

	<p style="text-align: center;">Sicherheit von Maschinen Temperaturen berührbarer Oberflächen Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße Oberflächen (enthält Berichtigung AC : 1994 und Änderung A1 : 1999) Deutsche Fassung EN 563 : 1994 + AC : 1994 + A1 : 1999</p>	DIN EN 563
--	--	-----------------------------

ICS 13.110

Ersatz für Ausgabe 1994-08
und DIN EN 563 : 1994-08/Ber 1 : 1995-01

Safety of machinery —
Temperatures of touchable surfaces —
Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces
(includes Corrigendum AC : 1994 and Amendment A1 : 1999);
German version EN 563 : 1994 + AC : 1994 + A1 : 1999
Sécurité des machines —
Températures des surfaces tangibles —
Données ergonomiques pour la fixation de températures limites des surfaces chaudes
(inclut Corrigendum AC : 1994 et l'amendement A1 : 1999);
Version allemande EN 563 : 1994 + AC : 1994 + A1 : 1999

Die Europäische Norm EN 563 : 1994 hat den Status einer Deutschen Norm, einschließlich der eingearbeiteten Berichtigung AC : 1994 und Änderung A1 : 1999, die von CEN getrennt verteilt wurden.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von der Arbeitsgruppe 3 des Technischen Komitees 122 „Ergonomie“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet. Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung dieser Norm wurden vom Gemeinschaftsausschuß 1 im Normenausschuß Ergonomie im DIN wahrgenommen.

Der Text der Berichtigung AC ist durch eine einfache Linie und der Text der Änderung A1 ist durch eine doppelte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe August 1994 und DIN EN 563 : 1994-08/Ber 1 : 1995-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Berichtigung 1 zu EN 563 eingearbeitet.
- b) Änderung EN 563/A1 : 1999 eingearbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 563 : 1994-08
DIN EN 563 : 1994-08/Ber 1 : 1995-01

Fortsetzung 17 Seiten EN

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen

Temperaturen berührbarer Oberflächen

Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten
für heiße Oberflächen

(enthält Berichtigung AC : 1994 und Änderung A1 : 1999)

Safety of machinery — Temperatures of touchable surfaces — Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces (includes Corrigendum AC : 1994 and Amendment A1 : 1999)

Sécurité des machines — Températures des surfaces tangibles — Données ergonomiques pour la fixation de températures limites des surfaces chaudes (inclut Corrigendum AC : 1994 et l'amendement A1 : 1999)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 14. Juni 1994, die Berichtigung AC am 20. Oktober 1994 und die Änderung A1 am 1. Juli 1999 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	Anhang C (informativ) Schutzmaßnahmen	13
0 Einleitung	3	Anhang D (informativ) Beispiele für die Anwendung der Norm	14
1 Anwendungsbereich	3	Anhang E (informativ) Thermische Eigenschaften ausgewählter Materialien	16
2 Normative Verweisungen	3	Anhang F (informativ) Literaturhinweise	17
3 Definitionen	3	Anhang G (informativ) A-Abweichung	17
4 Verbrennungsschwellen	4	Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	17
5 Anwendung	10		
6 Interpretation und Schlußfolgerungen	11		
Anhang A (informativ) Wissenschaftlicher Hintergrund	12		
Anhang B (normativ) Beispiele für Kontaktdauern	13		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN betreut wird.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Kommission der Europäischen Gemeinschaften und das Sekretariat der Europäischen Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Diese Norm ist eine Norm vom Typ B1 in einer Reihe von Normen zur Maschinensicherheit. Das bedeutet, daß sie angewendet werden sollte, wenn spezifische Anforderungen in Normen vom Typ C festgelegt werden. Zusätzlich sollte diese Norm auch zur Festlegung von Planungs- und Konstruktionspezifikationen benutzt werden, sofern geeignete Normen vom Typ C fehlen. Obwohl diese B1-Norm speziell für die Sicherheit von Maschinen entworfen wurde, kann sie auch in anderen geeigneten Anwendungsbereichen verwendet werden.

Anhänge, die mit „normativ“ bezeichnet werden, sind Teil dieser Norm. Anhänge, die mit „informativ“ bezeichnet werden, sind nur zur Information angegeben. In dieser Norm ist der Anhang B normativ. Die Anhänge A, C, D, E, F und G sind informativ.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 1994, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 1994 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Vorwort der Änderung A1

Diese Änderung EN 563 : 1994/A1 : 1999 zur EN 563 : 1994 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 563 : 1994 muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2000 zurückgezogen werden.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 563 : 1994 wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

0 Einleitung

Zugängliche Oberflächen von Maschinen, die bei ihrer Verwendung heiß werden, stellen ein Verbrennungsrisiko dar. Die Berührung der heißen Oberflächen kann absichtlich geschehen, z. B. um den Griff der Maschine zu bedienen, oder unbeabsichtigt erfolgen, wenn sich eine Person in der Nähe der Maschine aufhält. Allgemeine Hinweise für das sicherheitsgerechte Gestalten von Maschinen unter Berücksichtigung von Maßnahmen gegen Gefahren, einschließlich der Gefahr von Verbrennungen, sind in EN 292 aufgeführt.

Die Kenntnis der Faktoren und Einflüsse, die beim Kontakt der Haut mit einer heißen Oberfläche zu Verbrennungen führen, ermöglicht die Beurteilung des Verbrennungsrisikos, das durch eine heiße Oberfläche verursacht wird. Die wichtigsten Faktoren sind:

- die Temperatur der Oberfläche;
- das Material der Oberfläche;
- die Dauer des Kontaktes zwischen der Haut und der Oberfläche.

Andere, möglicherweise auch auftretende Faktoren spielen eine geringere Rolle. Die vorliegende Norm enthält Daten, die beim Kontakt einer heißen Oberfläche mit der Haut eine Beurteilung des Verbrennungsrisikos ermöglichen. Diese Daten können auch bei der Festlegung von Temperaturgrenzwerten in anderen Normen und Vorschriften verwendet werden.

Die in dieser Norm festgelegten Daten beruhen auf wissenschaftlichen Forschungsergebnissen und stellen, soweit bekannt, das Verhalten der menschlichen Haut bei der Berührung mit einer heißen Oberfläche dar.

Daten der Verbrennungsschwellen für sehr kurze Berührungen von 0,5 s basieren nicht direkt auf wissenschaftlichen Forschungen, sondern werden durch Extrapolation aus den Kurven der Verbrennungsschwellen für längere Kontaktdauern abgeleitet. Unter Berücksichtigung der Reaktionszeiten des Menschen und ihrer Verteilung in der Bevölkerung sind 0,5 s die kleinste anwendbare Kontaktdauer für gesunde Erwachsene bei einem vertretbaren Sicherheitsniveau.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ergonomische Daten fest und beschreibt ihre Anwendung bei der Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße Oberflächen und bei der Beurteilung von Verbrennungsrisiken.

Diese Norm ist im Anwendungsbereich der EN 292 auf heiße Oberflächen von Maschinen, die während ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung berührt werden oder berührt werden können, anwendbar.

Diese Norm stellt die Daten zur Verfügung, die angeben, unter welchen Bedingungen der Kontakt zwischen der unbedeckten Haut und einer heißen Oberfläche zu Verbrennungen führen kann. Diese Daten ermöglichen die Beurteilung von Verbrennungsrisiken.

Diese Norm stellt auch Daten zur Verfügung, um Temperaturgrenzwerte von heißen Oberflächen zum Schutz gegen Hautverbrennungen festlegen zu können. Diese Daten können bei der Erarbeitung von spezifischen Maschinennormen Anwendung finden, wenn sich als Ergebnis einer Risikobeurteilung die Festlegung von Temperaturgrenzwerten als notwendig erweist.

Die Werte dieser Norm gelten für Gegenstände, deren Wärmekapazität im Vergleich zu derjenigen der menschlichen Haut hoch ist.

Diese Norm ist nicht anwendbar, wenn ein großer Bereich der Haut (etwa 10 % oder mehr der Körperoberfläche) mit

einer heißen Oberfläche in Berührung kommen kann. Diese Norm ist auch nicht auf einen Hautkontakt von mehr als 10 % des Kopfes oder auf einen Kontakt, der Verbrennungen von lebenswichtigen Bereichen des Gesichtes zur Folge hat, anwendbar.

ANMERKUNG 1: In einigen Fällen kann der Kontakt mit einer heißen Oberfläche für eine Person noch schwerwiegender als eine Verbrennung sein, zum Beispiel:

- a) bei Verbrennungen, die zu einer Verengung der Luftwege führen,
- b) eine großflächige Verbrennung (von mehr als 10 % der Körperoberfläche) kann durch Flüssigkeitsverlust den Kreislauf beeinträchtigen,
- c) die Erhitzung eines großen Teils des Kopfes oder des ganzen Körpers kann selbst ohne das Auftreten einer Verbrennung zu einer nicht akzeptablen Hitzebeanspruchung führen.

Diese Norm ist für die gesunde Haut von Erwachsenen anwendbar.

Diese Norm enthält keine Werte für den Schutz gegen Schmerz.

ANMERKUNG 2: Wenn die in dieser Norm festgelegten Werte nicht überschritten werden, so besteht bei Berührung der Haut mit der heißen Oberfläche üblicherweise kein Verbrennungsrisiko; es kann jedoch Schmerz auftreten. Sofern auch ein Schutz gegen Schmerz notwendig ist, wird empfohlen, entsprechende Werte für Oberflächentemperaturen anderen geeigneten Quellen zu entnehmen (siehe Anhang A).

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische 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 Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 292-1 : 1991

Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik

EN 292-2 : 1991

Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen

prEN 614-1

Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze

prEN 1050¹⁾

Sicherheit von Maschinen — Risikobeurteilung

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Oberflächentemperatur (T_O)

Die in Grad Celsius gemessene Temperatur einer Oberfläche.

