

Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung

Teil 5: Ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen

DIN
33403-5

ICS 13.040.30; 13.100

Deskriptoren: Kältearbeit, Arbeitsplatzgestaltung, Ergonomie, Gesundheitsschutz

Climate at workplaces and their environments – Part 5: Ergonomic design of cold workplaces

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	1	4.8 Zusätzliche Maßnahmen zur Verminderung von Kontaktkälte	6
1 Anwendungsbereich	2	Anhang A (normativ) Klassifizierung des Brutto-Energieumsatzes mit Tätigkeitsbeispielen	6
2 Normative Verweisungen	2	Anhang B (informativ) Beispiele für Wärmeisolationenwerte von Arbeitskleidungen	7
3 Kältebereiche	2	Anhang C (informativ) Kälteexpositions- und Aufwärmzeiten	7
4 Ermittlung der Einflußgrößen	2	Anhang D (informativ) Beispiele für ergonomische Maßnahmen bei Kältearbeit	8
4.1 Einflußgrößen für die thermische Beanspruchung ..	2	Anhang E (informativ) Beispiele zur Ermittlung der minimal erforderlichen Wärmeisolation der Kälteschutzbekleidung $I_{cl,min}$	10
4.2 Ergonomische Maßnahmen	3	Anhang F (informativ) Literaturhinweise	10
4.3 Klimatechnische Maßnahmen im Arbeitsraum	3		
4.3.1 Lufttemperatur	3		
4.3.2 Luftgeschwindigkeit	3		
4.3.3 Relative Luftfeuchte	3		
4.3.4 Wärmestrahlung	3		
4.4 Bekleidungsmaßnahmen	3		
4.5 Kälteexpositions- und Aufwärmzeiten	5		
4.6 Ausstattung der Aufwärm- und Umkleideräume	5		
4.7 Maßnahmen bei häufig wechselnden Klimabelastungen	5		

Vorwort

Diese Norm wurde erarbeitet vom Normenausschuß Ergonomie (FNErg) im DIN.

Regelmäßige Tätigkeiten, bei denen die Lufttemperaturen geräte- oder verfahrensbedingt bei +15°C und darunter liegen und bei denen der Mensch trotz des Einflusses des Arbeits-Energieumsatzes und der Kälteschutzkleidung eine negative Energiebilanz aufweist, werden als Kältearbeit bezeichnet. Zur menschengerechten Gestaltung dieser Arbeitsplätze, auch Kältearbeitsplätze genannt, sind besondere Arbeitsschutzmaßnahmen erforderlich, die den Menschen vor nachteiligen Auswirkungen der thermischen Belastungen schützen.

DIN 33403 "Klima am Arbeitsplatz und in der Umgebung" besteht aus:

Teil 1: Grundlagen zur Klimaermittlung

Teil 2: Einfluß des Klimas auf den Wärmehaushalt des Menschen

Teil 3: Beurteilung des Klimas im Erträglichkeitsbereich

Teil 4: Ausgewählte Klimasummenmaße (z. Z. Entwurf)

Teil 5: Ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Normenausschuß Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Kältearbeitsplätze (mit regelmäßig wiederkehrenden Tätigkeiten) in Arbeitsräumen, in denen eine Lufttemperatur von +15 °C oder niedriger (bis unter -50 °C) vorhanden ist.

Diese Norm gilt nicht für:

- Arbeiten im Freien,
- schwere körperliche Arbeiten in Räumen, in denen die Raumtemperatur mindestens +12 °C beträgt,
- gelegentliche Kurzzeiteexpositionen von weniger als 15 min und wenn die gesamte tägliche Expositionszeit weniger als 1 h beträgt (Ausnahme: Arbeiten im tiefkalten Bereich bei Lufttemperaturen unter -30 °C),
- witterungsbedingt niedrige Lufttemperaturen in Arbeitsräumen,
- untertägige Betriebe, die der Bergaufsicht unterliegen.

