Ein Überblick über verschiedene Optionen zum Schutz Ihres Kopfes und Nackens gegen lang andauernde Hitzeeinwirkung: das neue KALIS-Trockenkühlsystem als optimale Wahl für persönliche Schutzausrüstung (PSA).

Technisches Whitepaper Autor:

Mr Rod King
Centurion Safety Products

Höheres Nationales Zertifikat im Ingenieurwesen
Ausschussmitglied von PH2 (britischer technischer Ausschuss für Augen- und Gesichtsschutz)
Mitglied des Britischen Verbands für Industriesicherheit (Produktgruppen Augen- und Gesichts-, Gehör- und Kopfschutz)

INUTEQ® PERSONAL COOLING

CENTURION®
WHEN CLARITY COUNTS

Inhalt

Hintergrund 3

Nasskühlung im Vergleich zu KALIS-Trockenkühlung 4

Vorausdenken: Fünf-Jahres-Kostenrechner 5

Wie funktioniert die KALIS-Trockenkühltechnologie? 6

Untersuchung der Leistung der KALIS-Trockenkühltechnologie 8

Welches Material würden Sie zum Schutz gegen Hitzeeinwirkung spezifizieren? 10

Quellenangaben 11

Autoren 12

Hintergrund zu den aktuellen Optionen

In diesem Artikel werden zunächst die Probleme der Hitzebewältigung in der Arbeits-PSA diskutiert. Anschließend werden verschiedene Kühlmethoden untersucht, und es wird ein neues Trockenkühlsystem von Centurion Safety Products vorgestellt, welches eine innovative, auf dem Markt erstmalige Alternative zu Nasskühlung darstellt, die zur Verbesserung der Leistung, Gesundheit und Kostenvorteile entwickelt wurde.

PSA-Träger, die Arbeiten unter heißen und feuchten Bedingungen ausführen, sind dem Risiko verminderter Konzentration, Produktivität und Sicherheit ausgesetzt. Wesentliche Faktoren, die zur Hitzebelastung beitragen, sind das Wetter, die Arbeitsgeschwindigkeit, die Kleidung und die individuelle Person. Es gibt ebenfalls versteckte Faktoren, die dazu beitragen, wie Isolation, Kultur, Kontrolle und Bildung. Über 93 % der Arbeiter erleben bei der Arbeit Hitzebelastung*. Hitzebelastung kann ebenfalls zu Erkrankungen oder Verletzungen führen, während Hitzschlag – die schwerste hitzebedingte Krankheit – zum Tode führen kann, wenn die Symptome nicht rechtzeitig behandelt werden. Dessen ungeachtet treten jedes Jahr weltweit mehr Fälle hitzebedingter Erkrankungen unter PSA-Trägern auf. Dies wird voraussichtlich aufgrund des Klimawandels weiter ansteigen, vor allem bei Arbeitern, die im Außenbereich tätig sind und unter hoher Arbeitsbelastung stehen. In einer Studie aus dem Jahr 2015, die vom International Journal of Environmental Research and Public Health veröffentlicht wurde, gaben 96 % der in den Bereichen Bauwesen, Verkehr, Metallherstellung und anderen Sektoren angestellten befragten indischen Arbeiter an, dass ihre Gesundheit durch berufsbedingte Hitzebelastung beeinträchtigt sei. Über die Hälfte (57 %) meldeten Produktivitätsverluste. Bisher waren Nasskühlsysteme die beste verfügbare Lösung, um Arbeiter mit zusätzlichem Kopf- und Nackenschutz gegen Hitze, Luftfeuchtigkeit und direktes Sonnenlicht auszurüsten. Bei den weniger kostspieligen Nasskühlmethoden wird das Produkt (z. B. eine Einlage oder ein Gewebe) angefeuchtet und ausgewrungen und dann getragen, während die Verdunstung wirksam wird. Kostspieligere Produkte verwenden Eis oder Kühlrohre. Jedoch ergaben sich bei der Verwendung von Nasskühlsystemen in der Regel Probleme. Diese Probleme entstehen normalerweise, weil Nasstechnologien in Wasser getaucht werden müssen, sodass sie nie 100%ig trocken sein können, was beim Träger zu einem potenziellen Unbehagen sowie Risiken der Kontaminierung führen kann. Verdunstungsnasskühlung wird auch durch hohe Luftfeuchtigkeit beeinträchtigt, was zu einer Verkürzung der Kühl-Lebenszyklen führt. Zudem sind die verfügbaren Kühlsysteme in der Regel unzureichend kompatibel mit bestimmten Arten von PSA. Die Nachfrage nach einer kühleren, saubereren und langlebigeren Lösung veranlassten Centurion dazu, in Zusammenarbeit mit INUTEQ® das innovative neue KALIS-Trockenkühlsystem zu entwickeln. Das System ist bequem, langlebig und antibakteriell konzipiert und hält den Träger für längere Zeiträume kühl – weit unter der „Bestleistungs-Komfortzone" von 22 °C – und 100%ig trocken. Das Produkt ist universeller kompatibel mit PSA, leistungsgeprüft und für die Verwendung mit allen Centurion-Helmen zugelassen.