¹⁾ Norm-Entwurf erarbeitet von CEN/TC 114/WG 14

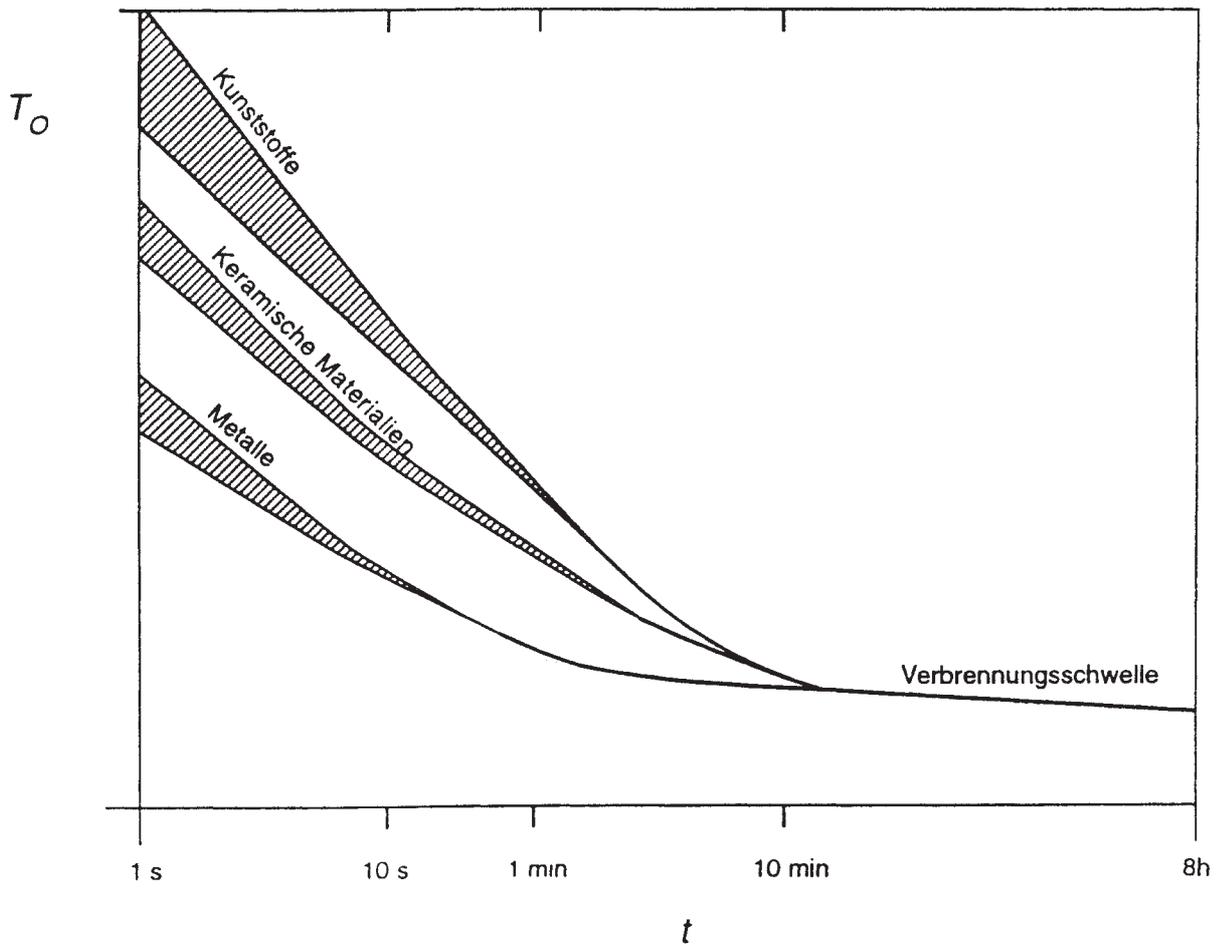


Bild 1: Veranschaulichung der Beziehung zwischen der Verbrennungsschwelle und der Kontaktdauer bei der Berührung einer heißen Oberfläche mit der Haut

3.2 Kontaktdauer (t)

Die Zeit, während der eine Berührung der Oberfläche stattfindet.

3.3 Wärmeträgheit

Das Produkt aus der Dichte, der Wärmeleitfähigkeit und der spezifischen Wärmekapazität eines Materials.

3.4 Materialeigenschaften der Oberfläche

Die chemisch/physikalische Zusammensetzung des Materials sowie die Struktur (rauh, glatt) und Form der Oberfläche.

3.5 Einteilung von Verbrennungen

Verbrennungen werden nach ihrem Ausmaß in 3 Stufen eingeteilt:

- a) Oberflächliche Verbrennung
 Außer bei sehr oberflächlichen Verbrennungen wird die Epidermis völlig zerstört, aber Haarfollikel, Talgdrüsen und Schweißdrüsen bleiben unbeschädigt.
- b) Tiefgehende Verbrennung
 Ein wesentlicher Teil des Dermis sowie alle Talgdrüsen werden zerstört, und lediglich die tiefer gelegenen Teile der Haarfollikel und Schweißdrüsen überleben.

c) Vollständige Verbrennung

Wenn die gesamte Hautschicht zerstört wurde und es keinerlei überlebende Epithelzellen gibt.

3.6 Verbrennungsschwelle

Die Oberflächentemperatur mit folgender Eigenschaft: Wird eine heiße Oberfläche mit der Temperatur der Verbrennungsschwelle von der Haut während einer bestimmten Kontaktdauer berührt, dann liegen die Folgen für die Haut auf der Grenze zwischen keiner Verbrennung und einer oberflächlichen Verbrennung.

4 Verbrennungsschwellen

4.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt sind die Werte für Verbrennungsschwellen angegeben. Eine Abschätzung des Verbrennungsrisikos ist durch die Messung der Oberflächentemperatur und den Vergleich mit den in 4.2 festgelegten Verbrennungsschwellen möglich. Die Verbrennungsschwellen in 4.2 können auch zur Festlegung von Oberflächentemperaturgrenzwerten von Maschinen zum Schutz gegen Verbrennungen benutzt werden.

ANMERKUNG: Das Auftreten einer Verbrennung ist abhängig von der Hauttemperatur sowie von der Zeit, in der die Temperatur der Haut erhöht ist.

Der Zusammenhang zwischen Hauttemperatur, Dauer der Einwirkung und dem Auftreten einer Verbrennung war Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen und ist bekannt (siehe Anhang A). In der Praxis ist es jedoch nicht ohne weiteres möglich, die Temperatur der Haut während der Berührung mit der heißen Oberfläche einer Maschine zu messen. Daher werden in vorliegender Norm nicht die Temperaturwerte der Haut genannt, die zu Verbrennungen führen, sondern die der heißen Oberflächen von Maschinen, die bei Kontakt mit der Haut Verbrennungen verursachen (die Verbrennungsschwellen). Die Temperatur der Oberfläche einer Maschine läßt sich mit Hilfe von geeigneten Meßgeräten leicht messen.

Die Oberflächentemperaturen, die beim Kontakt der Haut mit der heißen Oberfläche zu Verbrennungen führen, sind abhängig von dem Material der Oberfläche und von der Dauer des Kontaktes zwischen der Haut und der Oberfläche. In Bild 1 wird diese Abhängigkeit dargestellt. Bild 1 zeigt diese Beziehung für verschiedene Materialgruppen, die ähnliche Wärmeleiteigenschaften haben und daher ähnliche Verbrennungsschwellen aufweisen.

Ein Punkt auf einer der Kurven gibt für eine bestimmte Kontaktdauer diejenige Oberflächentemperatur an, bei der als Folge der Berührung der heißen Oberfläche die Grenze zwischen keiner Schädigung und dem Beginn einer oberflächlichen Verbrennung liegt. Werte unterhalb der Kurve verursachen im allgemeinen keine Verbrennung. Oberflächentemperaturen oberhalb der Kurve führen zu einer Verbrennung der Haut (siehe Anhang A).

Das erläuternde Bild 1 dient lediglich zum besseren Verständnis und zeigt keine genauen Verbrennungsschwellen-Werte. Die genauen Verbrennungsschwellen sind den Bildern 2 bis 6 und der Tabelle 3 zu entnehmen.

Für kurzzeitige Berührungen sind die Verbrennungsschwellen im Bild 1 und in den detaillierten Bildern 2 bis 6 nicht als Linien, sondern als Bereiche dargestellt. Diese Darstellungsweise verdeutlicht, daß für kurze Kontaktdauern die Kenntnis hinsichtlich der Temperaturgrenze zwischen einer Nichtverbrennung der Haut und dem Beginn einer Verbrennung unvollständig ist. Die Verbrennungsschwelle hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab: Hautdicke am Berührungspunkt, Feuchtigkeit der Hautoberfläche (Schweiß), Verunreinigung der Haut (z. B. mit Fett), Andruckkraft, unterschiedliche Wärmeleiteigenschaften der in einer Gruppe zusammengefaßten Werkstoffe, Ungenauigkeiten bei der wissenschaftlichen Bestimmung der Verbrennungsschwellen (siehe Anhang A). Diese Einflüsse sind jedoch gering, verglichen mit dem Einfluß, der aus den Unterschieden in den Wärmeleiteigenschaften der verschiedenen Materialgruppen resultiert.

Die Unsicherheiten sind für längere Kontaktdauern kleiner als für kurze Kontaktdauern. Daher werden für lange Kontaktdauern genaue Verbrennungsschwellen genannt. Ebenso gibt es für lange Kontaktdauern für die verschiedenen Materialgruppen keine unterschiedlichen Werte mehr.

4.2 Verbrennungsschwellen-Werte

4.2.1 Verbrennungsschwellen bei einer Kontaktdauer unter 1 Sekunde

Für sehr kurze Berührungen werden Werte der Verbrennungsschwellen bei einer Kontaktdauer von 0,5 s in den Tabellen 1 und 2 angegeben.

Tabelle 1 enthält die Verbrennungsschwellen-Bereiche für unterschiedliche Materialien bei einer Kontaktdauer von 0,5 s. Die festgelegten Schwellenbereiche sind Erweiterungen der gestrichelten Bereiche in den Bildern 2, 4, 5 und 6.

