

Factsheet

Kältearbeit

Irène Kunz

1. Allgemeines

Im Freien oder in Innenräumen durchzuführende Tätigkeiten in der Industrie, im Handel und im Gewerbe können mit einer wesentlichen Kältebelastung einhergehen, bei der einzelne Arbeitnehmende zudem feuchten und windigen Bedingungen ausgesetzt sein können. Das Arbeiten in Kälteumgebungen kann sich nachteilig auf die menschliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit auswirken. Diese Auswirkungen sind Unbehagen, erhöhte körperliche Beanspruchung, verminderte Leistungsfähigkeit und mit Kälte verbundene Krankheiten und Verletzungen. Kälte kann sich auch mit einigen anderen Faktoren am Arbeitsplatz überlagern und dadurch das Risiko anderer Einwirkungen und von mit Kälte verbundenen Verletzungen erhöhen.

Aufgrund des negativen Einflusses von Kälte sowohl auf die menschliche Gesundheit und Leistungsfähigkeit als auch auf die Arbeitsproduktivität, -qualität und -sicherheit ist es notwendig, eine umfassende Strategie der Praktiken und Verfahren für die Risikobewertung und das -management der Kälteumgebung zu berücksichtigen.

1.1 Definition der Kältearbeit

Je nach angewandten Standards werden Arbeiten bei Temperaturen unter +10 resp. unter +15°C als Kältearbeit definiert. Für Arbeiten in Innenräumen wird der Kältebereich in fünf Bereiche unterteilt von +15°C bis unter -30°C.

Je nach körperlicher Belastung sind verschiedene Mindest-Raumtemperaturen festgelegt.

1.2 Kälteeinwirkung auf den Menschen

Beim gesunden Menschen liegt die normale Körperkerntemperatur zwischen 35,8 und 37,2°C. Sie kann mit einem Fieberthermometer bestimmt werden. Übliche Messpunkte sind der Mund, die Achselhöhle oder der Mastdarm, wobei der im Mastdarm gemessene Wert (rektale Wert) die Körperkerntemperatur am besten misst. Die Körpertemperatur bleibt üblicherweise so lange unverändert, wie die im Körper gebildete, überschüssige Wärme an die Umgebung abgegeben werden kann. So überwiegt üblicherweise bei Aufenthalt in Räumen mit Temperaturen im Komfortbereich der Wärmeverlust. 55-65% wird dabei in Form von Strahlungswärme abgegeben, 2-3% durch Wärmeleitung. Die Wärmeabgabe über die Wärmeleitung kann er-

heblich erhöht werden durch das Tragen von feuchter Bekleidung, bis zu 5 fach und bis zu 25 fach bei Aufenthalt in kaltem Wasser.

Wenn der Wärmeabfluss die Wärmeproduktion des Körpers überwiegt, setzen Kompensationsmechanismen zur Erhaltung der Körpertemperatur ein. Am ausgeprägtesten ist dabei die Reaktion, die mit einer Verengung der Hautgefässe und mit einer Umverteilung des Blutvolumens auf die inneren Organe einhergeht, um diese vor weiterem Wärmeverlust zu bewahren. Diese Umverteilung des Blutes auf die inneren Organe führt andererseits zu einer Minderdurchblutung der Körperoberfläche, der Arme, Beine, des Gesichts und der Akren. Dem positiven Effekt dieser Körperreaktion steht ein stetiges Absinken der Temperatur in den minder durchbluteten Bereichen gegenüber. Lokal kommt es dabei zu einer peripheren Gefässverengung, einem verminderten Blutfluss, die zu lokalen Gewebeschäden führen können. Mit zunehmender Kälteexposition nehmen die durchblutungsbedingte Gewebeschädigungen zu und es bilden sich Blutgerinnsel in den Gefässen. Durch einen gesteigerten Muskeltonus und Muskelzittern, sogenanntes Kältezittern wird Wärme gebildet und der Stoffwechsel (metabolische Rate) zwecks Wärmebildung erhöht. Ausgeprägtes Kältezittern kann die Körperkerntemperatur um 3-4°C über eine Stunde erhöhen. Bei leichter oder moderater Unterkühlung führt das Kältezittern zu einer Erhöhung der metabolischen Rate um das 5 bis 6 Fache des Ruheumsatzes. Falls die Körperkerntemperatur auf unter 28°C sinkt, tritt in der Regel Bewusstlosigkeit auf, das Muskelzittern, als wesentlichster Faktor für die Körpererwärmung hört dann auf. Falls dann die Kälteexposition weiter anhält folgt der Kältetod.

Die kältebedingte Minderdurchblutung von Haut und Extremitäten ruft Kälteempfindungen sowie Einschränkungen von Beweglichkeit, Sensibilität und Geschicklichkeit hervor. Durch die gleichzeitige Abnahme des Reaktionsvermögens, der Aufmerksamkeit und der Leistungsfähigkeit erhöht sich die Unfallgefahr.