Abbildung 1
KALIS-Trockenkühlsystem Produktbeispiele, die Helmeinlage und Helm-Schweißband

* Umfrage der CDC, USA 2015

CENTURION®
WHEN CLARITY COUNTS

Eine Einführung zum Vergleich zwischen Nass- und Trockenkühlung

Das Kalis-Trockenkühlsystem hält den Träger nachweislich um 15 °C kühler als die Umgebungstemperatur sowie vollkommen trocken. Es bleibt viermal so lange kühl und bietet einen überlegenen Komfort im Vergleich zu Nasskühltechnologien.

Das Prinzip des KALIS-Trockenkühlsystems besteht darin, dass Wasser in die Einlage gegeben und zwischen zwei Gewebeschichten gehalten wird, die den Träger sowohl kühl, als auch 100%ig trocken halten. Zudem ist das Produkt antibakteriell und damit hygienischer. Diese Eigenschaften stehen im Kontrast zur Nasskühlung, bei der das Produkt in Wasser getaucht wird, sich auf der Haut des Trägers nass und unangenehm anfühlt und anfällig gegenüber potenzieller Kontaminierung ist. Die Vorteile der Trockenkühlung gegenüber der Nasskühlung sind in der Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2
Systemvergleich, KALIS-Trockenkühlung im Vergleich mit Nasskühlung

	Das Problem Nasskühltechnologien	Die Lösung Trockenkühltechnologie
1	Sie werden in Wasser eingetaucht und fühlen sich daher auf der Haut nass und unangenehm an	Die Trockenkühltechnologie von Centurion ist 100%ig trocken und daher vollkommen angenehm für den Träger
2	Sie bieten nur einen Kühlvorteil für einige Stunden (abhängig von der Luftfeuchtigkeit)	Trockenkühlung hält aufgrund der inneren und äußeren Membranen 1–3 Tage an
3	Können nur 100 Mal* aktiviert werden, halten also bei zweimaliger Aktivierung pro Tag nur etwa 2–3 Monate	Kann bis zu 750 Mal aktiviert werden, hält also bis zu 5 Jahre, je nachdem, wie oft das System reaktiviert wird
4	Bieten dem Träger nur zwischen 6 und 12 °C Kühlvorteil	Kann dem Träger bis zu 15 °C Kühlvorteil bieten
5	Handwäsche (mit einer Bürste und Seife) ist meist vorgegeben	Trockenkühlung ermöglicht Reinigung in der Waschmaschine
6	Sind in der Regel nicht antibakteriell und können daher kontaminiert und schmutzig werden	Trockenkühlung ist antibakteriell

*Abhängig von der verwendeten Marke

Vorausdenken:

Fünf-Jahres-Kostenrechner

Die zum Patent angemeldeten Verbesserungen des KALIS-Trockenkühlsystems gegenüber konkurrierenden Nasskühlsystemen sind konzipiert worden, um über Komfort und Leistung hinauszugehen.