Tabelle 1: Verbrennungsschwellen-Bereiche bei einer Kontaktdauer von 0,5 s

Material	Erweiterung von Bild Nr	Verbrennungsschwellen-Bereich bei einer Kontaktdauer von 0,5 s °C
Blankes (unbeschichtetes) Metall	2	67 bis 73
Keramik, Glas und Stein	4	84 bis 90
Kunststoffe	5	91 bis 99
Holz	6	128 bis 155

Tabelle 2 enthält die Erhöhung des Verbrennungsschwellen-Bereichs für beschichtete Metalle bei einer Kontaktdauer von 0,5 s. Die festgelegten Werte sind Verschiebungen der Linien in den Bildern 3a und 3b. Absolute Werte für die Verbrennungsschwellen-Bereiche für beschichtete Metalle können gewonnen werden, indem die Werte aus Tabelle 2 zu dem in Tabelle 1 für blankes Metall festgelegten Verbrennungsschwellen-Bereich addiert werden.

Tabelle 2: Erhöhung des Verbrennungsschwellen-Bereichs für beschichtete Metalle bei einer Kontaktdauer von 0,5 s

Metalle mit einer Beschichtung von	Erweiterung von Bild Nr	Erhöhung des Verbrennungsschwellen-Bereichs bei einer Kontaktdauer von 0,5 s °C
50 µm Lack	3a	13
100 µm Lack	3a	22
150 µm Lack	3a	31
400 µm Rilsan	3b	34
90 µm Pulver	3b	11
60 µm Pulver 160 µm Emaille	3b	6

4.2.2 Verbrennungsschwellen bei Kontaktdauern von 1 s bis 10 s

4.2.2.1 Allgemeines

Für kurzzeitige Berührungen (Kontaktdauern zwischen 1 s und 10 s) sind die Verbrennungsschwellen-Bereiche nicht als Zahlen angegeben, sondern grafisch in Abhängigkeit von der Kontaktdauer aufgetragen. Die Verbrennungsschwellen von Materialien mit ähnlichen Wärmeleiteigenschaften wurden zusammengefaßt und jeweils als ein Bereich dargestellt.

4.2.2.2 Unbeschichtete Metalle

Die in Bild 2 dargestellten Verbrennungsschwellen gelten für glatte Oberflächen aus unbeschichtetem Metall. Für rauhe metallische Oberflächen können die Werte zwar

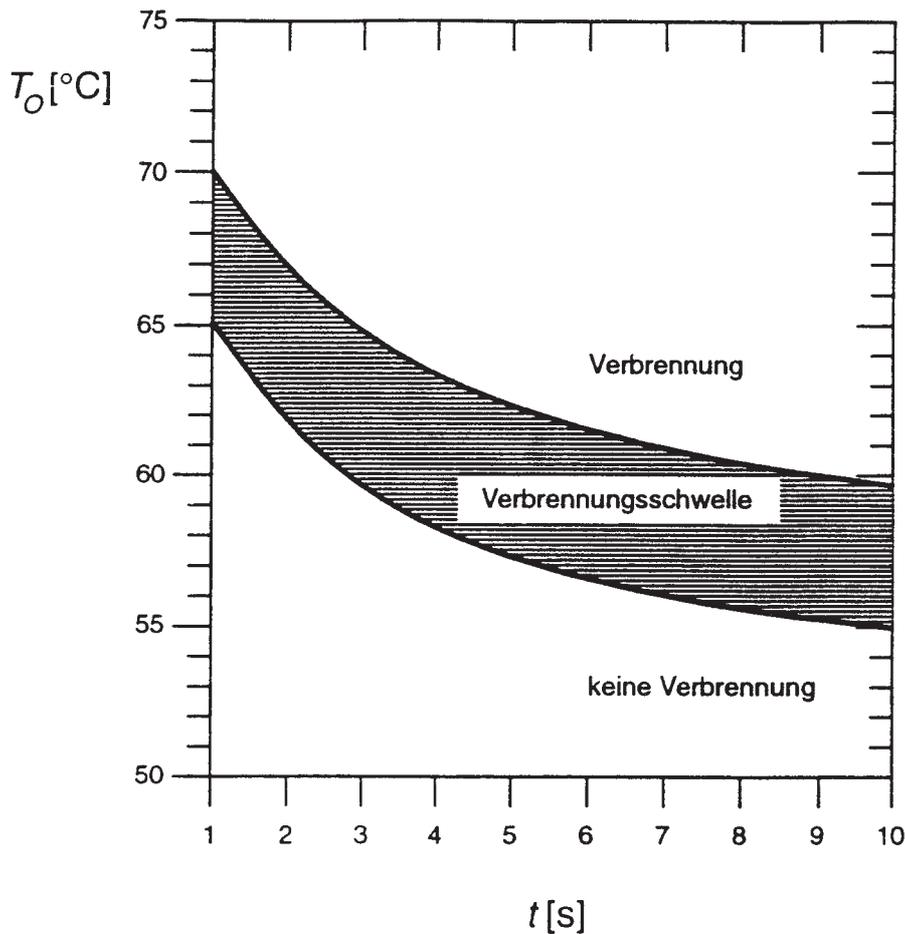


Bild 2: Verbrennungsschwellen-Bereich für den Kontakt der Haut mit einer heißen glatten Oberfläche aus blankem (unbeschichteten) Metall

über denen für glatte Oberflächen liegen, aber nicht mehr als 2°C über der Obergrenze des dargestellten Verbrennungsschwellen-Bereiches.

4.2.2.3 Beschichtete Metalle

Die Auswirkungen der Beschichtung einer metallischen Oberfläche sind in den Bildern 3a und 3b dargestellt. Aufgetragen ist die Erhöhung der Oberflächentemperatur über der Verbrennungsschwelle für unbeschichtete Metalle. Um die Verbrennungsschwelle von beschichtetem Metall selbst zu erhalten, muß man den Wert für die Temperaturerhöhung ΔT_0 in Bild 3a oder 3b und die Verbrennungsschwelle für unbeschichtetes Metall T_0 in Bild 2 addieren.

4.2.2.4 Keramische, glas- und steinartige Materialien

Der Verbrennungsschwellen-Bereich für Keramik, Glaskeramik, Glas, Porzellan und steinartige Materialien (Marmor, Beton) ist in Bild 4 dargestellt.

Verbrennungsschwellen für Marmor und Beton liegen an der unteren Grenze des Bereichs. Verbrennungsschwellen für Glas liegen an der oberen Grenze des Bereichs.

4.2.2.5 Kunststoffe

Der Verbrennungsschwellen-Bereich für Kunststoffe (Polyamid, Acrylglas, Polytetrafluorethylen, Duroplast) ist in Bild 5 dargestellt.

ANMERKUNG: Kunststoffe haben, je nach ihrer chemischen Zusammensetzung, sehr unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten. Der Verbrennungsschwellen-Bereich, der für die meisten festen Kunststoffe gilt, ist im Bild 5 dargestellt. Für Kunststoffe, die wesentlich andere Wärmeleiteigenschaften haben als die in 4.2.2.5 genannten Materialien, gelten die in Bild 5 gezeigten Verbrennungsschwellen jedoch nicht. Für diese Materialien müssen die Verbrennungsschwellen berechnet, geschätzt oder, wie in Anhang A beschrieben, gemessen werden.

4.2.2.6 Holz

Der Verbrennungsschwellen-Bereich für Holz ist in Bild 6 dargestellt.

Für weiche, trockene Hölzer gelten die Werte an der oberen Bereichsgrenze. Für harte, feuchte Hölzer gelten die Werte an der unteren Bereichsgrenze.

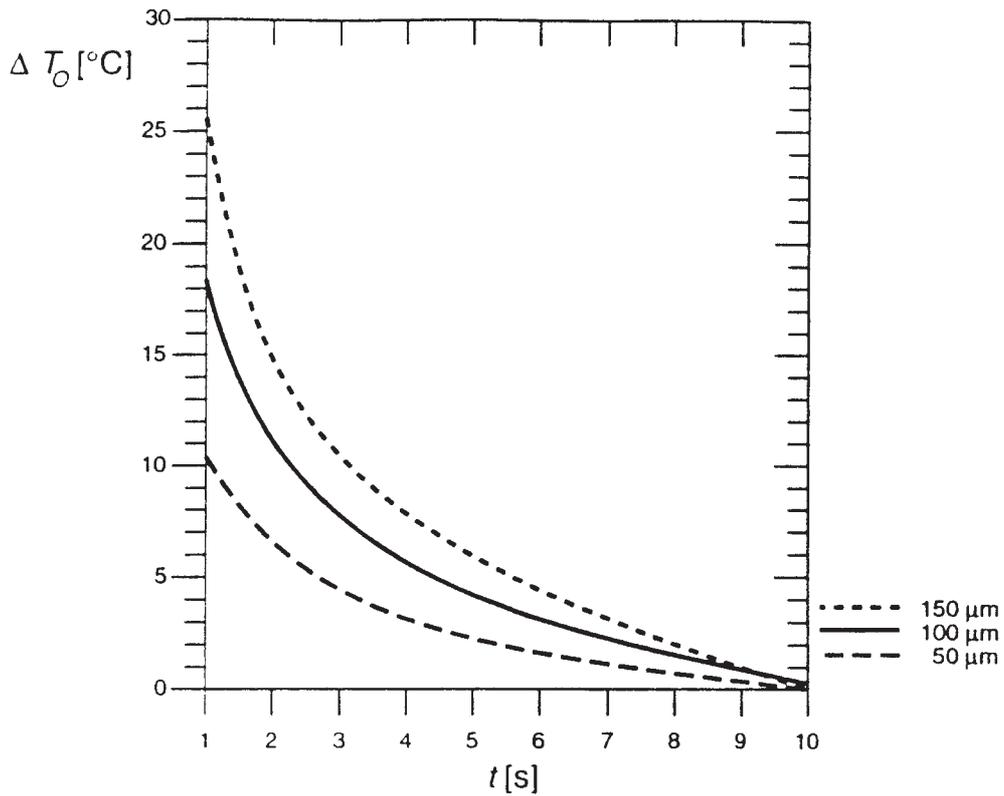


Bild 3a: Erhöhung des Verbrennungsschwellen-Bereiches aus Bild 2 für Metalle, die mit Lack beschichtet sind; Schichtdicke: 50 μm, 100 μm und 150 μm

