

## Clusterkühlung mittels Erdsonde

**Die ProcEng Moser GmbH ist ein Ingenieurbüro, welches sich auf Strömungssimulationen spezialisiert hat. Dazu ist eine grosse Rechenleistung notwendig, was bei einer Anschlussleistung von 2,6 kW zu einer beträchtlichen Menge Abwärme führt. Diese Abwärme wird mittels Wärmetauscher im Sommer über eine Erdsonde, im Winter über den Heizkreislauf eines Mehrgenerationenhauses abgeführt.**

Für CFD Simulationen (computed fluid dynamics) ist eine enorme Rechenleistung notwendig. Der Linuxcluster der ProcEng Moser GmbH besitzt zur Zeit 78 Cores, 256 GigaRAM und eine elektrische Anschlussleistung von rund 2.6 kW.



Fig 1: Cluster ProcEng Moser GmbH

Die elektrische Leistung eines Computers wird zu 99.99% in Wärme umgewandelt. Ein Computer ist somit ein elektrischer Heizofen.

Der Cluster steht in einem separaten Raum. Da die Clustertemperatur möglichst konstant gehalten werden sollte, muss die anfallende Wärme abgeführt werden. Im Winter ist dies über Wärmeverlust einfach, dabei bleibt aber eine grosse Menge an Wärmeenergie ungenutzt. Im Sommer ist eine zusätzliche Kühlung notwendig. Mit Splitkühlgeräten der

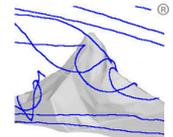
Effizienzklasse A wird ein COP Wert (Coefficient of performance) von 3.2 erreicht. Dies bedeutet, dass für die Kühlung von 2600W im Optimalfall rund 800W Energie benötigt werden.

### Projektidee Clusterkühlung

Nach dem Standortwechsel der Firma im Jahre 2010 stand schon bald die Idee im Raum, die Wärme im Sommer über eine bestehende Erdsonde abzuführen und im Winter als Heizenergie zu verwenden. Das Projekt Clusterkühlung wurde im Rahmen einer Semesterarbeit an der Fachhochschule Burgdorf<sup>1</sup> untersucht. Der Cluster der ProcEng Moser GmbH wurde dazu ausgemessen, das RI-Schema der Anlage erarbeitet und die benötigten Apparate ausgelegt.

Die Messungen zeigten, dass die Abluft der einzelnen Server am Ventilatoraustritt eine Temperatur von 33°C bis 45°C aufweisen (Eintrittstemperatur: 20.7°C). Die Soletemperatur der Erdsonde beträgt 10-15°C. Eine Wärmeabgabe an die Erdsonde ist somit möglich.

<sup>1</sup> PA1: Clusterkühlung, Lorenz Bühler, Berner Fachhochschule Technik und Informatik, Jan 2013



### Realisierung

Das Gebäude der ProcEng Moser GmbH wird mit einer Wärmepumpe mit Erdsonde geheizt. Im Rahmen einer Totalrenovation der Wärmepumpe (obsoletes Kältemittel, WP war 20 jähig) wurde die Clusterkühlung realisiert. Diese besteht aus drei getrennten Kreisläufen.

Um den Cluster zu kühlen und die Wärme abzuführen, wurde über das Rack ein separater Luftkühlkreislauf eingerichtet. Die Luft zirkuliert mittels eines Ventilatoren und die Wärme wird durch einen Luft-Wasser Wärmetauscher an den Zwischenkreislauf abgegeben.

