

– Anhang ans Pflichtenheft –

Richtlinie zur Reduzierung des Energieverbrauchs von Neu- und Ersatzanlagen weltweit

Änderungsstand: 12.08.2015

Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen an Neu- und Ersatzanlagen stellen Mindestanforderungen dar. Der Lieferant ist angehalten darüber hinausgehende wirtschaftliche Energieeffizienzmaßnahmen vorzuschlagen.

Inhaltsverzeichnis

1. Elektrische Antriebe	2
1.1. Auslegung	
1.2. Effizienzklassen	
1.3. Drehzahlregelung	
1.4. Kühlung	
1.5. Brems- und Haltefunktionen	
1.6. Rekuperation (Energierückgewinnung)	
2. Steuerungen	2
2.1. Bedarfsbetrieb	
2.2. Sleep-Funktion	
2.3. Energiesparmodus bei PC's	
3. Pneumatik/Vakuum	3
3.1. Ejektoren	
3.2. Blasfunktionen	
3.3. Druckluftmotoren	
3.4. Betriebsart	
3.5. Auslegung	
4. Dampf	4
4.1. Auslegung	
4.2. Ventile	
4.3. Isolierung	
4.4. Kondensatableiter	
5. Hydraulik	5
5.1. Auslegung	
5.2. Regelung	
5.3. Speicher	
5.4. Steuerung	
6. Kühlung	5
6.1. Kühlung von Schaltschränken	
6.2. Kühlwasserregelung	
7. Sonstiges	6
7.1. Beleuchtung	
7.2. Bedarfsbetrieb	
7.3. Komponenten	
8. Dokumentation und Erfassung des Energieverbrauchs	6
8.1. Verbrauchsabschätzung und -erfassung	
8.2. Messgeräte	
8.3. Dampfverbrauch	
8.4. Druckluftverbrauch	
8.5. Kühlwasserverbrauch	
8.7. Stromverbrauch	

1. Elektrische Antriebe

- 1.1. **Auslegung:** Für Motoren >2 kW ist die korrekte Dimensionierung nachzuweisen.
- 1.2. **Effizienzklassen:** Standard für Asynchronmotoren mit einer Nennleistung von 0,75 bis 375 kW ist die Effizienzklasse IE3. Bei Motoren <7,5 kW mit einer geringen Einschaltdauer von <1500 h darf IE2 (bisher EFF1) eingesetzt werden.
Der Einsatz von Synchronmotoren (entspricht etwa IE4) ist, falls es die Anwendung erlaubt, dem von Asynchronmotoren vorzuziehen.
- 1.3. **Drehzahlregelung:** Motoren der Effizienzklasse IE2 sind grundsätzlich mit einer Drehzahlregelung über FU auszustatten. Bei Motoren höherer Effizienzklassen und einem Teillastanteil >10 % ist die Wirtschaftlichkeit einer Drehzahlregelung mit FU zu prüfen. Es sind FU's mit reduziertem Oberwellenanteil zu verwenden, d.h. mit Active Line Modulen oder bei größeren Antrieben mit 12-pulsigen Schaltungen, sodass der THD (Total Harmonic Distortion) in jedem Fall <8 % ist. Der Eingang der FU's ist kapazitiv auszulegen.
- 1.4. **Kühlung:** Bei Motoren >50 kW ist die Wirtschaftlichkeit einer direkten Wasserkühlung (Mantelkühlung) zu prüfen. Bei Motoren >200 kW ist diese grundsätzlich vorzusehen.
- 1.5. **Brems- und Haltefunktionen** sind nach Möglichkeit über mechanische Bremsen, Selbsthemmung oder Energierückspeisung zu realisieren. Eine „Drehzahlvorgabe 0“ über FU soll, falls machbar, durch eine Abschaltung des Motorstroms (Wegnahme der Reglerfreigabe) ersetzt werden.
- 1.6. **Rekuperation (Energierückgewinnung):** Eine Rückspeisung von Bremsenergie über 4-Quadrant-Umrichter oder Zwischenkreiskopplung ist bei Punkt 1.5. vorzugsweise zu realisieren.

