

# Verwendung eines mechanischen Streustrahlungsfilters für die Mikrocomputertomographie

Bernhard ILLERHAUS\*, Siegfried ARNOLD\*

\* BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin,  
email: bernhard.illerhaus@bam.de

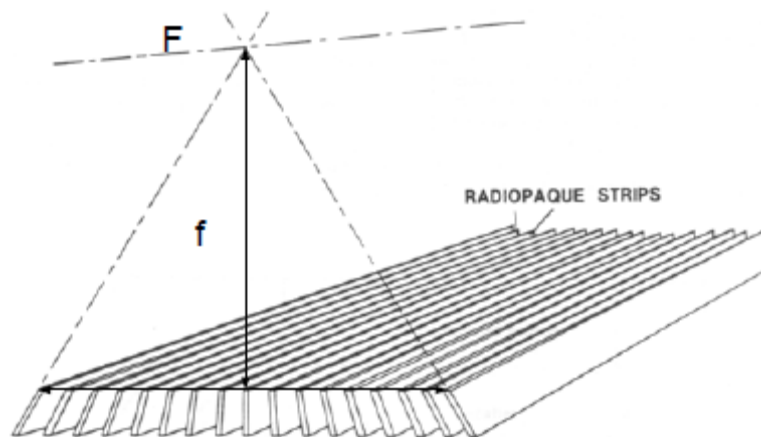
\*\* PerkinElmer, Walluf, email: siegfried.arnold@PerkinElmer.com

**Kurzfassung.** Diffuse Streustrahlung kann die Ergebnisse der 3D-CT wesentlich verschlechtern. Eine Softwarekorrektur ist möglich, basiert aber auf unbekanntem Schätzwerten. Deswegen haben wir einen mechanischen Streustrahlungsfilter, wie sie auch in den bildgebenden Verfahren der Medizin verwendet werden, vor dem Detektor getestet. In den durchgeführten Messungen zeigte sich eine hohe Unterdrückung der Streustrahlung. An Proben aus Beton von 70mm Durchmesser wird gezeigt, daß eine Korrektur der Strahlaufhärtung ohne die Annahme eines Streuuntergrundes möglich ist, ein wesentlicher Nachteil der 3D-CT kann so entfallen.

## Messungen

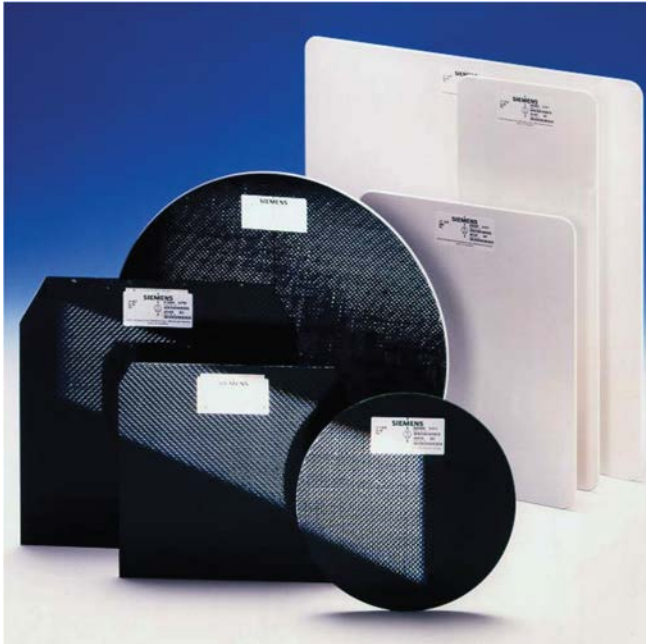
In der Medizintechnik werden seit einiger Zeit mechanische Streustrahlungsfilter verwendet. Abbildung 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Filters: eng liegende Lamellen aus einem hochschwächenden Material sind auf den Brennfleck F ausgerichtet. Die Filter sind für verschiedene Brennweiten und an den jeweiligen Detektor angepaßt erhältlich [1].

Wir haben einen Filter mit einer Brennweite von 1050mm getestet. Dieser wurde zentrisch auf die Vorderseite des Detektors montiert. (Im allgemeinen ist dieser Filter direkt in den Detektor eingebaut und garantiert dadurch, daß der Filter genau zentrisch zum Detektor ist.) Da bei der Justierung der CT-Anlage zwar der Abstand Röntgenröhren-brennfleck zu Detektorfläche gemessen wird, der innere Abstand Detektoroberfläche zu Gehäuse aber nicht bekannt war, wurde die Position des Streustrahlungs-filters durch Verfahren des Detektors justiert. Dazu wurde eine zylindrische Betonprobe mit 70mm Durchmesser abgebildet und jeweils das Ver-



