Zeitpunkt hat die Störung einen vollen Umlauf im Primärkreislauf vollendet.

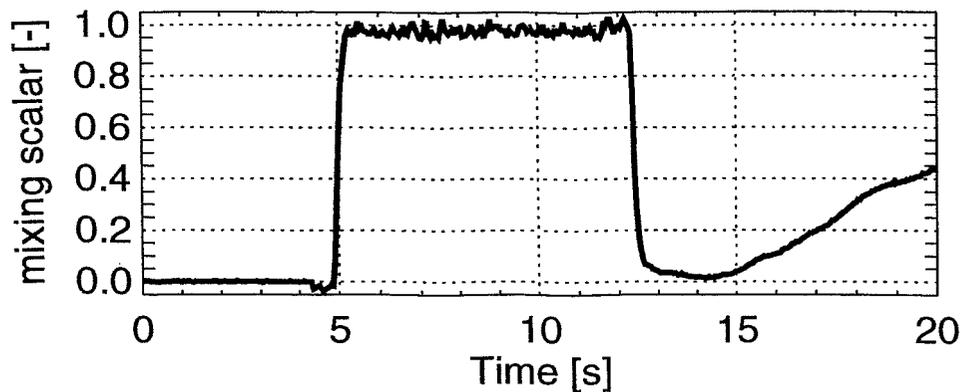


Abb. 8.2 Verlauf des Mittelwertes der Störung am Eintrittsstutzen (*Lnnnn_04*)

In Abb. 8.3 ist der Zeitverlauf der Störung am oberen und unteren Downcomersensor zu sehen. In der Abbildung wurde eine Abwicklung der azimuthalen Konzentrationsverteilung auf der äußeren der beiden mittleren radialen Messpositionen des Downcomersensors ($r = 477.5 \text{ mm}$) als Zeitverlauf dargestellt. Radiale Ungleichmäßigkeiten treten lediglich in Form von turbulenzbedingten Fluktuationen auf und haben sich in Bezug auf das globale Verhalten als vernachlässigbar erwiesen. Auf Grund der vier laufenden Umwälzpumpen bleibt die Störung auf einen Quadranten beschränkt. Der durch die Störung eingenommene Quadrant ist gegenüber der Stutzenposition bei 22.5° verschoben, da es zu einem Ausgleich in Querrichtung zwischen den Massenströmen aus den vier Eintrittsstutzen kommt. Die Störung nimmt aus Symmetriegründen das Gebiet von $0 - 90^\circ$ ein. Am oberen, aber noch wesentlich stärker am unteren Sensor weist der gestörte Bereich an seinen Rändern turbulente Vermischungsgebiete auf, in denen azimuthale Schwankungsbewegungen des tracerhaltigen Sektors vorherrschen. Das wird durch zeitlich veränderliche Wirbel im Downcomer hervorgerufen, die Teile des tracerhaltigen Mediums senkrecht zur Hauptströmungsrichtung verschieben. Am oberen Sensor werden noch Maximalwerte von über 100 % erreicht. Das bedeutet, dass die Störung teilweise noch völlig unvermischt dort ankommt, wobei Werte über 100 % auf Ungleichmäßigkeiten nach dem Mischer zurückzuführen sind, da der Mittelwert am Reaktoreintritt als Bezugswert dient.

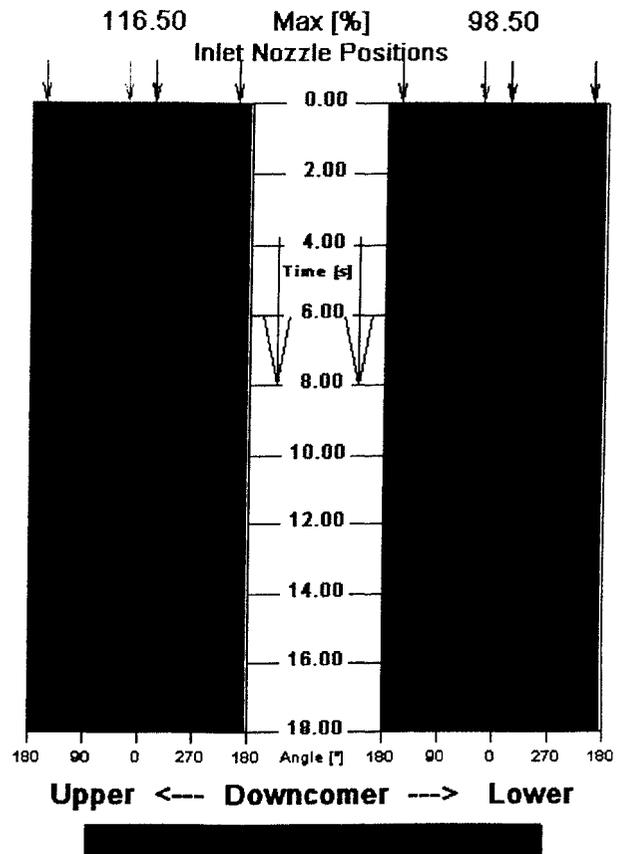


Abb. 8.3 Zeitverlauf der Störung an den Downcomersensoren (*Lnnnn_04*)

In Abb. 8.4 sind einige ausgewählte Momentanverteilungen des Vermischungsskalars am Kerneintritt dargestellt. Der Pfropfen tritt zuerst an zwei Randpositionen etwa 30° von der azimuthalen Position des beaufschlagten Eintrittsstutzens verschoben in den Kern ein. Mit fortschreitender Zeit nimmt die Störung den der beaufschlagten Schleifenposition zugeordneten Sektor ein. Der im Downcomer eingetretene azimuthale Ausgleich zwischen den vier Schleifen ist auch hier zu beobachten, d.h. der Sektor ist gegenüber der azimuthalen Schleifenposition auf den Symmetriewinkel verschoben. Nach dem Einstellen eines quasistationären Konzentrationsfeldes kann man deutliche Fluktuationen des gesamten Feldes beobachten. Die Störung verläßt den Kerneintritt zuerst an den Flanken des Sektors. Diese Art des Durchlaufs durch die Messebene deutet auf großflächige Wirbel und Rückströmgebiete im Downcomer

hin. Diese Sekundärströmungen wurden mit Hilfe von LDA-Messungen im Downcomer nachgewiesen [11]. Im Maximum werden 96.5 % des im Eintrittsstutzen ermittelten Bezugswertes am Kerneintritt erreicht.

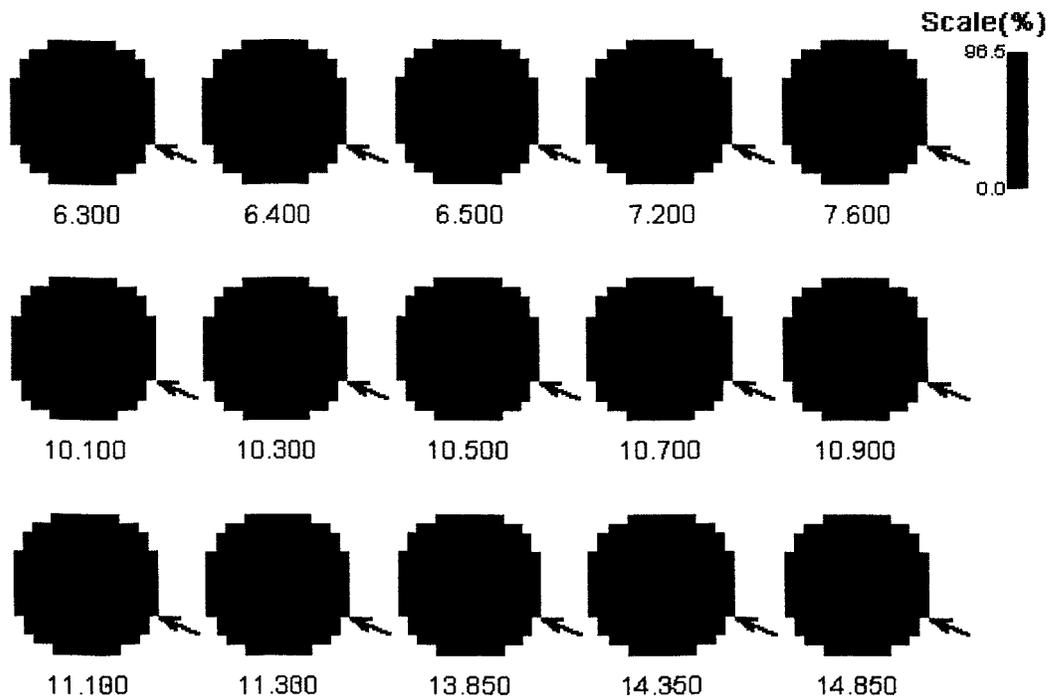


Abb. 8.4 Sequenz von Momentanverteilungen des Tracers am Kerneintritt (Versuch *Lnnnn_04*; Pfeil – Position der gestörten Schleife; Zeit in s)

8.4.2 Naturumlauf mit erhöhtem Volumenstrom in Schleife 1 (Versuch *Lzyyy_01*)

Bei der Serie *Lzyyy* wurden Bedingungen simuliert, die denen eines Frischdampfleckes nach Abschalten der Hauptumwälzpumpen nahekommen. In der vom Leck betroffenen Schleife ist der Volumenstrom im Experiment doppelt so hoch als in den anderen drei Schleifen. Diese Schleifen laufen mit 10 % des Nominaldurchsatzes, Schleife 1 mit 20 %. Nach Einstellen eines zeitlich konstanten Geschwindigkeitsfeldes wird Salztracer über einen Zeitraum von 20 s eingespeist. Die reduzierten Volumenströme erlauben eine solche Einspeisedauer. Die Qualität der Einspeisung ist der im vorhergehenden Abschnitt vergleichbar, der Verlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen ist in Abb. 8.5 dargestellt. Zum Vergleich ist der gleiche Messwert aus einer Serie mit 100 % Volumenstrom in Schleife 1 dargestellt, der Einspeisezeitpunkt wurde so angepasst, dass die Störung in beiden Fällen zum gleichen Zeitpunkt den Sensor erreicht. Die Vorderflanke des Tracers im Versuch *Lzyyy* ist flacher. Aufgrund der fünfmal geringeren Geschwindigkeit wird die Störung langsamer am Sensor vorbeigeschoben. Wenn man die Kurve aus dieser Messung mit dem Verhältnis der Geschwindigkeiten beider Experimente (im konkreten Fall: 5) staucht, liegt die gestauchte Kurve nahezu vollständig auf der Kurve des Experiments *Lnnnn* (siehe Abb. 8.5).

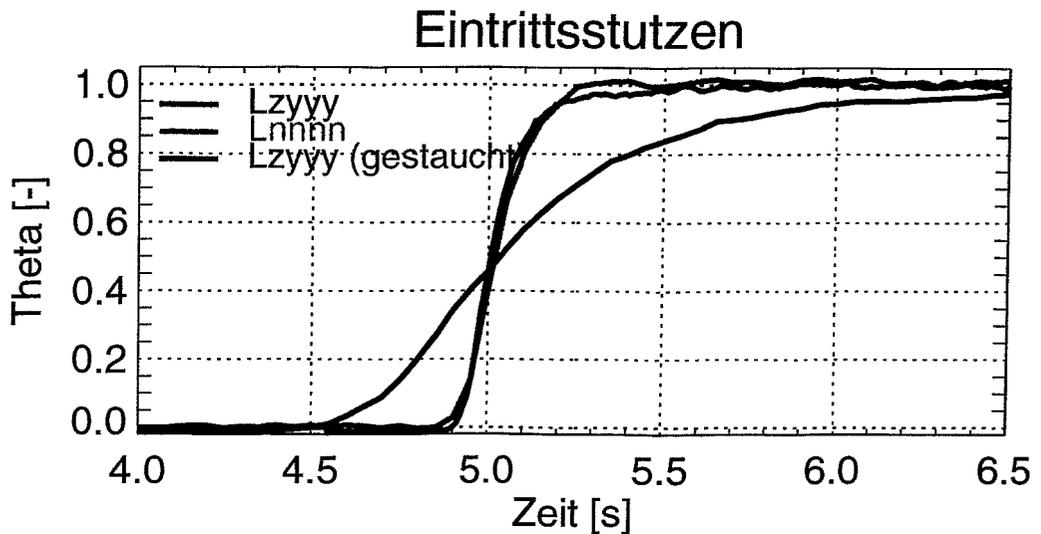


Abb. 8.5 Verlauf des Mittelwertes der Störung am Eintrittsstutzen im Versuch *Lzyyy_01* (im Vergleich zum Versuch *Lnnnn_04*).

Im Ringspalt trifft die Störung am oberen Sensor nahezu zur gleichen Zeit an drei azimutalen Positionen ein (Abb. 8.6), wobei sich eines der Maxima genau unterhalb der beaufschlagten Schleife befindet. Zwei weitere sind um ungefähr 45° in Richtung des 45° entfernten Nachbarstutzens und um rund 60° in Richtung zum 135° entfernten Nachbarstutzen verschoben. Im Verlaufe der nächsten Sekunden füllt sich der Bereich um diese drei anfänglichen Maxima vollständig mit Tracer. Die Größe des Sektors entspricht fast genau dem Anteil des Volumenstroms der beaufschlagten Schleife am Gesamtvolumenstrom im Experiment. Etwa zur gleichen Zeit erscheint am oberen Ringspaltsensor bei einer Winkelposition von 270° über der gesamten Tiefe des Ringspalts ein dünner Tracerstreifen geringer Intensität. Ähnliche Beobachtungen kann man an weiteren Positionen zwischen 270° und dem Rand des Tracersektors bei 335° machen ($t = 10.0$ s). Bei $t = 10.4$ s trifft Tracer erstmalig am unteren Ringspaltsensor ein, und zwar bei einer Winkelposition von rund 315° . Das legt den Schluss nahe, dass sich zwischen den Schleifenpositionen bei 202.5° und 337.5° ein Rückströmgebiet mit zwei Geschwindigkeitsmaxima an den Außenseiten befindet. Dadurch erreicht der Tracer den unteren Ringspaltsensor zuerst an einer gegenüber der Position der beaufschlagten Schleife um rund 70° verschobenen Position. 1.2 s später wird am unteren Ringspaltsensor ziemlich genau in der Mitte zwischen der beaufschlagten und der benachbarten Schleife (bei einer Winkelposition von rund 110°) Tracer detektiert. Ein ähnlich gelagerter Wirbel mit den entsprechenden Geschwindigkeitsmaxima und Rückströmgebieten ist dafür die Ursache. In den nächsten Sekunden verstärkt sich das Tracersignal an den beiden Positionen am unteren Ringspaltsensor, begleitet von azimutalen Schwankungen des gesamten Feldes. Schwankungen, wenn auch mit kleinerer Amplitude, sind auch am oberen Ringspaltsensor zu sehen. Ab $t = 15$ s kommt es zur Ausbildung eines dritten Tracersignals am unteren Ringspaltsensor, ziemlich genau in der Mitte zwischen den beiden bisherigen Tracerpositionen. Ein nahezu quasistationäres Konzentrationsfeld hat sich eingestellt. Azimutale Schwankungen sind an beiden Ringspaltsensoren zu beobachten. Aber es kommt zu keiner Vereinigung der einzelnen Tracersektoren. Nach wie vor sind am oberen Sensor eine Haupt- und eine Nebenströmung sowie am un-

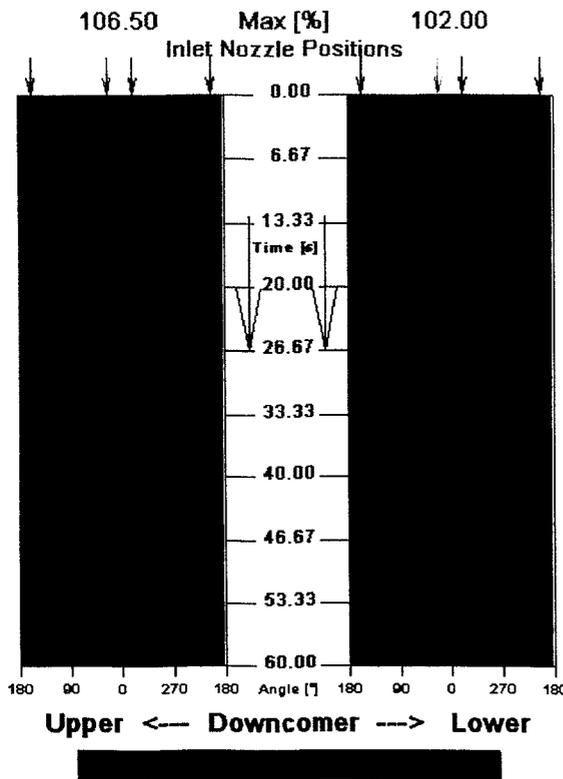


Abb. 8.6 Zeitverlauf der Störung an den Downcomersensoren (*Lzyyy_01*)

teren drei deutlich voneinander getrennte Sektoren zu unterscheiden. Das so beschriebene Strömungsbild bleibt bis zum Ende der Einspeisung in einem quasistationären Zustand erhalten.

Nach dem Ende der Einspeisung verschwindet der Tracer am oberen Ringspaltsensor an allen drei Positionen nahezu gleichzeitig. Am unteren Ringspaltsensor verschwindet zuerst die Nebensträhne bei 270°. Direkt unter der beaufschlagten Schleife hält sich der Tracer noch mehr als 20 s nach dem vollständigen Verschwinden aus der Messebene am oberen Ringspaltsensor. Auch während des langsamen Verschwinden des Tracers sind sehr deutlich azimutale Schwankungen des gesamten Feldes am unteren Ringspaltsensor zu beobachten.

In der Messebene am Kerneintritt wird der Tracer bei $t = 13.6$ s zuerst im Randgebiet an den zwei Winkelpositionen detektiert,

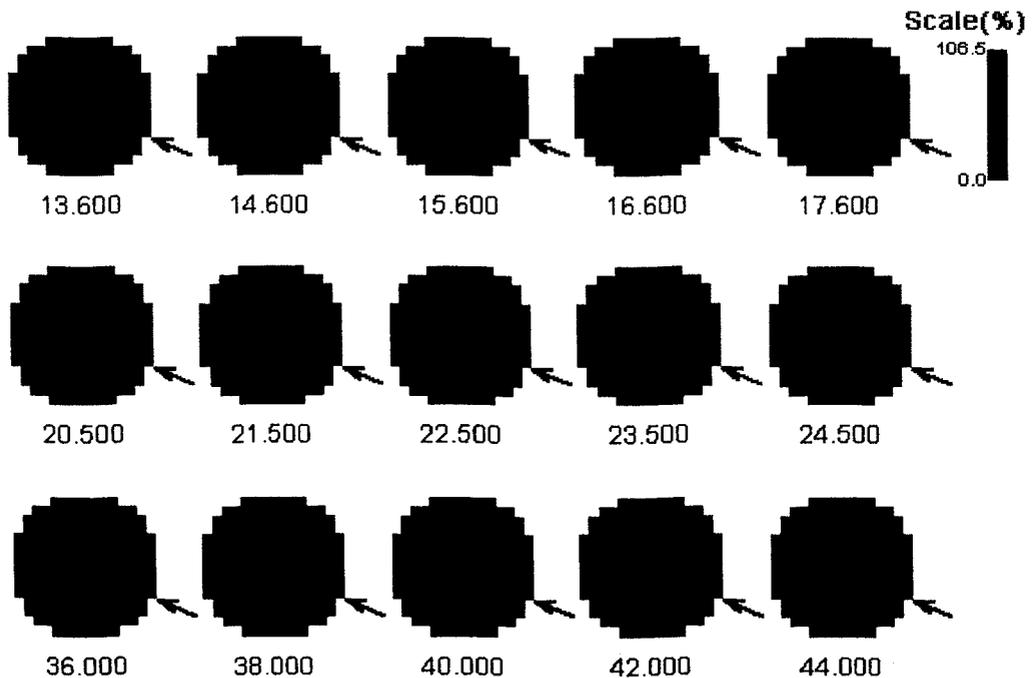


Abb. 8.7 Sequenz von Momentanverteilungen des Tracers am Kerneintritt im Versuch *Lzyyy_01* (Pfeil – Position der gestörten Schleife; Zeit in s)

an denen er auch am unteren Ringspaltsensor zuerst eintraf (bei 90° und rund 270°). Im weiteren Zeitverlauf vergrößern sich die Sektoren mit Tracer an diesen zwei Positionen und reichen auch in den inneren Teil des Kernquerschnitts hinein. Einige Sekunden später ($t = 20.5$ s) erscheint Tracer auch im Randgebiet bei einer Winkelposition von 0° , die dem dritten oben beschriebenen Tracersignal am unteren Ringspaltsensor zugeordnet werden kann. Dieser Sektor vereinigt sich mit dem Sektor bei 270° und nimmt im weiteren nahezu ein Viertel des Kernquerschnitts ein. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Vereinigung der beiden Sektoren, aber weiterhin mit zwei deutlich ausgeprägten Maxima in den Randzonen. Der neugebildete Sektor nimmt nahezu eine Kernhälfte ein. Azimutale Fluktuationen sind weniger deutlich als im Versuch *Ln000_04* zu beobachten. Der Tracer verschwindet zuerst an den Außenseiten des Sektors. Im Randgebiet des Kernquerschnitts genau unterhalb der zwei Schleifenpositionen hält sich noch längere Zeit Tracer, zuletzt noch deutlich ausgeprägt genau unterhalb der Winkelposition der beaufschlagten Schleife.

8.4.3 Teilschleifenbetrieb (Versuch *Ln0n0_01*)

Beim Experiment *Ln0n0* wurden die Schleifen 1 und 3 mit Nominaldurchsatz betrieben, die Schleifen 2 und 4 waren abgesperrt. Über einen Zeitraum von 10 s wurde in Schleife 1 eindosiert. Am Sensor im oberen Ringspaltbereich trifft kurze Zeit später der Tracer ein (Abb. 8.8), zuerst genau unter der Position des Eintrittsstützens von Schleife 1. Danach füllt sich der halbe Ringraum mit Tracer. Am unteren Sensor im Ringspalt trifft der Tracer zuerst bei einer Winkelposition von 90° und kurz darauf bei 270° , also an den Außenseiten des beaufschlagten Gebietes ein. Danach füllt sich der dazwischen liegende Bereich mit Tracer. An der Winkelposition genau unterhalb der beaufschlagten Schleife ist eine tracerfreie Zunge noch bis ca. $t = 10$ s zu beobachten. An beiden Sensoren treten starke azimutale Schwankungen des gesamten Strömungsfeldes auf, deren Amplitude jedoch am unteren Sensor etwa eine Größenordnung höher ist als am oberen. Bei $t = 11.0$ s ist dann auch der letzte freie Zwischenraum ausgefüllt. Nach Beendigung der Einspeisung verschwindet der Tracer gleichzeitig am oberen Sensor. Am unteren Sensor beginnt das Ver-

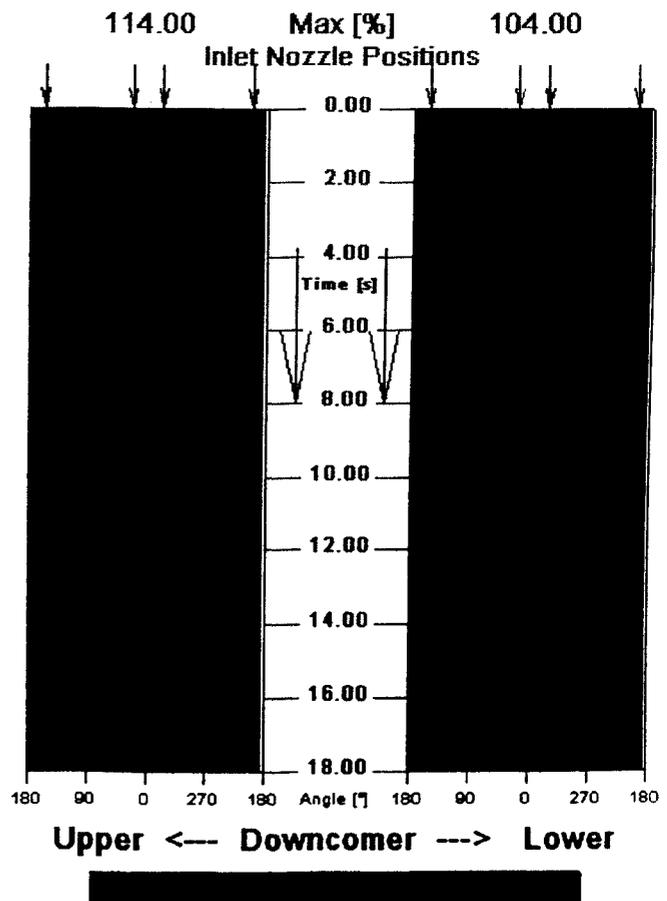


Abb. 8.8 Zeitverlauf der Störung an den Downcomersensoren (*Ln0n0_01*)

schwinden im Außenbereich, der Sektor wird gleichmäßig kleiner. Zuletzt verschwindet der Tracer an der Winkelposition der beaufschlagten Schleife.

An den gleichen Winkelpositionen wie am unteren Sensor im Ringspalt tritt der Tracer in die Messebene am Kerneintritt (Abb. 8.9) ein (bei $t = 4.3$ s). Im weiteren Zeitverlauf nimmt der Tracer den halben Kernbereich ein, mit zwei ausgeprägten Maxima an den Außenseiten. Genau wie am unteren Ringspaltsensor, bleibt in der Mitte ein freier Bereich, der sich langsam füllt. Bei $t = 8.0$ s ist der halbe Kerneintrittsbereich nahezu vollständig und gleichmäßig mit Tracer gefüllt, während zu diesem Zeitpunkt im Ringspalt noch die tracerfreie Zone unterhalb von Stützen 1 existiert. Der gestörte Sektor ist gegenüber dem Ringspaltsensor am Kerneintritt um einige Grad verschoben. Nach Erreichen des quasistationären Zustands sind auch am Kerneintritt deutliche Fluktuationen des gesamten Feldes zu beobachten. Anschließend verlässt der Tracer die Messebene zuerst an den Außenseiten des Sektors. Zuletzt verschwindet er aus dem Randbereich des Kerneintritts bei der Winkelposition von 0° direkt neben der Position der beaufschlagten Schleife.

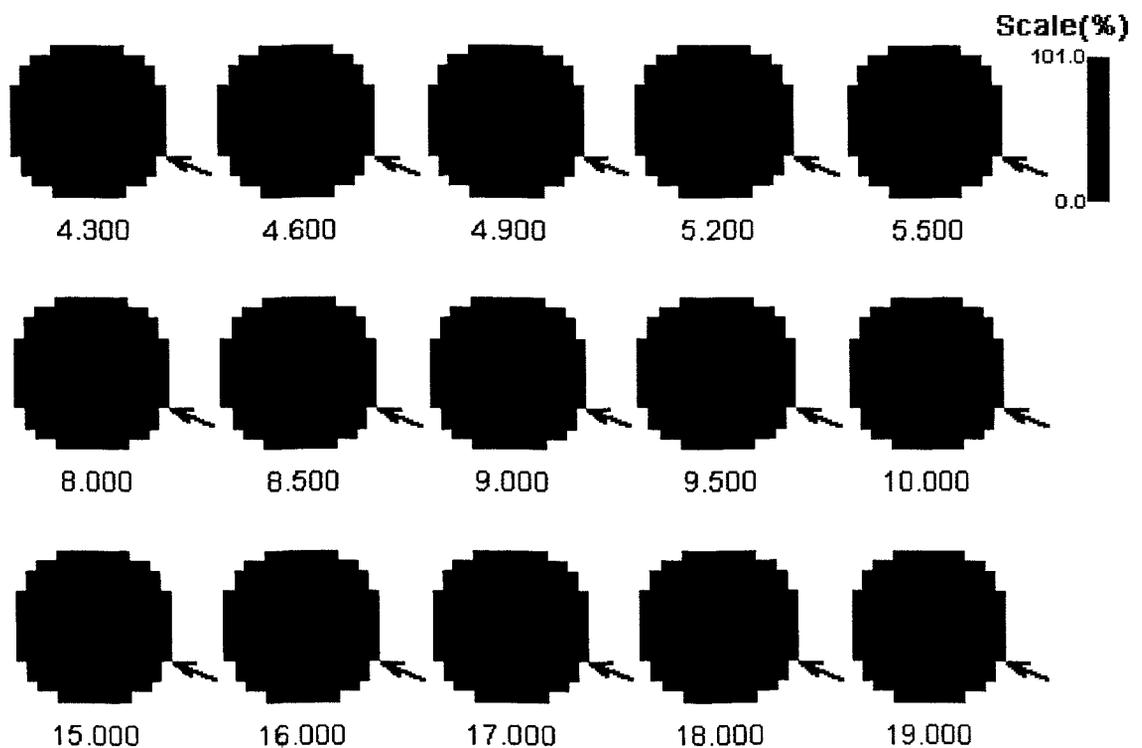


Abb. 8.9 Sequenz von Momentanverteilungen des Tracers am Kerneintritt im Versuch *Ln0n0_01* (Pfeil – Position der gestörten Schleife; Zeit in s)

8.5 Quasistationäre Vermischung am Kerneintritt

8.5.1 Zeitliche Schwankungen des Vermischungsskalars

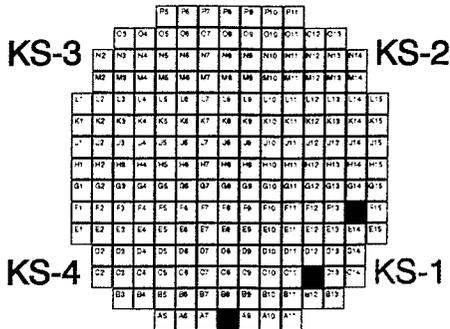


Abb. 8.10 Für den Vergleich ausgewählte Brennelementpositionen

Bei den oben beschriebenen Experimenten waren nach Einstellen eines quasistationären Zustandes am Kerneintritt Fluktuationen des gesamten Konzentrationsfeldes zu beobachten (siehe z.B. Abb. 8.4). Diese Fluktuationen sind durch die turbulente Natur der Strömung bedingt und werden durch großflächige Wirbel im Downcomerbereich hervorgerufen. Der Zeitverlauf der Störung an drei verschiedenen Brennelementpositionen am Kerneintritt im Versuch *Lnnnn_04* ist in Abb. 8.11 dargestellt. Eines der ausgewählten Brennelemente (C12) befindet sich im Zentrum des mit der Störung beaufschlagten Sektors am Kerneintritt, die anderen beiden (A8 und F14) im Außenbereich des Sektors (Abb. 8.10). Am Brennelement C12 sind auf dem quasistationären Plateau Schwankungen mit geringer Amplitude zu beobachten

(kleiner als 5 %). Am Brennelement F14 sind die Schwankungen des Vermischungsskalars ungefähr doppelt so groß, der Wert bewegt sich zwischen 0.6 und 0.8. Am Brennelement A8, einem Randelement, erreichen die Fluktuationen bis zu 50 % des arithmetischen Mittelwertes auf dem Plateau. Diese extremen Schwankungen sind eine Folge der großflächigen Fluktuationen des gesamten Konzentrationsfeldes. Dass diese Fluktuationen des Vermischungsskalars an einzelnen Brennelementpositionen nicht auf den Nominaldurchsatz beschränkt sind, zeigt Abb. 8.12.

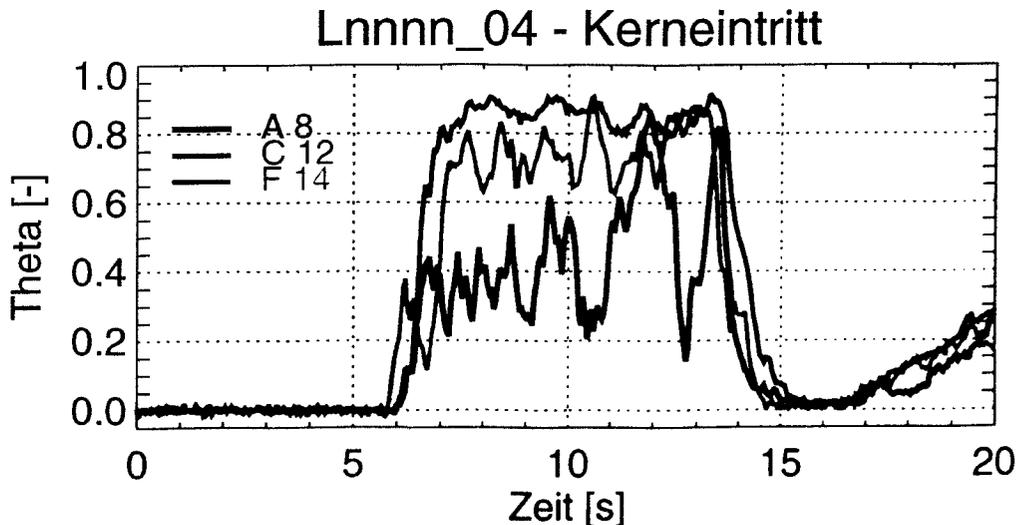


Abb. 8.11 Zeitverlauf des Vermischungsskalars an drei ausgewählten Brennelementpositionen (vergl. Abb. 8.10) im Versuch *Lnnnn_04*

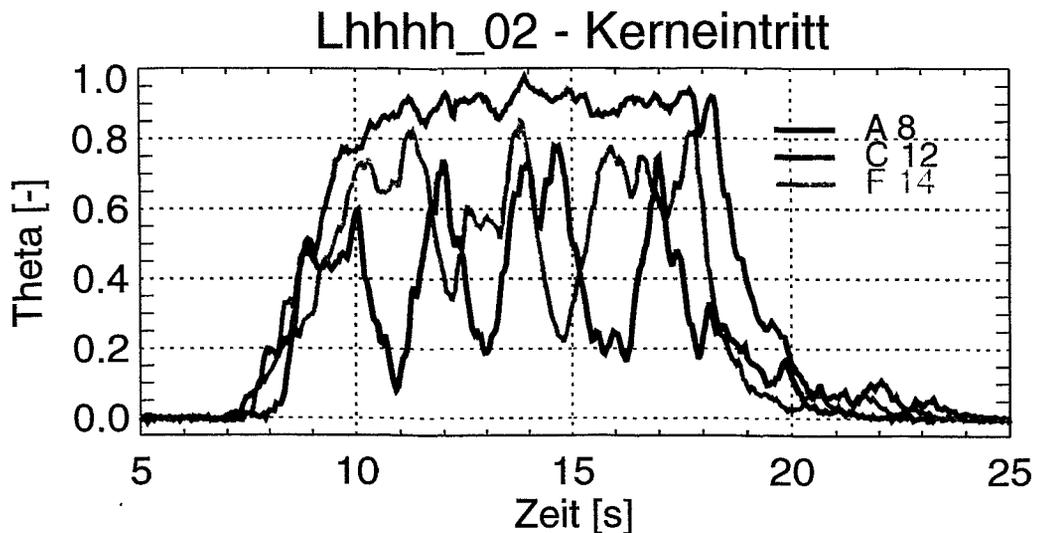


Abb. 8.12 Zeitverlauf des Vermischungsskalars an drei ausgewählten Brennelementpositionen (vergl. Abb. 8.10) im Versuch *Lhhhh_02*

Hier ist der Zeitverlauf des Vermischungsskalars an den gleichen Brennelementpositionen in einem Versuch mit halbem Nominaldurchsatz in allen Schleifen dargestellt. Es ergibt sich qualitativ das gleiche Bild, im Zentrum des beaufschlagten Sektors (C12) sind die Schwankungen gering, im Außenbereich des Sektors hingegen erreicht die Amplitude der Fluktuationen wieder ungefähr 50 % des arithmetischen Mittelwertes. Weiterhin fällt im Vergleich zum Experiment bei Nominaldurchsatz (Abb. 8.11) auf, dass die Frequenz der Schwankungen auf dem quasistationären Plateau um rund die Hälfte kleiner ist.

8.5.2 Reproduzierbarkeit von Einzelversuchen

Aus den vorhergehenden Abschnitten wird deutlich, dass das Strömungsfeld im Reaktordruckbehälter während der Versuche Fluktuationen unterworfen ist. Diese Fluktuationen sind in der turbulenten Natur der Strömung begründet und somit zu einem gewissen Grade zufällig. Aus diesem Grund weichen verschiedene Realisierungen eines Experiments mit identischen Randbedingungen voneinander ab. Zur Dämpfung dieser statistischen Schwankungen werden verschiedene Realisierungen eines Experiments überlagert. Eine wichtige Voraussetzung für die Überlagerung ist die Reproduzierbarkeit der Randbedingungen. Zu diesen Randbedingungen gehört der Verlauf des über den Querschnitt gemittelten Messsignals des Sensors am Reaktoreintritt.

Abb. 8.13 zeigt den Verlauf des Mittelwertes an diesem Sensor in fünf Realisierungen des Versuchs *Lnnnn*. Die Zeitverläufe stimmen nahezu vollständig überein. Der Einfluss der turbulenten Schwankungen ist nur auf dem quasistationären Plateau in Form von geringen Fluktuationen zu beobachten. Damit kann die Überlagerung der Messwerte am Kerneintritt durchgeführt werden.

Lnnnn - Eintrittsstutzen

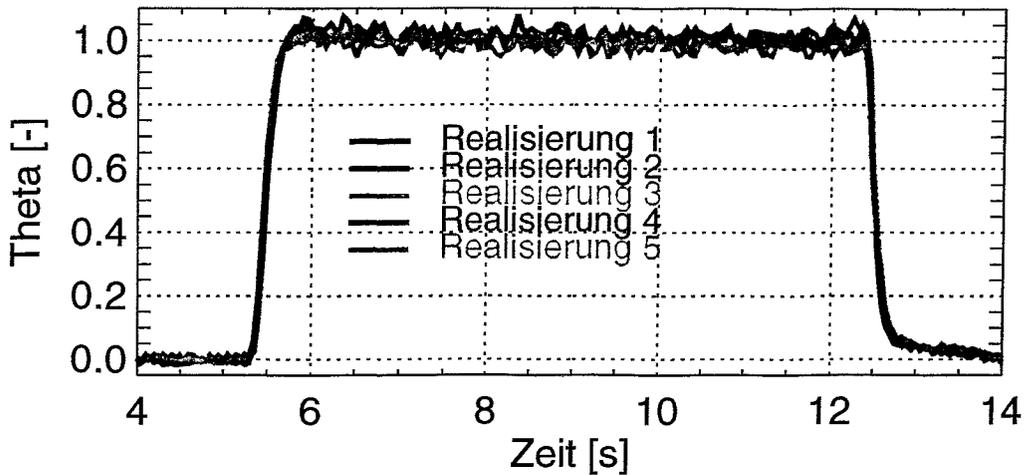


Abb. 8.13 Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen in fünf Realisierungen des Versuchs *Lnnnn*

In Abb. 8.14 ist der Zeitverlauf des Mittel- und Maximalwertes des Vermischungsskalars am Kerneintritt sowie des Wertes an drei ausgewählten Brennelementpositionen (vergl. Abb. 8.10) dargestellt. Mittel- und Maximalwert sind in gewissem Sinne integrale Werte der jeweiligen Realisierung. Deshalb sind die Abweichungen zwischen den einzelnen Realisierungen auch relativ gering. An der Brennelementposition C12, die sich im Zentrum des mit Tracer beaufschlagten Sektors befindet, sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Realisierungen in der gleichen Größenordnung wie bei Mittel- und Maximalwert. An den beiden Brennelementpositionen im Randbereich des beaufschlagten Sektors sind die Unterschiede zwischen den Zeitverläufen der einzelnen Realisierungen wesentlich größer. Deutlich ist der Einfluss der Wirbel zu sehen, die in den einzelnen Realisierungen einen unterschiedlichen Zeitverlauf haben. Das wirkt sich zwangsläufig auch auf die im vorhergehenden Kapitel besprochenen Fluktuationen in den einzelnen Realisierungen aus. Die Wirbelbildung und -ablösung im Reaktordruckbehälter ist bei stationärem Pumpenbetrieb unabhängig vom Zeitpunkt der Einspeisung des Tracers. Daraus folgt, dass zur Ermittlung statistisch gesicherter Ergebnisse eine Überlagerung und Mittelung mehrerer Realisierungen zwingend notwendig ist.

Zur Quantifizierung der turbulenten Fluktuationen werden für jeden lokalen Momentanwert des Vermischungsskalars am Kerneintritt Standardabweichungen auf der Grundlage von fünf Realisierungen einer Versuchsserie berechnet:

$$FS_{\min,e}(x, y, z, t) = \sum_{k=1}^5 (\theta_{ROCOM,k}(x, y, z, t) - \bar{\theta}_{ROCOM}(x, y, z, t))^2 \quad (8.1)$$

Daraus ergeben sich Standardabweichungen nach folgender Gleichung:

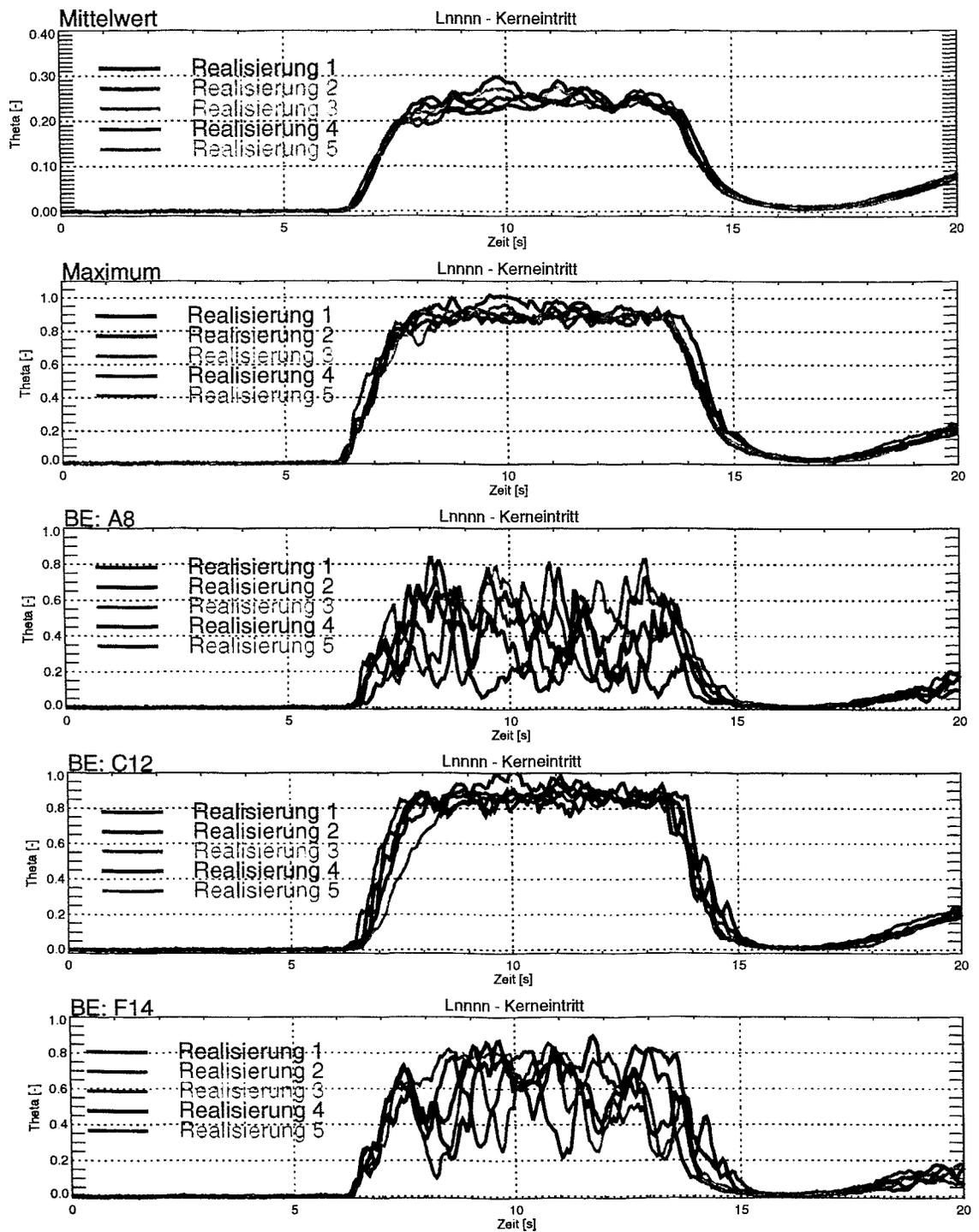


Abb. 8.14 Reproduzierbarkeit der Verhältnisse am Kerneintritt – Zeitverlauf des Mittel- und Maximalwertes sowie des Wertes an drei ausgewählten Brennelementpositionen (vergl. Abb. 8.10) in fünf Realisierungen des Versuchs *Lnnnn*

$$s_{\ominus}(x, y, z, t) = \sqrt{\frac{FS_{\min}}{N-1}} = \sqrt{\frac{FS_{\min, \ominus}(x, y, z, t)}{4}} \quad (8.2)$$

Im Anschluss wurden die Vertrauensbereiche ermittelt, in denen der Messwert mit einer statistischen Sicherheit von $P_1 = 68.3\%$ (entspricht 1σ) und $P_2 = 95.4\%$ (entspricht 2σ) anzutreffen ist. (P_1 ist ein in der physikalischen Messtechnik und P_2 ein in der Industrie üblicher Wahrscheinlichkeitswert [5]):

$$u_{z, \ominus}(x, y, z, t) = \pm t_p \cdot \frac{s}{\sqrt{N}} = \pm t_p \cdot \frac{s_{\ominus}(x, y, z, t)}{\sqrt{5}} \quad (8.3)$$

Hierbei ist t_p der sogenannte Student-Faktor. Er beträgt bei $N=5$ Realisierungen $t_p = 1.11$ für $P = 68.3\%$ und $t_p = 2.57$ für $P = 95.4\%$.

In Abb. 8.15 ist der Verlauf des Mittel- und des Maximalwertes sowie der Zeitverlauf des Vermischungsskalars an den drei ausgewählten Brennelementpositionen (jeweils bezeichnete als EXP 1) einschließlich des Vertrauensbereiches für die beiden oben definierten Wahrscheinlichkeiten (1 Sigma entspricht 68.3%, 2 Sigma entspricht 95.4%) dargestellt. Durch die Mittelung der einzelnen Realisierungen wurden die Fluktuationen deutlich gedämpft (vergl. Abb. 8.11 und 8.14).

Zur Überprüfung der Herangehensweise bei der Ermittlung der statistischen Vertrauensbereiche wurde an einem anderen Versuchstag der Versuch *Lnnnn* wiederholt. Der Versuch wurde wiederum fünfmal realisiert und die Zeitverläufe an jeder Brennelementposition wurden gemittelt. Die zusätzlich in Abb. 8.15 eingezeichnete Kurve EXP 2 ist das Ergebnis dieser Versuchsserie. Mittel- und Maximalwert sowie der Verlauf an der Brennelementposition C12 sind nahezu identisch. Der Zeitverlauf des Vermischungsskalars an den von den charakteristischen Fluktuationen stärker betroffenen Positionen A8 und F14 liegt überwiegend innerhalb der einfachen Standardabweichung.

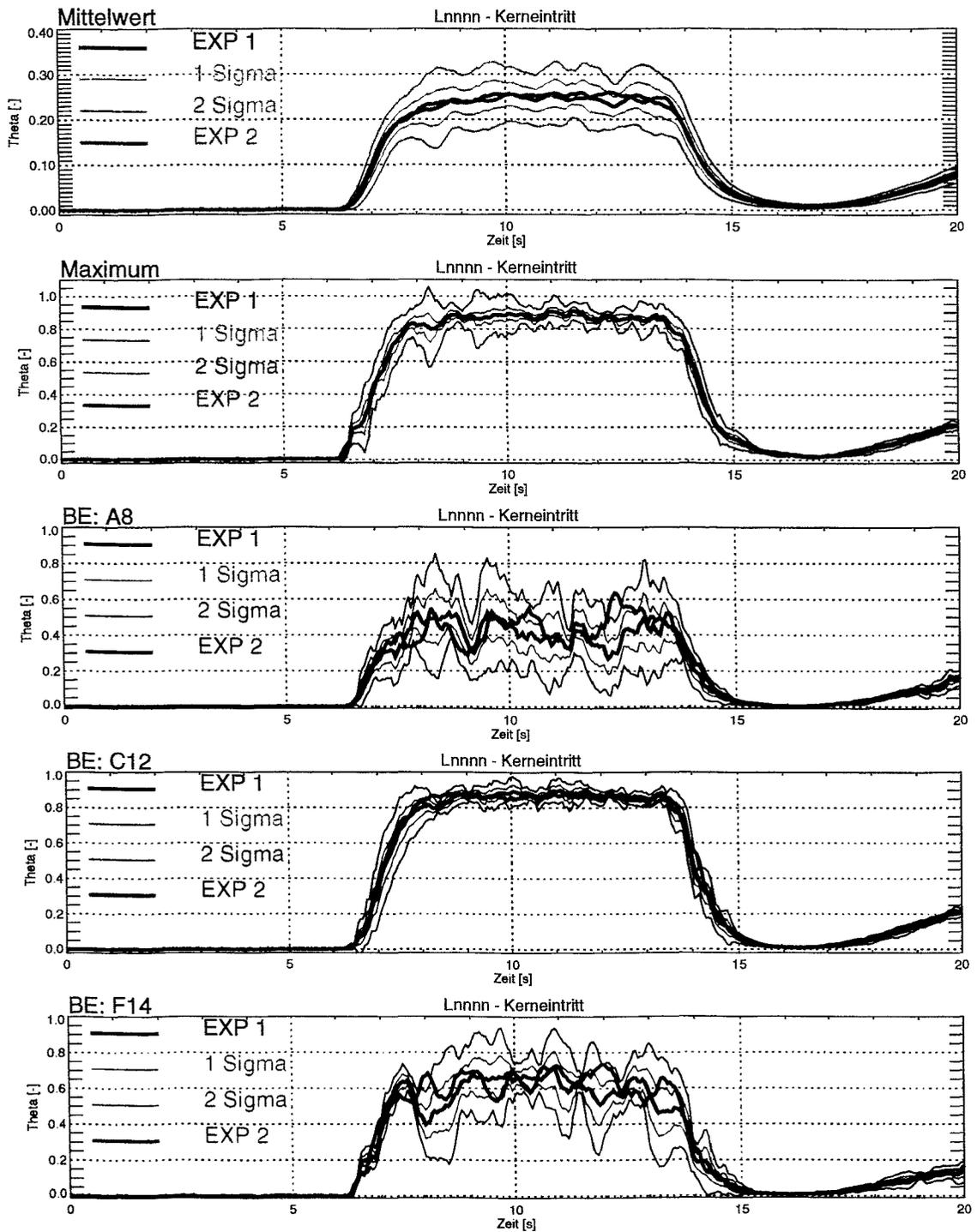


Abb. 8.15 Statistische Analyse des Zeitverlaufs des Mittel- und Maximalwertes sowie des Wertes an drei ausgewählten Brennelementpositionen (vergl. Abb. 8.10) für den Versuch *Lnnnn*

8.5.3 Statistische Auswertung der Plateauwerte und Ermittlung der Verteilung des gemittelten Vermischungskalars

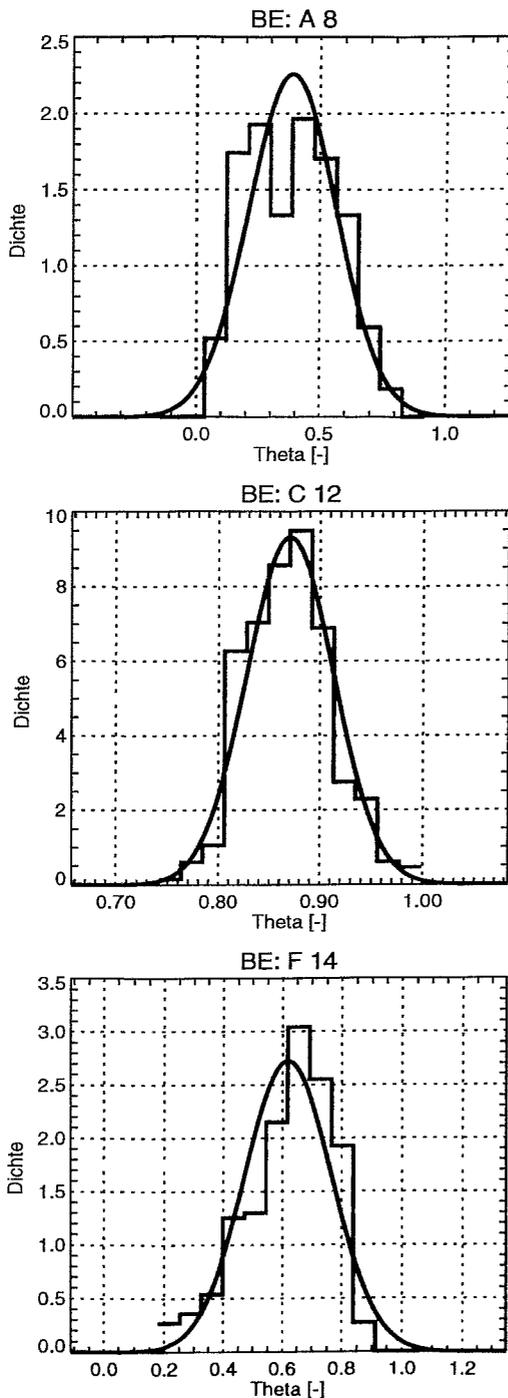


Abb. 8.16 Messwerthäufigkeit und Normalverteilung der Plateauwerte an ausgewählten BE-Positionen der Serie Lnnnn

Stationäre Vermischungskoeffizienten werden durch Mittelung aller Werte auf dem quasistationären Plateau an jeder Brennelementposition bestimmt. In Abhängigkeit von der Dauer der Einspeisung und den eingestellten Volumenströmen in den einzelnen Schleifen ergeben sich unterschiedliche Mittelungszeiten auf dem quasistationären Plateau. Bei einer Aufzeichnungsfrequenz von 20 Hz und 3 s Mittelungszeit auf dem Plateau ergeben sich bei fünf Realisierungen rd. 300 Einzelwerte, aus denen der Wert an jedem Brennelement für die stationäre Vermischungsmatrix ermittelt wird. Bei einer größeren Anzahl von Messwerten muss die Häufigkeitsverteilung in eine glockenförmige Normalverteilung übergehen, wenn die Abweichungen der Einzelwerte vom Erwartungswert überwiegend statistischer Natur sind. Für drei Brennelementpositionen (entsprechend Abb. 8.10) wurde die Häufigkeitsdichteverteilung aller Messwerte der Serie Lnnnn in Abb. 8.16 zusammen mit der aus der Standardabweichung nach Gl. (8.2) bestimmten Wahrscheinlichkeitsdichte der Normalverteilung dargestellt. Für die Darstellung der Messwerthäufigkeit wurden dabei sechs gleich große Intervalle (je 0.5 mal Standardabweichung) gewählt. Es ist deutlich zu sehen, dass sich für diese willkürlich ausgewählten Brennelementpositionen eine gute Übereinstimmung zwischen Dichte der Normalverteilung und der Messwerthäufigkeit ergibt, was als Bestätigung für die statistische Natur der Schwankungen anzusehen ist.

Abb. 8.17 zeigt die Mittelwerte der Serie Lnnnn (D2) auf einem Ring von Brennelementpositionen, die jeweils zwei Schritte vom Rand des Kerns entfernt sind (siehe Abb.). Die aus der statistischen Analyse ermittelten Wahr-

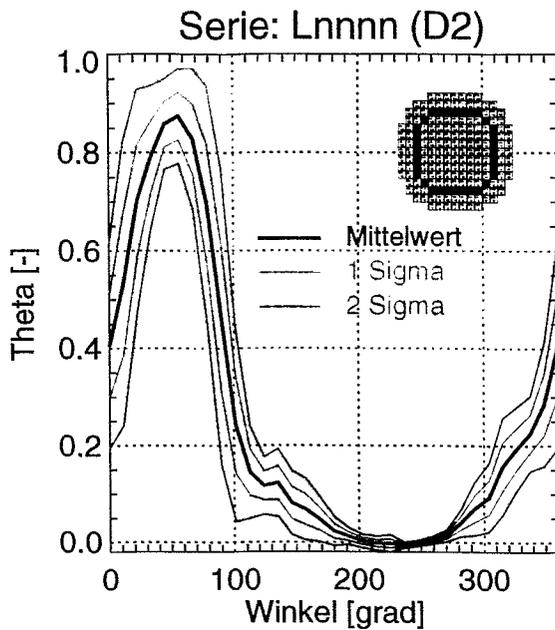


Abb. 8.17 Mittelwerte an Brennelementen auf einer azimuthalen Linie im Kern (einschließlich zweier Wahrscheinlichkeitsbänder)

scheinlichkeitsbänder von 68.5 % (1σ) und 95.4 % (2σ) sind ebenfalls eingetragen. Auf der der Einspeisung gegenüberliegenden Seite des Kerns (bei einer Winkelposition von rund 240°) fällt der Mittelwert mit den Wahrscheinlichkeitsbändern praktisch zusammen. Das spricht dafür, dass der statistische Fehler der Messtechnik weit unterhalb der turbulenten (statistischen) Schwankungen des Strömungsfeldes liegt und somit nicht zu einer künstlichen Verbreiterung der Wahrscheinlichkeitsbänder führt (vgl. Abschnitt 9).

An den Randpositionen des Konzentrationsfeldes ist durchgehend der stärkere Einfluss der turbulenten Schwankungen (wie schon am Beispiel der Brennelemente A 8 und F 14 im Abschnitt 8.5.2 beschrieben) zu beobachten.