Bestimmte Vorteile von KALIS, wie beispielsweise die viermal so lange Kühlung und die bis zu fünfmal so lange Gesamtleistung, können Benutzern auch unter Investitionsgesichtspunkten großen Nutzen bringen. Es ist ebenfalls möglich, die Kosten pro Benutzung mit jeder Trockenkühlung zu halbieren. Abbildung 3 fasst die erheblichen Kostenvorteile der Inuteq-DRY®-Technologie, auf der die KALIS-Trockenkühlsysteme basieren, im Vergleich zu konkurrierenden Nasskühlsystemen zusammen. Die Daten veranschaulichen, warum die Trockenkühlung ein attraktives Wertangebot darstellt.

Abbildung 3
Trocken im Vergleich zu Nass, Fünf-Jahres-Kostenrechner

	Nasskühl -Konkurrenzprodukt	Centurion Kalis-Trockenkühlsystem
Anzahl der Aktivierungen	100*	750
Geschätzte Lebensdauer	1 Jahr	5 Jahre
Kühldauer	5-10 Stunden angegeben	1-3 Tage
Kosten pro Benutzung von Trocken- und Nasskühlung	£0.08	£0.04
Geschätzter Preis (£GBP) über einen Zeitraum von 5 Jahren**	£194.40	£30.00

*Gilt für die meisten Konkurrenzmarken
**Basiert auf 150 Aktivierungen pro Jahr entsprechend den Forschungsergebnissen von Centurion und INUTEQ®

CENTURION®
WHEN CLARITY COUNTS

Wie funktioniert die KALIS-Trockenkühltechnologie?

Wasser ist ein wesentlicher Bestandteil sowohl der Nasskühlung, als auch des KALIS-Trockenkühlsystems, jedoch mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Durch die Verdunstungstendenz des Wassers in heißen Umgebungen kann KALIS eine maximale Kühlleistung erreichen, die bis zu 3 Tage lang anhält, im Gegensatz zu nur fünf bis zehn Stunden bei der Nasskühlung.

Das KALIS-Trockenkühlsystem wurde für Umgebungen entwickelt, in denen Kühlung erwünscht ist und Ressourcen begrenzt sind. Zur Aktivierung der Technologie trägt der Benutzer eine begrenzte Menge Wasser auf die Einlage auf. Wie in Abbildung 4 dargestellt, wird das Wasser anschließend zwischen zwei Membranen gespeichert: die äußere Schicht ist halbdurchlässig, sodass das Wasser verdunsten kann; während die innere Schicht undurchlässig ist, um die Haut des Trägers zu schützen und sie 100%ig trocken zu halten.

Das KALIS-System kühlt den Träger, indem es die Energie des Wassers innerhalb der Einlage verwendet. Der Wasserdampf entweicht durch das poröse Material, verdunstet und kühlt so den Benutzer. Das KALIS-Trockenkühlsystem funktioniert daher in feuchten Umgebungen am besten; je mehr Luftströmung vorhanden ist, desto besser ist der Kühleffekt.

Insbesondere ist das KALIS-System eine „Wärmesenke", die durch die Neigung des Wassers, zu verdunsten, wenn es mit Energie (Wärme) aus der unmittelbaren Umgebung kombiniert wird, aktiviert wird. Da Wasser eine der höchsten Wärmekapazitäten (4,184 J/g/°C) und latenten Verdunstungswärmen (2.260 KJ/kg) aufweist, ist es eine innovative und effektive Option zur internen Aktivierung des Produktes. Wasser ist auch sicher, umweltfreundlich und allgemein verfügbar, sodass das KALIS-Trockenkühlsystem einfach und ohne Zusatzkosten aufgefüllt werden kann.

Wenn Wasser hinzugefügt wurde, um das KALIS-Trockenkühlsystem zu aktivieren, hängt der Grad, zu dem es den Träger kühlt, von zwei Faktoren ab. Der erste ist die Größe der Löcher (oder Poren) in der halbdurchlässigen Membran, die als „Schleuse" fungiert. Größere Löcher bedeuten, dass der Wasserdampf schneller durch die Schleuse passieren kann und bieten dem Träger so eine schnellere Kühlung.

Der zweite Faktor ist die Reaktion der relativen Luftfeuchtigkeit (rF) mit der Luftströmung über dem Produkt. Je größer der Unterschied zwischen dem Inneren der Einlage (die 100 % rF beibehält) und dem Umgebungsklima (einschließlich der Geschwindigkeit der Luftströmung) ist, desto mehr wird die Verdunstung angetrieben und erhöht so den Grad der Kühlung. Die Kalis-Helmeinlage von Centurion ist in Helmen mit Belüftung leistungsfähiger.

