

		Technischer Bericht			
Titel:	CCII 00024 Bericht für Friedr. Freek zu QFE Strahleranordnungen				
Autor:	Erstelldatum:	Ersetzt:	Dokument		Vollständiger Bericht
			Code	Nummer	
Dr. Gerard McGranaghan	21/05/14		<i>CCII-00024</i>		J

Einführung

Dieser Bericht beschreibt ein Spektrum von Experimenten, die an Keramikstrahlern vom Typ QFE in einer 3x3-Anordnung vorgenommen wurden. Die Anordnung wird zuerst getestet, während sämtliche Elemente eingeschaltet sind. Mit Hilfe des „Herschel“ (computergesteuertes 3D-Wärmestrom-Abtastgerät) wird zunächst eine vollständige Abtastung der Oberflächentemperatur der Heizelemente durchgeführt; danach wird eine 2D-Wärmestrommessung in einem Abstand von 100 mm von der Strahleroberfläche vorgenommen. Zwei einfache Reflektorrahmen der Längen 20 mm und 50 mm werden ebenfalls getestet und der resultierende Wärmestrom wiederum in einem Abstand von 100 mm mit dem Herschel gescannt.

In der nächsten Versuchsreihe werden einzelne Elemente innerhalb der Anordnung abgeschaltet, um ausgefallene oder fehlerhafte QFE-Strahler zu simulieren. Die Anordnung wird dann erneut mit dem Herschel in einem 2D-Scan abgetastet. Auch hier wird untersucht, wie sich die Verwendung eines Reflektorrahmens (20 mm und 50 mm) auf das Wärmestromprofil auswirkt

Tabelle 1: Liste der geprüften Elemente

Prüfnummer	Abgeschaltetes Element Nr.	Leistung (W)	Reflektor
1	-	1350	Kein Reflektor
2	1	1200	Kein Reflektor
3	2	1200	Kein Reflektor
4	5	1200	Kein Reflektor
5	-	1350	(a) 20 mm
6	1	1200	(a) 20 mm
7	2	1200	(a) 20 mm
8	5	1200	(a) 20 mm
9	-	1350	(b) 50 mm
10	1	1200	(b) 50 mm
11	2	1200	(b) 50 mm
12	5	1200	(b) 50 mm



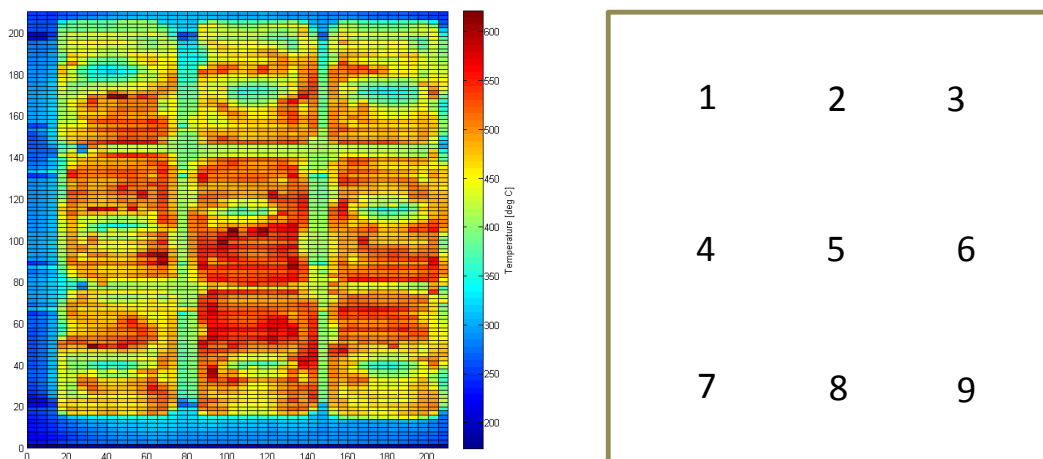
No reflector

20mm reflector

50mm reflector

Abbildung 1: 3x3 QFE 150W Anordnung ohne und mit Reflektor

Eine Ansicht der Systemkomponenten und der Umgebungsreflektoren ist in Abbildung 1 abgebildet. Die Anordnung wurde auf einem Träger aus drei aluminiumbeschichteten Stahlschienen (190 x 190 mm) montiert. Der Reflektor war ein einfacher aluminierter Stahlrahmen (215 x 215 mm), der die Anordnung umschloss. Der eine Reflektor hatte eine Tiefe von 20 mm und der andere eine Tiefe von 50 mm (gemessen ab den aluminieren Stahlschienen).