Die Exposition zu Kälte unter dem Gefrierpunkt hat Auswirkungen auf verschiedene Gewebe, in denen sich Eiskristalle bilden. Letztere führen direkt zu einer mechanischen Schädigung der Zellen, insbesondere der Nerven und der Haut, was mit einer Störung der Nervenleitfähigkeit oder Depigmentierung der Haut einhergeht, die unter Umständen noch lange Zeit nach Abheilen der lokalen Hautschäden anhalten kann.

Das Entstehen von Kälteschäden hängt einerseits von der Umgebungs- oder Wassertemperatur, der Umgebungsfeuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit und der Expositionsdauer ab sowie andererseits von individuellen Faktoren wie der (Schutz)-Kleidung, der körperlichen Belastung, dem Alter und vom Gesundheitszustand der Arbeitnehmenden.

Im Vordergrund der Schutzmassnahmen steht die Vermeidung der Unterkühlung des Körperinneren und der Körperperipherie, wobei die Gefahr einer Auskühlung im Gesicht, insbesondere der Nase und der Ohren, an den Händen, Fingern sowie an Füßen und Zehen besonders hoch ist.

1.3 Gefährdung der Arbeitnehmenden

Grundsätzlich sind alle im Freien tätigen Berufsgruppen potenziell einer gesundheitlichen Gefährdung durch Kälte ausgesetzt. So beispielsweise Arbeitnehmende im allgemeinen Baugewerbe, Tiefbau, Forstbetrieben, Transportgewerbe, "Skiliftbetreiber", Strassenunterhaltsarbeiter, auf oder im Wasser tätige Branchen wie Fischer, Seepolizei, Berufstaucher, in der Landwirtschaft oder bei der Gemeinde tätige Arbeitnehmende.

Kältearbeiten in Innenräumen kommen, beispielsweise in der nahrungsmittelverarbeitenden Industrie oder in Kühl- und Lagerhäusern verschiedener Industriezweige vor.

Schwangere Frauen und Jugendliche bilden eine besondere Risikogruppe. Gemäss Arbeitsgesetz dürfen Schwangere (ArGV1, Art. 1) und Jugendliche (ArGV5, Art. 4) nicht gefährliche und beschwerliche Arbeiten verrichten. Dazu gehören auch Arbeiten bei Kälte unter - 5°C oder Nässe.

Dabei wird berücksichtigt, dass bei Jugendlichen mangels Erfahrung oder Ausbildung das Bewusstsein für Gefahren und die Fähigkeit sich vor ihnen zu schützen, im Vergleich zu Erwachsenen, weniger ausgeprägt sind. Schwangere dürfen nur dann gefährdende und belastende Arbeiten verrichten, wenn auf Grund einer Risikobeurteilung feststeht, dass keine gesundheitliche Belastung für Mutter und Kind, vorliegt oder wenn eine solche Belastung durch geeignete Schutzmassnahmen ausgeschaltet werden kann.

1.4 Krankheiten und Medikamente

Das Risiko für Kälteschäden steigt mit dem Alter oder mit dem Konsum von gewissen Medikamenten sowie Alkohol. Im Speziellen ist die Einnahme von Medikamenten, die auf die Psyche wirken oder der Konsum von Zigaretten zu nennen. Zu Kälteschäden prädisponierenden Erkrankungen gehören solche der Schilddrüse, Diabetes mellitus, gewisse hormonelle Störungen, neurologische Erkrankungen mit Beeinträchtigung der Funktion der Zirbeldrüse oder Erkrankungen, die zu einer Verschlechterung der peripheren Kälteempfindung führen, eine periphere arterielle Verschlusskrankung oder bestehende Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

2. Kälteschäden

Zu unterscheiden sind lokale Kälteschäden und systemische, lebensbedrohliche gesundheitliche Situationen, bei denen die Körpertemperatur auf Werte absinkt, die einen normalen Stoffwechsel nicht zulassen und nicht mehr mit dem Leben vereinbar sind. Einige Erkrankungen werden durch die Exposition zu Kälte ungünstig beeinflusst.

Kälteschäden können systematisch wie folgt betrachtet werden:

2.1 Systemischer Kälteschaden

- Akut
- Chronisch

2.2 Lokale Kälteschäden

- Frostbeulen
- Immersionsfuss (Trench foot)
- Lokale Erfrierungen

2.3 Erkrankungen, die durch Exposition zu Kälte ungünstig beeinflusst werden

2.1.1 Akute systemische Kälteschäden

Eine systemischer Unterkühlung (Hypothermie) tritt ein, wenn die Körperkerntemperatur unter 35°C fällt. Dies kann bereits bei Umgebungstemperaturen von unter etwa 18,3°C oder bei Wassertemperaturen von 22,2°C erfolgen.

Das Einsetzen einer Unterkühlung erfolgt oft unbemerkt und schleichend, ohne "besondere Warnsignale". Zu Beginn finden sich Kältezittern, Schläfrigkeit, eine verwaschene Sprache, Reizbarkeit, eine Verschlechterung der Koordination, allgemeine Schwäche, Harndrang und eine kühle fahle Haut und Gesichtsfarbe. Mit Zunahme der Hypothermie treten Gedächtnisstörungen, eine Abnahme des Kältezitterns, eine Muskel- und Gelenksteifigkeit und schliesslich Bewusstlosigkeit auf.

