

Betrieb von haustechnischen Anlagen

Inhaltsverzeichnis

1. Heizungsanlagen
 - 1.1. Bestandteile von Heizungsanlagen
 - 1.2. Beginn und Ende des Heizbetriebes
 - 1.3. Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Heizungsanlage zu Beginn der Heizperiode
 - 1.4. Außerbetriebnahme der Heizungsanlage
 - 1.5. Betriebsarten
2. Wartung von technischen Anlagen
3. Raumtemperaturen
4. Belegungsplanung
5. Fensterlüftung und Heizung
6. Elektrische Heizgeräte
7. Sanitäre Anlagen und Anlagen zur Trinkwassererwärmung
 - 7.1. Anlagen zur Trinkwassererwärmung
 - 7.2. Sanitäre Anlagen mit Kaltwasserverbrauch
 - 7.3. Unterbrochener Betrieb von Trinkwasserinstallationen (warm und kalt)
 - 7.4. Weitere Anlagen
8. Raumluftechnische Anlagen
9. Beleuchtung und weitere Stromverbraucher
10. Verbrauchscontrolling Energie und Wasser
11. Behandlung von Störungsfällen und festgestellten Mängeln
12. Schulungen und Informationsveranstaltungen
13. Anlagen
 - 13.1. Raumtemperaturen und Beleuchtungsstärken
 - 13.2. Mängelprotokoll

1. Heizungsanlagen

1.1. Bestandteile von Heizungsanlagen

- Einrichtungen zur Wärmeerzeugung (z. B. Heizkessel) oder zur Wärmeübergabe (Wärmetauscher, Übergabestationen)
- Leitungen innerhalb einer Liegenschaft
- Kaminanlagen
- Brennstofflager mit Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung
- Bei Festbrennstoff-Kesseln: Anlagen und Einrichtungen zur Ascheentsorgung
- Heizungsverteilung mit Umwälzpumpen, Mischern und Armaturen
- Mess-, Steuer- und Regelanlagen (MSR-Anlagen)
- Heizkörper mit Armaturen
- Wärmedämmung an Leitungen, an Heizungsverteilungen mit Armaturen und an Wärmeerzeugern

1.2. Beginn und Ende des Heizbetriebes

Beginn und Ende des Heizbetriebes richten sich nach den Witterungsverhältnissen sowie nach den baulichen und betrieblichen Erfordernissen.

Im Allgemeinen beginnt der Heizbetrieb im Oktober und endet im April, was in der Regel der „Heizperiode“ nach VDI 2067, Blatt 1 entspricht. In den übrigen Monaten soll nicht geheizt werden. In der Praxis ergeben sich Beginn und Ende des Heizbetriebes aus den folgenden Regelungen:

Der Heizbetrieb beginnt im Herbst, wenn die vorgegebene Raumtemperatur (vgl. Anlage) bei Nutzungsbeginn in mehreren Räumen um mehr als 2 Grad unterschritten wird. Der Heizbetrieb endet im Frühjahr, wenn an drei aufeinander folgenden Tagen die Außentemperatur gemessen um 10 Uhr erstmals 15 °C überschreitet.

- Diese allgemeine Regelung lässt jedoch witterungsbedingte Ausnahmen zu: Unterbrochener Heizbetrieb während der Heizperiode, wenn die festgelegte Raumtemperatur (Anlage) auch ohne Heizbetrieb zu erreichen ist
- Kurzzeitiges Heizen am Vormittag (Stoßheizbetrieb), wenn die festgelegte Raumtemperatur am Morgen in mehreren Räumen um mehr als 2 Grad unterschritten ist.
- Nachtabstaltung statt Nachtabenkung
- Spätere Beheizung von Zonen mit geringeren Temperaturanforderungen (Flure)
- Spätere Beheizung von Gebäuden mit geringeren Temperaturanforderungen (Sporthalle)

- Frühere Beheizung benachteiligter Heizgruppen (Nordseite)

Kann an der Heizungsregelung die Heizgrenztemperatur eingestellt werden, so ist diese auf 15°C einzustellen. Werden dabei in der Heizgrenzphase die zulässigen Raumtemperaturen (Anlage) bei Nutzungsbeginn in den Testräumen um mehr als 2 Kelvin (2 K) unterschritten, so kann die Heizgrenztemperatur in Schritten von 0,5K bis auf maximal 17°C erhöht werden. Dabei ist darauf zu achten, dass bei der Ermittlung der Ist-Außentemperatur durch die GLT nicht über mehrere Stunden oder Tage gemittelt wird.

Die In- oder Außerbetriebnahme erfolgt durch das Energiemanagement oder durch das örtliche Betriebspersonal in Absprache mit dem Energiemanagement.

1.3. Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Heizungsanlage zu Beginn der Heizperiode

Zu Beginn jeder Heizperiode muss die ordnungsgemäße Funktion und Einstellung der Regel-, Steuer- und Messeinrichtungen durch das örtliche Betriebspersonal überprüft werden (Thermostate, Zeitschaltuhren, usw.). Defekte, Unregelmäßigkeiten oder Auffälligkeiten sind kurzfristig an das Energiemanagement zu melden, damit die Reparatur im Rahmen der vertraglichen Bindungen kurzfristig veranlasst werden kann.

Mehrkesseleanlagen sollten solange wie möglich mit einem Kessel betrieben werden. Reservekessel dürfen nicht parallel zum Hauptkessel betrieben werden. Alle Heizkreise müssen nach Inbetriebnahme der Pumpen entlüftet werden.

Die Wärmedämmung von Heizungsrohren ist zu überprüfen. Schadhafte oder unzureichend gedämmte Stellen sind instand zu setzen.

1.4. Außerbetriebnahme der Heizungsanlage

Nach der Heizperiode sind Heizungsanlagen vollständig außer Betrieb zu nehmen. Bewegliche Teile (Handabsperren, Umwälzpumpen, Stellmotoren und Regelventile) sind außerhalb des Heizbetriebs in regelmäßigen Abständen (z. B. 1 x pro Monat) zu bewegen.

