

Sebastian Geese

Arbeitsphysiologische Auswirkungen des Tragens von Schutzkleidung

**Auswirkungen von Kühl- und
Tiefkühlhauskleidung auf
Körperkerntemperatur und Energieumsatz**

Geese, Sebastian: Arbeitsphysiologische Auswirkungen des Tragens von Schutzkleidung: Auswirkungen von Kühl- und Tiefkühlhauskleidung auf Körperkerntemperatur und Energieumsatz. Hamburg, Diplomica Verlag GmbH 2015

Buch-ISBN: 978-3-95850-565-0

PDF-eBook-ISBN: 978-3-95850-065-5

Druck/Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2015

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© Diplomica Verlag GmbH

Hermannstal 119k, 22119 Hamburg

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2015

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Inhaltsverzeichnis | 1 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 2 |
| Tabellenverzeichnis | 3 |
| Nomenklatur | 4 |
| 0 Zusammenfassung..... | 7 |
| 1 Einleitung..... | 8 |
| 2 Grundlagen..... | 10 |
| 2.1 Grundlagen der untersuchten physiologischen Parameter | 10 |
| 2.1.1 Körperkerntemperatur..... | 11 |
| 2.1.2 Energieumsatz..... | 14 |
| 2.2 Zur Datenerhebung verwendete Messgeräte..... | 20 |
| 2.2.1 Braun Thermoscan IRT 4520..... | 20 |
| 2.2.2 Cortex MetaMax3B | 22 |
| 2.3 Darstellung der verwendeten Kleidung..... | 24 |
| 2.3.1 Allgemeine Kennzahlen für die Beurteilung von Kälteschutzkleidung..... | 24 |
| 2.3.2 Als Studienobjekt ausgewählte Kleidung | 27 |
| 3 Versuchshypothesen | 29 |
| 4 Versuchsdesign | 31 |
| 5 Verfahren der statistischen Auswertung | 35 |
| 5.1 Ermittlung der Prüfgröße t | 35 |
| 5.2 Signifikanzgrenzen nach Sachs..... | 36 |
| 5.3 Beispielrechnung..... | 38 |
| 6 Ergebnisse der arbeitsphysiologischen Laboruntersuchung | 40 |
| 6.1 Ermittelte Unterschiede zwischen Kühllager- und Sportkleidung..... | 41 |
| 6.2 Ermittelte Unterschiede zwischen Tiefkühlager- und Sportkleidung | 47 |
| 6.3 Ermittelte Unterschiede zwischen Tiefkühlager- und Kühllagerkleidung..... | 54 |
| 7 Diskussion der Ergebnisse und abschließende Beurteilung..... | 62 |
| 8 Literaturverzeichnis | 64 |
| Anhang..... | 67 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Anstieg der Körperkerntemperatur bei Belastung | 14 |
| Abbildung 2: Integralverfahren Energieumsatzbestimmung | 16 |
| Abbildung 3: Braun Thermoscan IRT 4520 | 21 |
| Abbildung 4: Cortex MetaMax 3B | 23 |
| Abbildung 5: Temperatur, Energieumsatz, Mindest-Wärmeisolation | 25 |
| Abbildung 6: Temperatur, Energieumsatz, Thermische Neutralität | 26 |
| Abbildung 7: EU-Verlauf während eines Versuchstages..... | 40 |
| Abbildung 8: Arbeitsenergieumsatz bei Laufbandtätigkeit in Kühllager- und Sportkleidung | 42 |
| Abbildung 9: Arbeitsenergieumsatz bei Umsetztätigkeit in Kühllager- und Sportkleidung | 43 |
| Abbildung 10: Temperaturveränderung bei Laufbandtätigkeit in Kühllager- und Sportkleidung..... | 45 |
| Abbildung 11: Temperaturveränderung bei Umsetztätigkeit in Kühllager- und Sportkleidung..... | 46 |