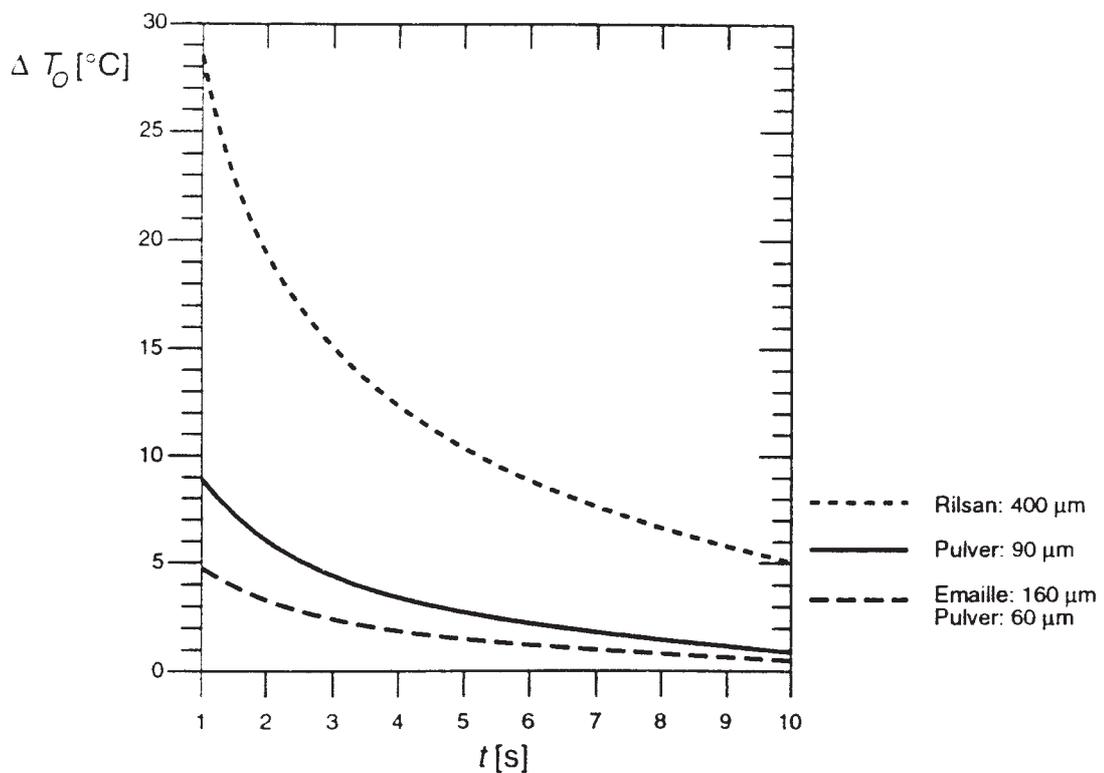


Bild 3b: Erhöhung des Verbrennungsschwellen-Bereiches aus Bild 2 für Metalle, die mit Rilsan²⁾ (Schichtdicke 400 μm), Pulver (60 μm und 90 μm) und Enaille (160 μm) beschichtet sind.

²⁾ Rilsan ist ein Beispiel für ein geeignetes handelsübliches Produkt. Diese Information dient lediglich zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung dieses Produktes durch CEN.

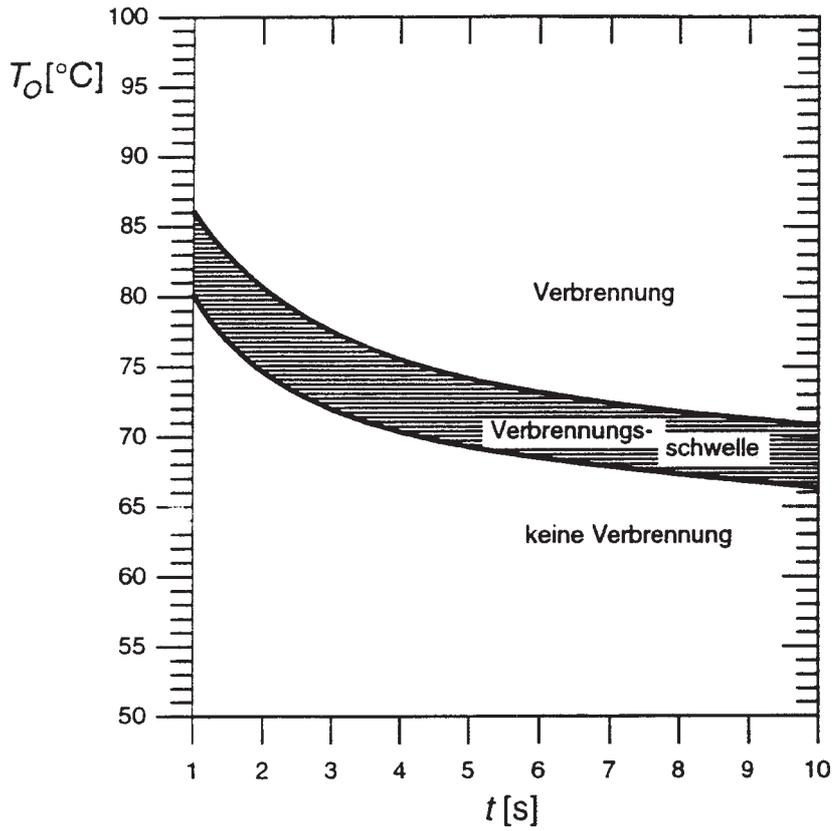


Bild 4: Verbrennungsschwellen-Bereich für den Kontakt der Haut mit einer heißen, glatten Oberfläche aus keramischen, glas- und steinartigen Materialien

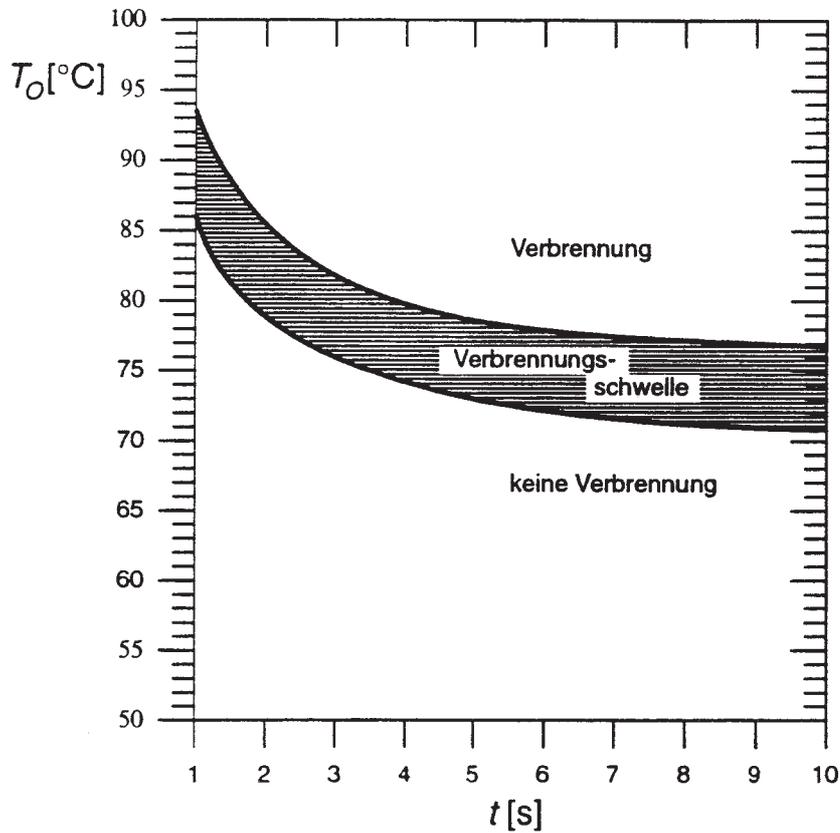


Bild 5: Verbrennungsschwellen-Bereich für den Kontakt der Haut mit einer heißen, glatten Oberfläche aus Kunststoff

