

# BEOBACHTUNG DER WECHSELWIRKUNG VON BLASEN MIT GITTERSENSOREN MIT EINER HOCHGESCHWINDIGKEITS-VIDEOKAMERA

C.Zippe

Forschungszentrum Rossendorf e.V. (FZR), PSF 510119, D-01314 Dresden

## 1. Einleitung

Zur Beurteilung der Rückwirkung des Sensors auf die Strömung wurden an einer Blasensäule Datenaufzeichnungen mit einem Gittersensor [1] und gleichzeitig Videoaufnahmen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera mit jeweils 1000 Bildern pro Sekunde durchgeführt. Dabei wurde vom Gittersensor jeweils bei Berührung durch eine Blase ein Triggerimpuls zum Kamerarecorder gesandt, um die Bilder von Gittersensor und Kamera zeitlich zuordnen zu können. Die Bilder 2 bis 4 zeigen derartige gleichzeitig aufgenommene Bilder von Gittersensor und Videokamera.

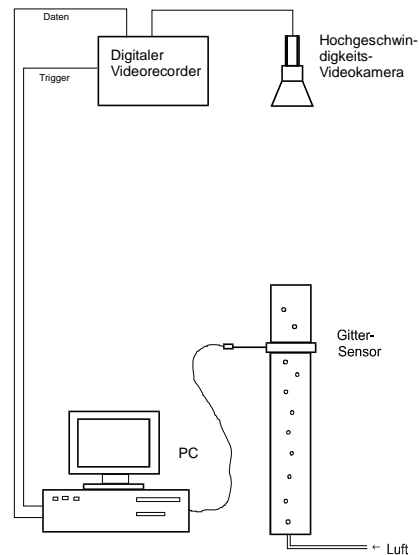


Bild 1 – Versuchsaufbau

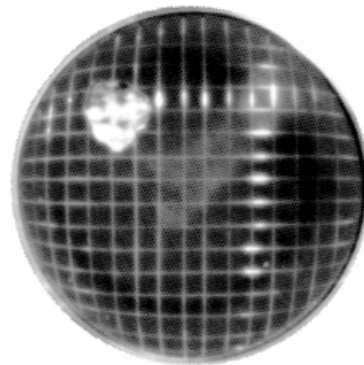
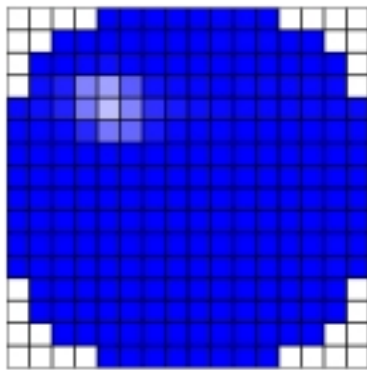


Bild 2 – Gittersensorbild und Kamerabild für eine kleine Blase

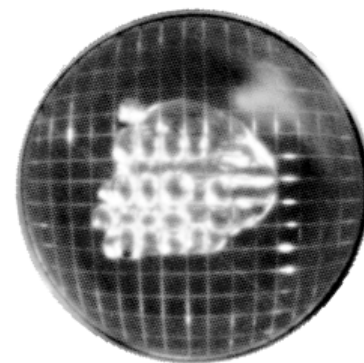
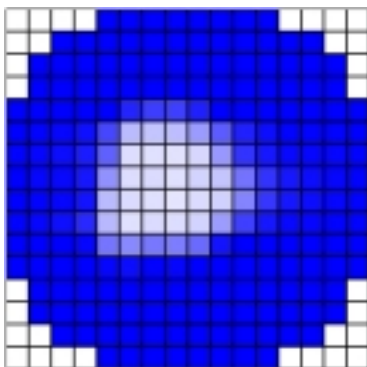