Für alle Experimentalserien wurde die oben beschriebene Ermittlung der stationären Vermischungsmatrix durchgeführt. Die Zahlenwerte für jede Brennelementposition sind im Anhang zusammen mit den Randbedingungen und der Anzahl der durchgeführten Realisierungen sowie einer grafischen Darstellung des gemittelten Vermischungsskalars aufgeführt. Auf den auch im Anhang ausgewiesenen Speichermedien (Compact Disks) finden sich weitere Informationen zu den Experimentalserien (Mittlungszeit, Standardabweichung, Vermischungsskalare der Einzelrealisierungen und der weiteren Messpositionen).

8.6 Einfluss des Druckverlustes

Der Druckverlust des Reaktorkerns hat Einfluss auf das Geschwindigkeitsfeld im unteren Plenum und damit auf die Tracerverteilung am Kerneintritt. Wie in Abschnitt 4.3 beschrieben, wurden Versuche mit drei unterschiedlichen Druckverlustbeiwerten durchgeführt: (A) $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 0,40$, (B) $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 1,09$ und (C) $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 6,98$. Abb. 8.18 zeigt hierzu die Verteilung des Vermischungsskalars für Vierschleifenbetrieb mit je $100 \text{ m}^3/\text{h}$ Durchsatz. Leider war ein Betrieb bei Nenndurchsatz mit dem höchsten Druckverlustbeiwert wegen des Druckaufbaus vor dem Reaktorkern nicht realisierbar, so dass der verminderte Wert für den Vergleich herangezogen werden muss.

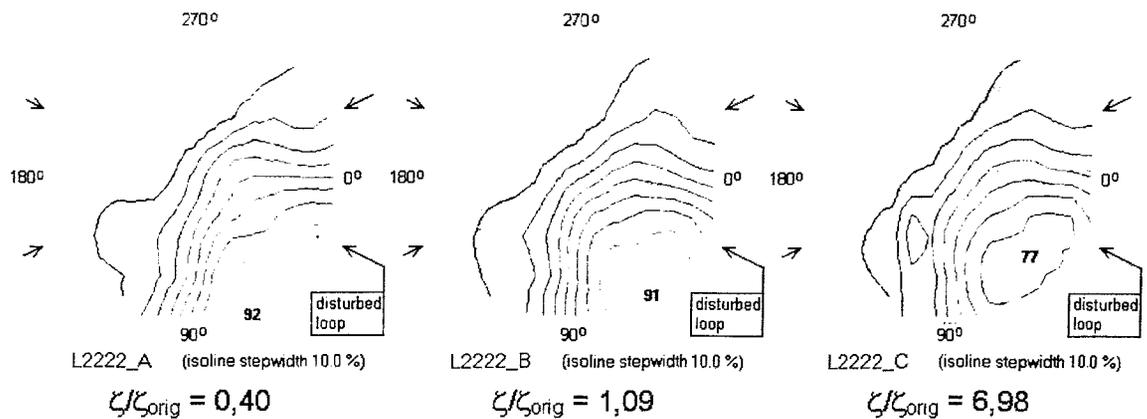


Abb. 8.18 Quasistationäre Vermischung bei Vollsleifenbetrieb mit vermindertem Durchsatz ($4 \times 100 \text{ m}^3/\text{h}$) und Variation des Core-Druckverlusts

Es besteht ein nachweisbarer Einfluss des Core-Druckverlustes auf die Vermischung, also auf die Amplitude der örtlichen Konzentrations- bzw. Temperaturänderung bezogen auf die Änderung am Eintrittsstutzen. Bei Erhöhung des Druckverlustbeiwerts über den Originalwert hinaus verschiebt sich das Maximum der Störung von seiner anfänglichen Randposition zu einem vom Rand weiter entfernten Brennelement. Insgesamt wird die Verteilung gleichmäßiger, die azimutale Lage des Maximums verschiebt sich in Richtung der Symmetrieachse, die bei 45° liegt.

Auf Grund der stets zu beobachtenden turbulenten Fluktuationen der Verteilung des Vermischungsskalars treten auch bei den Langzeitmittelwerten bei unterschiedlichen Realisierungen unter gleichen Randbedingungen erhebliche Abweichungen auf. Deshalb wurden für Abb. 8.18 die Ergebnisse von Mittelungen über alle jeweils verfügbaren Versuche verwendet.

8.7 Einfluss des Kühlmitteldurchsatzniveaus

Zur Untersuchung des Einflusses der Kühlmittelgeschwindigkeit wurden Versuche mit Vollsleifenbetrieb bei Variation des Durchsatzes durchgeführt. Dabei ergab sich mit wachsendem Durchsatz eine Verschiebung des Maximums der Störung von seiner anfänglichen Randposition zu einem vom Rand weiter entfernten Brennelement. Die azimutale Lage des Maximums nähert sich der Symmetrieachse, die bei 45° liegt (Abb. 8.19). Bei Nenndurchsatz ergab sich mit dem originalen Druckverlustbeiwert eine Verteilung, die von der Form her der bei vermindertem Durchsatz und erhöhtem Druckverlust (vgl. Abb. 8.18, Fall C) nahekommt, wobei dort jedoch ein kleinerer Maximalwert auftrat. Insgesamt sind die Veränderungen der Verteilungen bei Variation des Durchsatzes jedoch nicht sehr groß.

Eine analoge Tendenz wurde bei vermindertem Druckverlustbeiwert des Reaktorkerns gefunden ($\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 0,40$). Hierbei tritt die Ablösung des Maximums vom Rand jedoch erst bei einem Durchsatz oberhalb des Nenndurchsatzes auf, d.h. bei 200 bzw. 300 m^3/h (Abb. 8.20).

Es wird davon ausgegangen, dass die beobachteten Effekte auf die mit zunehmendem Druckabfall wachsende Vergleichmäßigung des Geschwindigkeitsfeldes am

Kerneintritt zurückzuführen ist. Der Druckabfall nimmt proportional zum Quadrat des Durchsatzes zu und entspricht für den Fall des Core-Modells mit vermindertem Druckverlustbeiwert bei 300 m³/h dem Druckabfall bei originalem Druckverlustbeiwert und Nominaldurchsatz (185 m³/h). Die beiden entsprechenden Verteilungen in den Abbildungen 8.19 und 8.20 weisen eine große Ähnlichkeit auf. So sind die Brennelementposition, auf der das Maximum des Vermischungsskalars beobachtet wird, sowie der Maximalwert selbst (92 %) identisch. Das unterstreicht die Unabhängigkeit der Verteilung von der Reynoldszahl in der Nähe des Nenndurchsatzes (185 m³/h) im Modell mit originalem Druckverlustbeiwert.

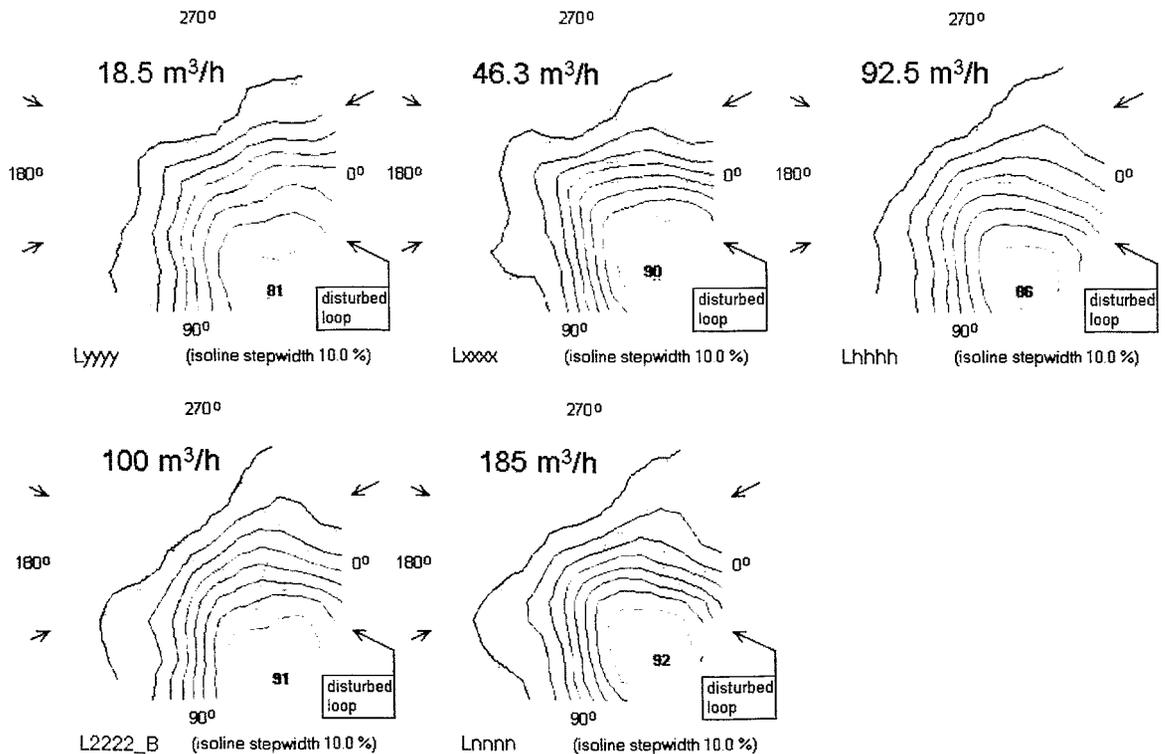


Abb. 8.19 Quasistationäre Vermischung bei Vollsleifenbetrieb bei Variation des Durchsatzes, nominaler Core-Druckverlust: $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 1,09$

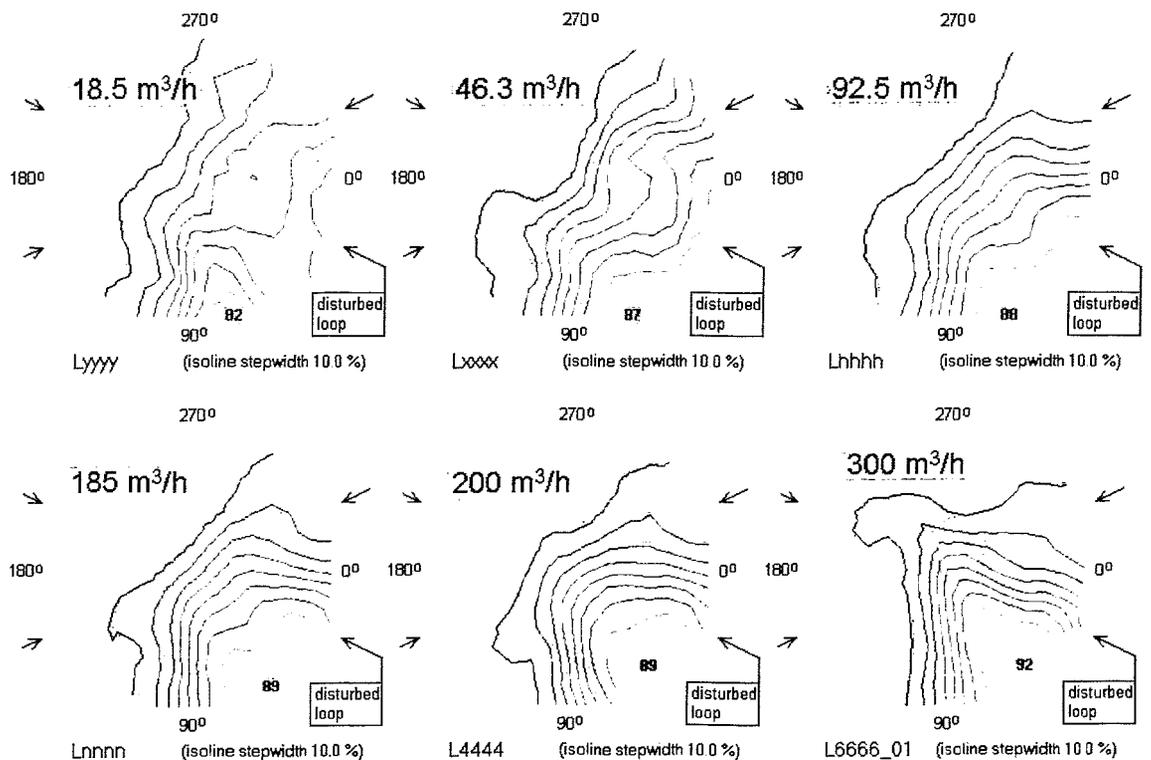


Abb. 8.20 Quasistationäre Vermischung bei Vollsleifenbetrieb bei Variation des Durchsatzes, verminderter Core-Druckverlust: $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 0,40$

8.8 Einfluss des Durchsatzes auf die Ausdehnung des gestörten Sektors

In einer speziellen Testserie wurde bei Vierschleifenbetrieb der Durchsatz in Schleife 1 variiert, wobei die Durchsätze in den anderen drei Schleifen konstant bei 200 m³/h gehalten wurden. Diese Versuche wurden mit dem Kerneinsatz mit vermindertem Druckverlustbeiwert gefahren. Mit wachsendem Volumenstrom in Schleife 1 kommt es zu einer Aufweitung des vom Tracer betroffenen Sektors am Kerneintritt (Abb. 8.21). Wird der Durchsatz über den der übrigen Schleifen hinaus erhöht, so bildet sich ein zweites lokales Maximum des Vermischungsskalars in der Nähe der azimuthalen Position des Eintrittsstützens der benachbarten Schleife heraus. Der Maximalwert des Vermischungsskalars steigt mit zunehmendem Volumenstrom in der gestörten Schleife kontinuierlich an.

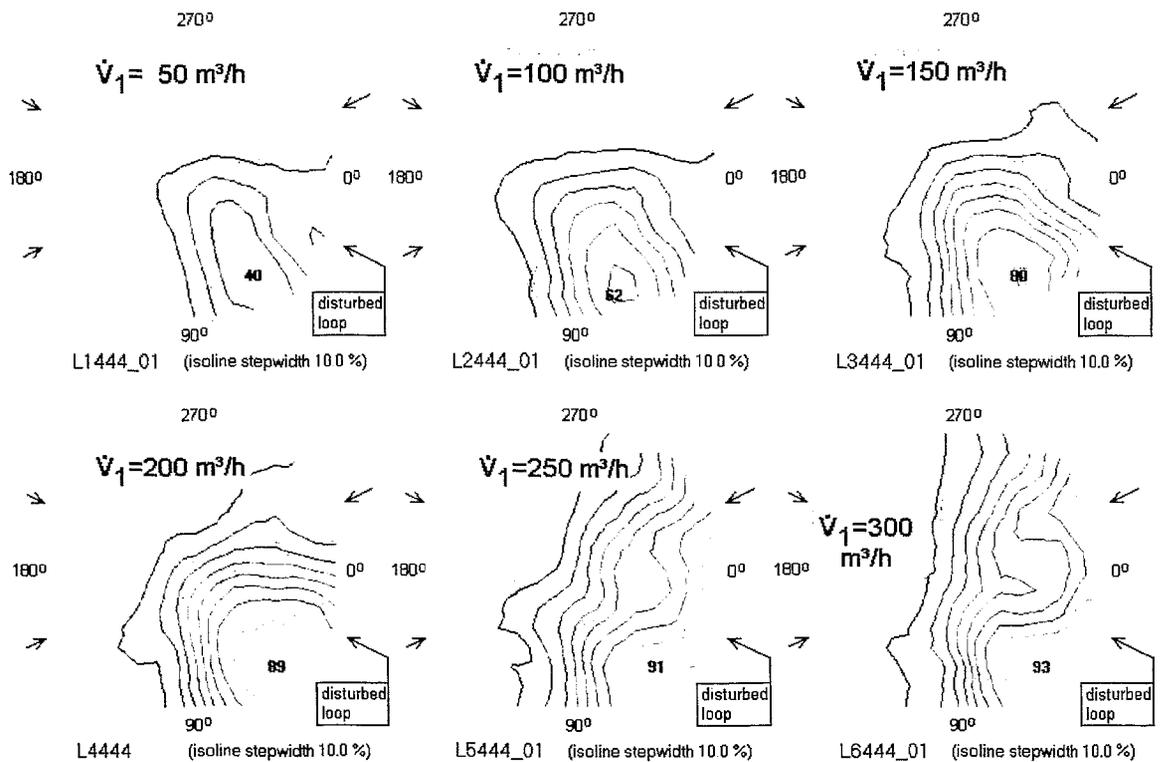


Abb. 8.21 Quasistationäre Vermischung bei Vollsleifenbetrieb bei Variation des Durchsatzes in Schleife 1, konstanter Durchsatz in den Schleifen 2 - 4 von $200 \text{ m}^3/\text{h}$, verminderter Core-Druckverlust: $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 0,40$

Wie in Abb. 8.22 dargestellt, ist die Aufweitung des Sektors, in dem der Tracer auftritt, auch im Ringspalt gut zu erkennen. Bereits am oberen Ringspaltsensor ist die azimuthale Verschiebung der Tracersträhne auf die Symmetrieachse in der Umgebung von 45° abgeschlossen. Ab $250 \text{ m}^3/\text{h}$ tritt ein zweites Maximum bei ca. -90° in Erscheinung. Die Breite der Strähne wächst annähernd proportional mit dem Durchsatz in Schleife 1, wobei sich die Strähne nunmehr vorrangig nach links, d.h. in Richtung auf den unmittelbar benachbarten Eintrittsstutzen aufweitet. Diese Tendenz hat ihre Ursache in der Behinderung der azimuthalen Ausbreitung der Kühlmittelströmung infolge der als Hindernis wirkenden Versatzstücke an den Positionen der Austrittsstutzen.

Am unteren Ringspaltsensor wird bei Durchsätzen von 50 bis $200 \text{ m}^3/\text{h}$ ein ähnliches Verhalten beobachtet, wobei der Konzentrationsabfall an den Flanken der Strähne weniger steil ist. Bei höheren Durchsätzen weitet sich die Strähne ebenfalls vorrangig in Richtung auf den unmittelbar benachbarten Eintrittsstutzen auf.

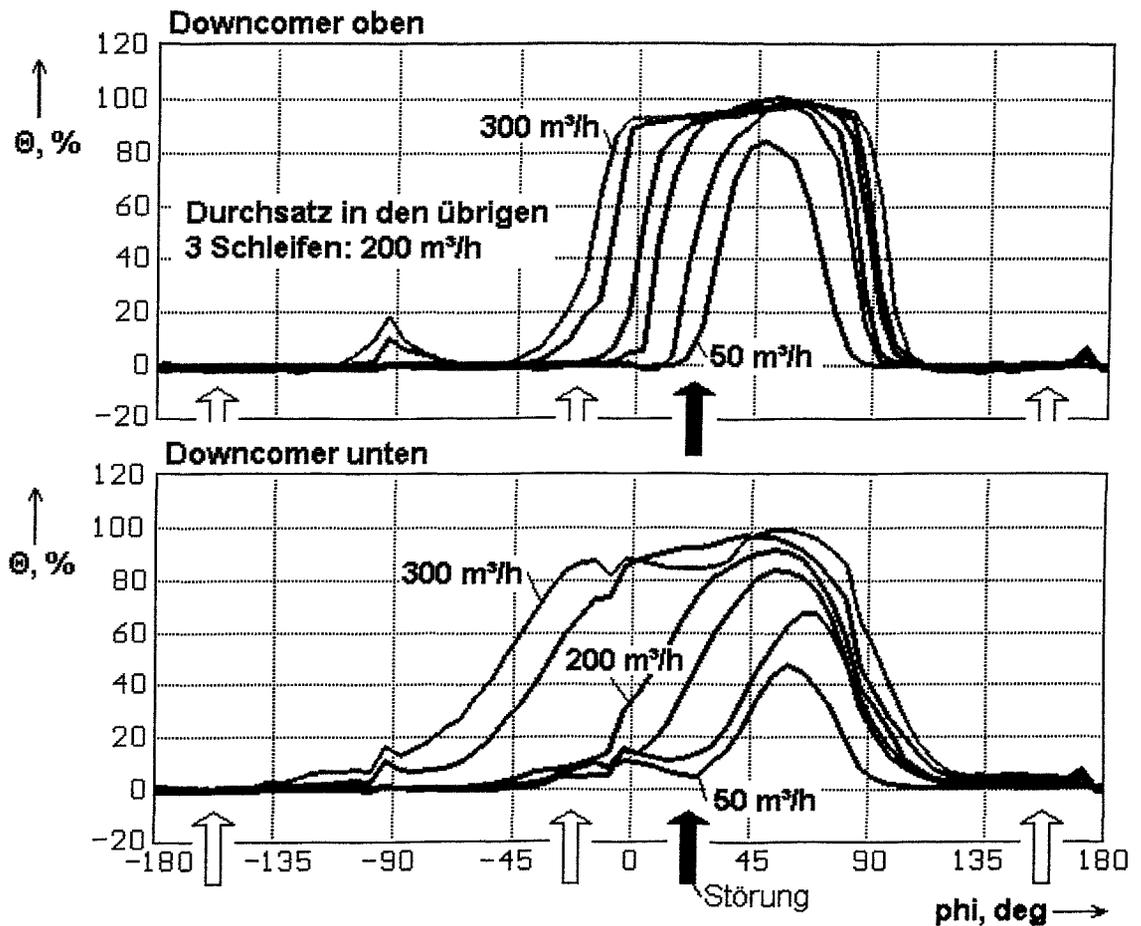


Abb. 8.22 Azimutale Verteilung des zeitgemittelten Vermischungsskalars im Downcomer bei Variation des Volumenstroms in Schleife 1 bei konstanten Volumenströmen in den Schleifen 2 – 4

Später wurde diese Testserie mit dem nominalen Druckverlustbeiwert wiederholt. Das Ergebnis ist in Abb. 8.23 dargestellt. Die bei vermindertem Druckverlustbeiwert beobachteten Tendenzen treten wiederum auf. Ein Unterschied wurde lediglich bei erhöhtem Durchsatz in Schleife 1 von $225 \text{ m}^3/\text{h}$ beobachtet. Bei nominalem Druckverlustbeiwert sinkt der Maximalwert des Vermischungsskalars gegenüber dem Fall mit Nenndurchsatz in allen Schleifen leicht ab und verschiebt sich zum Rand des Reaktorkerns. Das Auftreten eines zweiten lokalen Maximums in Nähe der unmittelbar benachbarten Schleife wird in beiden Fällen gleichermaßen beobachtet.

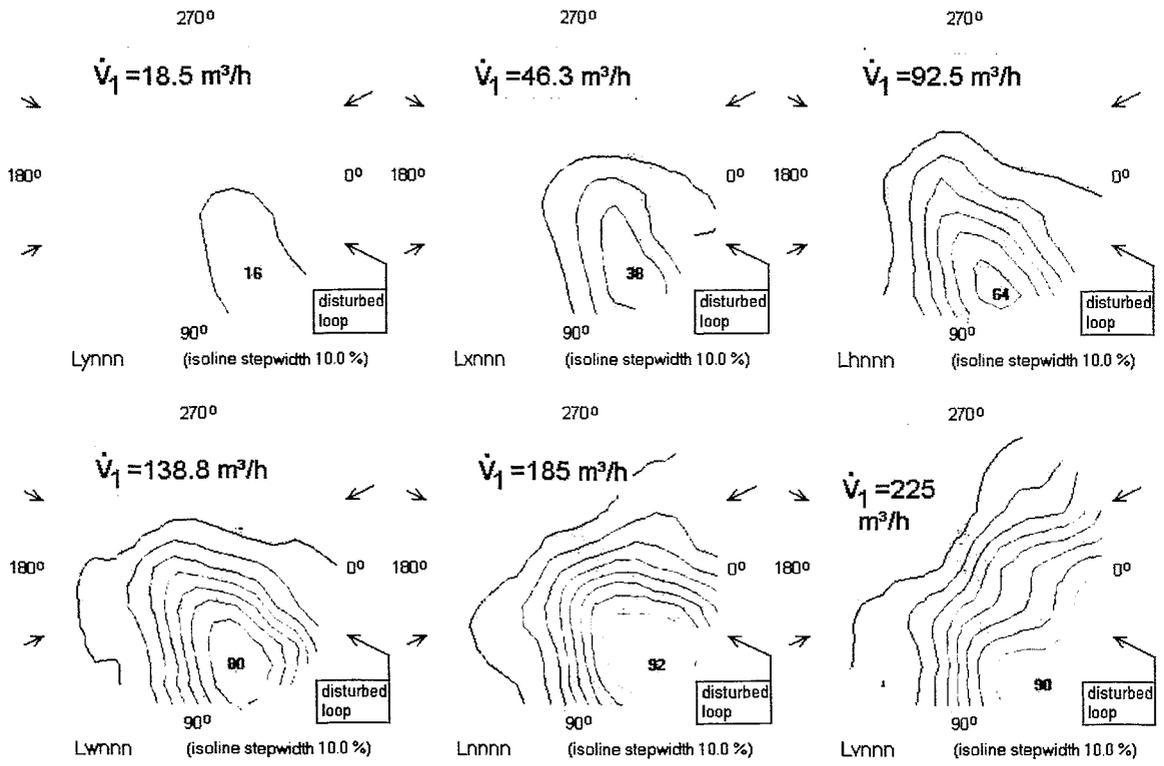


Abb. 8.23 Quasistationäre Vermischung bei Vollsleifenbetrieb bei Variation des Durchsatzes in Schleife 1, konstanter Nenndurchsatz in den Schleifen 2 - 4 von 185 m³/h, nominaler Core-Druckverlust: $\zeta/\zeta_{\text{orig}} = 1.09$

9. Fehlerbetrachtung

In diesem Abschnitt wird eine Fehlerabschätzung für die aus den Experimenten gewonnenen Leitfähigkeitswerte und die auf dieser Basis bestimmten Vermischungskalare vorgenommen. Die folgenden drei Fehlerquellen wurden in die Abschätzung einbezogen:

- Abweichung der Kalibrierkurve
- Diskretisierungsfehler der primären Messwerte
- Statistische Schwankungen der Messwerte

Sämtliche drei Fehlerarten können sich quantitativ für jeden Messpunkt unterscheiden. Aus diesem Grund wird die Fehleranalyse exemplarisch für einen repräsentativen Messpunkt jedes Gittersensors durchgeführt.

9.1 Kalibrierkurve

Für die Auswertung der Experimente werden Kalibrierfunktionen nach Gl. (5.2) erstellt. Diese Kalibrierfunktionen basieren auf den in der jeweiligen Messserie ermittelten Stützstellen und werden nur in dieser Messserie verwendet. Abb. 9.1 zeigt für je einen Messpunkt jedes Gittersensors die aufgenommenen Stützstellen und die daran angepasste individuelle Kalibrierkurve. Es erwies sich dabei eine lineare Anpassung als ausreichend. Eine lineare Kalibrierkurve erscheint auch aus physikalischer Sicht sinnvoll. Es ist zu beachten, dass Messwerte oberhalb von 1800 mV in der Anpassung nicht berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 5), da sie jenseits der Aussteuerungsgrenze der Eingangsverstärker liegen.

Da für jeden Messpunkt jeder Messserie individuelle Kalibrierkurven erstellt werden, sind die Abweichungen von den Messwerten sowohl von Messpunkt zu Messpunkt als auch von Messserie zu Messserie verschieden. Die ausgewählten Messpunkte für diese Analyse sind repräsentativ für den jeweiligen Gittersensor. Die in den Abbildungen und Tabellen dargestellten Werte entstammen der Messserie F_05_30.

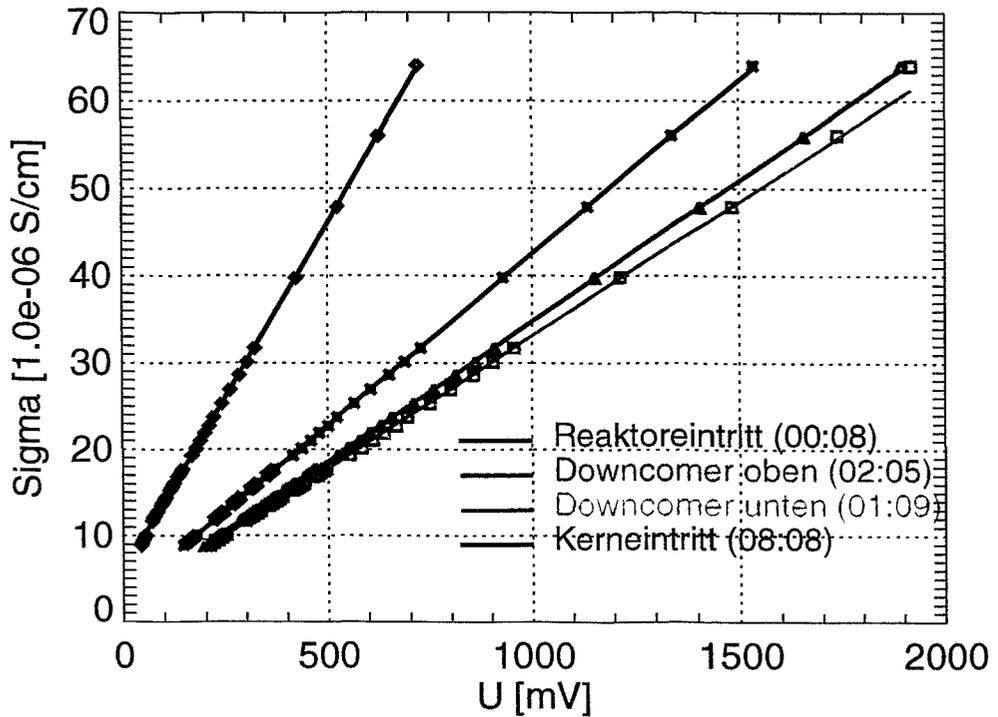


Abb. 9.1 Kalibrierkurven (Linien) und Messwerte (Punkte) für je einen Messpunkt jedes Gittersensors der Versuchsserie F_05_30

Tab. 9.1 Vergleich gemessener und berechneter Leitfähigkeiten für den Messpunkt 00:08 des Gittersensors im kalten Strang (Abb. 4.3, 5.4)

U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S/cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S/cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S/cm}$]	U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S/cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S/cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S/cm}$]
44	8.89	9.48	- 0.59	133	16.83	16.62	+ 0.21
46	9.16	9.64	- 0.48	136	17.03	16.86	+ 0.17
49	9.49	9.88	- 0.39	139	17.25	17.10	+ 0.15
52	9.78	10.12	- 0.34	142	17.50	17.34	+ 0.16
55	10.07	10.37	- 0.29	144	17.70	17.50	+ 0.20
71	11.69	11.65	+ 0.04	167	19.30	19.35	- 0.05
73	11.99	11.81	+ 0.18	178	20.10	20.23	- 0.13
77	12.27	12.13	+ 0.14	189	21.00	21.11	- 0.11
80	12.55	12.37	+ 0.18	200	21.90	21.99	- 0.09
84	12.86	12.69	+ 0.14	210	22.70	22.79	- 0.09
92	13.46	13.33	+ 0.13	221	23.70	23.67	+ 0.03
95	13.73	13.57	+ 0.16	242	25.30	25.36	- 0.06
98	13.96	13.81	+ 0.15	262	26.90	26.96	- 0.06
101	14.22	14.05	+ 0.17	285	28.60	28.80	- 0.20
104	14.48	14.29	+ 0.19	304	30.10	30.33	- 0.23
114	15.25	15.10	+ 0.15	323	31.70	31.85	- 0.15
116	15.46	15.26	+ 0.20	423	39.80	39.87	- 0.07
119	15.66	15.50	+ 0.16	525	47.90	48.05	- 0.15
121	15.88	15.66	+ 0.22	625	56.00	56.06	- 0.06
124	16.09	15.90	+ 0.19	721	64.00	63.76	+ 0.24

Tab. 9.1 enthält für den ausgewählten Messpunkt des Gittersensors am Reaktoreintritt eine Gegenüberstellung der gemessenen und der mit der Kalibrierfunktion berechneten Leitfähigkeit. Im für die Experimente relevanten Bereich oberhalb von 10 $\mu\text{S/cm}$ beträgt die maximale absolute Abweichung der Kalibrierkurve vom Messwert

$$\Delta\sigma_{\text{calibmax}} = \pm 0.29 \mu\text{S/cm.}$$

Die ersten Werte der Tabelle unterstreichen deutlich den nichtlinearen Charakter der Werte unterhalb von 10 $\mu\text{S/cm}$.

Die Auswertung der Daten für den ausgewählten Messpunkt am oberen Downcomersensor (Tab. 9.2) zeigt, dass die maximale Abweichung zwischen gemessener und berechneter Leitfähigkeit mit

$$\Delta\sigma_{\text{calibmax}} = \pm 0.16 \mu\text{S/cm.}$$

nur rund halb so groß wie die Abweichung für den Punkt am Reaktoreintritt ist. Eine Nichtlinearität der Messwerte unterhalb von 10 $\mu\text{S/cm}$ ist hier nicht zu beobachten.

Am unteren Downcomersensor ergibt sich aus Tab. 9.3 ein absoluter Maximalfehler von

$$\Delta\sigma_{\text{calibmax}} = \pm 0.27 \mu\text{S/cm.}$$

Auch hier ist eine Nichtlinearität unterhalb von 10 $\mu\text{S/cm}$ nicht festzustellen. Die letzten Messwerte für beide Sensoren (1894 bzw. 1919 mV) liegen außerhalb des Gültigkeitsbereiches und waren deshalb nicht Bestandteil der Kalibrierung.

Tab. 9.2 Vergleich gemessener und berechneter Leitfähigkeiten für den Messpunkt 02:05 des Gittersensors im oberen Downcomer (Abb. 4.3)

U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S/cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S/cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S/cm}$]	U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S/cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S/cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S/cm}$]
199	8.89	8.94	- 0.05	442	16.83	16.77	+ 0.06
207	9.16	9.19	- 0.03	448	17.03	16.97	+ 0.06
217	9.49	9.51	- 0.02	455	17.25	17.19	+ 0.06
226	9.78	9.80	- 0.02	462	17.50	17.42	+ 0.08
235	10.07	10.09	- 0.02	468	17.70	17.61	+ 0.09
285	11.69	11.71	- 0.02	523	19.30	19.39	- 0.09
293	11.99	11.97	+ 0.02	550	20.10	20.26	- 0.16
302	12.27	12.26	+ 0.01	578	21.00	21.16	- 0.16
311	12.55	12.55	0.00	603	21.90	21.97	- 0.07
319	12.86	12.81	+ 0.02	630	22.70	22.84	- 0.14
339	13.46	13.45	+ 0.01	656	23.70	23.68	+ 0.02
346	13.73	13.68	+ 0.05	709	25.30	25.39	- 0.09
354	13.96	13.94	+ 0.02	757	26.90	26.93	- 0.03
362	14.22	14.19	+ 0.03	811	28.60	28.68	- 0.08
369	14.48	14.42	+ 0.06	860	30.10	30.26	- 0.16
393	15.25	15.20	+ 0.05	907	31.70	31.77	- 0.07
399	15.46	15.39	+ 0.07	1153	39.80	39.72	+ 0.08
405	15.66	15.58	+ 0.08	1406	47.90	47.87	+ 0.03
412	15.88	15.80	+ 0.08	1654	56.00	55.88	+ 0.12
418	16.09	16.00	+ 0.09	1894	64.00	63.62	+ 0.38

Tab. 9.3 Vergleich gemessener und berechneter Leitfähigkeiten für den Messpunkt 01:09 des Gittersensors im unteren Downcomer (Abb. 4.3, 5.5)

U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
210	8.89	8.90	- 0.01	467	16.83	16.78	+ 0.05
220	9.16	9.20	- 0.04	474	17.03	16.99	+ 0.04
231	9.49	9.54	- 0.05	481	17.25	17.21	+ 0.04
241	9.78	9.85	- 0.07	489	17.50	17.46	+ 0.04
251	10.07	10.15	- 0.08	495	17.70	17.64	+ 0.06
299	11.69	11.63	+ 0.06	553	19.30	19.42	- 0.12
308	11.99	11.90	+ 0.09	582	20.10	20.31	- 0.21
317	12.27	12.18	+ 0.09	611	21.00	21.20	- 0.20
327	12.55	12.49	+ 0.06	638	21.90	22.03	- 0.13
336	12.86	12.76	+ 0.07	666	22.70	22.89	- 0.19
356	13.46	13.38	+ 0.08	694	23.70	23.74	- 0.04
365	13.73	13.65	+ 0.08	749	25.30	25.43	- 0.13
373	13.96	13.89	+ 0.07	800	26.90	26.99	- 0.09
381	14.22	14.14	+ 0.08	856	28.60	28.71	- 0.11
389	14.48	14.39	+ 0.09	904	30.10	30.18	- 0.08
415	15.25	15.18	+ 0.07	956	31.70	31.78	- 0.08
422	15.46	15.40	+ 0.06	1217	39.80	39.78	+ 0.02
429	15.66	15.62	+ 0.04	1482	47.90	47.91	- 0.01
435	15.88	15.80	+ 0.08	1737	56.00	55.73	+ 0.27
442	16.09	16.01	+ 0.08	1919	64.00	61.31	+ 2.69

Tab. 9.4 Vergleich gemessener und berechneter Leitfähigkeiten für den Messpunkt 08:08 des Gittersensors am Kerneintritt (Abb. 4.3, 5.6)

U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	U [mV]	σ_{mess} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	σ_{cal} [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	$\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}$ [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
147	8.89	8.86	+ 0.03	347	16.83	16.76	+ 0.07
155	9.16	9.18	- 0.02	352	17.03	16.96	+ 0.07
163	9.49	9.50	- 0.01	357	17.25	17.16	+ 0.09
170	9.78	9.77	+ 0.01	363	17.50	17.40	+ 0.10
178	10.07	10.09	- 0.02	369	17.70	17.63	+ 0.07
218	11.69	11.67	+ 0.02	413	19.30	19.37	- 0.07
225	11.99	11.95	+ 0.04	436	20.10	20.28	- 0.18
232	12.27	12.22	+ 0.05	459	21.00	21.19	- 0.19
240	12.55	12.54	+ 0.01	479	21.90	21.98	- 0.08
247	12.86	12.81	+ 0.02	501	22.70	22.85	- 0.15
262	13.46	13.41	+ 0.05	523	23.70	23.72	- 0.02
269	13.73	13.68	+ 0.05	566	25.30	25.42	- 0.12
275	13.96	13.92	+ 0.04	606	26.90	27.00	- 0.10
282	14.22	14.20	+ 0.02	650	28.60	28.74	- 0.14
287	14.48	14.39	+ 0.09	688	30.10	30.24	- 0.14
307	15.25	15.18	+ 0.07	727	31.70	31.78	- 0.08
313	15.46	15.42	+ 0.04	929	39.80	39.76	+ 0.04
318	15.66	15.62	+ 0.04	1137	47.90	47.97	- 0.07
323	15.88	15.82	+ 0.06	1341	56.00	56.04	- 0.04
328	16.09	16.01	+ 0.08	1535	64.00	63.70	+ 0.30

Die maximale Abweichung am Gittersensor am Kerneintritt beträgt

$$\Delta\sigma_{\text{calibmax}} = \pm 0.30 \mu\text{S/cm.}$$

Aus den Abweichungen aller aufgenommenen Punkte an jeder Messposition von der Kalibrierkurve ergibt sich die Standardabweichung s_{calib} der Kalibrierkurve als:

$$s_{\text{calib}} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\sigma_{\text{mess}} - \sigma_{\text{cal}}(U_{\text{mess}}))^2}{n-2}} \quad (9.1)$$

Aus dieser Standardabweichung kann der Bereich ermittelt werden, in dem sich der Fehler, verursacht durch die Abweichung der Kalibrierkurve von den Messwerten mit einer bestimmten statistischen Sicherheit befindet. Dazu muss die Standardabweichung mit dem Faktor der Studentverteilung t_p gewichtet werden. Der Faktor t_p hängt von der Anzahl der aufgenommenen Referenzwerte ab und muss für jede Messserie berechnet werden. Für eine angenommene statistische Sicherheit von $P = 95.4 \%$ ergibt sich für die exemplarisch betrachteten Messpositionen bei Anwendung von Gl. (9.1) und (9.2)

$$\Delta\sigma_{\text{calib}(P=95.4\%)} = t_p \cdot s_{\sigma} \quad (9.2)$$

Reaktoreintritt (Punkt 00:08):	$\Delta\sigma_{\text{calib}}(P = 95.4 \%) = \pm 0.34 \mu\text{S/cm}$
Downcomer oben (Punkt 02:05):	$\Delta\sigma_{\text{calib}}(P = 95.4 \%) = \pm 0.16 \mu\text{S/cm}$
Downcomer unten (Punkt 01:09):	$\Delta\sigma_{\text{calib}}(P = 95.4 \%) = \pm 0.22 \mu\text{S/cm}$
Kerneintritt (Punkt 08:08):	$\Delta\sigma_{\text{calib}}(P = 95.4 \%) = \pm 0.21 \mu\text{S/cm.}$

9.2 Diskretisierungsfehler der primären Messwerte

Primäre Messwerte sind die Ergebnisse der Analog-Digital-Wandlung der von den Eingangsstufen der Elektronikeinheit der Gittersensoren gelieferten Spannungen. Sie werden in Form eines 11 bit Digitalwertes bereitgestellt (siehe Abschnitt 5). Diese ganzzahligen Werte repräsentieren den Strom, der am entsprechenden Kreuzungspunkt zweier Sensordrähte fließt und sind proportional zur örtlichen Leitfähigkeit. Jeder Messpunkt hat eine individuelle Kennlinie (Abhängigkeit der Leitfähigkeit vom Ergebnis der Analog-Digital-Wandlung). Von Sensor zur Sensor gibt es Unterschiede in der Kennlinie (siehe Abb. 9.1). Am jeweiligen Sensor unterscheiden sich die Kennlinien gleichartiger Messpunkte nur geringfügig. Die Steilheit der Kennlinie bestimmt die Größe des Diskretisierungsfehlers der gemessenen Leitfähigkeit. Der Diskretisierungsfehler entspricht der Änderung des Leitfähigkeitsmesswerts, die durch die Än-

derung des primären Messwertes um 0.5 Einheiten hervorgerufen wird. Die Messungen werden grundsätzlich im Bereich der weitgehend linearen Abhängigkeit zwischen primären Messwerten und Leitfähigkeit durchgeführt (siehe Bestimmung der Kalibrierkurve). Daher ist der Diskretisierungsfehler für jeden Messpunkt (Kreuzungspunkt) einer Messserie konstant und kann damit direkt aus dem Anstieg der Kalibrierkurve bestimmt werden. Für die exemplarisch betrachteten Messpunkte beträgt der absolute Diskretisierungsfehler der örtlichen Leitfähigkeit $\Delta\sigma_{\text{Diskr}}$:

Reaktoreintritt (Punkt 00:08):	$\Delta\sigma_{\text{Diskr}} = \pm 0.040 \mu\text{S/cm}$
Downcomer oben (Punkt 02:05):	$\Delta\sigma_{\text{Diskr}} = \pm 0.016 \mu\text{S/cm}$
Downcomer unten (Punkt 01:09):	$\Delta\sigma_{\text{Diskr}} = \pm 0.015 \mu\text{S/cm}$
Kerneintritt (Punkt 08:08):	$\Delta\sigma_{\text{Diskr}} = \pm 0.020 \mu\text{S/cm}$

9.3 Statistische Schwankungen des Messwertes

Elektrische Störpegel, die von außen auf die Sensoren einwirken, Temperatur- und Leitfähigkeitsschwankungen im Messmedium sowie das Rauschen der verwendeten elektronischen Bauelemente führen zu statistischen Signalschwankungen, die als statistischer Fehler in die gemessenen Leitfähigkeiten eingehen. Sie werden für die einzelnen Gittersensoren ermittelt, indem gemessene Signalverläufe aus den Experimenten vor Eintreffen der Tracerwolke analysiert werden. Abb. 9.2 zeigt in der linken Hälfte die Fluktuationen der Leitfähigkeit an je einem ausgewählten Messpunkt jedes Gittersensors des Versuchs Mix_31 der Serie F_05_30. Diese Messpunkte sind mit denen in Abb. 9.1 bzw. in den Tab. 9.1 - 9.4 identisch. Die Fluktuationen erreichen am Gittersensor im kalten Strang maximale Werte von rund $0.1 \mu\text{S/cm}$. An den anderen drei Sensoren liegen die Maximalwerte der Fluktuationen bei rund $0.05 \mu\text{S/cm}$. Die diskreten Signale in den dargestellten 6 s (121 Messwerte an jedem Messpunkt) wurden einer statistischen Auswertung (nach dem gleichen Verfahren wie die in Abschnitt 8 durchgeführte Analyse der Plateauwerte) unterzogen. Auf der rechten Seite der Abb. 9.2 ist das Ergebnis dieser Auswertung in Form der Wahrscheinlichkeitsdichte der Normalverteilung sowie der Messwerthäufigkeit zu sehen.

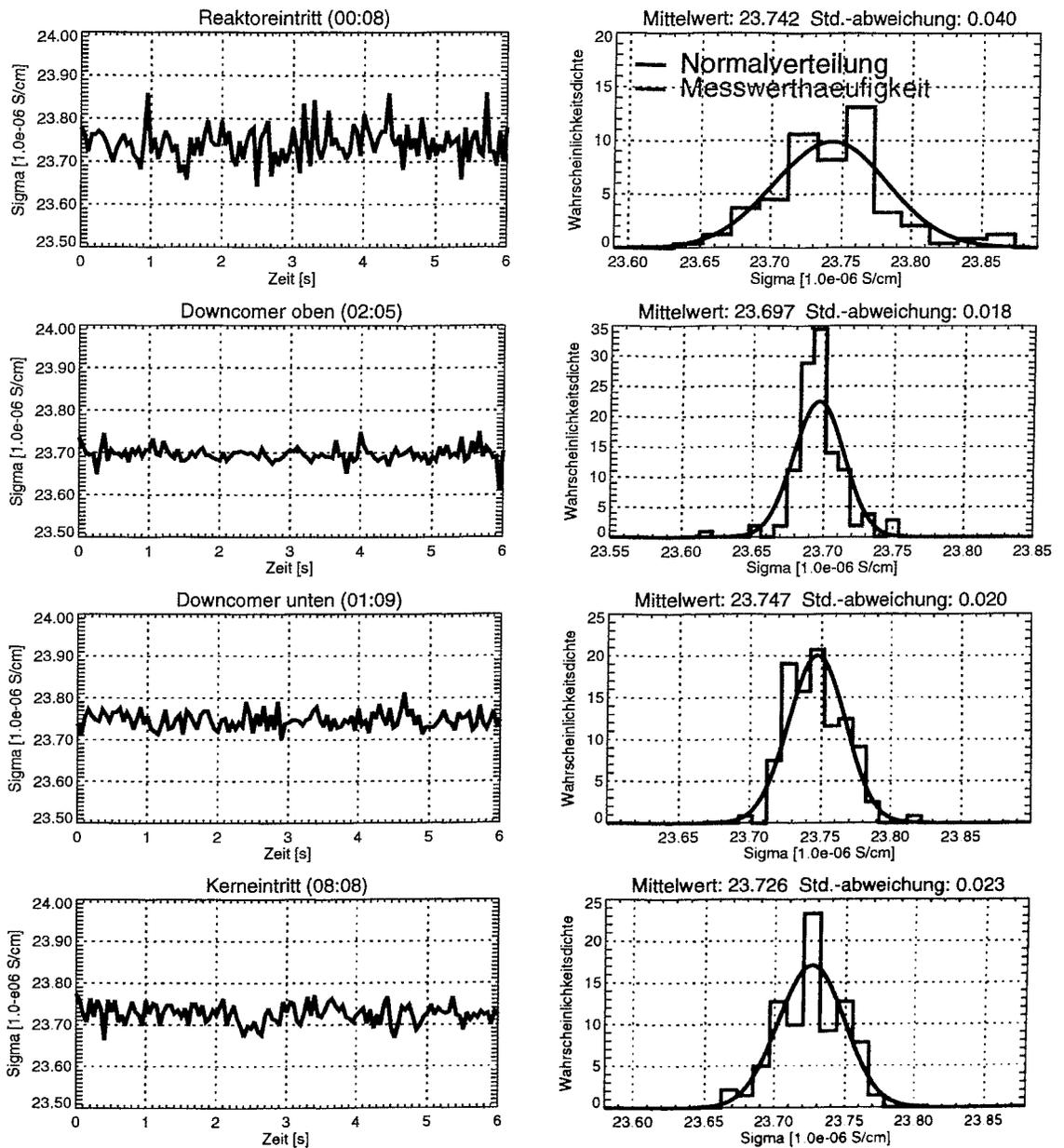


Abb. 9.2 Zeitsignal und statistische Auswertung der Leitfähigkeit an je einem Messpunkt der Gittersensoren vor Eintreffen der Störung

Deutlich ist der statistische Charakter der Fluktuationen zu erkennen. An allen vier Sensoren entspricht der wahrscheinlichste Wert dem Mittelwert. Die jeweils angegebene Standardabweichung s_{fluct} wurde in einen absoluten Fehler $\Delta\sigma_{fluct}$ für die betrachteten Messpunkte umgerechnet, der die Messwerte mit einer statistischen Sicherheit von $P = 95.4\%$ einhüllt (für eine große Anzahl von Messwerten, wie in Bild 9.2, gilt: $\Delta\sigma_{(P=95.4\%)} = 2 \cdot s_{fluct}$):

Reaktoreintritt (Punkt 00:08): $\Delta\sigma_{fluct} (P = 95.4\%) = \pm 0.080 \mu\text{S/cm}$

Downcomer oben (Punkt 02:05): $\Delta\sigma_{fluct} (P = 95.4\%) = \pm 0.036 \mu\text{S/cm}$

Downcomer unten (Punkt 01:09): $\Delta\sigma_{\text{fluct}} (P = 95.4 \%) = \pm 0.040 \mu\text{S/cm}$

Kerneintritt (Punkt 08:08): $\Delta\sigma_{\text{fluct}} (P = 95.4 \%) = \pm 0.046 \mu\text{S/cm}$

9.4 Summierung der einzelnen Fehlerarten

Die einzelnen Beiträge zum Gesamtfehler wurden als absolute Fehler mit einer statistischen Sicherheit von $P = 95.4 \%$ ermittelt. Der absolute Gesamtfehler einer direkt ermittelten Größe kann als Summe der Fehlerbeiträge unter Angabe der kleinsten statistischen Sicherheit dargestellt werden. Das ergibt in unserem Fall für einen am Gittersensor ermittelten momentanen Leitfähigkeitswert:

$$\Delta\sigma_{(P=95.4\%)} = \Delta\sigma_{\text{calib}} + \Delta\sigma_{\text{Diskr}} + \Delta\sigma_{\text{fluct}} \quad (9.3).$$

Für die betrachteten Messpunkte sind das:

Reaktoreintritt (00:08) $\Delta\sigma_{(P = 95.4 \%) = \pm 0.40 \mu\text{S/cm}$

Downcomer oben (Punkt 02:05): $\Delta\sigma_{(P = 95.4 \%) = \pm 0.17 \mu\text{S/cm}$

Downcomer unten (Punkt 01:09): $\Delta\sigma_{(P = 95.4 \%) = \pm 0.21 \mu\text{S/cm}$

Kerneintritt (Punkt 08:08): $\Delta\sigma_{(P = 95.4 \%) = \pm 0.22 \mu\text{S/cm}$.

Der Vermischungsskalar nach Gl. (3.2) ist eine indirekt ermittelte Größe, in die drei verschiedene Leitfähigkeitswerte eingehen. Deshalb wird der absolute Größtfehler nach folgender Formel [10] berechnet:

$$\Delta\Theta(t, x, y, z) = \pm \left(\left| \frac{\partial\Theta}{\partial\sigma(t, x, y, z)} \right| \cdot \Delta\sigma + \left| \frac{\partial\Theta}{\partial\sigma_0(x, y, z)} \right| \cdot \Delta\sigma_0 + \left| \frac{\partial\Theta}{\partial\sigma_1} \right| \cdot \Delta\sigma_1 \right) \quad (9.4).$$

Es gehen der jeweilige aktuelle Leitfähigkeitswert am Messpunkt ($\sigma(t, x, y, z)$), der gemittelte Leitfähigkeitswert am Messpunkt vor Eintreffen der Störung ($\sigma_0(x, y, z)$) sowie der Bezugswert am Reaktoreintritt (σ_1) mit den jeweiligen Abweichungen ein.

Wird ein Mittelwert über mehrere Einzelmessungen der örtlichen Leitfähigkeit gebildet, so reduziert sich die Standardabweichung und somit auch der absolute Fehler für alle statistischen Fehlerkomponenten, d.h. für den Diskretisierungsfehler und den Fehler durch stochastische Signalschwankungen, nicht aber für systematische Fehler, in unserem Fall für den Kalibrierfehler. Alle statistischen Fehler gehen gegenüber dem Fehler der Einzelmessung proportional zu $1/\sqrt{n}$ zurück, wobei n die Anzahl der zur Mittelung herangezogenen Einzelmesswerte ist.

Unter Berücksichtigung der einzelnen Beiträge zum jeweiligen Fehler und der statistischen Natur der Fluktuationen und des Diskretisierungsfehlers ergibt sich folgende Berechnungsformel für den absoluten Größtfehler eines Momentanwertes für den Vermischungsskalar:

$$\Delta\Theta(t,x,y,z) = \pm \left(\frac{\Delta\sigma_{calib}}{(\sigma_1 - \sigma_0)^2} \cdot (|\sigma_1 - \sigma_0| + |\sigma - \sigma_1| + |\sigma_0 - \sigma|) + \frac{\Delta\sigma_{fluct} + \Delta\sigma_{Diskr}}{(\sigma_1 - \sigma_0)^2} \cdot \left(|\sigma_1 - \sigma_0| + \frac{|\sigma - \sigma_1|}{\sqrt{n}} + \frac{|\sigma_0 - \sigma|}{\sqrt{m}} \right) \right) \quad (9.5)$$

bzw. nach Zusammenfassung einiger Terme

$$\Delta\Theta(t,x,y,z) = \pm \frac{2\Delta\sigma_{calib}}{(\sigma_1 - \sigma_0)} + \frac{\Delta\sigma_{fluct} + \Delta\sigma_{Diskr}}{(\sigma_1 - \sigma_0)^2} \cdot \left(|\sigma_1 - \sigma_0| + \frac{|\sigma - \sigma_1|}{\sqrt{n}} + \frac{|\sigma_0 - \sigma|}{\sqrt{m}} \right)$$

oder

$$\Delta\Theta(t,x,y,z) = \pm \frac{1}{\sigma_1 - \sigma_0} \cdot \left(2\Delta\sigma_{calib} + (\Delta\sigma_{fluct} + \Delta\sigma_{Diskr}) \cdot \left(1 + \frac{\frac{1}{\sqrt{n}} \cdot (\sigma_1 - \sigma) + \frac{1}{\sqrt{m}} \cdot (\sigma - \sigma_0)}{\sigma_1 - \sigma_0} \right) \right) \quad (9.6)$$

Hierbei ist n die Anzahl der Messwerte, die für die Bestimmung von σ_0 und m die Anzahl, die für die Bestimmung von σ_1 verwendet wurden. Während sich für die Einzelmessung eines Leitfähigkeitswerts noch ein vom Messwert unabhängiger Absolutfehler ergibt, ist der Fehler des Vermischungsskalars im Allgemeinen von der örtlichen Leitfähigkeit und somit vom Vermischungsskalar selbst abhängig. Diese Abhängigkeit wird jedoch mit wachsender Anzahl der zur Mittelung der Bezugswerte σ_1 und σ_0 verwendeten Einzelmesswerte schwächer. Da ohnehin der Fehler aus den Kalibrierkurven überwiegt, kann für große m und n auch geschrieben werden:

$$\Delta\Theta(t,x,y,z) \cong \pm \frac{1}{\sigma_1 - \sigma_0} \cdot (2\Delta\sigma_{calib} + \Delta\sigma_{fluct} + \Delta\sigma_{Diskr}) \quad (9.7)$$

Gl. (9.6) und auch Gl. (9.7) zeigen, dass der Fehler des Vermischungsskalars mit abnehmender Aussteuerung $\sigma_1 - \sigma_0$ größer wird.

Abb. 9.3 zeigt für jede Brennelementposition am Kerneintritt für einen bestimmten Zeitpunkt den im oben betrachteten Experiment ermittelten momentanen Vermischungsskalar sowie den sich bei Anwendung der Gl. (9.7) ergebenden absoluten Größtfehler, wobei die statistische Komponente mit dem Faktor für eine Wahrscheinlichkeit von $P = 95.4\%$ multipliziert wurde.

Anhand einer azimutalen Linie (siehe Abb. 9.4) im Außenbereich des Kerns wird noch einmal veranschaulicht, dass der Messfehler nahezu nicht vom Absolutwert des Vermischungsskalars abhängt.

