

Vereiste Kamera: was tun ?

Ärger mit beschlagenem oder gar vereisten CCD-Chip waren ein Dauerthema bei den Anwendern gekühlter CCD-Kameras. Die Hersteller der Kameras haben sich dem Problem angenommen und es ist ihnen auch einiges eingefallen. Der Trend zu stärkerer Kühlung mit höherer Temperaturdifferenz zur Umgebung, sowie die mit der zunehmenden Chipgröße notwendigen größeren Kameravolumina haben die alten Schwierigkeiten jedoch teilweise wieder auftauchen lassen. Der folgende Artikel zeigt die bisher gebräuchlichen Verfahren auf und ermöglicht einen Vergleich.



Darüber hinaus wird unsere Idee mit einem eigenen Peltierelement zur Lufttrocknung in die Diskussion eingebracht. Unser „Lufttrockner klein“ hat sich bei Versuchen bestens bewährt. Die Kombination der verschiedenen bekannten Methoden zusammen mit unserer Idee weist auf vollkommen neue Möglichkeiten hin. Kamerahersteller und Kameraselbstbauer sind aufgefordert diese Ideen in der Praxis umzusetzen. Sie werden ja hoffentlich so fair sein zu sagen, von wem Sie die Idee haben.

Folgende Methoden werden von Kameraherstellern zur Trockenhaltung des CCD-Fensters verwendet:

1. Dicht versiegeltes Kameragehäuse oder Kameragehäuse mit O-Ring-Dichtung. Die Restfeuchtigkeit kondensiert zunächst auch am CCD-Fenster. Später mit der Zeit trocknet das CCD-Fenster wieder auf und die Feuchtigkeit wird in Form von Eiskristallen am kälteren Kühlfinger hinter dem CCD-Chip konzentriert. Den beschriebenen Effekt kann man nur durch langsames Ankühlen vermeiden und den CCD so auch von Anfang an trocken halten. Beispiel: SBIG-ST4
2. Dicht versiegeltes Kameragehäuse oder Kameragehäuse mit O-Ring-Dichtung. Sollten sich Eiskristalle oder Tau am CCD-Fenster bilden, dann kann der Peltier auf Knopfdruck kurz umgepolt werden um den CCD zu heizen anstatt zu kühlen. Auf diese Weise verschwinden die Eiskristalle recht schnell und man wird danach besser langsamer ankühlen. Beispiel: HISIS22
3. Dicht versiegeltes Kameragehäuse oder Kameragehäuse mit O-Ring-Dichtung. Im Inneren der Kamera befindet sich eine fixe Silikagelpackung vom Hersteller platziert. Regenerieren des Silikagels schwer möglich. Bei starker Kamerakühlung und „warmer“ Silikagelpackung verliert das Silikagel mit der Zeit während dem Einsatz der Kamera seine Wirkung, das heißt der kalte CCD bzw. sein Kühlfinger ziehen die eingeschlossene Feuchtigkeit stärker an als das Silikagel.
4. Dicht versiegeltes Kameragehäuse, Silikagelkörner sind am CCD fix um das CCD-Fenster herum bzw. am kälteren Kühlfinger angeklebt. Restfeuchtigkeit wird von den gekühlten Silikagelkörnern besser aufgenommen. Langsames Ankühlen erforderlich. Regenerieren des Silikagels schwer möglich. Beispiel: Fleischmann's OES-LcCCD11
5. Abgedichtetes Kameragehäuse mit Silikagel-Füllung in herausschraubbaren Röhrchen. Röhrchen wird bei Bedarf oder vor Inbetriebnahme durch Beheizung getrocknet. Silikagel mit Kobaltindikator zeigt den trockenen Zustand durch seine blaue Farbe an. Bei starker Kamerakühlung und „warmer“ Silikagelpackung verliert das Silikagel mit der Zeit während dem Einsatz der Kamera seine Wirkung, das heißt der kalte CCD bzw. sein Kühlfinger ziehen die eingeschlossene Feuchtigkeit stärker an als das Silikagel. Beispiel: ältere Kameramodelle von Starlight Xpress
6. Dicht versiegeltes Kameragehäuse oder Kameragehäuse mit O-Ring-Dichtung, vom Hersteller mit trockenem Inertgas geflutet. Bisweilen ist die Feuchtigkeit so nicht auf Dauer vom Inneren der Kamera fernzuhalten. (Beispiel: MEADE) Wird der CCD (zusammen mit Kühlfinger und Kamerafenster) alleine in einem kleinen Gehäuse (zweckmäßigerweise aus schlecht wärmeleitenden Material) mit Gasfüllung dicht gekapselt, dann ist die Wirkung dauerhafter.
7. Abgedichtetes Kameragehäuse mit 2 Ventilen versehen, vom Hersteller mit trockenem Inertgas geflutet. Flutung ist bei Bedarf auch selbst möglich.
8. Abgedichtetes Kameragehäuse mit 2 Ventilen versehen. Daran wird im Betrieb eine externe Lufttrocknungsanlage mit Luftpumpe, Filter und Silikagelbehälter angeschlossen. Trocknung schon vor Inbetriebnahme der Kamera möglich. Regenerieren des Silikagels im Wärmeschrank (Backrohr). Silikagel mit Kobaltindikator zeigt den

trockenen Zustand durch seine blaue Farbe an. Beispiel: Kameras von H. Göbkes Technologie 2000 GMBH .