**Abb. 1.** Prinzip eines Streustrahlungsgitters mit Brennweite  $f$  und Brennpunkt F.

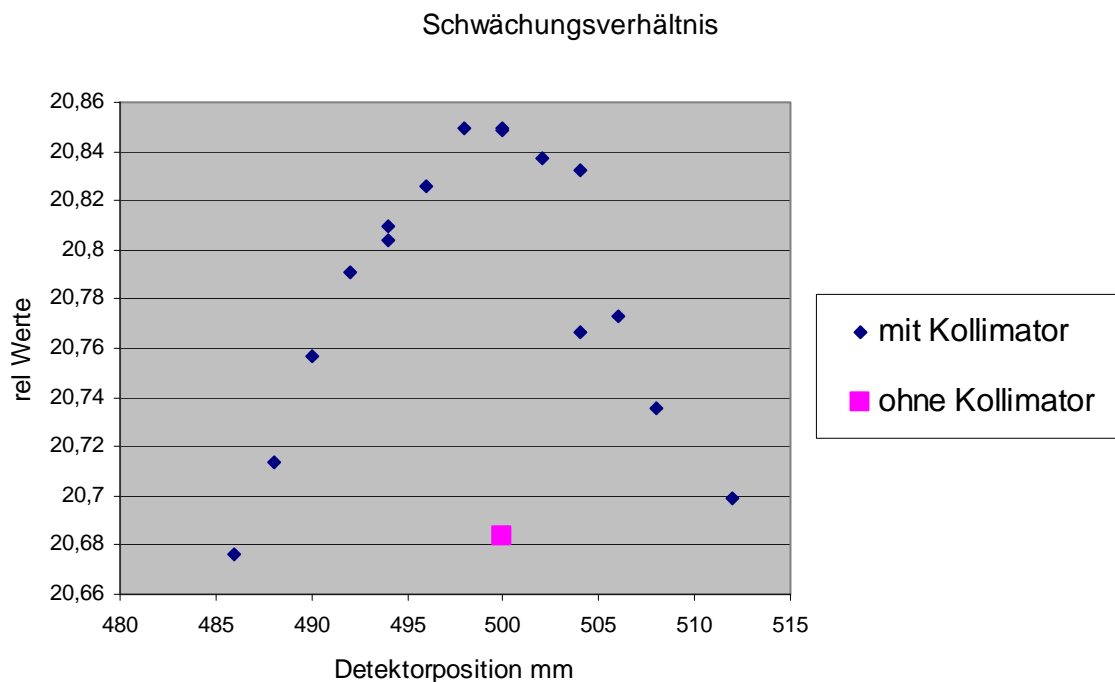
halten der Probe gemessen wird.



**Abb. 2.** Verschiedene Typen eines Siemens Streustrahlungsfilters.

hältnis von freier Strahlung zu geschwächter Strahlung hinter dem Betonzylinder gemessen. Das meßbare Maximum (Abb. 3). wurde zur optimalen Position bestimmt.

Um den Effekt der Reduzierung der Streustrahlung zu prüfen, wurde der Betonzylinder unter sonst gleichen Bedingungen mit und ohne Streustrahlungsfiler tomographiert. (Nach der Justierung des Streustrahlungsfilters war der Abstand zwischen Röhre und Detektor um 1,5mm vergrößert.) Der Effekt der Streustrahlungsreduktion ist nicht einfach an einer Reduktion des Untergrundes meßbar, da der Filter auch die Nutzstrahlung in Leistung und Spektrum verändert. Deswegen wurde dazu die Berechnung der Aufhärtungskorrektur verwendet.



**Abb. 3.** Bestimmung des korrekten Abstands von der Röhre zum Streustrahlungsfiler.

Die Tomographie wurde bei einer Spannung von 270kV nur durch das 0,2mm dicke Kupferauslaßfenster der Mikrofokusröhre gefiltert. Als Detektor wurde ein PerkinElmer XRD1620AN15 CS mit DRZ Standard als Szintillator verwendet (Abb. 8). Für die Aufhärtungskorrektur wurde aus den Projektionen des zylindrischen Probekörpers ein gemittelttes Schwächungsprofil gewonnen. Als Vergleich dazu wurde die Schwächung für einen gleichen Zylinder gemessen mit monochromer Strahlung berechnet. Das Verhältnis