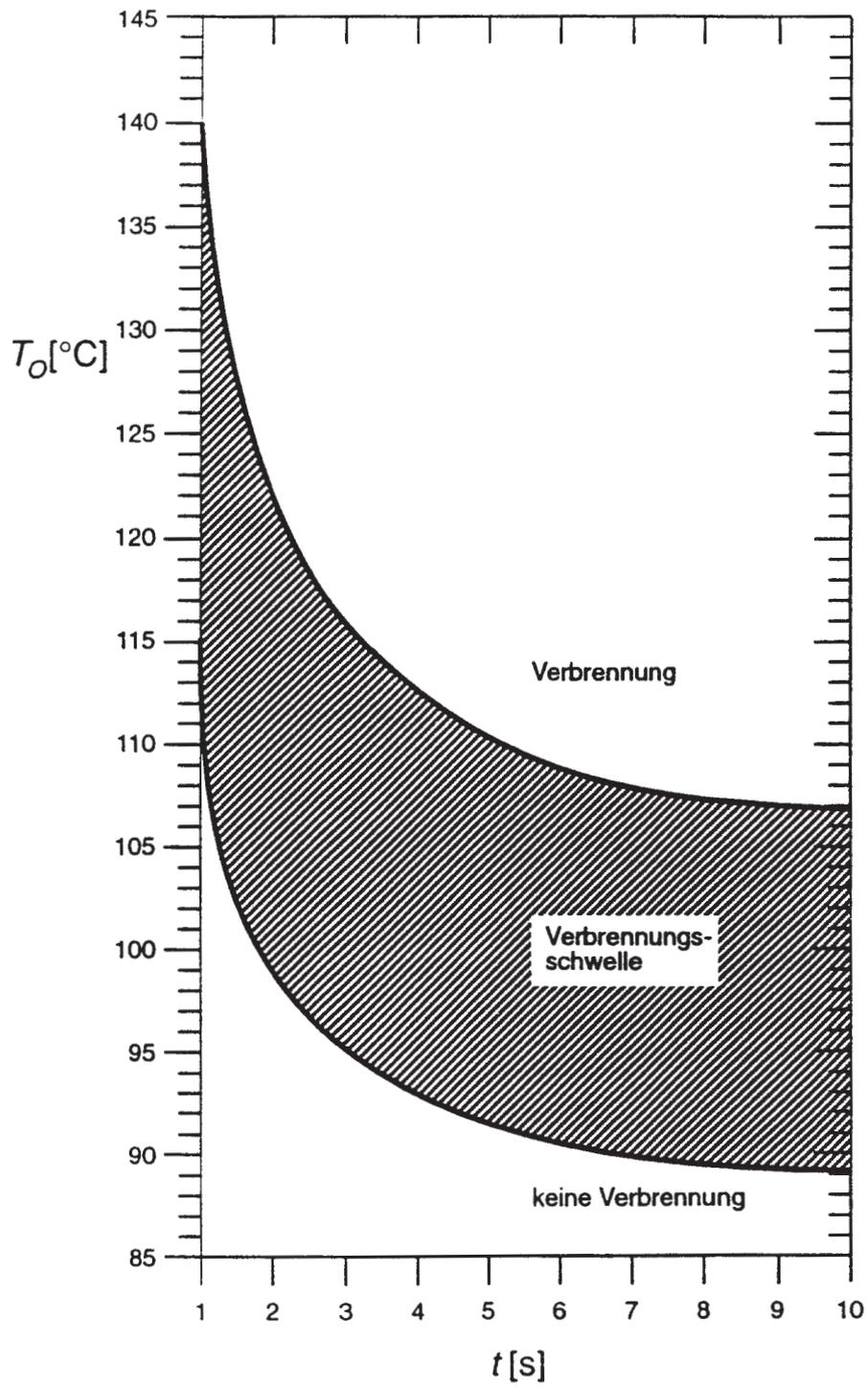


Bild 6: Verbrennungsschwellen-Bereich für den Kontakt der Haut mit einer heißen, glatten Oberfläche aus Holz

4.2.3 Verbrennungsschwellen bei Kontaktdauern von 1 min und länger

Tabelle 3 zeigt die Verbrennungsschwellen für die Berührung einer Oberfläche bei Kontaktdauern von 1 min und länger:

Tabelle 3

Material	Verbrennungsschwellen T_0 für Kontaktdauern von		
	1 min °C	10 min °C	8 h und länger °C
Unbeschichtete Metalle	51	48	43
Beschichtete Metalle	51	48	43
Keramische, glas- und steinartige Materialien	56	48	43
Kunststoffe	60	48	43
Holz	60	48	43

ANMERKUNG: Der Wert von 51 °C für eine Kontaktdauer von 1 min gilt auch für andere Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit, die nicht in der Tabelle aufgeführt sind.

Der Wert von 43 °C für alle Materialien bei Kontaktzeiten von 8 h und länger gilt nur dann, wenn ein geringer Teil des Körpers (unter 10% der gesamten Hautoberfläche des Körpers) oder ein geringer Teil des Kopfes (unter 10% der Hautoberfläche des Kopfes) die heiße Oberfläche berührt. Wenn die Berührungsfläche nicht lokal begrenzt ist oder die heiße Oberfläche von lebenswichtigen Teilen des Gesichts (z. B. den Luftwegen) berührt wird, können ernsthafte Schädigungen auch dann eintreten, wenn die Oberflächentemperatur 43 °C nicht überschreitet.

5 Anwendung

5.1 Allgemeines

Zur Beurteilung des Verbrennungsrisikos beim Kontakt der Haut mit einer heißen Oberfläche einer Maschine ist die Oberflächentemperatur nach 5.2 zu messen. Anschließend ist der Wert für die Verbrennungsschwelle dieser Norm zu entnehmen. Hierbei sind die Materialeigenschaften der Oberfläche sowie die erwartete Kontaktdauer zu berücksichtigen.

5.3 gibt an, wie der zutreffende Verbrennungsschwellenwert auszuwählen ist. Der Vergleich nach 5.4 zwischen der gemessenen Oberflächentemperatur und der Verbrennungsschwelle führt zu der Feststellung, ob ein Verbrennungsrisiko vorliegt.

Um in Typ-C-Normen Oberflächen-Temperaturgrenzwerte zum Schutz gegen Verbrennungen festzulegen, können die Werte entsprechend 5.3 gewählt werden.

5.2 Messungen

5.2.1 Vorgehensweise

Die Oberflächentemperatur ist an der Stelle oder an den Stellen der Maschine zu messen, an der bzw. an denen eine Berührung mit der Haut stattfinden kann.

Die Messung ist bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Geräts durchzuführen. Hierbei muß zur Ermittlung der maximalen Oberflächentemperatur die obere Grenze der üblichen Betriebsbedingungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG: Bei der Messung der Oberflächentemperatur ist darauf zu achten, daß ein guter Kontakt des Meßfühlers zur Oberfläche hergestellt wird. Hierzu kann ein geeigneter Anpreßdruck und die Verwendung einer Wärmeleitpaste notwendig sein. Die Kontaktfläche sollte flach auf der zu prüfenden Oberfläche aufliegen und darf nicht verkanten. Mit dem Ablesen des Meßwertes sollte so lange gewartet werden, bis der Temperatenausgleich zwischen Oberfläche und Kontaktfühler vollständig stattgefunden hat und sich der angezeigte Wert nicht mehr ändert. Um den Temperatenausgleich schneller zu erreichen, kann es zweckmäßig sein, den Kontaktfühler des Thermometers vor der Messung an einem anderen Punkt der heißen Oberfläche aufzuwärmen.

5.2.2 Meßeinrichtung

Zur Messung der Oberflächentemperatur ist ein elektrisches Thermometer mit einem Kontaktfühler aus Metall und geringer Wärmekapazität zu verwenden. Die maximale Meßabweichung des Geräts darf im Temperaturbereich bis 50 °C nicht größer als ± 1 °C und im Temperaturbereich über 50 °C nicht größer als ± 2 °C sein.

ANMERKUNG: Die Verbrennungsschwellen in der vorliegenden Norm sind mit dem o.a. Meßgerät ermittelt worden; durch andere Meßverfahren ermittelte Werte der Oberflächentemperatur sind möglicherweise für einen Vergleich mit den Verbrennungsschwellen nicht geeignet.

5.3 Auswahl der anzuwendenden Verbrennungsschwelle

5.3.1 Allgemeines

Zur Auswahl des anzuwendenden Verbrennungsschwellen-Wertes ist entsprechend 5.3.2 und 5.3.3 vorzugehen.

5.3.2 Bestimmung der Kontaktdauer

Es ist zu unterscheiden, ob die Berührung unbeabsichtigt erfolgen kann oder ob sie beabsichtigt ist, z. B. um Bedienelemente zu berühren.

Für unbeabsichtigtes Berühren sollte eine Mindestkontaktdauer von 1 s angewandt werden. Nur im Falle gesunder Erwachsener und absolut fehlender Einschränkung der Bewegungsfreiheit darf eine Mindestkontaktdauer von 0,5 s gewählt werden. Falls eine verlängerte Reaktionszeit zu erwarten ist (z. B. Bedingungen, die die Bewegungsfreiheit einschränken, ältere oder behinderte Personen), sollte eine längere Kontaktdauer gewählt werden, vorgeschlagen werden 4 s. In Anhang B sind Beispiele für die Bestimmung der Kontaktdauer bei unbeabsichtigtem Berühren angegeben.

Für das absichtliche Berühren einer heißen Oberfläche ist die maximale Dauer der Berührung entweder zu messen oder zu schätzen. Diese Zeit ist dann als die tatsächliche Kontaktdauer zugrunde zu legen. Die Messung der maximalen Berührungsdauer ist hierbei vorzuziehen. Läßt sich die maximale Berührungsdauer durch Messungen nicht bestimmen, kann anhand der Tabelle B.1 eine für die Berührung repräsentative Kontaktdauer gewählt werden. Für das absichtliche Berühren einer heißen Oberfläche darf die Kontaktdauer nicht kürzer als 4 s gewählt werden.

5.3.3 Wahl des Verbrennungsschwellenwertes

Mit Hilfe der festgelegten Kontaktdauer ist die Verbrennungsschwelle den Diagrammen in den Bildern 2 bis 6 oder aus den Tabellen 1, 2 oder 3 zu entnehmen.

Für Kontaktdauern zwischen 10 s und 1 min kann zwischen dem Verbrennungsschwellenwert, der für das jeweilige Material in den Bildern 2 bis 6 für 10 s (siehe 4.2.2) eingetragen ist, und dem Wert, der in der Tabelle 3 für 1 min (siehe 4.2.3) angegeben ist, interpoliert werden.

Für Kontaktdauern länger als 1 min, die zwischen den in der Tabelle 3 aufgeführten Zeiten liegen, kann zwischen den Verbrennungsschwellenwerten interpoliert werden, die für die nächstkürzere und nächstlängere Kontaktdauer angegeben sind.

Für die Festlegung von Oberflächentemperatur-Grenzwerten wird folgende Vorgehensweise empfohlen: Innerhalb des Verbrennungsschwellen-Bereichs für eine Materialgruppe in den Bildern 2 bis 6 beziehungsweise in Tabelle 1 wird empfohlen, einen Wert in der Nähe der unteren Bereichsgrenze zu wählen, wenn die Wahrscheinlichkeit, die heiße Oberfläche zu berühren, groß ist, und einen Wert näher an der oberen Bereichsgrenze zu wählen, wenn die Wahrscheinlichkeit geringer ist.

Materialien, die in den Bildern 2 bis 6 und Tabellen 1, 2 und 3 nicht genannt sind, können in manchen Fällen nach ihren Wärmeleiteigenschaften beurteilt werden. Die Wärmeträgheit (siehe Anhang A und Anhang E) des jeweiligen Materials ist mit den Wärmeträgheiten der folgenden Materialgruppen zu vergleichen: Metalle, keramische und glasartige Werkstoffe, Kunststoffe und Holz. Für das betreffende Material kann dann die Verbrennungsschwelle der Stoffgruppe mit der gleichen Wärmeträgheit zugrunde gelegt werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Größenordnung der Wärmeträgheit für das fragliche Material im Vergleich mit den Wärmeträgheiten der genannten Materialgruppen mit ausreichender Genauigkeit gemessen oder geschätzt werden kann. Ist die Wärmeträgheit des fraglichen Materials in ihrer Größenordnung überhaupt nicht bekannt, dann können aus dieser Norm keine Verbrennungsschwellenwerte entnommen werden. Dies kann insbesondere für Kunststoffe (z. B. Styropor³⁾) zutreffen, wo die Wärmeleiteigenschaften beträchtlich von denen der in 4.2 genannten Kunststoffe abweichen können.