Für die Ermittlung stationärer Vermischungskoeffizienten werden die momentanen Vermischungsskalare auf dem quasistationären Plateau gemittelt. Die Endformel für den absoluten Größtfehler ergibt sich dann aus Gl. (9.4) wie folgt:

$$\Delta\Theta(x, y, z) = \pm \left(\frac{\Delta\sigma_{calib}}{(\sigma_1 - \sigma_0)^2} \cdot (|\sigma_1 - \sigma_0| + |\sigma - \sigma_1| + |\sigma_0 - \sigma|) + \frac{\Delta\sigma_{fluct} + \Delta\sigma_{Diskr}}{(\sigma_1 - \sigma_0)^2} \cdot \left(\frac{|\sigma_1 - \sigma_0|}{\sqrt{l}} + \frac{|\sigma - \sigma_1|}{\sqrt{n}} + \frac{|\sigma_0 - \sigma|}{\sqrt{m}} \right) \right) \quad (9.8)$$

wobei l die Anzahl der in die Mittelung des stationären Vermischungskoeffizienten einbezogenen Momentanwerte des Vermischungsskalars ist. In der Konsequenz werden somit in diesem Fall auch die statistischen Fehler des Messwerts σ gegenüber dem Kalibrierfehler vernachlässigbar und der Fehler des Vermischungsskalars kann vereinfachend wie folgt geschrieben werden:

$$\Delta\Theta(x, y, z) \cong \pm \frac{2\Delta\sigma_{calib}}{\sigma_1 - \sigma_0} \quad (9.9)$$

In Tab. 9.5 sind die Ergebnisse der Fehleranalyse für das Experiment Mix_31 der Messserie F_05_30 entlang der oben betrachteten azimutalen Linie im Außenbereich des Gittersensors am Kerneintritt dargestellt. Die erste Spalte enthält den momentanen Leitfähigkeitswert aus dem Experiment an den ausgewählten Brennelementpositionen zu einem bestimmten Zeitpunkt. In den weiteren Spalten sind die einzelnen Fehlerbeiträge und der Gesamtfehler (Gl. 9.3) enthalten. Aus dem momentanen Leitfähigkeitswert wurde nach Gl. 3.2 ein momentaner Vermischungsskalar (Spalte 6) an den ausgewählten Positionen berechnet. Der Gesamtfehler dieses Vermischungsskalars, berechnet unter vollständiger Berücksichtigung aller betrachteten Fehlerkomponenten (Gl. 9.6) ist in Spalte 7 eingetragen. Der Vergleich mit Spalte 8 (Fehler des momentanen Vermischungsskalars nach der vereinfachten Gl. 9.7) zeigt die Zulässigkeit der Vereinfachung, da nur eine geringfügige Veränderung gegenüber der Berechnung mit der genauen Formel auftritt. Wie aus der Herleitung des Gesamtfehlers für den plateaugemittelten Vermischungsskalar (Werte in Spalte 9) folgt, reduziert sich dieser Gesamtfehler aufgrund der statistischen Natur des Diskretisierungsfehlers und der Fluktuationen weiter. Der Einfluss des Kalibrierfehlers (dessen Größe mit steigender Anzahl von Messwerten konstant bleibt) auf den Gesamtfehler wird größer, und die vereinfachte Bestimmung nach Gl. 9.9 ist eine sehr gute Näherung, wie der Vergleich der Werte in Spalte 10 und 11 zeigt.

Tab. 9.5 Leitfähigkeit, momentaner und plateaugemittelter Vermischungsskalar einschließlich Fehler nach den angegebenen Gleichungen auf einer azimutalen Linie im Außenbereich des Gittersensors am Kerneintritt (Experiment Mix_31, Serie F_05_30)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BE	σ_{mess}	$\Delta\sigma_{\text{calib}}$	$\Delta\sigma_{\text{fluct}}$	$\Delta\sigma_{\text{diskr}}$	$\Delta\sigma_{\text{sum}}$ (9.3)	$\Theta(t)$ (3.2)	$\Delta\Theta$ (9.6)	$\Delta\Theta$ (9.7)	Θ (3.2)	$\Delta\Theta$ (9.8)	$\Delta\Theta$ (9.9)
	[$\mu\text{S/cm}$]					[%]					
M12	27.21	0.157	0.052	0.020	0.229	15.63	1.62	1.60	14.39	1.34	1.30
L13	29.13	0.146	0.053	0.019	0.217	17.41	1.53	1.50	17.47	1.25	1.20
K13	28.73	0.251	0.052	0.020	0.323	24.00	2.41	2.38	24.32	2.12	2.08
J13	30.60	0.187	0.057	0.020	0.264	29.54	1.89	1.87	34.68	1.59	1.55
H13	33.03	0.496	0.040	0.021	0.557	39.21	4.42	4.40	47.15	4.18	4.15
G13	36.35	0.125	0.045	0.019	0.189	61.95	1.31	1.30	60.94	1.07	1.03
F13	41.96	0.148	0.052	0.020	0.220	83.72	1.54	1.52	76.98	1.26	1.23
E13	44.05	0.160	0.052	0.020	0.231	86.99	1.63	1.62	82.27	1.35	1.32
D12	43.39	0.143	0.040	0.020	0.203	88.17	1.44	1.43	84.49	1.21	1.19
C11	44.11	0.130	0.043	0.020	0.193	89.65	1.35	1.33	86.74	1.10	1.07
C10	42.82	0.128	0.043	0.020	0.191	85.50	1.33	1.32	83.02	1.09	1.06
C09	41.23	0.143	0.041	0.020	0.204	79.28	1.45	1.44	72.36	1.21	1.19
C08	38.66	0.225	0.046	0.020	0.292	66.13	2.16	2.14	49.47	1.90	1.87
C07	30.47	0.195	0.049	0.020	0.265	35.31	1.93	1.91	26.88	1.66	1.62
C06	28.16	0.185	0.038	0.020	0.243	22.25	1.79	1.77	18.41	1.56	1.53
C05	27.29	0.238	0.046	0.020	0.303	18.04	2.26	2.24	16.94	2.01	1.97
D04	26.73	0.155	0.045	0.020	0.220	9.69	1.57	1.55	12.01	1.32	1.28
E03	25.17	0.186	0.044	0.020	0.250	9.01	1.83	1.80	8.04	1.57	1.54
F03	24.43	0.178	0.044	0.020	0.242	4.36	1.77	1.74	4.96	1.52	1.48
G03	24.10	0.141	0.041	0.020	0.202	3.43	1.44	1.42	3.16	1.20	1.17
H03	24.02	0.510	0.038	0.021	0.568	2.46	4.52	4.50	2.35	4.29	4.25
J03	23.81	0.131	0.053	0.020	0.204	0.85	1.41	1.39	0.91	1.13	1.08
K03	23.67	0.130	0.048	0.019	0.197	0.65	1.37	1.35	0.53	1.11	1.07
L03	23.52	0.169	0.047	0.019	0.235	-0.17	1.69	1.67	-0.33	1.44	1.40
M04	23.56	0.133	0.049	0.020	0.202	-0.87	1.41	1.38	-0.81	1.14	1.10
N05	23.55	0.194	0.050	0.020	0.264	-0.47	1.93	1.90	-0.42	1.66	1.61
N06	23.63	0.142	0.049	0.019	0.210	-0.26	1.48	1.45	-0.36	1.21	1.17
N07	23.79	0.140	0.053	0.019	0.212	0.97	1.48	1.45	0.69	1.20	1.16
N08	24.21	0.257	0.051	0.020	0.327	2.14	2.45	2.42	1.97	2.17	2.13
N09	24.95	0.193	0.053	0.020	0.265	4.38	1.93	1.90	4.76	1.64	1.60
N10	25.60	0.164	0.048	0.019	0.231	6.80	1.66	1.64	8.00	1.40	1.36
N11	25.54	0.157	0.046	0.019	0.222	9.00	1.59	1.57	9.91	1.34	1.30

Es ist zu berücksichtigen, dass jede Einzelkomponente des Gesamtfehlers (und natürlich auch der Gesamtfehler selbst) bei Leitfähigkeit, momentanem und plateaugemitteltem Vermischungsskalar durchgängig mit einer statistischen Sicherheit von $P = 95.4\%$ angegeben ist. Für das betrachtete Experiment ergibt sich im plateaugemitteltem Vermischungsskalar für die meisten Messpositionen ein absoluter Größtfehler von unter 2% . Zwei Kreuzungspunkte auf der betrachteten Linie (H03/H13) weisen höhere Fehler auf ($>4\%$). Eine Überprüfung ergab, dass alle Messpositionen, die Empfängerdraht 7 benutzen, die gleichen Abweichungen aufweisen. Eine geringfügig höhere Nichtlinearität in diesem Empfängerdraht muss die Ursache für die erhöhten Abweichungen in der Kalibrierkurve sein. Der Effekt ist auch im Fehler des momentanen Vermischungskalars in Abb. 9.3 zu sehen.

Zusammenfassend können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Qualität der Kalibrierkurve bestimmt entscheidend die Breite des Fehlerbandes im Endergebnis.
- Der Einfluss des Diskretisierungsfehlers und der statistischen Signalfuktuationen liegen eine Größenordnung unterhalb des Kalibrierfehlers.
- Eine höhere Aussteuerung der Experimente (Ausnutzung der maximal möglichen Leitfähigkeitserhöhung) verringert den absoluten Fehler des Vermischungskalars.
- Der Fehler des Vermischungskalars hängt nicht vom primären Messwert selbst ab.
- Die berechneten Fehlerbänder bei gleichartigen Messpunkten eines Gittersensors weisen nur geringfügige Unterschiede auf.
- Die berechneten Fehlerbänder liegen deutlich unterhalb der durch die turbulente Natur der Strömung in der Versuchsanlage hervorgerufenen Schwankungen der Messwerte (siehe Abschnitt 8).

10. Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes: „Kühlmittelvermischung in Druckwasserreaktoren Teil 2: Experimentelle Ausrüstung und Simulation der Vermischung“ wurde eine wasserbetriebene Versuchsanlage zur Untersuchung der Kühlmittelvermischung konzipiert und aufgebaut. Die Anlage modelliert den Reaktordruckbehälter eines Druckwasserreaktors vom Typ KONVOI mit allen wichtigen Einbauten im Maßstab 1:5 aus transparentem Material (Plexiglas) sowie die vier Kühlmittelschleifen. Die Vermischungsvorgänge werden durch das Eindosieren einer stark verdünnten NaCl-Wasserlösung (Tracer) in eine der vier Schleifen der Versuchsanlage simuliert. Bei den vorwiegend turbulenten Vermischungsmechanismen stellen sich Verteilungen ein, die auf die Borsäurekonzentration bzw. die Temperatur im Originalreaktor übertragen werden können, indem die örtlichen Änderungen der Tracerkonzentration bzw. der Borsäurekonzentration oder der Temperatur auf die Amplitude der jeweiligen Störung am Eintritt in den Reaktor bezogen werden. Die Versuchsanlage wurde mit einer Messtechnik ausgestattet, die eine räumlich und zeitlich hochauflösende Messung der transienten Verteilung dieser Tracerkonzentration ermöglicht. Hierfür werden spezielle neuartige Gittersensoren entwickelt, die auf der Messung der elektrischen Leitfähigkeit beruhen. Vier dieser Gittersensoren mit insgesamt 921 Einzelmessstellen wurden in die Versuchsanlage eingebaut. Sie befinden sich am Kühlmittelintrittsstutzen, im Ringspalt dicht unterhalb der Stutzenzone, im Ringspalt auf Höhe des Kerneintritts und am Kerneintritt selbst. Sie liefern die lokale Tracerkonzentration auf einem dichten Netz definierter Messpunkte. Der Gittersensor am Kerneintritt wurde derart gestaltet, dass sich an der Eintrittsöffnung für jedes Brennelement in der Kerntrageplatte genau ein Messpunkt befindet.

Im Verlauf des Projekts wurde die Automatisierung des Prozessablaufes erweitert, um Experimente mit vollständig reproduzierbaren Randbedingungen durchführen zu können. Hierzu zählt der Aufbau einer Dosiereinrichtung mit schnellen, pneumatisch angesteuerten Ventilen.

An der Versuchsanlage wurden Experimente bei konstanten Volumenströmen im Vollschleifen- (alle Pumpen sind in Betrieb) und Teilschleifenbetrieb (die Pumpen in einzelnen Schleifen sind abgeschaltet oder abgesperrt) durchgeführt. Die Volumenströme in den einzelnen Schleifen wurden dabei zwischen 10 % und 160 % des Nominalwertes variiert.

Hauptuntersuchungsort war dabei der Kerneintritt. Die vorgefundenen Verteilungen sind sehr ungleichmäßig, d.h. weit von der Annahme einer idealen Vermischung entfernt, und stark vom Betriebszustand der Pumpen abhängig. In der Regel wird an einigen Brennelementpositionen eine Tracerkonzentration erreicht, die nur wenig unter der Konzentration am gestörten Reaktoreintrittsstutzen liegt. Bei Betrieb mehrerer Pumpen nimmt die Verteilung hauptsächlich den der gestörten Schleife unter Berücksichtigung der Durchsätze zuzuordnenden Sektor ein, wobei jedoch im Gegensatz zur Annahme gänzlich fehlender Vermischung die Konzentration an den Flanken der Verteilungen kontinuierlich abfallen. Die Ergebnisse der beiden Gittersensoren im Downcomer zeigen die Evolution der Verteilung entlang des Strömungsweges.

In den Untersuchungen wurde ein merklicher Einfluss des Strömungswiderstandes am Kerneintritt auf die Verteilung der Tracerkonzentration am Kerneintritt festgestellt.

Es kann auf eine zunehmende Vergleichmäßigung der Geschwindigkeitsverteilung am Kerneintritt zurückgeführt werden.

Trotz konstanter Randbedingungen wurden im Downcomer und am Kerneintritt großflächige turbulente Fluktuationen des quasistationären Konzentrationsfeldes festgestellt. Stationäre Vermischungsmatrizen, die den Anteil der eingebrachten Störung am betreffenden Messpunkt repräsentieren, wurden durch Mittelung auf dem quasistationären Niveau und durch Überlagerung mehrerer Versuche mit identischen Randbedingungen gewonnen. Mit einer statistischen Auswertung der Zeitverläufe der Tracerkonzentration an einzelnen Brennelementpositionen wurden Vertrauensintervalle für die turbulenten Schwankungen quantifiziert. Für Brennelemente im Randbereich des mit dem Tracer beaufschlagten Sektors ergeben sich dabei Schwankungsbreiten, die in der Größenordnung der mittleren Amplitude in diesem Bereich liegen.

In weiteren Berichten werden die Ergebnisse der Experimente bei Anlaufen der Zirkulation (Start der ersten Hauptkühlmittelpumpe, Wiederanlaufen des Naturumlaufs in einer Schleife) sowie der Untersuchungen zum Einfluss der Dichte auf die Vermischungsprozesse und zur Vermischung im oberen Plenum dargestellt.

11. Literatur

- [1] G. Grunwald, T. Höhne, H.-M. Prasser, U. Rohde (2001), Kühlmittelvermischung in Druckwasserreaktoren - Teil 1: Möglichkeiten geschlossener analytischer Lösungen und Simulation der Vermischung im Ringraum mit CFX-4, Abschlussbericht zum Vorhaben 1501066, FZR-335, 109 S.
- [2] T. Höhne, G. Grunwald, H.-M. Prasser (1999), Das 1:5 skalierte Vermischungsmodell des DWR Konvoi, Arbeitsbericht, FZR, 29 S.
- [3] T. Höhne, (1998), Vergleich von Kühlmittelströmung und –vermischung in einem skalierten Modell des DWR Konvoi mit den Vorgängen im Originalreaktor, FZR-Report, FZR-210, 7 S.
- [4] T. Höhne (1999), Klassifizierung von Borsäurestörfällen - Internationaler Stand von Wissenschaft und Technik, Arbeitsbericht, FZR, 30 S.
- [5] D. Alvarez et al., (1992), Three dimensional calculations and experimental investigations of the primary coolant flow in a 900 MW PWR vessel, Proc. NU-RETH-5, vol. II, pp. 586-592.
- [6] F. Alavyoon, B. Hemström, N. G. Andersson, R. I. Karlsson (1995), Experimental and computational approach to investigating rapid boron dilution transients in PWRs, CSNI Specialist Meeting on Boron Dilution Reactivity Transients, State College, Pennsylvania, 1995, October 18-20
- [7] P. Dräger (1987), Makroskopische Kühlmittelvermischung in Druckwasserreaktoren, Dissertation A, TH Zittau, 106 S.
- [8] G. Ulrych, E. Weber (1983), Neuere Ergebnisse zur Kühlmittelströmung in Druckwasserreaktoren, Atomkernenergie-Energietechnik 42(4), S. 217-223.
- [9] L. Weidauer (2000), Praktikum am Institut für Sicherheitsforschung des Forschungszentrum Rossendorf vom 16.10. – 24.11.2000, Praktikumsbericht, 26 S.
- [10] E. Hering, R. Martin und M. Stohrer (1995), Physikalisch-Technisches Taschenbuch, 2. Auflage, ISBN 3-18-401431-2, VDI-Verlag Düsseldorf
- [11] G. Grunwald, T. Höhne and H.-M. Prasser (2001), Geschwindigkeitsmessungen im Downcomer der ROCOM Versuchsanlage mittels Laser Doppler Anemometrie im Vergleich mit numerischen Berechnungen, Report FZR-334, 49 S., ISSN 1437-322X, Rossendorf

Anhang A. Koordinaten der Messstellen an ROCOM

Für alle an ROCOM installierten Messstellen sind in der folgenden Auflistung die Koordinaten im kartesischen und zylindrischen Koordinatensystem angegeben (Für die Festlegung des Koordinatenursprungs siehe Abschnitt 5.4). Spalte 1 enthält die laufende Gesamtnummer der betreffenden Messstelle. Für die vier Gittersensoren ist auch die laufende Nummer für den jeweiligen Sensor angeführt. Abweichend hiervon sind für den Gittersensor am Kerneintritt an dieser Stelle die bei den Betreibern der entsprechenden Kernreaktoren üblichen Brennelementbezeichnungen angegeben. In den letzten vier Spalten sind die zwei Feldindizes der Messstelle im zweidimensionalen Messfile (32 x 32 Elemente) und in den zweidimensionalen Ergebnisfiles für jeden Gittersensor (16x16 Elemente) aufgeführt. Letztere stimmen mit den Spaltenüberschriften in den ASCII-Files (t-files) für die einzelnen Gittersensoren überein.

Kerneintritt										
Nr. (lfd.)	Name	x[mm]	y[mm]	z[mm]	r[mm]	fi[°]	i(32)	j(32)	i(16)	j(16)
1	L15	322.0	-138.0	0.0	350.3	336.8014	0	4	0	4
2	K15	322.0	-92.0	0.0	334.9	344.0546	0	5	0	5
3	J15	322.0	-46.0	0.0	325.3	351.8699	0	6	0	6
4	H15	322.0	0.0	0.0	322.0	0.0000	0	7	0	7
5	G15	322.0	46.0	0.0	325.3	8.1301	0	8	0	8
6	F15	322.0	92.0	0.0	334.9	15.9454	0	9	0	9
7	E15	322.0	138.0	0.0	350.3	23.1986	0	10	0	10
8	N14	276.0	-230.0	0.0	359.3	320.1944	1	2	1	2
9	M14	276.0	-184.0	0.0	331.7	326.3099	1	3	1	3
10	L14	276.0	-138.0	0.0	308.6	333.4349	1	4	1	4
11	K14	276.0	-92.0	0.0	290.9	341.5651	1	5	1	5
12	J14	276.0	-46.0	0.0	279.8	350.5377	1	6	1	6
13	H14	276.0	0.0	0.0	276.0	0.0000	1	7	1	7
14	G14	276.0	46.0	0.0	279.8	9.4623	1	8	1	8
15	F14	276.0	92.0	0.0	290.9	18.4349	1	9	1	9
16	E14	276.0	138.0	0.0	308.6	26.5651	1	10	1	10
17	D14	276.0	184.0	0.0	331.7	33.6901	1	11	1	11
18	C14	276.0	230.0	0.0	359.3	39.8056	1	12	1	12
19	O13	230.0	-276.0	0.0	359.3	309.8056	2	1	2	1
20	N13	230.0	-230.0	0.0	325.3	315.0000	2	2	2	2
21	M13	230.0	-184.0	0.0	294.5	321.3402	2	3	2	3
22	L13	230.0	-138.0	0.0	268.2	329.0362	2	4	2	4
23	K13	230.0	-92.0	0.0	247.7	338.1986	2	5	2	5
24	J13	230.0	-46.0	0.0	234.6	348.6901	2	6	2	6
25	H13	230.0	0.0	0.0	230.0	0.0000	2	7	2	7
26	G13	230.0	46.0	0.0	234.6	11.3099	2	8	2	8
27	F13	230.0	92.0	0.0	247.7	21.8014	2	9	2	9
28	E13	230.0	138.0	0.0	268.2	30.9638	2	10	2	10
29	D13	230.0	184.0	0.0	294.5	38.6598	2	11	2	11
30	C13	230.0	230.0	0.0	325.3	45.0000	2	12	2	12
31	B13	230.0	276.0	0.0	359.3	50.1944	2	13	2	13
32	O12	184.0	-276.0	0.0	331.7	303.6901	3	1	3	1
33	N12	184.0	-230.0	0.0	294.5	308.6598	3	2	3	2
34	M12	184.0	-184.0	0.0	260.2	315.0000	3	3	3	3
35	L12	184.0	-138.0	0.0	230.0	323.1301	3	4	3	4
36	K12	184.0	-92.0	0.0	205.7	333.4349	3	5	3	5
37	J12	184.0	-46.0	0.0	189.7	345.9638	3	6	3	6
38	H12	184.0	0.0	0.0	184.0	0.0000	3	7	3	7
39	G12	184.0	46.0	0.0	189.7	14.0362	3	8	3	8
40	F12	184.0	92.0	0.0	205.7	26.5651	3	9	3	9
41	E12	184.0	138.0	0.0	230.0	36.8699	3	10	3	10
42	D12	184.0	184.0	0.0	260.2	45.0000	3	11	3	11
43	C12	184.0	230.0	0.0	294.5	51.3402	3	12	3	12
44	B12	184.0	276.0	0.0	331.7	56.3099	3	13	3	13
45	P11	138.0	-322.0	0.0	350.3	293.1986	4	0	4	0
46	O11	138.0	-276.0	0.0	308.6	296.5651	4	1	4	1
47	N11	138.0	-230.0	0.0	268.2	300.9638	4	2	4	2
48	M11	138.0	-184.0	0.0	230.0	306.8699	4	3	4	3
49	L11	138.0	-138.0	0.0	195.2	315.0000	4	4	4	4
50	K11	138.0	-92.0	0.0	165.9	326.3099	4	5	4	5
51	J11	138.0	-46.0	0.0	145.5	341.5651	4	6	4	6
52	H11	138.0	0.0	0.0	138.0	0.0000	4	7	4	7
53	G11	138.0	46.0	0.0	145.5	18.4349	4	8	4	8
54	F11	138.0	92.0	0.0	165.9	33.6901	4	9	4	9
55	E11	138.0	138.0	0.0	195.2	45.0000	4	10	4	10
56	D11	138.0	184.0	0.0	230.0	53.1301	4	11	4	11

57	C11	138.0	230.0	0.0	268.2	59.0362	4	12	4	12
58	B11	138.0	276.0	0.0	308.6	63.4349	4	13	4	13
59	A11	138.0	322.0	0.0	350.3	66.8014	4	14	4	14
60	P10	92.0	-322.0	0.0	334.9	285.9454	5	0	5	0
61	O10	92.0	-276.0	0.0	290.9	288.4350	5	1	5	1
62	N10	92.0	-230.0	0.0	247.7	291.8014	5	2	5	2
63	M10	92.0	-184.0	0.0	205.7	296.5651	5	3	5	3
64	L10	92.0	-138.0	0.0	165.9	303.6901	5	4	5	4
65	K10	92.0	-92.0	0.0	130.1	315.0000	5	5	5	5
66	J10	92.0	-46.0	0.0	102.9	333.4349	5	6	5	6
67	H10	92.0	0.0	0.0	92.0	0.0000	5	7	5	7
68	G10	92.0	46.0	0.0	102.9	26.5651	5	8	5	8
69	F10	92.0	92.0	0.0	130.1	45.0000	5	9	5	9
70	E10	92.0	138.0	0.0	165.9	56.3099	5	10	5	10
71	D10	92.0	184.0	0.0	205.7	63.4349	5	11	5	11
72	C10	92.0	230.0	0.0	247.7	68.1986	5	12	5	12
73	B10	92.0	276.0	0.0	290.9	71.5650	5	13	5	13
74	A10	92.0	322.0	0.0	334.9	74.0546	5	14	5	14
75	P09	46.0	-322.0	0.0	325.3	278.1301	6	0	6	0
76	O09	46.0	-276.0	0.0	279.8	279.4623	6	1	6	1
77	N09	46.0	-230.0	0.0	234.6	281.3099	6	2	6	2
78	M09	46.0	-184.0	0.0	189.7	284.0362	6	3	6	3
79	L09	46.0	-138.0	0.0	145.5	288.4350	6	4	6	4
80	K09	46.0	-92.0	0.0	102.9	296.5651	6	5	6	5
81	J09	46.0	-46.0	0.0	65.1	315.0000	6	6	6	6
82	H09	46.0	0.0	0.0	46.0	0.0000	6	7	6	7
83	G09	46.0	46.0	0.0	65.1	45.0000	6	8	6	8
84	F09	46.0	92.0	0.0	102.9	63.4349	6	9	6	9
85	E09	46.0	138.0	0.0	145.5	71.5650	6	10	6	10
86	D09	46.0	184.0	0.0	189.7	75.9638	6	11	6	11
87	C09	46.0	230.0	0.0	234.6	78.6901	6	12	6	12
88	B09	46.0	276.0	0.0	279.8	80.5377	6	13	6	13
89	A09	46.0	322.0	0.0	325.3	81.8699	6	14	6	14
90	P08	0.0	-322.0	0.0	322.0	270.0000	7	0	7	0
91	O08	0.0	-276.0	0.0	276.0	270.0000	7	1	7	1
92	N08	0.0	-230.0	0.0	230.0	270.0000	7	2	7	2
93	M08	0.0	-184.0	0.0	184.0	270.0000	7	3	7	3
94	L08	0.0	-138.0	0.0	138.0	270.0000	7	4	7	4
95	K08	0.0	-92.0	0.0	92.0	270.0000	7	5	7	5
96	J08	0.0	-46.0	0.0	46.0	270.0000	7	6	7	6
97	H08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	7	7	7	7
98	G08	0.0	46.0	0.0	46.0	90.0000	7	8	7	8
99	F08	0.0	92.0	0.0	92.0	90.0000	7	9	7	9
100	E08	0.0	138.0	0.0	138.0	90.0000	7	10	7	10
101	D08	0.0	184.0	0.0	184.0	90.0000	7	11	7	11
102	C08	0.0	230.0	0.0	230.0	90.0000	7	12	7	12
103	B08	0.0	276.0	0.0	276.0	90.0000	7	13	7	13
104	A08	0.0	322.0	0.0	322.0	90.0000	7	14	7	14
105	P07	-46.0	-322.0	0.0	325.3	278.1301	8	0	8	0
106	O07	-46.0	-276.0	0.0	279.8	279.4623	8	1	8	1
107	N07	-46.0	-230.0	0.0	234.6	281.3099	8	2	8	2
108	M07	-46.0	-184.0	0.0	189.7	284.0362	8	3	8	3
109	L07	-46.0	-138.0	0.0	145.5	288.4350	8	4	8	4
110	K07	-46.0	-92.0	0.0	102.9	296.5651	8	5	8	5
111	J07	-46.0	-46.0	0.0	65.1	315.0000	8	6	8	6
112	H07	-46.0	0.0	0.0	46.0	0.0000	8	7	8	7
113	G07	-46.0	46.0	0.0	65.1	45.0000	8	8	8	8
114	F07	-46.0	92.0	0.0	102.9	63.4349	8	9	8	9
115	E07	-46.0	138.0	0.0	145.5	71.5650	8	10	8	10
116	D07	-46.0	184.0	0.0	189.7	75.9638	8	11	8	11
117	C07	-46.0	230.0	0.0	234.6	78.6901	8	12	8	12
118	B07	-46.0	276.0	0.0	279.8	80.5377	8	13	8	13
119	A07	-46.0	322.0	0.0	325.3	81.8699	8	14	8	14
120	P06	-92.0	-322.0	0.0	334.9	285.9454	9	0	9	0
121	O06	-92.0	-276.0	0.0	290.9	288.4350	9	1	9	1
122	N06	-92.0	-230.0	0.0	247.7	291.8014	9	2	9	2
123	M06	-92.0	-184.0	0.0	205.7	296.5651	9	3	9	3
124	L06	-92.0	-138.0	0.0	165.9	303.6901	9	4	9	4
125	K06	-92.0	-92.0	0.0	130.1	315.0000	9	5	9	5
126	J06	-92.0	-46.0	0.0	102.9	333.4349	9	6	9	6
127	H06	-92.0	0.0	0.0	92.0	0.0000	9	7	9	7
128	G06	-92.0	46.0	0.0	102.9	26.5651	9	8	9	8
129	F06	-92.0	92.0	0.0	130.1	45.0000	9	9	9	9
130	E06	-92.0	138.0	0.0	165.9	56.3099	9	10	9	10
131	D06	-92.0	184.0	0.0	205.7	63.4349	9	11	9	11
132	C06	-92.0	230.0	0.0	247.7	68.1986	9	12	9	12
133	B06	-92.0	276.0	0.0	290.9	71.5650	9	13	9	13
134	A06	-92.0	322.0	0.0	334.9	74.0546	9	14	9	14
135	P05	-138.0	-322.0	0.0	350.3	293.1986	10	0	10	0
136	O05	-138.0	-276.0	0.0	308.6	296.5651	10	1	10	1
137	N05	-138.0	-230.0	0.0	268.2	300.9638	10	2	10	2
138	M05	-138.0	-184.0	0.0	230.0	306.8699	10	3	10	3
139	L05	-138.0	-138.0	0.0	195.2	315.0000	10	4	10	4
140	K05	-138.0	-92.0	0.0	165.9	326.3099	10	5	10	5
141	J05	-138.0	-46.0	0.0	145.5	341.5651	10	6	10	6
142	H05	-138.0	0.0	0.0	138.0	0.0000	10	7	10	7
143	G05	-138.0	46.0	0.0	145.5	18.4349	10	8	10	8

144	F05	-138.0	92.0	0.0	165.9	33.6901	10	9	10	9
145	E05	-138.0	138.0	0.0	195.2	45.0000	10	10	10	10
146	D05	-138.0	184.0	0.0	230.0	53.1301	10	11	10	11
147	C05	-138.0	230.0	0.0	268.2	59.0362	10	12	10	12
148	B05	-138.0	276.0	0.0	308.6	63.4349	10	13	10	13
149	A05	-138.0	322.0	0.0	350.3	66.8014	10	14	10	14
150	O04	-184.0	-276.0	0.0	331.7	303.6901	11	1	11	1
151	N04	-184.0	-230.0	0.0	294.5	308.6598	11	2	11	2
152	M04	-184.0	-184.0	0.0	260.2	315.0000	11	3	11	3
153	L04	-184.0	-138.0	0.0	230.0	323.1301	11	4	11	4
154	K04	-184.0	-92.0	0.0	205.7	333.4349	11	5	11	5
155	J04	-184.0	-46.0	0.0	189.7	345.9638	11	6	11	6
156	H04	-184.0	0.0	0.0	184.0	0.0000	11	7	11	7
157	G04	-184.0	46.0	0.0	189.7	14.0362	11	8	11	8
158	F04	-184.0	92.0	0.0	205.7	26.5651	11	9	11	9
159	E04	-184.0	138.0	0.0	230.0	36.8699	11	10	11	10
160	D04	-184.0	184.0	0.0	260.2	45.0000	11	11	11	11
161	C04	-184.0	230.0	0.0	294.5	51.3402	11	12	11	12
162	B04	-184.0	276.0	0.0	331.7	56.3099	11	13	11	13
163	O03	-230.0	-276.0	0.0	359.3	309.8056	12	1	12	1
164	N03	-230.0	-230.0	0.0	325.3	315.0000	12	2	12	2
165	M03	-230.0	-184.0	0.0	294.5	321.3402	12	3	12	3
166	L03	-230.0	-138.0	0.0	268.2	329.0362	12	4	12	4
167	K03	-230.0	-92.0	0.0	247.7	338.1986	12	5	12	5
168	J03	-230.0	-46.0	0.0	234.6	348.6901	12	6	12	6
169	H03	-230.0	0.0	0.0	230.0	0.0000	12	7	12	7
170	G03	-230.0	46.0	0.0	234.6	11.3099	12	8	12	8
171	F03	-230.0	92.0	0.0	247.7	21.8014	12	9	12	9
172	E03	-230.0	138.0	0.0	268.2	30.9638	12	10	12	10
173	D03	-230.0	184.0	0.0	294.5	38.6598	12	11	12	11
174	C03	-230.0	230.0	0.0	325.3	45.0000	12	12	12	12
175	B03	-230.0	276.0	0.0	359.3	50.1944	12	13	12	13
176	N02	-276.0	-230.0	0.0	359.3	320.1944	13	2	13	2
177	M02	-276.0	-184.0	0.0	331.7	326.3099	13	3	13	3
178	L02	-276.0	-138.0	0.0	308.6	333.4349	13	4	13	4
179	K02	-276.0	-92.0	0.0	290.9	341.5651	13	5	13	5
180	J02	-276.0	-46.0	0.0	279.8	350.5377	13	6	13	6
181	H02	-276.0	0.0	0.0	276.0	0.0000	13	7	13	7
182	G02	-276.0	46.0	0.0	279.8	9.4623	13	8	13	8
183	F02	-276.0	92.0	0.0	290.9	18.4349	13	9	13	9
184	E02	-276.0	138.0	0.0	308.6	26.5651	13	10	13	10
185	D02	-276.0	184.0	0.0	331.7	33.6901	13	11	13	11
186	C02	-276.0	230.0	0.0	359.3	39.8056	13	12	13	12
187	L01	-322.0	-138.0	0.0	350.3	336.8014	14	4	14	4
188	K01	-322.0	-92.0	0.0	334.9	344.0546	14	5	14	5
189	J01	-322.0	-46.0	0.0	325.3	351.8699	14	6	14	6
190	H01	-322.0	0.0	0.0	322.0	0.0000	14	7	14	7
191	G01	-322.0	46.0	0.0	325.3	8.1301	14	8	14	8
192	F01	-322.0	92.0	0.0	334.9	15.9454	14	9	14	9
193	E01	-322.0	138.0	0.0	350.3	23.1986	14	10	14	10

Downcomer - oben

Nr. (lfd.)	Nr. (int)	x[mm]	y[mm]	z[mm]	r[mm]	fi[°]	i(32)	j(32)	i(16)	j(16)
194	1	489.9	-24.1	941.0	490.5	357.1875	0	16	0	0
195	2	476.9	-23.4	941.0	477.5	357.1875	0	17	0	1
196	3	463.9	-22.8	941.0	464.5	357.1875	0	18	0	2
197	4	451.0	-22.2	941.0	451.5	357.1875	0	19	0	3
198	5	489.9	24.1	941.0	490.5	2.8125	1	16	1	0
199	6	476.9	23.4	941.0	477.5	2.8125	1	17	1	1
200	7	463.9	22.8	941.0	464.5	2.8125	1	18	1	2
201	8	451.0	22.2	941.0	451.5	2.8125	1	19	1	3
202	9	485.2	72.0	941.0	490.5	8.4375	2	16	2	0
203	10	472.3	70.1	941.0	477.5	8.4375	2	17	2	1
204	11	459.5	68.2	941.0	464.5	8.4375	2	18	2	2
205	12	446.6	66.2	941.0	451.5	8.4375	2	19	2	3
206	13	475.8	119.2	941.0	490.5	14.0625	3	16	3	0
207	14	463.2	116.0	941.0	477.5	14.0625	3	17	3	1
208	15	450.6	112.9	941.0	464.5	14.0625	3	18	3	2
209	16	438.0	109.7	941.0	451.5	14.0625	3	19	3	3
210	17	461.8	165.2	941.0	490.5	19.6875	4	16	4	0
211	18	449.6	160.9	941.0	477.5	19.6875	4	17	4	1
212	19	437.3	156.5	941.0	464.5	19.6875	4	18	4	2
213	20	425.1	152.1	941.0	451.5	19.6875	4	19	4	3
214	21	443.4	209.7	941.0	490.5	25.3125	5	16	5	0
215	22	431.7	204.2	941.0	477.5	25.3125	5	17	5	1
216	23	419.9	198.6	941.0	464.5	25.3125	5	18	5	2
217	24	408.2	193.0	941.0	451.5	25.3125	5	19	5	3
218	25	420.7	252.2	941.0	490.5	30.9375	6	16	6	0
219	26	409.6	245.5	941.0	477.5	30.9375	6	17	6	1
220	27	398.4	238.8	941.0	464.5	30.9375	6	18	6	2
221	28	387.3	232.1	941.0	451.5	30.9375	6	19	6	3
222	29	394.0	292.2	941.0	490.5	36.5625	7	16	7	0
223	30	383.5	284.4	941.0	477.5	36.5625	7	17	7	1
224	31	373.1	276.7	941.0	464.5	36.5625	7	18	7	2
225	32	362.6	269.0	941.0	451.5	36.5625	7	19	7	3
226	33	363.4	329.4	941.0	490.5	42.1875	8	16	8	0

227	34	353.8	320.7	941.0	477.5	42.1875	8	17	8	1
228	35	344.2	311.9	941.0	464.5	42.1875	8	18	8	2
229	36	334.5	303.2	941.0	451.5	42.1875	8	19	8	3
230	37	329.4	363.4	941.0	490.5	47.8125	9	16	9	0
231	38	320.7	353.8	941.0	477.5	47.8125	9	17	9	1
232	39	311.9	344.2	941.0	464.5	47.8125	9	18	9	2
233	40	303.2	334.5	941.0	451.5	47.8125	9	19	9	3
234	41	292.2	394.0	941.0	490.5	53.4375	10	16	10	0
235	42	284.4	383.5	941.0	477.5	53.4375	10	17	10	1
236	43	276.7	373.1	941.0	464.5	53.4375	10	18	10	2
237	44	269.0	362.6	941.0	451.5	53.4375	10	19	10	3
238	45	252.2	420.7	941.0	490.5	59.0625	11	16	11	0
239	46	245.5	409.6	941.0	477.5	59.0625	11	17	11	1
240	47	238.8	398.4	941.0	464.5	59.0625	11	18	11	2
241	48	232.1	387.3	941.0	451.5	59.0625	11	19	11	3
242	49	209.7	443.4	941.0	490.5	64.6875	12	16	12	0
243	50	204.2	431.7	941.0	477.5	64.6875	12	17	12	1
244	51	198.6	419.9	941.0	464.5	64.6875	12	18	12	2
245	52	193.0	408.2	941.0	451.5	64.6875	12	19	12	3
246	53	165.2	461.8	941.0	490.5	70.3125	13	16	13	0
247	54	160.9	449.6	941.0	477.5	70.3125	13	17	13	1
248	55	156.5	437.3	941.0	464.5	70.3125	13	18	13	2
249	56	152.1	425.1	941.0	451.5	70.3125	13	19	13	3
250	57	119.2	475.8	941.0	490.5	75.9375	14	16	14	0
251	58	116.0	463.2	941.0	477.5	75.9375	14	17	14	1
252	59	112.9	450.6	941.0	464.5	75.9375	14	18	14	2
253	60	109.7	438.0	941.0	451.5	75.9375	14	19	14	3
254	61	72.0	485.2	941.0	490.5	81.5625	15	16	15	0
255	62	70.1	472.3	941.0	477.5	81.5625	15	17	15	1
256	63	68.2	459.5	941.0	464.5	81.5625	15	18	15	2
257	64	66.2	446.6	941.0	451.5	81.5625	15	19	15	3
258	65	24.1	489.9	941.0	490.5	87.1875	0	20	0	4
259	66	23.4	476.9	941.0	477.5	87.1875	0	21	0	5
260	67	22.8	463.9	941.0	464.5	87.1875	0	22	0	6
261	68	22.2	451.0	941.0	451.5	87.1875	0	23	0	7
262	69	-24.1	489.9	941.0	490.5	92.8125	1	20	1	4
263	70	-23.4	476.9	941.0	477.5	92.8125	1	21	1	5
264	71	-22.8	463.9	941.0	464.5	92.8125	1	22	1	6
265	72	-22.2	451.0	941.0	451.5	92.8125	1	23	1	7
266	73	-72.0	485.2	941.0	490.5	98.4375	2	20	2	4
267	74	-70.1	472.3	941.0	477.5	98.4375	2	21	2	5
268	75	-68.2	459.5	941.0	464.5	98.4375	2	22	2	6
269	76	-66.2	446.6	941.0	451.5	98.4375	2	23	2	7
270	77	-119.2	475.8	941.0	490.5	104.0625	3	20	3	4
271	78	-116.0	463.2	941.0	477.5	104.0625	3	21	3	5
272	79	-112.9	450.6	941.0	464.5	104.0625	3	22	3	6
273	80	-109.7	438.0	941.0	451.5	104.0625	3	23	3	7
274	81	-165.2	461.8	941.0	490.5	109.6875	4	20	4	4
275	82	-160.9	449.6	941.0	477.5	109.6875	4	21	4	5
276	83	-156.5	437.3	941.0	464.5	109.6875	4	22	4	6
277	84	-152.1	425.1	941.0	451.5	109.6875	4	23	4	7
278	85	-209.7	443.4	941.0	490.5	115.3125	5	20	5	4
279	86	-204.2	431.7	941.0	477.5	115.3125	5	21	5	5
280	87	-198.6	419.9	941.0	464.5	115.3125	5	22	5	6
281	88	-193.0	408.2	941.0	451.5	115.3125	5	23	5	7
282	89	-252.2	420.7	941.0	490.5	120.9375	6	20	6	4
283	90	-245.5	409.6	941.0	477.5	120.9375	6	21	6	5
284	91	-238.8	398.4	941.0	464.5	120.9375	6	22	6	6
285	92	-232.1	387.3	941.0	451.5	120.9375	6	23	6	7
286	93	-292.2	394.0	941.0	490.5	126.5625	7	20	7	4
287	94	-284.4	383.5	941.0	477.5	126.5625	7	21	7	5
288	95	-276.7	373.1	941.0	464.5	126.5625	7	22	7	6
289	96	-269.0	362.6	941.0	451.5	126.5625	7	23	7	7
290	97	-329.4	363.4	941.0	490.5	132.1875	8	20	8	4
291	98	-320.7	353.8	941.0	477.5	132.1875	8	21	8	5
292	99	-311.9	344.2	941.0	464.5	132.1875	8	22	8	6
293	100	-303.2	334.5	941.0	451.5	132.1875	8	23	8	7
294	101	-363.4	329.4	941.0	490.5	137.8125	9	20	9	4
295	102	-353.8	320.7	941.0	477.5	137.8125	9	21	9	5
296	103	-344.2	311.9	941.0	464.5	137.8125	9	22	9	6
297	104	-334.5	303.2	941.0	451.5	137.8125	9	23	9	7
298	105	-394.0	292.2	941.0	490.5	143.4375	10	20	10	4
299	106	-383.5	284.4	941.0	477.5	143.4375	10	21	10	5
300	107	-373.1	276.7	941.0	464.5	143.4375	10	22	10	6
301	108	-362.6	269.0	941.0	451.5	143.4375	10	23	10	7
302	109	-420.7	252.2	941.0	490.5	149.0625	11	20	11	4
303	110	-409.6	245.5	941.0	477.5	149.0625	11	21	11	5
304	111	-398.4	238.8	941.0	464.5	149.0625	11	22	11	6
305	112	-387.3	232.1	941.0	451.5	149.0625	11	23	11	7
306	113	-443.4	209.7	941.0	490.5	154.6875	12	20	12	4
307	114	-431.7	204.2	941.0	477.5	154.6875	12	21	12	5
308	115	-419.9	198.6	941.0	464.5	154.6875	12	22	12	6
309	116	-408.2	193.0	941.0	451.5	154.6875	12	23	12	7
310	117	-461.8	165.2	941.0	490.5	160.3125	13	20	13	4
311	118	-449.6	160.9	941.0	477.5	160.3125	13	21	13	5
312	119	-437.3	156.5	941.0	464.5	160.3125	13	22	13	6
313	120	-425.1	152.1	941.0	451.5	160.3125	13	23	13	7

314	121	-475.8	119.2	941.0	490.5	165.9375	14	20	14	4
315	122	-463.2	116.0	941.0	477.5	165.9375	14	21	14	5
316	123	-450.6	112.9	941.0	464.5	165.9375	14	22	14	6
317	124	-438.0	109.7	941.0	451.5	165.9375	14	23	14	7
318	125	-485.2	72.0	941.0	490.5	171.5625	15	20	15	4
319	126	-472.3	70.1	941.0	477.5	171.5625	15	21	15	5
320	127	-459.5	68.2	941.0	464.5	171.5625	15	22	15	6
321	128	-446.6	66.2	941.0	451.5	171.5625	15	23	15	7
322	129	-489.9	24.1	941.0	490.5	177.1875	0	24	0	8
323	130	-476.9	23.4	941.0	477.5	177.1875	0	25	0	9
324	131	-463.9	22.8	941.0	464.5	177.1875	0	26	0	10
325	132	-451.0	22.2	941.0	451.5	177.1875	0	27	0	11
326	133	-489.9	-24.1	941.0	490.5	182.8125	1	24	1	8
327	134	-476.9	-23.4	941.0	477.5	182.8125	1	25	1	9
328	135	-463.9	-22.8	941.0	464.5	182.8125	1	26	1	10
329	136	-451.0	-22.2	941.0	451.5	182.8125	1	27	1	11
330	137	-485.2	-72.0	941.0	490.5	188.4375	2	24	2	8
331	138	-472.3	-70.1	941.0	477.5	188.4375	2	25	2	9
332	139	-459.5	-68.2	941.0	464.5	188.4375	2	26	2	10
333	140	-446.6	-66.2	941.0	451.5	188.4375	2	27	2	11
334	141	-475.8	-119.2	941.0	490.5	194.0625	3	24	3	8
335	142	-463.2	-116.0	941.0	477.5	194.0625	3	25	3	9
336	143	-450.6	-112.9	941.0	464.5	194.0625	3	26	3	10
337	144	-438.0	-109.7	941.0	451.5	194.0625	3	27	3	11
338	145	-461.8	-165.2	941.0	490.5	199.6875	4	24	4	8
339	146	-449.6	-160.9	941.0	477.5	199.6875	4	25	4	9
340	147	-437.3	-156.5	941.0	464.5	199.6875	4	26	4	10
341	148	-425.1	-152.1	941.0	451.5	199.6875	4	27	4	11
342	149	-443.4	-209.7	941.0	490.5	205.3125	5	24	5	8
343	150	-431.7	-204.2	941.0	477.5	205.3125	5	25	5	9
344	151	-419.9	-198.6	941.0	464.5	205.3125	5	26	5	10
345	152	-408.2	-193.0	941.0	451.5	205.3125	5	27	5	11
346	153	-420.7	-252.2	941.0	490.5	210.9375	6	24	6	8
347	154	-409.6	-245.5	941.0	477.5	210.9375	6	25	6	9
348	155	-398.4	-238.8	941.0	464.5	210.9375	6	26	6	10
349	156	-387.3	-232.1	941.0	451.5	210.9375	6	27	6	11
350	157	-394.0	-292.2	941.0	490.5	216.5625	7	24	7	8
351	158	-383.5	-284.4	941.0	477.5	216.5625	7	25	7	9
352	159	-373.1	-276.7	941.0	464.5	216.5625	7	26	7	10
353	160	-362.6	-269.0	941.0	451.5	216.5625	7	27	7	11
354	161	-363.4	-329.4	941.0	490.5	222.1875	8	24	8	8
355	162	-353.8	-320.7	941.0	477.5	222.1875	8	25	8	9
356	163	-344.2	-311.9	941.0	464.5	222.1875	8	26	8	10
357	164	-334.5	-303.2	941.0	451.5	222.1875	8	27	8	11
358	165	-329.4	-363.4	941.0	490.5	227.8125	9	24	9	8
359	166	-320.7	-353.8	941.0	477.5	227.8125	9	25	9	9
360	167	-311.9	-344.2	941.0	464.5	227.8125	9	26	9	10
361	168	-303.2	-334.5	941.0	451.5	227.8125	9	27	9	11
362	169	-292.2	-394.0	941.0	490.5	233.4375	10	24	10	8
363	170	-284.4	-383.5	941.0	477.5	233.4375	10	25	10	9
364	171	-276.7	-373.1	941.0	464.5	233.4375	10	26	10	10
365	172	-269.0	-362.6	941.0	451.5	233.4375	10	27	10	11
366	173	-252.2	-420.7	941.0	490.5	239.0625	11	24	11	8
367	174	-245.5	-409.6	941.0	477.5	239.0625	11	25	11	9
368	175	-238.8	-398.4	941.0	464.5	239.0625	11	26	11	10
369	176	-232.1	-387.3	941.0	451.5	239.0625	11	27	11	11
370	177	-209.7	-443.4	941.0	490.5	244.6875	12	24	12	8
371	178	-204.2	-431.7	941.0	477.5	244.6875	12	25	12	9
372	179	-198.6	-419.9	941.0	464.5	244.6875	12	26	12	10
373	180	-193.0	-408.2	941.0	451.5	244.6875	12	27	12	11
374	181	-165.2	-461.8	941.0	490.5	250.3125	13	24	13	8
375	182	-160.9	-449.6	941.0	477.5	250.3125	13	25	13	9
376	183	-156.5	-437.3	941.0	464.5	250.3125	13	26	13	10
377	184	-152.1	-425.1	941.0	451.5	250.3125	13	27	13	11
378	185	-119.2	-475.8	941.0	490.5	255.9375	14	24	14	8
379	186	-116.0	-463.2	941.0	477.5	255.9375	14	25	14	9
380	187	-112.9	-450.6	941.0	464.5	255.9375	14	26	14	10
381	188	-109.7	-438.0	941.0	451.5	255.9375	14	27	14	11
382	189	-72.0	-485.2	941.0	490.5	261.5625	15	24	15	8
383	190	-70.1	-472.3	941.0	477.5	261.5625	15	25	15	9
384	191	-68.2	-459.5	941.0	464.5	261.5625	15	26	15	10
385	192	-66.2	-446.6	941.0	451.5	261.5625	15	27	15	11
386	193	-24.1	-489.9	941.0	490.5	267.1875	0	28	0	12
387	194	-23.4	-476.9	941.0	477.5	267.1875	0	29	0	13
388	195	-22.8	-463.9	941.0	464.5	267.1875	0	30	0	14
389	196	-22.2	-451.0	941.0	451.5	267.1875	0	31	0	15
390	197	24.1	-489.9	941.0	490.5	272.8125	1	28	1	12
391	198	23.4	-476.9	941.0	477.5	272.8125	1	29	1	13
392	199	22.8	-463.9	941.0	464.5	272.8125	1	30	1	14
393	200	22.2	-451.0	941.0	451.5	272.8125	1	31	1	15
394	201	72.0	-485.2	941.0	490.5	278.4375	2	28	2	12
395	202	70.1	-472.3	941.0	477.5	278.4375	2	29	2	13
396	203	68.2	-459.5	941.0	464.5	278.4375	2	30	2	14
397	204	66.2	-446.6	941.0	451.5	278.4375	2	31	2	15
398	205	119.2	-475.8	941.0	490.5	284.0625	3	28	3	12
399	206	116.0	-463.2	941.0	477.5	284.0625	3	29	3	13
400	207	112.9	-450.6	941.0	464.5	284.0625	3	30	3	14

401	208	109.7	-438.0	941.0	451.5	284.0625	3	31	3	15
402	209	165.2	-461.8	941.0	490.5	289.6875	4	28	4	12
403	210	160.9	-449.6	941.0	477.5	289.6875	4	29	4	13
404	211	156.5	-437.3	941.0	464.5	289.6875	4	30	4	14
405	212	152.1	-425.1	941.0	451.5	289.6875	4	31	4	15
406	213	209.7	-443.4	941.0	490.5	295.3125	5	28	5	12
407	214	204.2	-431.7	941.0	477.5	295.3125	5	29	5	13
408	215	198.6	-419.9	941.0	464.5	295.3125	5	30	5	14
409	216	193.0	-408.2	941.0	451.5	295.3125	5	31	5	15
410	217	252.2	-420.7	941.0	490.5	300.9375	6	28	6	12
411	218	245.5	-409.6	941.0	477.5	300.9375	6	29	6	13
412	219	238.8	-398.4	941.0	464.5	300.9375	6	30	6	14
413	220	232.1	-387.3	941.0	451.5	300.9375	6	31	6	15
414	221	292.2	-394.0	941.0	490.5	306.5625	7	28	7	12
415	222	284.4	-383.5	941.0	477.5	306.5625	7	29	7	13
416	223	276.7	-373.1	941.0	464.5	306.5625	7	30	7	14
417	224	269.0	-362.6	941.0	451.5	306.5625	7	31	7	15
418	225	329.4	-363.4	941.0	490.5	312.1875	8	28	8	12
419	226	320.7	-353.8	941.0	477.5	312.1875	8	29	8	13
420	227	311.9	-344.2	941.0	464.5	312.1875	8	30	8	14
421	228	303.2	-334.5	941.0	451.5	312.1875	8	31	8	15
422	229	363.4	-329.4	941.0	490.5	317.8125	9	28	9	12
423	230	353.8	-320.7	941.0	477.5	317.8125	9	29	9	13
424	231	344.2	-311.9	941.0	464.5	317.8125	9	30	9	14
425	232	334.5	-303.2	941.0	451.5	317.8125	9	31	9	15
426	233	394.0	-292.2	941.0	490.5	323.4375	10	28	10	12
427	234	383.5	-284.4	941.0	477.5	323.4375	10	29	10	13
428	235	373.1	-276.7	941.0	464.5	323.4375	10	30	10	14
429	236	362.6	-269.0	941.0	451.5	323.4375	10	31	10	15
430	237	420.7	-252.2	941.0	490.5	329.0625	11	28	11	12
431	238	409.6	-245.5	941.0	477.5	329.0625	11	29	11	13
432	239	398.4	-238.8	941.0	464.5	329.0625	11	30	11	14
433	240	387.3	-232.1	941.0	451.5	329.0625	11	31	11	15
434	241	443.4	-209.7	941.0	490.5	334.6875	12	28	12	12
435	242	431.7	-204.2	941.0	477.5	334.6875	12	29	12	13
436	243	419.9	-198.6	941.0	464.5	334.6875	12	30	12	14
437	244	408.2	-193.0	941.0	451.5	334.6875	12	31	12	15
438	245	461.8	-165.2	941.0	490.5	340.3125	13	28	13	12
439	246	449.6	-160.9	941.0	477.5	340.3125	13	29	13	13
440	247	437.3	-156.5	941.0	464.5	340.3125	13	30	13	14
441	248	425.1	-152.1	941.0	451.5	340.3125	13	31	13	15
442	249	475.8	-119.2	941.0	490.5	345.9375	14	28	14	12
443	250	463.2	-116.0	941.0	477.5	345.9375	14	29	14	13
444	251	450.6	-112.9	941.0	464.5	345.9375	14	30	14	14
445	252	438.0	-109.7	941.0	451.5	345.9375	14	31	14	15
446	253	485.2	-72.0	941.0	490.5	351.5625	15	28	15	12
447	254	472.3	-70.1	941.0	477.5	351.5625	15	29	15	13
448	255	459.5	-68.2	941.0	464.5	351.5625	15	30	15	14
449	256	446.6	-66.2	941.0	451.5	351.5625	15	31	15	15

Downcomer - unten

Nr. (lfd.)	Nr. (int)	x[mm]	y[mm]	z[mm]	r[mm]	fi[°]	i(32)	j(32)	i(16)	j(16)
450	1	489.9	-24.1	32.0	490.5	357.1875	16	0	0	0
451	2	476.9	-23.4	32.0	477.5	357.1875	16	1	0	1
452	3	463.9	-22.8	32.0	464.5	357.1875	16	2	0	2
453	4	451.0	-22.2	32.0	451.5	357.1875	16	3	0	3
454	5	489.9	24.1	32.0	490.5	2.8125	17	0	1	0
455	6	476.9	23.4	32.0	477.5	2.8125	17	1	1	1
456	7	463.9	22.8	32.0	464.5	2.8125	17	2	1	2
457	8	451.0	22.2	32.0	451.5	2.8125	17	3	1	3
458	9	485.2	72.0	32.0	490.5	8.4375	18	0	2	0
459	10	472.3	70.1	32.0	477.5	8.4375	18	1	2	1
460	11	459.5	68.2	32.0	464.5	8.4375	18	2	2	2
461	12	446.6	66.2	32.0	451.5	8.4375	18	3	2	3
462	13	475.8	119.2	32.0	490.5	14.0625	19	0	3	0
463	14	463.2	116.0	32.0	477.5	14.0625	19	1	3	1
464	15	450.6	112.9	32.0	464.5	14.0625	19	2	3	2
465	16	438.0	109.7	32.0	451.5	14.0625	19	3	3	3
466	17	461.8	165.2	32.0	490.5	19.6875	20	0	4	0
467	18	449.6	160.9	32.0	477.5	19.6875	20	1	4	1
468	19	437.3	156.5	32.0	464.5	19.6875	20	2	4	2
469	20	425.1	152.1	32.0	451.5	19.6875	20	3	4	3
470	21	443.4	209.7	32.0	490.5	25.3125	21	0	5	0
471	22	431.7	204.2	32.0	477.5	25.3125	21	1	5	1
472	23	419.9	198.6	32.0	464.5	25.3125	21	2	5	2
473	24	408.2	193.0	32.0	451.5	25.3125	21	3	5	3
474	25	420.7	252.2	32.0	490.5	30.9375	22	0	6	0
475	26	409.6	245.5	32.0	477.5	30.9375	22	1	6	1
476	27	398.4	238.8	32.0	464.5	30.9375	22	2	6	2
477	28	387.3	232.1	32.0	451.5	30.9375	22	3	6	3
478	29	394.0	292.2	32.0	490.5	36.5625	23	0	7	0
479	30	383.5	284.4	32.0	477.5	36.5625	23	1	7	1
480	31	373.1	276.7	32.0	464.5	36.5625	23	2	7	2
481	32	362.6	269.0	32.0	451.5	36.5625	23	3	7	3
482	33	363.4	329.4	32.0	490.5	42.1875	24	0	8	0
483	34	353.8	320.7	32.0	477.5	42.1875	24	1	8	1