Bild 3 – Gittersensorbild und Kamerabild für eine große Blase

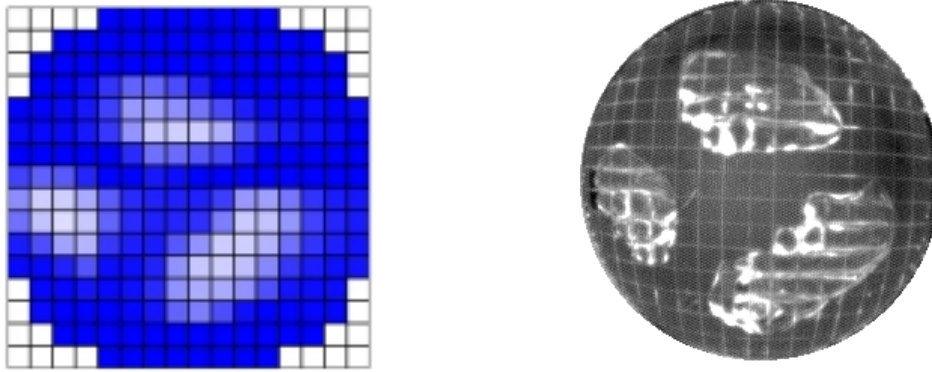


Bild 4 - Gittersensordbild und Kamerabild für mehrere Blasen

## 2. Numerischer Vergleich von Kamerabild und Gittersensordaten

Mit dem Meßaufbau wurden mehrere Meßreihen mit jeweils 5..20 einzelnen Blasen von unterschiedlicher Größe aufgezeichnet. Anschließend wurde für jede Blase das Bild mit dem maximalen Blasenquerschnitt im Gittersensor gesucht und für dieses Bild die Gasanteile pro Gittersensorelement und der visuelle Blasenanteil in den Gitterzellen des Kamerabildes ermittelt und tabellarisch erfaßt (Beispiel in Tabelle 1 für die Blase aus Bild 3).

0	0	22	36	46	44	22	4	0
5	28	79	87	90	85	75	56	23
10	55	90	90	91	87	82	67	32
23	81	92	92	92	87	80	78	43
34	87	93	91	92	88	84	74	30
26	83	92	91	90	85	64	36	8
7	48	58	65	63	43	9	3	2

0	40	90	90	95	70	45	0	0
0	37	95	100	100	100	100	50	0
0	55	100	100	100	100	100	100	37
6	87	100	100	100	100	100	100	50
30	100	100	100	100	100	100	100	37
25	100	100	100	100	100	87	40	0
10	80	80	75	70	65	12	0	0

Tabelle 1 – numerischer Vergleich der Daten aus Bild 3, links Gasanteile im Gittersensor, rechts Flächenanteile im Kamerabild

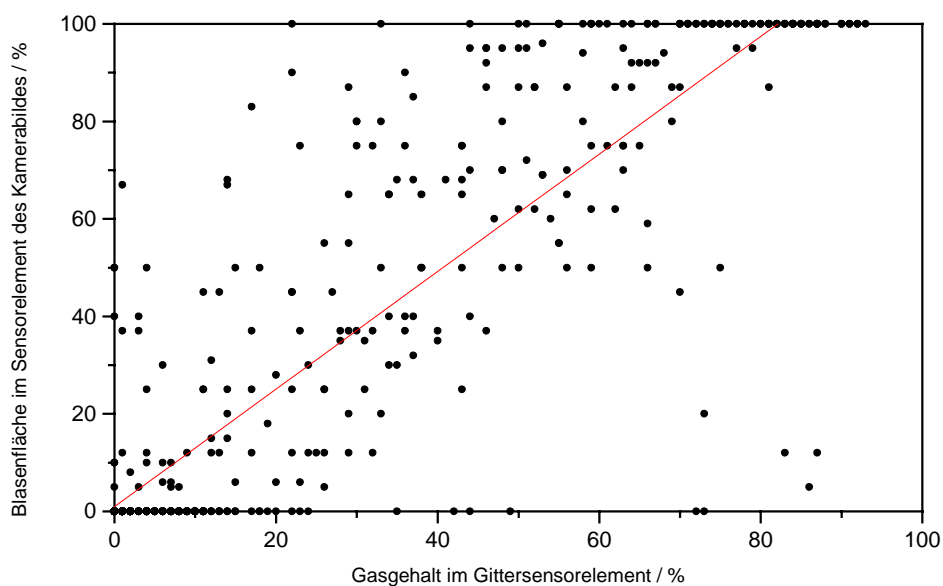


Bild 5 – Vergleich der Meßdaten von Gittersensor und Kamerabild

Mit diesem Verfahren wurden die einzelnen Gasanteile pro Volumenelement des Sensors mit dem Blasenanteil pro Fläche der einzelnen Sensorelemente im zugehörigen Videobild für jede aufgenommene Blase verglichen und jedes Wertepaar in ein Diagramm eingetragen (Bild 5).