Zweck dieser Festlegungen ist die Angabe ergonomischer Maßnahmen, um den Menschen vor kältebedingten Gesundheitsschäden zu bewahren.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 33403-1

Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Teil 1: Grundlagen zur Klimaermittlung

EN 342

Schutzkleidung gegen Kälte; Deutsche Fassung prEN 342 : 1990

EN 28996

Ergonomie – Bestimmung der Wärmeenerzeugung im menschlichen Körper (ISO 8996 : 1990); Deutsche Fassung EN 28996 : 1993

ISO 9886 : 1992

Ermittlung der thermischen Belastung durch physiologische Messungen
Evaluation of thermal strain by physiological measurements

ISO 9920 : 1995

Ergonomie des Umgebungsklimas – Schätzung der thermischen Isolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination
Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble

ISO/TR 11079 : 1993

Beurteilung des kalten Umgebungsklimas – Bestimmung der erforderlichen Bekleidungsisolation
Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation (IREQ)

VGB 1

Unfallverhütungsvorschrift
Allgemeine Vorschriften

VGB 20

Unfallverhütungsvorschrift
Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen vom 1. Oktober 1988 in der Fassung vom 1. Januar 1993

3 Kältebereiche

Alle im Sinne dieser Norm vorkommenden Kältearbeitsplätze werden anhand der Lufttemperatur in fünf Kältebereiche eingeteilt (siehe Tabelle 1).

Wie in anderen Klimabereichen dient die Lufttemperatur als ordnende Leitgröße. Selbstverständlich haben die weiteren physikalischen Größen des Umgebungsklimas wie die Luftfeuchte, die Luftgeschwindigkeit und die Wärmestrahlung sowie der Energieumsatz und die Bekleidungsisolation unmittelbaren Einfluß auf die Energiebilanz des Menschen. Das heißt, nicht die Lufttemperatur allein, sondern der sich aus dem Komplex – Klima und Arbeit – gegebenenfalls resultierende Wärmeverlust ist für die Höhe der Kältebelastung maßgebend.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, daß für den Kältebereich I, kühler Bereich zwischen unter +15 °C bis +10 °C in der betrieblichen Praxis keine besondere Kälteschutzkleidung erforderlich ist, während für den Kältebereich II, leicht kalter Bereich unter +10 °C bis -5 °C bereits entsprechende Schutzmaßnahmen notwendig sind.

Tabelle 1: Kältebereiche

Kältebereich	Benennung	Lufttemperatur t_a °C
I	Kühler Bereich	von +15 bis +10
II	Leicht kalter Bereich	unter +10 bis -5
III	Kalter Bereich	unter -5 bis -18
IV	Sehr kalter Bereich	unter -18 bis -30
V	Tiefkalter Bereich	unter -30

4 Ermittlung der Einflußgrößen

4.1 Einflußgrößen für die thermische Beanspruchung

Voraussetzung für die Durchführung zweckmäßiger Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer an Kältearbeitsplätzen ist die Kenntnis der Einflußgrößen, die für die thermische Beanspruchung maßgebend sind. Im wesentlichen sind zu berücksichtigen:

1. Die vier Klimagrößen:

- Lufttemperatur t_a in °C,
- relative Luftfeuchte U in %,
- Luftgeschwindigkeit v_a in m/s und
- mittlere Strahlungstemperatur $\bar{t}_r$ in °C.

2. Der Brutto-Energieumsatz M in W als Maß für die im menschlichen Körper insgesamt erzeugte Stoffwechselwärme.

3. Die Wärmeisolation der Arbeitskleidung I_{cl} in ($m^2 \cdot K$)/W oder in clo¹⁾

Die Methoden zur Ermittlung der genannten Einflußgrößen sind in folgenden Normen festgelegt:

- a) Die Ermittlung der vier Klimagrößen in DIN 33403-12;
- b) Die Ermittlung des Brutto-Energieumsatzes in DIN EN 28996;
- c) Die Ermittlung der Wärmeisolation der Bekleidung in ISO 9920.

1) 1 clo = 0,155 ($m^2 \cdot K$)/W

2) Bei Lufttemperaturen in der Nähe und unterhalb von 0 °C versagen direkte Meßverfahren der Luftfeuchte. Hier wird auf geeignete indirekte Meßverfahren der Luftfeuchte, z. B. über die Bestimmung des Taupunktes hingewiesen.

