

REDUZIERUNG DER KONDENSATION IN ÜBERWACHUNGSKAMERAS: VERGLEICHSTESTS ZWISCHEN GORE® PROTECTIVE VENTS UND TROCKNUNGSMITTELN

Von Boris Pak L. Su, Zhi R. Cui und Hong Y. Yu*

Wenn in einer Überwachungskamera Feuchtigkeit kondensiert, kann dies sowohl die Funktion der Linse als auch die Bildqualität beeinträchtigen. Im Gehäuse eingeschlossene Feuchtigkeit kann zur Korrosion der Elektronikbauteile und zum Ausfall der Kamera führen. Wir verglichen anhand von zwei Methoden gemäß IP66 die Reduzierung der Kondensation in Überwachungskameras: ein abgedichtetes Kameragehäuse mit Trocknungsmittel und ein baugleiches Kameragehäuse mit einem GORE® Protective Vent. Die Untersuchung ergab, dass die Feuchtigkeit mit dem Belüftungselement von Gore auf Dauer deutlich effizienter abgeführt wird. Außerdem schützt das GORE® Vent das Gehäuse besser gegen Dichtungsversagen und Wassereintritt.

DIE SITUATION

Hersteller müssen dafür sorgen, dass die Kondensationsbildung im Kameragehäuse auf ein Minimum reduziert wird, um eine optimale Bildschärfe sowie den zuverlässigen Betrieb der Kamera sicherzustellen.

Feuchtigkeit kondensiert im Gehäuse einer abgedichteten Überwachungskamera aus verschiedenen Gründen, unter anderem, wenn die Kamera folgenden Bedingungen ausgesetzt ist:

- Dauer- oder Starkregen
- starken Temperaturschwankungen im Tagesverlauf
- extremen Wetterlagen mit abrupten Temperaturschwankungen
- wiederholten Druckunterschieden, die zum Versagen der Dichtungen und zum Wassereintritt führen.

Methoden zur Kondensationsreduzierung

1) Anfangs hielt man eine Durchgangsbohrung im Kameragehäuse für eine kostengünstige Lösung, um Feuchtigkeit nach außen abzuführen. Da durch die Öffnung Verunreinigungen wie Staub, Sand, Wasser und andere Flüssigkeiten eindringen konnten, erfüllte diese Lösung jedoch nicht die Normen der Schutzart IP66.

2) Daraufhin baute man den IP66-Anforderungen entsprechende, abgedichtete Kameragehäuse. Da im abgedichteten Milieu erst recht Feuchtigkeit kondensiert, wurden zusätzlich Trocknungsmittel eingebaut. Diese haben jedoch nur eine begrenzte Lebensdauer und müssen vom Endverbraucher regelmäßig ausgetauscht werden. Aufgrund der meist in großer Höhe angebrachten Außenkameras ist dieser Vorgang mitunter aufwändig und kostenintensiv.

3) Alternativ kann im Kameragehäuse auf der Durchgangsbohrung ein GORE® Protective Vent angebracht werden. Das GORE® Vent bietet Schutz vor dem Eindringen von Partikeln und Flüssigkeiten nach Schutzart IP66, sorgt für raschen Druckausgleich und wirkt der Kondensationsbildung im Gehäuse entgegen.

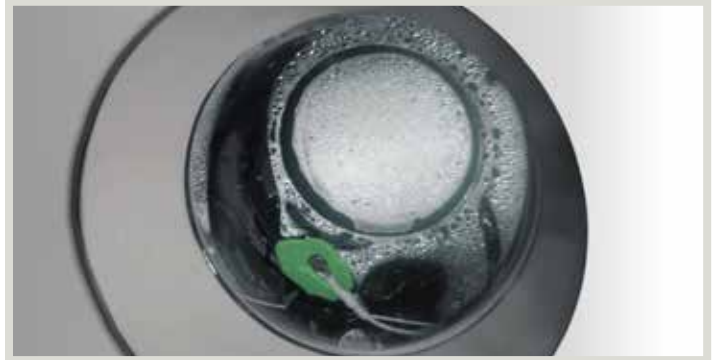


Abbildung 1: Das Trocknungsmittel konnte die Kondensationsbildung im abgedichteten Gehäuse nicht verhindern.