Darüber hinaus gelten folgende Anweisungen, falls kein Trinkwarmwasser erwärmt wird:

- Gas- bzw. Ölbrenner abschalten (Zentral- und Einzelofenheizung).
- Umwälzpumpen abschalten.
- Regelgeräte und Zeitschaltuhren sollen in Betrieb bleiben.
- Bei Elektroheizungen Stromversorgung abschalten.

Falls mit der Kesselanlage im Sommerbetrieb Trinkwarmwasser erzeugt wird, gelten die folgenden Anweisungen:

- Bei Mehrkesselanlagen alle Heizkessel bis auf den kleinsten Kessel abschalten.
- Bei zwei Kesseln mit der gleichen Nennleistung, den Kessel mit dem geringeren Abgasverlust betreiben.
- Ventile im Kesselvorlauf und -rücklauf der abgeschalteten Kessel schließen.
- Die Kesselvorlauftemperatur des in Betrieb befindlichen Kessels auf maximal 70°C einstellen. Die Legionellenproblematik ist zu beachten. Bei erforderlicher thermischer Desinfektion muss die Kesseltemperatur höher eingestellt werden.
- Umwälzpumpen der Heizungsanlage abstellen.
- Die Heizkreise für die Raumheizung am Verteiler abschiebern.

1.5. Betriebsarten

Es ist unter folgenden Betriebsarten zu unterscheiden:

Normaler Heizbetrieb:

Stetige, geregelte Wärmezufuhr zur Aufrechterhaltung der zur Gebäudenutzung erforderlichen Raumtemperaturen während der Nutzungszeit.

Abgesenkter Betrieb:

Unter abgesenktem Betrieb wird die geregelte Wärmezufuhr zur Aufrechterhaltung reduzierter Raumtemperaturen verstanden. Unter diese Betriebsweise fallen grundsätzlich Nacht, Wochenende, Feiertage und Ferien. Außerhalb der festgelegten Gebäudenutzungszeiten wird die Heizanlage auf abgesenkten Betrieb umgestellt. Der Raumtemperatursollwert ist außerhalb der Betriebszeit soweit wie möglich abzusenken (Solltemperatur 10 °C). Die relative Feuchte darf dabei im Raum nicht soweit ansteigen, dass Tauwasser anfällt (Schimmelgefahr). Infolge des Wärmespeichervermögens eines Gebäudes beginnt der abgesenkte Heizbetrieb bereits ca. 1-2 Stunden vor Ende der Nutzungszeit.

Für die Gebäudereinigung und für Reparaturarbeiten ist abgesenkter Heizbetrieb ausreichend.

Abschaltbetrieb:

Da Heizanlagen auch im abgesenkten Betrieb erheblich Energie verbrauchen und gerade in großen Gebäuden bei Außentemperaturen über der Frostgrenze unerwünschte Wechselwirkungen zwischen Raumregelung und Anlagenregelung

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

auftreten, werden Wärmeerzeuger und Pumpen im abgeschalteten Betrieb vollständig ausgeschaltet. Dadurch wird auch keine elektrische Energie für Pumpen benötigt. Eine Gefahr für die Gebäude besteht nicht, da bei Erreichen der Frostgrenze auf abgesenkten Betrieb gewechselt wird. Die Frostgrenze bezieht sich auf die festgestellte Außentemperatur und ist gebäudeindividuell zu ermitteln. Sie definiert die Außentemperatur ab der ohne zusätzlich Wärmezufuhr das Gebäude zu stark auskühlen würde und liegt in der Regel zwischen 5 und 10°C.

Stoßheizbetrieb:

Kurzzeitiges Heizen am Morgen, wenn die festgelegte Raumtemperatur in mehreren Räumen um mehr als 2 Grad unterschritten ist. Danach Übergang auf Abschaltbetrieb.

Ferienbetrieb:

Ferien bedeutet, dass an drei und mehr zusammenhängenden Tagen keine Nutzung stattfindet. Hierbei wird unterschieden zwischen Ferien mit und Ohne Frostgefahr und mit und ohne Brauchwarmwasserbereitung in den Ferien.

Einfriergefahr für Rohrleitungen, Heizkörper und Heizregister besteht ab einer Außentemperatur von oder unter 0 °C (Frost). An exponierten Stellen ist sicherzustellen, dass der Heizwasserdurchfluss gewährleistet ist. Heizkörper in Windfängen sind grundsätzlich nicht zulässig, um die Einfriergefahr zu reduzieren.

In den Ferien mit Frostgefahr gilt:

- Änderung des Betriebsprogrammes der Kessel und der Heizgruppen auf durchgängigen Absenkbetrieb.
- Absenkung auf ca. 10 °C Raumtemperatur; entspricht einer Absenkung der Vorlauftemperatur um ca. 30 °C (Absenkung entsprechend höher einstellen).
- Wenn nur ein Kesselthermostat vorhanden ist, diesen auf 60 °C stellen (ohne Warmwasserbereitung).
- Sollten während der Ferien Fremdnutzer im Objekt sein (Informationen rechtzeitig einholen), nur die nicht belegten Heizgruppen absenken. Beginn des Normalbetriebs der benötigten Heizgruppen erst zu Beginn der Fremdnutzung (Zeitprogramm verändern).
- Bei Mehrkesselanlagen nur einen Kessel betreiben. Den zweiten in Betriebsbereitschaft. Den Dritten hydraulisch abschiebern und ausschalten.
- Der oder die Speicher einer zentralen Brauchwarmwasserbereitung müssen weiterhin auf Speichersolltemperatur von mindestens 60°C betrieben werden. Speicherladepumpen und zugehörige Heizkreispumpen dürfen nicht abgeschaltet werden.

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

- Lüftungsanlagen für Räume, die eine stationäre Grundheizung besitzen ausschalten. Nicht am Hauptschalter des Schaltschranks, damit die Frostsicherung auch funktioniert, sondern Ventilatoren und Pumpen auf „aus“ und Außenluft- und Fortluftklappen schließen.
- Lüftungsanlagen für Räume, die keine stationäre Grundheizung besitzen im Umluftbetrieb und auf niedrigster Ventilatorstufe betreiben.
- Abluftanlagen (WC etc.) ausschalten.
- Zeitgesteuerte Urinalspülungen abschalten.