484	35	344.2	311.9	32.0	464.5	42.1875	24	2	8	2
485	36	334.5	303.2	32.0	451.5	42.1875	24	3	8	3
486	37	329.4	363.4	32.0	490.5	47.8125	25	0	9	0
487	38	320.7	353.8	32.0	477.5	47.8125	25	1	9	1
488	39	311.9	344.2	32.0	464.5	47.8125	25	2	9	2
489	40	303.2	334.5	32.0	451.5	47.8125	25	3	9	3
490	41	292.2	394.0	32.0	490.5	53.4375	26	0	10	0
491	42	284.4	383.5	32.0	477.5	53.4375	26	1	10	1
492	43	276.7	373.1	32.0	464.5	53.4375	26	2	10	2
493	44	269.0	362.6	32.0	451.5	53.4375	26	3	10	3
494	45	252.2	420.7	32.0	490.5	59.0625	27	0	11	0
495	46	245.5	409.6	32.0	477.5	59.0625	27	1	11	1
496	47	238.8	398.4	32.0	464.5	59.0625	27	2	11	2
497	48	232.1	387.3	32.0	451.5	59.0625	27	3	11	3
498	49	209.7	443.4	32.0	490.5	64.6875	28	0	12	0
499	50	204.2	431.7	32.0	477.5	64.6875	28	1	12	1
500	51	198.6	419.9	32.0	464.5	64.6875	28	2	12	2
501	52	193.0	408.2	32.0	451.5	64.6875	28	3	12	3
502	53	165.2	461.8	32.0	490.5	70.3125	29	0	13	0
503	54	160.9	449.6	32.0	477.5	70.3125	29	1	13	1
504	55	156.5	437.3	32.0	464.5	70.3125	29	2	13	2
505	56	152.1	425.1	32.0	451.5	70.3125	29	3	13	3
506	57	119.2	475.8	32.0	490.5	75.9375	30	0	14	0
507	58	116.0	463.2	32.0	477.5	75.9375	30	1	14	1
508	59	112.9	450.6	32.0	464.5	75.9375	30	2	14	2
509	60	109.7	438.0	32.0	451.5	75.9375	30	3	14	3
510	61	72.0	485.2	32.0	490.5	81.5625	31	0	15	0
511	62	70.1	472.3	32.0	477.5	81.5625	31	1	15	1
512	63	68.2	459.5	32.0	464.5	81.5625	31	2	15	2
513	64	66.2	446.6	32.0	451.5	81.5625	31	3	15	3
514	65	24.1	489.9	32.0	490.5	87.1875	16	4	0	4
515	66	23.4	476.9	32.0	477.5	87.1875	16	5	0	5
516	67	22.8	463.9	32.0	464.5	87.1875	16	6	0	6
517	68	22.2	451.0	32.0	451.5	87.1875	16	7	0	7
518	69	-24.1	489.9	32.0	490.5	92.8125	17	4	1	4
519	70	-23.4	476.9	32.0	477.5	92.8125	17	5	1	5
520	71	-22.8	463.9	32.0	464.5	92.8125	17	6	1	6
521	72	-22.2	451.0	32.0	451.5	92.8125	17	7	1	7
522	73	-72.0	485.2	32.0	490.5	98.4375	18	4	2	4
523	74	-70.1	472.3	32.0	477.5	98.4375	18	5	2	5
524	75	-68.2	459.5	32.0	464.5	98.4375	18	6	2	6
525	76	-66.2	446.6	32.0	451.5	98.4375	18	7	2	7
526	77	-119.2	475.8	32.0	490.5	104.0625	19	4	3	4
527	78	-116.0	463.2	32.0	477.5	104.0625	19	5	3	5
528	79	-112.9	450.6	32.0	464.5	104.0625	19	6	3	6
529	80	-109.7	438.0	32.0	451.5	104.0625	19	7	3	7
530	81	-165.2	461.8	32.0	490.5	109.6875	20	4	4	4
531	82	-160.9	449.6	32.0	477.5	109.6875	20	5	4	5
532	83	-156.5	437.3	32.0	464.5	109.6875	20	6	4	6
533	84	-152.1	425.1	32.0	451.5	109.6875	20	7	4	7
534	85	-209.7	443.4	32.0	490.5	115.3125	21	4	5	4
535	86	-204.2	431.7	32.0	477.5	115.3125	21	5	5	5
536	87	-198.6	419.9	32.0	464.5	115.3125	21	6	5	6
537	88	-193.0	408.2	32.0	451.5	115.3125	21	7	5	7
538	89	-252.2	420.7	32.0	490.5	120.9375	22	4	6	4
539	90	-245.5	409.6	32.0	477.5	120.9375	22	5	6	5
540	91	-238.8	398.4	32.0	464.5	120.9375	22	6	6	6
541	92	-232.1	387.3	32.0	451.5	120.9375	22	7	6	7
542	93	-292.2	394.0	32.0	490.5	126.5625	23	4	7	4
543	94	-284.4	383.5	32.0	477.5	126.5625	23	5	7	5
544	95	-276.7	373.1	32.0	464.5	126.5625	23	6	7	6
545	96	-269.0	362.6	32.0	451.5	126.5625	23	7	7	7
546	97	-329.4	363.4	32.0	490.5	132.1875	24	4	8	4
547	98	-320.7	353.8	32.0	477.5	132.1875	24	5	8	5
548	99	-311.9	344.2	32.0	464.5	132.1875	24	6	8	6
549	100	-303.2	334.5	32.0	451.5	132.1875	24	7	8	7
550	101	-363.4	329.4	32.0	490.5	137.8125	25	4	9	4
551	102	-353.8	320.7	32.0	477.5	137.8125	25	5	9	5
552	103	-344.2	311.9	32.0	464.5	137.8125	25	6	9	6
553	104	-334.5	303.2	32.0	451.5	137.8125	25	7	9	7
554	105	-394.0	292.2	32.0	490.5	143.4375	26	4	10	4
555	106	-383.5	284.4	32.0	477.5	143.4375	26	5	10	5
556	107	-373.1	276.7	32.0	464.5	143.4375	26	6	10	6
557	108	-362.6	269.0	32.0	451.5	143.4375	26	7	10	7
558	109	-420.7	252.2	32.0	490.5	149.0625	27	4	11	4
559	110	-409.6	245.5	32.0	477.5	149.0625	27	5	11	5
560	111	-398.4	238.8	32.0	464.5	149.0625	27	6	11	6
561	112	-387.3	232.1	32.0	451.5	149.0625	27	7	11	7
562	113	-443.4	209.7	32.0	490.5	154.6875	28	4	12	4
563	114	-431.7	204.2	32.0	477.5	154.6875	28	5	12	5
564	115	-419.9	198.6	32.0	464.5	154.6875	28	6	12	6
565	116	-408.2	193.0	32.0	451.5	154.6875	28	7	12	7
566	117	-461.8	165.2	32.0	490.5	160.3125	29	4	13	4
567	118	-449.6	160.9	32.0	477.5	160.3125	29	5	13	5
568	119	-437.3	156.5	32.0	464.5	160.3125	29	6	13	6
569	120	-425.1	152.1	32.0	451.5	160.3125	29	7	13	7
570	121	-475.8	119.2	32.0	490.5	165.9375	30	4	14	4

571	122	-463.2	116.0	32.0	477.5	165.9375	30	5	14	5
572	123	-450.6	112.9	32.0	464.5	165.9375	30	6	14	6
573	124	-438.0	109.7	32.0	451.5	165.9375	30	7	14	7
574	125	-485.2	72.0	32.0	490.5	171.5625	31	4	15	4
575	126	-472.3	70.1	32.0	477.5	171.5625	31	5	15	5
576	127	-459.5	68.2	32.0	464.5	171.5625	31	6	15	6
577	128	-446.6	66.2	32.0	451.5	171.5625	31	7	15	7
578	129	-489.9	24.1	32.0	490.5	177.1875	16	8	0	8
579	130	-476.9	23.4	32.0	477.5	177.1875	16	9	0	9
580	131	-463.9	22.8	32.0	464.5	177.1875	16	10	0	10
581	132	-451.0	22.2	32.0	451.5	177.1875	16	11	0	11
582	133	-489.9	-24.1	32.0	490.5	182.8125	17	8	1	8
583	134	-476.9	-23.4	32.0	477.5	182.8125	17	9	1	9
584	135	-463.9	-22.8	32.0	464.5	182.8125	17	10	1	10
585	136	-451.0	-22.2	32.0	451.5	182.8125	17	11	1	11
586	137	-485.2	-72.0	32.0	490.5	188.4375	18	8	2	8
587	138	-472.3	-70.1	32.0	477.5	188.4375	18	9	2	9
588	139	-459.5	-68.2	32.0	464.5	188.4375	18	10	2	10
589	140	-446.6	-66.2	32.0	451.5	188.4375	18	11	2	11
590	141	-475.8	-119.2	32.0	490.5	194.0625	19	8	3	8
591	142	-463.2	-116.0	32.0	477.5	194.0625	19	9	3	9
592	143	-450.6	-112.9	32.0	464.5	194.0625	19	10	3	10
593	144	-438.0	-109.7	32.0	451.5	194.0625	19	11	3	11
594	145	-461.8	-165.2	32.0	490.5	199.6875	20	8	4	8
595	146	-449.6	-160.9	32.0	477.5	199.6875	20	9	4	9
596	147	-437.3	-156.5	32.0	464.5	199.6875	20	10	4	10
597	148	-425.1	-152.1	32.0	451.5	199.6875	20	11	4	11
598	149	-443.4	-209.7	32.0	490.5	205.3125	21	8	5	8
599	150	-431.7	-204.2	32.0	477.5	205.3125	21	9	5	9
600	151	-419.9	-198.6	32.0	464.5	205.3125	21	10	5	10
601	152	-408.2	-193.0	32.0	451.5	205.3125	21	11	5	11
602	153	-420.7	-252.2	32.0	490.5	210.9375	22	8	6	8
603	154	-409.6	-245.5	32.0	477.5	210.9375	22	9	6	9
604	155	-398.4	-238.8	32.0	464.5	210.9375	22	10	6	10
605	156	-387.3	-232.1	32.0	451.5	210.9375	22	11	6	11
606	157	-394.0	-292.2	32.0	490.5	216.5625	23	8	7	8
607	158	-383.5	-284.4	32.0	477.5	216.5625	23	9	7	9
608	159	-373.1	-276.7	32.0	464.5	216.5625	23	10	7	10
609	160	-362.6	-269.0	32.0	451.5	216.5625	23	11	7	11
610	161	-363.4	-329.4	32.0	490.5	222.1875	24	8	8	8
611	162	-353.8	-320.7	32.0	477.5	222.1875	24	9	8	9
612	163	-344.2	-311.9	32.0	464.5	222.1875	24	10	8	10
613	164	-334.5	-303.2	32.0	451.5	222.1875	24	11	8	11
614	165	-329.4	-363.4	32.0	490.5	227.8125	25	8	9	8
615	166	-320.7	-353.8	32.0	477.5	227.8125	25	9	9	9
616	167	-311.9	-344.2	32.0	464.5	227.8125	25	10	9	10
617	168	-303.2	-334.5	32.0	451.5	227.8125	25	11	9	11
618	169	-292.2	-394.0	32.0	490.5	233.4375	26	8	10	8
619	170	-284.4	-383.5	32.0	477.5	233.4375	26	9	10	9
620	171	-276.7	-373.1	32.0	464.5	233.4375	26	10	10	10
621	172	-269.0	-362.6	32.0	451.5	233.4375	26	11	10	11
622	173	-252.2	-420.7	32.0	490.5	239.0625	27	8	11	8
623	174	-245.5	-409.6	32.0	477.5	239.0625	27	9	11	9
624	175	-238.8	-398.4	32.0	464.5	239.0625	27	10	11	10
625	176	-232.1	-387.3	32.0	451.5	239.0625	27	11	11	11
626	177	-209.7	-443.4	32.0	490.5	244.6875	28	8	12	8
627	178	-204.2	-431.7	32.0	477.5	244.6875	28	9	12	9
628	179	-198.6	-419.9	32.0	464.5	244.6875	28	10	12	10
629	180	-193.0	-408.2	32.0	451.5	244.6875	28	11	12	11
630	181	-165.2	-461.8	32.0	490.5	250.3125	29	8	13	8
631	182	-160.9	-449.6	32.0	477.5	250.3125	29	9	13	9
632	183	-156.5	-437.3	32.0	464.5	250.3125	29	10	13	10
633	184	-152.1	-425.1	32.0	451.5	250.3125	29	11	13	11
634	185	-119.2	-475.8	32.0	490.5	255.9375	30	8	14	8
635	186	-116.0	-463.2	32.0	477.5	255.9375	30	9	14	9
636	187	-112.9	-450.6	32.0	464.5	255.9375	30	10	14	10
637	188	-109.7	-438.0	32.0	451.5	255.9375	30	11	14	11
638	189	-72.0	-485.2	32.0	490.5	261.5625	31	8	15	8
639	190	-70.1	-472.3	32.0	477.5	261.5625	31	9	15	9
640	191	-68.2	-459.5	32.0	464.5	261.5625	31	10	15	10
641	192	-66.2	-446.6	32.0	451.5	261.5625	31	11	15	11
642	193	-24.1	-489.9	32.0	490.5	267.1875	16	12	0	12
643	194	-23.4	-476.9	32.0	477.5	267.1875	16	13	0	13
644	195	-22.8	-463.9	32.0	464.5	267.1875	16	14	0	14
645	196	-22.2	-451.0	32.0	451.5	267.1875	16	15	0	15
646	197	24.1	-489.9	32.0	490.5	272.8125	17	12	1	12
647	198	23.4	-476.9	32.0	477.5	272.8125	17	13	1	13
648	199	22.8	-463.9	32.0	464.5	272.8125	17	14	1	14
649	200	22.2	-451.0	32.0	451.5	272.8125	17	15	1	15
650	201	72.0	-485.2	32.0	490.5	278.4375	18	12	2	12
651	202	70.1	-472.3	32.0	477.5	278.4375	18	13	2	13
652	203	68.2	-459.5	32.0	464.5	278.4375	18	14	2	14
653	204	66.2	-446.6	32.0	451.5	278.4375	18	15	2	15
654	205	119.2	-475.8	32.0	490.5	284.0625	19	12	3	12
655	206	116.0	-463.2	32.0	477.5	284.0625	19	13	3	13
656	207	112.9	-450.6	32.0	464.5	284.0625	19	14	3	14
657	208	109.7	-438.0	32.0	451.5	284.0625	19	15	3	15

658	209	165.2	-461.8	32.0	490.5	289.6875	20	12	4	12
659	210	160.9	-449.6	32.0	477.5	289.6875	20	13	4	13
660	211	156.5	-437.3	32.0	464.5	289.6875	20	14	4	14
661	212	152.1	-425.1	32.0	451.5	289.6875	20	15	4	15
662	213	209.7	-443.4	32.0	490.5	295.3125	21	12	5	12
663	214	204.2	-431.7	32.0	477.5	295.3125	21	13	5	13
664	215	198.6	-419.9	32.0	464.5	295.3125	21	14	5	14
665	216	193.0	-408.2	32.0	451.5	295.3125	21	15	5	15
666	217	252.2	-420.7	32.0	490.5	300.9375	22	12	6	12
667	218	245.5	-409.6	32.0	477.5	300.9375	22	13	6	13
668	219	238.8	-398.4	32.0	464.5	300.9375	22	14	6	14
669	220	232.1	-387.3	32.0	451.5	300.9375	22	15	6	15
670	221	292.2	-394.0	32.0	490.5	306.5625	23	12	7	12
671	222	284.4	-383.5	32.0	477.5	306.5625	23	13	7	13
672	223	276.7	-373.1	32.0	464.5	306.5625	23	14	7	14
673	224	269.0	-362.6	32.0	451.5	306.5625	23	15	7	15
674	225	329.4	-363.4	32.0	490.5	312.1875	24	12	8	12
675	226	320.7	-353.8	32.0	477.5	312.1875	24	13	8	13
676	227	311.9	-344.2	32.0	464.5	312.1875	24	14	8	14
677	228	303.2	-334.5	32.0	451.5	312.1875	24	15	8	15
678	229	363.4	-329.4	32.0	490.5	317.8125	25	12	9	12
679	230	353.8	-320.7	32.0	477.5	317.8125	25	13	9	13
680	231	344.2	-311.9	32.0	464.5	317.8125	25	14	9	14
681	232	334.5	-303.2	32.0	451.5	317.8125	25	15	9	15
682	233	394.0	-292.2	32.0	490.5	323.4375	26	12	10	12
683	234	383.5	-284.4	32.0	477.5	323.4375	26	13	10	13
684	235	373.1	-276.7	32.0	464.5	323.4375	26	14	10	14
685	236	362.6	-269.0	32.0	451.5	323.4375	26	15	10	15
686	237	420.7	-252.2	32.0	490.5	329.0625	27	12	11	12
687	238	409.6	-245.5	32.0	477.5	329.0625	27	13	11	13
688	239	398.4	-238.8	32.0	464.5	329.0625	27	14	11	14
689	240	387.3	-232.1	32.0	451.5	329.0625	27	15	11	15
690	241	443.4	-209.7	32.0	490.5	334.6875	28	12	12	12
691	242	431.7	-204.2	32.0	477.5	334.6875	28	13	12	13
692	243	419.9	-198.6	32.0	464.5	334.6875	28	14	12	14
693	244	408.2	-193.0	32.0	451.5	334.6875	28	15	12	15
694	245	461.8	-165.2	32.0	490.5	340.3125	29	12	13	12
695	246	449.6	-160.9	32.0	477.5	340.3125	29	13	13	13
696	247	437.3	-156.5	32.0	464.5	340.3125	29	14	13	14
697	248	425.1	-152.1	32.0	451.5	340.3125	29	15	13	15
698	249	475.8	-119.2	32.0	490.5	345.9375	30	12	14	12
699	250	463.2	-116.0	32.0	477.5	345.9375	30	13	14	13
700	251	450.6	-112.9	32.0	464.5	345.9375	30	14	14	14
701	252	438.0	-109.7	32.0	451.5	345.9375	30	15	14	15
702	253	485.2	-72.0	32.0	490.5	351.5625	31	12	15	12
703	254	472.3	-70.1	32.0	477.5	351.5625	31	13	15	13
704	255	459.5	-68.2	32.0	464.5	351.5625	31	14	15	14
705	256	446.6	-66.2	32.0	451.5	351.5625	31	15	15	15

Reaktoreintritt

Nr. (lfd.)	Nr. (int)	x[mm]	y[mm]	z[mm]	r[mm]	fi[°]	i(32)	j(32)	i(16)	j(16)
706	1	637.1	291.1	1174.8	700.5	24.5596	16	20	0	4
707	2	634.7	296.9	1181.1	700.7	25.0738	16	21	0	5
708	3	632.3	302.8	1187.4	701.0	25.5877	16	22	0	6
709	4	629.9	308.6	1193.7	701.4	26.1010	16	23	0	7
710	5	627.4	314.4	1199.9	701.8	26.6138	16	24	0	8
711	6	625.0	320.2	1206.2	702.3	27.1259	16	25	0	9
712	7	622.6	326.0	1212.5	702.8	27.6373	16	26	0	10
713	8	620.2	331.8	1218.8	703.4	28.1478	16	27	0	11
714	9	641.9	279.5	1174.8	700.1	23.5301	17	19	1	3
715	10	639.5	285.3	1181.1	700.3	24.0450	17	20	1	4
716	11	637.1	291.1	1187.4	700.5	24.5596	17	21	1	5
717	12	634.7	296.9	1193.7	700.7	25.0738	17	22	1	6
718	13	632.3	302.8	1199.9	701.0	25.5877	17	23	1	7
719	14	629.9	308.6	1206.2	701.4	26.1010	17	24	1	8
720	15	627.4	314.4	1212.5	701.8	26.6138	17	25	1	9
721	16	625.0	320.2	1218.8	702.3	27.1259	17	26	1	10
722	17	622.6	326.0	1225.1	702.8	27.6373	17	27	1	11
723	18	620.2	331.8	1231.4	703.4	28.1478	17	28	1	12
724	19	646.7	267.9	1174.8	700.0	22.5000	18	18	2	2
725	20	644.3	273.7	1181.1	700.0	23.0151	18	19	2	3
726	21	641.9	279.5	1187.4	700.1	23.5301	18	20	2	4
727	22	639.5	285.3	1193.7	700.3	24.0450	18	21	2	5
728	23	637.1	291.1	1199.9	700.5	24.5596	18	22	2	6
729	24	634.7	296.9	1206.2	700.7	25.0738	18	23	2	7
730	25	632.3	302.8	1212.5	701.0	25.5877	18	24	2	8
731	26	629.9	308.6	1218.8	701.4	26.1010	18	25	2	9
732	27	627.4	314.4	1225.1	701.8	26.6138	18	26	2	10
733	28	625.0	320.2	1231.4	702.3	27.1259	18	27	2	11
734	29	622.6	326.0	1237.7	702.8	27.6373	18	28	2	12
735	30	620.2	331.8	1244.0	703.4	28.1478	18	29	2	13
736	31	651.5	256.2	1174.8	700.1	21.4699	19	17	3	1
737	32	649.1	262.1	1181.1	700.0	21.9849	19	18	3	2
738	33	646.7	267.9	1187.4	700.0	22.5000	19	19	3	3
739	34	644.3	273.7	1193.7	700.0	23.0151	19	20	3	4
740	35	641.9	279.5	1199.9	700.1	23.5301	19	21	3	5

741	36	639.5	285.3	1206.2	700.3	24.0450	19	22	3	6
742	37	637.1	291.1	1212.5	700.5	24.5596	19	23	3	7
743	38	634.7	296.9	1218.8	700.7	25.0738	19	24	3	8
744	39	632.3	302.8	1225.1	701.0	25.5877	19	25	3	9
745	40	629.9	308.6	1231.4	701.4	26.1010	19	26	3	10
746	41	627.4	314.4	1237.7	701.8	26.6138	19	27	3	11
747	42	625.0	320.2	1244.0	702.3	27.1259	19	28	3	12
748	43	622.6	326.0	1250.3	702.8	27.6373	19	29	3	13
749	44	620.2	331.8	1256.6	703.4	28.1478	19	30	3	14
750	45	656.3	244.6	1174.8	700.5	20.4404	20	16	4	0
751	46	653.9	250.4	1181.1	700.3	20.9550	20	17	4	1
752	47	651.5	256.2	1187.4	700.1	21.4699	20	18	4	2
753	48	649.1	262.1	1193.7	700.0	21.9849	20	19	4	3
754	49	646.7	267.9	1199.9	700.0	22.5000	20	20	4	4
755	50	644.3	273.7	1206.2	700.0	23.0151	20	21	4	5
756	51	641.9	279.5	1212.5	700.1	23.5301	20	22	4	6
757	52	639.5	285.3	1218.8	700.3	24.0450	20	23	4	7
758	53	637.1	291.1	1225.1	700.5	24.5596	20	24	4	8
759	54	634.7	296.9	1231.4	700.7	25.0738	20	25	4	9
760	55	632.3	302.8	1237.7	701.0	25.5877	20	26	4	10
761	56	629.9	308.6	1244.0	701.4	26.1010	20	27	4	11
762	57	627.4	314.4	1250.3	701.8	26.6138	20	28	4	12
763	58	625.0	320.2	1256.6	702.3	27.1259	20	29	4	13
764	59	622.6	326.0	1262.9	702.8	27.6373	20	30	4	14
765	60	620.2	331.8	1269.2	703.4	28.1478	20	31	4	15
766	61	658.8	238.8	1181.1	700.7	19.9262	21	16	5	0
767	62	656.3	244.6	1187.4	700.5	20.4404	21	17	5	1
768	63	653.9	250.4	1193.7	700.3	20.9550	21	18	5	2
769	64	651.5	256.2	1199.9	700.1	21.4699	21	19	5	3
770	65	649.1	262.1	1206.2	700.0	21.9849	21	20	5	4
771	66	646.7	267.9	1212.5	700.0	22.5000	21	21	5	5
772	67	644.3	273.7	1218.8	700.0	23.0151	21	22	5	6
773	68	641.9	279.5	1225.1	700.1	23.5301	21	23	5	7
774	69	639.5	285.3	1231.4	700.3	24.0450	21	24	5	8
775	70	637.1	291.1	1237.7	700.5	24.5596	21	25	5	9
776	71	634.7	296.9	1244.0	700.7	25.0738	21	26	5	10
777	72	632.3	302.8	1250.3	701.0	25.5877	21	27	5	11
778	73	629.9	308.6	1256.6	701.4	26.1010	21	28	5	12
779	74	627.4	314.4	1262.9	701.8	26.6138	21	29	5	13
780	75	625.0	320.2	1269.2	702.3	27.1259	21	30	5	14
781	76	622.6	326.0	1275.5	702.8	27.6373	21	31	5	15
782	77	661.2	233.0	1187.4	701.0	19.4123	22	16	6	0
783	78	658.8	238.8	1193.7	700.7	19.9262	22	17	6	1
784	79	656.3	244.6	1199.9	700.5	20.4404	22	18	6	2
785	80	653.9	250.4	1206.2	700.3	20.9550	22	19	6	3
786	81	651.5	256.2	1212.5	700.1	21.4699	22	20	6	4
787	82	649.1	262.1	1218.8	700.0	21.9849	22	21	6	5
788	83	646.7	267.9	1225.1	700.0	22.5000	22	22	6	6
789	84	644.3	273.7	1231.4	700.0	23.0151	22	23	6	7
790	85	641.9	279.5	1237.7	700.1	23.5301	22	24	6	8
791	86	639.5	285.3	1244.0	700.3	24.0450	22	25	6	9
792	87	637.1	291.1	1250.3	700.5	24.5596	22	26	6	10
793	88	634.7	296.9	1256.6	700.7	25.0738	22	27	6	11
794	89	632.3	302.8	1262.9	701.0	25.5877	22	28	6	12
795	90	629.9	308.6	1269.2	701.4	26.1010	22	29	6	13
796	91	627.4	314.4	1275.5	701.8	26.6138	22	30	6	14
797	92	625.0	320.2	1281.8	702.3	27.1259	22	31	6	15
798	93	663.6	227.2	1193.7	701.4	18.8990	23	16	7	0
799	94	661.2	233.0	1199.9	701.0	19.4123	23	17	7	1
800	95	658.8	238.8	1206.2	700.7	19.9262	23	18	7	2
801	96	656.3	244.6	1212.5	700.5	20.4404	23	19	7	3
802	97	653.9	250.4	1218.8	700.3	20.9550	23	20	7	4
803	98	651.5	256.2	1225.1	700.1	21.4699	23	21	7	5
804	99	649.1	262.1	1231.4	700.0	21.9849	23	22	7	6
805	100	646.7	267.9	1237.7	700.0	22.5000	23	23	7	7
806	101	644.3	273.7	1244.0	700.0	23.0151	23	24	7	8
807	102	641.9	279.5	1250.3	700.1	23.5301	23	25	7	9
808	103	639.5	285.3	1256.6	700.3	24.0450	23	26	7	10
809	104	637.1	291.1	1262.9	700.5	24.5596	23	27	7	11
810	105	634.7	296.9	1269.2	700.7	25.0738	23	28	7	12
811	106	632.3	302.8	1275.5	701.0	25.5877	23	29	7	13
812	107	629.9	308.6	1281.8	701.4	26.1010	23	30	7	14
813	108	627.4	314.4	1288.1	701.8	26.6138	23	31	7	15
814	109	666.0	221.4	1199.9	701.8	18.3862	24	16	8	0
815	110	663.6	227.2	1206.2	701.4	18.8990	24	17	8	1
816	111	661.2	233.0	1212.5	701.0	19.4123	24	18	8	2
817	112	658.8	238.8	1218.8	700.7	19.9262	24	19	8	3
818	113	656.3	244.6	1225.1	700.5	20.4404	24	20	8	4
819	114	653.9	250.4	1231.4	700.3	20.9550	24	21	8	5
820	115	651.5	256.2	1237.7	700.1	21.4699	24	22	8	6
821	116	649.1	262.1	1244.0	700.0	21.9849	24	23	8	7
822	117	646.7	267.9	1250.3	700.0	22.5000	24	24	8	8
823	118	644.3	273.7	1256.6	700.0	23.0151	24	25	8	9
824	119	641.9	279.5	1262.9	700.1	23.5301	24	26	8	10
825	120	639.5	285.3	1269.2	700.3	24.0450	24	27	8	11
826	121	637.1	291.1	1275.5	700.5	24.5596	24	28	8	12
827	122	634.7	296.9	1281.8	700.7	25.0738	24	29	8	13

828	123	632.3	302.8	1288.1	701.0	25.5877	24	30	8	14
829	124	629.9	308.6	1294.3	701.4	26.1010	24	31	8	15
830	125	668.4	215.6	1206.2	702.3	17.8741	25	16	9	0
831	126	666.0	221.4	1212.5	701.8	18.3862	25	17	9	1
832	127	663.6	227.2	1218.8	701.4	18.8990	25	18	9	2
833	128	661.2	233.0	1225.1	701.0	19.4123	25	19	9	3
834	129	658.8	238.8	1231.4	700.7	19.9262	25	20	9	4
835	130	656.3	244.6	1237.7	700.5	20.4404	25	21	9	5
836	131	653.9	250.4	1244.0	700.3	20.9550	25	22	9	6
837	132	651.5	256.2	1250.3	700.1	21.4699	25	23	9	7
838	133	649.1	262.1	1256.6	700.0	21.9849	25	24	9	8
839	134	646.7	267.9	1262.9	700.0	22.5000	25	25	9	9
840	135	644.3	273.7	1269.2	700.0	23.0151	25	26	9	10
841	136	641.9	279.5	1275.5	700.1	23.5301	25	27	9	11
842	137	639.5	285.3	1281.8	700.3	24.0450	25	28	9	12
843	138	637.1	291.1	1288.1	700.5	24.5596	25	29	9	13
844	139	634.7	296.9	1294.3	700.7	25.0738	25	30	9	14
845	140	632.3	302.8	1300.6	701.0	25.5877	25	31	9	15
846	141	670.8	209.7	1212.5	702.8	17.3627	26	16	10	0
847	142	668.4	215.6	1218.8	702.3	17.8741	26	17	10	1
848	143	666.0	221.4	1225.1	701.8	18.3862	26	18	10	2
849	144	663.6	227.2	1231.4	701.4	18.8990	26	19	10	3
850	145	661.2	233.0	1237.7	701.0	19.4123	26	20	10	4
851	146	658.8	238.8	1244.0	700.7	19.9262	26	21	10	5
852	147	656.3	244.6	1250.3	700.5	20.4404	26	22	10	6
853	148	653.9	250.4	1256.6	700.3	20.9550	26	23	10	7
854	149	651.5	256.2	1262.9	700.1	21.4699	26	24	10	8
855	150	649.1	262.1	1269.2	700.0	21.9849	26	25	10	9
856	151	646.7	267.9	1275.5	700.0	22.5000	26	26	10	10
857	152	644.3	273.7	1281.8	700.0	23.0151	26	27	10	11
858	153	641.9	279.5	1288.1	700.1	23.5301	26	28	10	12
859	154	639.5	285.3	1294.3	700.3	24.0450	26	29	10	13
860	155	637.1	291.1	1300.6	700.5	24.5596	26	30	10	14
861	156	634.7	296.9	1306.9	700.7	25.0738	26	31	10	15
862	157	673.2	203.9	1218.8	703.4	16.8522	27	16	11	0
863	158	670.8	209.7	1225.1	702.8	17.3627	27	17	11	1
864	159	668.4	215.6	1231.4	702.3	17.8741	27	18	11	2
865	160	666.0	221.4	1237.7	701.8	18.3862	27	19	11	3
866	161	663.6	227.2	1244.0	701.4	18.8990	27	20	11	4
867	162	661.2	233.0	1250.3	701.0	19.4123	27	21	11	5
868	163	658.8	238.8	1256.6	700.7	19.9262	27	22	11	6
869	164	656.3	244.6	1262.9	700.5	20.4404	27	23	11	7
870	165	653.9	250.4	1269.2	700.3	20.9550	27	24	11	8
871	166	651.5	256.2	1275.5	700.1	21.4699	27	25	11	9
872	167	649.1	262.1	1281.8	700.0	21.9849	27	26	11	10
873	168	646.7	267.9	1288.1	700.0	22.5000	27	27	11	11
874	169	644.3	273.7	1294.3	700.0	23.0151	27	28	11	12
875	170	641.9	279.5	1300.6	700.1	23.5301	27	29	11	13
876	171	639.5	285.3	1306.9	700.3	24.0450	27	30	11	14
877	172	637.1	291.1	1313.2	700.5	24.5596	27	31	11	15
878	173	673.2	203.9	1231.4	703.4	16.8522	28	17	12	1
879	174	670.8	209.7	1237.7	702.8	17.3627	28	18	12	2
880	175	668.4	215.6	1244.0	702.3	17.8741	28	19	12	3
881	176	666.0	221.4	1250.3	701.8	18.3862	28	20	12	4
882	177	663.6	227.2	1256.6	701.4	18.8990	28	21	12	5
883	178	661.2	233.0	1262.9	701.0	19.4123	28	22	12	6
884	179	658.8	238.8	1269.2	700.7	19.9262	28	23	12	7
885	180	656.3	244.6	1275.5	700.5	20.4404	28	24	12	8
886	181	653.9	250.4	1281.8	700.3	20.9550	28	25	12	9
887	182	651.5	256.2	1288.1	700.1	21.4699	28	26	12	10
888	183	649.1	262.1	1294.3	700.0	21.9849	28	27	12	11
889	184	646.7	267.9	1300.6	700.0	22.5000	28	28	12	12
890	185	644.3	273.7	1306.9	700.0	23.0151	28	29	12	13
891	186	641.9	279.5	1313.2	700.1	23.5301	28	30	12	14
892	187	673.2	203.9	1244.0	703.4	16.8522	29	18	13	2
893	188	670.8	209.7	1250.3	702.8	17.3627	29	19	13	3
894	189	668.4	215.6	1256.6	702.3	17.8741	29	20	13	4
895	190	666.0	221.4	1262.9	701.8	18.3862	29	21	13	5
896	191	663.6	227.2	1269.2	701.4	18.8990	29	22	13	6
897	192	661.2	233.0	1275.5	701.0	19.4123	29	23	13	7
898	193	658.8	238.8	1281.8	700.7	19.9262	29	24	13	8
899	194	656.3	244.6	1288.1	700.5	20.4404	29	25	13	9
900	195	653.9	250.4	1294.3	700.3	20.9550	29	26	13	10
901	196	651.5	256.2	1300.6	700.1	21.4699	29	27	13	11
902	197	649.1	262.1	1306.9	700.0	21.9849	29	28	13	12
903	198	646.7	267.9	1313.2	700.0	22.5000	29	29	13	13
904	199	673.2	203.9	1256.6	703.4	16.8522	30	19	14	3
905	200	670.8	209.7	1262.9	702.8	17.3627	30	20	14	4
906	201	668.4	215.6	1269.2	702.3	17.8741	30	21	14	5
907	202	666.0	221.4	1275.5	701.8	18.3862	30	22	14	6
908	203	663.6	227.2	1281.8	701.4	18.8990	30	23	14	7
909	204	661.2	233.0	1288.1	701.0	19.4123	30	24	14	8
910	205	658.8	238.8	1294.3	700.7	19.9262	30	25	14	9
911	206	656.3	244.6	1300.6	700.5	20.4404	30	26	14	10
912	207	653.9	250.4	1306.9	700.3	20.9550	30	27	14	11
913	208	651.5	256.2	1313.2	700.1	21.4699	30	28	14	12
914	209	673.2	203.9	1269.2	703.4	16.8522	31	20	15	4

915	210	670.8	209.7	1275.5	702.8	17.3627	31	21	15	5
916	211	668.4	215.6	1281.8	702.3	17.8741	31	22	15	6
917	212	666.0	221.4	1288.1	701.8	18.3862	31	23	15	7
918	213	663.6	227.2	1294.3	701.4	18.8990	31	24	15	8
919	214	661.2	233.0	1300.6	701.0	19.4123	31	25	15	9
920	215	658.8	238.8	1306.9	700.7	19.9262	31	26	15	10
921	216	656.3	244.6	1313.2	700.5	20.4404	31	27	15	11

Durchfluss

Nr. (lfd.)	Nr. (int)	x[mm]	y[mm]	z[mm]	r[mm]	fi[°]	i(32)	j(32)	i(16)	j(16)
922	1	4300.0	3020.0	1250.0	5254.5	35.1000	-	-	-	-
923	2	4300.0	-3020.0	1250.0	5254.5	324.9000	-	-	-	-
924	3	-4300.0	-3020.0	1250.0	5254.5	215.1000	-	-	-	-
925	4	-4300.0	3020.0	1250.0	5254.5	144.9000	-	-	-	-
926	5	1170.0	875.0	935.0	1461.0	143.2000	-	-	-	-

Leitfähigkeit

927	1	-674.9	-198.4	1250.0	703.5	196.4000	-	-	-	-
928	2	-4100.0	1530.0	-300.0	4376.0	159.5000	-	-	-	-

Anhang B. Quelltext der Mess- und Auswertungsprogramme

Messprogramm GITT 32

```
program gitter; {Version Gi_rmv_2/F_05_30}
{ operative aenderungen von teletronic: kommentiert mit "tt." }
{ Ohne Indexkorrektur }

uses crt,graph,dos;

type
  real=single;
  utype=array[0..31,0..31] of word;

const
  dt_relief=0.05;
  t_mv_on =65.0;
  t_mv_off=70.1;
  nframe_h=1200; { Anzahl der Messungen, max. 6000 }
  av_m=10; { Anzahl der Mittelungen je Messung, 10 = 20 Hz, max. 20 }
  rspeed=3;
  pport=$378;
  syncport=$3f8;
  temp='e:\temp.m';
  av_cal=8;
  db=16;
  x0=180;
  y0=150;
  kbyte=$9; {Sensoranzahl = 1; Sensorgroesse = 32}
  m8_base=$700;
  prt_ctr=m8_base;
  prt_in=m8_base;
  prt_out=m8_base;
  vec_timer=$08;
  f_timer=1193182;
  zk_timer=5966;
  dtime=nframe_h div (f_timer div zk_timer);
  cm=0.0002;

var
  hour,min,sec,s100:word;
  year,mon,day,dow:word;
  p:pointer;
  f,ff:file of utype;
  fn,fn_c,s1:string;
  fc:text;
  sigma,dmax,dd:real;
  found:searchrec;
  ampl,amp2:word;
  u,u0,ul:utype;
  max1,max2,max3,max4:word;
  mw1,mw2,mw3,mw4:longint;
  time,dt:real;
  uuw:utype;
  col,i,j,n,nn,xx,t,i0,j0:integer;
  x:word;
  d,max:integer;
  c,cc,ccc:char;
  st:string;
  old_timer:pointer;
  w_rec,wt:boolean;
  wsound:integer;
  receive,trigger_polarity:byte;
  d1,d2:longint;
  valve_control:byte;
  uuu:word;

procedure int_timer;interrupt;
begin
  w_rec:=true;
  port[$20]:=$20;
end;

procedure cls;
begin
  cleardevice;
  moveto(0,0);
end;

procedure box(dx,dy:integer);
begin
  linerel(dx,0);linerel(0,dy);
  linerel(-dx,0);linerel(0,-dy);
end;
```

```

procedure init_syncport;
var x:byte;
begin
  port[syncport+1]:=0;
  port[syncport+3]:=$83;
  port[syncport]:=rssi;
  port[syncport+1]:=0;
  port[syncport+3]:=7;
  x:=port[syncport]
end;

procedure trans(x:byte);
begin
  while (port[syncport+5] and $20)=0 do;
  port[syncport]:=x;
end;

procedure print(s:string);
var dx,dy:integer;
begin
  dx:=textwidth(s);
  dy:=textheight(s);
  if (getx+dx>getmaxx) or (s[1]='\') then begin
    moveto(0,gety+dy);
  end;
  if s[1]='\ ' then s:=copy(s,2,254);
  if length(s)>0 then begin
    setfillstyle(1,0);
    bar(getx,gety,getx+dx,gety+dy+3);
    moveto(getx,gety);
    outtext(s);
    moveto(getx+dx,gety);
  end;
end;

function sti(x,n:integer):string;
var s:string;
begin
  str(x:n,s);
  sti:=s
end;

procedure measure(var u:utype);
var
  i,j:integer;
begin
  portw[prt_out]:=$fb; {start}
  {
  while (portw[prt_in] and $4000)=$4000 do;
  }
  portw[prt_out]:=$ff; {tt: 00ff}
  while (portw[prt_in] and $4000)=0 do;
  for i:=0 to 31 do begin
    for j:=0 to 31 do begin
      u[i,j]:=(portw[prt_in or (j shl 1)] and $7ff) xor $400;
    end;
    if i<31 then begin
      portw[prt_out]:=$fd; {tt: fd}
      {
      while (portw[prt_in] and $4000)=$4000 do;
      }
      portw[prt_out]:=$ff; {tt: ff}
      while (portw[prt_in] and $4000)=0 do;
    end;
  end;
end;

procedure graphics;
var
  gd,gm,i:integer;
  pal:palettetype;
begin
  gd:=detect;
  {
  initgraph(gd,gm,'c:\bp\bgi');
  initgraph(gd,gm,'c:\pascal');
  getpalette(pal);
  setrgbpalette(pal.colors[1],0,0,45);
  setrgbpalette(pal.colors[2],5,0,50);
  setrgbpalette(pal.colors[3],10,0,55);
  setrgbpalette(pal.colors[4],15,0,50);
  setrgbpalette(pal.colors[5],20,5,40);
  setrgbpalette(pal.colors[6],25,10,25);
  setrgbpalette(pal.colors[7],35,10,20);
  setrgbpalette(pal.colors[8],45,24,15);
  setrgbpalette(pal.colors[9],55,28,10);
  setrgbpalette(pal.colors[10],60,29,5);
  setrgbpalette(pal.colors[11],63,30,0);
  setrgbpalette(pal.colors[12],30,30,0);
  }

```

```

setrgbpalette(pal.colors[13],63,0,0);
setrgbpalette(pal.colors[0],15,15,0);
setrgbpalette(pal.colors[15],63,63,63);
setrgbpalette(pal.colors[14],63,40,40);
end;

procedure title;
begin
setcolor(15);
moveto(0,0);
settextstyle(2,0,9);
outtext('Forschungszentrum Rossendorf');
moveto(0,30);
settextstyle(2,0,7);
outtext('Institut fuer Sicherheitsforschung');
setcolor(13);
moveto(0,80);
settextstyle(1,0,4);
outtext('===== WIRE-MESH SENSOR =====');
end;

procedure menu;
begin
setcolor(15);
moveto(0,434);
settextstyle(2,0,5);
outtext('Tastenbelegung:');
moveto(160,434);
outtext('L - Kalibrierung Luft');
moveto(160,460);
outtext('N - Filenamen eingeben');
moveto(360,434);
outtext('T - Testtabelle (Quadr.: 1-4)');
moveto(360,447);
outtext('H - Messung off-line');
moveto(360,460);
outtext('# - Simulation Trigger');
end;

procedure init_module;
begin
portw[prt_ctr]:= $be+(kbyte shl 8); {Sensorkonfiguration}
portw[prt_ctr]:= $be+(kbyte shl 8);
portw[prt_ctr]:= $ff+(kbyte shl 8);
portw[prt_ctr]:= $ff+(kbyte shl 8);
portw[prt_ctr]:= $de+$f00; {Taktrate}
portw[prt_ctr]:= $de+$f00;
portw[prt_ctr]:= $ff+$f00;
portw[prt_ctr]:= $ff+$f00;
portw[prt_ctr]:= $fe+amp1 shl 12+amp2 shl 8; {Verstaerkung}
portw[prt_ctr]:= $fe+amp1 shl 12+amp2 shl 8;
portw[prt_ctr]:= $ff+amp1 shl 12+amp2 shl 8;
portw[prt_ctr]:= $ff+amp1 shl 12+amp2 shl 8;
end;

procedure degree;
begin
settextstyle(2,0,5);
setcolor(15);
moveto(x0-18,7*db+y0+10);outtext('0');
moverel(0,-7);outtext('o');
moveto(x0+7*db-3,y0);outtext('90');
moverel(0,-7);outtext('o');
moveto(x0+15*db+3,7*db+y0+10);outtext('180');
moverel(0,-7);outtext('o');
moveto(x0+7*db-3,y0+15*db+18);outtext('270');
moverel(0,-7);outtext('o');
end;

begin
valve_control:=$c3;
port[pport]:=valve_control;

assign(fc,'luft_cal.asc');
reset(fc);
for i:=0 to 31 do begin
for j:=0 to 31 do read(fc,ul[i,j]);
readln(fc);
end;
close(fc);
init_syncport;
amp1:=3;
amp2:=0;
graphics;
init_module;
{tt: taktrate auf 04 ge,ndert }

{ Messung }

```

```

fn:='test.ml';
cls;
title;
menu;
moveto(600,440);print(sti(amp1,1));
moveto(600,460);print(sti(amp2,1));
c:=readkey;
repeat
portw[prt_out]:=$fe+amp1 shl 12+amp2 shl 8; {Verst,rkung (xnnnxvvv)}
delay(1);
portw[prt_out]:=$ff+amp1 shl 12+amp2 shl 8;
cls;
title;
menu;

if (c='-')and(amp1>0) then amp1:=amp1-1;
if (c='+')and(amp1<7) then amp1:=amp1+1;
if (c('<'')and(amp2>0) then amp2:=amp2-1;
if (c('>'')and(amp2<7) then amp2:=amp2+1;

moveto(600,440);print(sti(amp1,1));
moveto(600,460);print(sti(amp2,1));
if (c>='1')and(c<='4') then cc:=readkey;
if upcase(c)='N' then begin
moveto(200,300);
print('Filename:');
moveto(200,320);
print('Messpunkt:');
gotoxy(26,23);
textcolor(15);
readln(fn);
fn:='mix_'+fn+'.ml';
repeat
findfirst(fn,anyfile,found);
if doserror=0 then fn[pos('.',fn)+2]:=chr(ord(fn[pos('.',fn)+2])+1);
until doserror<>0;
print(fn);
cc:=readkey;
end;
if upcase(c)='L' then begin
moveto(0,120);
settextstyle(2,0,7);
setcolor(15);
print('Kalibrierung Luft');
for i:=0 to 31 do for j:=0 to 31 do ul[i,j]:=0;
{ tt: }
portw[prt_out]:=($fe + (amp1 shl 12) + (amp2 shl 8)) or $8000;
{Verst,rkung (xnnnxvvv) und set "Luftbit" }
delay(1);
portw[prt_out]:=($ff + (amp1 shl 12) + (amp2 shl 8)) or $8000;
{
}
for n:=1 to av_cal do begin
measure(u);
for i:=0 to 31 do for j:=0 to 31 do ul[i,j]:=ul[i,j]+u[i,j];
end;
{ tt: }
portw[prt_out]:=($fe + (amp1 shl 12) + (amp2 shl 8)) and $7fff;
{Verst,rkung (xnnnxvvv) und reset "Luftbit" }
delay(1);
portw[prt_out]:=($ff + (amp1 shl 12) + (amp2 shl 8)) and $7fff;
{
}

for i:=0 to 31 do for j:=0 to 31 do ul[i,j]:=ul[i,j] div av_cal;
settextstyle(2,0,3);
for i:=0 to 31 do begin
for j:=0 to 31 do begin
moveto(19*i,9*j+146);
print(sti(ul[i,j],4));
end;
end;
cc:=readkey;
end;
if upcase(c)='X' then begin
c:=' ';
port[syncport+4]:=2;
sound(440);
delay(1000);
nosound
end;
if upcase(c)='Y' then begin
c:=' ';
port[syncport+4]:=0;
end;
if upcase(c)='H' then begin
dt:=int(zk_timer)/int(f_timer);
time:=0;
repeat
findfirst(fn,anyfile,found);

```

```

    if doserror=0 then fn[pos('.',fn)+2]:=chr(ord(fn[pos('.',fn)+2])+1);
until doserror<>0;
moveto(200,250);
print('Wait for trigger');
ccc:=' ';
trigger_polarity:=port[syncport+6] and $20;
while ((port[syncport+6] and $20)=trigger_polarity)
  and(ccc<>'T')and(ccc<>chr($1b)) do begin
    if keypressed then begin
      ccc:=upcase(readkey);
    end;
end;
if ccc<>chr($1b) then begin
  valve_control:=%cc;
  port[pport]:=valve_control;
  moveto(0,400);
  print('File = '+fn);
  trans($11);
  moveto(200,250);
  print(' ');
  setcolor(15);
  moveto(9,133);print('Kern-Eintritt');
  moveto(9,149);box(241,102);
  moveto(279,253);print('Ringspalt unten');
  moveto(279,269);box(241,102);
  moveto(279,133);print('Ringspalt oben');
  moveto(279,149);box(241,102);
  moveto(9,253);print('Eintrittsstutzen 1');
  moveto(9,269);box(241,102);
  assign(ff,temp);
  rewrite(ff);
  gettime(hour,min,sec,s100);
  port[$43]:=338;
  port[$40]:=10;
  port[$40]:=0;
  port[$43]:=334;
  port[$40]:=lo(zk_timer);
  port[$40]:=hi(zk_timer);
  w_rec:=false;
  getintvec(vec_timer,old_timer);
  setintvec(vec_timer,addf(int_timer));
  for n:=1 to nframe_h do begin
    for i:=0 to 31 do for j:=0 to 31 do uuw[i,j]:=0;
    for i0:=1 to av_m do begin
      if (time>t_mv_on-dt_relief) and (valve_control=%cc) then begin
        valve_control:=%aa;
        port[pport]:=valve_control;
      end;
      if (time>t_mv_on) and (valve_control=%aa) then begin
        valve_control:=333;
        port[pport]:=valve_control;
      end;
      if (time>t_mv_off-dt_relief) and (valve_control=333) then begin
        valve_control:=%aa;
        port[pport]:=valve_control;
      end;
      if (time>t_mv_off) and (valve_control=%aa) then begin
        valve_control:=333;
        port[pport]:=valve_control;
      end;
      time:=time+dt;
      while not(w_rec) do;
        w_rec:=false;
        measure(u);
        for i:=0 to 31 do for j:=0 to 31 do
          uuw[i,j]:=uuw[i,j]+u[i,j];
        end;
        write(ff,uuw);
        max1:=0;max2:=0;max3:=0;max4:=0;
        mw1:=0;mw2:=0;mw3:=0;mw4:=0;
        for i:=0 to 15 do for j:=0 to 15 do begin
          x:=uuw[i,j];
          mw1:=mw1+x;
          if x>max1 then max1:=x;
        end;
        for i:=0 to 15 do for j:=16 to 31 do begin
          x:=uuw[i,j];
          mw2:=mw2+x;
          if x>max2 then max2:=x;
        end;
        for i:=16 to 31 do for j:=0 to 15 do begin
          x:=uuw[i,j];
          mw3:=mw3+x;
          if x>max3 then max3:=x;
        end;
        for i:=16 to 31 do for j:=16 to 31 do begin
          x:=uuw[i,j];
          mw4:=mw4+x;

```

```

        if x>max4 then max4:=x;
    end;
    d1:=trunc(int(av_m*20.5));
    d2:=trunc(int(av_m*5248));
    x:=trunc(int(n)/(int(nframe_h)*5)/1200));
    putpixel(10+x,250-max1 div d1,11);
    putpixel(10+x,250-mw1 div d2,15);
    putpixel(280+x,250-max2 div d1,11);
    putpixel(280+x,250-mw2 div d2,15);
    putpixel(280+x,370-max3 div d1,11);
    putpixel(280+x,370-mw3 div d2,15);
    putpixel(10+x,370-max4 div d1,11);
    putpixel(10+x,370-mw4 div d2,15);
end;
setintvec(vec_timer,old_timer);
port[$43]:=$34;
port[$40]:=$0;
port[$40]:=$0;
moveto(200,380);
print('Measurement stopped');
close(ff);
assign(ff,temp);
reset(ff);
assign(f,fn);
rewrite(f);
for n:=1 to nframe_h do begin
    read(ff,uuw);
    for i:=0 to 14 do for j:=0 to 6 do begin
        uu:=uuw[i,j];
        uw[i,j]:=uw[i,14-j];
        uw[i,14-j]:=uu;
    end;
    write(f,uw);
end;
close(f);
close(ff);
erase(ff);
fnc:=fn;
fnc[pos('.',fn)+1]:='c';
assign(fc,fnc);
rewrite(fc);
getdate(year,mon,day,dow);
writeln(fc,hour:4,min:3,sec:3,s100:3);
writeln(fc,year:4,mon:3,day:3);
writeln(fc,ampl:4,amp2:4);
writeln(fc,zk_timer:8);
writeln(fc,av_cal:8);
writeln(fc,av_m:8);
writeln(fc);
for i:=0 to 31 do begin
    for j:=0 to 31 do write(fc,ul[i,j]:5);
    writeln(fc);
end;
writeln(fc);
close(fc);
gettime(hour,min,sec,s100);
sec:=sec+dttime;
if sec>59 then begin
    sec:=sec-60;
    min:=min+1;
end;
if min>59 then begin
    min:=min-60;
    hour:=hour+1;
end;
settime(hour,min,sec,s100);
cc:=readkey;
end else begin
    c:=' ';
    settextstyle(2,0,7);
    setcolor(15);
    moveto(200,246);
    print('Measurement cancelled');
    settextstyle(2,0,5);
    moveto(200,270);
    print('');
end;
end;
if upcase(c)='T' then begin
    wt:=true;
    sigma:=0;
    cc:='1';
    repeat
        case cc of
            '1':begin
                i0:=0;
                j0:=0;
            end;

```

```

'2':begin
  i0:=0;
  j0:=16;
end;
'3':begin
  i0:=16;
  j0:=0;
end;
'4':begin
  i0:=16;
  j0:=16;
end;
end;
moveto(0,120);
settextstyle(2,0,7);
setcolor(15);
print('Testmode Quadrant '+cc);
setcolor(14);
settextstyle(2,0,5);
moveto(0,414);
case cc of
  '1':print('Kern-Eintritt');
  '2':print('Ringspalt oben');
  '3':print('Ringspalt unten');
  '4':print('Eintrittsstutzen 1');
end;
measure(u);
if wt then u0:=u;
wt:=false;
dmax:=0;
for i:=0 to 15 do for j:=0 to 15 do begin
  dd:=int(abs(u[i,j]-u0[i,j]));
  if dd>dmax then dmax:=dd;
  sigma:=(1-om)*sigma+om*dd;
end;
u0:=u;
settextstyle(2,0,6);
setcolor(11);
str(sigma/256:10:2,s1);
moveto(500,120);print(s1);
settextstyle(2,0,4);
setcolor(11);
moveto(295,130);outtext('SENDER');
for i:=0 to 15 do begin
  moveto(35*i+30,144);
  print(sti(i+i0+1,4));
end;
setcolor(1);
for i:=0 to 15 do begin
  moveto(5,16*(15-i)+160);
  print(sti(i+j0+1,4));
end;
settextstyle(2,1,4);
moveto(0,260);outtext('EMPPFAENGER');
settextstyle(2,0,4);
wsound:=100;
for i:=0 to 15 do begin
  for j:=0 to 15 do begin
    if (i<15)and(j<15)or(cc='1') then setcolor(15) else setcolor(14);
    moveto(35*i+30,16*(15-j)+160);
    print(sti(u[i+i0,j+j0],5));
    if u[i+i0,j+j0]>wsound then wsound:=u[i+i0,j+j0];
  end;
end;
moveto(0,414);
print(' ');
nosound;
if wsound>100 then sound(2*wsound);
if keypressed then cc:=readkey;
until (cc<'1')or(cc>'4');
nosound;
end;
if (uppercase(cc)='L') or
(uppercase(cc)='H') or
(uppercase(cc)='N') or
(uppercase(cc)='T') or
(ord(cc)=$1b) or
(cc>'1')and(cc<='4') then c:=cc else c:=readkey;
until c=chr($1b);
assign(fc,'luft_cal.asc');
rewrite(fc);
for i:=0 to 31 do begin
  for j:=0 to 31 do write(fc,ul[i,j]:5);
  writeln(fc);
end;
close(fc);
closegraph;
end.

```

Anhang C. Dokumentation der quasistationären Vermischungsexperimente

Die folgende Dokumentation enthält eine Übersicht über alle an ROCOM durchgeführten quasistationären Vermischungsexperimente. Für jede Experimentalserie wurde ein Datenblatt angelegt. Die Tabelle enthält die wichtigsten Randbedingungen und die Anzahl der durchgeführten Realisierungen. Weiterhin sind die Zahlenwerte für den plateaugemittelten Vermischungsskalar nach Gl. (3.2) für jede Brennelementposition zusammen mit einer grafischen Darstellung aufgeführt. Das Schema in Abb. C.1 zeigt die azimutale Position der vier Schleifen (KS-1 – 4) bezüglich der Brennelementpositionen. Die Angaben in den Tabellen beziehen sich auf dieses Schema. Eine Einspeisung von Tracer erfolgte grundsätzlich nur in Schleife 1. Auf den auch in der Tabelle ausgewiesenen Speichermedien (Compact Disks) finden sich weitere Informationen zu den Experimentalserien (Mittlungszeit, Standardabweichung, Vermischungsskalare der Einzelrealisierungen und der weiteren Messpositionen).