Stadien der Hypothermie nach ICAR International Commission of Alpine Rescue		
	Körperkern- temperatur	Bewusstsein
Stadium HT I	35 - 32 °C	Volles Bewusstsein mit Muskelzittern
Stadium HT II	32 - 28 °C	Beeinträchtigtes Bewusstsein ohne Muskelzittern
Stadium HT III	28 - 24 °C	Bewusstlosigkeit
Stadium HT IV	24 - 15 °C ?	Scheintod (Atem- und Herzkreislaufstillstand)

2.1.2 Chronische systemische Kälteschäden

In experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass Kälteexposition den systolischen und diastolischen Blutdruck bei gesunden Personen erhöhen kann. Dabei hängt der Anstieg von der Art der Exposition (Ganzkörper, lokal, Wasser, Luft) und von individuellen Faktoren ab. So wirkt sich eine plötzliche lokale Exposition viel stärker aus als eine Ganzkörperexposition zu moderater Kälte.

Bei Personen mit essentieller Hypertonie konnte in einer Studie von Fujiwara ein Anstieg des Blutdrucks bei kalten Temperaturen festgestellt werden und in einer Studie von Brennan während den Wintermonaten eine leichte Erhöhung der Blutdruckwerte gemessen werden. Aufgrund dieser Beobachtungen kann vermutet werden, dass chronische Exposition zu Kälte zu einer ungünstigen Beeinflussung einer Hypertonie resp. generell zu einem Anstieg des Blutdrucks führen kann.

Es bestehen Hinweise, dass Kälteexposition das Risiko für thromboembolische Erkrankungen erhöht, insbesondere kardial und cerebral. Das Auftreten kardialer und cerebraler vaskulärer Insulte ist in kalten Regionen auf der Welt deutlich häufiger. Aus diesem Grunde sollten vor allem Personen mit vorbestehenden vaskulären Erkrankungen wie beispielsweise einer koronaren Herzkrankheit, einer peripher-arteriellen Verschlusskrankheit oder solche mit Herzinsuffizienz im Einzelfall beurteilt werden, ob sie für Kältearbeit eingesetzt werden können.

2.1.3 Erste Hilfe-Massnahmen bei Unterkühlung (Hypothermie)

Personen mit milder (Stadium I) oder moderater Hypothermie (Stadium II) können passiv wiedererwärmt werden. Dabei steht die Wärmeisolation des Patienten im Vordergrund, so dass die endogene Wärmeproduktion zu einem Wiederanstieg der Körperkerntemperatur führt. Das Bedecken des Patienten mit geheizten Decken und Tüchern oder das Aufwärmen in warmen Bädern ist in der Regel erfolgreich bei leichter oder moderater Hypothermie. Das Wiederaufwärmen in warmen Bädern ist dabei am effektivsten, bei Wassertemperaturen von 40 bis 42°C mit einer Wiederaufwärmrate von 1 bis 2°C pro Stunde.

Hypotherme Personen mit einer Körperkerntemperatur von $> 33^{\circ}\text{C}$, die sonst gesund sind, können in einem warmen Bett oder Bad oder mittels Wärmepackungen und durch die orale Aufnahme warmer, kalorienreicher Flüssigkeit und Nahrung wieder aufgewärmt werden. Personen mit milder Hypothermie (rektale Temperaturen zwischen 30 und 33 °C) können ebenfalls passiv wieder erwärmt werden, wobei am besten geheizte Decken (37°C) zur Anwendung kommen.

Die Einnahme von koffeinhaltigen Getränken sowie alkoholischen Getränken ist zu vermeiden.

Bei Körperkerntemperaturen unter 32°C ist die aktive, invasive Wiedererwärmung einer passiven vorzuziehen, in solchen Fällen hat eine Hospitalisation zu erfolgen.

2.2 Lokale Kälteschäden

Bereits bei geringen Plustemperaturen sind Kälteschäden möglich, da beispielsweise Wind oder Feuchtigkeit die Hauttemperatur weiter herabsetzen können. Wangen, Nase, Ohrmuscheln, Finger, Zehen, Hände und Füße sind bezüglich Entwicklung lokaler Kälteschäden am stärksten gefährdet. Wenn die Hauttemperatur unter 25°C fällt, verlangsamt sich der lokale Stoffwechsel, obwohl der Sauerstoffbedarf bei fortgesetzter Arbeit zunimmt. Gewebeschäden können bereits bei 15°C Umgebungstemperatur als Folge von einer Minderdurchblutung auftreten und unter minus 3°C als Konsequenz lokaler Vereisung des Gewebes.