In den Ferien ohne Frostgefahr können alle Anlagenteile ausgeschaltet werden. Eine zentrale Brauchwarmwasserbereitung ist jedoch in Betrieb zu halten. Dies kann auch mittels Elektroheizpatrone gewährleistet werden.

Bei Ferienende ist so rechtzeitig mit dem Aufheizen zu beginnen, dass die festgelegten Raumtemperaturen bei Nutzungsbeginn erreicht werden.

Weitere Hinweise zum Betrieb

Automatische Steuer- und Regelanlagen sind regelmäßig, in Schulen, Hallen und Verwaltungsgebäuden wöchentlich, zu kontrollieren. In Absprache mit den Verantwortlichen vor Ort legt das Energiemanagement die einzustellenden Regler Parameter fest, die grundsätzlich nur nach Rücksprache mit dem Energiemanagement geändert werden dürfen. Die Änderungen sind in einem Anlagenbuch zu dokumentieren.

Vor- und Rücklauftemperaturen der Heizungsanlage bzw. der Heizgruppen sind vom Verantwortlichen vor Ort, in der Regel dem Betriebspersonal, zu überwachen. Im Normalfall beträgt die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf (Spreizung) je nach Außentemperatur bis zu 20 Grad. Geringe Temperaturdifferenzen können ein Zeichen für mangelhaft einregulierte Anlagen sein (Anlagenhydraulik, Pumpen). In diesem Fall ist das Energiemanagement zu verständigen.

Bei Wärmeerzeugern, bei denen systembedingt Asche anfällt, ist das örtliche Betriebspersonal dafür verantwortlich, regelmäßig den Füllstand der Auffangbehälter zu kontrollieren, im Rahmen der festgelegten Entsorgungswege die Asche zu beseitigen oder die Entsorgung zu veranlassen. Weiterhin sind die neben der externen Wartung notwendigen Kontrollen der für unerwünschte Ascheablagerungen anfälligen Bauteile durchzuführen und einfache Entschungsarbeiten vorzunehmen.

Bei bevorrateten Energieträgern (Heizöl, Holzpellets) ist das Betriebspersonal dafür verantwortlich, den Füllstand regelmäßig zu kontrollieren. Er/sie hat das Energiemanagement rechtzeitig zu informieren, wenn Nachlieferungen notwendig sind.

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

Bei Anlagen mit Fernwärmeanschluss muss außerhalb des Heizbetriebs oder bei Ferienbetrieb die Fernheizwasserzufuhr abgestellt werden bzw. kontrolliert werden, ob dies Außentemperaturabhängig automatisch erfolgt.

2. Wartung von technischen Anlagen

Alle Anlagen werden regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich von einer Fachfirma, möglichst zwischen August und Oktober auf ihre einwandfreie Funktion hin überprüft. Dazu existieren für alle Objekte Wartungsvorgaben die im Rahmen von einer zentralen Ausschreibung den Wartungsarbeiten zugrunde gelegt werden.

Aufgefundene Mängel sind umgehend zu beheben. Die zentrale Durchführung und Organisation der Wartungen obliegt dem Energiemanagement. Das örtliche Betriebspersonal öffnet den Wartungsfirmen nach vorheriger Anmeldung die Räumlichkeiten und überzeugt sich davon, dass die Arbeiten sorgfältig durchgeführt werden, ggf. notwendige Arbeitszeitbescheinigungen korrekt sind und bescheinigt diese. Bei Auffälligkeiten jeglicher Art ist das Energiemanagement unverzüglich in Kenntnis zu setzen.

Von jeder Wartung sind von der Fachfirma Wartungsprotokolle über die durchgeführten Maßnahmen zu verlangen und lückenlos aufzubewahren. Messprotokolle von Emissionsprüfungen (Wartungsdienst, Schornsteinfeger) und die Formblätter zur Wartung sind ausgefüllt dem Energiemanagement zur Prüfung und Aktualisierung des Datenbestands zuzustellen. Für die Kessel-/Brennerwartung sind folgende Punkte zu beachten:

- Während der Wartung oder Prüfung von Mehrkesselanlagen dürfen nicht alle Kessel gleichzeitig betrieben werden (Überschreitung des Leistungsmaximums)
- Messen des Brennstoffdurchsatzes und Angabe der Leistung pro Stufe
- Luftüberschuss einstellen und überprüfen
- Ursachen von Falschlucht beseitigen
- Überprüfen/Einstellen des Kaminzugreglers
- Kessel- und Brennerwartung sind gleichzeitig durchzuführen
- Die Teillastleistung (Stufe 1, Minimalleistung modulierender Brenner) von Brennern mit Gebläse ist so gering wie möglich einzustellen

3. Raumtemperaturen

Die Höhe des Heizenergieverbrauchs in Gebäuden hängt wesentlich von den Raumtemperaturen ab. Eine um ca. 1 Grad erhöhte Raumtemperatur führt zu einem Energiemehrverbrauch von rund 6 %. Die in Anlage genannten Raumtemperaturen sind während der Nutzungszeit der Gebäude und bei Heizbetrieb einzuhalten. Die in der Anlage vorgegebenen Raumtemperaturen müssen regelmäßig kontrolliert werden. Als Raumtemperatur gilt die in Tischhöhe gemessene Lufttemperatur.

Zur Berücksichtigung von Fremdwärmeeinflüssen (Sonnenstrahlung, Personenwärme, o.ä. sind alle Räume mit Thermostatventilen auszustatten, die auf die vorgeschriebene Raumtemperatur begrenzt sind. Sogenannte manipulationssichere Behördenventile sind zu empfehlen.

Unbenutzte oder vorübergehend nicht benutzte Räume (Urlaub, Krankheit) sind in der Regel nicht zu beheizen (unterbrochener Heizbetrieb). Auf Einfriergefahr ist dabei zu achten.

Abweichende Raumtemperaturen:

Für das Behaglichkeitsempfinden sind die Raumtemperatur und die Oberflächentemperaturen der raumumschließenden Flächen (Wände, Fenster) die wesentlichen Größen. Weitere Einflussgrößen sind die relative Luftfeuchtigkeit, die Luftbewegung im Raum, Zugerscheinungen, die Anzahl der Personen und wärmeabgebenden Geräte im Raum.