5.4 Vergleich

Liegt die nach 5.2 gemessene Oberflächentemperatur über der nach 5.3 gewählten Verbrennungsschwelle, dann ist bei Berührung mit der heißen Oberfläche eine Schädigung der Haut zu erwarten. Liegt die gemessene Oberflächentemperatur unter der Verbrennungsschwelle, dann ist im allgemeinen nicht mit einer Schädigung der Haut zu rechnen.

Liegt die gemessene Oberflächentemperatur innerhalb des in den Bildern 2 bis 6 oder Tabellen 1 oder 2 dargestellten Bereiches, dann können Schädigungen der Haut auftreten oder nicht. Dies entspricht der verbleibenden Unsicherheit bei der Festlegung der Verbrennungsschwellen.

6 Interpretation und Schlußfolgerungen

6.1 Oberflächentemperatur unterhalb der Verbrennungsschwelle

Liegt die gemessene Oberflächentemperatur unterhalb der Verbrennungsschwelle, dann besteht üblicherweise keine Notwendigkeit für Schutzmaßnahmen gegen Verbrennungen.

ANMERKUNG: Die Schmerzschwelle kann jedoch auch dann überschritten werden, wenn die Temperatur unterhalb der Verbrennungsschwelle liegt. Orientierungshilfen für die Lage der Schmerzschwelle und für entsprechende Schutzmaßnahmen sind in den Anhängen A und C aufgeführt.

6.2 Oberflächentemperatur oberhalb oder gleich der Verbrennungsschwelle

Liegt die gemessene Oberflächentemperatur über oder ist sie gleich der Verbrennungsschwelle, dann besteht bei Berührung der Haut mit der heißen Oberfläche das Risiko einer Verbrennung.

Sofern hierdurch Schutzmaßnahmen notwendig sind, hängt die Art der in einem bestimmten Fall zu ergreifenden Maßnahmen von den jeweiligen Betriebsbedingungen ab und kann nicht in dieser Norm vorgegeben werden. Es werden jedoch folgende Orientierungshilfen gegeben:

Schutzmaßnahmen gegen Verbrennungen sind um so wichtiger

- je höher die Oberflächentemperatur über der Verbrennungsschwelle liegt;
- je länger die Oberflächentemperatur die Verbrennungsschwelle überschreitet;
- je weniger das Verbrennungsrisiko dem, der sich verbrennen kann, bekannt ist (z. B. Kindern);
- je geringer die Chance für eine Gegenreaktion ist;
- je leichter die heiße Oberfläche zugänglich ist;
- je höher das Berührungsrisiko bei bestimmungsgemäßer Verwendung ist;
- je häufiger eine Berührung erfolgen kann;
- je weniger Vorkenntnisse beim Anwender über den sicheren Umgang mit einer Maschine mit einer heißen Oberfläche zu erwarten sind.

Diese Hinweise sind nicht vollständig, und jede Situation ist unter Berücksichtigung der Begleitumstände zu beurteilen.

In vielen Fällen müssen Oberflächen von Maschinen hohe Temperaturen aufweisen und zugänglich sein, um ihren bestimmungsgemäßen Zweck zu erfüllen (z. B. beheizte Walzen). In solchen Fällen kann eine Reduzierung der Oberflächentemperatur nicht als Schutzmaßnahme eingesetzt werden. Besteht die Möglichkeit, technische Schutzmaßnahmen zu ergreifen, dann sind diese den persönlichen Schutzmaßnahmen vorzuziehen. Beispiele für Schutzmaßnahmen sind in Anhang C aufgeführt.

Die Wahl der anzuwendenden Schutzmaßnahmen ist von Fall zu Fall zu entscheiden. Hierbei müssen alle Begleitumstände sowie die o. a. Hinweise berücksichtigt werden. In Normen für spezielle Maschinen sind gegebenenfalls geeignete Maßnahmen zum Schutz gegen Verbrennungen festzulegen.

³⁾ Styropor ist ein Beispiel für ein geeignetes handelsübliches Produkt. Diese Information dient lediglich zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung dieses Produktes durch CEN.

Anhang A (informativ)

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die in 4.2 genannten Verbrennungsschwellenwerte wurden auf der Grundlage von wissenschaftlichen Ergebnissen verschiedener Gruppen festgelegt. Moritz und Henriques führten Versuche an der Haut von Schweinen durch, die der menschlichen Haut sehr ähnlich ist [2]. Sie untersuchten die Temperaturwerte der Haut, die zu Verbrennungen führen. Eine Verbrennung der Haut ist abhängig von der Hautoberflächentemperatur und von der Zeit, die die Hautoberfläche der hohen Temperatur ausgesetzt ist. Als Resultat ihrer Untersuchungen unterschieden Moritz und Henriques für jede Dauer des Kontakts mit hohen Temperaturen jeweils zwei Temperaturgrenzen für die Hautoberfläche. Der untere Wert bezeichnet die Grenze zwischen einer Nichtschädigung und dem Beginn einer reversiblen Schädigung der Haut. Der obere Wert bezeichnet die Grenze zwischen dem Auftreten einer reversiblen Schädigung und dem Auftreten einer irreversiblen Schädigung, die nicht mehr heilen kann und zur vollständigen Zerstörung der Haut führt (vollständige Verbrennung nach 3.5).

Von einem theoretischen Standpunkt aus untersuchte Wu den Wärmefluß von einem heißen Gegenstand zur Haut bei Berührung des Gegenstands mit der Haut [3], [4]. Er erstellte Formeln für die Berechnung der Temperaturen an der Hautoberfläche und innerhalb der Haut. Mit Hilfe von Moritz und Henriques' Hautverbrennungsschwellenwerten ist es in manchen Fällen möglich, die Oberflächentemperatur des heißen Gegenstandes zu berechnen, die bei Berührung Hautverbrennungen verursacht.

Marzetta entwickelte ein Gerät, das „Thermesthesiometer“ heißt und die Temperatur messen kann, die an der Hautoberfläche beim Kontakt mit einem heißen Gegenstand auftritt [5].

Siekmann benutzte das Thermesthesiometer zur Bestimmung der Temperaturen von heißen Oberflächen, die bei Berührung mit der Haut Verbrennungen verursachen [7]. Er veränderte die Temperatur der heißen Oberfläche so lange, bis das Thermesthesiometer gerade den Temperaturwert angab, der auf der von Moritz und Henriques angegebenen unteren Grenzlinie zwischen einer Nichtschädigung und dem Beginn einer reversiblen Schädigung der Haut liegt [2]. Dann führte er Temperaturmessungen der Oberflächen mit einem konventionellen Meßgerät durch. Diese Messungen wurden für Oberflächen aus verschiedenen Materialien und für verschiedene Kontaktzeiten durchgeführt.

Bauer und Manzinger experimentierten mit Ratten und Schweinen [8]. Für unterschiedliche Materialien stellten sie die Temperaturen fest, die bei Kontakt der Tierhaut mit den jeweiligen heißen Oberflächen zu Verbrennungen unterschiedlichen Grades und unterschiedlicher Tiefe führen. Obwohl relativ große Temperaturstufen gewählt wurden, stimmen ihre Ergebnisse mit denen von Siekmann überein.

Die von Siekmann gemessenen Oberflächentemperaturen für den Beginn einer Verbrennung stimmen bei kurzen Kontaktzeiten für Metalle innerhalb von 2° bis 3°C mit den Werten überein, die mit Hilfe der Formel von Wu berechnet wurden [7]. Bei Materialien, die eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit aufweisen, stimmen gemessene und berechnete Werte zwar auch überein, aber nicht in dem Maße wie bei Metallen. Bei Materialien mit sehr niedriger Wärmeleitfähigkeit sind die berechneten Werte syste-

matisch höher als die gemessenen Werte. Für diese Materialien führt die Berechnung anscheinend nicht zu richtigen Ergebnissen.

Die in dieser Norm genannten Werte für Verbrennungsschwellen beruhen auf den Meßresultaten, die von Siekmann [7] für kurze Kontaktzeiten und von Moritz und Henriques [2] für lange Kontaktzeiten ermittelt wurden. Die Verbrennungsschwellenwerte sind, insbesondere für kurze Kontaktzeiten, mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet. Diese Ungenauigkeit ist zurückzuführen auf

- Unterschiede in der Andruckkraft;
- die Feuchtigkeit oder Trockenheit der Haut;
- die Ungenauigkeit bei der wissenschaftlichen Bestimmung der Verbrennungsschwelle;
- die Zusammenfassung von Materialien mit leicht unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten in eine Materialgruppe, um die Norm einfacher anwenden zu können.

Die genannten Einflüsse führen zu einer gewissen Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Verbrennungsschwelle. Diese Ungenauigkeit wurde dadurch berücksichtigt, daß die Verbrennungsschwellenwerte in den Bildern 2 bis 6 nicht als einzelne Linien, sondern als Bereiche aufgetragen sind. Diese Einflüsse spielen jedoch nur eine kleine Rolle im Vergleich zu dem Einfluß der Wärmeleiteigenschaften der Materialien. Daher sind diese Bereiche nur schmal, verglichen mit den Unterschieden der Verbrennungsschwellen für die verschiedenen Materialgruppen. Die Lage der Verbrennungsschwellen läßt sich für längere Kontaktzeiten mit größerer Genauigkeit bestimmen. Für diese Fälle sind in dieser Norm daher auch feste Werte angegeben.

Da die Norm lediglich Oberflächen von Maschinen behandelt, sind Verbrennungsschwellen für Wasser nicht im Hauptteil der Norm aufgeführt. Sollten diese Werte dennoch gebraucht werden, so ist die Verbrennungsschwelle für die Berührung der Haut mit Wasser der unteren Grenze des Verbrennungsschwellen-Bereiches für blanke Metalle (Bild 2) und den Werten für unbeschichtete Metalle in der Tabelle 1 zu entnehmen.