**Abbildung 2: 2D-Temperaturscan der QFE-Anordnung und Elementenummerierung.**

Ein Temperaturscan und Elementenummerierungsplan der Anordnung wird in Abbildung 2 gezeigt. Die Temperatur wurde mit einem kontaktlosen Infrarot-Thermofühler mit einem Messfokusbereich von 1,5 mm bei einem Abstand von 450 mm gemessen. Damit wurde ein thermographisches Bild mit hinreichender Auflösung erstellt. Sämtliche Elemente wurden für diesen Scan eingeschaltet. Da jedes Element eine Leistung von 150 W besitzt, ergibt sich eine Gesamtleistung von 1350 W. Bei diesem Temperaturscan wurde kein Reflektor verwendet.

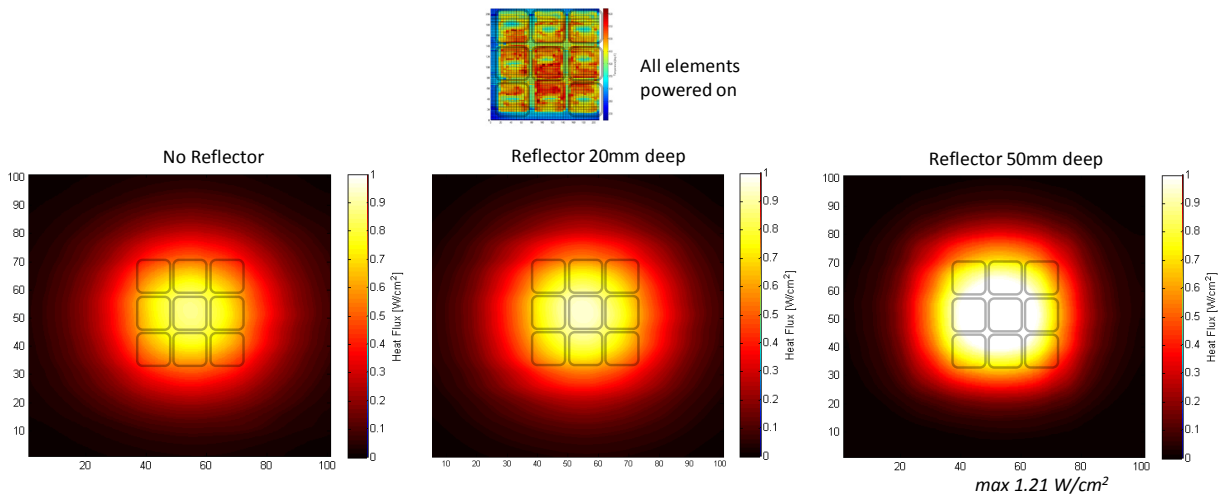


Abbildung 3: 2D-Wärmestrom bei 100 mm, alle Elemente eingeschaltet (1350 W)