Mögliche Ursachen für abweichende Raumtemperaturen können sein:

- Ständig geöffnete Fenster und/oder Türen.
- Mit Möbeln oder Vorhängen verdeckte Heizkörper und Thermostatventile.
- Luft im Heizkreis bzw. in den Heizkörpern.
- Ungenaue oder veränderte Temperatureinstellung bei Thermostatventilen.
- Falsche Einstellung oder Bedienung der Regel- und Steuereinrichtungen.
- Ungleichmäßige Wasserverteilung infolge nicht durchgeführter Einregulierung der Wassermengen (Ventilvoreinstellung) bei Inbetriebnahme der Heizungsanlage.
- Bauliche Mängel (z. B. undichte Fenster, ungenügende Wärmedämmung, defekte Anlagenteile).
- Unzureichend oder zu groß ausgelegte Heizkörperflächen.

Bei mittelfristig nicht behebbaren Ursachen kann vom Energiemanagement unter Berücksichtigung der oben genannten Einflussgrößen eine von Anlage abweichende zulässige Raumtemperatur festgelegt werden. Die Festlegung der Raumtemperaturen

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

erfolgt in diesen Fällen grundsätzlich durch das Energiemanagement in Absprache mit dem gebäudenutzenden Fachbereich.

Zur Überwachung der Raumtemperaturen werden bei Bedarf Temperaturverlaufsmessungen durchgeführt.

4. Belegungsplanung

Die Grundlage für einen geregelten Heizbetrieb ist eine Belegungsplanung, die mindestens halbjährlich aktualisiert werden muss. Für alle Gebäudeteile, möglichst nach Regelgruppen gegliedert, muss ein Belegungsplan für die regelmäßigen Nutzungen aufgestellt und regelmäßig aktualisiert werden. Er muss mindestens Nutzungsbeginn und Ende sowie Unterbrechungen von mehr als 2 h ausweisen. Dieser Belegungsplan ist dem Betriebspersonal zur Einstellung der Heizungsregelung zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus ist eine Ferienplanung zu erstellen und Sondernutzungen festzuhalten.

In Gebäuden, in denen gleichzeitig außerhalb der eigentlichen Nutzungszeiten Veranstaltungen wie Seminare o.ä. stattfinden, ist bei der Belegungsplanung darauf zu achten, dass Gebäudeteile genutzt werden, die auf einem gemeinsamen Heizkreis liegen. Falls Einzelraumregelungen zur Verfügung stehen, sollten diese Räume bevorzugt eingeplant werden.

Eine zeitliche Zusammenlegung einzelner Veranstaltungen auf ein Gebäude bzw. einen Wochentag ist anzustreben.

In Räumen, die außerhalb der üblichen Nutzungszeit des Gebäudes beheizt werden müssen (z. B. Räume für Bereitschafts- und Pförtnerdienste) sind die örtlichen Heizflächen entsprechend größer auszulegen. Falls die Raumtemperaturen nicht erreicht werden, dürfen fest installierte Einzelheizgeräte als Ergänzung zur eigentlichen Gebäudeheizung während der Nutzungszeit in Betrieb genommen werden, falls die zentrale Wärmeversorgung ausgeschaltet bzw. abgesenkt betrieben wird.

In allen Gebäuden, für die keine Belegungsplanung vorliegt, wird grundsätzlich außerhalb der festgelegten Arbeitszeiten der Verwaltung oder der festgelegten Schulzeiten auf Absenkbetrieb umgeschaltet.

Die Belegungsplanung von Sondernutzungen und Ferienbelegung ist dem Betriebspersonal zur Einrichtung der Ausnahmeprogramme möglichst frühzeitig schriftlich vorzulegen. Bei Änderungen, die nicht 1 Woche vorher angekündigt sind, kann nicht garantiert werden, dass die gewünschte Veränderung der Heizzeit in der Regelung berücksichtigt ist.

5. Fensterlüftung und Heizung

Zum Lüften der Räume während der Heizperiode sind die Fenster mehrmals täglich kurzzeitig (ca. 5 - 10 Minuten) voll zu öffnen und danach wieder zu schließen (Stoßlüftung). Während des Lüftens sind, wenn technisch möglich, die Heizkörperventile zu schließen. Während des Heizbetriebs sind Eingangstüren, Windfänge, Hallentüren sowie sämtliche Fenster geschlossen zu halten.

Ständig geöffnete oder gekippte Fenster oder geöffnete Lüftungsklappen in den Fenstern sind ein Zeichen für überheizte Räume. In solchen Fällen müssen die Nutzer der Gebäude zum Schließen der Fenster aufgefordert werden. Wenn diese Maßnahme nicht hilft, ist durch das Energiemanagement eine Absenkung der Vorlauf- bzw. der Raumtemperatur vorzunehmen.

6. Elektrische Heizgeräte

Die Verwendung privater elektrischer Heizgeräte ist nicht zulässig. Dem Betrieb elektrischer dienstlicher Zusatzheizgeräte (grundsätzlich nur in Ausnahmefällen) kann und muss im Einzelfall durch das Energiemanagement zugestimmt werden, wenn in Sondersituationen eine derartige Regelung unabdingbar ist. Heizlüfter sind untersagt. Alle elektrischen Geräte am Arbeitsplatz unterliegen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Betriebssicherheit überprüft wurde.

7. Sanitäre Anlagen und Anlagen zur Trinkwassererwärmung

7.1. Anlagen zur Trinkwassererwärmung

Die Warmwasserbereitung kann den Energieverbrauch eines Gebäudes um ca. 10%, in Einzelfällen bis 30% erhöhen. Zudem erfordert die geforderte Hygiene (u.a. Legionellen-Bekämpfung) einen hohen technischen und finanziellen Aufwand. Die Notwendigkeit, erwärmtes Trinkwasser zu verwenden, ist zu prüfen. Für die Gebäudereinigung ist kein Warmwasser erforderlich, da grundsätzlich Kaltwasserreiniger verwendet werden. Auch an Waschbecken muss nur fließend Wasser, aber kein Warmwasser zur Verfügung gestellt werden. Nicht benötigte Speicher und Zapfstellen für Warmwasser sind stillzulegen. Nicht benötigte Rohr- und Anschlussleitungen sind abzutrennen. Periphere Zapfstellen sind elektrisch einzeln zu versorgen.