Ein Vorteil des KALIS-Trockenkühlsystems ist, dass es nur eine geringe Menge Wasser benötigt, um eine maximale Kühlleistung zu erreichen. Dies bedeutet jedoch auch, dass sich nur eine begrenzte Menge Wasser in dem Produkt befindet und daher die Kühlleistung ebenfalls begrenzt ist.

Zum besseren Verständnis der Wasserbewegung in Bezug auf die Luftfeuchtigkeit, von der die innere Aktivierung des KALIS-Systems abhängig ist, ist es nützlich, sich den Prozess als eine Rutsche vorzustellen. Da Wasser von Natur aus stets vom höheren Ende der Rutsche zum niedrigeren Ende fließt, verursacht ein steileres Gefälle eine größere Differenz in der relativen Luftfeuchtigkeit.

Abbildung 4
Trockenkühlmembranen.

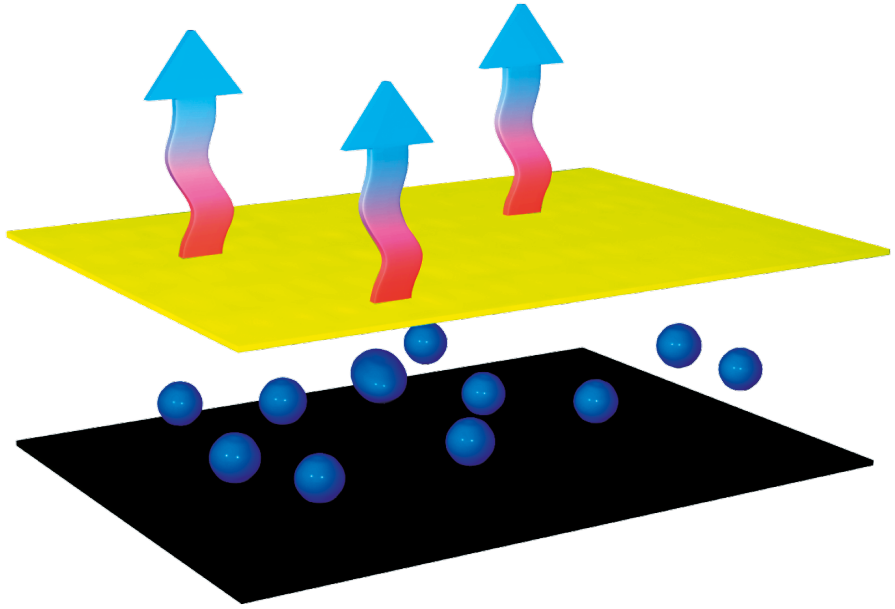
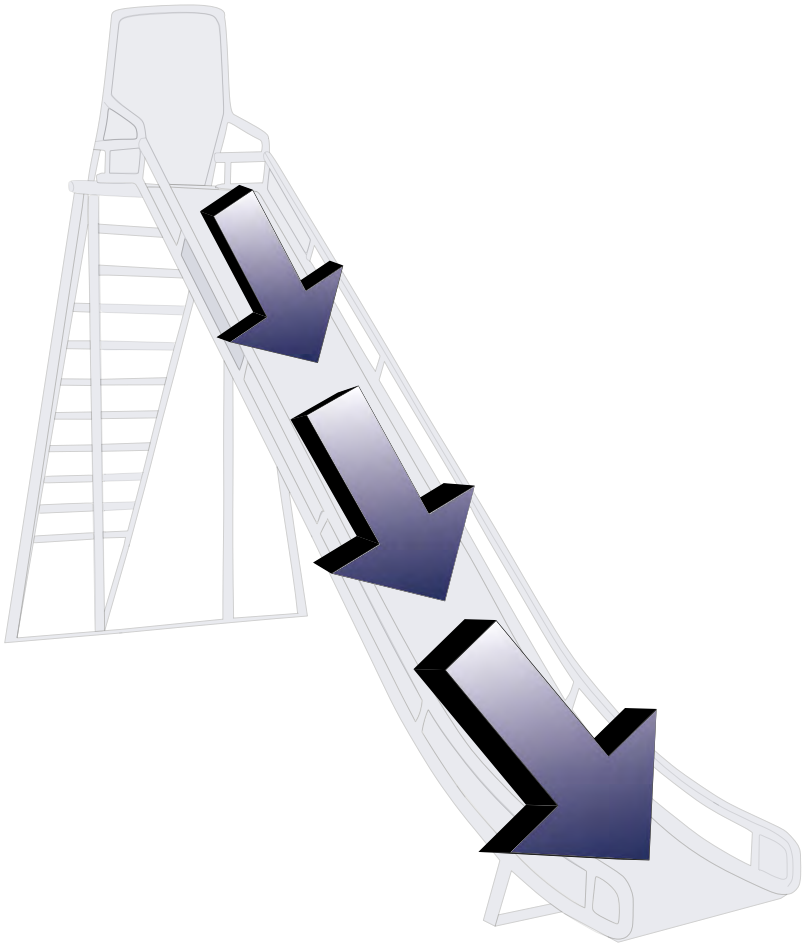