2.2.1 Frostbeulen

Bei den Frostbeulen handelt es sich nicht um Erfrierungen, sondern um schmerzhafte, gerötete, juckende Hautschädigungen, die durch Entzündung des Gewebes durch Kälte resp. Feuchtigkeit und Kälte entstehen. Im Falle einer längerdauernden oder wiederholten Kälteexposition können die akuten Frostbeulen zu chronischen Frostbeulen im Sinne von blauen Zehen fortschreiten. Diese sind charakterisiert durch gerötete, aufgeschwollene Hautwunden der Zehen und im späteren Verlauf durch Narbenbildung.

Prädisponierend für Frostbeulen sind ungeeignete oder einengende Kleidung oder Schuhwerk. Risikofaktoren für Erfrierungen sind vorangehende Kälteschäden, Rauchen und Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis.

2.2.2 Immersionsfuss

Der Immersionsfuss wird durch eine Kombination von tiefer Temperatur und Exposition zu Wasser verursacht. Er entsteht durch längere Einwirkung von Wasser, in der Regel über 12 Stunden. Initial sind die Füße kalt, fühlen sich taub an, schwellen an und weisen eine wachsweiße oder bläuliche Farbe auf. Zwei bis drei Tage nach Beendigung der Kälteexposition treten Schmerzen, Schwellung, Rötung, ein Hitzegefühl, Blasenbildung, Blutungen, Zyanose

sen und in manchen Fällen tritt als Spätfolge eine Entzündung des Hautuntergewebes ein Wundbrand auf. Nach ca. 10 bis 30 Tagen können intensive Missempfindungen auftreten, die von einem intensiven Kältegefühl und lokal vermehrter Schweissproduktion begleitet sind und unter Umständen über Jahre anhalten können.

2.2.3 Erfrierungen

Unter Erfrierungen versteht man das Vereisen der Haut und des Hautuntergewebes. In der Regel tritt dabei Taubheitsgefühl, Juckreiz und Brennen auf. Die Haut ist grau-weiss verfärbt und wird hart. In schweren Fällen können zudem Missempfindungen und Steifheit auftreten, falls tiefere Gewebestrukturen wie Muskeln, Bindegewebe, Nerven oder Knochen mit betroffen werden. Tiefe Erfrierungen können von Hautgeschwüren, Frostbrand und Gewebetod begleitet sein.

1.	Schädigung der Hautoberfläche.
Grad	Erfrierungen ersten Grades fühlen sich taub und kalt an und werden weiß, da das Blut nicht mehr ungehindert fließen kann. Sobald man die betroffenen Hautpartien wieder aufwärmen kann, nehmen sie eine rötliche Färbung mit einem Blaustich an. Die Folgen sind relativ gering: man könnte sie mit den Beschwerden bei einem leichten Sonnenbrand vergleichen. Die Haut kann abgehen, aber die Symptome legen sich bald wieder.
2.	Schädigung geht tiefer in die Haut.
Grad	Bei Erfrierungen des zweiten Grades, entstehen bereits Schädigungen an den Gefäßwänden, so dass Blut austreten kann. Diese Flüssigkeit sorgt dafür, dass sich die oberste Schicht der Haut ablöst. Von außen sieht es aus, als hätte man Verbrennungen mit Brandblasen. Die Haut wird gefühllos. Bis auf leichte Durchblutungsstörungen sind noch keine langfristigen Folgen zu erwarten.
3.	Kälte- oder Frostbrand (Gangrän), örtlicher Gewebstod.
Grad	Erfrierungen dritten Grades verhindern die weitere Blutzufuhr in den betroffenen Partien. Das Blut sucht sich seinen Weg in das Gewebe. Dieses nimmt dadurch eine sehr dunkle bis schwarze Farbe an. Das Gewebe stirbt dadurch ab und beginnt zu verwesen, sobald es wieder erwärmt wird.
4.	Gewebsvereisung.
Grad	Bei Erfrierungen vierten Grades frieren Flüssigkeiten im Körper und ganze Körperteile wie Muskeln und Knochen ein. Das Gewebe stirbt vollständig ab. Es wird schwarz und fühlt sich kalt an.

Eine besondere Art der Erfrierungen sind Schäden der Hornhaut des Auges (Cornea), die mit einem verminderten Lidschlag einhergehen. Letzterer wird vermindert durch die Herabsetzung der Temperatur der Cornea. Es kommt so zu einer Schädigung des Hornhautdeckgewebes mit Bildung einer Schwellung der Hornhaut, was zu verschwommenem Sehen führt. Das Phänomen wird bei unter -15°C in Kombination mit Wind beobachtet. In der Regel ist diese Schädigung vorübergehend und heilt nach 24 Stunden aus.

2.2.4 Prävention von lokalen Kälteschäden

Die Haut ist trocken zu halten. Es ist wichtig, Feuchtigkeit transportierende Kleidung, Gesichtsmasken, Kopfbedeckung, Ohrwärmer, Handschuhe, Socken, Fausthandschuhe, Schals und Schuhe zu tragen. Nasse, feuchte oder einengende Unterwäsche und Kleider sollten schnellstmöglich gewechselt werden um insbesondere Kälteschäden wie einen Immersionsfuss zu verhindern. Handwärmer sollten in den Taschen mitgeführt werden.