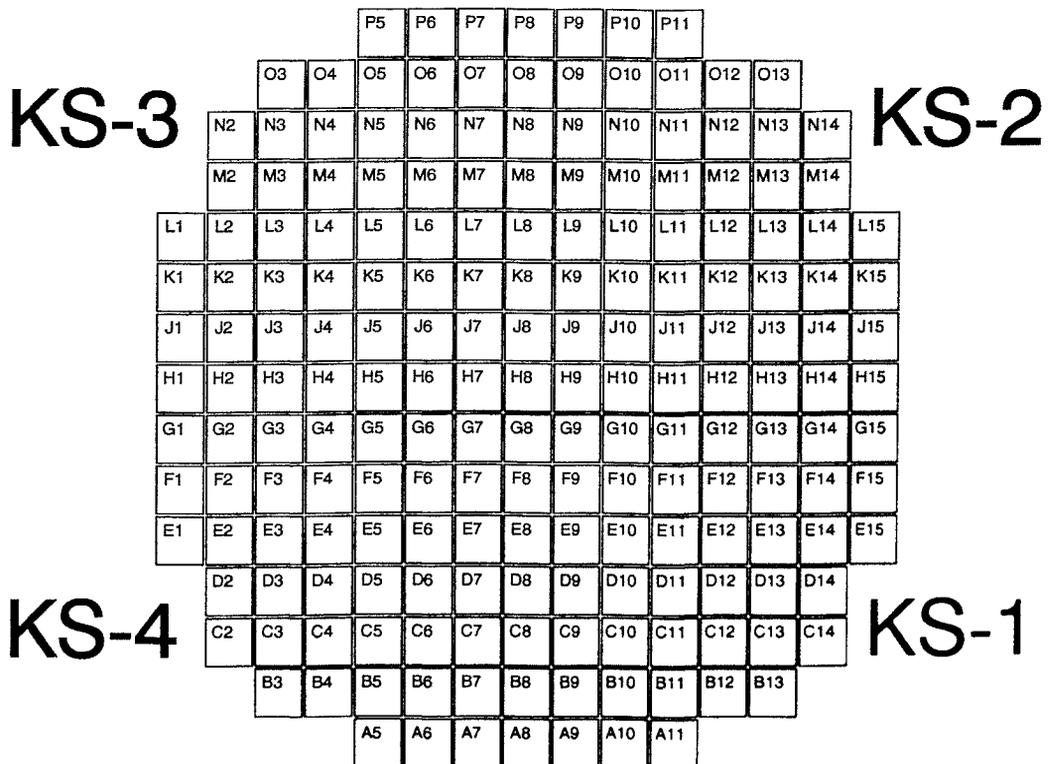


Abb. C1 Azimutale Positionen der vier Schleifen an ROCOM

C.1 Vollschleifenbetrieb

C.1.1 Verringerter Druckverlust am Kerneintritt (D0)

- L6666
- Lnnnn
- L2222
- Lhhhh
- Lxxxx
- Lyyyy
- L6444
- L5444
- L3444
- L2444
- L1444
- Lnhhh
- L4444
- Lhxxx
- Lnnhh
- Lhhnn
- Lhhnh
- Lhnhn
- Lhhhn
- Lnhhh
- Lxhxx
- Lxxhx
- Lxxhx

C.1.2 Erhöhter Druckverlust am Kerneintritt (D1)

- L2222

C.1.3 Nominaler Druckverlust am Kerneintritt (D2)

- Lnnnn
- L2222
- Lhhhh
- Lxxxx
- Lyyyy
- Lvnnn
- Lwnnn
- Lhnnn
- Lxn timer
- Lynnn
- Lxyyy
- Lzyyy

C.2 Teilschleifenbetrieb

C.2.1 Verringerter Druckverlust am Kerneintritt (D0)

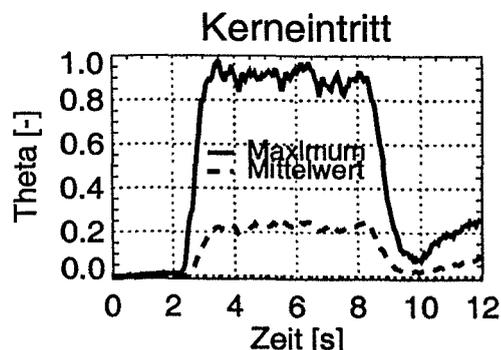
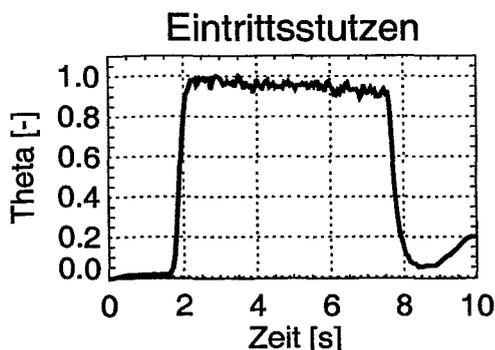
- Lnrnn
- Lnnnr
- Ln0nn
- Lnnn0
- Lhrhh
- Lh0hh
- Lnnrr
- Lnrrn
- Lnrrr
- Ln00n
- Ln0n0
- Lnrrr
- Ln000
- Lhrrr
- Lh000

C.2.2 Nominaler Druckverlust am Kerneintritt (D2)

- Lnrnn
- Lnnrn
- Lnnnr
- L2r22
- L22r2
- L222r
- Lnrrr
- Lnrrn
- Lnrrr
- L22rr
- L2rr2
- L2r2r

Identifikator: L6666 (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCQM_01
300	300	300	300	verringert	1	L6666_01

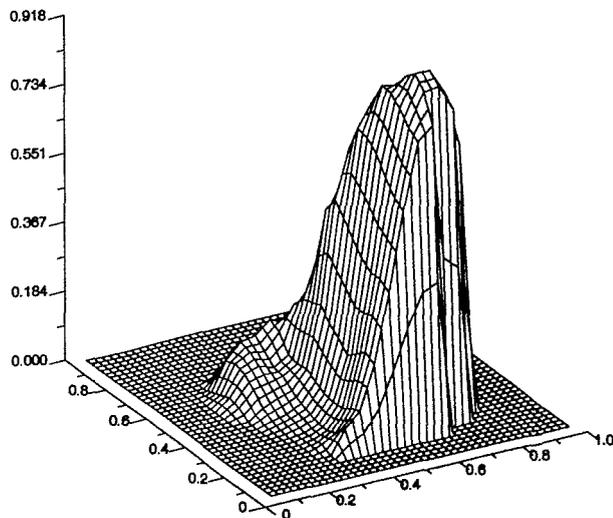


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L6666_01)

B13 FA Number Value

			P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11					
			-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.01					
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.05	0.05	
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	-0.01	-0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	
	N2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.06	0.12	0.12	0.11	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
-0.01	0.01	0.00	0.13	0.13	0.17	0.15	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.17	0.13	0.10
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
-0.01	0.02	0.09	0.12	0.11	0.15	0.22	0.20	0.17	0.18	0.19	0.19	0.18	0.14	0.11
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
-0.01	0.03	0.09	0.10	0.09	0.11	0.25	0.35	0.36	0.31	0.27	0.25	0.22	0.17	0.14
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
-0.01	0.02	0.06	0.07	0.09	0.10	0.20	0.50	0.51	0.42	0.33	0.30	0.30	0.28	0.20
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
-0.00	0.00	0.03	0.05	0.05	0.11	0.27	0.54	0.67	0.63	0.51	0.45	0.46	0.40	0.33
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
-0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.24	0.51	0.74	0.80	0.74	0.66	0.67	0.58	0.46
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
-0.01	-0.00	0.00	0.02	0.03	0.06	0.22	0.47	0.73	0.86	0.85	0.83	0.82	0.70	0.46
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
-0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.19	0.44	0.70	0.86	0.89	0.89	0.85	0.71		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
-0.01	0.00	0.01	0.02	0.07	0.21	0.42	0.66	0.83	0.92	0.92	0.85	0.70		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
0.00	0.01	0.04	0.06	0.23	0.42	0.62	0.80	0.89	0.89	0.82				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
0.06	0.10	0.22	0.40	0.61	0.79	0.82								

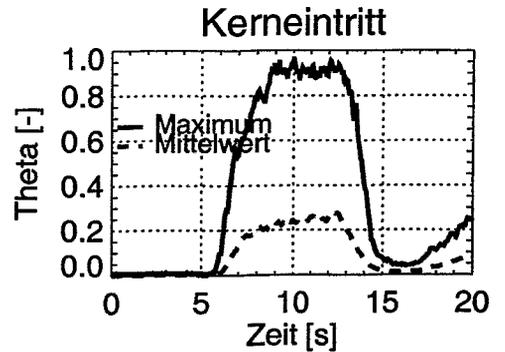
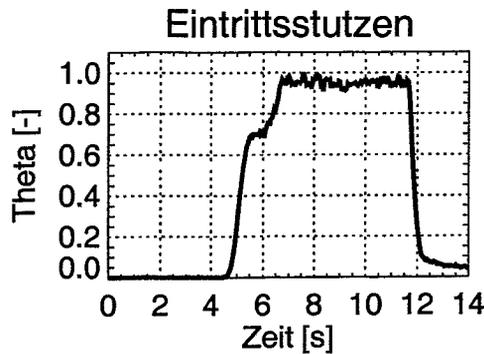
L6666



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalar (alle Realisierungen)

Identifikator: L4444 (D0)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
200	200	200	200	verringert	3	L4444_01 - 03

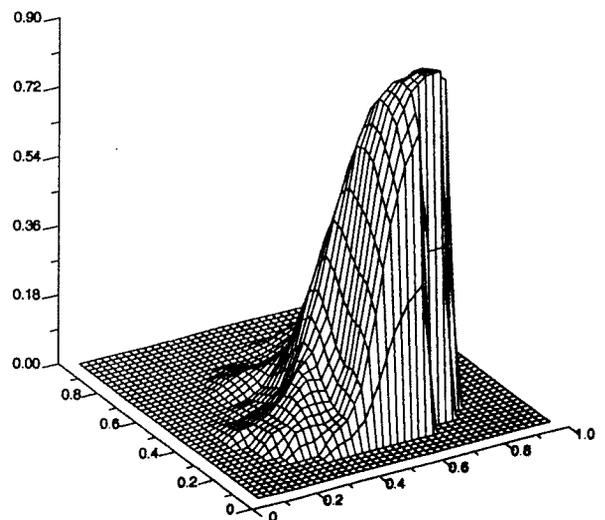


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L4444_01)

B13 FA Number
0.06 Value

				P5	P6	F7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								

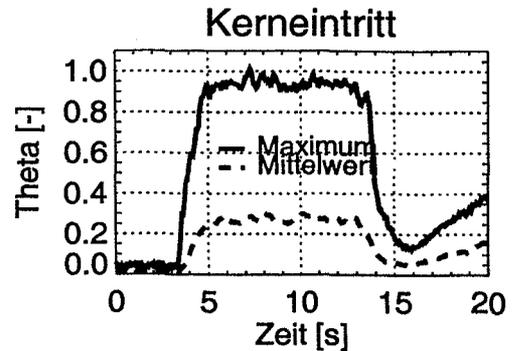
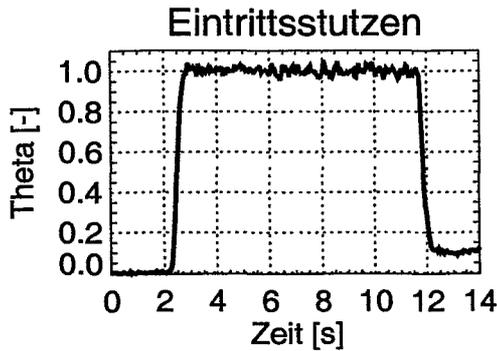
L4444



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

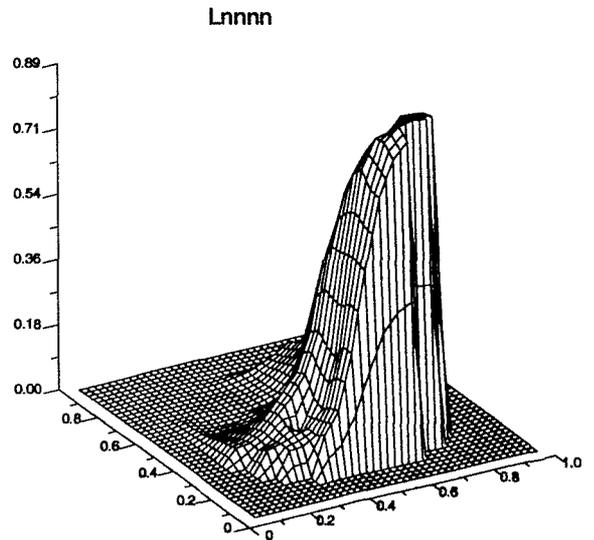
Identifikator: Lnnnn (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	185	185	185	verringert	5	Lnnnn_01- _05



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnnn_01)

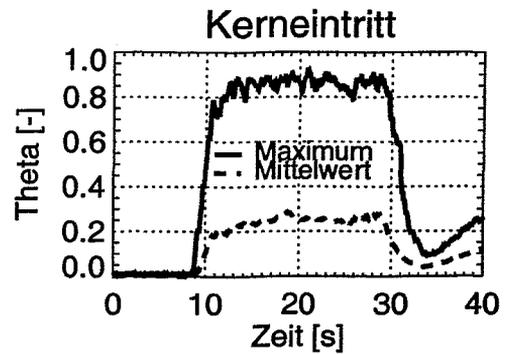
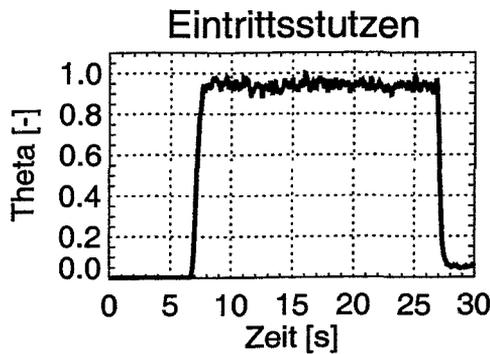
E13		FA Number														
0.07		Value														
		P6	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
		0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.05	0.07								
	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13					
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12					
N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.07	0.11	0.12	0.15	0.14				
M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.06	0.10	0.10	0.16	0.16				
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15		
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.12	0.20	0.22	0.20	0.19	0.14		
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15		
0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.14	0.22	0.28	0.28	0.22	0.17	0.17			
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15		
0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.12	0.20	0.30	0.38	0.35	0.29	0.24	0.22		
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15		
0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06	0.13	0.23	0.30	0.40	0.50	0.47	0.44	0.40	0.37		
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15		
0.02	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.23	0.30	0.40	0.50	0.60	0.62	0.60	0.60	0.58		
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15		
0.03	0.04	0.06	0.10	0.14	0.19	0.28	0.47	0.57	0.62	0.68	0.72	0.70	0.72	0.68		
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15		
0.04	0.05	0.07	0.11	0.14	0.20	0.31	0.50	0.67	0.70	0.72	0.78	0.84	0.83	0.72		
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14				
0.04	0.06	0.10	0.08	0.15	0.26	0.39	0.74	0.78	0.78	0.83	0.88	0.88				
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14				
0.06	0.07	0.08	0.08	0.14	0.27	0.54	0.76	0.84	0.85	0.87	0.90	0.87				
B5	B4	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13							
0.07	0.07	0.08	0.16	0.31	0.64	0.72	0.80	0.80	0.80	0.80						
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11										
0.11	0.17	0.31	0.50	0.72	0.80	0.80										



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L2222 (D0)

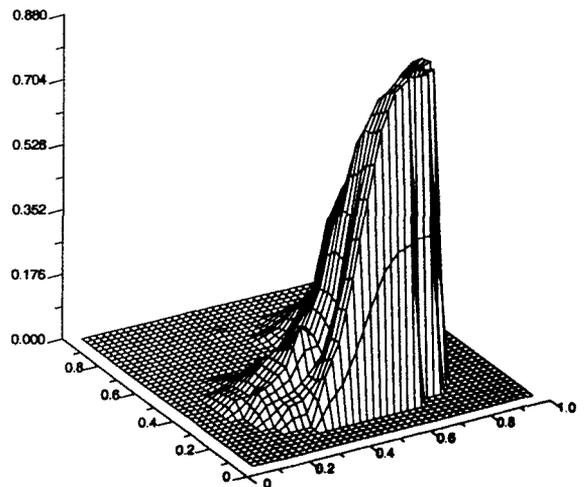
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
100	100	100	100	verringert	2	L2222_01- _02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2222_01)

B13		FA Number																	
0.05		Value																	
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11											
		-0.01	0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.01	0.03											
			C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13						
			-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	0.01	0.03	0.06	0.07	0.09						
				N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15		
				-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.06	0.09	0.13	0.13	0.20			
					M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
					-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.03	0.06	0.12	0.14	0.16	0.22			
						L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12		
						-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.06	0.13	0.16	0.20	0.26		
							K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11		
							-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.06	0.09	0.22	0.31	0.31		
								J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10		
								-0.01	0.01	0.01	0.01	-0.01	0.01	0.03	0.06	0.20	0.37		
									H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9		
									0.00	0.01	0.03	0.05	0.05	0.04	0.06	0.14	0.28		
										G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8		
										0.02	0.03	0.05	0.06	0.06	0.09	0.15	0.24		
											F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7		
											0.03	0.03	0.07	0.11	0.13	0.17	0.23		
												E1	E2	E3	E4	E5	E6		
												0.03	0.04	0.07	0.11	0.17	0.26		
													D2	D3	D4	D5	D6		
													0.06	0.06	0.11	0.22	0.18		
														C2	C3	C4	C5		
														0.04	0.06	0.07	0.10		
															B3	B4	B5		
															0.05	0.08	0.10		
																A5	A6	A7	
																0.13	0.21	0.36	
																	A8	A9	A10
																	0.50	0.78	0.85
																		A11	A12
																			0.85

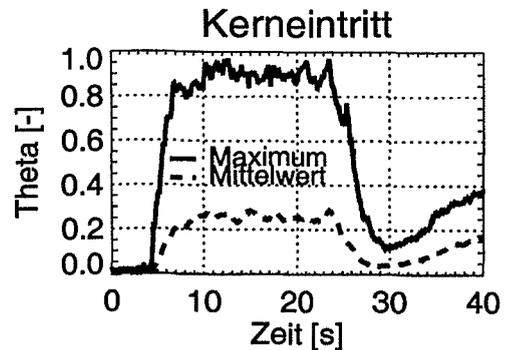
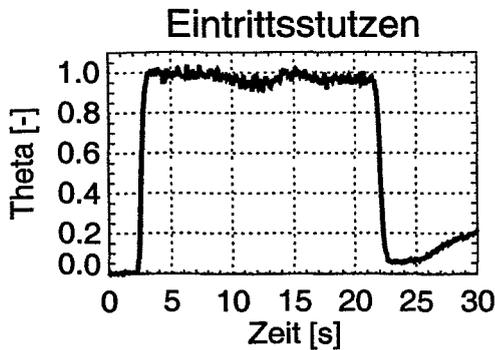
L2222



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhhhh (D0)

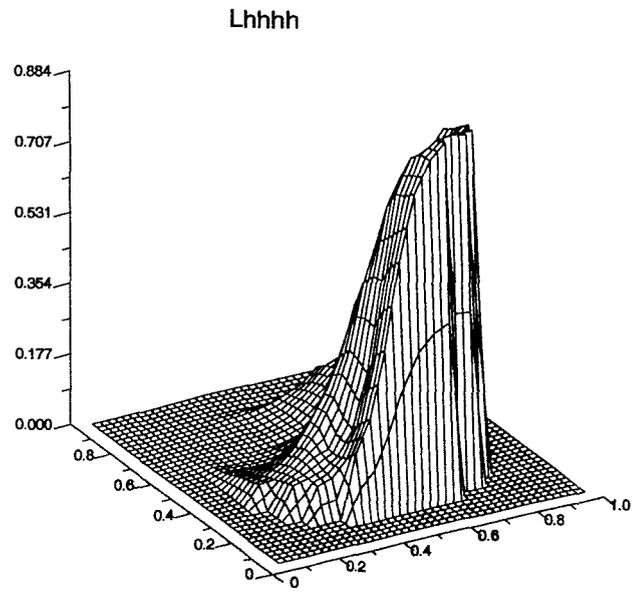
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	92.5	92.5	92.5	verringert	4	Lhhhh_01- _04



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhhhh_01)

B13 FA Number
0.06 Value

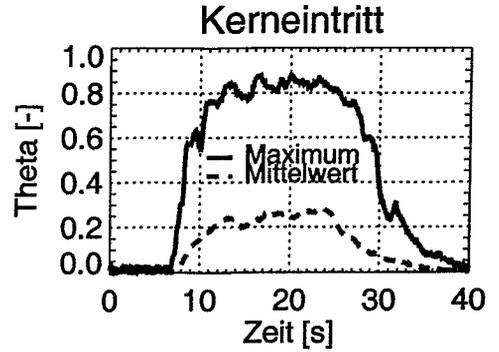
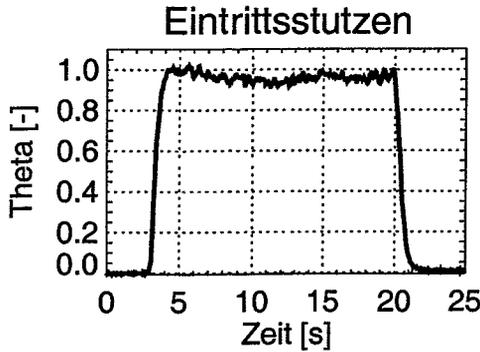
			P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11					
			0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06					
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.11	0.12	0.14		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.08	0.12	0.13	0.15	0.16	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.09	0.15	0.18	0.18	0.19	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.12	0.20	0.22	0.20	0.19	0.19	
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.13	0.22	0.30	0.29	0.25	0.23	0.26
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07	0.13	0.24	0.35	0.40	0.41	0.30	0.34	0.37
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.09	0.14	0.21	0.32	0.42	0.46	0.52	0.51	0.52	0.54
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.03	0.03	0.05	0.08	0.11	0.16	0.23	0.32	0.41	0.48	0.56	0.63	0.67	0.72	0.71
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.04	0.05	0.07	0.10	0.16	0.21	0.30	0.42	0.50	0.58	0.65	0.69	0.76	0.81	0.79
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.05	0.05	0.08	0.11	0.16	0.22	0.30	0.40	0.50	0.60	0.68	0.70	0.76	0.82	0.82
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
0.07	0.08	0.11	0.12	0.16	0.20	0.25	0.32	0.39	0.46	0.51	0.56	0.61		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
0.07	0.08	0.09	0.12	0.16	0.21	0.26	0.32	0.39	0.46	0.51	0.56	0.61		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
0.08	0.09	0.13	0.21	0.27	0.34	0.41	0.49	0.57	0.65	0.72				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
0.16	0.24	0.40	0.61	0.77	0.85	0.88								



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lxxxx (D0)

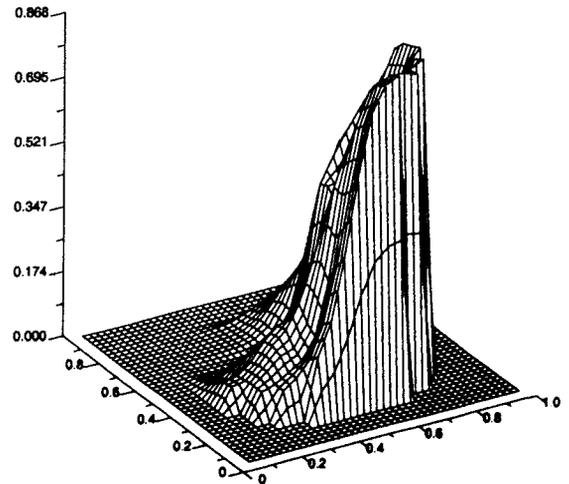
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
1	2	3	4			ROCOM_01
46.3	46.3	46.3	46.3	verringert	2	Lxxxx_01- _02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lxxxx_01)

B13		FA Number																			
0.08		Value																			
		F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11													
		0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.06													
		C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13									
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.06	0.11	0.15	0.26									
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14							
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.13	0.18	0.33	0.42								
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14							
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.10	0.17	0.24	0.28	0.40								
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15							
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	0.22	0.29	0.34	0.37	0.43	0.55								
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15							
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.15	0.34	0.44	0.53	0.56	0.57	0.62							
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15							
0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.06	0.24	0.45	0.52	0.56	0.63	0.66	0.70							
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15							
0.02	0.02	0.05	0.07	0.05	0.03	0.05	0.11	0.26	0.47	0.47	0.51	0.56	0.71	0.78							
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15							
0.03	0.04	0.07	0.11	0.11	0.08	0.12	0.21	0.31	0.43	0.47	0.51	0.56	0.71	0.82							
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15							
0.05	0.06	0.06	0.14	0.17	0.18	0.25	0.34	0.38	0.44	0.51	0.54	0.56	0.73	0.83							
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15							
0.06	0.07	0.10	0.14	0.17	0.23	0.34	0.46	0.51	0.56	0.62	0.60	0.64	0.80	0.84							
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14									
0.07	0.10	0.13	0.14	0.20	0.36	0.55	0.64	0.71	0.73	0.70	0.76	0.84									
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14									
0.07	0.08	0.10	0.12	0.18	0.32	0.54	0.71	0.80	0.82	0.82	0.83	0.85									
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13											
0.08	0.10	0.14	0.22	0.36	0.57	0.73	0.83	0.85	0.85	0.84											
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11															
0.17	0.26	0.41	0.62	0.78	0.86	0.87															

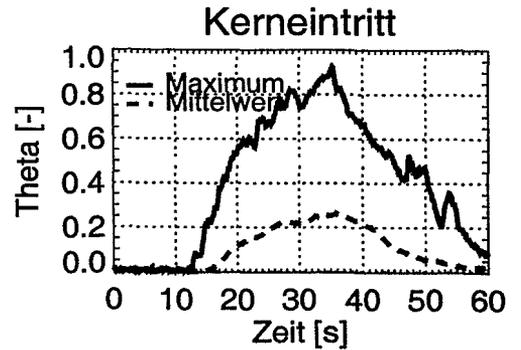
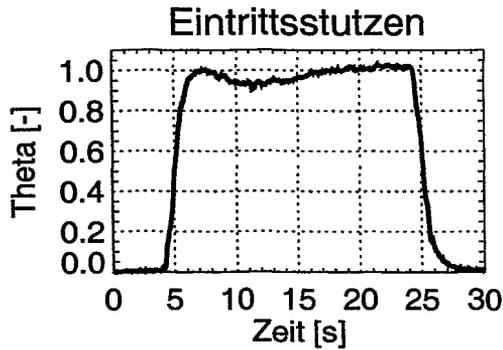
Lxxxx



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalar (alle Realisierungen)

Identifikator: Lyyyy (D0)

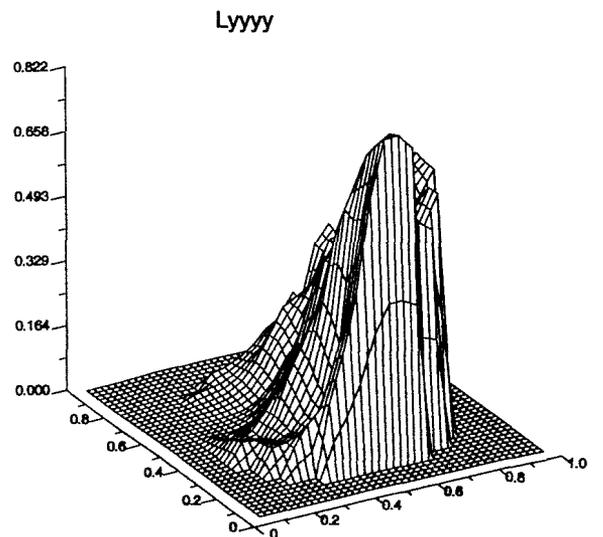
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
18.5	18.5	18.5	18.5	verringert	2	Lyyyy_01- _02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lyyyy_01)

B18: FA Number
0.07: Value

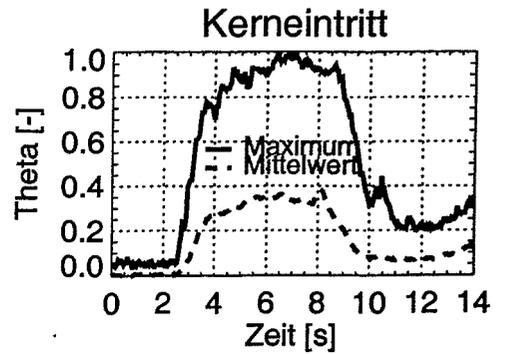
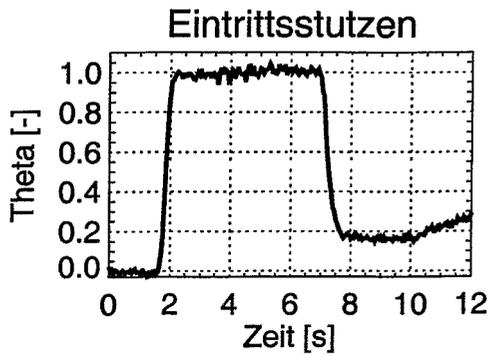
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
				O3	O4	O5	O6	O7	O8	O10	O11	O12	O13					
				N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14		
				M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
				L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
				K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
				J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
				G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
				F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
				D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
				C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
				B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
				A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								



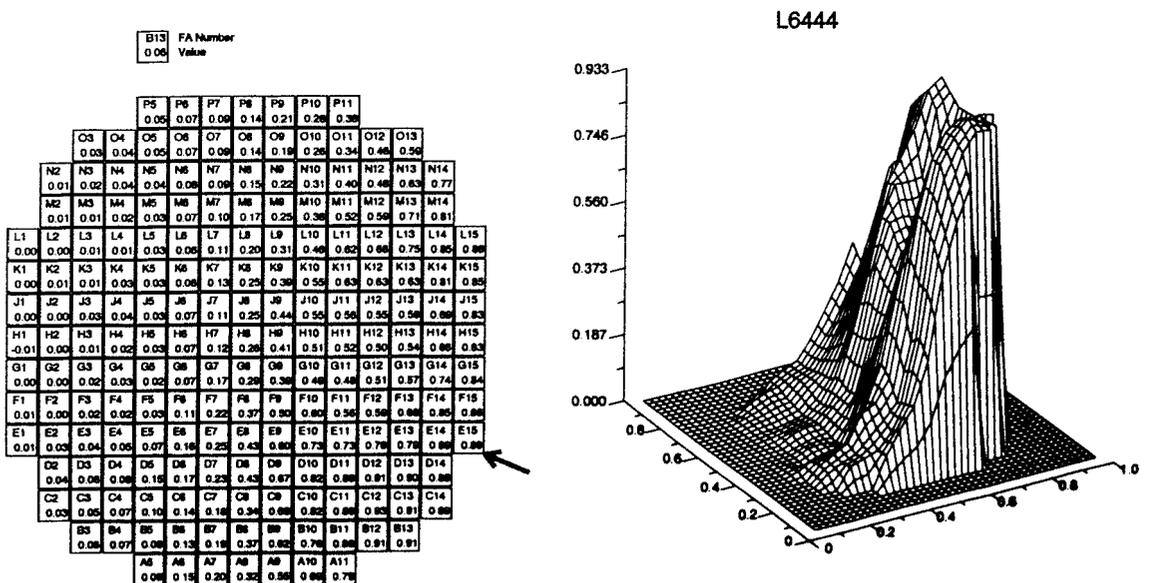
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L6444 (D0)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
300	200	200	200	verringert	1	L6444_01



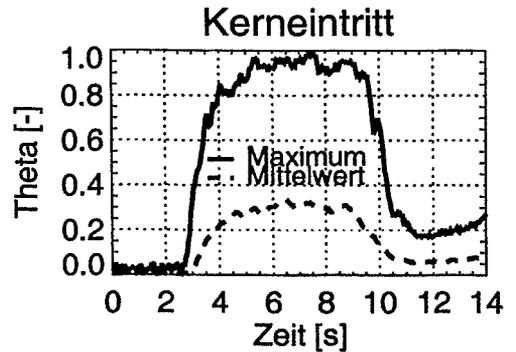
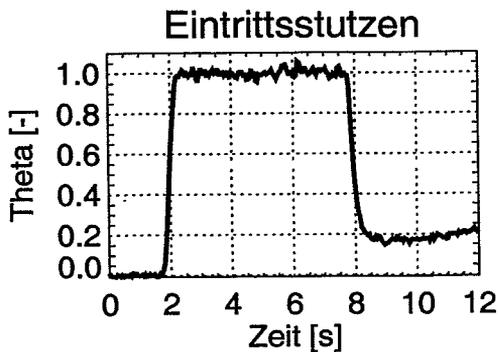
Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L6444_01)



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L5444 (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
250	200	200	200	verringert	1	L5444_01

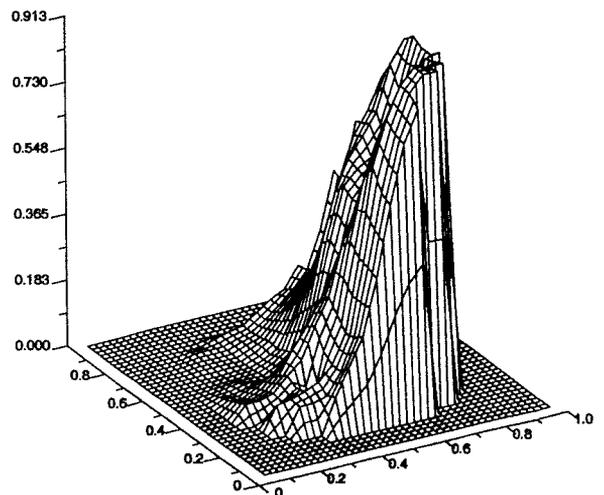


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L5444_01)

B13 FA Number Value
0.07

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
				0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.11	0.16				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.27	0.43		
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
		0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.11	0.16	0.19	0.25	0.41	0.57
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
		0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.06	0.15	0.20	0.27	0.32	0.42	0.56
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.11	0.20	0.26	0.36	0.46	0.54	0.64	0.72
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.14	0.27	0.36	0.50	0.60	0.66	0.74	0.79
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.16	0.35	0.48	0.56	0.62	0.67	0.80	0.86
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.11	0.21	0.36	0.51	0.55	0.56	0.62	0.75	0.86	0.89
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.18	0.24	0.35	0.50	0.54	0.56	0.61	0.77	0.87
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.03	0.03	0.05	0.08	0.14	0.20	0.26	0.34	0.40	0.50	0.56	0.61	0.65	0.82	0.87
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.04	0.05	0.06	0.10	0.15	0.22	0.28	0.42	0.52	0.61	0.68	0.71	0.74	0.88	0.89
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
0.02	0.05	0.06	0.09	0.16	0.25	0.45	0.62	0.72	0.80	0.83	0.86	0.86		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
0.07	0.08	0.09	0.10	0.14	0.22	0.42	0.66	0.79	0.87	0.91	0.90			
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
0.07	0.07	0.08	0.14	0.23	0.41	0.61	0.78	0.87	0.91					
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
0.10	0.17	0.25	0.40	0.56	0.75	0.84								

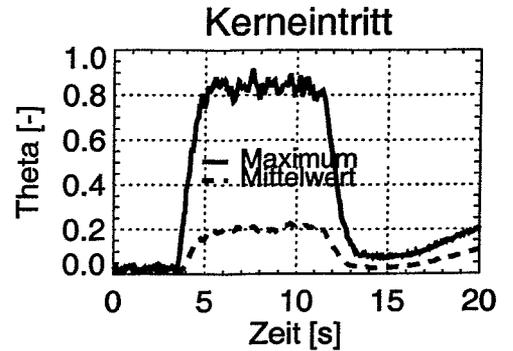
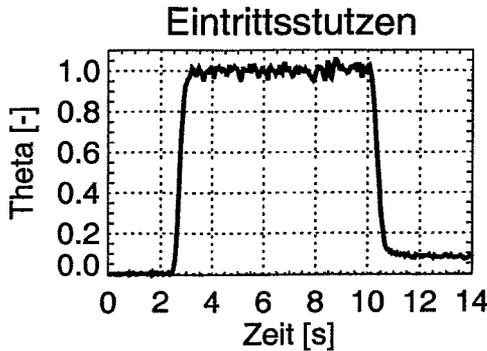
L5444



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L3444 (D0)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
150	200	200	200	verringert	1	L3444_01

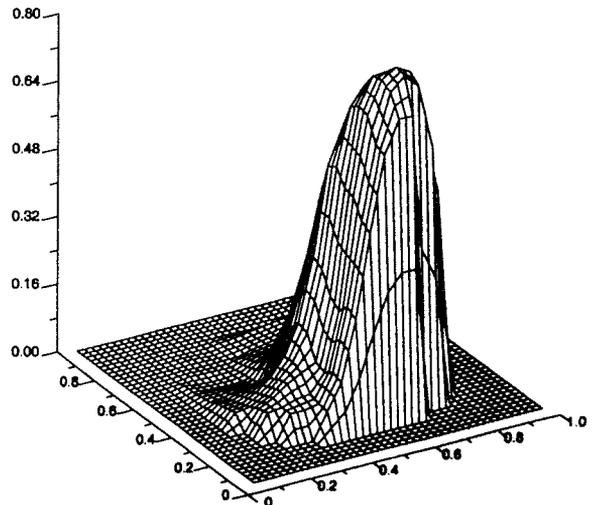


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L3444_01)

B13 FA Number Value

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								

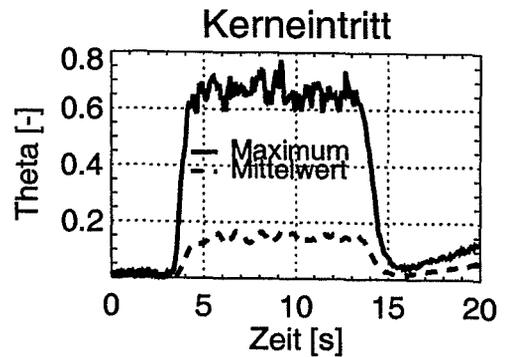
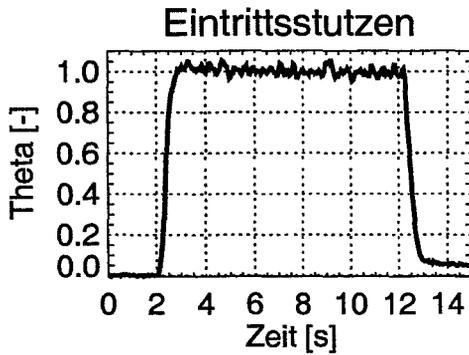
L3444



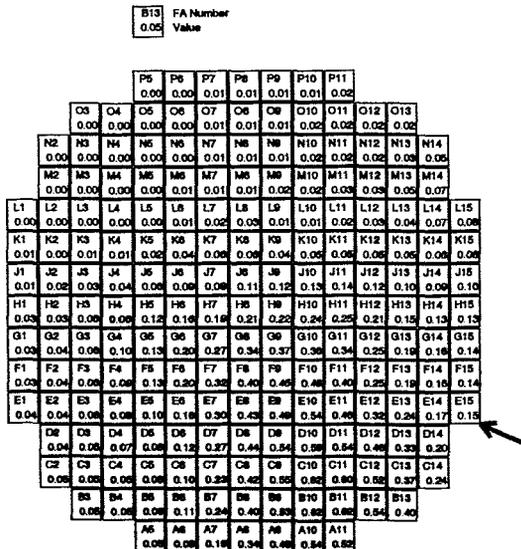
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L2444 (D0)

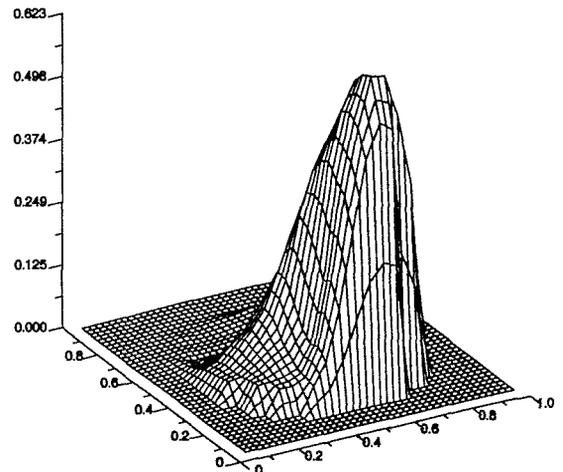
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
100	200	200	200	verringert	1	L2444_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2444_01)



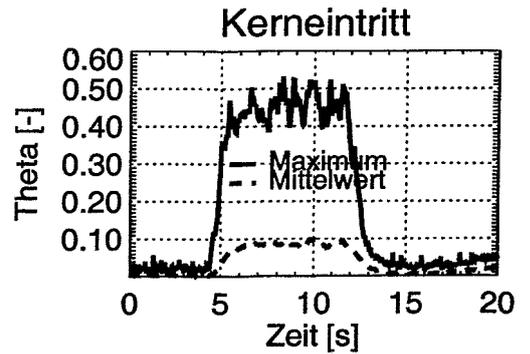
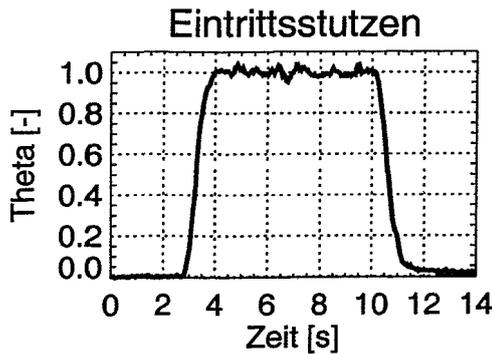
L2444



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaumittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L1444 (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
50	200	200	200	verringert	1	L1444_01

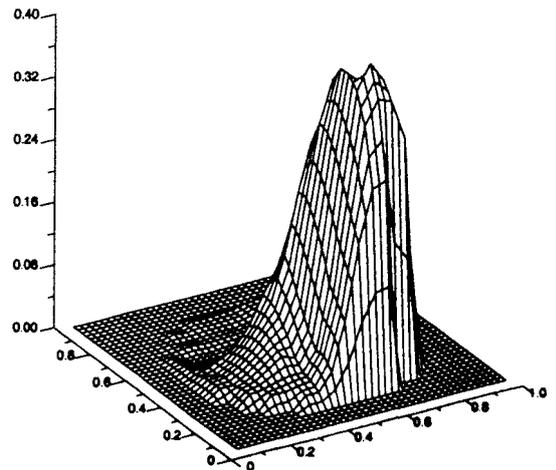


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L1444_01)

B13 FA Number Value

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								

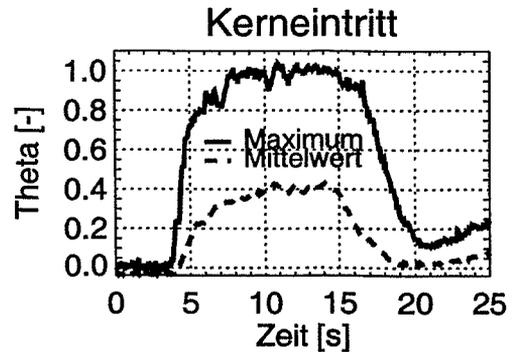
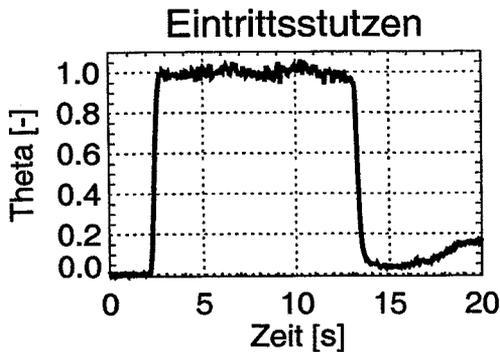
L1444



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

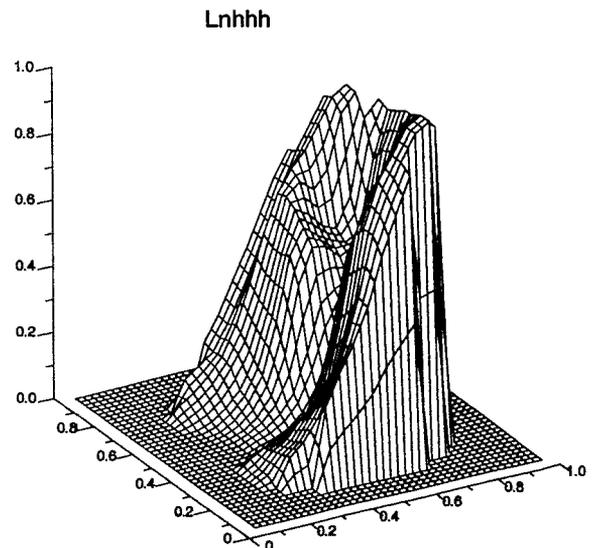
Identifikator: Lnhhh (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	92.5	92.5	92.5	verringert	1	Lnhhh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnhhh_01)

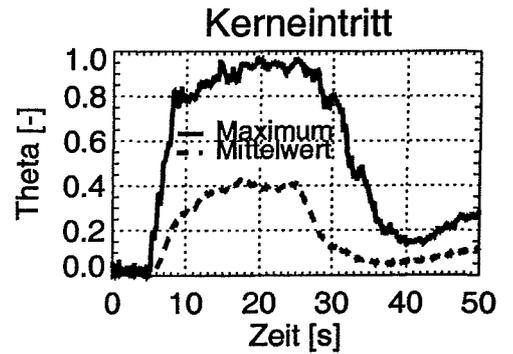
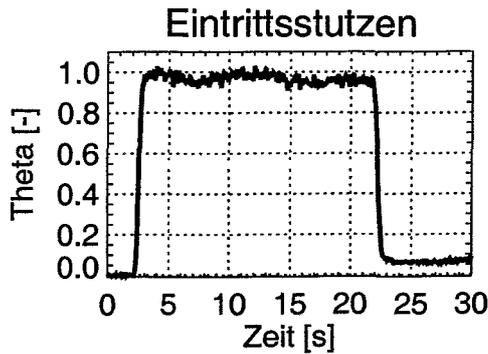
B13		FA Number														
0.09		Value														
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
		0.16	0.22	0.33	0.41	0.51	0.61	0.69								
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13				
		0.06	0.12	0.15	0.22	0.31	0.41	0.50	0.61	0.70	0.77	0.84				
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14		
		0.04	0.07	0.11	0.16	0.24	0.30	0.50	0.61	0.67	0.72	0.79	0.86	0.86		
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
		0.02	0.04	0.06	0.14	0.21	0.33	0.47	0.62	0.65	0.62	0.67	0.82	0.88		
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15		
-0.02	0.00	0.02	0.05	0.09	0.17	0.31	0.47	0.60	0.57	0.53	0.51	0.60	0.82	0.87		
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15		
-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.08	0.15	0.30	0.49	0.56	0.53	0.50	0.49	0.51	0.72	0.85		
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15		
-0.03	-0.01	0.01	0.02	0.05	0.10	0.22	0.41	0.52	0.51	0.47	0.49	0.65	0.76	0.87		
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15		
-0.04	-0.03	0.00	0.02	0.04	0.07	0.12	0.23	0.37	0.40	0.42	0.53	0.62	0.76	0.89		
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15		
-0.04	-0.03	0.00	0.01	0.03	0.06	0.08	0.15	0.24	0.37	0.46	0.59	0.70	0.85	0.89		
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15		
-0.02	-0.02	0.01	0.03	0.05	0.09	0.10	0.23	0.40	0.53	0.59	0.70	0.83	0.89	0.89		
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15		
-0.01	0.09	0.05	0.09	0.09	0.13	0.19	0.35	0.57	0.65	0.67	0.83	0.89	0.91	0.89		
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14				
0.02	0.05	0.09	0.14	0.17	0.34	0.42	0.66	0.77	0.82	0.89	0.89	0.89				
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14				
0.02	0.07	0.10	0.16	0.21	0.30	0.45	0.66	0.82	0.89	0.97	0.99	0.95				
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13						
0.09	0.12	0.18	0.26	0.37	0.51	0.66	0.80	0.89	0.97	0.99						
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11										
0.23	0.32	0.40	0.50	0.64	0.79	0.87										



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

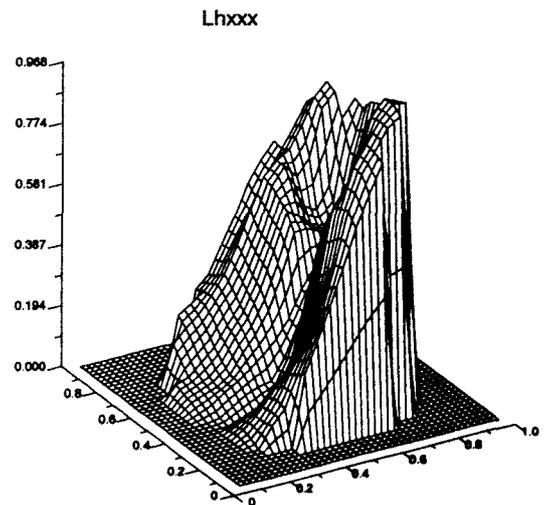
Identifikator: Lhxxx (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	46.3	46.3	46.3	verringert	1	Lhxxx_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhxxx_01)

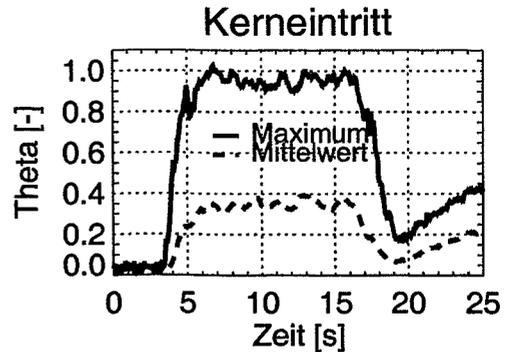
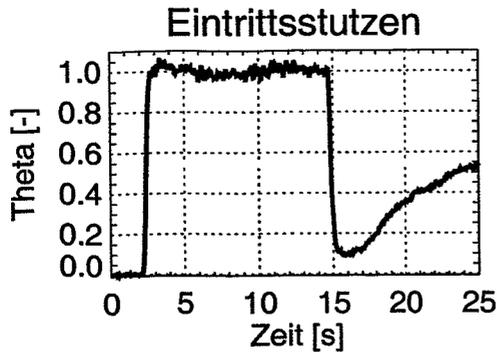
B13		FA Number	
0.07	Value		
		P5	P6
		0.24	0.28
		O3	O4
		0.20	0.22
		N2	N3
		0.13	0.17
		M2	M3
		0.10	0.14
		L1	L2
		0.05	0.06
		K1	K2
		0.04	0.06
		J1	J2
		0.03	0.05
		H1	H2
		0.01	0.03
		G1	G2
		0.00	0.01
		F1	F2
		-0.00	0.00
		E1	E2
		0.00	0.02
		D2	D3
		0.03	0.06
		C2	C3
		0.02	0.06
		B3	B4
		0.07	0.11
		A5	A6
		0.23	0.32



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnnhh (D0)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	185	92.5	92.5	verringert	1	Lnnhh_01

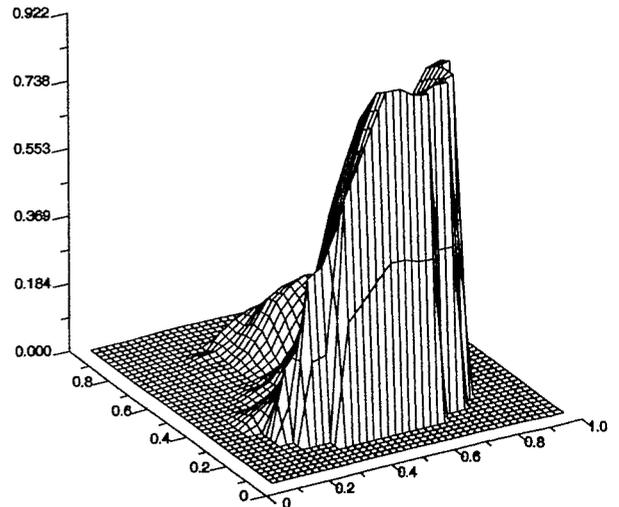


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnhh_01)

B13	FA Number
0.44	Value

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	
	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13			
	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1					

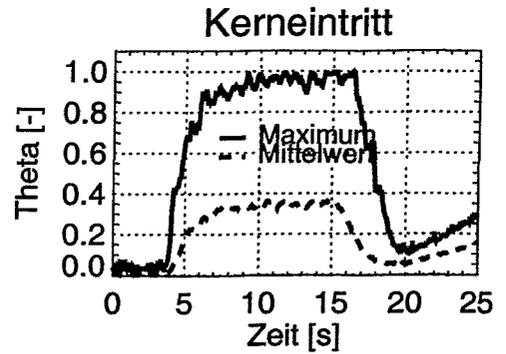
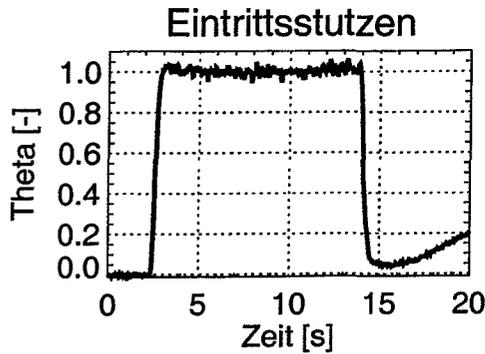
Lnnhh



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau-gemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnhnh (D0)

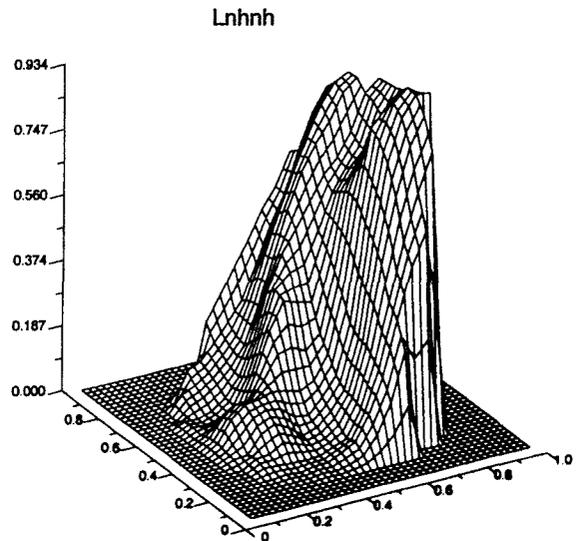
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	92.5	185	92.5	verringert	1	Lnhnh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnhnh_01)

B13 FA Number
0.01 Value

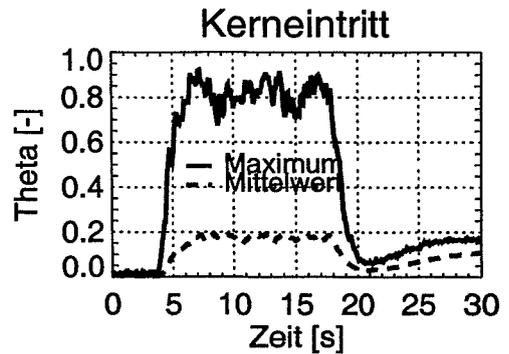
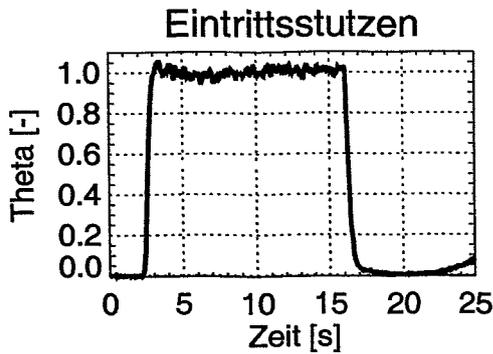
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
				0.19	0.26	0.33	0.40	0.48	0.53	0.62				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		0.09	0.11	0.18	0.20	0.25	0.35	0.45	0.53	0.64	0.74	0.80		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	0.05	0.07	0.09	0.13	0.18	0.27	0.38	0.50	0.60	0.70	0.78	0.83	0.86	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
	0.03	0.05	0.08	0.12	0.17	0.28	0.40	0.53	0.63	0.70	0.75	0.82	0.86	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
0.02	0.02	0.03	0.05	0.11	0.20	0.33	0.43	0.48	0.56	0.63	0.67	0.73	0.83	0.88
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.02	0.02	0.03	0.05	0.13	0.24	0.38	0.38	0.41	0.48	0.58	0.65	0.71	0.82	0.87
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.02	0.03	0.05	0.08	0.15	0.26	0.34	0.33	0.32	0.48	0.61	0.67	0.70	0.80	0.87
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
0.02	0.07	0.10	0.10	0.15	0.22	0.23	0.20	0.25	0.41	0.63	0.74	0.76	0.83	0.88
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.03	0.09	0.12	0.12	0.14	0.13	0.12	0.14	0.20	0.38	0.62	0.82	0.86	0.90	0.86
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.02	0.05	0.10	0.11	0.10	0.07	0.07	0.11	0.16	0.30	0.57	0.80	0.90	0.93	0.91
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.02	0.02	0.07	0.08	0.07	0.04	0.05	0.08	0.14	0.27	0.54	0.75	0.88	0.93	0.89
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
0.04	0.02	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	0.13	0.27	0.48	0.87	0.81	0.88		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.12	0.24	0.40	0.58	0.88	0.80		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.12	0.21	0.37	0.81				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
0.01	0.00	0.01	0.03	0.08	0.18	0.30								



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

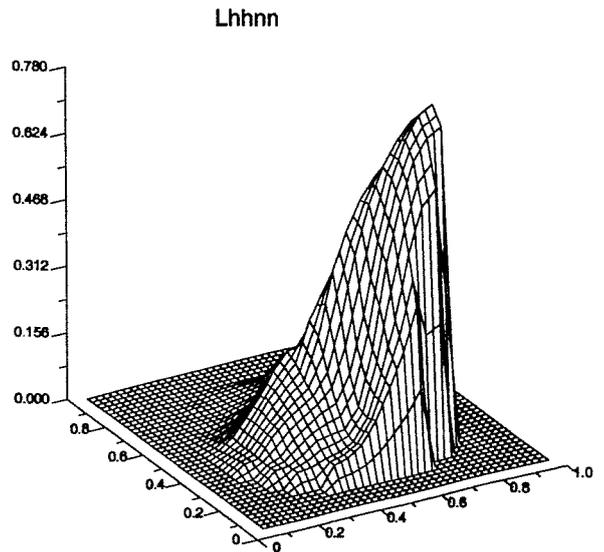
Identifikator: Lhnn (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	92.5	185	185	verringert	1	Lhnn_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhnn_01)