Die GORE® Vent Technologie

Diese Belüftungselemente beruhen auf der firmeneigenen GORE™ Membrantechnologie. Die mikroporöse Struktur ist für Gas- und Dampfmoleküle durchlässig, hält Feststoffe und Flüssigkeiten jedoch ab.

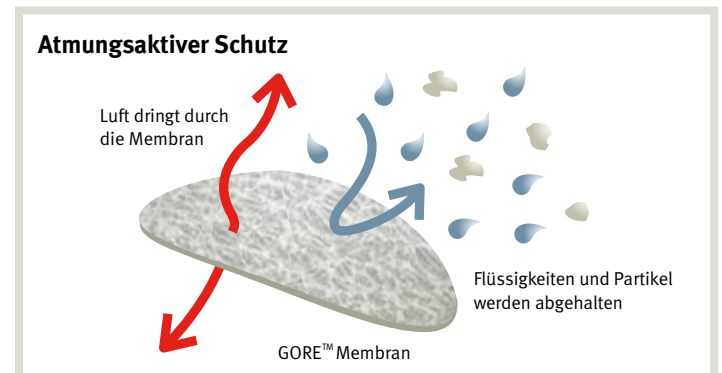


Abbildung 2: Dampf kann entweichen, während Flüssigkeiten abgehalten werden.

Die GORE™ Membran aus reinem expandiertem Polytetrafluorethylen (ePTFE) ist chemisch inert und säure-, laugen- und reinigungsmittelbeständig. Darüber hinaus sorgt die hohe UV-Beständigkeit des Materials für eine längere Lebensdauer bei Anwendungen im Außenbereich.

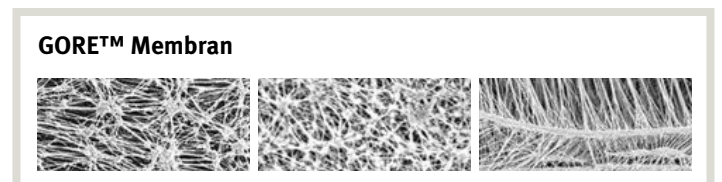


Abbildung 3: Die Mikrostruktur der Membran beruht auf einer firmeneigenen Technologie und kann an unterschiedliche Anwendungsanforderungen angepasst werden.

Protective Vents

DIE STUDIE

In dieser Studie wurde die relative Kondensationsreduzierung eines IP66-abgedichteten Gehäuses mit Trocknungsmittel mit der eines IP66-belüfteten Gehäuses mit GORE® Protective Vent verglichen. Im Folgenden werden die Ergebnisse sowie einige Zusatzinformationen zu Kameraleistung und -lebensdauer dargestellt.

Studienmethode

Es wurden zwei baugleiche Überwachungskameras für den Außeneinsatz erworben. Die erste Kamera wurde in ihrem Lieferzustand, d.h. abgedichtet und mit einem Trocknungsmittelbeutel im Gehäuseinneren, belassen. Bei der zweiten Kamera wurde der Trocknungsmittelbeutel entfernt und ein GORE® Adhesive Vent auf einer Durchgangsbohrung angebracht. Beide Kameras wurden in einer Klimakammer installiert und jeweils gemäß den vom Hersteller empfohlenen Betriebsbedingungen an Strom und Netz angeschlossen. Beide Kameras wurden im gleichen Abstand auf ihr jeweiliges Beobachtungsobjekt ausgerichtet.

Es wurden zwei getrennte Klimakammertests durchgeführt:

- Test Nr. 1 verglich Bildqualität und relative Luftfeuchtigkeit in den beiden Kameragehäusen.
- Test Nr. 2 verglich die Auswirkungen von anspruchsvollen Umweltbedingungen auf die beiden Kameragehäuse sowie deren Einfluss auf Funktion und Zuverlässigkeit der Kamera.