Das Resultat ist eine Punktwolke, die einige Eigenheiten aufweist. Auffällig ist die Tatsache, daß es bei den Gittersensordaten nur sehr wenige Punkte mit Gasanteilen größer als 90% gibt. Der Grund dafür dürfte darin zu suchen sein, daß das Kamerabild eine Information über den Blasenflächenanteil im Sensorquerschnitt liefert, der Gittersensor jedoch eine Information über den volumetrischen Gasgehalt zwischen den beiden Gitterebenen. Zusätzlich muß bedacht werden, das im Gittersensor ein Strom auch durch benachbarte Sensorzellen fließen kann, wenn auch in geringem Maß. Aus den Punktdaten kann die im Diagramm dargestellte Ausgleichsgerade errechnet werden.

### 3. Blasen im Gittersensor

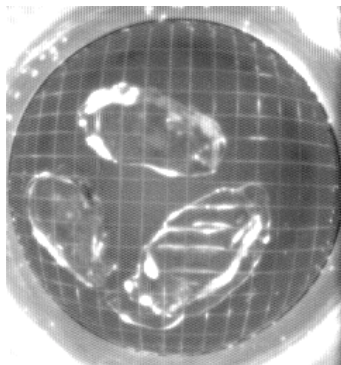


Bild 6  
Blasen im Gittersensor,  
 $t = 0$  ms,

erster Kontakt der Blasen mit der unteren Gitterebene

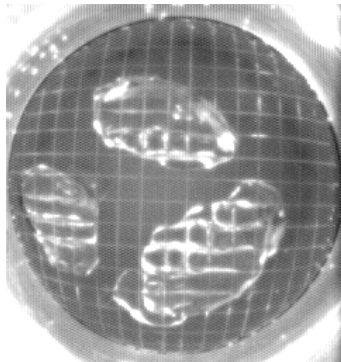


Bild 7  
Blasen im Gittersensor,  
 $t = 15$  ms,

erste Berührung der oberen Gitterebene

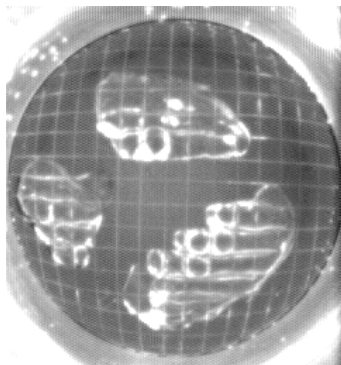


Bild 8  
Blasen im Gittersensor,  
 $t = 25$  ms,

Durchquellen der Luft durch die Elektroden-gitter an einzelnen Stellen

Die mit der Hochgeschwindigkeits-Videokamera aufgezeichneten Bilder gestatten es, den Durchgang einer Blase durch den Gittersensor in verschiedene typische zeitliche Abschnitte zu gliedern (Bilder 6 bis 11). Dabei wird ersichtlich, daß die Drahtgitter die Blasen erheblich deformieren. In vielen Fällen kommt es zum Zerfall in mehrere kleinere Blasen. Prozesse, wie das Durchquellen der Luft durch einzelne Maschen des Gittersensors (s. Bild 8 und 9) werden häufig beobachtet.

Die Deformation der Blasen scheint jedoch kaum Einfluß auf das Signal zu haben. Vergleicht man die Bildsequenz von Bild 6 bis 11 mit dem Meßergebnis in Bild 4, dann wird ersichtlich, daß der Gittersensor die Blasen in der ursprünglichen Form abbildet, also vor Einsetzen der Deformation.