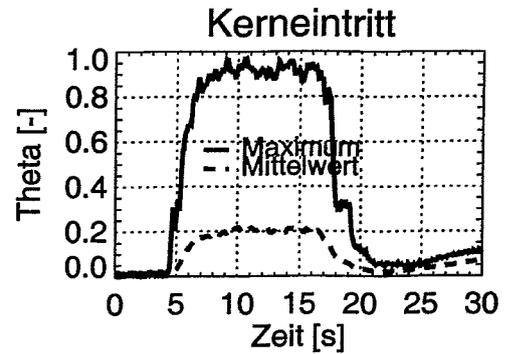
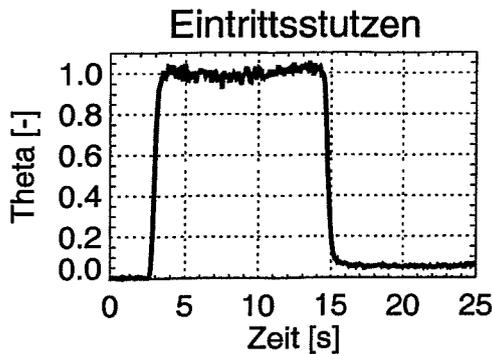
BIS		FA Number																			
0.03		Werte																			
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11													
		0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02													
	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13										
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03										
N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14									
0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04									
M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14									
0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05									
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15							
0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05							
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15							
0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.12	0.10	0.09	0.05	0.04	0.06	0.10	0.12	0.11	0.08							
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15							
0.01	0.01	0.04	0.07	0.14	0.17	0.13	0.11	0.07	0.07	0.13	0.19	0.19	0.19	0.15							
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15							
0.01	0.03	0.07	0.11	0.19	0.20	0.21	0.17	0.18	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25							
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15							
0.01	0.03	0.07	0.12	0.15	0.19	0.20	0.20	0.20	0.45	0.40	0.42	0.41	0.40	0.44							
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15							
0.02	0.03	0.07	0.10	0.14	0.17	0.20	0.40	0.40	0.50	0.60	0.61	0.62	0.60	0.64							
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15							
0.02	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.19	0.31	0.45	0.50	0.64	0.66	0.75	0.75	0.71							
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14									
0.03	0.04	0.07	0.10	0.12	0.13	0.19	0.32	0.46	0.63	0.71	0.76	0.76									
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14									
0.03	0.03	0.05	0.06	0.08	0.08	0.13	0.26	0.46	0.59	0.69	0.72	0.74									
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13											
0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.12	0.22	0.35	0.48	0.59	0.65											
A6	A7	A8	A9	A10	A11																
0.03	0.04	0.05	0.13	0.20	0.29	0.37															



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhnh (D0)

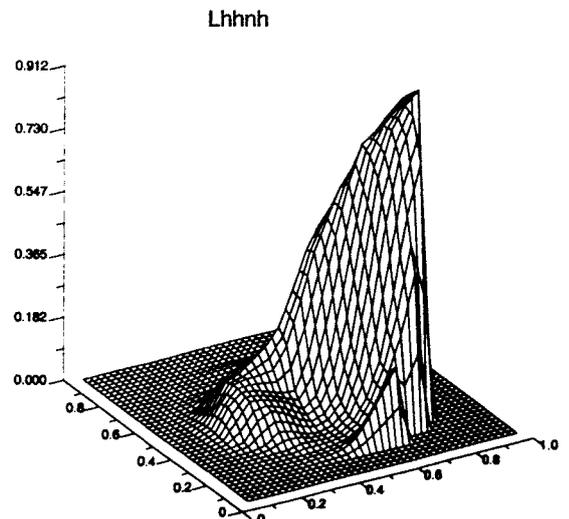
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	92.5	185	92.5	verringert	1	Lhnh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhnh_01)

B13 FA Number
0.00 Value

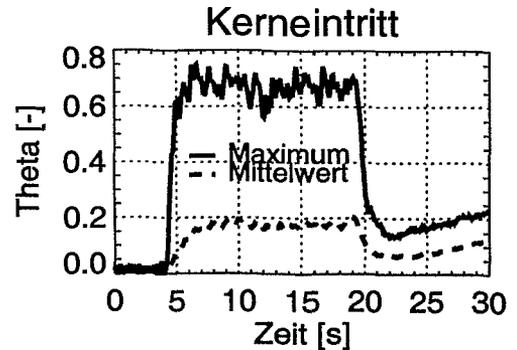
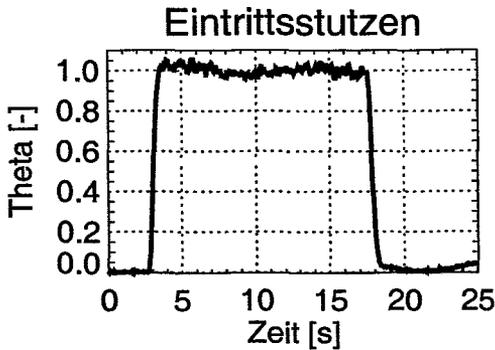
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
				0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.04		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.06	0.06	0.09	0.11	0.18	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.11	0.18	0.15	0.13	0.15	0.22	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
0.00	0.01	0.04	0.07	0.09	0.06	0.05	0.06	0.20	0.24	0.21	0.22	0.22	0.26	0.39
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.01	0.02	0.08	0.11	0.12	0.12	0.10	0.18	0.33	0.37	0.37	0.42	0.44	0.45	0.50
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.01	0.05	0.11	0.12	0.15	0.18	0.29	0.33	0.43	0.50	0.55	0.59	0.63	0.84	0.87
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
0.02	0.07	0.12	0.12	0.13	0.13	0.19	0.32	0.44	0.53	0.62	0.67	0.80	0.75	0.79
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.01	0.06	0.11	0.11	0.10	0.08	0.17	0.33	0.50	0.64	0.73	0.77	0.82	0.85	
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.01	0.05	0.10	0.10	0.09	0.07	0.04	0.07	0.18	0.35	0.55	0.73	0.81	0.85	0.88
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.01	0.08	0.06	0.07	0.04	0.03	0.04	0.06	0.22	0.46	0.68	0.81	0.88	0.91	
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
0.00	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.05	0.16	0.33	0.57	0.75	0.86		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.10	0.20	0.38	0.60	0.74		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.10	0.18	0.28	0.45				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
0.00	0.01	0.01	0.04	0.08	0.15	0.22								



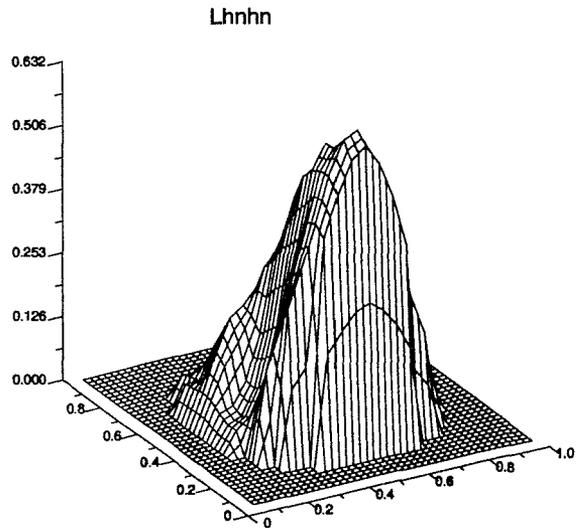
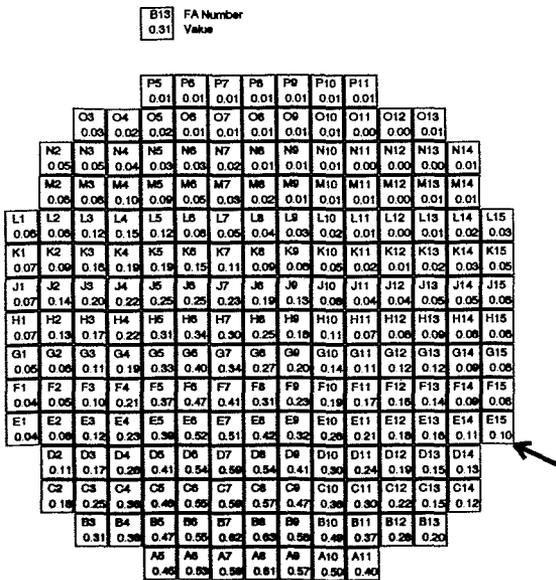
Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnhhn (D0)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	185	92.5	185	verringert	1	Lnhhn_01



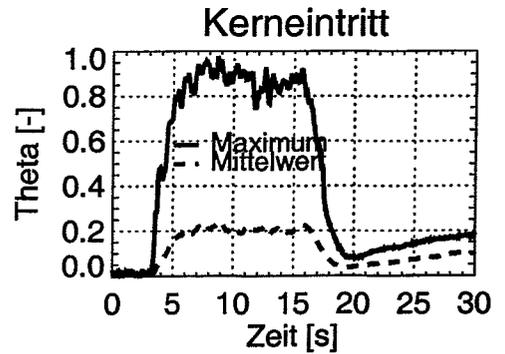
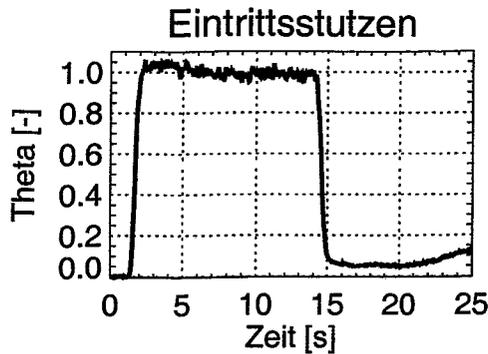
Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnhhn_01)



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhhhn (D0)

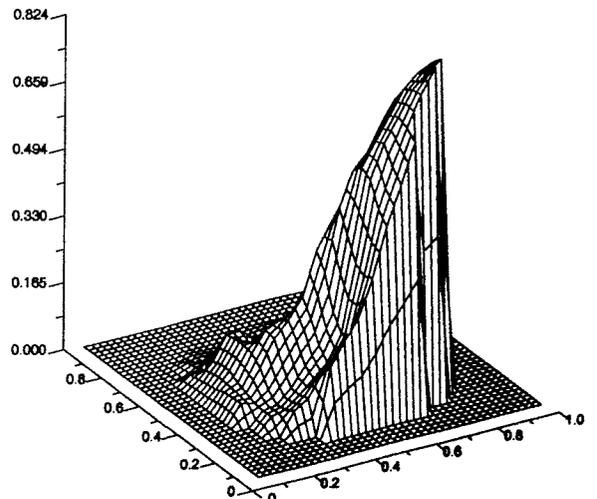
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	92.5	92.5	185	verringert	1	Lhhhn_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhhhn_01)

B13		FA Number	
0.06		Value	
		P5	0.01
		P6	0.01
		P7	0.01
		P8	0.01
		P9	0.01
		P10	0.02
		P11	0.02
		O5	0.01
		O4	0.01
		O6	0.01
		O7	0.01
		O8	0.01
		O9	0.01
		O10	0.02
		O11	0.02
		O12	0.03
		O13	0.04
N2	0.02	N3	0.02
N4	0.02	N5	0.03
N6	0.02	N7	0.02
N8	0.01	N9	0.01
N10	0.01	N11	0.02
N12	0.03	N13	0.04
N14	0.06		
M2	0.02	M3	0.03
M4	0.07	M5	0.06
M6	0.04	M7	0.02
M8	0.02	M9	0.02
M10	0.02	M11	0.03
M12	0.04	M13	0.05
M14	0.07		
L1	0.03	L2	0.03
L3	0.06	L4	0.11
L5	0.09	L6	0.05
L7	0.03	L8	0.02
L9	0.01	L10	0.01
L11	0.02	L12	0.04
L13	0.05	L14	0.08
L15	0.08		
K1	0.03	K2	0.07
K3	0.13	K4	0.13
K5	0.10	K6	0.06
K7	0.05	K8	0.03
K9	0.02	K10	0.02
K11	0.04	K12	0.08
K13	0.11	K14	0.13
K15	0.15		
J1	0.04	J2	0.08
J3	0.13	J4	0.12
J5	0.11	J6	0.08
J7	0.05	J8	0.03
J9	0.03	J10	0.04
J11	0.08	J12	0.13
J13	0.17	J14	0.20
J15	0.21		
H1	0.04	H2	0.08
H3	0.13	H4	0.13
H5	0.12	H6	0.07
H7	0.05	H8	0.08
H9	0.11	H10	0.14
H11	0.17	H12	0.22
H13	0.28	H14	0.28
H15	0.28		
G1	0.05	G2	0.08
G3	0.13	G4	0.17
G5	0.19	G6	0.21
G7	0.23	G8	0.24
G9	0.26	G10	0.29
G11	0.30	G12	0.31
G13	0.38	G14	0.42
G15	0.43		
F1	0.05	F2	0.05
F3	0.11	F4	0.17
F5	0.21	F6	0.26
F7	0.36	F8	0.42
F9	0.45	F10	0.51
F11	0.56	F12	0.58
F13	0.60	F14	0.63
F15	0.62		
E1	0.05	E2	0.04
E3	0.07	E4	0.12
E5	0.17	E6	0.22
E7	0.32	E8	0.47
E9	0.58	E10	0.65
E11	0.71	E12	0.74
E13	0.74	E14	0.75
E15	0.72		
D2	0.04	D3	0.05
D4	0.08	D5	0.13
D6	0.17	D7	0.24
D8	0.42	D9	0.58
D10	0.63	D11	0.68
D12	0.75	D13	0.80
D14	0.80		
C2	0.04	C3	0.05
C4	0.08	C5	0.11
C6	0.14	C7	0.20
C8	0.37	C9	0.56
C10	0.64	C11	0.70
C12	0.78	C13	0.78
C14	0.82		
B3	0.05	B4	0.08
B5	0.14	B6	0.17
B7	0.22	B8	0.35
B9	0.51	B10	0.60
B11	0.68	B12	0.78
B13	0.82		
A5	0.17	A6	0.22
A7	0.27	A8	0.38
A9	0.48	A10	0.57
A11	0.67		

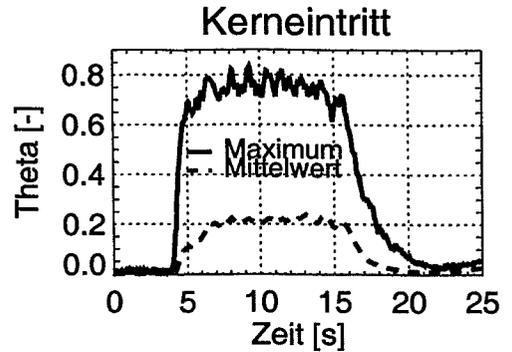
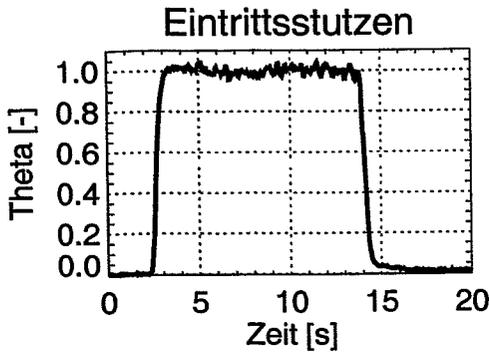
Lhhhn



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhnhh (D0)

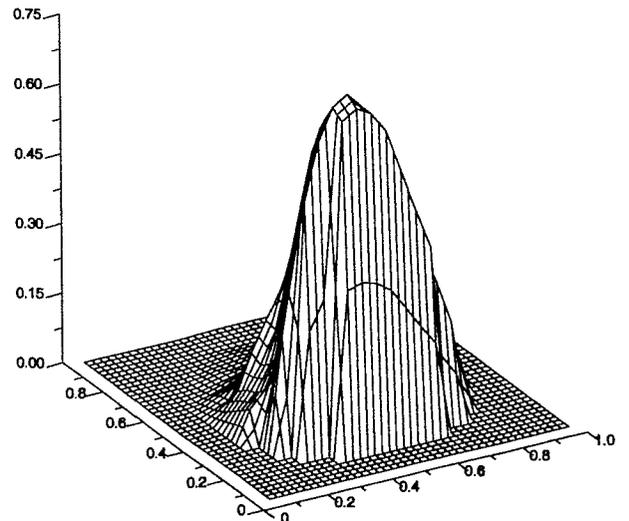
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	185	92.5	92.5	verringert	1	Lhnhh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhnhh_01)

E13		FA Number	
0.54		Value	
		P6	0.00
		P7	0.01
		P8	0.00
		P9	0.00
		P10	0.00
		P11	0.00
		O3	0.00
		O4	0.00
		O5	0.01
		O6	0.01
		O7	0.01
		O8	0.01
		O9	0.01
		O10	0.01
		O11	0.01
		O12	0.00
		O13	0.00
		M2	0.00
		M3	0.00
		M4	0.01
		M5	0.02
		M6	0.02
		M7	0.01
		M8	0.01
		M9	0.01
		M10	0.01
		M11	0.00
		M12	0.00
		M13	0.01
		M14	0.02
		M15	0.01
		M16	0.02
		M17	0.02
		M18	0.02
		M19	0.02
		M20	0.02
		M21	0.02
		M22	0.02
		M23	0.02
		M24	0.02
		M25	0.02
		M26	0.02
		M27	0.02
		M28	0.02
		M29	0.02
		M30	0.02
		M31	0.02
		M32	0.02
		M33	0.02
		M34	0.02
		M35	0.02
		M36	0.02
		M37	0.02
		M38	0.02
		M39	0.02
		M40	0.02
		M41	0.02
		M42	0.02
		M43	0.02
		M44	0.02
		M45	0.02
		M46	0.02
		M47	0.02
		M48	0.02
		M49	0.02
		M50	0.02
		M51	0.02
		M52	0.02
		M53	0.02
		M54	0.02
		M55	0.02
		M56	0.02
		M57	0.02
		M58	0.02
		M59	0.02
		M60	0.02
		M61	0.02
		M62	0.02
		M63	0.02
		M64	0.02
		M65	0.02
		M66	0.02
		M67	0.02
		M68	0.02
		M69	0.02
		M70	0.02
		M71	0.02
		M72	0.02
		M73	0.02
		M74	0.02
		M75	0.02
		M76	0.02
		M77	0.02
		M78	0.02
		M79	0.02
		M80	0.02
		M81	0.02
		M82	0.02
		M83	0.02
		M84	0.02
		M85	0.02
		M86	0.02
		M87	0.02
		M88	0.02
		M89	0.02
		M90	0.02
		M91	0.02
		M92	0.02
		M93	0.02
		M94	0.02
		M95	0.02
		M96	0.02
		M97	0.02
		M98	0.02
		M99	0.02
		M100	0.02
		M101	0.02
		M102	0.02
		M103	0.02
		M104	0.02
		M105	0.02
		M106	0.02
		M107	0.02
		M108	0.02
		M109	0.02
		M110	0.02
		M111	0.02
		M112	0.02
		M113	0.02
		M114	0.02
		M115	0.02
		M116	0.02
		M117	0.02
		M118	0.02
		M119	0.02
		M120	0.02
		M121	0.02
		M122	0.02
		M123	0.02
		M124	0.02
		M125	0.02
		M126	0.02
		M127	0.02
		M128	0.02
		M129	0.02
		M130	0.02
		M131	0.02
		M132	0.02
		M133	0.02
		M134	0.02
		M135	0.02
		M136	0.02
		M137	0.02
		M138	0.02
		M139	0.02
		M140	0.02
		M141	0.02
		M142	0.02
		M143	0.02
		M144	0.02
		M145	0.02
		M146	0.02
		M147	0.02
		M148	0.02
		M149	0.02
		M150	0.02
		M151	0.02
		M152	0.02
		M153	0.02
		M154	0.02
		M155	0.02
		M156	0.02
		M157	0.02
		M158	0.02
		M159	0.02
		M160	0.02
		M161	0.02
		M162	0.02
		M163	0.02
		M164	0.02
		M165	0.02
		M166	0.02
		M167	0.02
		M168	0.02
		M169	0.02
		M170	0.02
		M171	0.02
		M172	0.02
		M173	0.02
		M174	0.02
		M175	0.02
		M176	0.02
		M177	0.02
		M178	0.02
		M179	0.02
		M180	0.02
		M181	0.02
		M182	0.02
		M183	0.02
		M184	0.02
		M185	0.02
		M186	0.02
		M187	0.02
		M188	0.02
		M189	0.02
		M190	0.02
		M191	0.02
		M192	0.02
		M193	0.02
		M194	0.02
		M195	0.02
		M196	0.02
		M197	0.02
		M198	0.02
		M199	0.02
		M200	0.02

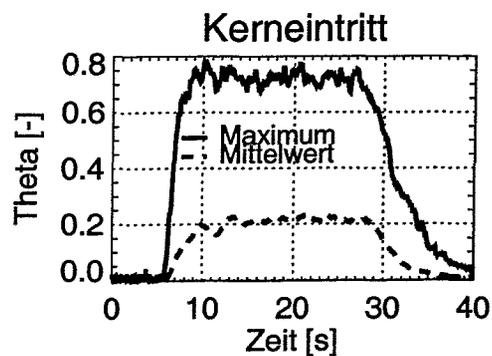
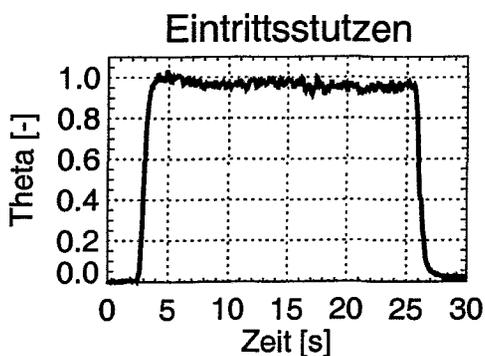
Lhnhh



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lxhxx (D0)

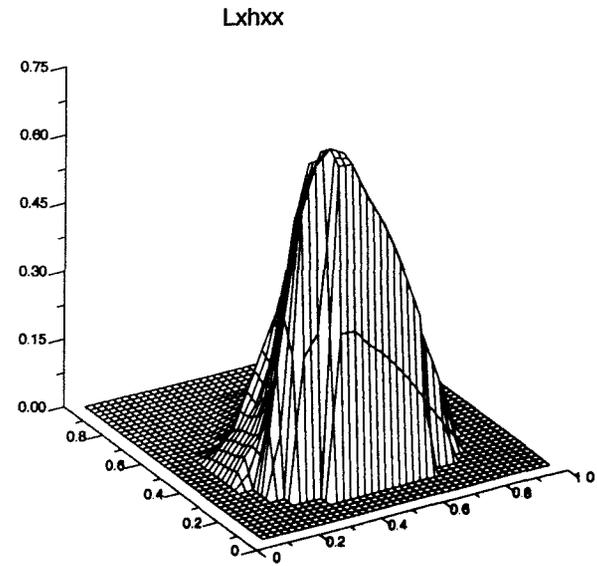
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
46.3	92.5	46.3	46.3	verringert	1	Lxhxx_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lxhxx_01)

B13	FA Number
0.63	Value

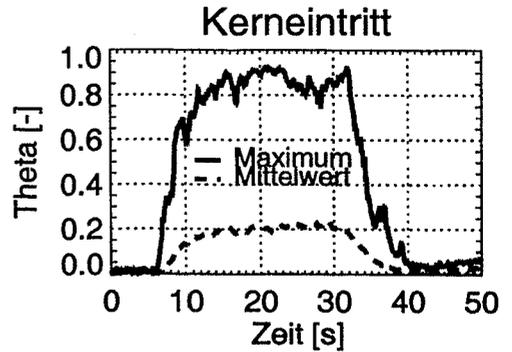
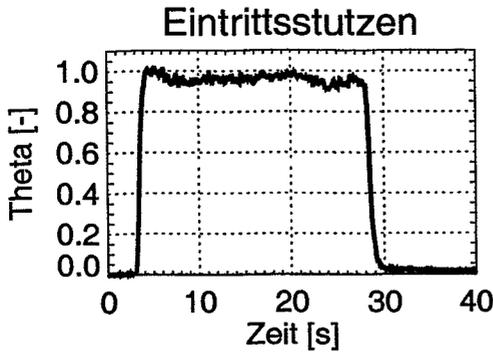
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13				
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01				
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14		
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02		
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
		0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
		0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.11	0.07	0.04	0.04	0.04
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
		0.00	0.00	0.02	0.04	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.14	0.10	0.14	0.09	0.04	0.04
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
		0.01	0.02	0.06	0.13	0.16	0.20	0.25	0.31	0.32	0.28	0.22	0.19	0.14	0.08	0.05
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
		0.02	0.07	0.15	0.23	0.30	0.41	0.50	0.52	0.48	0.41	0.32	0.24	0.19	0.11	0.08
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
		0.04	0.08	0.13	0.21	0.28	0.38	0.50	0.54	0.41	0.28	0.20	0.27	0.25	0.14	0.09
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
		0.05	0.09	0.16	0.22	0.34	0.44	0.56	0.52	0.38	0.27	0.20	0.31	0.29	0.17	0.10
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
		0.04	0.10	0.20	0.28	0.41	0.50	0.63	0.53	0.34	0.23	0.30	0.30	0.26	0.12	0.11
		D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
		0.15	0.32	0.53	0.69	0.70	0.65	0.57	0.39	0.28	0.31	0.29	0.17	0.11		
		C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
		0.28	0.48	0.67	0.73	0.72	0.64	0.55	0.42	0.33	0.31	0.24	0.15	0.11		
		B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
		0.63	0.72	0.75	0.74	0.68	0.61	0.56	0.47	0.39	0.27	0.19				
		A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
		0.73	0.72	0.65	0.68	0.62	0.44	0.26								



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lxxhx (D0)

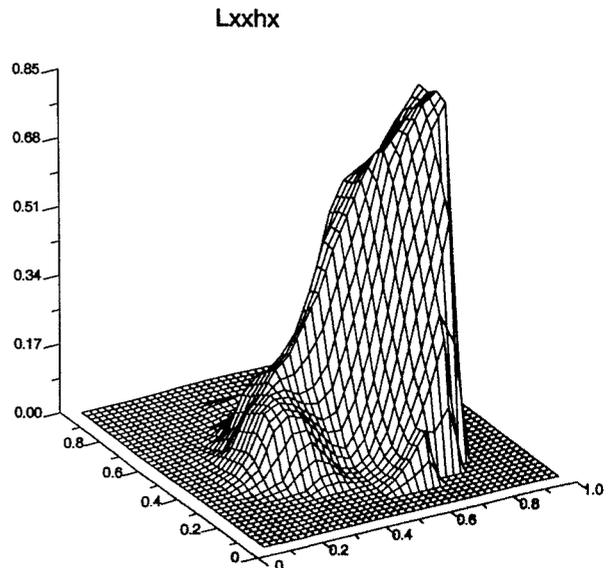
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
46.3	46.3	92.5	46.3	verringert	1	Lxxhx_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lxxhx_01)

B13 FA Number
0.02 Value

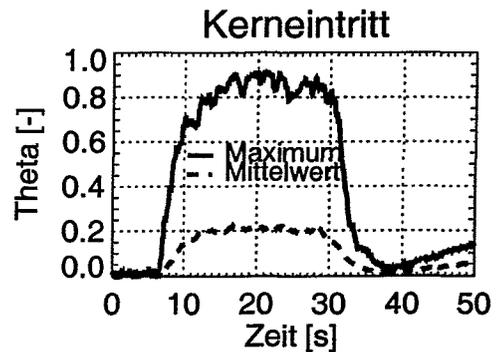
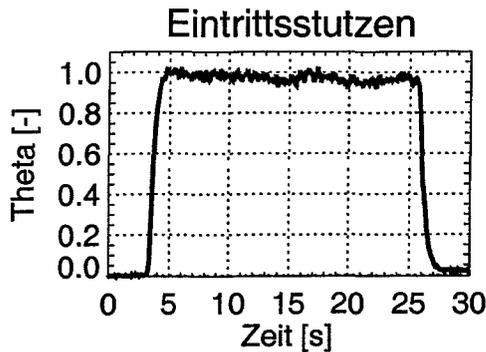
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
				0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.17	0.24		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.18	0.22	0.30	0.46		
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
	0.00	0.00	0.02	0.06	0.08	0.07	0.11	0.14	0.26	0.32	0.34	0.40	0.48	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
0.00	0.00	0.01	0.08	0.10	0.12	0.14	0.25	0.40	0.48	0.62	0.63	0.69	0.80	0.80
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.00	0.01	0.06	0.13	0.17	0.17	0.18	0.22	0.36	0.62	0.60	0.62	0.64	0.84	0.85
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.01	0.02	0.07	0.14	0.19	0.22	0.27	0.37	0.48	0.64	0.81	0.88	0.88	0.73	0.76
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
0.01	0.06	0.12	0.18	0.21	0.24	0.31	0.36	0.47	0.65	0.63	0.68	0.71	0.78	0.83
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.01	0.06	0.14	0.17	0.18	0.17	0.22	0.39	0.44	0.56	0.71	0.78	0.80	0.83	0.83
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.02	0.08	0.16	0.17	0.18	0.13	0.10	0.12	0.20	0.32	0.48	0.65	0.76	0.82	0.84
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.01	0.04	0.13	0.16	0.14	0.10	0.08	0.04	0.08	0.19	0.36	0.64	0.67	0.77	0.83
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
0.01	0.02	0.08	0.10	0.08	0.05	0.01	0.04	0.12	0.26	0.43	0.53	0.66		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.06	0.17	0.28	0.42	0.58		
B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.06	0.12	0.21	0.36			
A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11					
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12					



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lxxxh (D0)

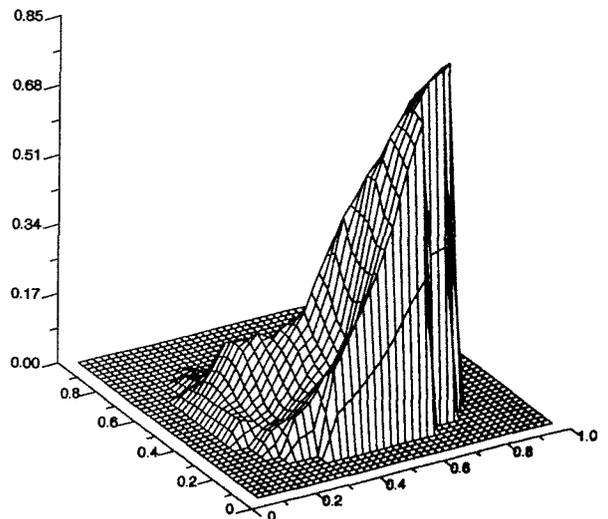
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
46.3	46.3	46.3	92.5	verringert	1	Lxxxh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lxxxh_01)

B13		FA Number	
0.06		Value	
		P5	0.00
		P6	0.00
		P7	0.00
		P8	0.00
		P9	0.01
		P10	0.01
		P11	0.02
		O12	0.02
		O13	0.03
		N2	0.02
		N3	0.01
		N4	0.01
		N5	0.02
		N6	0.02
		N7	0.01
		N8	0.00
		N9	0.01
		N10	0.01
		N11	0.02
		N12	0.02
		N13	0.04
		N14	0.00
		M2	0.02
		M3	0.05
		M4	0.05
		M5	0.03
		M6	0.01
		M7	0.01
		M8	0.01
		M9	0.01
		M10	0.01
		M11	0.03
		M12	0.03
		M13	0.00
		M14	0.05
		L1	0.03
		L2	0.04
		L3	0.10
		L4	0.11
		L5	0.05
		L6	0.05
		L7	0.02
		L8	0.01
		L9	0.00
		L10	0.00
		L11	0.01
		L12	0.03
		L13	0.08
		L14	0.00
		L15	0.00
		K1	0.04
		K2	0.05
		K3	0.14
		K4	0.14
		K5	0.10
		K6	0.05
		K7	0.04
		K8	0.02
		K9	0.01
		K10	0.01
		K11	0.03
		K12	0.05
		K13	0.10
		K14	0.12
		K15	0.12
		J1	0.04
		J2	0.09
		J3	0.15
		J4	0.15
		J5	0.10
		J6	0.09
		J7	0.05
		J8	0.05
		J9	0.02
		J10	0.03
		J11	0.09
		J12	0.15
		J13	0.18
		J14	0.18
		J15	0.17
		H1	0.04
		H2	0.05
		H3	0.15
		H4	0.19
		H5	0.17
		H6	0.11
		H7	0.05
		H8	0.04
		H9	0.05
		H10	0.08
		H11	0.15
		H12	0.10
		H13	0.24
		H14	0.27
		H15	0.20
		G1	0.05
		G2	0.05
		G3	0.12
		G4	0.17
		G5	0.20
		G6	0.22
		G7	0.20
		G8	0.19
		G9	0.22
		G10	0.27
		G11	0.25
		G12	0.33
		G13	0.39
		G14	0.44
		G15	0.46
		F1	0.05
		F2	0.05
		F3	0.15
		F4	0.20
		F5	0.20
		F6	0.34
		F7	0.41
		F8	0.30
		F9	0.42
		F10	0.48
		F11	0.48
		F12	0.57
		F13	0.62
		F14	0.67
		F15	0.66
		E1	0.05
		E2	0.04
		E3	0.05
		E4	0.12
		E5	0.18
		E6	0.21
		E7	0.32
		E8	0.40
		E9	0.54
		E10	0.54
		E11	0.80
		E12	0.60
		E13	0.74
		E14	0.76
		E15	0.79
		D2	0.04
		D3	0.05
		D4	0.05
		D5	0.09
		D6	0.14
		D7	0.19
		D8	0.25
		D9	0.42
		D10	0.50
		D11	0.63
		D12	0.67
		D13	0.75
		D14	0.77
		D15	0.81
		C2	0.05
		C3	0.07
		C4	0.10
		C5	0.13
		C6	0.17
		C7	0.23
		C8	0.40
		C9	0.60
		C10	0.69
		C11	0.74
		C12	0.79
		C13	0.80
		C14	0.84
		B3	0.09
		B4	0.12
		B5	0.17
		B6	0.22
		B7	0.27
		B8	0.38
		B9	0.58
		B10	0.67
		B11	0.77
		B12	0.83
		B13	0.85
		A5	0.30
		A6	0.27
		A7	0.34
		A8	0.41
		A9	0.51
		A10	0.64
		A11	0.75

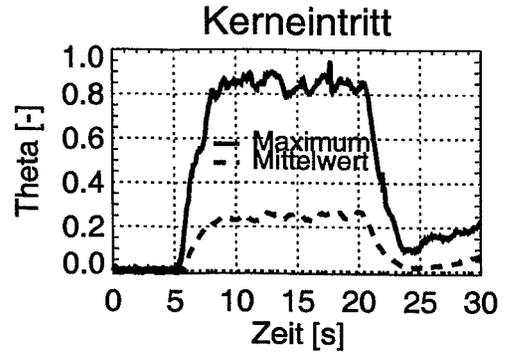
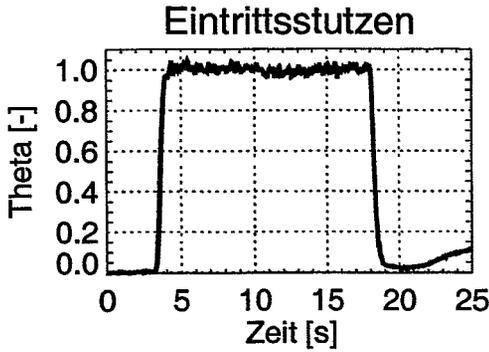
Lxxxh



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L2222 (D1)

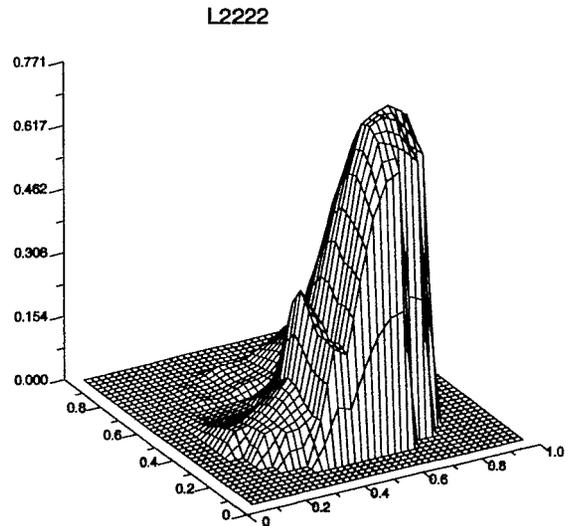
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	100	100	100	erhöht	7	L2222_03 - 09



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2222_03)

B13 FA Number Value
0.08

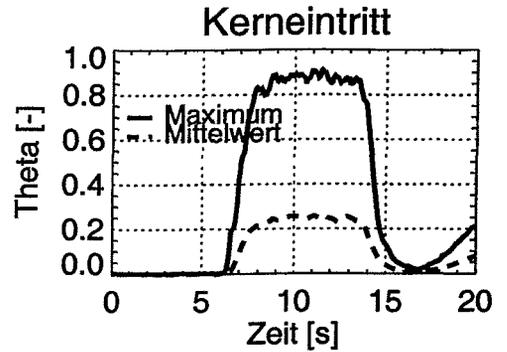
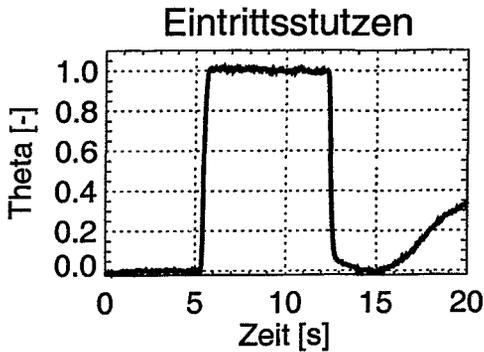
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
A8	A9	A7	A6	A9	A10	A11								



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnnnn (D2)

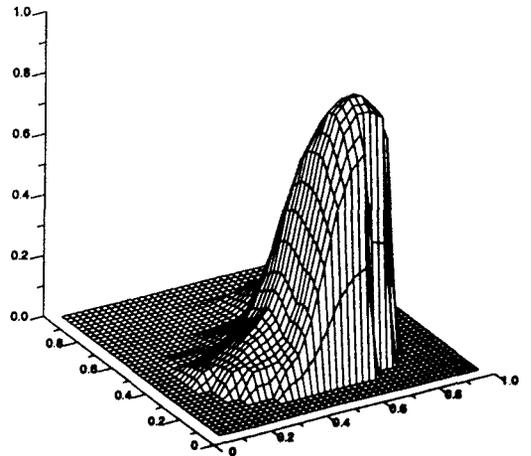
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_04
185	185	185	185	nominal	5	Lnnnn_0 – _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

B13		FA Number	
0.08		Value	
		P5	0.00
		P6	0.00
		P7	0.00
		P8	0.01
		P9	0.02
		P10	0.03
		P11	0.05
O5	0.01	O4	-0.01
O6	0.00	O7	-0.01
O8	0.00	O9	0.00
O10	0.00	O11	0.00
O12	0.00	O13	0.00
N2	0.00	N4	0.00
N5	0.00	N6	0.00
N7	0.00	N8	0.00
N9	0.00	N10	0.00
N11	0.00	N12	0.00
N13	0.00	N14	0.00
M2	0.00	M4	0.00
M5	0.00	M6	0.00
M7	0.00	M8	0.00
M9	0.00	M10	0.00
M11	0.00	M12	0.00
M13	0.00	M14	0.00
L1	0.00	L2	0.00
L3	0.00	L4	0.00
L5	0.00	L6	0.00
L7	0.00	L8	0.00
L9	0.00	L10	0.00
L11	0.00	L12	0.00
L13	0.00	L14	0.00
L15	0.00	L16	0.00
K1	0.00	K2	0.00
K3	0.00	K4	0.00
K5	0.00	K6	0.00
K7	0.00	K8	0.00
K9	0.00	K10	0.00
K11	0.00	K12	0.00
K13	0.00	K14	0.00
K15	0.00	K16	0.00
J1	0.01	J2	0.01
J3	0.01	J4	0.01
J5	0.01	J6	0.01
J7	0.01	J8	0.01
J9	0.01	J10	0.01
J11	0.01	J12	0.01
J13	0.01	J14	0.01
J15	0.01	J16	0.01
H1	0.01	H2	0.01
H3	0.01	H4	0.01
H5	0.01	H6	0.01
H7	0.01	H8	0.01
H9	0.01	H10	0.01
H11	0.01	H12	0.01
H13	0.01	H14	0.01
H15	0.01	H16	0.01
G1	0.00	G2	0.00
G3	0.00	G4	0.00
G5	0.00	G6	0.00
G7	0.00	G8	0.00
G9	0.00	G10	0.00
G11	0.00	G12	0.00
G13	0.00	G14	0.00
G15	0.00	G16	0.00
F1	0.04	F2	0.00
F3	0.00	F4	0.00
F5	0.00	F6	0.00
F7	0.00	F8	0.00
F9	0.00	F10	0.00
F11	0.00	F12	0.00
F13	0.00	F14	0.00
F15	0.00	F16	0.00
E1	0.00	E2	0.00
E3	0.00	E4	0.00
E5	0.00	E6	0.00
E7	0.00	E8	0.00
E9	0.00	E10	0.00
E11	0.00	E12	0.00
E13	0.00	E14	0.00
E15	0.00	E16	0.00
D1	0.07	D2	0.08
D3	0.08	D4	0.12
D5	0.15	D6	0.18
D7	0.20	D8	0.25
D9	0.30	D10	0.35
D11	0.40	D12	0.45
D13	0.50	D14	0.55
D15	0.60	D16	0.65
C2	0.07	C3	0.08
C4	0.10	C5	0.12
C6	0.14	C7	0.18
C8	0.20	C9	0.25
C10	0.30	C11	0.35
C12	0.40	C13	0.45
C14	0.50	C15	0.55
B3	0.08	B4	0.09
B5	0.10	B6	0.12
B7	0.15	B8	0.18
B9	0.20	B10	0.25
B11	0.30	B12	0.35
B13	0.40	B14	0.45
B15	0.50	B16	0.55
A5	0.08	A6	0.12
A7	0.15	A8	0.20
A9	0.25	A10	0.30
A11	0.35	A12	0.40

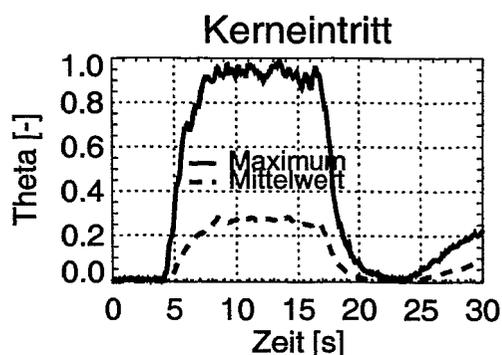
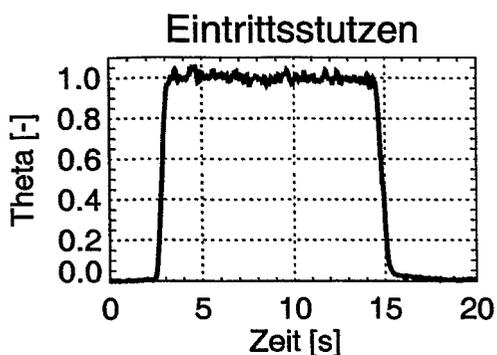
Lnnnn



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L2222 (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	100	100	100	nominal	8	L2222_10 – _17

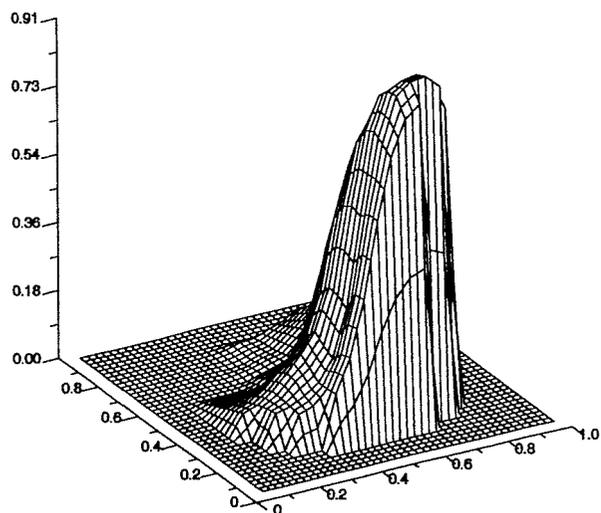


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2222_11)

B13
0.06
FA Number
Value

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
				0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07								
				O9	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13				
				0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12				
				N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14		
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.06	0.08	0.11	0.12	0.13	0.14		
				M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.15	0.18	0.17	0.16		
				L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.08	0.13	0.18	0.22	0.20	0.17	0.15	
				K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.08	0.14	0.22	0.27	0.28	0.24	0.20	0.18
				J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
				0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.10	0.18	0.23	0.33	0.38	0.38	0.31	0.28	0.24
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
				0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.08	0.17	0.27	0.38	0.48	0.48	0.45	0.43	0.38	0.34
				Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15
				0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.14	0.24	0.40	0.50	0.57	0.61	0.60	0.58	0.54	0.48
				F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
				0.05	0.06	0.08	0.12	0.15	0.20	0.31	0.50	0.63	0.68	0.71	0.75	0.78	0.70	0.60
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
				0.08	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.34	0.55	0.71	0.77	0.77	0.81	0.82	0.77	0.65
				D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	
				0.08	0.10	0.13	0.18	0.21	0.34	0.55	0.78	0.84	0.84	0.88	0.88	0.78		
				C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	
				0.08	0.08	0.11	0.14	0.18	0.25	0.38	0.77	0.87	0.88	0.88	0.87	0.78		
				B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
				0.08	0.10	0.14	0.20	0.27	0.38	0.78	0.87	0.87	0.80	0.81	0.87			
				A6	A7	A8	A9	A10	A11									
				0.14	0.22	0.28	0.38	0.55	0.74	0.83								

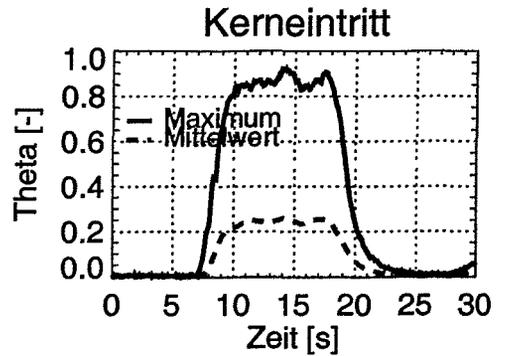
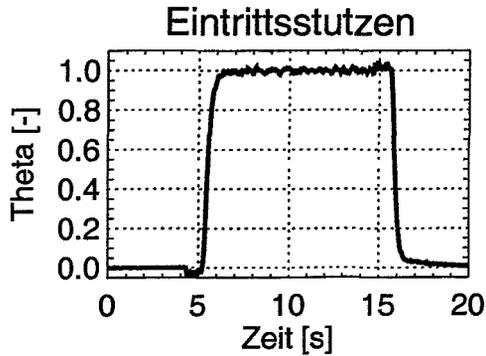
L2222



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhhhh (D2)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_04
92.5	92.5	92.5	92.5	nominal	5	Lhhhh_0 - _5

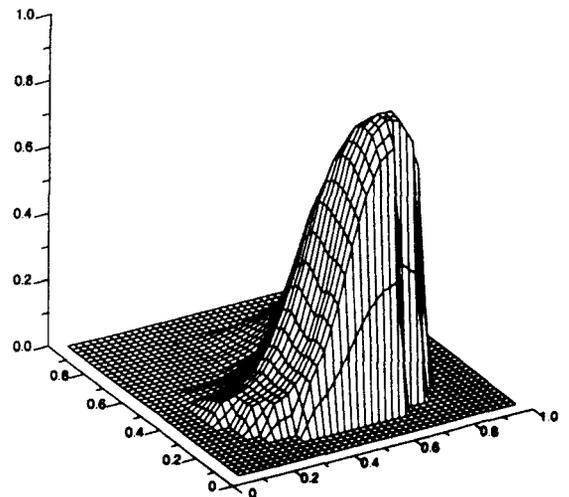


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

B13 FA Number
0.06 Value

Lhhhh

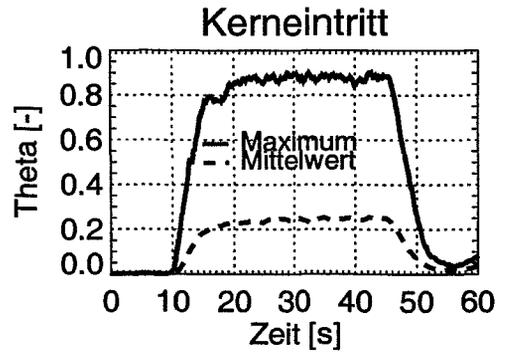
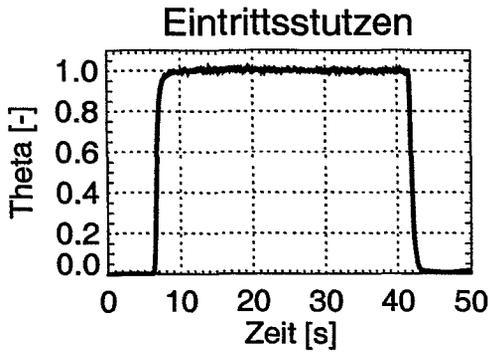
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11						
				0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06						
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13				
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.08				
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14			
	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.08	0.10	0.11	0.10			
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14			
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.12	0.15	0.16	0.12			
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	
-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.10	0.12	0.13	0.14	0.12	0.11		
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	
0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.08	0.09	0.13	0.15	0.21	0.23	0.23	0.20	0.18	0.14		
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	
0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.10	0.20	0.22	0.26	0.28	0.28	0.25	0.21	0.18		
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	
0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.14	0.24	0.34	0.38	0.40	0.40	0.36	0.34	0.28	0.24		
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	
0.03	0.03	0.06	0.07	0.12	0.19	0.30	0.44	0.50	0.50	0.46	0.44	0.41	0.36	0.31		
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	
0.04	0.05	0.07	0.10	0.17	0.27	0.39	0.54	0.62	0.64	0.63	0.59	0.54	0.48	0.40		
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	
0.06	0.07	0.09	0.11	0.18	0.28	0.42	0.60	0.70	0.76	0.78	0.73	0.68	0.61	0.49		
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	
0.07	0.09	0.11	0.16	0.25	0.40	0.59	0.74	0.81	0.83	0.82	0.78	0.69	0.58	0.46		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	
0.07	0.09	0.10	0.16	0.25	0.39	0.59	0.74	0.82	0.86	0.86	0.80	0.70	0.57	0.46		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	
0.09	0.11	0.16	0.25	0.39	0.59	0.71	0.82	0.88	0.89	0.89	0.84	0.73	0.61	0.50	0.40	
A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	
0.10	0.25	0.29	0.52	0.67	0.76	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

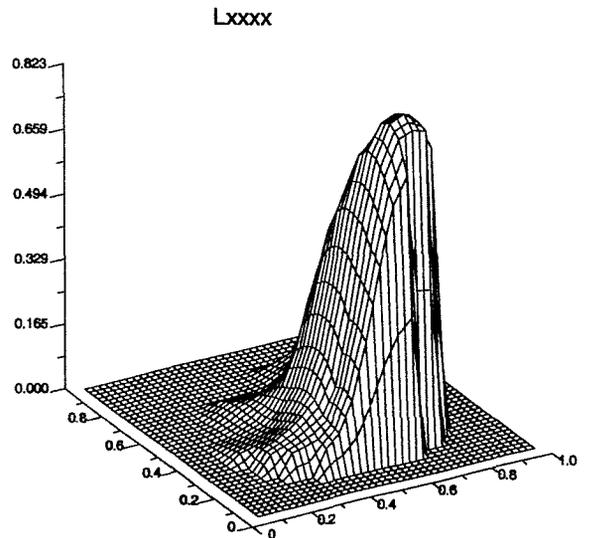
Identifikator: Lxxxx (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_04
46.3	46.3	46.3	46.3	nominal	5	Lxxxx_0 - _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

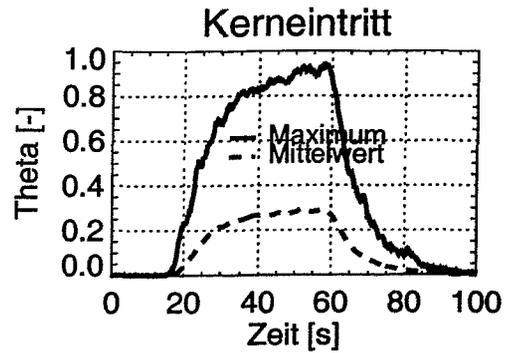
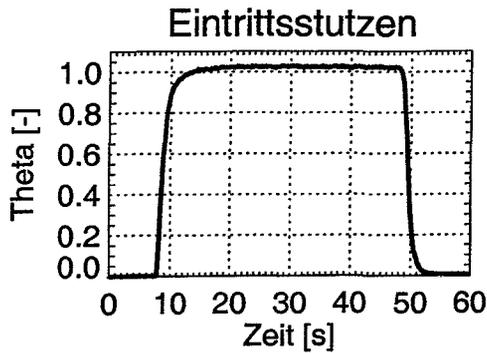
B13		FA Number	
0.06		Value	
P5	-0.01	P6	0.00
P7	0.00	P8	0.00
P9	0.01	P10	0.02
P11	0.04	C3	0.00
C4	0.00	C5	-0.01
C6	0.00	C7	0.00
C8	0.01	C9	0.02
C10	0.03	C11	0.05
C12	0.07	C13	0.08
N2	0.00	N3	0.00
N4	0.00	N5	0.00
N6	0.00	N7	0.00
N8	0.01	N9	0.03
N10	0.06	N11	0.07
N12	0.09	N13	0.10
N14	0.10	M2	0.00
M3	0.02	M4	0.02
M5	0.02	M6	0.01
M7	0.01	M8	0.02
M9	0.04	M10	0.08
M11	0.10	M12	0.15
M13	0.12	M14	0.12
L1	0.00	L2	0.00
L3	0.00	L4	0.00
L5	0.03	L6	0.04
L7	0.04	L8	0.04
L9	0.07	L10	0.11
L11	0.14	L12	0.18
L13	0.23	L14	0.28
L15	0.18	K1	0.00
K2	0.00	K3	0.04
K4	0.06	K5	0.08
K6	0.08	K7	0.08
K8	0.11	K9	0.14
K10	0.18	K11	0.22
K12	0.23	K13	0.23
K14	0.18	K15	0.17
J1	0.00	J2	0.01
J3	0.02	J4	0.02
J5	0.02	J6	0.08
J7	0.13	J8	0.20
J9	0.20	J10	0.31
J11	0.30	J12	0.31
J13	0.29	J14	0.24
J15	0.22	H1	0.00
H2	0.01	H3	0.00
H4	0.00	H5	0.00
H6	0.10	H7	0.18
H8	0.31	H9	0.41
H10	0.48	H11	0.44
H12	0.42	H13	0.40
H14	0.38	H15	0.30
G1	0.01	G2	0.00
G3	0.04	G4	0.04
G5	0.08	G6	0.12
G7	0.21	G8	0.30
G9	0.40	G10	0.54
G11	0.64	G12	0.84
G13	0.84	G14	0.81
G15	0.48	F1	0.02
F2	0.02	F3	0.03
F4	0.03	F5	0.08
F6	0.13	F7	0.23
F8	0.36	F9	0.54
F10	0.63	F11	0.88
F12	0.98	F13	0.97
F14	0.87	F15	0.83
E1	0.02	E2	0.04
E3	0.04	E4	0.08
E5	0.14	E6	0.25
E7	0.38	E8	0.58
E9	0.76	E10	0.76
E11	0.76	E12	0.76
E13	0.76	E14	0.76
E15	0.87	D1	0.04
D2	0.06	D3	0.06
D4	0.06	D5	0.10
D6	0.14	D7	0.25
D8	0.38	D9	0.58
D10	0.76	D11	0.76
D12	0.76	D13	0.76
D14	0.76	C2	0.04
C3	0.04	C4	0.07
C5	0.11	C6	0.17
C7	0.24	C8	0.37
C9	0.57	C10	0.72
C11	0.81	C12	0.80
C14	0.72	B1	0.04
B2	0.07	B3	0.10
B4	0.15	B5	0.24
B6	0.38	B7	0.58
B8	0.76	B9	0.76
B10	0.76	B11	0.76
B12	0.76	B13	0.76
A1	0.07	A2	0.17
A3	0.31	A4	0.48
A5	0.64	A11	



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lyyyy (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_04
18.5	18.5	18.5	18.5	nominal	5	Lyyyy_0 – _5

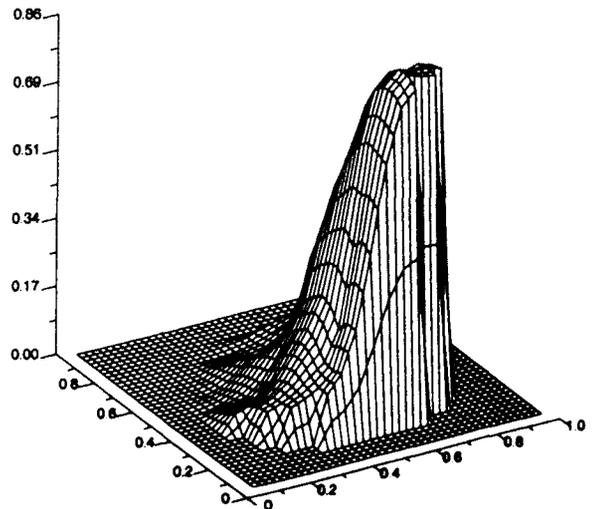


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

B13 FA Number
0.09 Value

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
				0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05								
				C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13				
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08				
				N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	
				0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.12	0.15			
				M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
				0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.11	0.14	0.15	0.18		
				L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
				0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.11	0.16	0.18	0.22	0.32	
				K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
				0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.07	0.08	0.10	0.13	0.20	0.24	0.27	0.30	0.38	
				J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
				0.00	0.01	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.26	0.33	0.37	0.41	0.41	0.45	0.48
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
				0.00	0.01	0.03	0.06	0.10	0.14	0.19	0.32	0.42	0.47	0.52	0.56	0.58	0.62	0.63
				G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
				0.02	0.03	0.04	0.06	0.11	0.17	0.24	0.38	0.51	0.57	0.60	0.64	0.67	0.70	0.70
				F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
				0.03	0.04	0.05	0.08	0.14	0.19	0.27	0.42	0.57	0.66	0.68	0.70	0.73	0.76	0.76
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
				0.04	0.06	0.07	0.10	0.16	0.21	0.29	0.44	0.62	0.74	0.76	0.76	0.76	0.80	0.79
				D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
				0.07	0.08	0.11	0.16	0.20	0.26	0.40	0.67	0.80	0.83	0.82	0.84	0.82		
				C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
				0.07	0.08	0.11	0.15	0.18	0.24	0.44	0.66	0.82	0.85	0.84	0.84	0.83		
				B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
				0.08	0.10	0.12	0.16	0.22	0.40	0.68	0.82	0.88	0.85	0.84				
				A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								
				0.12	0.17	0.26	0.45	0.86	0.80	0.84								