Für Werkstoffe, die weder in den Bildern noch in Tabelle 1 aufgeführt sind, kann der Verbrennungsschwellenwert in manchen Fällen nach 5.3.3 bestimmt werden. Die Möglichkeit hierzu besteht, wenn die Wärmeleiteigenschaften des betreffenden Materials bekannt sind. Hierbei ist die wichtigste Größe die Wärmeträgheit, d. h. das Produkt aus Dichte, Wärmeleitfähigkeit und spezifischer Wärmekapazität [4]. Die Wärmeträgheit kann man Tabellen (z. B. in Anhang E) entnehmen, oder sie muß gemessen werden. Sofern die Wärmeträgheit des betreffenden Materials sich beträchtlich von der Wärmeträgheit der in 5.3.3 genannten Materialgruppen unterscheidet, kann ein Verbrennungsschwellenwert nicht aus der vorliegenden Norm abgeleitet werden. In solchen Fällen wird die Verwendung eines Thermesthesiometers sowie die Anwendung der in [6] und [7] beschriebenen Methode zur Festlegung des Verbrennungsschwellenwertes empfohlen.

Diese Norm behandelt nur Temperaturwerte für die Verbrennungsschwelle. In bestimmten Fällen ist jedoch auch die Schmerzschwelle von Interesse, z. B. wenn der Kontakt der heißen Oberfläche mit der Haut beabsichtigt ist. Werte für die Schmerzschwelle können dann aus [9] entnommen werden.

Anhang B (normativ)

Beispiele für Kontaktdauern

Für die Abschätzung der Kontaktdauer der Haut mit einer heißen Oberfläche gelten die in Tabelle B.1 enthaltenen Werte:

Tabelle B.1

Kontaktdauer bis zu	Beispiele für das Berühren einer heißen Oberfläche	
	unbeabsichtigt	beabsichtigt
0,5 s	Berühren einer heißen Oberfläche und schnellstmögliches Zurückzucken nach Schmerzempfindung ohne Einschränkung der Bewegungsfreiheit	—
1 s	Berühren einer heißen Oberfläche und schnelles Zurückzucken nach Schmerzempfindung	—
4 s	Berühren einer heißen Oberfläche und verlängerte Reaktionszeit	Umlegen eines Schalters, Drücken eines Knopfes
10 s	Fall gegen eine heiße Oberfläche mit Verlust der Bewegungsfähigkeit	Etwas länger andauerndes Umlegen eines Schalters, kurzes Drehen eines Handrads, eines Ventils usw.
1 min	↓	Drehen eines Handrades, eines Ventils usw.
10 min		zeitweises Berühren von Bedienelementen (Stellteilen, Griffen usw.)
8 h		andauerndes Berühren von Bedienelementen (Stellteilen, Griffen usw.)

ANMERKUNG: Eine Kontaktdauer von 0,5 s ist nur anwendbar für den Fall, daß gesunde Erwachsene unbeabsichtigt eine heiße Oberfläche berühren können (siehe 5.3.2).

Anhang C (informativ)

Schutzmaßnahmen

C.1 Schutzmaßnahmen gegen Verbrennungen

Unter Abwägung der Kriterien nach Abschnitt 6 können die im folgenden aufgeführten Maßnahmen einzeln oder kombiniert eingesetzt werden. Technische Maßnahmen sind dabei bevorzugt und sollten mit höchster Priorität eingesetzt werden.

a) Technische Maßnahmen:

- Senkung der Oberflächentemperatur;
- Isolierung (z. B. Holz, Kork, Beflockung);
- trennende Schutzeinrichtung (Abschirmung oder Absperrung);

- Strukturierung der Oberfläche (z. B. Aufrauen, Berippen).

b) Organisatorische Maßnahmen:

- Warnhinweise (Warnzeichen, optische und akustische Warnsignale);
- Unterweisung, Schulung;
- Technische Dokumentation, Gebrauchsanweisung.

c) Persönliche Schutzmaßnahmen:

- individuelle Schutzausrüstung.

C.2 Beispiel für Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahmen an einem tragbaren, handgeführten Werkzeug mit Verbrennungsmotor

Am Beispiel eines tragbaren, handgeführten Werkzeugs mit Verbrennungsmotor sollen die unterschiedlichen Anforderungen im Hinblick auf Schutzmaßnahmen gegen Verbrennungsrisiken dargestellt werden. An einem tragbaren, motorbetriebenen Werkzeug gibt es drei Bereiche, an denen die Anwendung unterschiedlicher Schutzmaßnahmen möglich oder sogar notwendig ist: der Zylinder und der Schalldämpfer, die Griffe sowie der Bereich dazwischen.

Zylinder und Schalldämpfer

Während des Verbrennungsprozesses wird eine erhebliche Wärmemenge an die äußere Oberfläche des Zylinders transportiert und muß durch die Kühlluft abgeführt werden. Gleichzeitig strömen Abgase durch den Schalldämpfer und erhitzen den Schalldämpfer auf Temperaturen, die weit oberhalb der Verbrennungsschwellen für die Berührung der Haut mit einer heißen Oberfläche liegen. Maßnahmen gegen mögliche Verbrennungsrisiken sind: eine geeignete Anordnung des Schalldämpfers außerhalb der Reichweite des Benutzers und/oder das Anbringen einer trennenden Schutzeinrichtung am Zylinder und am Schalldämpfer, die einen direkten Kontakt zwischen dem Benutzer und der heißen Oberfläche verhindert.

Die Griffe

Die Berührung der Griffe ist beabsichtigt. Daher muß die Oberflächentemperatur der Griffe so niedrig sein, daß selbst bei einer länger andauernden Berührung keine Verbrennung stattfindet. Die Oberflächentemperatur muß sogar noch unter der Schmerzschwelle liegen. Um dies

zu erreichen, sind technische Schutzmaßnahmen notwendig. Technische Maßnahmen können etwa eine Isolierung der Griffe gegenüber der heißen Maschine und die Verwendung von Materialien mit hohen Verbrennungsschwellenwerten, wie von Kunststoffen, Holz usw. (siehe 4.2), umfassen.

Der Übergangsbereich

Die Festlegung von Schutzmaßnahmen für den Übergangsbereich zwischen den Griffen und dem heißen Zylinder bzw. dem Schalldämpfer ist komplizierter. Mit besonderer Sorgfalt sollte der obere Bereich der heißen Teile gegenüber den Griffen betrachtet werden. Das Risiko einer unbeabsichtigten Berührung dieses oberen Bereichs ist größer als dasjenige, die Außenseiten des motorbetriebenen Werkzeugs zu berühren. Eine Schutzmaßnahme wäre, die Wahrscheinlichkeit eines unbeabsichtigten Kontakts mit diesem oberen Bereich des Werkzeugs herabzusetzen. Dies kann entweder durch einen genügenden Abstand zwischen den Griffen und den oberen heißen Teilen oder durch die Anbringung einer trennenden Schutzeinrichtung zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Berührung erreicht werden. Weitere Maßnahmen gegen das Risiko einer Verbrennung können dann notwendig werden, wenn die trennende Schutzeinrichtung selbst höhere Temperaturen als die in 4.2 genannten aufweist. In diesem Fall sollte die trennende Schutzeinrichtung so konstruiert sein, daß ihre Wärmeleitfähigkeit reduziert wird. Dies kann durch eine spezielle Oberflächengestaltung — wie Strukturierung, Berippen oder Beschichten — erreicht werden.

Anhang D (informativ)

Beispiele für die Anwendung der Norm

D.1 Anwendung zur Beurteilung vorhandener Maschinen

D.1.1 Das Problem

Die Arbeiter einer Fabrik müssen eine Maschine benutzen und können dabei mit heißen Oberflächen in Berührung kommen. Es ist festzustellen, ob beabsichtigter oder unbeabsichtigter Kontakt mit der Maschine zu Verbrennungen führt.

D.1.2 Methode

D.1.2.1 Feststellung des Arbeitsverhaltens der Arbeiter unter normalen und unter extremen Betriebsbedingungen durch eine Arbeitsanalyse und, wenn möglich, durch Beobachtungen. Hierdurch können die berührbaren Oberflächen identifiziert werden.

D.1.2.2 Feststellung derjenigen normalen Betriebsbedingungen, bei denen maximale Oberflächentemperaturen auftreten (von Maschinenteilen, die für die eigentliche Funktion der Maschine nicht absichtlich erhitzt werden).

D.1.2.3 Die Anwendung der Maschine und mögliche Verbrennungsgefahren sind, falls möglich, mit dem Benutzer der Maschine zu besprechen.

D.1.2.4 Inbetriebnahme der Maschine unter den in D.1.2.2 beschriebenen Betriebsbedingungen. Messung der Temperatur aller berührbaren Oberflächen nach 5.2. Bei den Messungen selbst ist auf die Einhaltung aller notwendigen Sicherheitsmaßnahmen zu achten.

D.1.2.5 Festlegung der gemessenen oder geschätzten Kontaktdauern nach D.1.2.1.

D.1.3 Ergebnisse

Die Beurteilung der Oberflächentemperaturen sollte für jedes berührbare Teil getrennt durch einen Vergleich der gemessenen Werte mit den Verbrennungsschwellen aus 4.2 durchgeführt werden. Angenommen bei einer Glastür, die leicht unbeabsichtigt berührt werden kann, wird eine Oberflächentemperatur von 90°C gemessen. Ein Vergleich mit Bild 4 zeigt, daß selbst für die mindestens anzunehmende Kontaktdauer von 1 s, 90°C über der Obergrenze des Verbrennungsschwellen-Bereiches liegen. Eine Berührung der Haut mit dieser Oberfläche wird daher mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer Verbrennung führen.

D.1.4 Interpretation

Obwohl jede Entscheidung von den jeweiligen Begleitumständen abhängig sein wird, ist es doch wahrscheinlich, daß der Betrieb dieser Maschine unter den beschriebenen Voraussetzungen als unakzeptabel bewertet wird. Der mögliche Einsatz technischer Maßnahmen kann unter Verwendung der in 4.2 dargelegten Daten und unter der in 6.2 und Anhang A gegebenen Anleitung geprüft werden.