Exakte Bestimmungen des Energieumsatzes und der Wärmeisolation sind in der Praxis, vor allem wegen des hohen meßtechnischen Aufwandes, nur schwierig durchführbar. Zur Erfüllung der Anforderungen dieser Norm ist im allgemeinen die Anwendung des in der jeweiligen Norm beschriebenen Schätzverfahrens ausreichend. Orientierungswerte für den Energieumsatz und die Wärmeisolation der Arbeitskleidung können Tabelle A.1 bzw. Tabelle B.1 entnommen werden.

4.2 Ergonomische Maßnahmen

Die nachstehenden Maßnahmen sollen dazu dienen, die thermischen Belastungen bei Kältearbeit so gering wie möglich, mindestens im sogenannten Erträglichkeitsbereich, zu halten. Erträgliche Bedingungen liegen nach den derzeitigen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen dann vor, wenn die mittlere Hauttemperatur (gemessen nach ISO 9886 : 1992) nicht unter 30°C sinkt. Diese Beanspruchungsgrenze ist im allgemeinen dann erreicht, wenn der Wärmeinhalt des menschlichen Körpers, bezogen auf den Wärmeinhalt im thermisch behaglichen Zustand (bei einer mittleren Hauttemperatur von 33°C), um etwa 265 kJ abgenommen hat (siehe ISO/TR 11079 : 1993). Bei gleichmäßiger Entwärmung wird diese Abkühlung subjektiv als "etwas kühl" oder "kühl" empfunden. Es ist zu beachten, daß sich die genannte physiologische Beanspruchungsgrenze auf die Abkühlung des gesamten Körpers bezieht. Lokale Abkühlungen, insbesondere an den Extremitäten (z. B. Gesicht, Hände, Füße) werden dabei nicht berücksichtigt.

4.3 Klimatechnische Maßnahmen im Arbeitsraum

Obwohl die Klimabedingungen aus technologischen Gründen meist vorgegeben sind, ist zunächst zu prüfen, ob die Kältebelastung über die arbeitsphysiologisch relevanten Klimagrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung reduziert werden kann (siehe Unfallverhütungsvorschrift VBG 1).

4.3.1 Lufttemperatur

Die Lufttemperatur (Trockentemperatur) t_a ist dabei die grundlegende und wichtigste Belastungsgröße. Sie sollte aus physiologischen Gründen nicht niedriger als unbedingt erforderlich sein.

4.3.2 Luftgeschwindigkeit

Die Höhe der mittleren Luftgeschwindigkeit v_a trägt bei gegebener Lufttemperatur und, sofern nicht entsprechende Schutzkleidung getragen wird, zu einer erheblichen Verstärkung der Kältebelastung bei.

Aus diesem Grund sollten alle technischen Möglichkeiten (geeignete Luftzuführungssysteme, Sackbelüftung, Nachkühlung während der arbeitsfreien Zeiten usw.) ausgeschöpft werden, um die Luftgeschwindigkeit, zumindest im Arbeitsbereich, möglichst niedrig zu halten. Die mittlere Luftgeschwindigkeit soll im Arbeitsbereich, im wesentlichen bei sitzenden und stehenden Tätigkeiten ($0,2 \pm 0,1$) m/s, nicht überschreiten. Um dabei das Gefühl unangenehmer Zugluft zu vermeiden, sollte die Streuung der Luftgeschwindigkeit weniger als 60 % des Mittelwertes betragen; das entspricht einem Turbulenzgrad von weniger als 0,6.

4.3.3 Relative Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte U liegt in allen Kältebereichen meist nahe der Sättigungsgrenze. Wegen des geringen Wasserdampfdrucks bzw. des sehr geringen Wasserdampfgehaltes der Luft läßt sich hierbei die Kältebelastung durch Regulation der Luftfeuchte nicht beeinflussen. Entsprechende Maßnahmen sind aus arbeitsphysiologischer Sicht nicht sinnvoll.