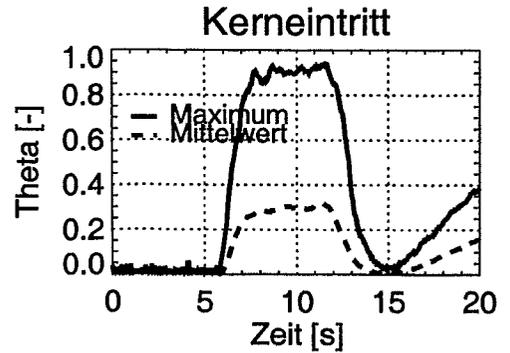
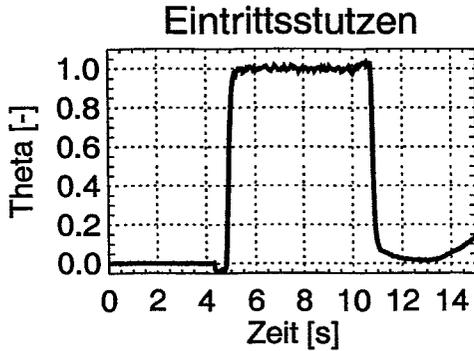
Lyyyy



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalar (alle Realisierungen)

Identifikator: Lvnnn (D2)

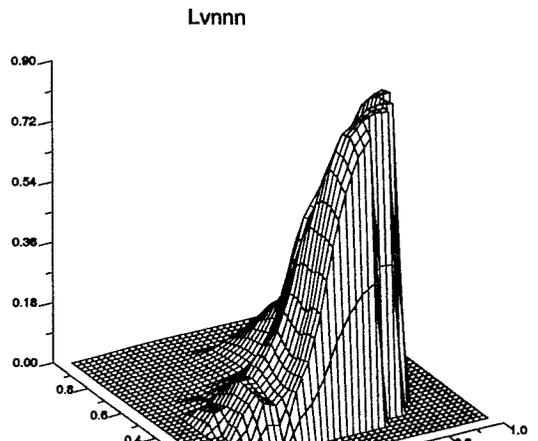
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05
225	185	185	185	nominal	5	Lvnnn_0 – _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

B13 FA Number Value

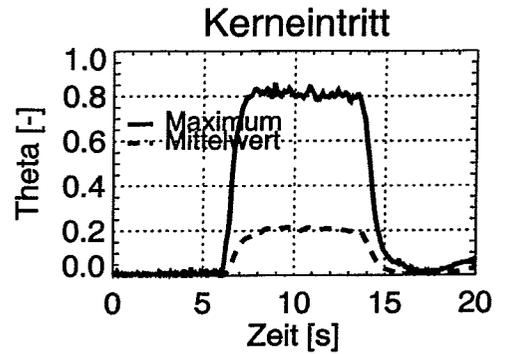
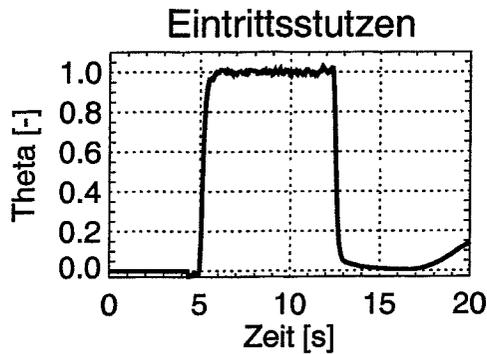
				P6	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
				0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.07	0.09				
		O3	O4	O6	O6	O7	O8	O8	O10	O11	O12	O13		
		-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.13	0.14	0.18		
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
		0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.09	0.14	0.19	0.17	0.22	0.33
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
		0.00	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.21	0.21	0.24	0.34
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L16
0.00	0.00	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.06	0.12	0.19	0.24	0.26	0.29	0.36	0.51
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.00	0.00	-0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.09	0.18	0.29	0.36	0.39	0.43	0.50	0.57
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.15	0.25	0.42	0.46	0.54	0.58	0.64
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
0.01	0.01	0.03	0.06	0.08	0.07	0.11	0.21	0.37	0.51	0.57	0.62	0.67	0.70	0.80
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.03	0.04	0.08	0.08	0.13	0.16	0.20	0.25	0.42	0.51	0.59	0.66	0.72	0.82	0.94
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.04	0.06	0.11	0.12	0.17	0.22	0.30	0.42	0.48	0.58	0.69	0.75	0.86	0.92	0.97
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.06	0.08	0.15	0.16	0.18	0.25	0.36	0.51	0.58	0.69	0.80	0.87	0.96	0.98	0.99
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0.07	0.10	0.12	0.18	0.22	0.30	0.40	0.58	0.77	0.79	0.79	0.85	0.88	0.88	0.88
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
0.07	0.12	0.14	0.14	0.21	0.24	0.30	0.74	0.84	0.88	0.88	0.88	0.90	0.90	0.90
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
0.12	0.10	0.14	0.20	0.37	0.47	0.74	0.86	0.88	0.88	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11				
0.18	0.28	0.28	0.36	0.56	0.76	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80				



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalar (alle Realisierungen)

Identifikator: Lwnnn (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05
138.8	185	185	185	nominal	5	Lwnnn_0 - _5

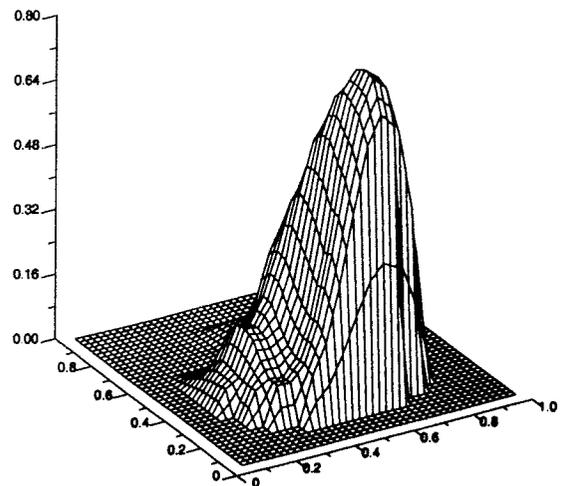


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

B13 FA Number
0.10 Yaka

				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
				0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
		C8	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13		
		0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09	0.05	0.09	0.09	0.02	0.02		
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
		0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
		0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.06	0.07	0.06	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.14	0.14	0.11	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
0.02	0.03	0.06	0.07	0.11	0.20	0.22	0.16	0.16	0.13	0.11	0.12	0.10	0.08	0.08
HT	HR	HS												
0.04	0.07	0.12	0.12	0.16	0.31	0.36	0.34	0.29	0.26	0.25	0.18	0.16	0.14	0.10
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
0.05	0.08	0.17	0.18	0.22	0.36	0.44	0.50	0.42	0.34	0.24	0.18	0.13	0.11	0.11
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
0.05	0.08	0.18	0.17	0.22	0.32	0.44	0.50	0.44	0.31	0.21	0.15	0.11	0.11	0.11
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
0.06	0.09	0.16	0.16	0.18	0.28	0.46	0.53	0.71	0.72	0.62	0.46	0.36	0.21	0.13
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
0.07	0.13	0.12	0.16	0.24	0.43	0.63	0.74	0.79	0.72	0.64	0.62	0.28		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
0.07	0.10	0.08	0.12	0.22	0.38	0.59	0.73	0.80	0.79	0.69	0.62	0.32		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
0.10	0.09	0.12	0.23	0.39	0.60	0.71	0.80	0.79	0.64	0.46				
A6	A7	A8	A9	A10	A11									
0.12	0.18	0.35	0.49	0.69	0.72	0.69								

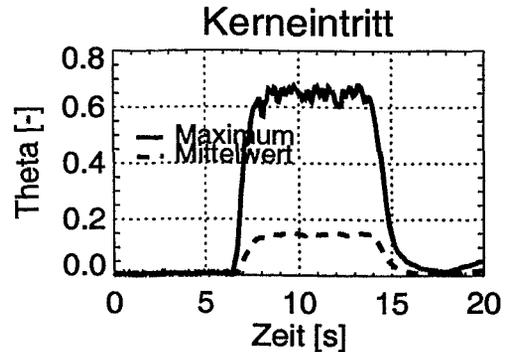
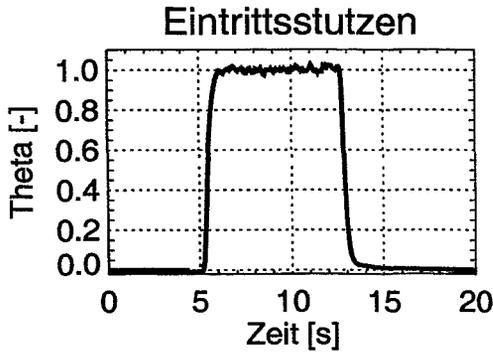
Lwnnn



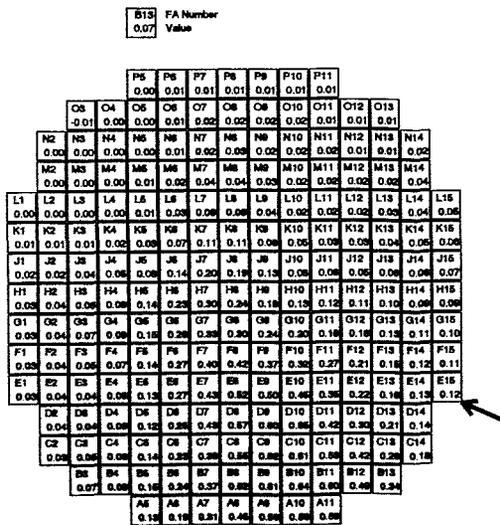
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhnnn (D2)

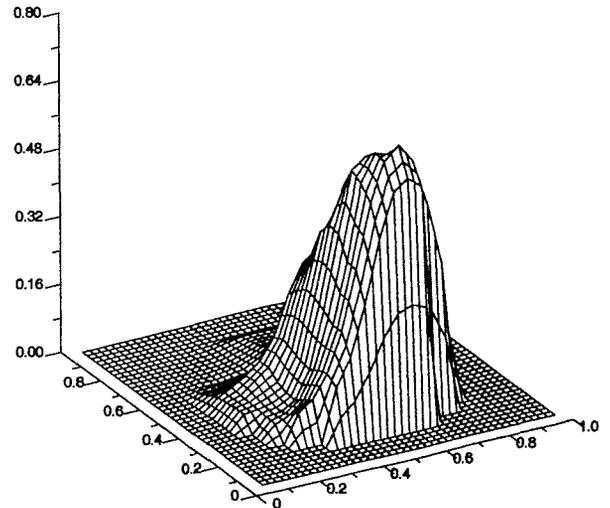
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05
92.5	185	185	185	nominal	5	Lhnnn_0 - _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)



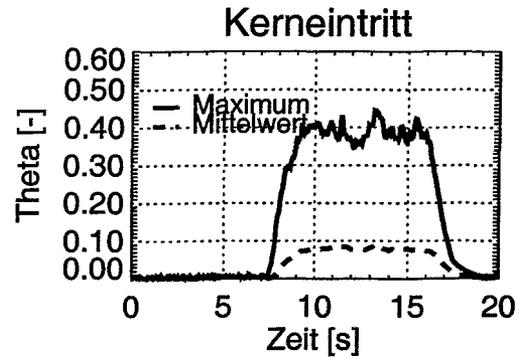
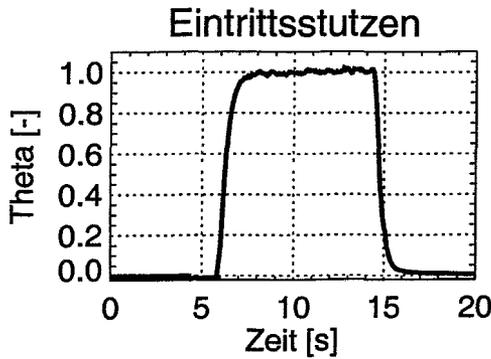
Lhnnn



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lxnnn (D2)

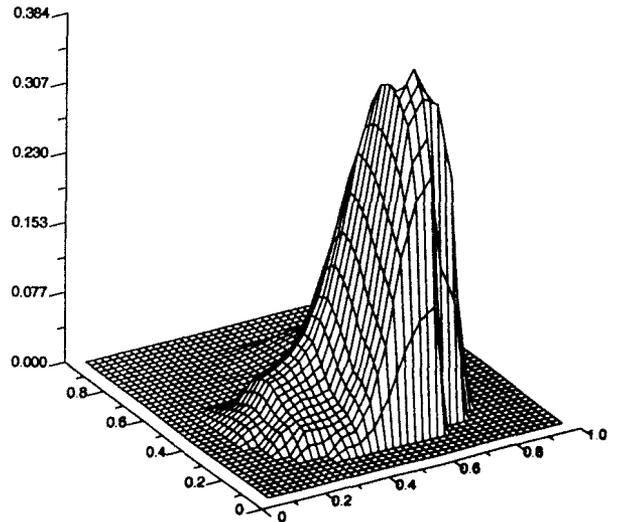
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05
46.3	185	185	185	nominal	5	Lxnnn_0 - _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

E13		FA Number	
0.02	Value		
		P5	0.00
		P6	0.00
		P7	0.01
		P8	0.01
		P9	0.01
		P10	0.01
		P11	0.01
		P12	0.02
		P13	0.02
		P14	0.01
		P15	0.01
		P16	0.00
		P17	0.00
		P18	0.00
		P19	0.00
		P20	0.00
		P21	0.00
		P22	0.00
		P23	0.00
		P24	0.00
		P25	0.00
		P26	0.00
		P27	0.00
		P28	0.00
		P29	0.00
		P30	0.00
		P31	0.00
		P32	0.00
		P33	0.00
		P34	0.00
		P35	0.00
		P36	0.00
		P37	0.00
		P38	0.00
		P39	0.00
		P40	0.00
		P41	0.00
		P42	0.00
		P43	0.00
		P44	0.00
		P45	0.00
		P46	0.00
		P47	0.00
		P48	0.00
		P49	0.00
		P50	0.00
		P51	0.00
		P52	0.00
		P53	0.00
		P54	0.00
		P55	0.00
		P56	0.00
		P57	0.00
		P58	0.00
		P59	0.00
		P60	0.00
		P61	0.00
		P62	0.00
		P63	0.00
		P64	0.00
		P65	0.00
		P66	0.00
		P67	0.00
		P68	0.00
		P69	0.00
		P70	0.00
		P71	0.00
		P72	0.00
		P73	0.00
		P74	0.00
		P75	0.00
		P76	0.00
		P77	0.00
		P78	0.00
		P79	0.00
		P80	0.00
		P81	0.00
		P82	0.00
		P83	0.00
		P84	0.00
		P85	0.00
		P86	0.00
		P87	0.00
		P88	0.00
		P89	0.00
		P90	0.00
		P91	0.00
		P92	0.00
		P93	0.00
		P94	0.00
		P95	0.00
		P96	0.00
		P97	0.00
		P98	0.00
		P99	0.00
		P100	0.00

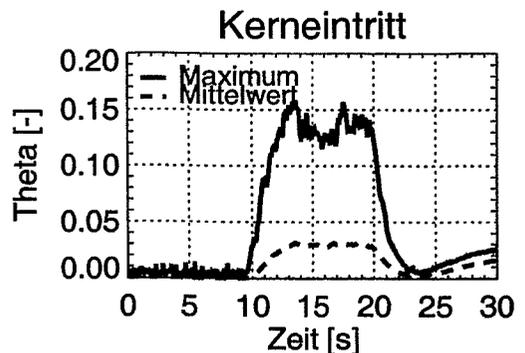
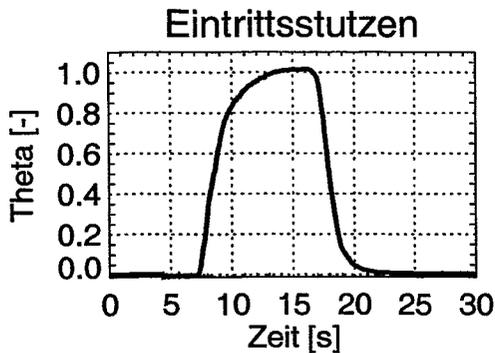
Lxnnn



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

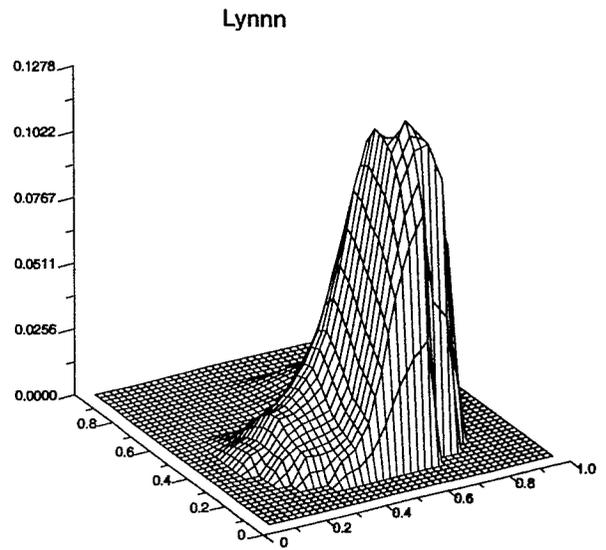
Identifikator: Lynnn (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05
18.5	185	185	185	nominal	5	Lynnn_0 - _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

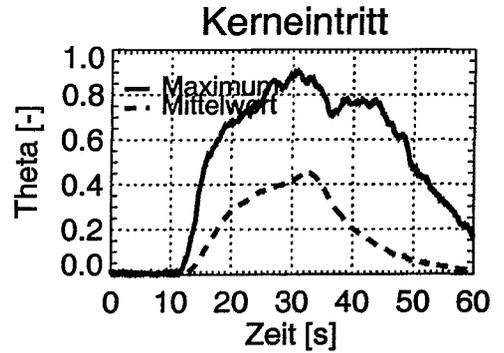
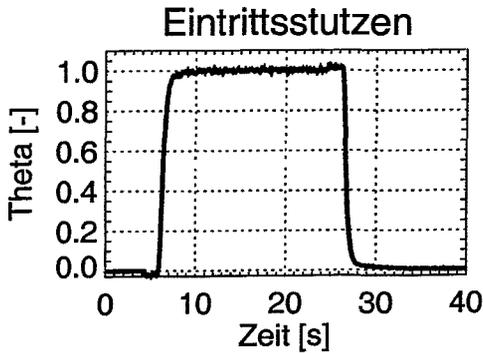
FA Number	Value
P6	0.00
P7	0.00
P8	0.00
P9	0.00
P10	0.00
P11	0.00
O3	0.00
O4	0.00
O5	0.00
O6	0.00
O7	0.00
O8	0.00
O9	0.01
O10	0.01
O11	0.01
O12	0.01
O13	0.01
N2	0.00
N3	0.00
N4	0.00
N5	0.00
N6	0.00
N7	0.00
N8	0.00
N9	0.01
N10	0.01
N11	0.01
N12	0.01
N13	0.01
N14	0.01
M2	0.00
M3	0.00
M4	0.00
M5	0.00
M6	0.00
M7	0.00
M8	0.01
M9	0.01
M10	0.01
M11	0.01
M12	0.01
M13	0.01
M14	0.01
L1	0.00
L2	0.00
L3	0.00
L4	0.00
L5	0.00
L6	0.00
L7	0.01
L8	0.01
L9	0.01
L10	0.01
L11	0.01
L12	0.01
L13	0.01
L14	0.02
L15	0.02
K1	0.00
K2	0.00
K3	0.00
K4	0.00
K5	0.00
K6	0.01
K7	0.01
K8	0.01
K9	0.01
K10	0.01
K11	0.01
K12	0.01
K13	0.02
K14	0.02
K15	0.03
J1	0.00
J2	0.00
J3	0.01
J4	0.01
J5	0.01
J6	0.02
J7	0.02
J8	0.02
J9	0.02
J10	0.02
J11	0.02
J12	0.02
J13	0.02
J14	0.03
J15	0.03
H1	0.00
H2	0.01
H3	0.01
H4	0.02
H5	0.02
H6	0.04
H7	0.04
H8	0.05
H9	0.05
H10	0.06
H11	0.06
H12	0.04
H13	0.02
H14	0.02
H15	0.04
G1	0.00
G2	0.01
G3	0.02
G4	0.02
G5	0.03
G6	0.04
G7	0.05
G8	0.05
G9	0.09
G10	0.09
G11	0.07
G12	0.05
G13	0.04
G14	0.04
G15	0.04
F1	0.01
F2	0.02
F3	0.02
F4	0.02
F5	0.03
F6	0.04
F7	0.07
F8	0.10
F9	0.11
F10	0.10
F11	0.08
F12	0.06
F13	0.06
F14	0.06
F15	0.06
E1	0.01
E2	0.02
E3	0.02
E4	0.02
E5	0.03
E6	0.04
E7	0.06
E8	0.06
E9	0.12
E10	0.11
E11	0.09
E12	0.07
E13	0.07
E14	0.08
E15	0.08
D2	0.01
D3	0.01
D4	0.02
D5	0.02
D6	0.02
D7	0.03
D8	0.06
D9	0.06
D10	0.12
D11	0.12
D12	0.10
D13	0.06
D14	0.06
C2	0.01
C3	0.01
C4	0.01
C5	0.02
C6	0.05
C7	0.05
C8	0.08
C9	0.12
C10	0.12
C11	0.12
C12	0.10
C13	0.10
C14	0.08
B5	0.01
B6	0.01
B7	0.01
B8	0.02
B9	0.05
B10	0.11
B11	0.12
B12	0.12
B13	0.10
A5	0.01
A6	0.01
A7	0.02
A8	0.04
A9	0.07
A10	0.08
A11	0.10



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

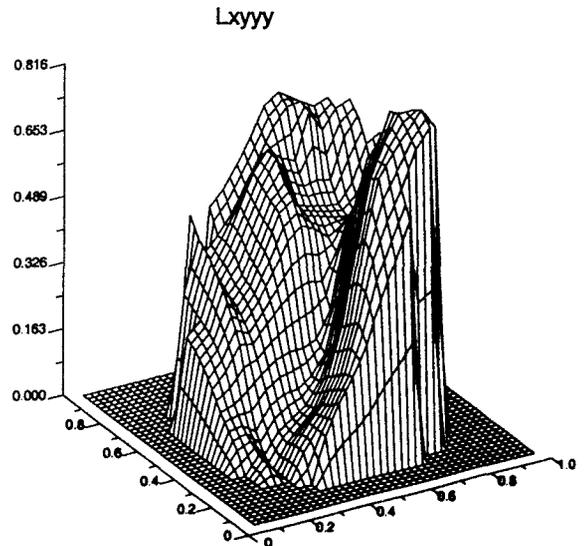
Identifikator: Lxyyy (D2)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05a
46.3	18.5	18.5	18.5	nominal	5	Lxyyy_0 – _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

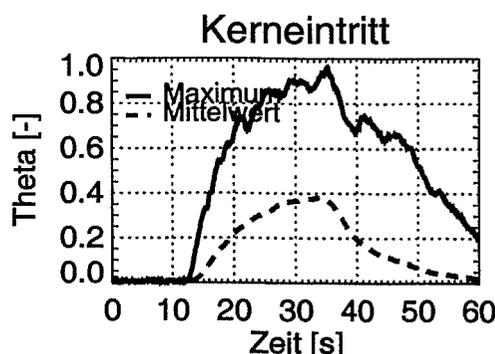
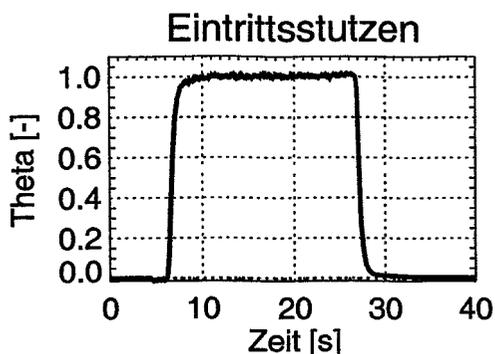
B13		FA Number														
0.03		Value														
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
		0.46	0.40	0.55	0.81	0.87	0.70	0.88								
	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13					
	0.47	0.37	0.41	0.45	0.51	0.57	0.64	0.68	0.68	0.68	0.68					
N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14				
0.30	0.43	0.34	0.40	0.49	0.56	0.60	0.58	0.56	0.67	0.62	0.68	0.68				
M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14				
0.28	0.41	0.33	0.39	0.46	0.54	0.60	0.54	0.51	0.52	0.51	0.61	0.65				
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15		
0.23	0.27	0.38	0.51	0.35	0.43	0.52	0.55	0.48	0.48	0.47	0.47	0.51	0.60	0.62		
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15		
0.22	0.25	0.35	0.30	0.34	0.42	0.50	0.53	0.48	0.47	0.48	0.45	0.47	0.52	0.58		
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15		
0.19	0.23	0.30	0.27	0.32	0.39	0.45	0.48	0.46	0.43	0.45	0.47	0.46	0.47	0.51		
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15		
0.15	0.19	0.24	0.24	0.28	0.32	0.35	0.36	0.35	0.41	0.50	0.48	0.46	0.47	0.47		
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15		
0.11	0.12	0.15	0.18	0.21	0.22	0.22	0.23	0.25	0.47	0.55	0.52	0.50	0.46	0.40		
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15		
0.08	0.09	0.08	0.12	0.14	0.14	0.17	0.21	0.34	0.55	0.67	0.70	0.68	0.51	0.38		
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15		
0.05	0.05	0.05	0.07	0.09	0.12	0.17	0.25	0.41	0.80	0.70	0.78	0.77	0.58	0.41		
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14				
0.04	0.00	0.08	0.08	0.13	0.19	0.31	0.48	0.85	0.74	0.80	0.80	0.88				
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14				
0.04	0.00	0.07	0.11	0.15	0.21	0.35	0.53	0.67	0.73	0.77	0.62	0.77				
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13						
0.00	0.06	0.11	0.18	0.23	0.35	0.48	0.58	0.65	0.74	0.78						
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11										
0.11	0.18	0.24	0.31	0.41	0.50	0.58										



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

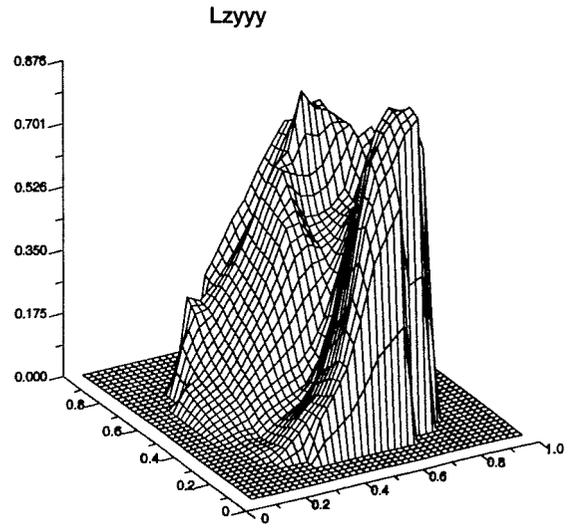
Identifikator: Lzyyy (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_05a
37.0	18.5	18.5	18.5	nominal	5	Lzyyy_0 - _5



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (gemittelt über alle Realisierungen)

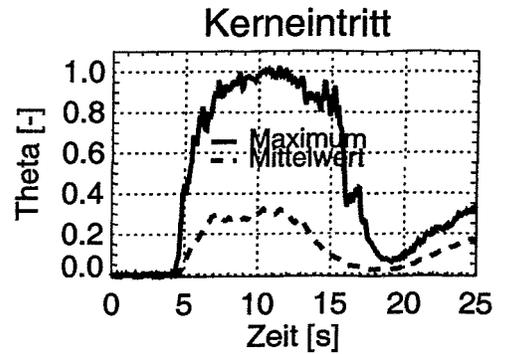
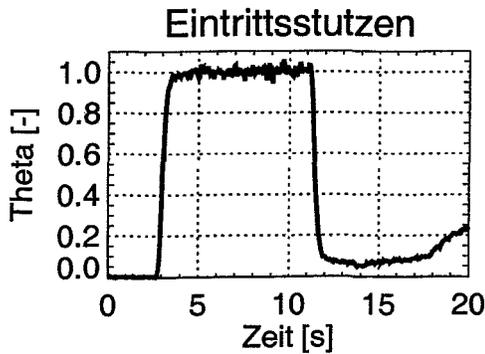
B13		FA Number																
0.03		Value																
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11										
		0.28	0.54	0.41	0.46	0.53	0.80	0.85										
		O5	O4	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13							
		0.25	0.23	0.27	0.31	0.37	0.43	0.51	0.60	0.67	0.70	0.71						
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14				
		0.14	0.22	0.23	0.28	0.34	0.41	0.50	0.58	0.61	0.77	0.71	0.70	0.88				
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14				
		0.11	0.17	0.21	0.27	0.32	0.38	0.46	0.56	0.66	0.68	0.67	0.65	0.67				
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15				
0.06	0.06	0.13	0.18	0.25	0.36	0.38	0.48	0.53	0.46	0.46	0.47	0.52	0.65	0.67				
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15				
0.06	0.07	0.10	0.16	0.22	0.38	0.57	0.47	0.47	0.42	0.44	0.47	0.50	0.50	0.64				
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15				
0.04	0.06	0.08	0.13	0.18	0.24	0.32	0.40	0.43	0.41	0.43	0.48	0.50	0.52	0.58				
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15				
0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.19	0.24	0.30	0.34	0.37	0.44	0.53	0.56	0.52	0.56				
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15				
0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.18	0.26	0.37	0.47	0.57	0.61	0.48	0.50				
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15				
0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.17	0.28	0.47	0.67	0.71	0.73	0.48	0.47				
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15				
0.00	0.02	0.01	0.04	0.08	0.09	0.12	0.22	0.37	0.68	0.88	0.90	0.80	0.58	0.38				
D8	D5	D4	D6	D8	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14						
0.02	0.02	0.05	0.08	0.12	0.16	0.20	0.29	0.49	0.70	0.81	0.87	0.88						
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14						
0.02	0.03	0.07	0.11	0.14	0.21	0.38	0.57	0.76	0.82	0.98	0.98	0.73						
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13								
0.03	0.07	0.11	0.16	0.24	0.41	0.60	0.70	0.78	0.83	0.88								
A6	A7	A8	A9	A10	A11													
0.11	0.17	0.26	0.39	0.51	0.58													



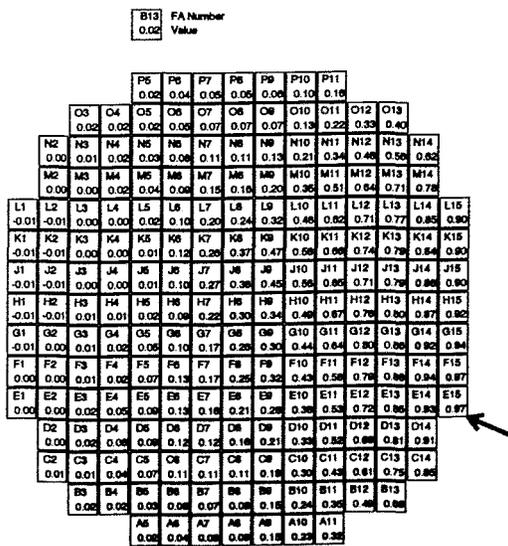
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnrnn (D0)

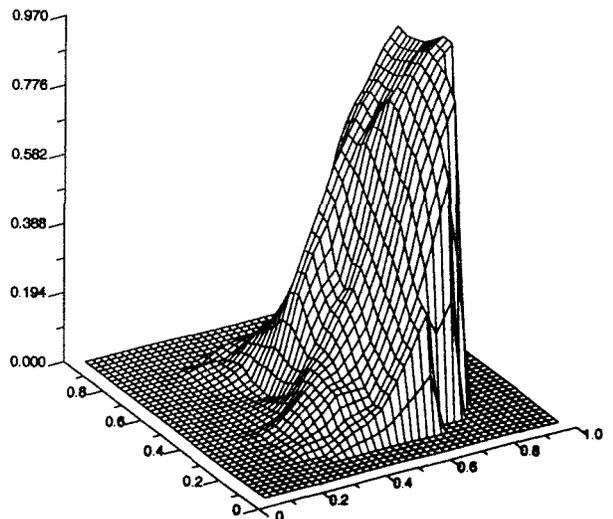
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
185	offen	185	185	verringert	1	Lnrnn_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnrnn_01)



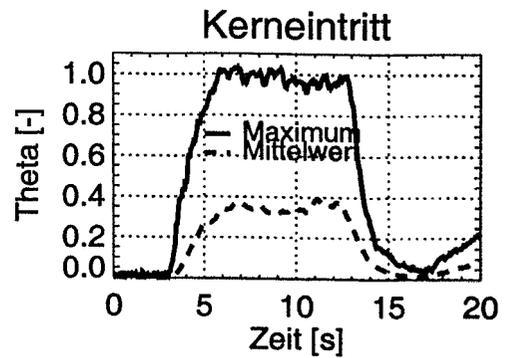
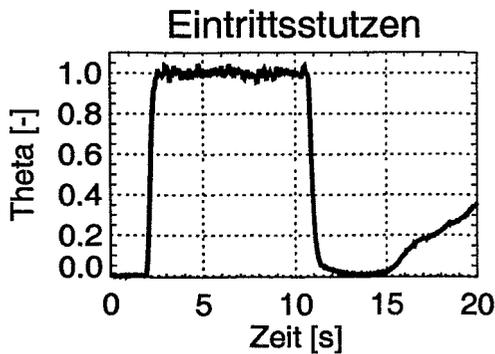
Lnrnn



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnnnr (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	185	185	offen	verringert	1	Lnnnr_01

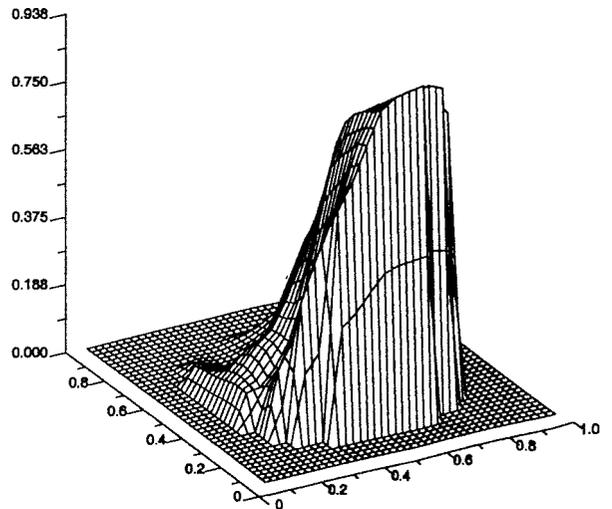


Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnnr_01)

B13 FA Number
0.30 Value

	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11							
	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13					
N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14		
M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13		
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11				

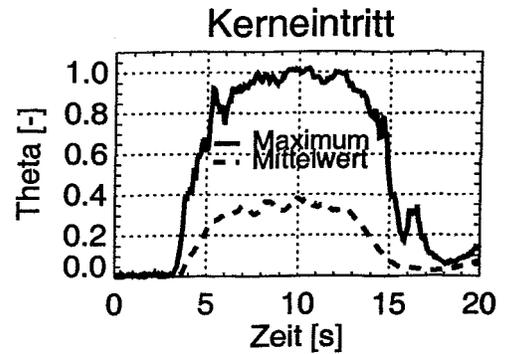
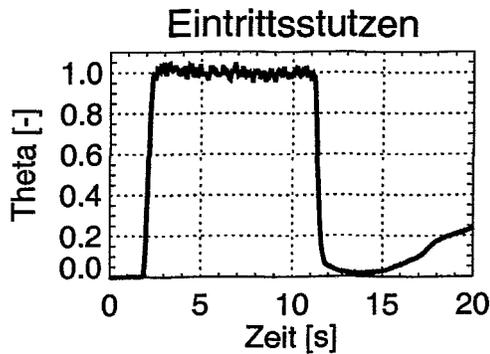
Lnnnr



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

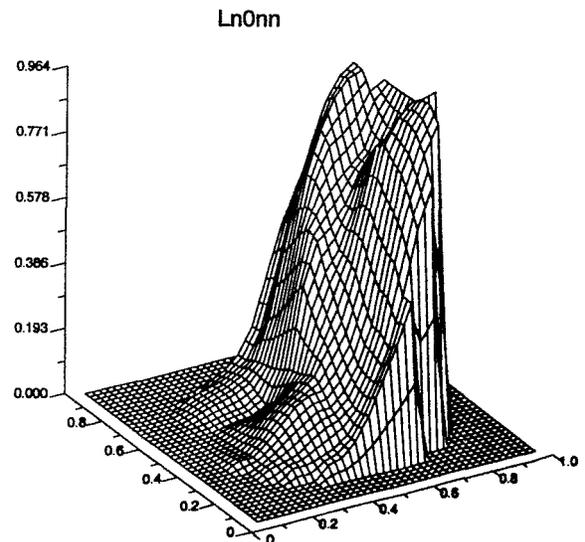
Identifikator: Ln0nn (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	gesperrt	185	185	verringert	1	Ln0nn_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Ln0nn_01)

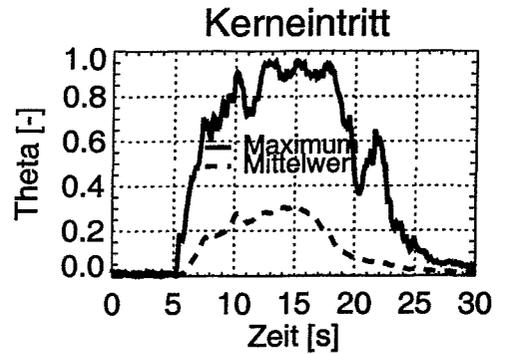
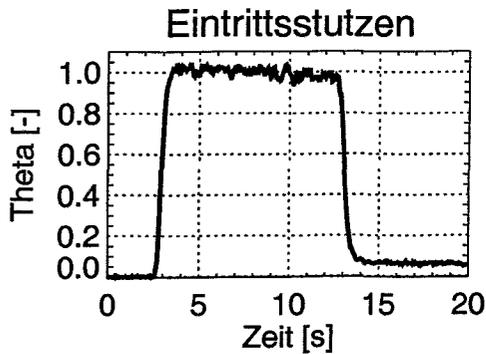
B13		FA Number Value																													
L1	0.00	L2	0.01	L3	0.02	L4	0.03	L5	0.04	L6	0.05	L7	0.06	L8	0.07	L9	0.08	L10	0.09	L11	0.10	L12	0.11	L13	0.12	L14	0.13	L15	0.14	L15	0.15
K1	0.00	K2	0.01	K3	0.02	K4	0.03	K5	0.04	K6	0.05	K7	0.06	K8	0.07	K9	0.08	K10	0.09	K11	0.10	K12	0.11	K13	0.12	K14	0.13	K15	0.14	K15	0.15
J1	0.00	J2	0.01	J3	0.02	J4	0.03	J5	0.04	J6	0.05	J7	0.06	J8	0.07	J9	0.08	J10	0.09	J11	0.10	J12	0.11	J13	0.12	J14	0.13	J15	0.14	J15	0.15
H1	0.00	H2	0.01	H3	0.02	H4	0.03	H5	0.04	H6	0.05	H7	0.06	H8	0.07	H9	0.08	H10	0.09	H11	0.10	H12	0.11	H13	0.12	H14	0.13	H15	0.14	H15	0.15
G1	0.01	G2	0.01	G3	0.03	G4	0.03	G5	0.06	G6	0.11	G7	0.14	G8	0.18	G9	0.22	G10	0.30	G11	0.48	G12	0.64	G13	0.82	G14	0.88	G15	0.88	G15	0.92
F1	0.01	F2	0.01	F3	0.05	F4	0.09	F5	0.13	F6	0.15	F7	0.19	F8	0.25	F9	0.33	F10	0.50	F11	0.80	F12	0.74	F13	0.78	F14	0.81	F15	0.92	F15	0.92
E1	0.02	E2	0.02	E3	0.05	E4	0.10	E5	0.14	E6	0.16	E7	0.16	E8	0.21	E9	0.28	E10	0.40	E11	0.58	E12	0.79	E13	0.90	E14	0.95	E15	0.95	E15	0.98
D2	0.02	D3	0.04	D4	0.09	D5	0.10	D6	0.13	D7	0.15	D8	0.17	D9	0.24	D10	0.34	D11	0.55	D12	0.77	D13	0.86	D14	0.88	D14	0.95	D14	0.95	D14	0.95
C2	0.02	C3	0.03	C4	0.05	C5	0.08	C6	0.10	C7	0.11	C8	0.15	C9	0.22	C10	0.34	C11	0.54	C12	0.71	C13	0.83	C14	0.85	C14	0.92	C14	0.92	C14	0.92
B3	0.03	B4	0.03	B5	0.04	B6	0.05	B7	0.09	B8	0.14	B9	0.22	B10	0.31	B11	0.48	B12	0.64	B13	0.84										
A5	0.04	A6	0.05	A7	0.09	A8	0.15	A9	0.25	A10	0.34	A11	0.48																		



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lhrhh (D0)

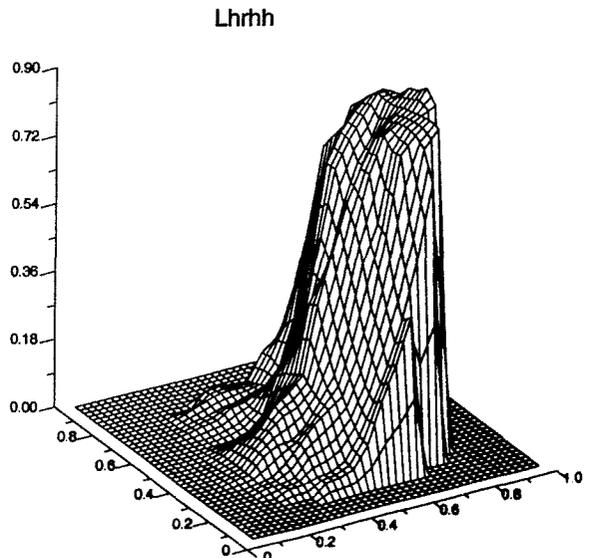
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	offen	92.5	92.5	verringert	1	Lhrhh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhrhh_01)

B13 FA Number
0.02 Value

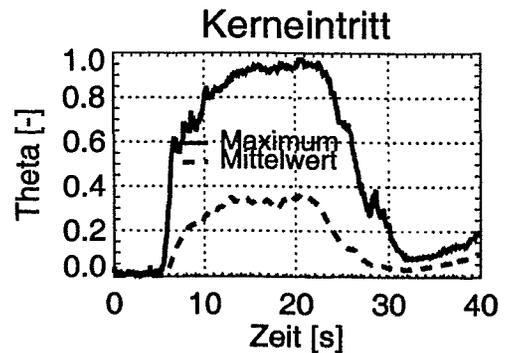
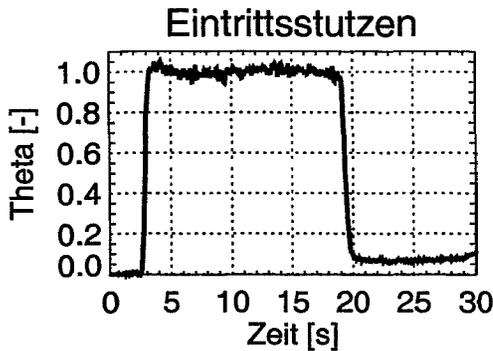
	P6	P6	P7	P8	P8	P10	P11		
	0.04	0.04	0.04	0.03	0.10	0.13	0.21		
	C5	C4	C5	C6	C7	C8	C8	O10	O11
	0.01	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.11	0.18	0.30
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.08	0.10	0.22
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.08	0.16	0.25
	L1	L2	L3	L4	L5	L7	L7	L8	L9
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.10	0.15	0.25
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.21	0.31
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9
	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.08	0.17	0.27	0.33
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
	0.00	0.01	0.04	0.05	0.10	0.13	0.18	0.30	0.43
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
	0.00	0.01	0.05	0.09	0.13	0.18	0.30	0.37	0.50
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
	0.00	0.01	0.05	0.09	0.12	0.14	0.18	0.29	0.41
	E1	E2	E3	E4	E5	E7	E7	E9	E9
	0.01	0.01	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.22	0.34
	D5	D5	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
	0.01	0.01	0.04	0.06	0.10	0.15	0.16	0.27	0.40
	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	0.01	0.01	0.05	0.07	0.08	0.10	0.14	0.22	0.32
	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.11	0.19	0.30	0.38
	A6	A6	A7	A8	A9	A10	A11		
	0.08	0.08	0.05	0.10	0.21	0.30	0.41		



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lh0hh (D0)

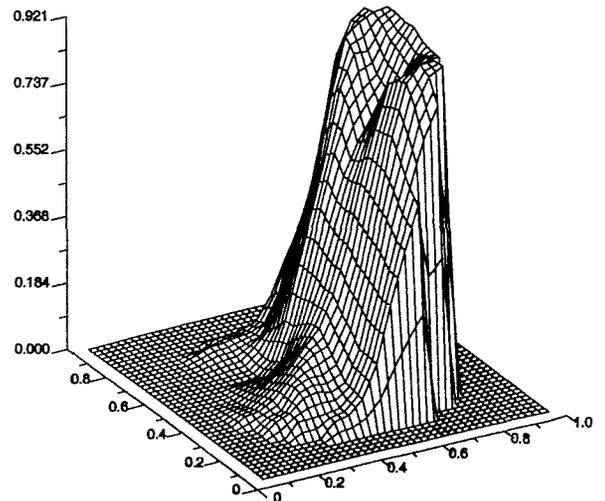
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	ge-sperrt	92.5	92.5	verringert	1	Lh0hh_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lh0hh_01)

B13		FA Number	
0.04		Value	
P5	0.02	P6	0.02
P7	0.03	P8	0.04
P9	0.10	P10	0.19
P11	0.27	O10	0.35
O12	0.48	O13	0.60
N2	0.00	N3	0.01
N4	0.02	N5	0.03
N6	0.04	N7	0.06
N8	0.10	N9	0.19
N10	0.31	N11	0.47
N12	0.64	N13	0.79
N14	0.84	M2	0.00
M3	0.01	M4	0.01
M5	0.01	M6	0.04
M7	0.08	M8	0.15
M9	0.26	M10	0.42
M11	0.60	M12	0.80
M13	0.89	M14	0.91
L1	-0.01	L2	-0.01
L3	0.00	L4	0.00
L5	0.00	L6	0.00
L7	0.11	L8	0.23
L9	0.37	L10	0.51
L11	0.71	L12	0.80
L13	0.90	L14	0.91
L15	0.92	K1	-0.01
K2	-0.01	K3	0.00
K4	0.00	K5	0.01
K6	0.04	K7	0.14
K8	0.29	K9	0.43
K10	0.57	K11	0.75
K12	0.84	K13	0.85
K14	0.90	K15	0.92
J1	-0.01	J2	0.00
J3	0.01	J4	0.02
J5	0.02	J6	0.06
J7	0.14	J8	0.29
J9	0.45	J10	0.60
J11	0.71	J12	0.75
J13	0.79	J14	0.87
J15	0.91	H1	0.00
H2	0.00	H3	0.02
H4	0.03	H5	0.05
H6	0.09	H7	0.17
H8	0.29	H9	0.42
H10	0.55	H11	0.63
H12	0.69	H13	0.77
H14	0.80	H15	0.82
G1	0.01	G2	0.01
G3	0.03	G4	0.05
G5	0.09	G6	0.12
G7	0.19	G8	0.27
G9	0.41	G10	0.55
G11	0.69	G12	0.70
G13	0.77	G14	0.84
G15	0.90	F1	0.01
F2	0.02	F3	0.04
F4	0.07	F5	0.11
F6	0.19	F7	0.29
F8	0.40	F9	0.59
F10	0.70	F11	0.82
F12	0.82	F13	0.89
F14	0.90	F15	0.90
E1	0.02	E2	0.03
E3	0.05	E4	0.08
E5	0.12	E6	0.19
E7	0.24	E8	0.37
E9	0.55	E10	0.71
E11	0.80	E12	0.85
E13	0.87	E14	0.90
E15	0.90	D2	0.02
D3	0.04	D4	0.08
D5	0.11	D6	0.11
D7	0.13	D8	0.21
D9	0.38	D10	0.53
D11	0.72	D12	0.80
D13	0.80	D14	0.80
D15	0.80	C2	0.02
C3	0.03	C4	0.05
C5	0.08	C6	0.09
C7	0.10	C8	0.18
C9	0.34	C10	0.52
C11	0.67	C12	0.81
C13	0.81	C14	0.89
C15	0.91	B3	0.04
B4	0.04	B5	0.04
B6	0.05	B7	0.09
B8	0.19	B9	0.32
B10	0.48	B11	0.61
B12	0.74	B13	0.82
A5	0.04	A6	0.05
A7	0.08	A8	0.17
A9	0.38	A10	0.47
A11	0.68		

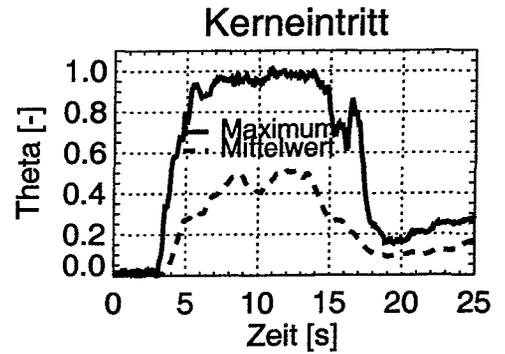
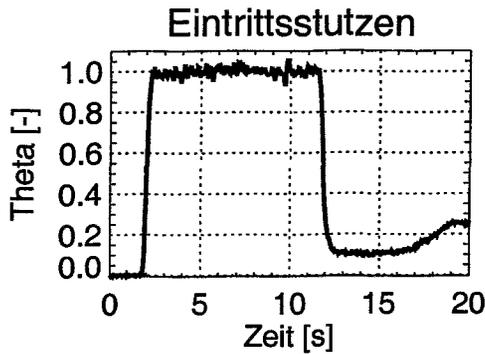
Lh0hh



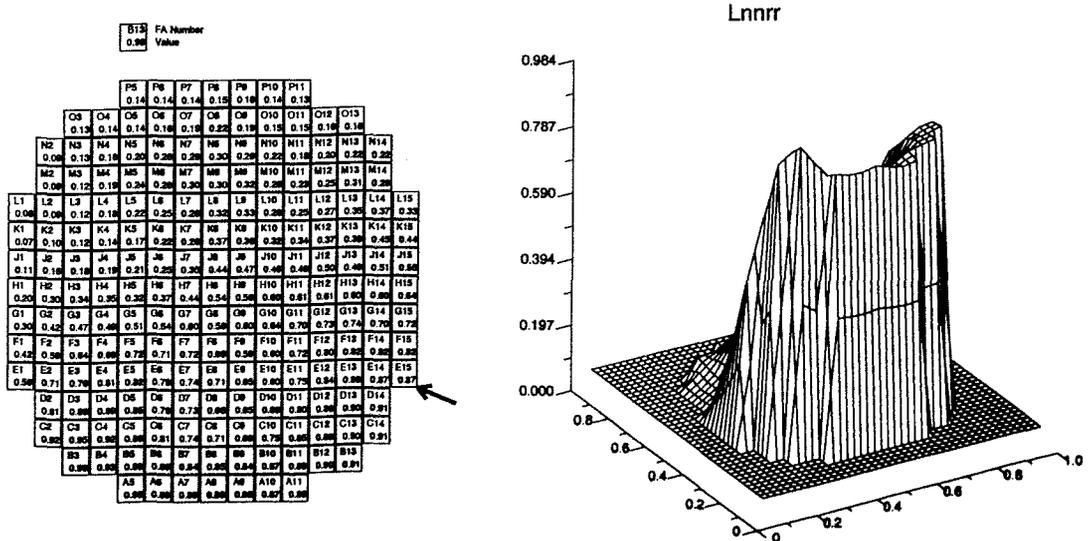
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnnrr (D0)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	185	offen	offen	verringert	1	Lnnrr_01



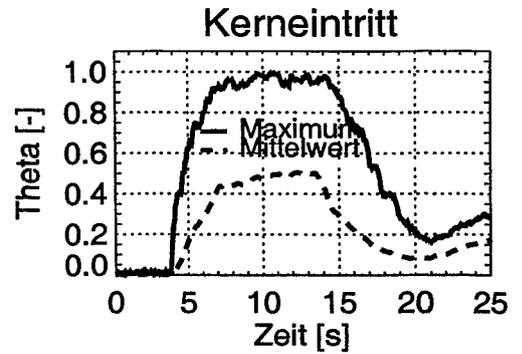
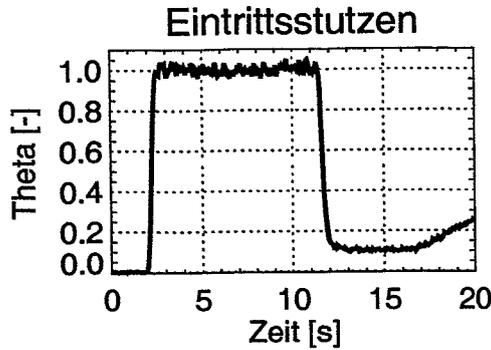
Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnrr_01)



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnrrn (D0)

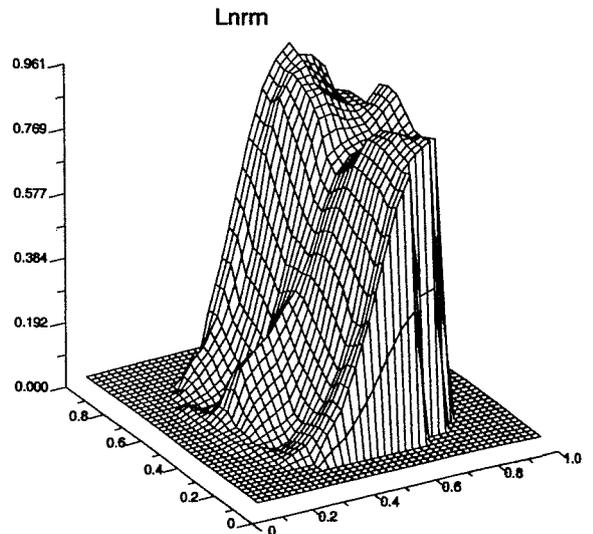
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	offen	offen	185	verringert	1	Lnrrn_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnrrn_01)

B13 FA Number Value

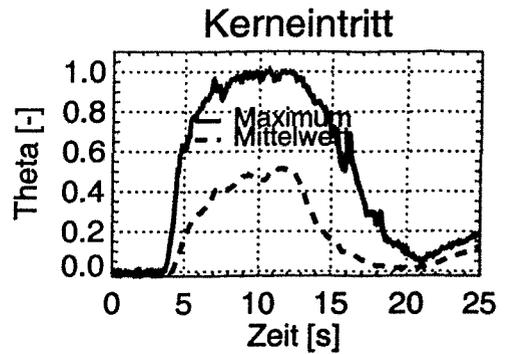
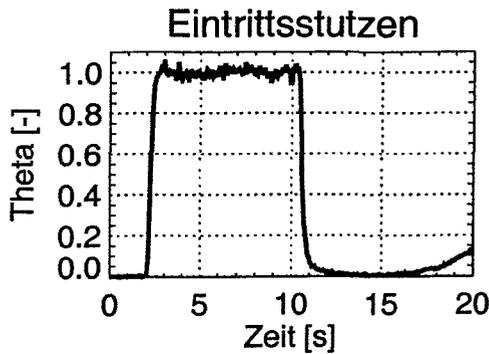
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

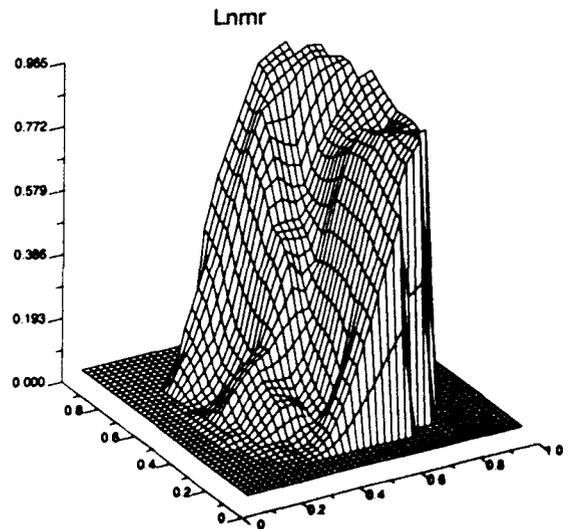
Identifikator: Lnnr (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	offen	185	offen	verringert	1	Lnnr_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnr_01)