D.2 Anwendung zur Festlegung von Oberflächentemperatur-Grenzwerten

D.2.1 Das Problem

Es soll eine neue Maschine hergestellt werden. Für diejenigen Oberflächen, die für die eigentliche Funktion des Gerätes nicht absichtlich erhitzt werden (z. B. trennende Schutzeinrichtungen), werden Temperatur-Grenzwerte gebraucht.

D.2.2 Methode

D.2.2.1 Feststellung des Personenkreises, der mit der Oberfläche in Berührung kommen kann. Hierbei sind sowohl die Personen zu berücksichtigen, die die Maschine benutzen werden (z. B. Erwachsene), als auch diejenigen, die sie zwar nicht benutzen, aber dennoch mit ihr in Kontakt kommen können (z. B. Erwachsene und Kinder im Haushalt, Reinigungspersonal und Wartungs- und Reparaturpersonal an Arbeitsplätzen). Durchführung einer Arbeitsanalyse, um festzustellen, wer mit der Oberfläche in Berührung kommt und wie groß die Wahrscheinlichkeit einer Berührung ist.

D.2.2.2 Identifizierung der Materialien, aus denen die Oberfläche besteht (z. B. glattes emailliertes Metall).

D.2.2.3 Abschätzung der üblichen und der maximalen Kontaktdauer anhand der Arbeitsanalyse (z. B. 4 s).

D.2.2.4 Auswahl der anzuwendenden Verbrennungsschwellen (dargestellt in diesem Beispiel in den Bildern 2 und 3b).

Bild 2 zeigt die Verbrennungsschwellen für blankes (unbeschichtetes) Metall. Für eine Kontaktdauer von 4 s reicht die Verbrennungsschwelle von 58°C (einem Wert, unterhalb dessen eine Verbrennung nicht zu erwarten ist) bis 64°C (einem Wert, über dem eine Verbrennung zu erwarten ist). Bild 3b zeigt die Erhöhung der Verbrennungsschwelle, wenn die metallische Oberfläche mit 160 µm Emaille beschichtet ist. Für eine Kontaktdauer von 4 s beträgt diese Erhöhung 2°C. Der Verbrennungsschwellen-Bereich liegt daher in diesem Beispiel zwischen 60°C und 66°C.

D.2.3 Festlegung des Temperatur-Grenzwertes

Der Oberflächentemperatur-Grenzwert liegt zwischen 60°C und 66°C. Der „genaue“ Grenzwert wird durch Berücksichtigung des Gesamtzusammenhanges und durch Diskussion zwischen den beteiligten Interessenparteien festgelegt. Zum Beispiel kann für eine Maschine, die im Haushalt gebraucht wird, der Oberflächentemperatur-Grenzwert auf 60°C festgesetzt werden, da hier ein Verbrennungsrisiko für Kinder und ältere Leute vorliegt.

Im Falle einer Maschine, die im Handel oder in der Industrie eingesetzt wird, kann der Grenzwert höher festgesetzt werden. Man kann wohl von Industriearbeitern eine schnellere Reaktionszeit und damit eine kürzere Kontaktdauer erwarten und für sie auch ein größeres Risiko als für Kinder akzeptieren. Nach den Bildern 2 und 3b würde der Verbrennungsschwellen-Bereich dann für eine Kontaktdauer von 1 s zwischen 70°C und 75°C liegen. Unter Berücksichtigung einer Gesamt-Risikoabschätzung und weiterer Betrachtungen können für einige industrielle Anwendungen 75°C noch akzeptabel sein. Zu beachten ist dabei jedoch, daß bei der Wahl von Temperaturgrenzwerten am oberen Ende des Verbrennungsschwellen-Bereichs bereits ein gewisses Risiko für Hautverbrennungen vorliegt.

Anhang E (informativ)

Thermische Eigenschaften ausgewählter Materialien

Tabelle E.1: Thermische Eigenschaften ausgewählter Materialien (aus [3])

Material	Wärmeleitfähigkeit $\frac{W}{m \times K}$	Spezifische Wärmekapazität $10^3 \times \frac{J}{kg \times K}$	Dichte $10^3 \times \frac{kg}{m}$	Wärmeträgheit $10^6 \times \frac{J^2}{s \times m^4 \times K^2}$
Haut (Mittelwerte)	0,545	4,609	0,9	2,28
Wasser	0,60	4,19	1,0	2,53
Metalle				
Aluminium	203	0,872	2,71	481
Messing (Mittelwerte)	85,5	0,377	8,9	286
Stahl	45,3	0,461	7,8	163
Glas				
Normalglas	0,88	0,670	2,6	1,51
Pyrexglas ¹⁾	1,13	0,838	2,25	2,14
Natriumborosilicatglas	1,22	0,838	2,2	1,28
Steinartige Materialien				
Stein	0,92	0,838	2,3	1,77
Backstein	0,63	0,838	1,7	0,90
Marmor	2,30	0,880	2,7	5,48
Beton	2,43	0,922	2,47	5,51
Kunststoffe (Mittelwert)	0,25	1,55	1,28	0,49
ABS-Harze	0,18	1,51	1,04	0,21
Fluorkohlenwasserstoffe	0,25	0,922	2,13	0,49
Nylon ²⁾ 6, 11, 6.6	0,21	2,10	1,11	0,49
Acetal	0,23	1,47	1,43	0,46
Celluloseacetat	0,26	1,51	1,28	0,49
Polystyrol GP	0,12	1,43	1,05	0,18
Polyethylen (Mittelwert)	0,32	2,10	0,93	0,61
Phenolharze (Mittelwert)	0,42	1,38	1,25	0,72
Polypropylen	0,12	1,93	0,9	0,21
Holz (Mittelwert)	0,18	1,72	0,66	0,233
Esche	0,18	1,80	0,65	0,205
Birke	0,17	1,59	0,71	0,193
Eiche	0,19	1,72	0,70	0,230
Kiefer	0,16	1,76	0,60	0,169

¹⁾ Pyrex ist ein Beispiel für ein geeignetes handelsübliches Produkt. Diese Information dient lediglich zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung dieses Produktes durch CEN.

²⁾ Nylon ist ein Beispiel für ein geeignetes handelsübliches Produkt. Diese Information dient lediglich zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung dieses Produktes durch CEN.

Anhang F (informativ)

Literaturhinweise

- [1] 89/392/EWG: Richtlinie des Rates vom 14.6.1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen, geändert durch die Richtlinie 91/368/EWG
- [2] A. R. Moritz, F. C. Henriques: The relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns. Studies of Thermal Injury II, Am. J. Path., Vol. 23, 1947, p. 659
- [3] Y. C. Wu: Material Properties Criteria for Thermal Safety. Journal of Materials, Vol. 7, No. 4, p. 573, 1972
- [4] Y. C. Wu: Control of Thermal Impact for Thermal Safety. AIAA Journal, Vol. 15, No. 5, p. 674, May 1977, American Institute of Aeronautics and Astronautics
- [5] L. A. Marzetta: A Thermesthesiometer — An Instrument for Burn Hazard Measurement. IEEE Transactions on biomedical Engineering, Communications, September 1974 und L. A. Marzetta: Engineering and Construction Manual for an Instrument to Make Burn Hazard Measurement in Consumer Products. NBS Technical Note 816 U.S. Department of Commerce National Bureau of Standards
- [6] H. Siekmann: Bestimmung maximal tolerierbarer Temperaturen bei der Berührung heißer Oberflächen. Die BG (1983) Nr. 10, S. 525–530 und H. Siekmann: Determination of maximum temperatures that can be tolerated on contact with hot surfaces, Applied Ergonomics 1989, 20, 4, p. 313–317
- [7] H. Siekmann: Empfohlene Maximaltemperaturen berührbarer Oberflächen. Die BG (1986) Nr 8, S. 436–438 und H. Siekmann: Recommended maximum temperatures for touchable surfaces, Applied Ergonomics 1990, 21.4, 69–73
- [8] H. Manzinger: Temperaturgrenzen für die Verbrennung der Haut — Ultraschall B Scan Untersuchung Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
- [9] British Standards Institution (BSI): Medical information on human reaction to skin contact with hot surfaces, PD 6504 : 1983

Anhang G (informativ)

A-Abweichung

A-Abweichung: Nationale Abweichung, die auf Vorschriften beruht, deren Veränderung zum gegenwärtigen Zeitpunkt außerhalb der Kompetenz des CEN/CENELEC-Mitgliedes liegt.

Land: Österreich

Abschnitt 6.1, Anhang A und Anhang C

Allgemeine Maschinen- und Geräte-Sicherheitsverordnung (AMGSV), Bundesgesetzblatt Nr. 219/1993, § 10(2):

„Maschinen- und Geräteteile, deren Oberfläche eine höhere Temperatur als 60°C erreichen kann, und die sich innerhalb des auf den Menschen bezogenen Sicherheitsabstandes befinden, müssen, soweit dies bei bestimmungsgemäßer Verwendung möglich ist, gegen Berühren gesichert oder isolierend verkleidet sein. Schutzvorrichtungen müssen aus genügend widerstandsfähigem Material gefertigt und sicher befestigt sein.“

Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung (AAV) § 43 (5):

„Rohrleitungen und Armaturen, deren Oberfläche eine höhere Temperatur als 60°C oder eine niedrigere Temperatur als –20°C erreichen kann, und die sich innerhalb des auf den Menschen bezogenen Sicherheitsabstandes nach § 32 befinden, müssen gegen Berühren gesichert und isolierend verkleidet sein.“

Anhang ZA (informativ)

Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 98/37/EWG.

WARNHINWEISE: Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien gelten.

Die Abschnitte dieser Europäischen Norm sind geeignet, Anforderungen der Richtlinie 98/37/EWG, Anhang I zu unterstützen.

EU-Richtlinien 98/37/EWG, Anhang I	Abschnitte dieser Europäischen Norm
Anhang I, 1.5.5 Extreme Temperaturen	Abschnitte 4 bis 6 und Anhang B

Die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm ist eine der Möglichkeiten, die relevanten grundlegenden Anforderungen der betreffenden Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften zu erfüllen.