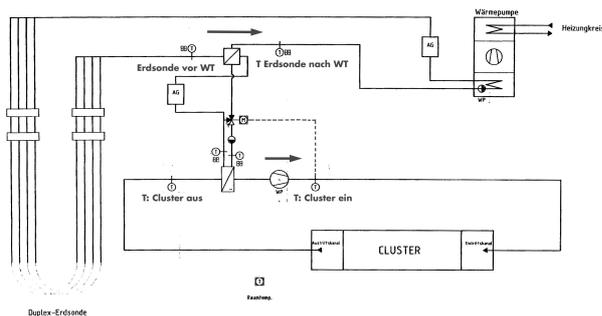


Fig.2: RI-Schema: Clusterkühlung

### 1. Kreislauf: Luftzirkulation über den Cluster



Fig.3: Luftkreislauf

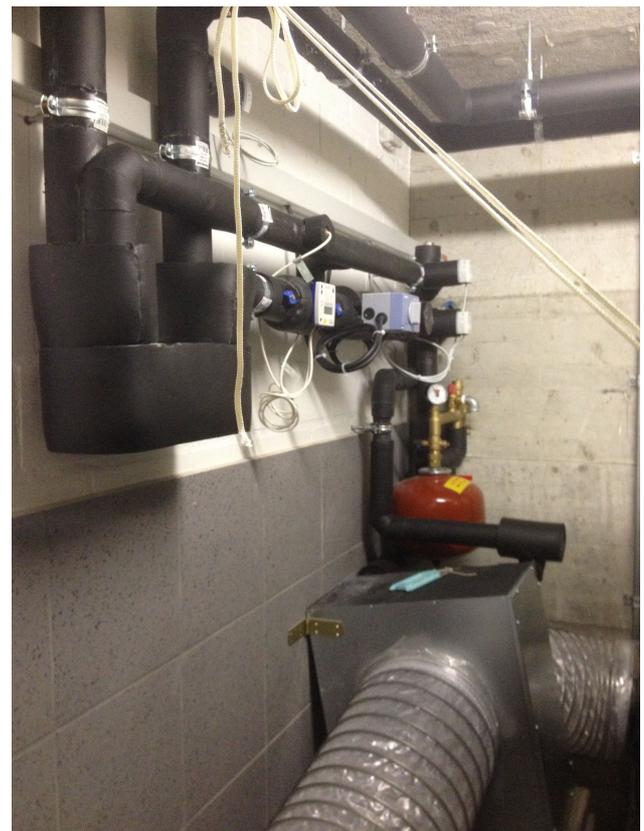
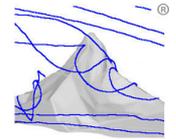


Fig.4: Zwischenkreislauf mit Bypassventil, Platen-, Luft-Wasser Wärmetauscher



### 3. Kreislauf der Erdsonde

Die Wärmepumpe bezieht die Wärme von Erdsonden. Der Plattenwärmetauscher ist nun im Rücklauf der Erdsonde eingebaut. Im Winterbetrieb wird die vom Erdreich kommende Sole durch die Abwärme des Clusters erhitzt, bevor sie dann durch die Wärmepumpe fließt. Im Sommer wird die Clusterabwärme ins Erdreich geführt.

#### Messungen: Sommerbetrieb

Während des schönen Sommers 2013 wurden die Anlage in Betrieb genommen. Der Cluster wurde auf 22°C geregelt und es wurden durchschnittlich 2 kW Wärme ins Erdreich abgegeben. Die Aussentemperaturen betragen zeitweise deutlich über 30°C. Die Soletemperatur betrug maximal 15°C. Im Dauerbetrieb waren der Ventilator für den Luftkreislauf über den Cluster, sowie die beiden Umwälzpumpen für den Zwischenkreislauf und die Sole. Die drei Aggregate haben eine Leistungsaufnahme von knapp 200W. Dies ergibt eine COP von 10. Dies ist um Faktor 3 besser, verglichen mit einem Splitklimagerät der Güteklasse A.

#### Winterbetrieb

Die Abwärme des Clusters wird direkt der Wärmepumpe zugeführt. Mit dem eingestellten Solemassenstrom und den 2 kW Abwärme des

Clusters, wird die Sole um rund 1°C erwärmt. Die Wärmepumpe erreicht damit einen besseren Wirkungsgrad. Die Clusterabwärme wird konstant zugeführt, die Wärmepumpe ist nur teilweise im Betrieb. Ist die Wärmepumpe ausser Betrieb, wird mit der Clusterabwärme das Erdreich regeneriert. Wie gross dieser Effekt ist, werden die Messungen diesen Winter zeigen.

#### Fazit

Vom Winterbetrieb sind zur Zeit nur erste Messungen, bei moderaten Aussentemperaturen, vorhanden. Im Sommerbetrieb hat sich die Anlage bestens bewährt und der Cluster konnte auch bei heissen Aussentemperaturen energieeffizient gekühlt werden. Der grosse Vorteil gegenüber einer Kühlung mit einem Splitklimagerät ist, dass die Abwärme ohne zusätzliche Wärmepumpe ins Erdreich fließt und nur die Energie für die Umwälzung der Kreisläufe benötigt wird.

#### Verbesserungen

Durch eine geeignete Isolation kann der Wärmeverlust im Winterbetrieb noch minimiert werden.

Es wird vermutet, dass die Luftzirkulation im Cluster nicht optimal verläuft. Dies hat negative Folgen auf die Wärmeabfuhr.