2.2.5 Erste Hilfe

Frostbeulen und Erfrierungen: Die Therapie zielt dahin, die Zirkulation durch Wiederaufwärmen in warmen Räumen und durch Schutz druckbelasteter Bereiche zu verbessern sowie vor Verletzungen zu schützen. Erfrierungen sollen von feuchten Handschuhen, Socken und Schuhen befreit werden, anschliessend soll die Extremität getrocknet und wieder durch trockene Kleidung bedeckt werden. Die Extremität soll hochgelagert werden, am besten körpurnah. Kontraindiziert sind Massagen, Hitze, Eispackungen oder Bäder.

Das Wiederaufwärmen sollte nicht in Angriff genommen werden, wenn das Wiedereinfrieren vor einer definitiven Behandlung wahrscheinlich ist.

Bei schweren Erfrierungen, insbesondere im Zusammenhang mit einer systemische Hypothermie muss der Patient schnellstmöglich hospitalisiert werden.

2.3 Krankheitsbilder, die durch die Exposition zu Kälte ungünstig beeinflusst werden

Die Exposition von Arbeitnehmern mit Asthma oder mit chronisch obstruktiver Pneumopathie zu Kälte kann zu einer ungünstigen Beeinflussung dieser Erkrankungen führen. Die Exposition zu Kälte kann über vasomotorische Mechanismen zu einer laufenden Nase führen.

Oft geht die Exposition zu Kälte mit physischer Arbeit einher. Beide Faktoren, sowohl die körperliche Belastung als auch die Exposition zu Kälte, führen zu Blutdrucksteigerung und Steigerung des Herzminutenvolumens. Bei vorbestehenden Gefässerkrankungen kann es insbesondere Herz- und Hirninfarkten kommen.

Diabetes mellitus kann mit einer Störung der Thermoregulation einhergehen. In späteren Stadien finden sich eine Erkrankung der Nerven und Gefässe, die das Vermögen der Regulation der Wärmekonservierung in den Extremitäten einschränken. So ist die Gefässverengung bei Kälteexposition von Diabetikern gegenüber gesunden Personen reduziert. Personen mit Diabetes mellitus weisen zudem ein erhöhtes Risiko für eine koronare Herzkrankheit auf.

Das Raynaud-Phänomen ist durch anfallsweises Weisswerden der Finger aufgrund von plötzlichen, krampfartigen Verengungen von Gefässen (Vasospasmen) gekennzeichnet. Meist lösen sich diese Spasmen von selbst. Frauen sind fünfmal häufiger betroffen als Männer. Langdauernde Exposition zu Kälte führt bei Personen mit primärem Raynaud-Phänomen zu den typischen, oben beschriebenen Symptomen. Aber auch bei sekundären Formen des Raynaud-Phänomens, wie dem Hand-Arm-Vibrations-Syndrom, treten diese Beschwerden bei zusätzlicher Exposition zu Kälte auf.

Verschiedene Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis können durch Kälte ungünstig beeinflusst werden. In einigen Studien vor allem in der nahrungsmittelverarbeitenden Industrie konnte gezeigt werden, dass die Exposition zu Kälte vermehrt zu Verspannungen im

Nacken-Schulter-Armbereich führen kann und Sehnenscheidenentzündungen häufiger festzustellen sind. Auch ein Carpal-tunnelsyndrom kann durch Kälte ungünstig beeinflusst werden.

Bei der Kryoglobulinämie finden sich im Blut Antikörper, Kryoglobuline, die bei Kälte unlöslich werden und bei Wärme wieder in Lösung gehen. In den allermeisten Fällen liegt bei der Kryoglobulinämie eine chronische Hepatitis C vor. Die Symptome können sehr unterschiedlich sein. So können sich Hautsymptome manifestieren wie Hautblutungen durch Gefäßwandschädigung der Akren, diese Hauterscheinungen werden als "palpable Purpura" bezeichnet oder es finden sich ein Raynaud-Phänomen, eine Akrozyanose, Nekrosen der Akren oder die Patienten klagen über Gelenk- und Muskelschmerzen. Die Blutsenkungsgeschwindigkeit ist bei 37°C stark beschleunigt, bei 4°C normal. Die Kryoglobuline können mittels Elektrophorese nachgewiesen werden.

Die Kälteurtikaria ist ein Reaktionsmuster der Haut, das durch Juckreiz, Rötung und Quaddeln gekennzeichnet ist und durch Kälte ausgelöst wird. Ursache für die Hautreaktion ist die Freisetzung von Histamin aus den Mastzellen bei Kälteeinwirkung. Viele betroffene "Kälteallergiker" zeigen meist nur die ungefährlichen aber lästigen Symptome wie Rötungen, Schwellungen und Juckreiz. Schwere Komplikationen treten nur selten auf, aber z.B. bei einem Sprung ins kalte Wasser kann es zu einem erheblichen Blutdruckabfall mit Versagen des Herz-Kreislaufs kommen.