Abbildung 5
Wasserbewegung in Bezug auf Luftfeuchtigkeit.



Leistung der KALIS-Trockenkühltechnologie

Was könnte für die Endbenutzer des kühlenden Kopf- oder Nackenschutzes von Bedeutung sein?

In umfassender Forschung mit Benutzern des Produktes und denen, die die Vorgaben dafür festlegen, wurden vier Anforderungen an das Produkt deutlich hervorgehoben.

a) Kühlen des Trägers auf eine ausreichend niedrige Temperatur

b) Schnelle, für einen „angemessenen" Zeitraum anhaltende Kühlung

c) Tragekomfort und Trockenbleiben auf der Haut

d) Antibakteriell und einfach zu waschen

Centurion entwickelt und fertigt die modernsten und intuitivsten Kopfschutzsysteme der Welt. Das zum Patent angemeldete Kalis-Trockenkühlsystem ist das Ergebnis einer innovativen Zusammenarbeit in den Bereichen Design und Benutzerfreundlichkeit mit INUTEQ® – dem weltweit führenden Hersteller von persönlichen Kühltechnologien und -produkten. Diese Partnerschaft folgte umfassenden Benutzerbefragungen, die die Probleme mit bestehenden industriellen Kühlsystemen aufzeigten. Um die Effektivität des KALIS-Trockenkühlsystems von Centurion als Verbesserung gegenüber bestehenden Nasskühlprodukten vollständig zu beurteilen, wurde die Inuteq DRY®-Technologie, auf der das System basiert, umfangreichen Tests unterzogen, die unter kontrollierten und stabilisierten Klimabedingungen bei 21 °C bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit (rF) erfolgten. An der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München, Deutschland wurden Thermoregulationsprüfungen durchgeführt, um die Klimabedingungen zwischen der menschlichen Haut des Trägers und der Technologie selbst über einen bestimmten Zeitraum zu messen, sowohl während körperlicher Betätigung, als auch in Ruhephasen.

Die Testperson war männlich, im Alter von zwischen 45 und 55 Jahren, 185 cm groß und etwa 90 kg schwer, von mittlerer körperlicher Fitness und hatte frühere Erfahrung mit Thermoregulationsprüfungen. Die Testperson wurde zweimal über einen Zeitraum von insgesamt 45 Minuten einem identischen Prüfprozess unterzogen und trug beide Male Inuteq-Technologie in Form von kühlendem Kopfschutz. Der Testablauf selbst beinhaltete 10 Minuten Pause, 10 Minuten Aktivität, gleich 80 Minuten Arbeit (W) auf einem Fahrradergometer, gefolgt von weiteren fünf Minuten Pause zum Abschluss der Sitzung. Eine zweistündige Pause erfolgte zwischen beiden Tests, damit die Testperson wieder in den „Normalzustand" zurückkehren konnte.