KLIMAKAMMERTEST NR. 1: VERGLEICH BILDQUALITÄT UND RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

Dieser Test umfasste einen Temperatur- und Feuchtigkeitszyklus von -15 °C / 0 % RH bis 55 °C / 85 % RH. Bestandteil des Zyklus war eine zehnmünütige Beregnung als Niederschlagssimulation.

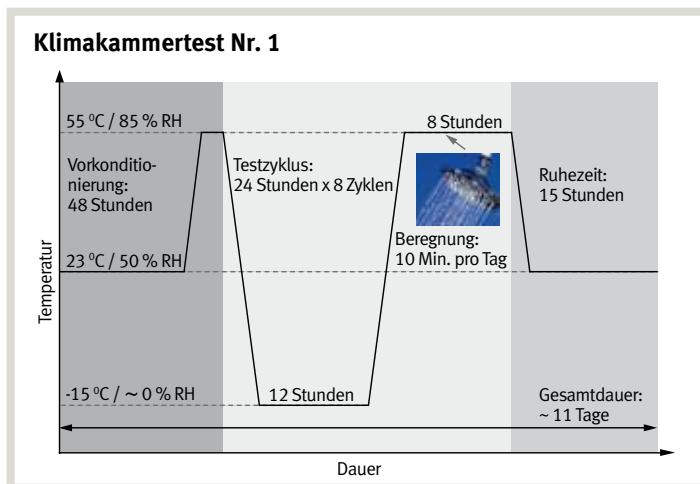


Abbildung 4: Klimakammertest mit Simulation wechselnder Wetterbedingungen, denen Kameras im Außeneinsatz ausgesetzt sein können.

Zur Beobachtung des Kondensationsverhaltens wurden im Laufe der acht Zyklen Aufnahmen der beiden Kameras sowie die Luftfeuchtigkeit in den jeweiligen Kameragehäusen aufgezeichnet.

Ergebnis: Bildqualität

In der nachfolgenden Darstellung erkennt man einen deutlichen Unterschied in der Schärfe der jeweils in der Frostphase der Zyklen aufgenommenen Bilder. Die Bildqualität der Kamera mit Trocknungsmittel verschlechtert sich im Verlauf der Zyklen durch die zunehmende Kondensation auf der Linse. Beim achten Zyklus ist das Bild deutlich getrübt. Die Bildqualität der Kamera mit GORE® Vent blieb wesentlich konstanter, da sich weniger Kondenswasser ansammelte.

Vergleich: Stabilität der Bildqualität

Kamera mit GORE® Vent: die Bildqualität bleibt konstant



1. Zyklus → 8. Zyklus



Kamera mit Trocknungsmittel: die Bildqualität verschlechtert sich deutlich

Abbildung 5: Die Bildqualität der Kamera mit Vent blieb kontinuierlich höher.

Ergebnis: Feuchtigkeitsvergleich

In den beiden Kameragehäusen wurde eine stark voneinander abweichende Luftfeuchtigkeit gemessen. Während in beiden Gehäusen die Feuchte entsprechend den Klimakammerbedingungen anstieg, nahm sie in der Kamera mit Trocknungsmittel ab dem sechsten Zyklus auffallend zu. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Trocknungsmittel komplett saturiert war und wieder Feuchtigkeit an das Gehäuseinnere abgab. Dies führte zur Kondensation, die das Trocknungsmittel eigentlich verhindern sollte.