Es ist anzunehmen, dass andere dermatologische Erkrankungen wie eine atopische Dermatitis und eine Psoriasis durch die Exposition zu Kälte ungünstig beeinflusst werden, dies auch wegen der tiefen Feuchtigkeit der kalten Luft.

Als Pannikulitis wird eine örtlich begrenzte Entzündung des Unterhautfettgewebes bezeichnet. Die Kälte-Pannikulitis ist eine nur wenige Wochen anhaltende Erscheinung nach starker Kälteeinwirkung.

3. Beurteilung der Klimaverhältnisse

Die Kälteexposition wird im Zusammenhang mit der Arbeit in drei Bereiche eingeteilt. Den Behaglichkeitsbereich, den Erträglichkeitsbereich und die Ausführbarkeit. Im Behaglichkeitsbereich ist der Wärmeaustausch im Gleichgewicht. Im Erträglichkeitsbereich wird das Gleichgewicht durch die Arbeitsschwere und die Belastung durch das Klima erreicht. Die mittlere Hauttemperatur soll gemäss DIN 33403-5 (1997) 33°C nicht unterschreiten. Dabei werden lokale Abkühlungen an den Extremitäten nicht berücksichtigt. Für Arbeiten ausserhalb des Erträglichkeitsbereichs müssen Schutzmassnahmen ergriffen werden.

Gemäss DIN 33 403-5 (1997) gelten Arbeitsplätze als Kältearbeitsplätze in Arbeitsräumen in denen eine Lufttemperatur von +15°C oder niedriger, d.h. bis unter -50° C vorhanden ist. Die Lufttemperatur dient als ordnende Leitgrösse. Anhand der Lufttemperatur werden so 5 Kältebereiche unterschieden:

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

Die weiteren physikalischen Grössen des Umgebungsklimas wie die Luftfeuchte, die Luftgeschwindigkeit und die Wärmestrahlung sowie der Energieumsatz und die Bekleidungsisolation haben unmittelbaren Einfluss auf die Wärmebilanz des Menschen. Nicht die Lufttemperatur allein, sondern der sich aus dem Komplex - Klima und Arbeit - gegebenenfalls resultierende Wärmeverlust ist für die Kältebelastung massgebend. D.h. die klimatische Beanspruchung wird auch durch die körperliche Aktivität, die Bekleidung und die Expositionsdauer geprägt. Die zeitliche Begrenzung der Kälteexposition und das Einfügen von Aufwärmzeiten gehören zu den wirksamsten Massnahmen um einen zentralen, allgemeinen Wärmeverlust des Menschen oder peripherer Abkühlung, beispielsweise der Hände und Füsse entgegenzuwirken. Gemäss DIN 33 403-5 soll in den Pausenräumen mindestens eine Raumtemperatur von 21° C erreichbar sein. Diese Räume sollen trocken und zugluftfrei sein.

	Lufttemperatur	Max. Aufenthaltsdauer ohne Unterbruch (Min)	Minstdauer der Aufwärmzeit (Min)
I	Kühler Bereich unter +15° bis + 10°C	150	10
II	Leicht kalter Bereich +10° bis -5°C	150	10
III	Kalter Bereich -5° bis -18°C	90	15
IV	Sehr kalter Bereich -18° bis -30°C	90	30
V	Tiefkalter Bereich unter -30°	60	60

Die Aufwärmzeiten gelten für den an Kältearbeit gewöhnten Menschen mit regelmässiger Tätigkeit.

Quelle: DIN 33 403-5 (1997)

Dem Wärmeverlust durch das Berühren kalter Oberflächen oder kalter Flüssigkeiten durch die Wärmeleitung muss spezielle Beachtung geschenkt werden. Flüssigkeiten haben eine viel grössere Kühlleistung als Luft. So können nasse und feuchte Bedingungen auch bei Lufttemperaturen von 0° bis 15°C eine beträchtliche Abkühlung der Hände und Finger verursachen. Besondere Beachtung gilt daher der Handhabung von Flüssigkeiten mit einem Gefrierpunkt unter 0°C. Diese kühlen durch Wärmeleitung und Verdunstung.

Vor allem im Aussenbereich erfolgt die Beurteilung des kalten Klimas mittels Erfassung des Wind-Chill-Indexes, der gefühlten Temperatur. Dabei werden die Umgebungstemperatur mit einem "Dry-Bulb-Thermometer" und die Windgeschwindigkeit mit einem Standardwindmess-

gerät erfasst. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit reduziert sich die gefühlte Temperatur erheblich. Das Risiko einer Hypothermie ist direkt mit den "Wind-Chill-Index" verknüpft.