Bei der Auslegung von Speicherwassererwärmern ist die Größe entsprechend der Nutzung des Gebäudes festzulegen. Aus hygienischen Gründen ist ein möglichst kleines Speichervolumen vorzusehen. Eine Speichergröße von 400 l sollte nach Möglichkeit nicht überschritten werden. Sind mehrere Speicher vorhanden ist eine Überprüfung der Kapazität mittels überschlägiger Errechnung des täglichen Bedarfs durchzuführen und gegebenenfalls Speicher stillzulegen.

Die Hinweise des DVGW-Arbeitsblattes W 551 und der jeweils gültigen Trinkwasserverordnung zum Betrieb von Trinkwasseranlagen sind einzuhalten. Das Arbeitsblatt unterscheidet zwischen Großanlagen und Kleinanlagen mit einem Volumen der Trinkwassererwärmer von maximal 400 l und/oder einem Leitungsvolumen jeder Rohrleitung zwischen Abgang vom Trinkwassererwärmer und Entnahmestelle von maximal 3 l.

Die Anforderungen im Betrieb an Großanlagen sind:

- Temperatur am Speicherausgang stets > 60°C
- Zirkulation betreiben (16 von 24 Std.)
- Rücklauftemperatur der Zirkulation > 55°C
- Vorwärmstufen einmal täglich auf 60°C aufheizen

Für Kleinanlagen ist das Arbeitsblatt W 551 eine Empfehlung und nicht „Allgemein anerkannte Regeln der Technik“. Die Einordnung, Groß- oder Kleinanlage, nimmt das Energiemanagement in Kooperation mit dem zuständigen Gesundheitsamt vor.

Risikofaktoren für das Auftreten von Legionellen sind:

- Totzonen im Leitungsnetz ohne Durchströmung

- Stränge mit sehr seltener Zapfung und unzureichender Zirkulation
- Überdimensionierung der Leitungen in Relation zum Warmwasserbedarf führt zu hoher Verweildauer des Wassers.
- Ablagerungen in den Rohrleitungen sowie Schlamm Bildung in Speichern
- Wassertemperaturen im Bereich des Vermehrungsoptimums der Legionellen (25 – 45°C)

Die zu kontrollierenden Optimierungsansätze zur Reduktion des Warmwasserverbrauchs sind:

- Bei zeitgesteuerten Selbstschlussventilen auf richtig eingestellte Laufzeiten achten (Dusche: 20 sec, Waschtisch: 5 sec).
- Messung der Durchflussmengen an Waschtischen und Duschen. Zielwert ca. 5l/min bei Waschtischen und 7 l/min bei Duschen.
- Ausrüstung von Waschtischarmaturen und Duschköpfen mit druckunabhängigen Durchflußmengenbegrenzern (selbstentkalkende Ausrüstung einsetzen, ansonsten regelmäßig entkalken zwecks Gewährleistung der Funktion).
- Nicht benötigte Untertischspeicher still legen.
- Stehen Kaltwasserleitungen mit Warmwasserleitungen über eine Mischstation in Verbindung, so ist zu überprüfen, ob Rückschlagklappen in die Leitungen eingebaut sind. Warmwasser darf auf keinen Fall in das Kaltwassernetz drücken.

7.2. Sanitäre Anlagen mit Kaltwasserverbrauch

Trinkwasser ist ein Lebensmittel. Es ist sparsam zu verwenden. Folgendes ist zu beachten:

Wasserentnahmearmaturen müssen dicht schließen. Daher sind mindestens monatliche Kontrollgänge mit Funktionsprüfungen durch das Betriebspersonal durchzuführen. Dies trifft insbesondere für WC- und Urinalspüler zu. Das Reinigungspersonal ist dahingehend anzuhalten permanente Wasserverluste auch an Waschbecken dem Betriebspersonal zu melden.

Defekte Armaturen sind vom Betriebspersonal in Ordnung zu bringen (z. B. Dichtung wechseln) oder auszutauschen.

Sind Schmutzfilter vorhanden und diese nicht rückspülbar, sind die Filterpatronen mindestens alle 6 Monate zu wechseln. Rückspülbare Filter müssen alle 2 Monate gereinigt werden. Schmutzfänger müssen je nach Verschmutzungsgrad des Trinkwassers bzw. mindestens einmal jährlich gereinigt werden.

Druckminderer sind jährlich auf Funktion zu prüfen; der Wasserdruck nach dem Druckminderer soll 4,5 bar Ruhedruck nicht übersteigen. Sinkt bei Wasserentnahme der Fließdruck erheblich unter den Ruhedruck, ist dies ein Zeichen für verschmutzte Filter/Schmutzfänger, die dann zu reinigen sind.

Wasserentnahmemarmaturen im Freien müssen mit einem gesicherten Oberteil (abschließbarer Griff) und mit einem Kaltwasserzähler versehen sein. Ist dies nicht der Fall, so ist das Energiemanagement zu verständigen. Während der kalten Jahreszeit (Oktober bis April) sind die Außenentnahmestellen vom Hausmeister bzw. vom Verantwortlichen für den Gebäudebetrieb abzusperrern und zu entleeren. Die Bewässerung von Grünanlagen ist auf das notwendige Maß zu beschränken.

Springbrunnen und Wasserspiele sind vorrangig im Umlaufbetrieb zu betreiben. Grundsätzlich ist der Betrieb über eine Zeitschaltuhr zu steuern und zeitlich soweit wie möglich einzuschränken.

Für die Bewässerung von Rasenplätzen gelten folgende Regeln:

- Bei Tageshöchsttemperaturen von 25-30°C ist nur alle 5-7 Tage zu bewässern. Bei Temperaturen > 30°C jeden vierten Tag.
- Entscheidend für die tatsächliche Menge an Beregnungswasser sollte jedoch nicht nur die Tageshöchsttemperatur sein. Eine Wassermenge von ca. 10 bis 15 l/m² ist bei Sportplätzen ausreichend. Bei größerer Durchwurzelungstiefe muss die Menge entsprechend erhöht werden. Für Sportplätze in bodennaher Bauweise gilt es, durch Kontrolle der Drainschächte festzustellen, wie viel Wasser gegeben werden kann, ohne dass es zu einem Durchlauf in die Drainage kommt.
- Die Wasserbedarfsmenge in einem „normalen“ Sommer beträgt bei einem Hartplatz 750m³ und bei einem Rasenplatz 950m³ pro Jahr bei einer Fläche von 7.000m².