Die Ergebnisse der ersten Prüfung werden in Abbildung 3 gezeigt. Das erste Bild zeigt ein generell kreisförmiges Wärmestromprofil der Anordnung, mit der höchsten Wärmespitze in der Mitte. Der maximale Wärmestrom ohne Reflektor lag in diesem Fall bei 0.89 W/cm^2 . Der Wärmestrom schwächt sich mit zunehmender Entfernung vom Zentrum allmählich ab. Das zweite Bild zeigt den Wärmestrom derselben Anordnung bei Verwendung des Reflektorrahmens mit 20 mm Tiefe. Das Wärmestromprofil ist weniger kreisförmig, und der Einfluss des quadratisch geformten Reflektors ist in den Profilkonturen zu erkennen. Der Spitzenwärmestrom erhöhte sich durch Anbringung dieses Reflektors auf 0.96 W/cm^2 . Das letzte Bild zeigt den Einfluss des 50-mm-Reflektors. Die Wärmestromkontur wird noch deutlicher von der quadratischen Form des Reflektors beeinflusst. Die Streuung oder Diffusion der Strahlung ist geringer als bei dem 20-mm-Reflektor und noch viel geringer als bei der Anordnung ohne Reflektor. Der resultierende Wärmestrom spiegelt bei Verwendung des 50-mm-Reflektors in seiner Außenkontur am deutlichsten die Geometrie der Strahleranordnung, und auch der maximale Wärmestrom wurde mit 1.21 W/cm^2 am höchsten gemessen.

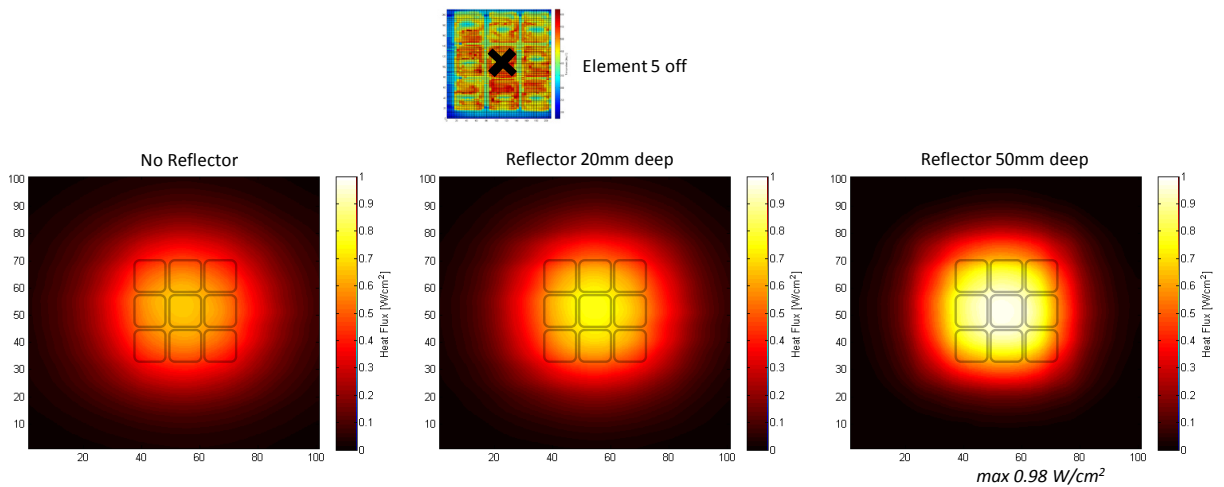


Abbildung 4: 2D-Wärmestrom bei 100 mm, Element 5 ausgeschaltet (1200 W)

In der zweiten Testreihe wurde das zentrale Element der Anordnung (Nr. 5) ausgeschaltet. Die Leistung wurde demzufolge von 1350 W auf 1200 W reduziert. Die 2D-Wärmestromscans werden in Abbildung 4 gezeigt. Ohne Reflektor ist der Wärmestrom im Vergleich zu der 1350W-Messung in Abbildung 3 erkennbar geringer. Die maximale Wärmestromspitze befindet sich wieder im Zentrum und ist von 0.89 W/cm^2 auf 0.66 W/cm^2 zurückgegangen. Die breiten Farbspektren deuten jetzt auf ein homogeneres Wärmestromfeld hin, da aufgrund der Abschaltung des zentralen Heizelements die Wärme ausschließlich von den acht peripheren Elementen bereitgestellt wird. Hier ist anzumerken, dass das zentrale Element, obwohl es abgeschaltet ist, von den anderen Elementen aufgeheizt wird und deshalb immer noch Strahlungswärme abgibt. Wird der 20-mm-Reflektor angebracht, erhöht sich der maximale Wärmestrom auf 0.77 W/cm^2 , und die Strahlungsstreuung ist wieder deutlich geringer, als bei der Anordnung ohne Reflektor. Im letzten Messaufbau mit dem 50-mm-Reflektor ist die Streuung noch einmal merklich reduziert, erkennbar an den dunkleren Bereichen entlang der Ränder des Wärmeflussprofils. Die Wärmestromspitze hat sich auf 0.98 W/cm^2 erhöht. Allgemein ergibt sich durch die Abschaltung des zentralen Elements ein flacheres Wärmestromprofil. Dies zeigt sich besonders deutlich im zentralen Bereich des ersten Bildes in Abbildung 4.