T Luft [°C]	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
V ₁₀ [km/h]												
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-64	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Tab. 1: Wind Chill Index (Gefühlte Temperatur in °C). Die Windgeschwindigkeit wird in 10 m Höhe gemessen (übliche Messhöhe eines Anemometers). [4]

t eff in °C	Wirkung
-10 bis -24	Unangenehm kalt
-25 bis -34	Sehr kalt, Risiko des Einfrierens der Haut
-34 bis -59	Bitterkalt, freiliegende Haut kann innert 10 Minuten einfrieren
-60 und kälter	Extrem kalt, freiliegende Haut kann innert 2 Minuten einfrieren

Quelle: prEN ISO 15743:2005

Die Luftgeschwindigkeit steigert die Abgabe von Wärme an der Körper- resp. Bekleidungs-oberfläche und entzieht dem Körper damit zusätzlich Wärme. Die Luftgeschwindigkeit soll in den Arbeitsbereichen bei sitzenden und stehenden Tätigkeiten 0,2 (+- 0,1) m/s nicht überschreiten. Die relative Luftfeuchte liegt in allen Kältebereichen meist nahe der Sättigungsgrenze. Wegen des geringen Wasserdampfdruckes bzw. des sehr geringen Wasserdampfgehaltes der Luft, lässt sich hierbei die Kältebelastung durch Regulation der Luftfeuchte nicht beeinflussen.

Die Wärmestrahlung wird bestimmt durch die Differenz zwischen den Oberflächentemperaturen in der Arbeitsumgebung und der Oberflächentemperatur des exponierten Menschen. In bestimmten Fällen kann es erforderlich sein, die Kältebelastung durch Wärmestrahler zu kompensieren.

4. Allgemeine Prinzipien zur Verhütung von Kälteschäden

Arbeit, Arbeitskleidung und Arbeitsumgebung sind so zu gestalten, dass keine Kälteschäden des Körpers auftreten können. Kältearbeiten sind durch Änderung des Arbeitsverfahrens nach Möglichkeit zu vermeiden. Dies kann durch technische, organisatorische und personenbezogene Massnahmen erzielt werden.

4.1 Technische Massnahmen

Die Arbeitsplätze sind vor Wind- und Wetter zu schützen. Durch geeignete Massnahmen ist sicherzustellen, dass die Luftgeschwindigkeit im Arbeitsbereich 0,2 (+- 0,1)m/s nicht überschreitet. Insbesondere ist Zugluft zu vermeiden. In bestimmten Fällen kann es erforderlich sein die Kältebelastung durch Wärmestrahler zu kompensieren. Ein wiederholter oder lange anhaltender Kontakt zu kalten Oberflächen ist zu vermeiden. So sind beispielsweise Sitze oder Werkzeuge aus Metall durch solche mit geringerer Wärmeleitfähigkeit zu ersetzen.

4.2 Organisatorische Massnahmen

Nach Möglichkeit sind die Arbeiten zeitlich für eine wärmere Saison zu planen oder es ist zu prüfen, ob die Arbeiten in Innenräumen durchgeführt werden können. Vor Antritt der Arbeit sind die Klimabedingungen zu überprüfen. Die Arbeit der Arbeitnehmenden sollte so gestaltet werden, dass sie immer während der Kälteexposition körperlich aktiv sind und für die Ausführung stationärer Aufgaben mit einer Wind- und Wettergeschützten Überdachung ausgerüstet sind. Arbeitnehmende, die im Freien tätig sind, sollten geheizte Ruheräume aufsuchen können. Das Arbeits- und Pausenreglement muss dementsprechend die Umgebungstemperatur und die Windgeschwindigkeit berücksichtigen. Zudem sollte unter Schlechtwetterbedingungen Alleinarbeiten vermieden werden. Den Aufgaben in der Kälte und mit Schutzkleidung ist genügend Zeit einzuräumen. Es sind genügend Kleidungsstücke zum Wechseln bereitzustellen. Es sind ein Kommunikationssystem und Kontrollstationen einzurichten.

4.3 Personenbezogene Massnahmen

4.3.1 Kleidung

Die Arbeitskleidung ist den klimatischen Bedingungen, der Aufgabe und der körperlichen Beanspruchung anzupassen. Die Schutzbekleidung ist so zu wählen, dass sie Schutz gegenüber Wind und Regen bietet, aber auch das Verdampfen von Schweiß erlaubt. Dabei ist darauf zu achten, dass eine allfällige Überhitzung durch das Tragen von mehreren Schichten an Kleidung vermieden werden kann.

Die notwendige Isolation der Bekleidung (IREQ) kann durch die Erfassung der Expositionszeit und die Erholungszeit gemäss ISO11079 unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität und der Strahlungswärme erfasst werden. Die Isolation der Kleidung ist so zu wählen, dass die Körperkerntemperatur nicht unter 36°C fällt, falls die Arbeit in einer Umgebungstemperatur von 4°C ausgeführt wird. Feuchte Bekleidung muss, so schnell wie möglich, durch trockene ersetzt werden. Die Kleidung darf keinesfalls einengend sein. Zusätzliche muss dem Schutz der Hände, der Füße, des Kopfes und der Akren besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Kälteschutzmassnahmen sollten sicherstellen, dass an keiner dieser Körperstellen die Hauttemperatur unter 12° C sinkt.