In Bild 6 sind andeutungsweise Wasserlamellen zu erkennen, die im Nachlauf der Drähte der

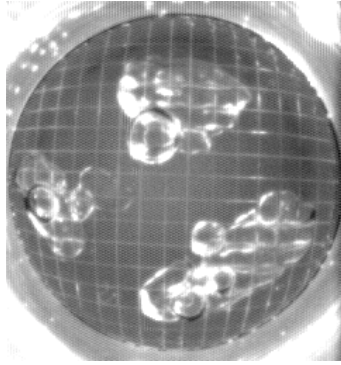


Bild 9  
Blasen im Gittersensor,  
 $t = 50 \text{ ms}$ ,

Neubildung von Blasen  
oberhalb des Gittersen-  
sors

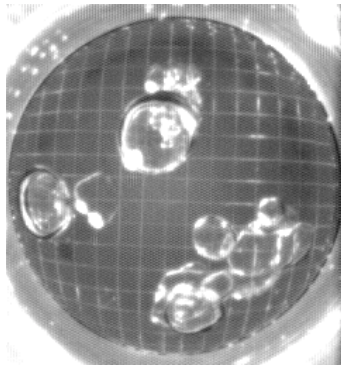


Bild 10  
Blasen im Gittersensor,  
 $t = 70 \text{ ms}$ ,

Auflösung der ursprüng-  
lichen Blasen innerhalb  
des Gittersensors

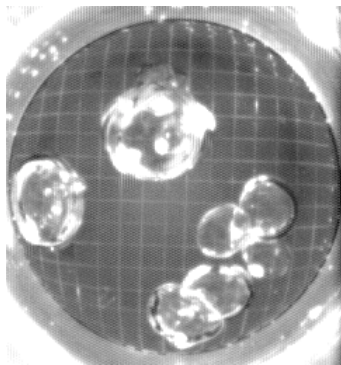


Bild 11  
Blasen im Gittersensor,  
 $t = 100 \text{ ms}$ ,

neugebildete Blasen  
bewegen sich zur Ober-  
fläche

ersten Drahtebene gebildet werden. Die Blase wird an den Drähten gewissermaßen eingeschnürt. Die Lamellen sind mit großer Wahrscheinlichkeit dafür verantwortlich, daß das Sondersignal innerhalb der Blasen den Gasgehaltswert von 100 % meist nicht erreicht, denn über die Lamellen kann ein wenn auch kleiner Strom von den Sender- zu den Empfänger Elektroden fließen.

Genauere Klärung sollen Experimente an einem transparenten Kanal mit quadratischem Querschnitt liefern, in den ein Gittersensor derart eingebaut ist, daß der Durchtritt von Blasen durch die Gitterebenen von der Seite aufgenommen werden kann. Dieser Kanal befindet sich im Aufbau. Mit dem neuen Testkanal wird es auch möglich sein, die Verhältnisse bei Vorliegen einer von Null verschiedenen Leerrohrgeschwindigkeit des Wassers zu beobachten. Es wird vermutet, daß dann die Blasen wesentlich weniger deformiert werden.

#### 4. Zusammenfassung

Bei der Aufnahme des Blasendurchtritts durch die Elektrodenebenen mit Hilfe einer Hochgeschwindigkeits-Videokamera wurde festgestellt, daß der Gittersensor die Gasblasen erheblich deformiert. Allerdings zeigt das Meßsignal die Blasen noch in ihrer ursprünglichen Form. Wasserlamellen, die sich im Nachlauf der Elektroden drähte der ersten Ebene bilden, erstrecken sich bis zur zweiten Ebene und verursachen Gasgehaltswerte, die innerhalb der Blase unter 100 % (bei etwa 90 %) bleiben können. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

#### Literatur:

- [1] H.-M. Prasser, A. Böttger, J. Zschau – A new electrode-mesh tomograph for gas-liquid flows, Flow Measurement and Instrumentation 9 (1998), 111-119.
- [2] H.-M. Prasser, Messung von Blasengrößenverteilungen mit Gittersensoren, Workshop „Meßtechnik für stationäre und transiente Mehrphasenströmungen“, 24./25.9.1998 (FZR-241), 157-164.