| Abbildung 12: Arbeitsenergieumsatz bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühllager- und Sportkleidung..... | 48 |
| Abbildung 13: Arbeitsenergieumsatz bei Umsetztätigkeiten in Tiefkühllager- und Sportkleidung..... | 49 |
| Abbildung 14: Temperaturveränderung bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühllager- und Sportkleidung..... | 51 |
| Abbildung 15: Temperaturveränderung bei Umsetztätigkeiten in Tiefkühllager- und Sportkleidung | 52 |
| Abbildung 16: Arbeitsenergieumsatz bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühl- und Kühllagerkleidung | 55 |
| Abbildung 17: Arbeitsenergieumsatz bei Umsetztätigkeiten in Tiefkühl- und Kühllagerkleidung..... | 56 |
| Abbildung 18: Temperaturveränderung bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühl- und Kühllagerkleidung..... | 58 |
| Abbildung 19: Temperaturveränderung bei Umsetztätigkeit in Tiefkühl- und Kühllagerkleidung..... | 59 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Grundumsatzübersicht | 18 |
| Tabelle 2: Probandenübersicht..... | 31 |
| Tabelle 3: Beispiel eines Versuchstages | 33 |
| Tabelle 4: Kleidungsfolgen je Proband..... | 34 |
| Tabelle 5: Arbeitsenergieumsatz während Umsetztätigkeit in Tiefkühlagerkleidung | 35 |
| Tabelle 6: Auszug aus Tabelle der Signifikanzgrenzen nach SACHS (2004)..... | 37 |
| Tabelle 7: Bereiche der Irrtumswahrscheinlichkeiten nach SACHS (2004)..... | 37 |
| Tabelle 8: Arbeitsenergieumsatz während Umsetztätigkeit in Sportkleidung | 38 |
| Tabelle 9: Bildung der Differenzenpaare..... | 39 |
| Tabelle 10: Arbeitsenergieumsatz bei Laufbandtätigkeit in Kühlager- und Sportkleidung..... | 42 |
| Tabelle 11: Arbeitsenergieumsatz bei Umsetztätigkeit in Kühlager- und Sportkleidung..... | 43 |
| Tabelle 12: Temperaturveränderung bei Laufbandtätigkeit in Kühlager- und Sportkleidung..... | 45 |
| Tabelle 13: Temperaturveränderung bei Umsetztätigkeit in Kühlager- und Sportkleidung..... | 46 |
| Tabelle 14: Arbeitsenergieumsatz bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühlager- und Sportkleidung..... | 48 |
| Tabelle 15: Arbeitsenergieumsatz bei Umsetztätigkeit in Tiefkühlager- und Sportkleidung..... | 49 |
| Tabelle 16: Temperaturveränderung bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühlager- und Sportkleidung | 51 |
| Tabelle 17: Temperaturveränderung bei Umsetztätigkeiten in Tiefkühlager- und Sportkleidung | 52 |
| Tabelle 18: Arbeitsenergieumsatz bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühl- und Kühlagerkleidung | 55 |
| Tabelle 19: Arbeitsenergieumsatz bei Umsetztätigkeiten in Tiefkühl- und Kühlagerkleidung..... | 56 |
| Tabelle 20: Temperaturveränderung bei Laufbandtätigkeit in Tiefkühl- und Kühlagerkleidung..... | 58 |
| Tabelle 21: Temperaturveränderung bei Umsetztätigkeiten in Tiefkühl- und Kühlagerkleidung | 59 |
| Tabelle 22: Ergebnisse der arbeitsphysiologischen Laboruntersuchung | 61 |