4.3.2 Essen und Getränke

Die Arbeitnehmenden sollen warmes Essen und warme Getränke zu sich nehmen. Falls körperlich schwere Arbeiten durchgeführt werden, ist auf eine genügende Zufuhr von Kalorien zu achten. Kaffee und alkoholische Getränke sind zu meiden.

4.3.3 Schulung

Arbeitnehmende, die Kältearbeit verrichten, müssen in Bezug auf die speziellen Probleme bei Kälte informiert werden, insbesondere betreffend der Kälteschäden, ihrer Behandlung und der 1. Hilfe Massnahmen. Insbesondere im Freien tätige Arbeitnehmende sollten in Bezug auf ihr Verhalten in der Kälte geschult werden: "Sich bewegen, sich warm halten und sich trocken halten". Diese Arbeitnehmer sollten bezüglich der Notwendigkeit des Nichtrauchens und der Alkoholabstinenz unterwiesen werden. Insbesondere neu eintretende Arbeitnehmenden sollten bezüglich adäquater Kleidung, Erkennen von durch Kälte entstehenden Gesundheitsschäden und den ersten Zeichen einer Unterkühlung, Aufwärmphasen und Erste Hilfe-Massnahmen unterwiesen werden.

4.3.4 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Arbeitsmedizinische Bedenken können bei Arbeitnehmende, die Kälte exponiert sind, vor allem bei der Erkrankungen der Gefässe, des Herzkreislaufes, der Lunge, des Stoffwechsels bestehen oder bei neurologische Erkrankungen, die das Risiko für durch Kälte verursachte Erkrankungen erhöhen. Die Beurteilung erfolgt im Einzelfall aufgrund der Arbeitsbedingungen und der medizinischen Befunde.

4.3.5 Checkliste Kältearbeit

Zur besseren Beurteilung von Arbeitsplätzen in Kühlräumen hat die Suva die Checkliste Kühlräume 67181.d herausgegeben.

Weiterführende Literatur

PrEN ISO 15 743 (2005): Ergonomie der thermischen Umgebung - Arbeitspraktiken in der Kälte - Strategie für die Risikobeurteilung und das - management

DIN 33 403-5 (1997): Klima am Arbeitsplatz und in der Umgebung, Teil 5: ergonomische Gestaltung von Kältearbeitsplätzen.

Broschüre: Mutterschaft-Schutz der Arbeitnehmerinnen, Bundesamt für Bauten und Logistik, 3003 Bern: 025.224.d

Broschüre: Jugendarbeitsschutz. Informationen für Jugendliche bis 18 Jahre, Bundesamt für Bauten und Logistik, 3003 Bern: 710.063.d

Griefhahn B, Mehnert P, Bröde P, Forstoff A (1997): Working in moderate cold: a possible risk for health. *J Occup Health* 39, 36-44.

Kurppa K, Viikari-Juntura E, Kuosma E, Huuskonen M, Kivi P (1991): Incidence of tenosynovitis and peritendinitis and epicondylitis in a meat-processing factory. *Scand J Work Environ Health*, 17, 32-37

Pienimäki T (2002): Cold exposure and musculoskeletal disorders and diseases. A review. *Int J Circumpolar Health* 61, 173-82

Danzl D. (2002): *Seminars in respiratory and critical care medicine* 23, 57-68

Danzl D. Pozos R. (1994): Accidental Hypothermia. A review article. *JEJM* 310, 1756-1760

Emmett J D (1995): A review of heart rate and blood pressure responses in the cold in healthy subjects and coronary artery disease patients. *J Cardiopulm Rehabil* 15, 19-24

Korhonen I (2006): Blood Pressure an heart rate responses in men exposed to arm and leg cold pressore test an whole-body cold exposure. *Int. J. Circumpolar Health* 65, 178-84

Komulainen S, Tähtinen T, Rintamäki H, Virokannas H, Keinänen-Kiukaanniemi S (2000): Blood pressure responses to whole-body cold exposure : effect of carvediol. *Eur J Clin Pharmacol* 56, 637-42

Komulainen S, Rintamäki H, Virokannas H, Keinänen-Kiukaanniemi S (2004): Blood pressure responses to whole-body cold exposure : effect of metoprolol. *Hum Hypertens* 18, 905-6

Fujiwara T, Kawamura M, Nakajima J, Adachi T, Hiramori K (1995): Seasonal differences in diurnal blood pressure of hypertensive patients living in a stable environmental temperature. *J Hypertension* 13, 1747-52

Kim JY, Jung KY, Hong YS, Kim JI, Jang TW, Kim JM (2003): The relationship between cold exposure and hypertension. *HJ Occup Health* 45, 300-6

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Szyjkowska A et al (2006): Physiological reaction to work in cold microclimate. *Int J Occup Med Environ Health* 19, 123-31

Brennan PJ, Greenberg G, Miall WE, Thompson SG (1982): Seasonal variation in arterial blood pressure. Br Med J 285, 919-23.

Suva (2011): Checkliste Kühlräume (Raum grosser als 10m³ und Temperaturen unter null Grad) Bestellnummer: 67181.d