7.3. Unterbrochener Betrieb von Trinkwasserinstallationen (warm und kalt)

Eine Nichtnutzung von mehr als 72 Stunden stellt eine Betriebsunterbrechung dar und ist zu vermeiden. Soweit nachgewiesen werden kann, dass die Trinkwasserbeschaffenheit nach TrinkwV über längere Zeiten der Nichtnutzung erhalten bleibt und die Gebäude keinen besonderen Anforderungen unterliegen, darf diese Frist auf maximal sieben Tage verlängert werden.

Eine längere Betriebsunterbrechung ist ein nicht bestimmungsgemäßer Betrieb der Trinkwasser-Installation. Bei Trinkwasser-Installationen oder Anlagenteilen, bei denen der bestimmungsgemäße Betrieb unterbrochen wurde, ist bei

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstabweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstabweisung Energie

Wiederinbetriebnahme durch Öffnen der Entnahmemarmaturen der vollständige Trinkwasseraustausch der Anlage oder der Anlagenteile sicherzustellen. (Anmerkung: Mindestens ablaufen lassen bis zur Temperaturkonstanz.)

Bei Trinkwasser-Installationen oder Anlagenteilen, deren bestimmungsgemäßer Betrieb länger als vier Wochen unterbrochen wird, sind die Leitungen vorher abzusperren und bei Wiederinbetriebnahme strangweise zu öffnen und zu spülen.

Bei Trinkwasser-Installationen oder Anlagenteilen, deren bestimmungsgemäßer Betrieb länger als sechs Monate unterbrochen wird, wird empfohlen, nach Anwendung der vorgenannten Maßnahmen mikrobiologische Kontrolluntersuchungen gemäß TrinkwV (Trinkwasser, warm und kalt) und auf Legionellen (Trinkwasser, warm und kalt) durchzuführen. Bei einer mikrobiologischen Belastung sind Maßnahmen nach DVGW W 557 vorzunehmen. Bei Trinkwasser-Installationen, warm, sind zusätzlich Maßnahmen nach DVGW W 551 erforderlich.

7.4. Weitere Anlagen

Abwasseranlagen:

Schlecht abfließende sanitäre Einrichtungen sind vom Betriebspersonal zu reinigen. Es ist darauf zu achten, dass Geruchsverschlüsse (auch von Bodenabläufen) stets mit Wasser gefüllt sind.

Schmutzwassertauchpumpen und Hebeanlagen sind einschließlich der dazugehörigen Alarmsysteme regelmäßig (z. B. alle vier Wochen) vom Betriebspersonal auf Funktion zu prüfen. Darüber hinaus besteht eine halbjährliche Wartungspflicht.

Regenwassernutzungsanlagen:

Regenwassernutzungsanlagen sind entsprechend der jeweiligen Betriebsanleitung zu überprüfen. Insbesondere sind Pumpen, Sicherheitseinrichtungen und Schmutzfilter regelmäßig einmal monatlich vom Betriebspersonal zu prüfen bzw. zu reinigen.

8. Raumluftechnische Anlagen

RLT-Anlagen und Klimageräte dürfen nur durch das Betriebspersonal eingeschaltet werden. Diese Geräte sind nur dann einzuschalten, wenn dies durch die jeweilige Benutzung der Räume erforderlich wird und eine Fensterlüftung (Sommer und Übergangszeit) nicht möglich ist. Beim Betrieb von RLT-Anlagen sind Fenster und Türen geschlossen zu halten.

Es empfiehlt sich im Rahmen einer bedarfsgeregelten Betriebsweise, die Ein- und Ausschaltvorgänge durch Schaltuhren, Anwesenheitsmelder, Laufzeitbegrenzer oder Luftqualitätsfühler zu steuern. Die Schaltzeiten müssen regelmäßig an die tatsächliche Nutzung angepasst werden. Beim Betrieb von RLT-Anlagen mit der Möglichkeit eines veränderbaren Luftvolumenstromes ist durch entsprechende Schaltung der jeweils notwendige Luftvolumenstrom der Nutzung anzupassen. Soweit die Nutzung es zulässt, ist die RLT-Anlage taktend zu betreiben oder zeitweise abzuschalten.

RLT-Anlagen, die ausschließlich der Raumheizung dienen (Luftheizungsanlagen), sind nach Nutzungsende auszuschalten. Ein Auskühlschutz ist vorzusehen.

Bei Kombination mit statischen Heizflächen ist die RLT-Anlage nur einzuschalten, wenn die statischen Heizflächen (Heizkörper, Fußbodenheizung) allein nicht in der Lage sind die notwendige Raumtemperatur zu halten, oder um die Luftqualität zu gewährleisten.

Der Außenluftstrom ist bei Außenlufttemperaturen unter 0 °C und größer 26 °C durch eine automatische Steuereinrichtung zu reduzieren. Die erforderliche Außenluftfrate muss durch das Energiemanagement berechnet werden.

Der Einsatz kühler Außenluft im Sommer (morgens) sollte bei höheren Raumtemperaturen verstärkt werden (so genannte freie Kühlung).

Kühlgeräte dürfen erst oberhalb einer Raumtemperatur von 26 °C eingesetzt werden.

Handelt es sich um eine Anlage mit zwei Leistungsstufen ist sowohl die Aufheizung vor Nutzungsbeginn wie auch die Spülung nach Nutzungsende mit der kleineren Leistungsstufe durchzuführen.

Bei abgeschalteter RLT-Anlage müssen die Außen- und Fortluftklappen geschlossen sein. Die Zubringerpumpen und Heizregisterpumpen sollten dann aus sein.

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

Festgestellte Leckage Stellen im Luftkanalsystem sind abzudichten. Dadurch werden unnötige Verluste vermindert und dadurch die Effizienz der lufttechnischen Anlage erhöht.

Die Bedienungselemente von RLT-Anlagen und Klimageräten müssen gegen unbefugten Zugriff ausreichend gesichert sein.