Die spezielle Inuteq DRY®-Trockenkühltechnologie wurde mit einer wasseraufsaugenden Einlage betrieben, um nach der Durchnässung die Verdunstungskühlung zu erzeugen, sowohl im Inneren der Textilschichten des Produktes, als auch um diese herum. Ohne Hinzufügen des Wassers zur Aktivierung der Trockenkühltechnologie funktionierte das Produkt ohne jegliche Kühleigenschaften. Aus diesem Grund wurde die Testperson im ersten Testzyklus beurteilt, während sie das Produkt „mit Wasserbeladung" trug und im zweiten „ohne Wasserbeladung", um den Einfluss der Flüssigkeit auf den Trockenkühlprozess vollständig zu untersuchen.

Unter Einsatz der Wasserbeladung bestätigte der Träger, dass die Inuteq-Technologie „sehr komfortabel" ist. Die Testperson meldete ebenfalls keine Empfindung, dass die Technologie „zu kühl" sei. Dies war beim Test des Produktes ohne Wasserbeladung nicht der Fall. Abbildung 6 veranschaulicht die Unterschiede in der Temperatur (T) zwischen beiden Produkten während der insgesamt 45-minütigen Testdauer.

Abbildung 6

Unterschiede in der Temperatur (T) zwischen beiden Kappen während der insgesamt 45-minütigen Testdauer

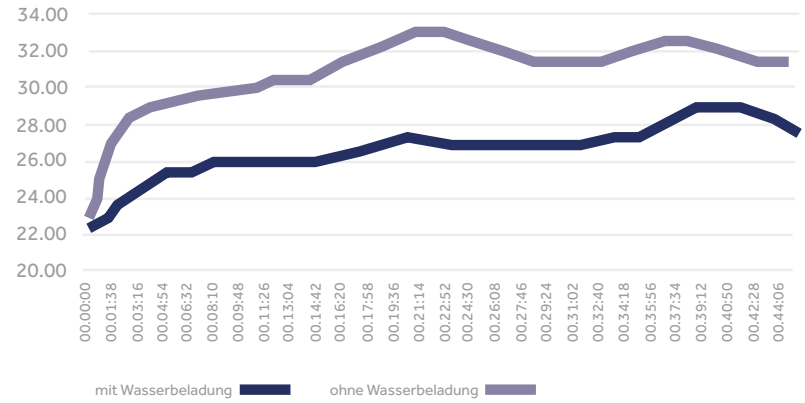
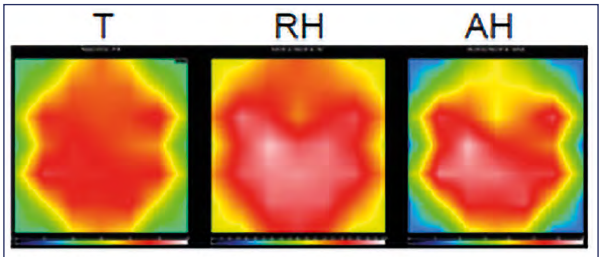
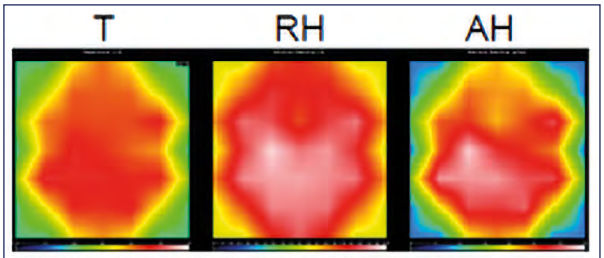


Abbildung 7
Thermalbilder, die den Kühleffekt der Verdunstung und ihren Einfluss auf die Thermoregulationsaktivitäten des Menschen veranschaulichen.

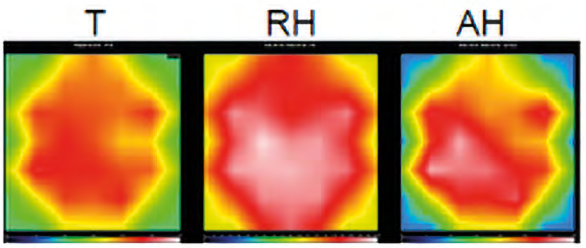
Mit Wasserbeladung



Mit Wasserbeladung nach 25 min.