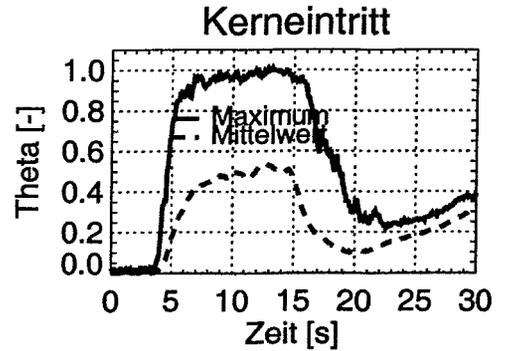
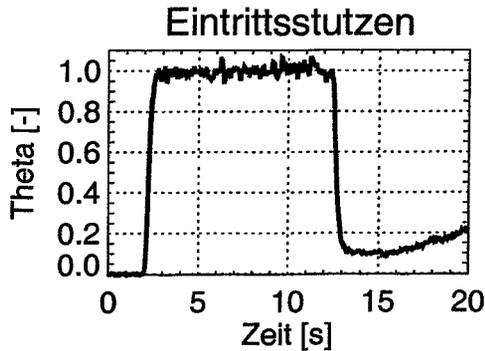
B13		FA Number																				
0.05		Value																				
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11														
		0.40	0.61	0.72	0.82	0.82	0.84	0.86														
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13										
		0.20	0.31	0.44	0.57	0.69	0.80	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88										
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14								
		0.11	0.18	0.28	0.40	0.57	0.72	0.82	0.86	0.88	0.92	0.94	0.94	0.95								
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14								
		0.09	0.15	0.19	0.31	0.47	0.67	0.79	0.72	0.81	0.87	0.91	0.91	0.92								
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15						
		0.04	0.05	0.09	0.14	0.24	0.44	0.63	0.80	0.82	0.81	0.71	0.77	0.83	0.88	0.91						
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15						
		0.04	0.04	0.09	0.12	0.22	0.40	0.54	0.66	0.54	0.59	0.70	0.78	0.82	0.88	0.89						
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15						
		0.05	0.05	0.09	0.13	0.19	0.38	0.52	0.61	0.61	0.69	0.73	0.77	0.78	0.82	0.88						
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15						
		0.09	0.09	0.16	0.20	0.22	0.36	0.47	0.42	0.48	0.61	0.78	0.78	0.77	0.78	0.84						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15						
		0.09	0.12	0.17	0.21	0.24	0.29	0.33	0.34	0.48	0.64	0.78	0.84	0.82	0.82	0.88						
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15						
		0.05	0.07	0.14	0.17	0.19	0.17	0.22	0.31	0.47	0.64	0.78	0.84	0.86	0.84	0.84						
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15						
		0.09	0.09	0.11	0.15	0.14	0.12	0.17	0.25	0.47	0.63	0.78	0.86	0.86	0.82	0.82						
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14							
		0.09	0.09	0.13	0.12	0.12	0.14	0.20	0.48	0.63	0.78	0.86	0.87	0.88								
		C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14								
		0.05	0.05	0.09	0.09	0.09	0.12	0.20	0.48	0.61	0.73	0.82	0.88	0.88								
		B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13										
		0.05	0.04	0.08	0.08	0.08	0.17	0.30	0.42	0.60	0.70	0.82	0.88									
		A6	A7	A8	A9	A10	A11															
		0.05	0.05	0.16	0.27	0.40	0.66	0.89														



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

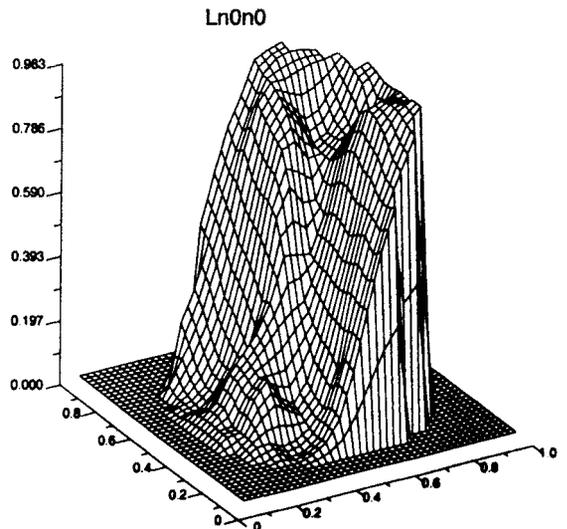
Identifikator: Ln0n0 (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
185	ge-sperert	185	ge-sperert	verringert	1	Ln0n0_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Ln0n0_01)

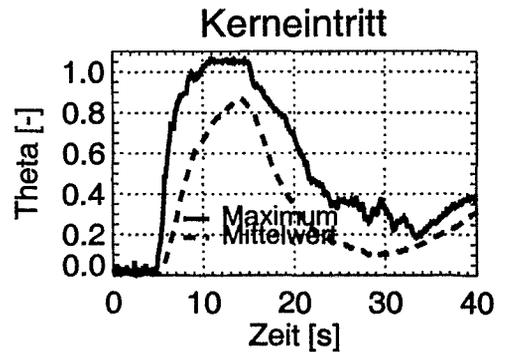
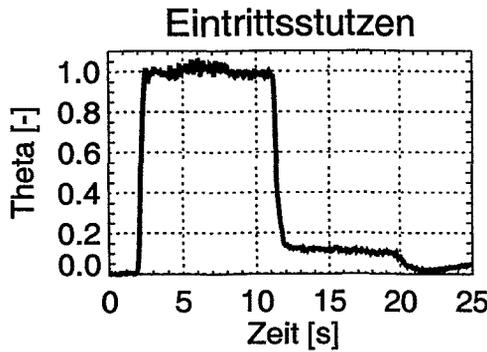
BIS		FA Number	
0.05		Value	
		P5	0.48
		P6	0.63
		P7	0.76
		P8	0.85
		P9	0.95
		P10	0.97
		P11	0.98
		O8	0.22
		O4	0.32
		O6	0.45
		O7	0.58
		O8	0.71
		O9	0.82
		O10	0.92
		O11	0.97
		O12	0.98
		M2	0.10
		M3	0.17
		M4	0.27
		M5	0.40
		M6	0.54
		M7	0.72
		M8	0.86
		M9	0.92
		M10	0.93
		M11	0.94
		M12	0.95
		M13	0.96
		M14	0.96
		L1	0.04
		L2	0.05
		L3	0.06
		L4	0.16
		L5	0.30
		L6	0.45
		L7	0.64
		L8	0.80
		L9	0.88
		L10	0.81
		L11	0.76
		L12	0.77
		L13	0.84
		L14	0.94
		L15	0.96
		K1	0.04
		K2	0.04
		K3	0.08
		K4	0.15
		K5	0.28
		K6	0.41
		K7	0.63
		K8	0.78
		K9	0.78
		K10	0.73
		K11	0.74
		K12	0.77
		K13	0.81
		K14	0.82
		K15	0.84
		J1	0.08
		J2	0.08
		J3	0.11
		J4	0.18
		J5	0.21
		J6	0.30
		J7	0.38
		J8	0.49
		J9	0.62
		J10	0.62
		J11	0.75
		J12	0.78
		J13	0.78
		J14	0.84
		J15	0.85
		H1	0.06
		H2	0.10
		H3	0.18
		H4	0.23
		H5	0.28
		H6	0.37
		H7	0.50
		H8	0.64
		H9	0.78
		H10	0.85
		H11	0.94
		H12	0.95
		H13	0.97
		H15	0.95
		G1	0.08
		G2	0.10
		G3	0.18
		G4	0.23
		G5	0.31
		G6	0.38
		G7	0.47
		G8	0.57
		G9	0.67
		G10	0.80
		G11	0.85
		G12	0.90
		G13	0.92
		G14	0.94
		G15	0.94
		F1	0.08
		F2	0.07
		F3	0.16
		F4	0.18
		F5	0.20
		F6	0.25
		F7	0.32
		F8	0.40
		F9	0.48
		F10	0.61
		F11	0.67
		F12	0.80
		F13	0.85
		F14	0.90
		F15	0.92
		E1	0.08
		E2	0.08
		E3	0.15
		E4	0.20
		E5	0.14
		E6	0.11
		E7	0.17
		E8	0.28
		E9	0.44
		E10	0.60
		E11	0.72
		E12	0.82
		E13	0.90
		E14	0.95
		E15	0.92
		D2	0.08
		D3	0.12
		D4	0.18
		D5	0.12
		D6	0.10
		D7	0.14
		D8	0.27
		D9	0.44
		D10	0.61
		D11	0.77
		D12	0.88
		D13	0.95
		D14	0.98
		C2	0.08
		C3	0.08
		C4	0.08
		C5	0.08
		C6	0.13
		C7	0.24
		C8	0.48
		C9	0.62
		C10	0.75
		C11	0.84
		C12	0.94
		C13	0.92
		C14	0.98
		B3	0.08
		B4	0.08
		B5	0.08
		B6	0.14
		B7	0.28
		B8	0.44
		B9	0.68
		B10	0.88
		B11	0.95
		B12	0.92
		B13	0.92
		A6	0.64
		A7	0.67
		A8	0.18
		A9	0.38
		A10	0.44
		A11	0.81
		A12	0.74



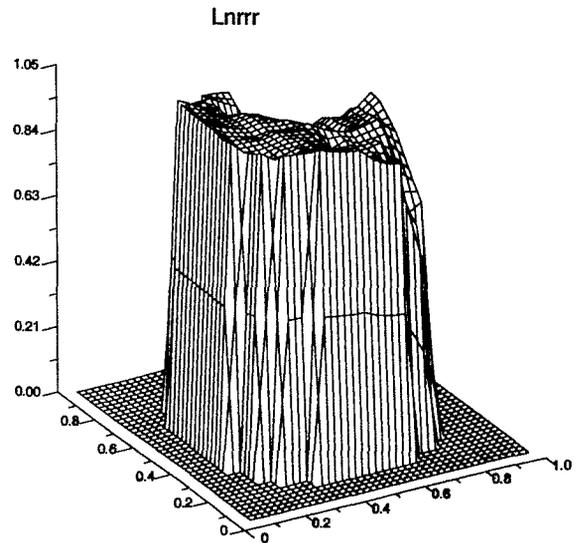
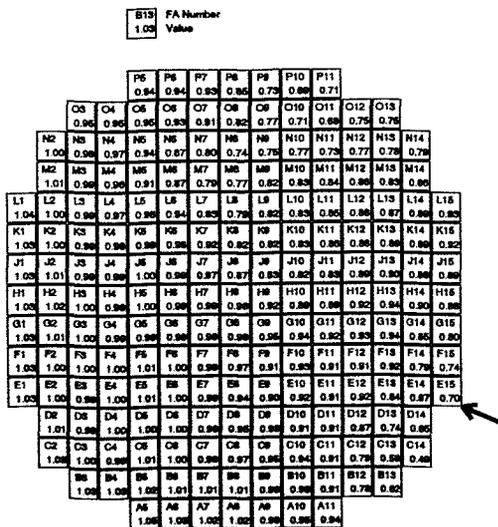
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnrrr (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
185	offen	offen	offen	verringert	2	Lnrrr_01 - 02



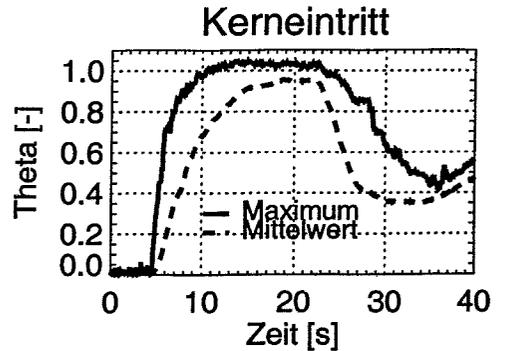
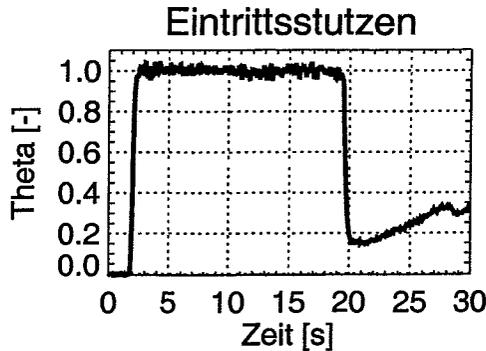
Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnrrr_01)



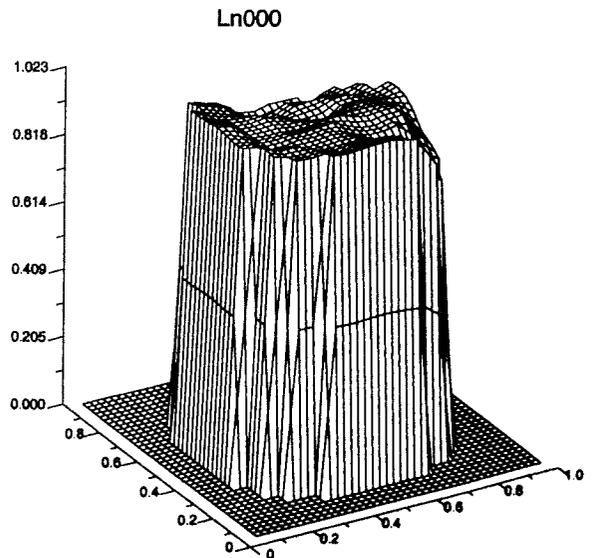
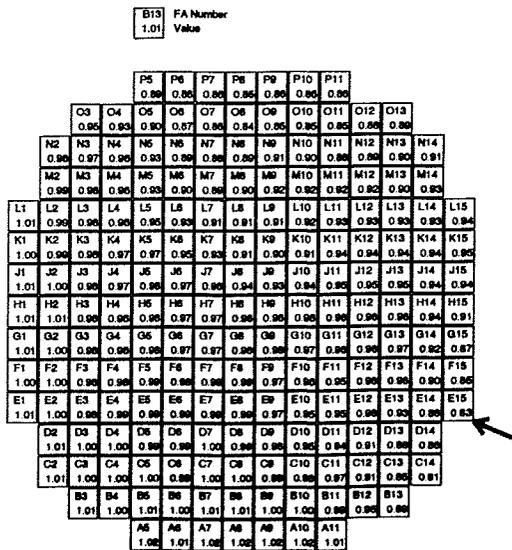
Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Ln000 (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			
185	ge-sperrt	ge-sperrt	ge-sperrt	verringert	1	Ln000_01



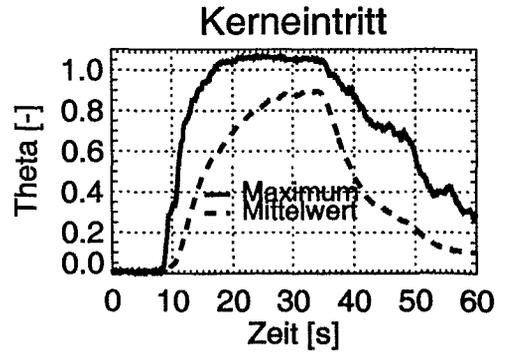
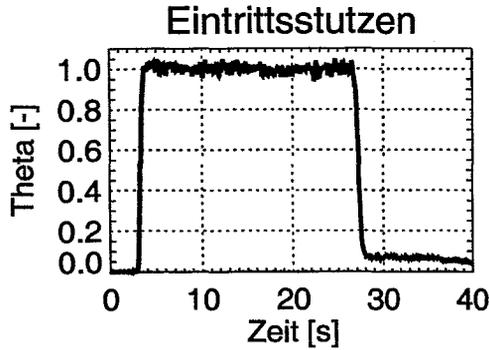
Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Ln000_01)



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

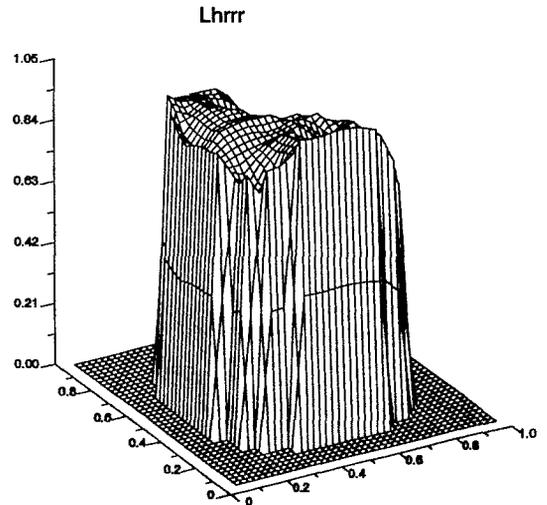
Identifikator: Lhrrr (D0)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	offen	offen	offen	verringert	1	Lhrrr_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lhrrr_01)

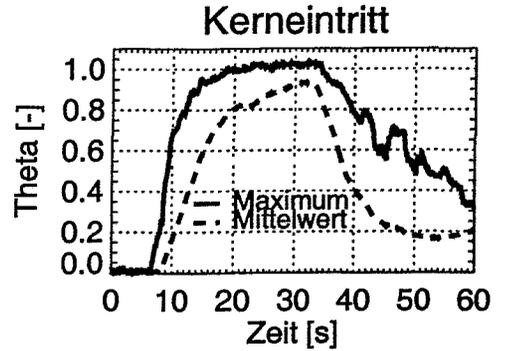
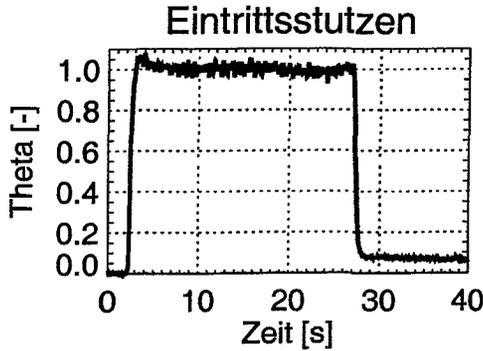
B13		FA Number	
0.94		Value	
		P5	0.92
		P6	0.92
		P7	0.92
		P8	0.88
		P9	0.79
		P10	0.71
		P11	0.88
	O3	O4	0.94
	O5	O6	0.92
	O7	O8	0.90
	O9	O10	0.82
	O11	O12	0.74
	O13		0.75
N2	N3	N4	0.94
N5	N6	N7	0.90
N8	N9	N10	0.85
N11	N12	N13	0.81
N14			0.75
M2	M3	M4	0.94
M5	M6	M7	0.88
M8	M9	M10	0.78
M11	M12	M13	0.84
M14			0.78
L1	L2	L3	0.94
L4	L5	L6	0.90
L7	L8	L9	0.78
L10	L11	L12	0.85
L13	L14	L15	0.81
K1	K2	K3	0.94
K4	K5	K6	0.90
K7	K8	K9	0.76
K10	K11	K12	0.81
K13	K14	K15	0.79
K16			0.81
J1	J2	J3	0.94
J4	J5	J6	0.90
J7	J8	J9	0.85
J10	J11	J12	0.82
J13	J14	J15	0.80
J16			0.81
H1	H2	H3	0.94
H4	H5	H6	0.90
H7	H8	H9	0.85
H10	H11	H12	0.82
H13	H14	H15	0.80
H16			0.79
G1	G2	G3	0.94
G4	G5	G6	0.90
G7	G8	G9	0.85
G10	G11	G12	0.82
G13	G14	G15	0.80
G16			0.81
F1	F2	F3	0.94
F4	F5	F6	0.90
F7	F8	F9	0.85
F10	F11	F12	0.82
F13	F14	F15	0.80
F16			0.78
E1	E2	E3	0.94
E4	E5	E6	0.90
E7	E8	E9	0.85
E10	E11	E12	0.82
E13	E14	E15	0.80
E16			0.78
D2	D3	D4	0.94
D5	D6	D7	0.90
D8	D9	D10	0.85
D11	D12	D13	0.82
D14			0.79
C2	C3	C4	0.94
C5	C6	C7	0.90
C8	C9	C10	0.85
C11	C12	C13	0.82
C14			0.79
B3	B4	B5	0.94
B6	B7	B8	1.00
B9	B10	B11	1.00
B12	B13		0.87
A6	A7	A8	1.04
A9	A10	A11	1.04
			1.04



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lh000 (D0)

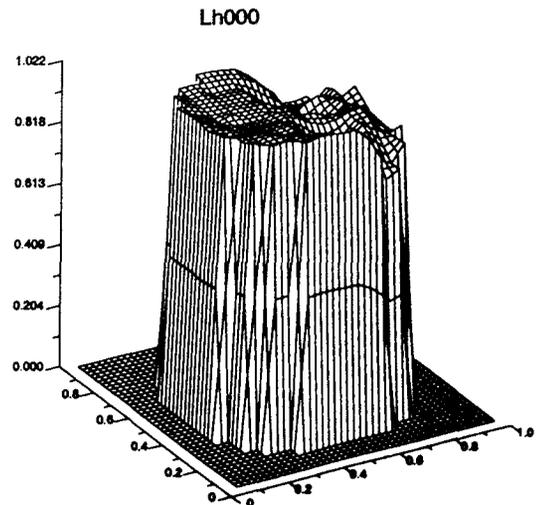
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_01
92.5	ge-sperrt	ge-sperrt	ge-sperrt	verringert	1	Lh000_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lh000_01)

B13 FA Number
101 Value

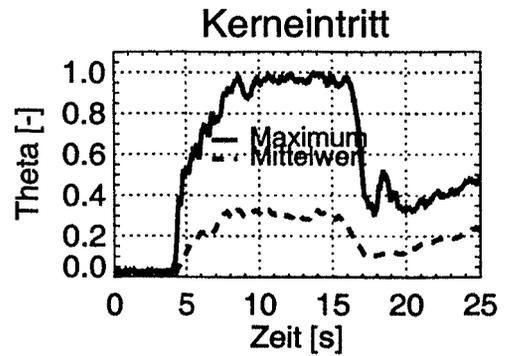
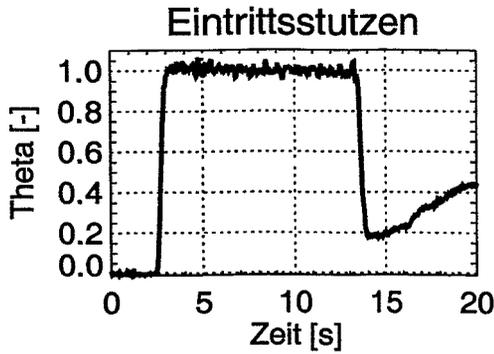
				P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14		
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungskalars (alle Realisierungen)

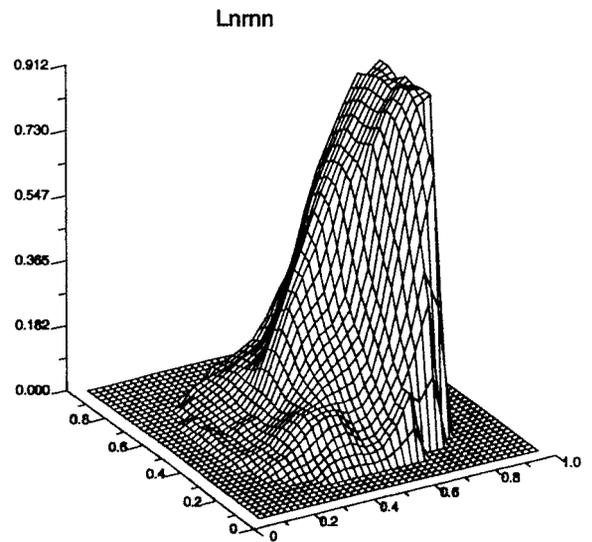
Identifikator: Lnrnn (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
185	offen	185	185	nominal	1	Lnrnn_02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnrnn_02)

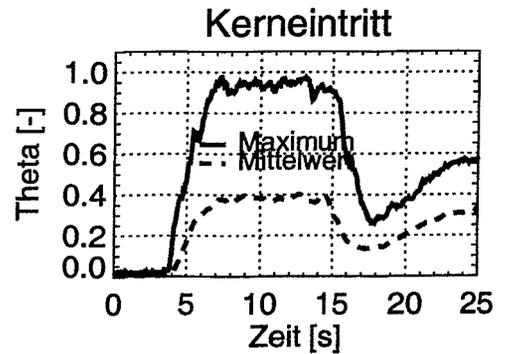
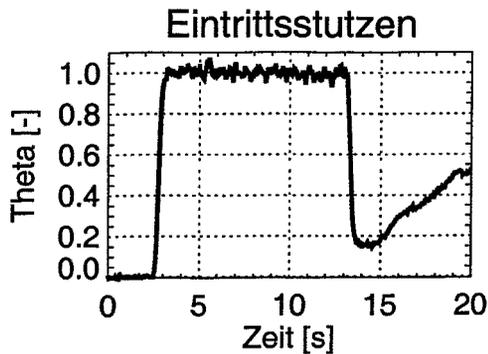
B13		FA Number																													
0.02		Value																													
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13												
		0.06	0.07	0.06	0.11	0.16	0.23	0.30	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35												
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14				
		0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.16	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.02	0.04	0.05	0.10	0.12	0.15	0.21	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	0.21	0.28	0.42	0.57	0.68	0.73	0.80	0.87	0.90	0.02	0.02	0.03	0.03	0.06	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.67	0.75	0.80	0.88	0.90
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
		0.03	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.03	0.31	0.38	0.47	0.57	0.67	0.73	0.82	0.88	0.02	0.02	0.04	0.05	0.08	0.17	0.27	0.31	0.38	0.47	0.65	0.75	0.82	0.88	0.90
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	0.20	0.28	0.38	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.90	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.13	0.17	0.21	0.25	0.28	0.44	0.60	0.68	0.81	0.91
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	
		0.01	0.02	0.04	0.08	0.11	0.12	0.16	0.18	0.20	0.24	0.28	0.34	0.38	0.45	0.51	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	0.13	0.13	0.13	0.18	0.28	0.51	0.71	0.82		
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13			
		0.02	0.04	0.04	0.10	0.12	0.12	0.08	0.08	0.14	0.20	0.26	0.30	0.36	0.43	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.10	0.17	0.27	0.36				
		A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.08	0.17																



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalar (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnnrn (D2)

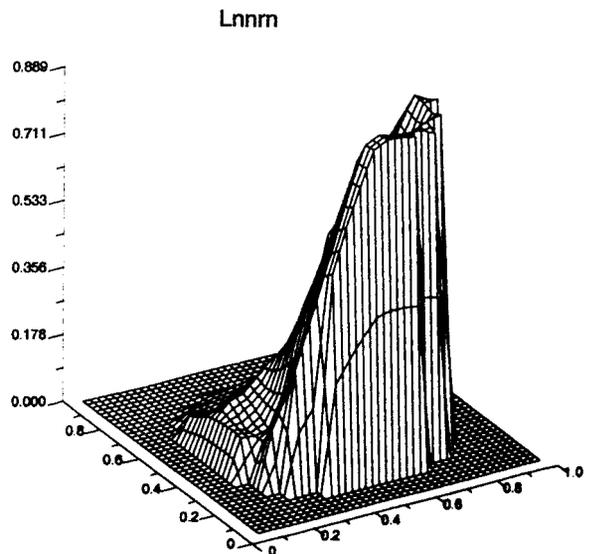
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
185	185	offen	185	nominal	1	Lnnrn_02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnrn_02)

B13 FA Number Value
0.32

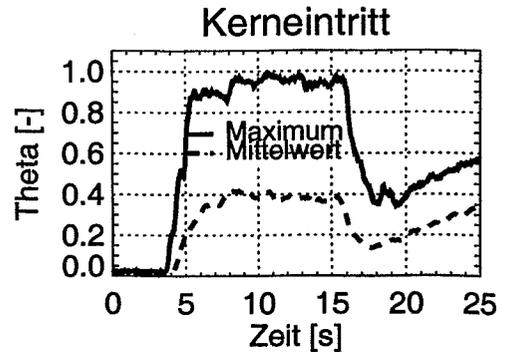
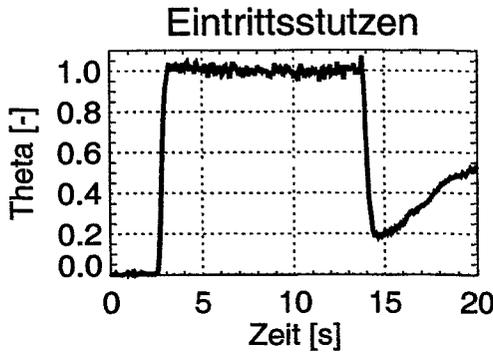
				P6	P6	P7	P8	P9	P10	P11				
		O3	O4	O6	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11				



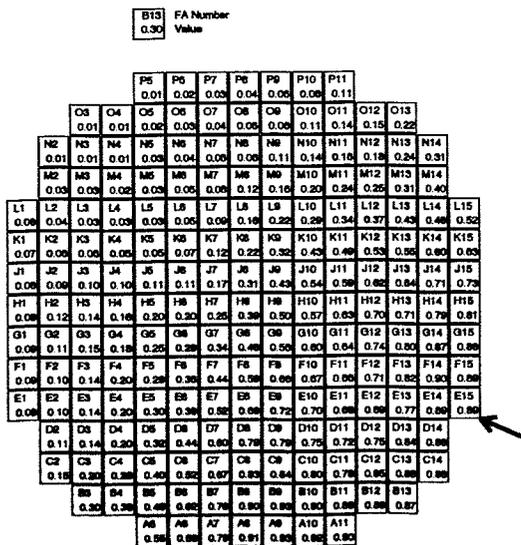
Zahlenwerte und Visualisierung des plateugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnnnr (D2)

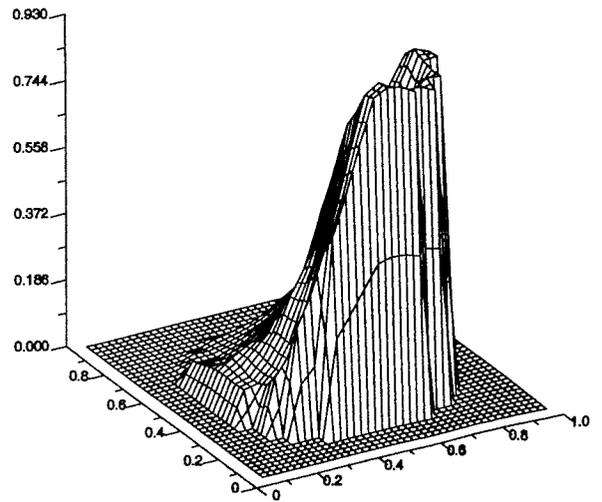
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
185	185	185	offen	nominal	1	Lnnnr_02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnnnr_02)



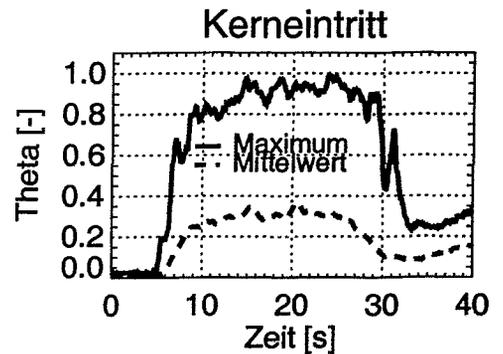
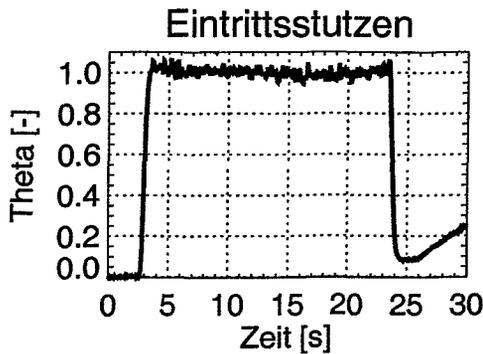
Lnnnr



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalar (alle Realisierungen)

Identifikator: L2r22 (D2)

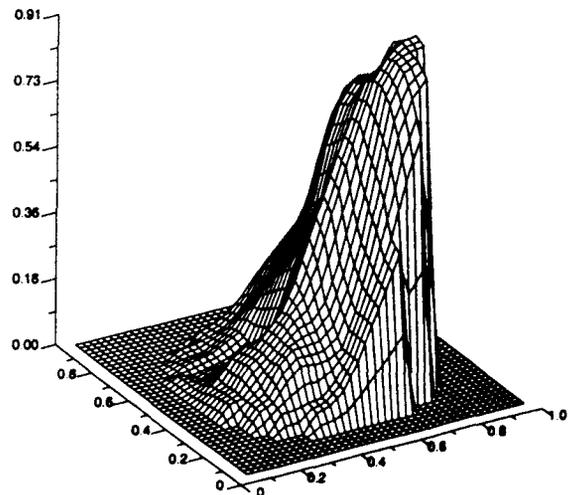
Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	offen	100	100	nominal	1	L2r22_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2r22_01)

B13		FA Number													
0.05		Value													
	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11								
	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13				
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	
	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	
	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13				
	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11								

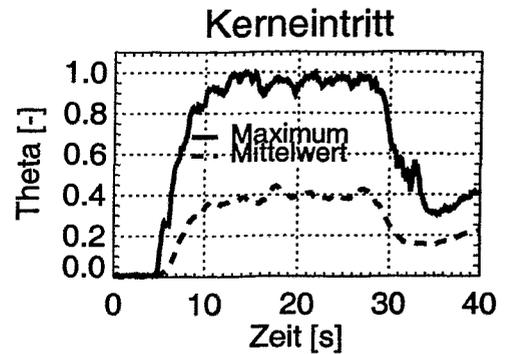
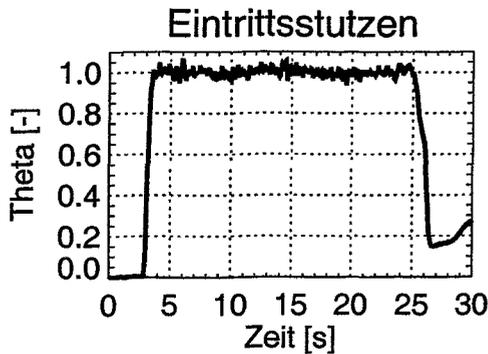
L2r22



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

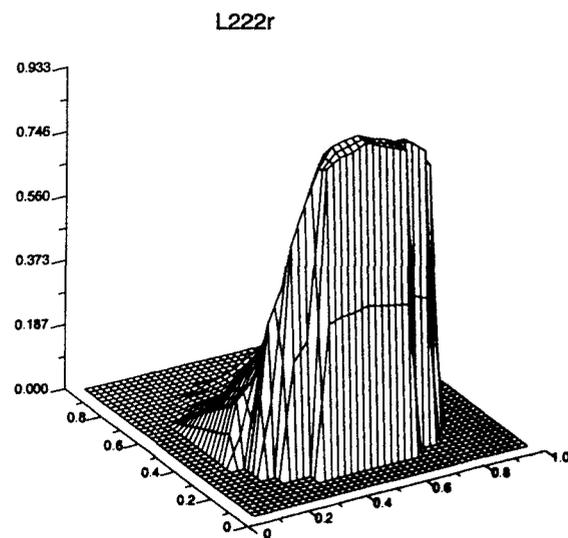
Identifikator: L222r (D2)

Volumenstrom [m³/h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	100	100	offen	nominal	1	L222r_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L222r_01)

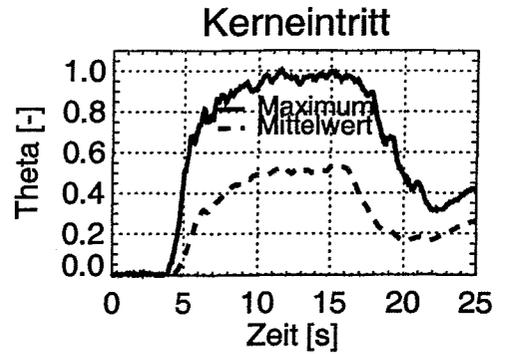
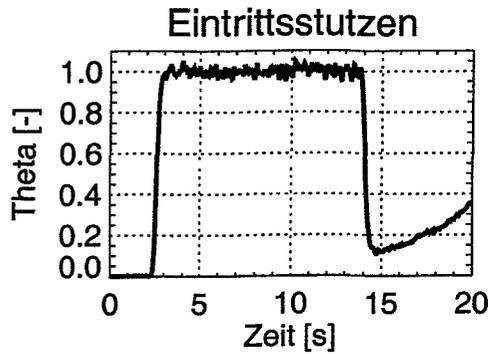
B13		FA Number													
0.66		Value													
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11							
		0.01	0.02	0.04	0.06	0.06	0.11	0.14							
		O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13			
		0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.10	0.14	0.15	0.16	0.20			
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	
		0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.07	0.12	0.20	0.22	0.22	0.23	0.21	
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	
		0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.12	0.12	0.15	0.24	0.26	0.32	0.29	0.23	
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	
0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.06	0.15	0.18	0.20	0.28	0.31	0.34	0.29	0.25	0.25	
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	
0.05	0.05	0.07	0.07	0.09	0.10	0.18	0.29	0.29	0.29	0.34	0.34	0.31	0.27	0.28	
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	
0.07	0.10	0.13	0.13	0.11	0.12	0.22	0.32	0.38	0.40	0.42	0.41	0.38	0.35	0.34	
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	
0.10	0.14	0.19	0.21	0.18	0.18	0.22	0.34	0.41	0.48	0.51	0.48	0.46	0.43	0.42	
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	
0.12	0.17	0.23	0.27	0.28	0.30	0.33	0.39	0.44	0.53	0.55	0.54	0.53	0.52	0.50	
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	
0.14	0.18	0.27	0.34	0.40	0.47	0.56	0.58	0.58	0.62	0.62	0.63	0.63	0.61	0.58	
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	
0.18	0.22	0.31	0.43	0.54	0.64	0.75	0.77	0.72	0.72	0.73	0.74	0.72	0.68	0.63	
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15		
0.26	0.40	0.55	0.68	0.81	0.85	0.86	0.81	0.80	0.82	0.82	0.82	0.78	0.72		
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15		
0.43	0.52	0.67	0.78	0.88	0.88	0.87	0.84	0.85	0.87	0.87	0.83	0.77			
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13					
0.66	0.77	0.88	0.92	0.93	0.93	0.91	0.90	0.88	0.87	0.84					
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11									
0.88	0.90	0.91	0.93	0.91	0.88	0.86									



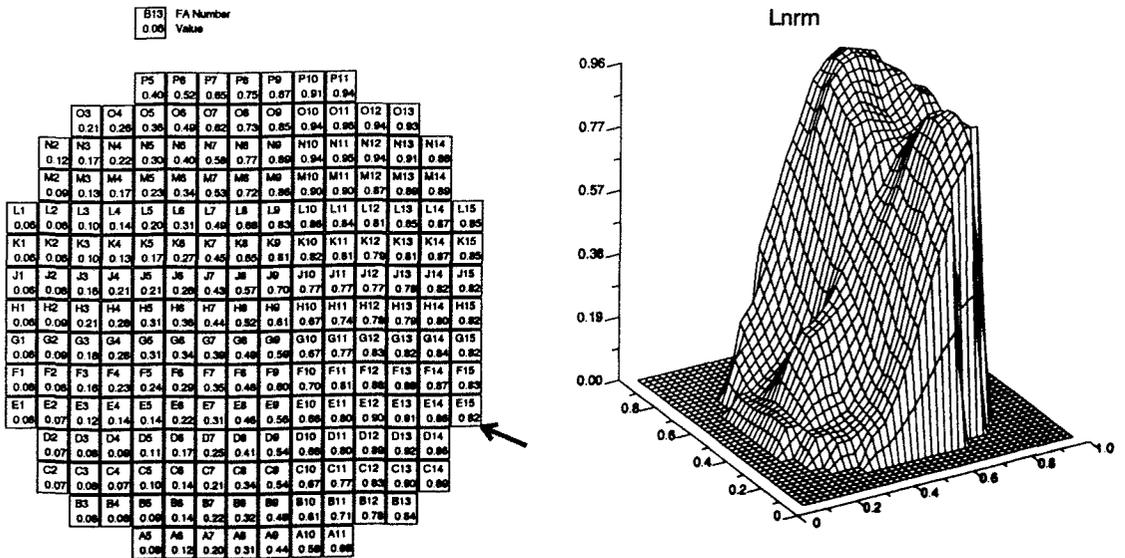
Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: Lnrrn (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
185	offen	offen	185	nominal	1	Lnrrn_02



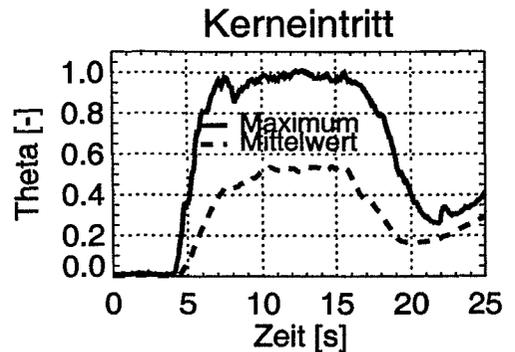
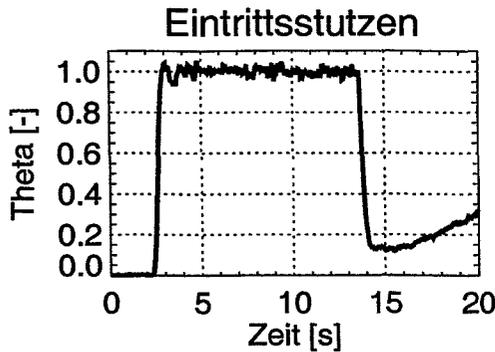
Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnrrn_02)



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

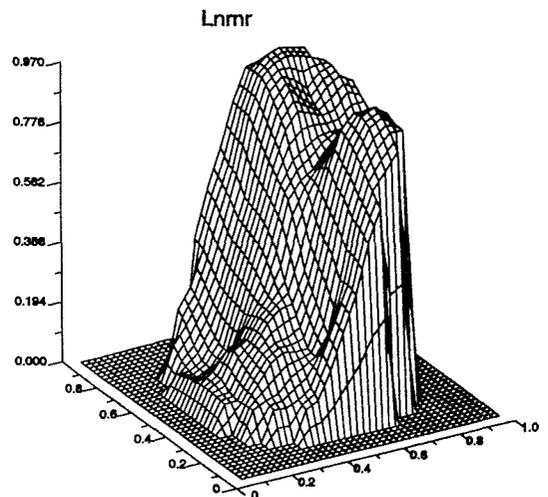
Identifikator: Lnrnr (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
185	offen	185	offen	nominal	1	Lnrnr_02



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung Lnrnr_02)

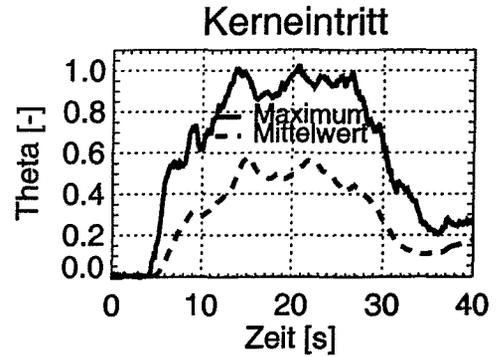
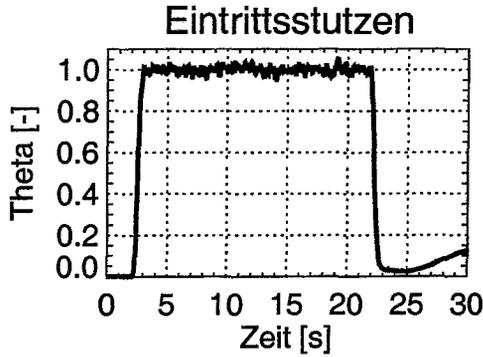
B19		FA Number Value																			
0.10		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13		
			0.36	0.54	0.67	0.81	0.91	0.92	0.94												
		N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14							
		0.11	0.17	0.23	0.34	0.47	0.62	0.80	0.91	0.95	0.98	0.95	0.94	0.92							
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14							
		0.08	0.12	0.19	0.30	0.43	0.58	0.75	0.88	0.92	0.90	0.87	0.91	0.92							
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15							
0.07	0.07	0.09	0.16	0.26	0.42	0.55	0.71	0.84	0.90	0.96	0.93	0.86	0.91	0.88							
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15							
0.08	0.07	0.08	0.14	0.28	0.41	0.54	0.68	0.80	0.86	0.83	0.81	0.82	0.87	0.85							
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15							
0.08	0.08	0.11	0.15	0.28	0.38	0.51	0.65	0.72	0.75	0.77	0.79	0.79	0.81	0.83							
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15							
0.08	0.12	0.18	0.21	0.27	0.35	0.46	0.62	0.67	0.70	0.73	0.73	0.80	0.82	0.85							
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15							
0.09	0.12	0.20	0.22	0.29	0.33	0.38	0.54	0.64	0.72	0.79	0.83	0.83	0.86	0.84							
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15							
0.08	0.08	0.17	0.22	0.28	0.32	0.33	0.43	0.58	0.74	0.85	0.90	0.89	0.89	0.81							
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15							
0.08	0.08	0.16	0.21	0.24	0.25	0.27	0.38	0.54	0.70	0.83	0.90	0.92	0.89	0.82							
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15								
0.08	0.14	0.20	0.23	0.22	0.22	0.33	0.50	0.69	0.81	0.89	0.91	0.88									
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15								
0.08	0.11	0.12	0.17	0.18	0.21	0.27	0.44	0.63	0.77	0.84	0.89	0.88									
B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13											
0.10	0.09	0.11	0.14	0.24	0.34	0.44	0.62	0.73	0.78	0.84											
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11															
0.10	0.12	0.20	0.32	0.43	0.59	0.69															



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

Identifikator: L22rr (D2)

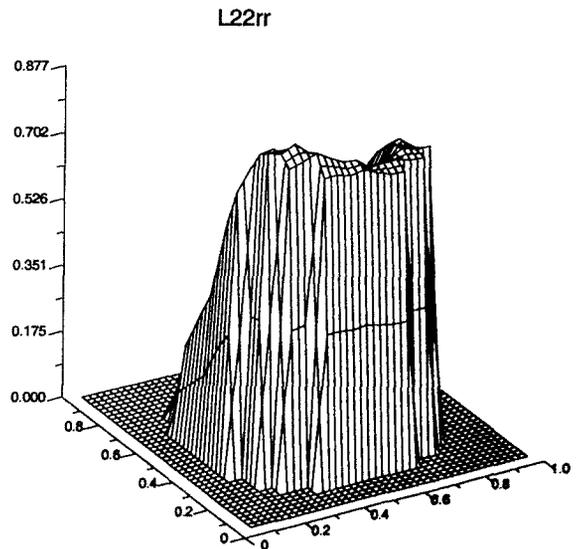
Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	100	offen	offen	nominal	1	L22rr_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L22rr_01)

B13 FA Number
0.84 Value

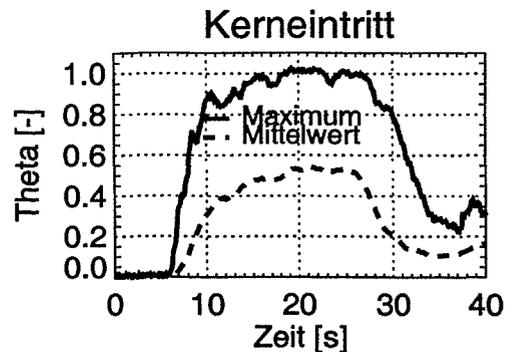
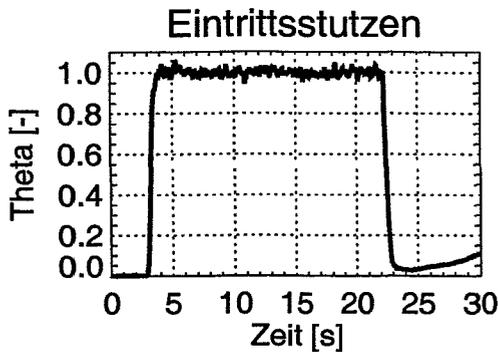
				P6	P5	P7	P8	P9	P10	P11						
				0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17						
		G3	O4	O6	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13				
		0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.20	0.19	0.19	0.21	0.23	0.26				
		N2	N3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
		0.13	0.16	0.16	0.17	0.22	0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.26	0.30	0.30		
		M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14		
		0.18	0.19	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30	0.30	0.31	0.32	0.32	0.36	0.36		
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
		0.24	0.22	0.22	0.20	0.21	0.24	0.25	0.33	0.34	0.36	0.37	0.40	0.41	0.42	0.42
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
		0.30	0.27	0.26	0.24	0.24	0.27	0.33	0.37	0.38	0.40	0.42	0.43	0.46	0.47	0.47
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
		0.26	0.35	0.32	0.32	0.33	0.34	0.36	0.44	0.45	0.46	0.50	0.51	0.54	0.53	0.53
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
		0.42	0.45	0.42	0.43	0.44	0.42	0.43	0.40	0.42	0.45	0.46	0.46	0.52	0.50	0.57
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
		0.54	0.57	0.53	0.54	0.52	0.50	0.48	0.53	0.56	0.59	0.64	0.66	0.66	0.66	0.62
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
		0.65	0.70	0.68	0.67	0.63	0.60	0.57	0.56	0.61	0.62	0.66	0.73	0.75	0.71	0.68
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15
		0.74	0.80	0.79	0.77	0.73	0.67	0.64	0.61	0.62	0.65	0.69	0.76	0.78	0.75	0.72
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
		0.85	0.88	0.84	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67	0.69	0.72	0.76	0.78	0.78	0.76	0.76
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
		0.87	0.88	0.88	0.86	0.80	0.78	0.76	0.72	0.72	0.72	0.77	0.79	0.78	0.78	0.76
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
		0.84	0.86	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.76	0.76	0.76	0.79	0.79	0.78	0.78	0.76
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
		0.81	0.81	0.80	0.81	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

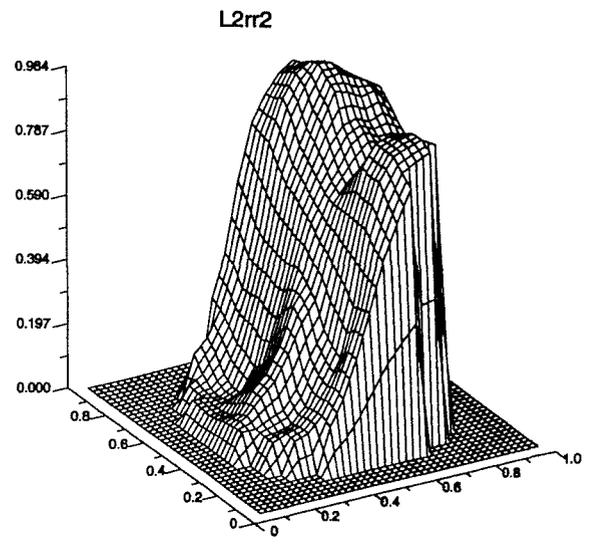
Identifikator: L2rr2 (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	offen	offen	100	nominal	1	L2rr2_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2rr2_01)

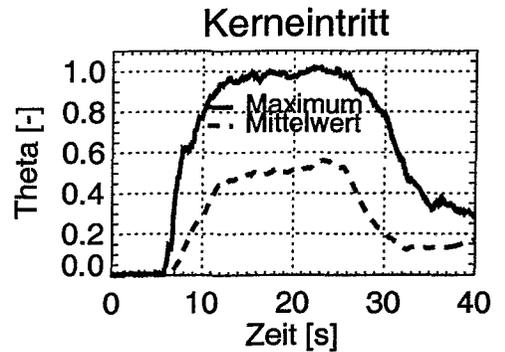
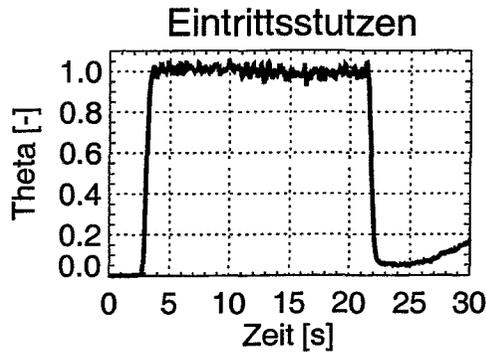
E13		FA Number	
0.08	Value		
		P5	0.27
		P6	0.40
		P7	0.61
		P8	0.77
		P9	0.95
		P10	0.91
		P11	0.94
		O3	0.14
		O4	0.17
		O5	0.25
		O6	0.36
		O7	0.57
		O8	0.76
		O9	0.86
		O10	0.93
		O11	0.95
		O12	0.94
		O13	0.93
		M2	0.07
		M3	0.09
		M4	0.15
		M5	0.22
		M6	0.32
		M7	0.51
		M8	0.75
		M9	0.89
		M10	0.94
		M11	0.97
		M12	0.95
		M13	0.93
		M14	0.90
		M15	0.87
		M16	0.81
		M17	0.70
		M18	0.54
		M19	0.35
		M20	0.19
		M21	0.08
		M22	0.05
		M23	0.04
		M24	0.03
		M25	0.02
		M26	0.01
		M27	0.01
		M28	0.01
		M29	0.01
		M30	0.01
		M31	0.01
		M32	0.01
		M33	0.01
		M34	0.01
		M35	0.01
		M36	0.01
		M37	0.01
		M38	0.01
		M39	0.01
		M40	0.01
		M41	0.01
		M42	0.01
		M43	0.01
		M44	0.01
		M45	0.01
		M46	0.01
		M47	0.01
		M48	0.01
		M49	0.01
		M50	0.01
		M51	0.01
		M52	0.01
		M53	0.01
		M54	0.01
		M55	0.01
		M56	0.01
		M57	0.01
		M58	0.01
		M59	0.01
		M60	0.01
		M61	0.01
		M62	0.01
		M63	0.01
		M64	0.01
		M65	0.01
		M66	0.01
		M67	0.01
		M68	0.01
		M69	0.01
		M70	0.01
		M71	0.01
		M72	0.01
		M73	0.01
		M74	0.01
		M75	0.01
		M76	0.01
		M77	0.01
		M78	0.01
		M79	0.01
		M80	0.01
		M81	0.01
		M82	0.01
		M83	0.01
		M84	0.01
		M85	0.01
		M86	0.01
		M87	0.01
		M88	0.01
		M89	0.01
		M90	0.01
		M91	0.01
		M92	0.01
		M93	0.01
		M94	0.01
		M95	0.01
		M96	0.01
		M97	0.01
		M98	0.01
		M99	0.01
		M100	0.01



Zahlenwerte und Visualisierung des plateaugemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)

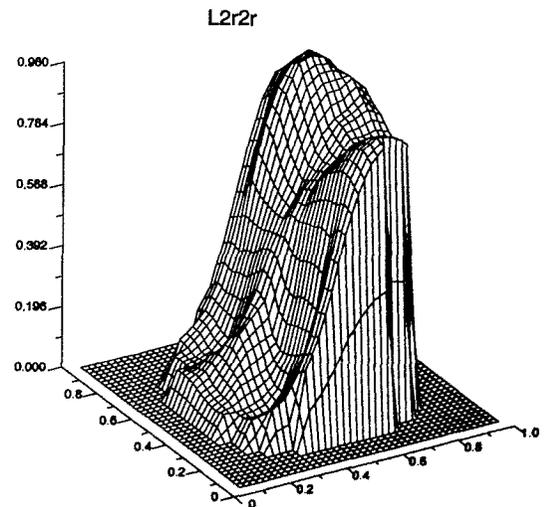
Identifikator: L2r2r (D2)

Volumenstrom [m ³ /h] bzw. Zustand der Schleifen				Druckverlustbeiwert am Kerneintritt	Anzahl der Realisierungen	Speicherort (CD/Experiment)
1	2	3	4			ROCOM_03
100	offen	100	offen	nominal	1	L2r2r_01



Zeitverlauf des Mittelwertes am Eintrittsstutzen sowie des Mittel- und Maximalwertes am Kerneintritt (Realisierung L2r2r_01)

B13		FA Number																
0.12		Value																
		P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11										
		0.16	0.22	0.36	0.53	0.66	0.81	0.86										
	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13							
	0.12	0.16	0.20	0.26	0.40	0.56	0.70	0.84	0.92	0.94	0.95							
	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14					
	0.10	0.12	0.15	0.19	0.25	0.36	0.61	0.78	0.86	0.95	0.97	0.98	0.99					
	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14					
	0.10	0.10	0.13	0.17	0.27	0.41	0.58	0.75	0.86	0.97	0.98	0.98	0.99					
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15				
0.10	0.10	0.11	0.12	0.15	0.26	0.42	0.56	0.68	0.80	0.91	0.94	0.94	0.92	0.89				
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15				
0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.31	0.45	0.56	0.54	0.75	0.85	0.90	0.90	0.93	0.89				
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15				
0.10	0.13	0.17	0.22	0.27	0.35	0.47	0.56	0.62	0.70	0.78	0.83	0.85	0.89	0.85				
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15				
0.05	0.10	0.16	0.24	0.29	0.33	0.45	0.58	0.65	0.70	0.78	0.83	0.84	0.86	0.83				
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15				
0.07	0.09	0.15	0.20	0.23	0.24	0.30	0.38	0.47	0.52	0.57	0.72	0.75	0.81	0.81				
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15				
0.05	0.09	0.13	0.14	0.18	0.21	0.37	0.50	0.72	0.78	0.78	0.80	0.80	0.80	0.79				
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15				
0.07	0.07	0.09	0.09	0.13	0.21	0.36	0.50	0.78	0.80	0.83	0.82	0.82	0.80	0.79				
D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14						
0.07	0.07	0.09	0.12	0.20	0.36	0.62	0.78	0.85	0.87	0.80	0.80	0.81						
C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14						
0.09	0.09	0.11	0.17	0.25	0.38	0.61	0.81	0.87	0.90	0.86	0.86	0.84						
B3	B4	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13									
0.12	0.15	0.22	0.33	0.47	0.65	0.80	0.88	0.91	0.91									
A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11												
0.25	0.34	0.48	0.65	0.77	0.85	0.90												



Zahlenwerte und Visualisierung des plateau gemittelten Vermischungsskalars (alle Realisierungen)