Vergleich der Luftfeuchtigkeit

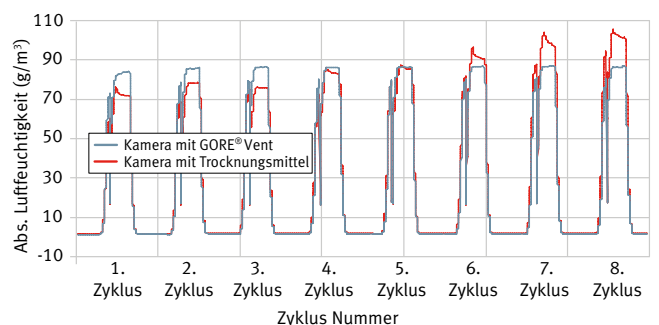


Abbildung 6: Ab dem sechsten Zyklus erzeugt das komplett saturierte Trocknungsmittel einen deutlichen Anstieg der Luftfeuchtigkeit im Gehäuse.

KLIMAKAMMERTEST NR. 2: ZUVERLÄSSIGKEIT DER KAMERA UNTER ANSPRUCHSVOLLEN UMWELTBEDINGUNGEN

Mit dem zweiten Test wurde die Leistung der beiden Kameras unter anspruchsvollen Umweltbedingungen getestet. Geprüft wurden die Auswirkungen auf die Funktion sowie langfristig auf die Zuverlässigkeit der Kamera.

Der Aufbau des Klimakammertests Nr. 2 spiegelt schwierige Umweltbedingungen wider. Zweimal täglich wurden beide Kameragehäuse einer zehnmütigen Beregnung unterzogen, die Niederschlag oder Druckwasser simulierte. Die Kammer wurde über die zehntägige Dauer des Tests auf konstanter Temperatur (55 °C) und relativer Luftfeuchtigkeit (85 % RH) gehalten.

Ergebnis: Zuverlässigkeit der Kamera

Die Luftfeuchtigkeit in der Kamera mit Vent blieb über die zehn Testtage konstant. In der abgedichteten Kamera mit Trocknungsmittel sammelte sich in den ersten drei Tagen rasch Feuchtigkeit an und nahm am vierten Tag drastisch zu. Ab dem vierten Tag stieg die Kondenswasserbildung in der abgedichteten Kamera mit Trocknungsmittel sprunghaft an und beeinträchtigte die Bildqualität.

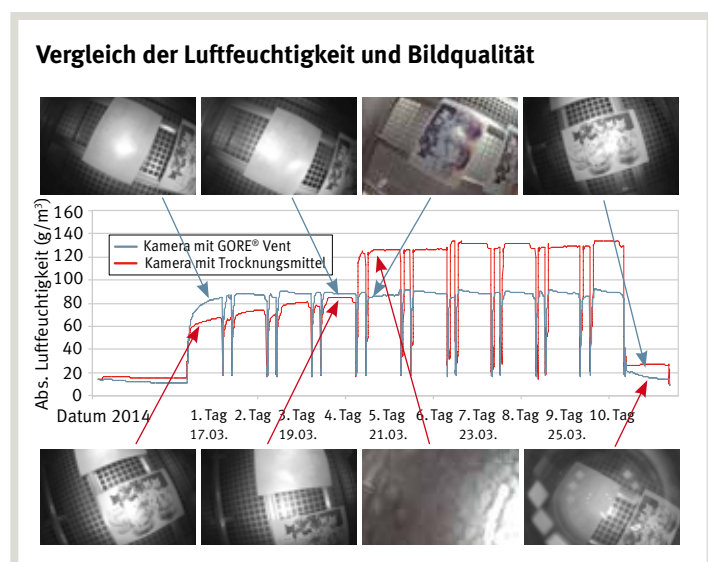
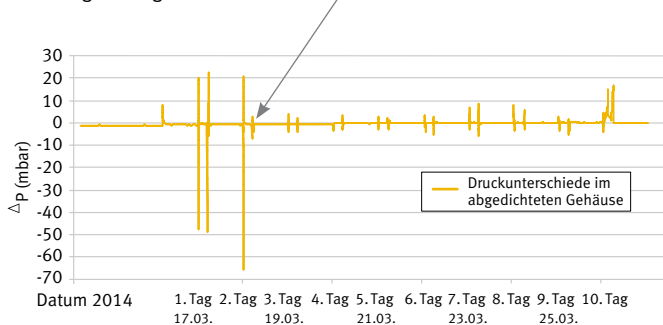


Abbildung 7: Am vierten Tag stieg die Luftfeuchtigkeit in der Kamera mit Trocknungsmittel sprunghaft an und beeinträchtigte die Bildqualität.