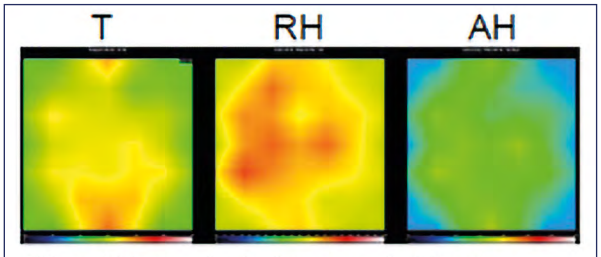


Mit Wasserbeladung nach 35 min.

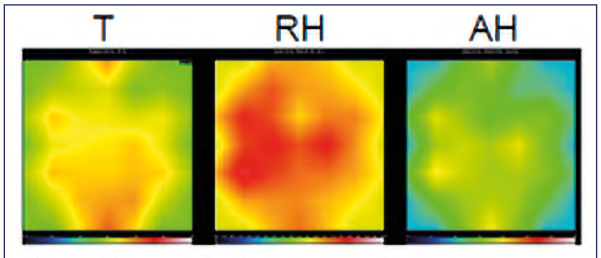


Mit Wasserbeladung am Ende der Messzeit.

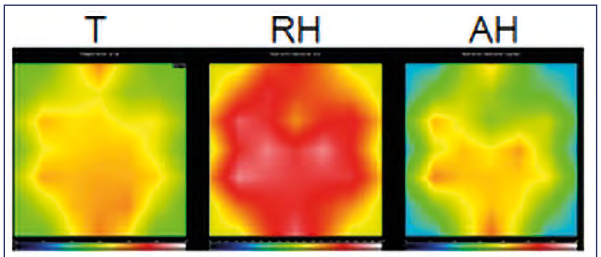
Ohne Wasserbeladung



Ohne Wasserbeladung nach 25 min.



Ohne Wasserbeladung nach 35 min.



Ohne Wasserbeladung am Ende der Messzeit.

Die Thermalbilder in Abbildung 7 veranschaulichen den Kühleffekt der Verdunstung und ihren Einfluss auf die Thermoregulationsaktivitäten des Menschen. Die Klimaentwicklung zwischen Mensch und Testobjekt wurde mit einer „THG BodyView 14"-Sensoreinheit und einer Drei-Sensor-Einheit verfolgt, um Daten zur Temperatur (T), relativen Luftfeuchtigkeit (rF) und absoluten Luftfeuchtigkeit (aF) über den Testzeitraum zu messen.

Die Thermalbilder verfolgen in Echtzeit die Klimaveränderungen zwischen dem Produkt, das in jedem Test getragen wird, und dem Kopf des Trägers und stellen den Kopfbereich aus einer Perspektive dar, als würde man von über der Stirn aus darauf blicken. Die Farbskala ist messbar und reicht von schwarz (kühl/trocken) über blau, grün und gelb bis hin zu weiß (heiß/feucht).

Jede Zeile stellt die sich verändernden Klimabedingungen während des Tests dar, die zur Startzeit und dann in Abständen nach 10, 25, 35 und schließlich 45 Minuten gemessen wurden. Die linke Spalte (T) zeigt die Wärmeentwicklung in °C, die mittlere Spalte misst die rF als %, und die rechte Spalte zeigt die aF in g/kg.

Welches Material würden Sie zum Schutz gegen Hitzeeinwirkung spezifizieren?

Die Verwendung der Wasserverdunstung im KALIS-Trockenkühlsystem ist nicht nur innovativ, sondern ermöglicht auch umfangreiche und konkrete betriebliche Vorteile. Das System ist dazu ausgerüstet, den Träger um 15 °C kühler als die Umgebungstemperatur zu halten und bleibt im Vergleich zu Nasskühltechnologien bis zu viermal so lange kühl. Es ist 100%ig trocken und bietet einen überlegenen Komfort. Zusammen mit den Betriebskostenvorteilen und den Systemzulassungen von Centurion machen diese Faktoren KALIS zur deutlichen ersten Wahl für umfassenderen Kopf- und Nackenschutz als PSA.