Aufhärtingkorrektur 810dm

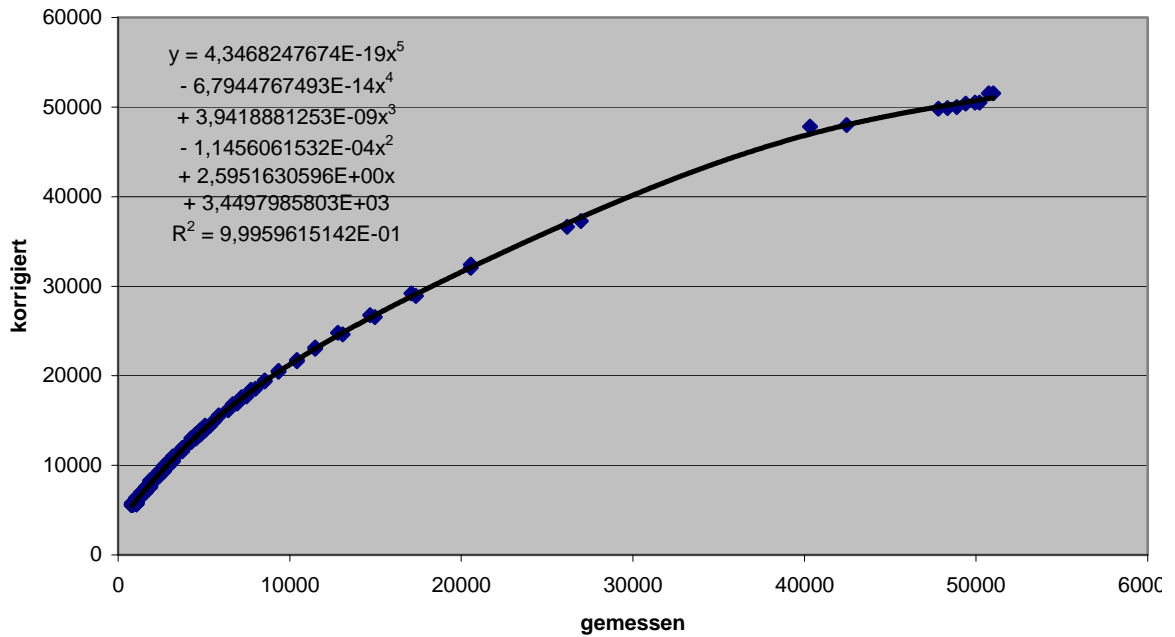


Abb. 4. Bestimmung der Aufhärtingkorrektur ohne Streustrahlungsfilter

Aufhärtingkorrektur 811dm / 812dmwasser

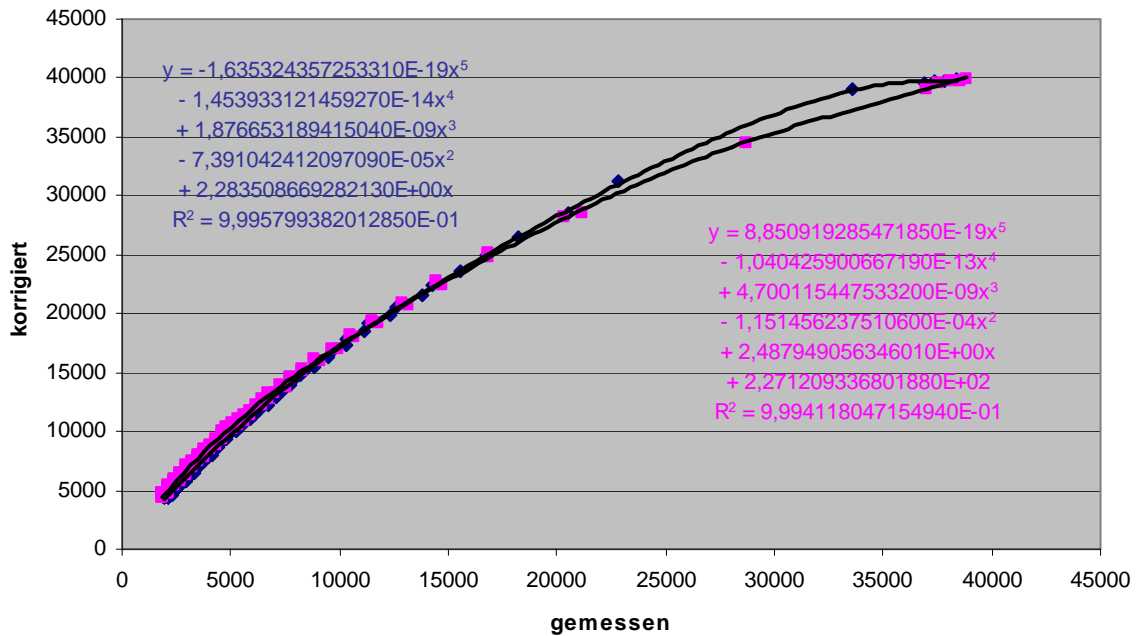
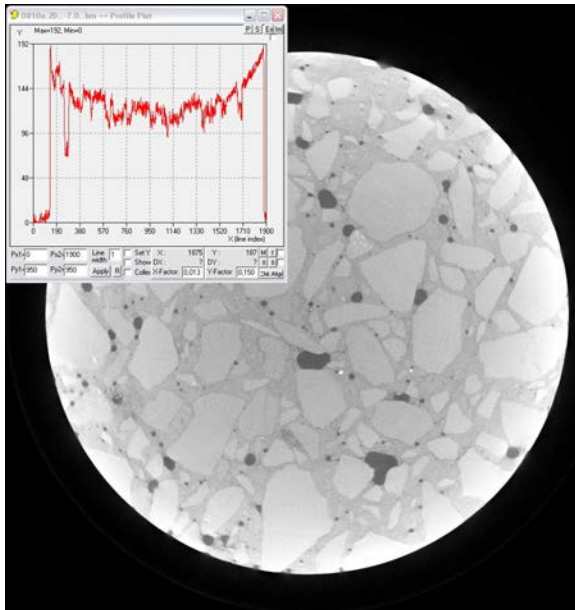
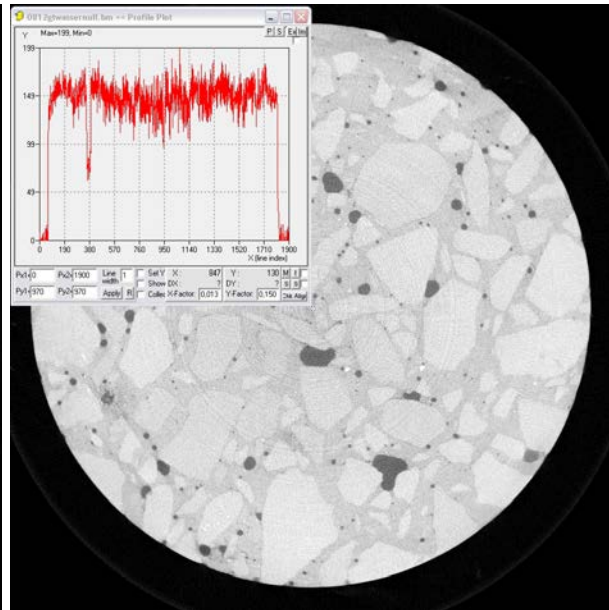