- 9 . Abgedichtetes Kameragehäuse mit 2 Ventilen versehen. Im Betrieb wird die Kamera von trockenem Stickstoffgas durchströmt .
- 10 . Kamera mit versiegeltem Vakuum-Package: Das Kamerafenster und der CCD mit seinem Kühlfinger befinden sich in einem eigenen dichten Metallgehäuse mit Hochvakuumventil (Indium versiegelt). Durch das Vakuum wird auch die Konvektion unterbunden und es sind besonders tiefe Kühltemperaturen ohne riesige Peltierleistungen möglich. Vakuum durch den Hersteller erneuerbar. Beispiel: Kameras von Roper Scientific und Hamamatsu .

Dazu kommt noch die von uns entwickelte Methode der Lufttrocknung:

- 11 . Externe Lufttrocknungsanlage „klein“ mit Luftpumpe (Ventilator), Luftfilter und einstufigen Peltierkühler welcher hier als Entfeuchter arbeitet. Die wirksame Oberfläche wurde durch einen kleinen Kühlkörper vergrößert. Zur Anwendung benötigt man eine Kamera mit abgedichtetem Gehäuse und 2 Ventilen (Umluftbetrieb). Nachteil: Zusätzlicher Stromverbrauch des Lufttrockners.
- 12 . Externe Lufttrocknungsanlage „groß“ mit Luftpumpe, Luftfilter und adaptierter Haushaltstiefkühlbox welche hier als Entfeuchter arbeitet. Anwendung wie bei (11). Die große Trocknungsleistung erlaubt auch den Frischluftbetrieb. Ideal in Sternwarten .

Diese Methoden lassen sich nun auch kombinieren:

- 13 . Kombination von (1) und (11): Dicht versiegeltes Kameragehäuse oder Kameragehäuse mit O-Ring-Dichtung, Restfeuchtigkeit kondensiert mit der Zeit an einem zweiten Peltierelement im Inneren des Kameragehäuses. Dieses Peltierelement läuft ohne Wärmelast (CCD) und wird daher kälter als der Kühlfinger des CCD's. Bei mehrstufiger CCD-Kühlung sollte auch die Trocknung mit einem mehrstufigen Peltierelement erfolgen. Die wirksame Oberfläche kann durch einen kleinen Kühlkörper für Elektronikbauteile erhöht werden. Schnellere und bessere Wirkung wie bei (1). Trocknung schon vor Inbetriebnahme der Kamera möglich. Nachteil: Zusätzlicher Stromverbrauch des zweiten Peltierelementes .
- 14 . Kombination von (4) und (7): Zur Regenerierung wird die ganze Kamera auf einer Warmhalteplatte auf 45°C geheizt und in gewissen zeitlichen Abständen während der Beheizung über die 2 Ventile von trockenem Inertgas oder sehr gut getrockneter Luft durchströmt um die vom Silikagel abgegebene Feuchtigkeit aus dem Kamerarinneren abzuführen. Danach werden die Ventile verschlossen und die Kamera bleibt im Betrieb ca. 1 Jahr schön trocken. Diese Methode kommt bei unserer CCD-Kamera 1 schon seit 1995 zur Anwendung. Wir verwenden dazu Forminggas von meiner alten Film-Hypersensibilisierungsanlage .
- 15 . Kombination von (4) und (13): Die Silikagelkörner sind am zweiten Peltier bzw. an dessen Kühlkörper befestigt. Trocknung schon vor Inbetriebnahme der Kamera möglich. Regenerieren des Silikagels schwer möglich. Nachteil: Zusätzlicher Stromverbrauch des zweiten Peltierelementes .
- 16 . Kombination von (5) und (15): Das Kameragehäuse hat eine größere Bohrung mit Gewinde. Dort wird mit einem O-Ring abgedichtet, ein kleiner Lufttrockner hineingeschraubt. Er besteht aus einem Peltierelement mit aufgeklebtem kleinen Kühlkörper. Dieser Kühlkörper ist ev. zusätzlich mit Silikagelkörnern beklebt. Eine Trocknung ist schon vor Inbetriebnahme der Kamera möglich. Bei Bedarf wird der kleine Lufttrockner herausgeschraubt und das Silikagel durch umpolen des Peltierelementes aufgeheizt und dadurch regeneriert. Silikagel mit Kobaltindikator zeigt den trockenen Zustand durch seine blaue Farbe an. Nachteil: Zusätzlicher Stromverbrauch des zweiten Peltierelementes .
- 17 . Kombination von (15) und (7): Zur Regenerierung wird das zweite Peltierelement mit den aufgeklebten Silikagelkörnern umgepolst und dadurch beheizt und während der Beheizung in gewissen zeitlichen Abständen über die 2 Ventile von trockenem Inertgas oder sehr gut getrockneter Luft durchströmt um die vom Silikagel abgegebene Feuchtigkeit aus dem Kamerarinneren abzuführen. Danach werden die Ventile verschlossen. Nachteil: Zusätzlicher Stromverbrauch des zweiten Peltierelementes .

Bei stark gekühlten Kameras kann in feuchten Nächten selbst das Kamerafenster von außen beschlagen. Hier sind folgende Maßnahmen möglich:

18. Trocknung des Kamerafensters durch dauerndes anblasen mit Umgebungsluft. Der Erfolg stellt sich nur in Grenzfällen ein, also wenn die Umgebungsluft nicht zu feucht ist.
19. Trocknung des Kamerafensters durch anblasen mit erwärmter Umgebungsluft. Wirkt jedoch nur kurzfristig, ähnlich wie das „föhnen“ der Teleskopoptik.
20. Heizung des Kamerafensters. Wie bei einer Taukappenheizung beeinträchtigt man allerdings das Seeing.
21. Trocknung des Kamerafensters durch dauerndes anblasen mit trockenem Gas (Stickstoff) aus einer Gasflasche.
22. Trocknung des Kamerafensters durch dauerndes anblasen mit gefilterter Luft aus einem externen Lufttrockner. Die beste Methode, Beispiel: Unsere CCD-Kamera 2.