4.3.4 Wärmestrahlung

Die zu berücksichtigende Wärmestrahlung E_{eff} wird bestimmt durch die Differenz zwischen den Oberflächentemperaturen in der Arbeitsumgebung (meist gleich der Lufttemperatur) und der Oberflächentemperatur des exponierten Menschen. In bestimmten Fällen kann es erforderlich sein, die Kältebelastung durch Wärmestrahler (z. B. Heizstrahler) zu kompensieren.

4.4 Bekleidungsmaßnahmen

Von zentraler Bedeutung für den Arbeitsschutz bei Kältearbeit ist die Anpassung der Wärmeisolation der Bekleidung I_{cl} an die jeweiligen Arbeits- und Klimabedingungen. Von den Anforderungen an die Wärmeisolation der gesamten Arbeitskleidung ist die Wärmeisolation der Extremitäten gesondert zu berücksichtigen. Um die Abkühlung bzw. die Kältebeanspruchung des Menschen in den in 4.2 genannten Grenzen zu halten, sind im allgemeinen mindestens die minimalen Wärmeisolationen der Gesamtbekleidung $I_{\text{cl,min}}$ erforderlich. Aus der Lufttemperatur und dem mittleren Brutto-Energieumsatz kann die gesamte, minimal erforderliche Wärmeisolation der Arbeitskleidung nach Tabelle 2 ermittelt werden. Die angegebenen Isolationswerte basieren auf den Wärmebilanzrechnungen nach ISO/TR 11079 : 1993. Sie gelten für mittlere Luftgeschwindigkeiten von 0,2 m/s und berücksichtigen einen um 25 % erhöhten Isolationswert für Bewegung und körperliche Arbeit. Dieser erhöhte Wert sichert, daß die Bekleidung einem resultierenden Isolationswert entspricht, der gleich oder größer als die minimal erforderliche Isolation nach ISO/TR 11079 : 1993 ist. Die maximal mögliche Wärmeisolation ist aus praktischen Gründen auf etwa 4 clo begrenzt.

Eine Optimierung der erforderlichen Wärmeisolation ist nur bei weitgehend konstanten Klima- und Arbeitsbelastungen möglich. Bei geringen zeitlichen Änderungen der Belastung kann es sinnvoll sein, einen zeitgewichteten Mittelwert der erforderlichen Wärmeisolation der Bekleidung zu berechnen. Bei größeren Belastungen (z. B. längere Aufenthaltszeiten in verschiedenen Kältebereichen, längere Arbeitsphasen in unterschiedlichen Belastungsstufen) kann die geforderte Bekleidungsisolation nur durch An- oder Ausziehen von Bekleidungsstücken erreicht werden. Im Anhang D sind Beispiele für die Ermittlung der Bekleidungsisolation bei verschiedenen Arbeitsbedingungen angegeben. Anhand von Bekleidungstabellen (ISO 9920 : 1995), in denen die Wärmeisolationen für alle üblichen Bekleidungsstücke aufgelistet sind, kann durch Summierung der Einzelwerte die Wärmeisolation der vorhandenen Arbeitskleidung überprüft oder eine entsprechende Bekleidungskombination zusammengestellt werden. Eine Abschätzung des Isolationswertes ist anhand der Bekleidungsbeispiele in Tabelle B.1 möglich. Die Isolationswerte gelten nur für die passende Konfektionsgröße; durch zu enge oder zu weite Bekleidung werden die Isolationswerte vermindert. Zukünftige internationale Regelwerke beschreiben Verfahren zur Bestimmung der resultierenden Bekleidungsisolation (siehe auch E DIN EN 342).

Schon bei gemäßigten Kältebelastungen können, trotz ausreichend isolierender Gesamtbekleidung, erhebliche lokale Kältebeanspruchungen an den Extremitäten (Kopf, Gesicht, Hände und Füße) auftreten. Besonders unterkühlungsgefährdet sind Kopf (Nase, Kinn, Ohr), Finger und Zehen. Die Kälteschutzmaßnahmen sollten mindestens sicherstellen, daß an keiner dieser Körperstellen die Hauttemperatur unter +12°C absinkt.

In den Kältebereichen III bis V (siehe Tabelle 1) muß stets ausreichende Kälteschutzkleidung verwendet werden.