

# DIN EN ISO 7933:2024-03 (D)

## Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung und Interpretation der Wärmebelastung durch Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung (ISO 7933:2023); Deutsche Fassung EN ISO 7933:2023

---

| Inhalt                                                                                                                                            | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort.....                                                                                                                         | 4     |
| Vorwort.....                                                                                                                                      | 5     |
| Einleitung.....                                                                                                                                   | 6     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                                                                                          | 7     |
| 2 Normative Verweisungen.....                                                                                                                     | 7     |
| 3 Begriffe.....                                                                                                                                   | 7     |
| 4 Symbole.....                                                                                                                                    | 7     |
| 5 Kurzbeschreibung des Modells der vorhergesagten Wärmebeanspruchung (PHS-Modell).....                                                            | 11    |
| 6 Hauptschritte der Berechnung.....                                                                                                               | 12    |
| 6.1 Wärmebilanzgleichung.....                                                                                                                     | 12    |
| 6.1.1 Allgemeines.....                                                                                                                            | 12    |
| 6.1.2 Energieumsatz, $M$ .....                                                                                                                    | 12    |
| 6.1.3 Wirksame mechanische Leistung, $W$ .....                                                                                                    | 12    |
| 6.1.4 Konvektiver Wärmefluss bei der Atmung, $C_{res}$ .....                                                                                      | 12    |
| 6.1.5 Wärmefluss durch Verdunstung bei der Atmung, $E_{res}$ .....                                                                                | 12    |
| 6.1.6 Konduktiver Wärmefluss, $K$ .....                                                                                                           | 12    |
| 6.1.7 Konvektiver Wärmefluss, $C$ .....                                                                                                           | 13    |
| 6.1.8 Strahlungswärmefluss, $R$ .....                                                                                                             | 13    |
| 6.1.9 Wärmefluss durch Verdunstung, $E$ .....                                                                                                     | 13    |
| 6.1.10 Wärmespeicherung zur Erhöhung der Körperkerntemperatur in Verbindung mit dem Energieumsatz, $Q_{eqi}$ .....                                | 13    |
| 6.1.11 Wärmespeicherung, $S$ .....                                                                                                                | 13    |
| 6.2 Berechnung des erforderlichen Wärmeflusses durch Verdunstung, des erforderlichen Hautbenetzungsgrades und der erforderlichen Schweißrate..... | 14    |
| 7 Bewertung der erforderlichen Schweißrate.....                                                                                                   | 14    |
| 7.1 Grundlage des Bewertungsverfahrens.....                                                                                                       | 14    |
| 7.1.1 Allgemeines.....                                                                                                                            | 14    |
| 7.1.2 Belastungskriterien.....                                                                                                                    | 14    |
| 7.1.3 Beanspruchungskriterien.....                                                                                                                | 15    |
| 7.1.4 Bezugsgrößen.....                                                                                                                           | 15    |
| 7.2 Analyse der Arbeitssituation.....                                                                                                             | 15    |
| 7.3 Bestimmung der maximal zulässigen Expositionsdauer, $D_{lim}$ .....                                                                           | 15    |
| Anhang A (normativ) Erforderliche Daten für die Berechnung der Wärmebilanz.....                                                                   | 17    |
| A.1 Gültigkeitsbereich.....                                                                                                                       | 17    |
| A.2 Bestimmung des konvektiven Wärmeflusses bei der Atmung, $C_{res}$ .....                                                                       | 18    |
| A.3 Bestimmung des Wärmeflusses durch Verdunstung bei der Atmung, $E_{res}$ .....                                                                 | 18    |
| A.4 Bestimmung der mittleren Hauttemperatur im stabilen Zustand.....                                                                              | 18    |
| A.5 Bestimmung des Istwertes der Hauttemperatur.....                                                                                              | 18    |
| A.6 Bestimmung der Wärmespeicherung des Körpers in Verbindung mit dem Energieumsatz, $Q_{eqi}$ .....                                              | 19    |
| A.7 Bestimmung der statischen Isolationseigenschaften der Kleidung.....                                                                           | 19    |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| A.8                                                                                                                           | Bestimmung der resultierenden (oder dynamischen) Isolationseigenschaften der Kleidung .....                                     | 20        |
| A.9                                                                                                                           | Abschätzung des Wärmeaustausches durch Konvektion und Strahlung.....                                                            | 21        |
| A.10                                                                                                                          | Abschätzung des maximalen Wärmeflusses durch Verdunstung an der Hautoberfläche, $E_{max}$ .....                                 | 22        |
| A.11                                                                                                                          | Abschätzung des erforderlichen Wärmeflusses durch Verdunstung, $E_{req}$ , und der erforderlichen Schweißrate, $S_{Wreq}$ ..... | 22        |
| A.12                                                                                                                          | Bestimmung der vorhergesagten Schweißrate, $S_{Wp}$ , und des vorhergesagten Wärmeflusses durch Verdunstung, $E_p$ .....        | 23        |
| A.13                                                                                                                          | Bestimmung der rektalen Temperatur.....                                                                                         | 25        |
| <b>Anhang B (informativ) Kriterien für die Abschätzung der zulässigen Expositionsdauer in einem heißen Arbeitsklima .....</b> |                                                                                                                                 | <b>26</b> |
| B.1                                                                                                                           | Allgemeines.....                                                                                                                | 26        |
| B.2                                                                                                                           | Akklimatisierte und nicht akklimatisierte Personen.....                                                                         | 26        |
| B.3                                                                                                                           | Maximaler Hautbenetzungsgrad, $w_{max}$ .....                                                                                   | 26        |
| B.4                                                                                                                           | Maximale Schweißrate, $S_{Wmax}$ .....                                                                                          | 26        |
| B.5                                                                                                                           | Maximale Austrocknung und maximaler Wasserverlust.....                                                                          | 27        |
| B.6                                                                                                                           | Maximalwert der rektalen Temperatur.....                                                                                        | 27        |
| <b>Anhang C (informativ) Energieumsatz.....</b>                                                                               |                                                                                                                                 | <b>28</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Thermische Bekleidungseigenschaften .....</b>                                                        |                                                                                                                                 | <b>29</b> |
| D.1                                                                                                                           | Allgemeines.....                                                                                                                | 29        |
| D.2                                                                                                                           | Wärmeisolation der Bekleidung .....                                                                                             | 29        |
| D.3                                                                                                                           | Reflexion der Wärmestrahlung .....                                                                                              | 29        |
| D.4                                                                                                                           | Durchlässigkeit gegenüber Wasserdampf.....                                                                                      | 30        |
| <b>Anhang E (informativ) Computerprogramm zur Berechnung des Modells der vorhergesagten Wärmebeanspruchung.....</b>           |                                                                                                                                 | <b>31</b> |
| E.1                                                                                                                           | Allgemeines.....                                                                                                                | 31        |
| E.2                                                                                                                           | Programm.....                                                                                                                   | 32        |
| <b>Anhang F (informativ) Beispiele für die Berechnung des vorhergesagten Wärmebeanspruchungsmodells .....</b>                 |                                                                                                                                 | <b>37</b> |
| <b>Literaturhinweise.....</b>                                                                                                 |                                                                                                                                 | <b>38</b> |