Abb. 5. Bestimmung der Aufhärtingkorrektur mit Streustrahlungsfilter. Blau: Probe wie oben; Rosa: Probe mit Wasser getränkt.



**Abb. 6.** Betonprobe rekonstruiert ohne Streustrahlungsfiler und ohne Aufhärtungskorrektur



**Abb. 7.** Betonprobe rekonstruiert mit Streustrahlungsfiler und mit Aufhärtungskorrektur

beider Kurven ergibt eine Funktion zur analytischen Korrektur der Meßdaten, die durchgezogene Linie stellt jeweils die gefittete Funktion dar.

Aus der Abbildung 5. läßt sich ablesen, daß für den Fall der Verwendung des Streustrahlungsfilters sich ein Nulldurchgang für die Korrekturfunktion errechnet, wohingegen ohne Filter sich erst eine Lösung und ein aufhärtungsfreies Bild ergibt, wenn ein Streuuntergrund von 3500 zusätzlich abgezogen wird (Abb. 4). Aus den Meßdaten ergibt sich, daß die Reduktion der Streustrahlung besser als 1:30 ist.



**Abb. 8.** PerkinElmer Detektor der Baureihe 1620 mit Stromversorgung und PC-Karte.

Abbildung 6 zeigt eine Rekonstruktion des Betonprobekörpers ohne Streustrahlungsfiler und ohne Aufhärtungskorrektur. Mit dem Streustrahlungsfiler kann die Aufhärtungskorrektur konsistent durchgeführt werden (Abb.7). Bitte beachten sie, daß die formabhängige Datenkorrektur wie in [2] beschrieben hier nicht durchgeführt wurde.

### Zusammenfassung

Durch die Verwendung eines mechanischen Streustrahlungsfilters wird die diffuse Streustrahlung in Mikro-CT-Anlagen signifikant unterdrückt. Die Aufhärtungskorrektur wird wesentlich erleichtert.

### Referenzen

- [1] <http://www.siemens-oem-imaging.com/file/gr.pdf>
- [2] B. Illerhaus, Y. Onel, J. Goebbels, "Correction techniques for 2D detectors to be used with high energy X-ray sources for CT, part II," in Developments in X-Ray Tomography IV, ed. By Ulrich Bonse, Proceedings of SPIE Vol. 5535 (SPIE, Bellingham, WA, 2004) 329-334.