Um die Ursache des sprunghaften Anstiegs der Luftfeuchtigkeit im abgedichteten Kameragehäuse am vierten Tag zu verstehen, muss man die entsprechenden Druck- und Feuchtigkeitswerte der Kamera untersuchen.

Datenvergleich der abgedichteten Kamera mit Trocknungsmittel

Der starke und anhaltende Druckabfall deutet auf ein vorzeitiges Dichtungsversagen hin



Nach dem Versagen der Dichtung stieg die Luftfeuchtigkeit durch Wassereintritt sprunghaft und anhaltend an

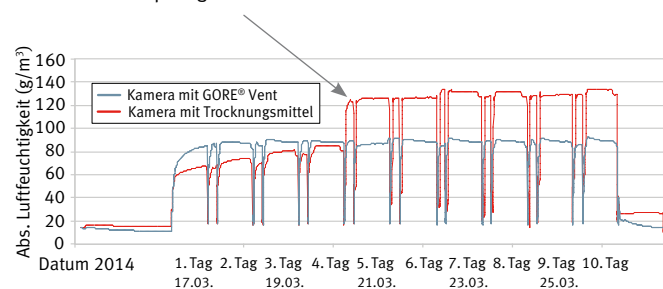


Abbildung 8: Das abgedichtete Gehäuse konnte die Druckunterschiede nicht ausgleichen; dadurch wurde die Dichtung in nur zwei Tagen über die Belastungsgrenze hinaus beansprucht und versagte.

Wie oben dargestellt, nahmen die Druckunterschiede nach dem zweiten Tag in der abgedichteten Kamera erheblich ab. Die anschließende Untersuchung ergab, dass die Dichtung aufgrund der anfänglichen hohen Druckbelastung beschädigt wurde.

Der nachfolgende Temperaturabfall (verursacht durch die Beregnung) erzeugte einen Unterdruck im Gehäuse, sodass Luft und Wasser durch die schadhafte Dichtung eingesogen wurden. Das Trocknungsmittel konnte die eingeschlossene Feuchte nicht absorbieren. Dadurch bildete sich Kondensation auf der Linse und führte zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Bildqualität.

Bei der anderen Kamera wurden der Druck über das Vent rasch ausgeglichen, sodass die Gehäusedichtung nicht bis zur Belastungsgrenze beansprucht wurde. Da die belüftete Gehäusedichtung nicht versagte, wurde die Bildqualität nicht durch Wassereintritt beeinträchtigt. Die Bildqualität der Kamera mit GORE® Vent blieb über die gesamte Testdauer konstant gut.

FAZIT

Diese Tests zeigen, dass der Einsatz von Trocknungsmitteln in abgedichteten Überwachungskameras auf Dauer keine effiziente Lösung zur Vermeidung von Kondensation darstellt. Der Trocknungsmittelbeutel erreicht einen Sättigungsgrad, ab dem er wieder Feuchtigkeit abgibt. Dadurch bildet sich im Gehäuse Kondenswasser, das die Bildqualität beeinträchtigt.

Gravierender sind die starken Druckschwankungen in einem komplett abgedichteten (unbelüfteten) Kameragehäuse. Solche Druckschwankungen verursachen wiederholt extrem hohe Beanspruchungen der Dichtungen, die zum vorzeitigen Dichtungsversagen führen. Dadurch können wiederum Verunreinigungen und Wasser eintreten und die Bildung von Kondenswasser beschleunigen. Dies führt zur Beeinträchtigung der Bildqualität und Korrosion empfindlicher Elektronikbauteile. Beides kann einzeln oder zusammen die Zuverlässigkeit der Kameralistung negativ beeinflussen und bis zur Problembehebung zum Ausfall des Überwachungssystems – oder zu Garantieansprüchen – führen.