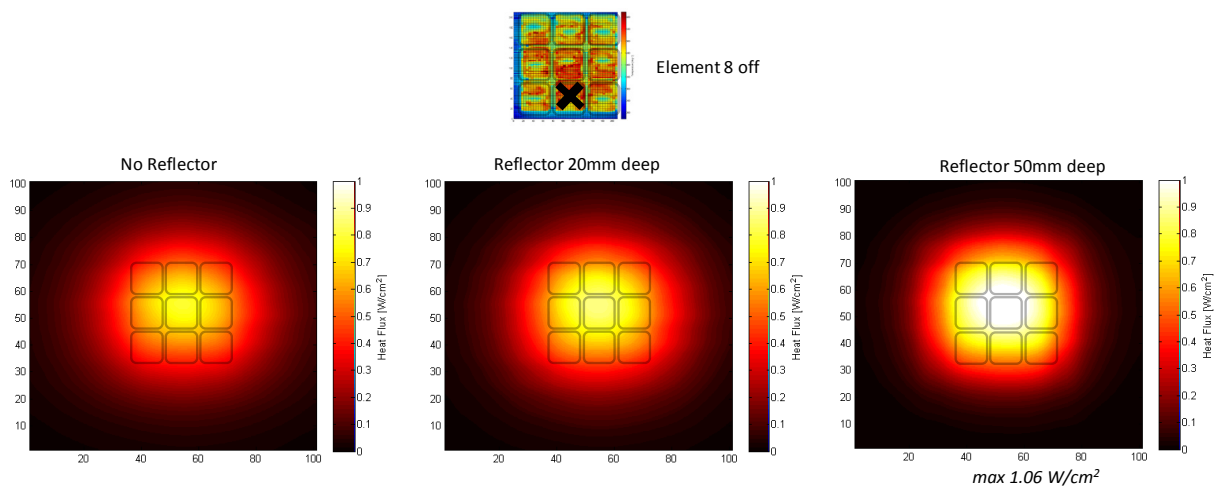


Abbildung 5: 2D-Wärmestrom bei 100 mm, Element 8 ausgeschaltet (1200 W)

Beim dritten Test (Abbildung 5) war das Randelement 8 ausgeschaltet. Dadurch werden die vorher kreisförmigen Konturen etwas elliptischer. Weiterhin ist das Zentrum dieses elliptischen Bereichs aufgrund der ungleichmäßigen Heizwirkung, die von dem abgeschalteten Element verursacht wird, vertikal verschoben. Wie bereits in den Versuchsreihen zuvor festgestellt, ist die Streuung ohne Reflektor wiederum am größten und wird durch Verwendung der 20-mm- bzw. 50-mm-Reflektoren begrenzt. Die maximalen Wärmeströme sind für die Messaufbauten ohne Reflektor, mit 20-mm und mit 50-mm-Reflektor jeweils 0.79 W/cm^2 , 0.87 W/cm^2 und 1.07 W/cm^2 .