Fehlen Betriebsanleitungen und Funktionsbeschreibungen, sind diese bei der zuständigen Bauunterhaltung anzufordern.

Die Filter sind in regelmäßigen Abständen (meist alle 3 Monate) zu kontrollieren und wenn notwendig zu wechseln. Sind keine Differenzdruck(Ap)-Messgeräte zur Filterüberwachung vorhanden, so ist das Energiemanagement zu verständigen.

Wäscher sind regelmäßig (z. B. alle 3 Monate) auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion zu überprüfen.

Abschlämmeinrichtungen sind auf ihre Funktion zu kontrollieren, zu reinigen und zu desinfizieren.

Abluftgitter und Zuluftgitter sind regelmäßig (z. B. alle 6 Monate) auf Verschmutzung zu überprüfen und bei Bedarf zu reinigen.

Wärmerückgewinnungsanlagen, z. B. Rotations-Wärmeaustauscher, sind in gleichmäßigen Abständen (z. B. alle 3 Monate) auf ihre Funktion sowie auf luftseitige Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion hin zu überprüfen.

Die genauen Kontrollintervalle für oben genannte Einrichtungen werden von der zuständigen Bauunterhaltung festgelegt. Die Kontrollen werden vom Betriebspersonal oder im Rahmen von Fremdwartungen durchgeführt.

Kältetechnische Anlagen von RLT-Anlagen müssen außerhalb der Sommer-Periode (Außenlufttemperatur unter 26°C) außer Betrieb genommen werden. Sollte dies nicht möglich sein, so sind die zuständige Bauunterhaltung und das Energiemanagement zu benachrichtigen.

Kühlgeräte dürfen erst oberhalb einer Raumtemperatur von 26 °C betrieben werden, Dies gilt auch für Serverräume. Liegt die Außentemperatur unter der Einblastemperatur, muss die Kälteanlage außer Betrieb genommen werden. Dies gilt nicht für Umluftkühlgeräte.

Vorhandene elektrische Luftbefeuchter sollten möglichst nicht betrieben werden. Die Befeuchtungsleistung im Winter und die Entfeuchtungsleistung im Sommer sind zu minimieren. Der Bereich der relativen Feuchte zwischen 25 % und 70 % ist auszuschöpfen.

9. Beleuchtung und weitere Stromverbraucher

Beim Betrieb stromverbrauchender Geräte ist darauf zu achten, dass sie nicht länger als zur Nutzung erforderlich eingeschaltet sind. Das Betriebspersonal hat dafür Sorge zu tragen, dass täglich nach Beendigung der Nutzung alle Beleuchtungseinrichtungen und sonstige stromverbrauchende Geräte ausgeschaltet sind. Ausgenommen hiervon sind Geräte und Anlagen, die in Dauerbereitschaft betrieben werden müssen. Die Notwendigkeit einer Dauerbereitschaft wird vom Energiemanagement in Absprache mit dem gebäudenutzenden Fachbereich festgelegt.

In selten genutzten Räumen (Toilette, Teeküche, Kopierer, Lager, Technik, Keller, usw.) ist ein Hinweis „Licht ausschalten“ anzubringen.

Bei Reinigungsarbeiten ist die Beleuchtung nur im momentanen Arbeitsbereich einzuschalten.

In Sporthallen mit mehreren Beleuchtungsstufen ist darauf zu achten, dass der Personenkreis, der die Maximalbeleuchtung einschalten kann möglichst gering ist (Schlüsselschalt-Konzept).

Bei Kühl- und Gefrierschränken sowie bei Warm- und Kaltgetränkeautomaten ist auf die Temperatureinstellung zu achten. Diese Einrichtungen müssen vor den Ferien/betriebsfreien Zeiten entleert und abgeschaltet werden. Auf ein Gefrierfach kann in der Regel verzichtet werden.

Die Verwendung privater elektrischer Geräte ist nicht zulässig.

10. Verbrauchscontrolling Energie und Wasser

Die mindestens monatliche Kontrolle des Energie- und Wasserverbrauchs der Liegenschaften ist eine wichtige Aufgabe zur Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudebetriebs.

Das Betriebspersonal erhält vom Energiemanagement eine Zählerableseliste mit den Verbrauchszählern des jeweiligen Gebäudes. Die Zählerstände sind mindestens

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

monatlich vom Betriebspersonal abzulesen und in die Zählerliste einzutragen. Aus den Zählerstandsdifferenzen wird jeweils ein Monatsverbrauch rechnerisch ermittelt und mit dem Vormonat und/oder dem gleichen Monat des Vorjahres verglichen. Plausible Erklärungen für eine Verbrauchsauffälligkeit trägt das Betriebspersonal in der Ableseliste ein. Die ausgefüllte Liste wird dem Energiemanagement zugeleitet.

Die Ablesewerte werden vom Energiemanagement in eine Software eingegeben und nochmals im Detail ausgewertet. Weiteren Auffälligkeiten geht das Energiemanagement gemeinsam mit dem Betriebspersonal nach und beseitigt wenn möglich die Ursachen für Mehrverbrauch.

Das Betriebspersonal größerer Liegenschaften erhält vom Energiemanagement monatlich eine Rückmeldung über die Verbrauchsentwicklung in Form eines Monatsenergieberichtes.

Die Ableselisten sind auch nach der Übermittlung an das Energiemanagement sicher vor Ort im Anlagenbuch zu verwahren um sie bei Datenverlusten wiederherstellen zu können.

Auch Zähler, die vom Versorger fernüberwacht werden, werden monatlich vom Betriebspersonal abgelesen.

Die Übermittlung der Ablesewerte und Bemerkungen zur Verbrauchsentwicklung kann bei entsprechend ausgestatteter Software per Mail oder App oder eigenem Softwarezugang erfolgen.

11. Behandlung von Störungsfällen und festgestellten Mängeln

Grundsätzlich sind alle Störungsfälle und Mängel an energieverbrauchenden Einrichtungen vom Betriebspersonal der zuständigen Bauunterhaltung und dem Energiemanagement zu melden.

Kleinere Störungsfälle wie defekte Schalter oder undichte Wasserarmaturen (tropfende Wasserhähne) sind vom Betriebspersonal unverzüglich selbst zu beheben. Fehlen die dazu notwendigen Arbeitsgeräte oder Ersatzteile, so ist die zuständige Bauunterhaltung zu informieren.