Unsere Tests bestätigen die Leistungsvorteile des Einbaus eines GORE® Protective Vents in Gehäusen von Überwachungskameras. Die Ergebnisse zeigen, dass ein GORE® Vent, das die IP66-Schutzart gegen Wasser und Verunreinigungen erfüllt, Feuchtigkeit erheblich effizienter abführt als abgedichtete Gehäuse mit Trocknungsmitteln. Durch die Reduzierung der Kondensationsbelastung und -dauer lieferte das belüftete Kameragehäuse eine konstant gute Bildqualität und -schärfe. Entsprechend wurde die Gefahr eines Korrosionsschadens durch Kondensation gemindert.

GORE® Adhesive Vents



Abbildung 9: Die flexiblen, platzsparenden Belüftungselemente sind leicht einzubauen.

Darüber hinaus bewältigte das GORE® Vent durch Veränderungen der Umweltbedingungen bedingte Druckunterschiede weitaus besser. Druckschwankungen im belüfteten Gehäuse wurden rasch ausgeglichen und die Gefahr eines vorzeitigen Dichtungsversagens durch die geringere Beanspruchung der Dichtungen reduziert.

Durch den dauerhaften Schutz der Bildqualität und Dichtungsstabilität des Gehäuses kann der Einbau eines GORE® Protective Vents die langfristige Zuverlässigkeit einer Überwachungskamera wirksam steigern.

** Boris Pak L. Su ist Anwendungsingenieur, Zhi R. Cui und Hong Y. Yu sind Labortechniker bei W. L. Gore & Associates.*

UNSERE STANDORTE

Australien	+61 2 9473 6800	Mexiko	+52 81 8288 1281
Benelux	49 89 4612 2211	Singapur	+65 6733 2882
China	+86 21 5172 8299	Skandinavien	+46 31 706 7800
Deutschland	+49 89 4612 2211	Spanien	+34 93 480 6900
Frankreich	+33 1 5695 6565	Südafrika	+27 11 080 6150
Großbritannien	+44 1506 460123	Südamerika	+55 11 5502 7800
Indien	+91 22 6768 7000	Taiwan	+886 2 2173 7799
Italien	+39 045 6209 240	Türkei	+90 216 3935749
Japan	+81 3 6746 2572	USA	+1 410 392 4440
Korea	+82 2 393 3411		

W. L. Gore & Associates GmbH

Hermann-Oberth-Straße 26 • 85640 Putzbrunn
Tel.: +49 89 4612 2211 • Fax: +49 89 4612 2302
E-mail: protectivevents@wlgore.com

gore.de/protectivevents

DIESES PRODUKT EIGNET SICH NUR FÜR DEN EINSATZ IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN und ist nicht für die Herstellung, Verarbeitung oder Verpackung von Lebensmitteln, Medikamenten, Kosmetik- oder Medizinprodukten bestimmt.

Alle technischen Informationen und Hinweise beruhen auf den bisherigen Erfahrungen und/oder Testergebnissen von Gore. Diese Informationen sind nach bestem Wissen erteilt, sie begründen jedoch keine Haftung von Gore. Kunden werden gebeten, die Brauchbarkeit und Verwendbarkeit in der jeweiligen Anwendung zu prüfen, denn die Leistungsfähigkeit des Produkts kann nur eingeschätzt werden, wenn alle Einsatzdaten verfügbar sind. Die oben genannten Informationen können sich ändern und sind daher nicht als Grundlage für Spezifikationen zu verwenden.

Für den Verkauf der Produkte gelten die allgemeinen Verkaufsbedingungen von Gore.

GORE und Bildzeichen sind Marken von W. L. Gore & Associates.
© 2015 W. L. Gore & Associates GmbH