Nomenklatur

| | |
|-----------------|---|
| °C | Grad Celsius |
| % | Prozent |
| α | Irrtumswahrscheinlichkeit |
| C | Kohlenstoff |
| cm | Zentimeter |
| CO ₂ | Kohlenstoffdioxid |
| d_1 | Mittelwert der Paardifferenzen |
| EE | Energetisches Äquivalent |
| EU | Energieumsatz |
| FG | Anzahl der Freiheitsgrade |
| H | Wasserstoff |
| h | Stunde |
| I _{CL} | Grundisolation |
| IREQ | notwendige resultierende Wärmeisolation |
| K | Kelvin |
| kcal | Kilokalorien |
| kg | Kilogramm |
| kJ | Kilojoule |
| km | Kilometer |
| KO | Körperoberfläche |
| l | Liter |
| m | Meter |
| mbar | Millibar |
| ml | Milliliter |
| ms | Millisekunden |

| | |
|-----------------|---|
| MW | Mittelwert |
| n | Anzahl der Wertepaare |
| O ₂ | Sauerstoff |
| RQ | Respiratorischer Quotient |
| s | Sekunde |
| s _d | korrigierte empirische Standardabweichung |
| t | Prüfgröße |
| t ₉₀ | Ansprechzeit |
| \dot{V} | Volumenstrom |
| W | Watt |

0 Zusammenfassung

Der Tiefkühlkostmarkt in Deutschland wächst seit Jahrzehnten stetig an (Quelle Dt. Tiefkühlinstitut) und damit ist auch die Zahl an Kältearbeitsplätzen gestiegen. Da es für alle physiologischen Parameter sowohl Ober- als auch Untergrenzen der gesundheitlich unbedenklichen Werte gibt, sind die Auswirkungen der Kältearbeit auf den menschlichen Körper aus arbeitswissenschaftlicher Sicht interessant. In einem Warenverteilzentrum durchgeführte Studien belegen, dass das Arbeiten im Tiefkühlager bei Temperaturen um -24°C und im Kühlager bei Temperaturen um $+3^{\circ}\text{C}$ erhebliche physiologische Anforderungen an den Menschen stellt, wobei die bisher durchgeführten Studien jedoch keine Rückschlüsse zulassen, zu welchen Teilen die Auswirkungen auf die Kältebelastung und zu welchen Teilen auf die Belastung durch die bis zu 5 kg schwere Schutzkleidung zurück zu führen sind.

Im Rahmen dieser Studie wurde zur Ergänzung bisheriger Untersuchungen eine Versuchsreihe durchgeführt, die diese Differenzierung ermöglichen soll. Dazu wurden zwölf männliche Versuchspersonen bei Raumtemperatur in unterschiedlichen Kleidungskombinationen verschiedenen Belastungsarten ausgesetzt, wobei die Auswirkungen auf die physiologischen Parameter Energieumsatz und Körperkerntemperatur ermittelt und ausgewertet wurden. In Sport-, Kühlager- und Tiefkühlagerkleidung gingen die Probanden jeweils 15 Minuten lang bei 4 km/h und 0% Steigung auf einem Laufband und führten 15 Minuten lang eine simulierte Kommissioniertätigkeit mit unterschiedlich großen Kisten und einem Gewicht zwischen 2 kg und 15 kg durch.

Die erfassten physiologischen Parameter zeigten dabei in Abhängigkeit der getragenen Kleidung teilweise deutliche Unterschiede. So ergaben sich bei der Veränderung der Körperkerntemperatur einzig beim Vergleich zwischen Sport- und Tiefkühlagerkleidung signifikante Unterschiede, während der Vergleich zwischen Sport- und Kühlagerkleidung bzw. Kühlager- und Tiefkühlagerkleidung keine signifikanten Unterschiede hervorbrachte. Deutlichere Unterschiede zeigten sich jedoch in den Auswirkungen der jeweiligen Kleidungskombinationen auf den Energieumsatz. Zwar erbrachte auch hier der Vergleich zwischen Sport- und Kühlagerkleidung keine signifikanten Differenzen, jedoch ergaben sich sowohl beim Vergleich zwischen Sport- und Tiefkühlagerkleidung als auch beim Vergleich zwischen Kühlager- und Tiefkühlagerkleidung hoch signifikante Unterschiede.