Müssen aus Sicherheitsgründen beim Auftreten von Störungsfällen Anlagen außer Betrieb genommen werden oder Einstellungen verändert werden, so ist dies der zuständigen Bauunterhaltung und dem Energiemanagement unverzüglich mitzuteilen.

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb



Kom.EMS Wissensportal | KANN-Arbeitshilfe | 2.4 Dienstanweisung Energie

Die zuständige Bauunterhaltung hat in diesen Fällen dafür Sorge zu tragen, dass die Störungen unverzüglich behoben werden und die vorgenommenen Änderungen wieder auf den Normalbetrieb umgestellt werden.

Um einen Überblick über Art und Zahl auftretender Störungen zu erhalten, hat der Hausmeister bzw. Verantwortliche für den Gebäudebetrieb ein Störungs- und Mängelprotokoll zu führen (Anlage). Hierdurch ist es möglich, Schwachstellen besser zu erkennen und für Abhilfe zu sorgen. Das Störungs- und Mängelprotokoll ist, soweit Störungen aufgetreten sind, mindestens einmal monatlich an die zuständige Bauunterhaltung und das Energiemanagement zu übergeben.

12. Schulungen und Informationsveranstaltungen

Jeder Hausmeister und Verantwortliche für den Gebäudebetrieb ist verpflichtet, an den zentralen Informationsveranstaltungen (Hausmeistertreffs) sowie an den Schulungen und Wiederholungsschulungen teilzunehmen.

2.4.4a_K_Textempfehlung Dienstanweisung Energie Anlagenbetrieb

13. Anlagen

13.1. Raumtemperaturen und Beleuchtungsstärken



Hinweise zum kommunalen Energiemanagement
Raumtemperaturen und Innenraumbeleuchtung
im Gebäudebestand

Seite: 2

Raumart / Funktion	Raumtemperatur	Nennbeleuchtungsstärke
ALLGEMEINE RÄUME (Arbeitsstätten)		
Aufenthaltsräume	20° C	200 Lux
Umkleideräume	22-24° C	100 Lux
Waschräume, Duschräume	22-24° C	100 Lux
Toilettenräume	15° C ¹⁾	100 Lux
Sanitätsräume	21° C	500 Lux
BÜRO-RÄUME UND BÜRO-ÄHNLICHE RÄUME		
Büroräume mit tageslichtorientiertem Arbeitsplatz ausschließlich in unmittelbarer Fensterhöhe	20° C ²⁾	300 Lux
Sonstige Büroräume	20° C ²⁾	500 Lux
Großraumbüros mit hoher Reflexion	20° C ²⁾	750 Lux
Großraumbüros mit mittlerer Reflexion	20° C ²⁾	1000 Lux
Sitzungs- und Besprechungszimmer	20° C ²⁾	300 Lux
Räume mit Publikumsverkehr	20° C ²⁾	200 Lux
WERKSTÄTTEN		
Reparaturwerkstätten		
bei überwiegend schwerer körperlicher Tätigkeit	12° C	500 Lux ⁶⁾
bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit	17° C	500 Lux ⁶⁾
bei überwiegend sitzender Tätigkeit	20° C	500 Lux ⁶⁾
Fahrzeughallen	5° C ⁵⁾	30 - 100 Lux
GEMEINSCHAFTSRÄUME (Unterrichtsstätten)		
Flure, Treppenhäuser	12-15° C ¹⁾	100 Lux
Aulen	20° C ³⁾	100 Lux
Leseräume	20° C ²⁾	500 Lux
Büchemagazine	15° C	200 Lux
ALLGEMEINE UNTERRICHTSRÄUME		
Vorschulräume	20° C ²⁾	300 Lux ⁴⁾
Unterrichtsräume	20° C ³⁾	300 Lux ⁴⁾
Unterrichtsräume mit einem Tageslichtquotienten D < 1% am ungünstigsten Arbeitsplatz, sowie für vorwiegende Abendnutzung oder speziell für Erwachsenenbildung	20° C ³⁾	500 Lux ⁴⁾
SPEZIELLE UNTERRICHTSRÄUME		
Lehrküchen	18° C (Nutzungsbeginn)	500 Lux ⁴⁾
Werken	18° C	500 Lux ⁴⁾
Physik, Chemie, Biologie	20° C ³⁾	500 Lux ⁴⁾
HÖRSÄLE		
Hörsäle mit Fenster	20° C ³⁾	500 Lux ⁴⁾
Hörsäle ohne Fenster	20° C ³⁾	750 Lux ⁴⁾
SPORTSTÄTTEN / INNENANLAGEN		
Lokale bis internationale Wettbewerbe	15° C ⁵⁾	300 Lux ⁷⁾
Training bis regionale Wettbewerbe	15° C ⁵⁾	200 Lux ⁷⁾
Schulsport bis lokale Wettbewerbe	15-17° C ⁵⁾	200 Lux ⁷⁾

1) die Beheizung ist erst erforderlich, wenn die jeweils vorgegebene Raumtemperatur unterschritten wird, da in der Regel durch den Wärmegewinn der beheizten Nachbarräume ausreichende Raumtemperaturen erreicht werden;
Flure und Treppenhäuser bei zeitweiligem Aufenthalt 15 °C
2) während der Nutzung (19 °C bei Nutzungsbeginn)
3) während der Nutzung (17-19 °C bei Nutzungsbeginn, je nach Belegung)
4) für Hauptwandtafel und Demonstrationstisch Zusatzbeleuchtung (DIN 5035/T4)
5) in Sonderfällen höhere Werte
6) die Angaben gelten für die Reparatur von Maschinen und Apparaten; je nach Tätigkeit reichen 200 oder 300 Lux (DIN 5035/T2)
7) Horizontalbeleuchtungsstärke Mindestanforderungen; je nach Sportart können höhere Werte erforderlich sein (EN 12193)

13.2. Mängelprotokoll

Störungs- und Mängelprotokoll						Datum	Objekt/Ort	Störungsart	Ursache	Behebung <small>S = selbst KO = Kundenservice BU = Baumanforderung</small>	Unterschrift