Da das KALIS-Trockenkühlsystem neu auf dem Markt für PSA für den Bereich oberhalb des Nackens ist, muss sein volles Potenzial noch realisiert werden. Sicher ist jedoch, dass die Technologie die erste ihrer Art ist, die Arbeitern einen solch zuverlässigen Schutz für den Bereich oberhalb des Nackens bietet. Das Produkt kann dazu beitragen, die Konzentration und Leistung zu verbessern, das Schwitzen zu verringern und Symptomen der Hitzebelastung vorzubeugen. Darüber hinaus bietet es eine unübertroffene Kompatibilität mit allen Helmen, und Leistungsprüfungen bestätigen die Konformität mit allen Centurion-Helmen. Auch wenn Nasstechnologieprodukte am Kaufort relativ günstig zu erwerben sind – wenn es um den Schutz der Arbeiter gegen die erheblichen Produktivitäts- und Gesundheitsbeeinträchtigungen aufgrund von hitzebedingten Krankheiten geht, empfehlen wir, ein wenig mehr in die Trockenkühlung zu investieren, um Standards zu übertreffen und eine hohe Gewissheit für alle zu schaffen.

REFERENCES:

Venugopal, V., Chinnadurai, J., Lucas, R. and Kjellstrom, T. (2016). Occupational Heat Stress Profiles in Selected Workplaces in India (Berufsbedingte Hitzebelastungs-Profile an ausgewählten Arbeitsplätzen in Indien). International Journal of Environmental Research and Public Health 2016, [online] Volume 13(89), pp.1-13. Verfügbar unter: www.mdpi.com/ journal/ijerph [Zugriff am 25. April 2018].

www.hse.gov.uk, (2013). Health and Safety Executive (HSE) – Heat stress in the workplace, a brief guide (Hitzebelastung am Arbeitsplatz, ein kurzer Leitfaden). [online] Verfügbar unter: www.hse.gov.uk/pubns/indg451.htm [Zugriff am 25. April 2018].

Inside Climate GmbH. Russ, C. (2018). Evaluation of "dry cap" – Microclimate measurement between human skin and test objects over time under physical activity (Auswertung der „Trockenkappe" – Messung des Mikroklimas zwischen menschlicher Haut und Testobjekten über einen bestimmten Zeitraum bei körperlicher Betätigung). Hochschule für angewandte Wissenschaften, München, Deutschland.

AUTOR HR. ROD KING

Rod ist ein vollständig qualifizierter Maschinenbauingenieur, der seine Karriere beim Verteidigungsministerium begann, wo er in diversen Bereichen wie Luftfahrt, Hydraulik, Kraftstoffsystemen und Filtration arbeitete.

Anschließend arbeitete er als Senior-Test- und Entwicklungsingenieur und trug die Verantwortung für die Zustandsüberwachung in vielen Wirtschaftssektoren wie Luftfahrt, Hydraulik, Energieerzeugung und Offshore-Öl und -Gas. In diesen Industrien wurde er Leiter der Produktprüfung gemäß den ISO-Standards, einschließlich der CE- und ATEX-Produktzertifizierungen, sowie der Entwicklung neuer Produkte. Rod war Vertreter im technischen Ausschuss TC6 der British Fluid Power Association (BFPA) zur „Kontaminationskontrolle" und trug zur Ausarbeitung und Verbesserung britischer Standards und Richtlinien bei.

Seit seinem Einstieg bei Centurion ist Rod der technische Vertreter bei der Entwicklung vieler neuer Projekte zu „Schutzsystemen im Bereich oberhalb des Nackens" und ist innerhalb dieser Projektteams für die Prüfung verantwortlich. Er ist ebenfalls Ausschussmitglied von PH2, dem Ausschuss für Augen- und Gesichtsschutz im Vereinigten Königreich.

GESCHÄFTSFÜHRER/MITINHABER DER INUTEQ® INTERNATIONAL B.V. HR. ERIC PELLIS

INUTEQ® ist ein niederländisches, weltweit führendes Unternehmen in der Entwicklung und Fertigung innovativer persönlicher Kühltechnologien.

Die bestmöglichen Lösungen zu finden, um Menschen und Tiere komfortabel und kühl zu halten, steht im Mittelpunkt der Philosophie von INUTEQ®.

Eric ist ein erfahrener, praxisbezogener internationaler Verkaufs- und Betriebsleiter, der für kundenspezifische Projekte bei INUTEQ® verantwortlich ist.

INUTEQ®
PERSONAL COOLING

CENTURION®
WHEN CLARITY COUNTS