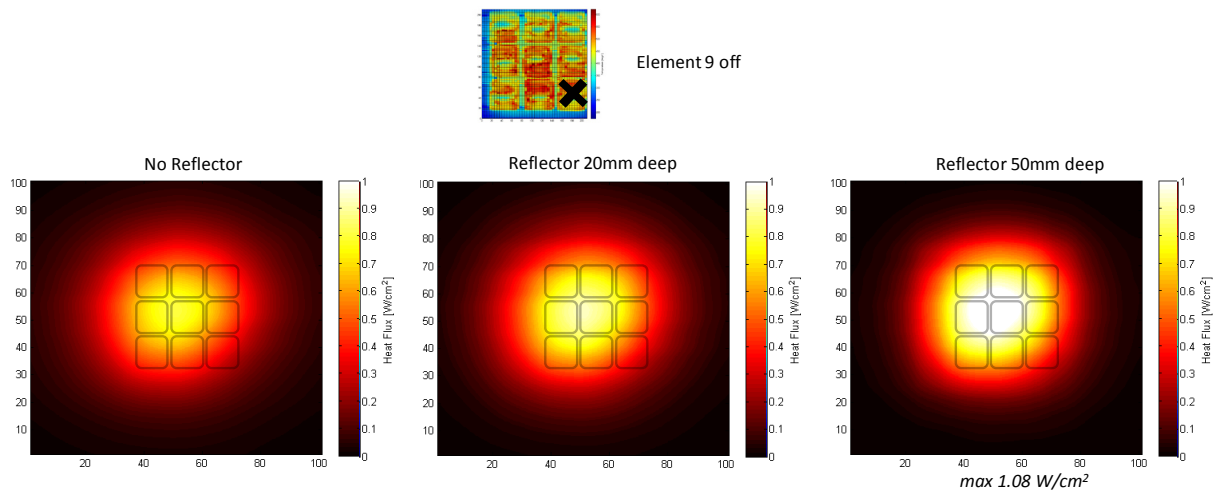


Abbildung 6: 2D-Wärmestrom bei 100 mm, Element 9 ausgeschaltet (1200 W)

Bei der letzten Testreihe (siehe Abbildung 6) wurde ein Ekelement (Nr. 9) ausgeschaltet. Die 2D-Wärmestromprofile zeigen einen schwächer ausgeprägten Wärmestrom in der unteren rechten Ecke der Anordnung, was der Lage des abgeschalteten Elements entspricht. Wie in den vorherigen Messreihen wird die Streuung durch Verwendung eines 20-mm-Reflektors wesentlich (und noch mehr mit dem längeren 50-mm-Reflektor) reduziert. Die gemessenen Wärmestromspitzen lagen bei 0.80 W/cm^2 , 0.92 W/cm^2 und 1.07 W/cm^2 . Diese wurden abseits des abgeschalteten Elements gemessen.

Fazit

Ein Strahlerfeld mit 9 QFE 150W Hezelementen in einer 3x3 Anordnung wurde mit und ohne Reflektorrahmen getestet. Weiterhin wurden diverse einzelne Elemente abgeschaltet, um die Auswirkung von Strahlerausfällen auf das Wärmestromprofil zu untersuchen. Der Einsatz des längsten Reflektorrahmens minimiert die Streuung der Wärmestrahlung erheblich und führt zu einer stärker abgegrenzten Wärmestromverteilung bei gleichzeitig höheren Spitzenwerten. Wird ein Element abgeschaltet, führt dies zu einer allgemeinen Abschwächung des resultierenden Wärmestroms in der Nähe des abgeschalteten Elements. Auch wenn ein Element ausgeschaltet ist, wird es weiterhin von den Nachbarelementen aufgeheizt und fungiert weiterhin bis zu einem gewissen Grad als Strahlungsquelle.

Im Rahmen zukünftiger Untersuchungen könnten ...

- Temperaturscans der Strahleroberflächen durchgeführt werden, wenn in der Anordnung einzelne Elemente abgeschaltet sind,
- Temperatur- und Wärmestromscans der Anordnung durchgeführt werden, nach komplettem Ausbau einzelner Elemente (anstatt sie lediglich abzuschalten).