2. Steuerungen

- 2.1. **Bedarfsbetrieb:** Für automatisierte oder vorhersehbare Prozessabläufe ist steuerungsseitig eine Abschaltfunktion vorzusehen. Diese schaltet Bauteile ab, die innerhalb der Schrittkette für eine längere Zeit nicht benötigt werden. Wenn nichts anderes vereinbart ist, gelten hierfür folgende Richtwerte:

Bauteile	Abschaltung bei Nichtnutzung
einfache Antriebsmotoren	> 5 s
Pumpen	> 1 min
Beleuchtung	> 1 min
Frequenzumrichter	> 1 min
Absaugungen	> 3 min
Heizungen/Kühlungen	> 5 min

Hier nicht genannte Bauteile sind nach Ermessen abzuschalten. Innerhalb der Schrittkette ist für eine rechtzeitige Aktivierung Sorge zu tragen, die Funktion der Maschine darf insgesamt nicht beeinträchtigt werden. Während inaktiver Betriebszustände einzelner Baugruppen, z.B. durch fehlendes Material oder Störung, sind o.g. Bauteile ebenfalls nach sinnvoller Auswahl abzuschalten.

- 2.2. **Sleep-Funktion:** Es ist eine Sleep-Funktion für die Gesamtanlage vorzusehen, welche einen energiesparenden Ruhebetrieb und einen sicheren Wiederanlauf ermöglicht.

Abzuschalten sind:

- Motoren u. FU's
- Heizungen / Kühlungen inkl. Dampfversorgung
- Pumpen
- Messwerterfassung
- Beleuchtung
- Absaugung (ggf. mit Nachlaufregelung)
- Bildschirme & Anzeigergeräte
- Netzteile
- Medien (Druckluft, Dampf, Wasser, ...), hierfür sind entsprechende zentrale Absperrventile vorzusehen
- Anlagenspezifische PC's sind in den Energiesparmodus zu versetzen und die Bildschirme abzuschalten

NICHT abgeschaltet werden:

- Mindestens eine SPS zur Steuerung des Wiederanlaufs
- Sicherheitseinrichtungen bei Bedarf (z.B. Lichtschranken zur Sperre eines automatischen Wiederanlaufs, Schadstoffüberwachungen,...)
- Komponenten, deren Betrieb auch im Sleep-Modus prozessrelevant ist oder deren Abschaltung technisch nicht zu vertreten ist.

Abschaltung und Aktivierung erfolgt über zwei Taster: „Sleep“ und „Anlage hochfahren“. Ein automatischer Sleep-Modus nach längerer Nichtbenutzung der Gesamtanlage ist vorzusehen (siehe 2.1.). Ein sicherer Wiederanlauf der Anlage innerhalb von 15 Sekunden ist erforderlich. Absolute Weggeber sind aus diesem Grund inkrementellen Weggebern vorzuziehen.

- 2.3. **Energiesparmodus bei PC's:**

Die Energiesparfunktion der Anlagen-PC's ist in die Sleep-Funktion gemäß Punkt 2.2. zu integrieren. Folgende Konfiguration wird umgesetzt:

Vorgang	nach...
Bildschirmhelligkeit auf 10% reduzieren	1 min
Bildschirm ausschalten	5 min
Festplatte ausschalten	10 min

3. Pneumatik / Vakuum:

Pneumatik-Ersatz: Falls möglich, ist statt eines pneumatischen Antriebs ein elektrischer Antrieb zu verwenden.

- 3.1. **Auslegung:** Die Auslegung von doppelwirkenden Pneumatikzylindern mit Durchmessern >100 mm ist prinzipiell nachzuweisen. Für kleinere Zylinder, die

aufgrund ihrer Betätigungshäufigkeit einen erheblichen Luftverbrauch verursachen, gelten folgende Richtwerte:

Auslegung von Zylindern bei ...	
Durchmesser Ø	Zyklen/min
≤ 20mm	> 5
> 20mm	> 3
> 50mm	> 0,5
> 100mm	immer

Die Auslegung hat nach folgenden Kriterien zu erfolgen:

- Dimensionierung von Zylinder und Zuleitungsquerschnitt
- Positionierung des Ventils möglichst direkt am Zylinder
- Bei Auslegung nach Endlagendämpfung ist der Einsatz eines kleineren Zylinders in Kombination mit einem Zusatzdämpfer zu prüfen

Auslegungshilfe:

http://www.boschrexroth.com/computation/energy/energy_computation.jsp?language=de

- 3.2. **Betriebsart:** Wenn es die Anwendung erlaubt, sind Pneumatikzylinder einfachwirkend zu betreiben.
- 3.3. **Druckluftmotoren** finden keine Verwendung.
- 3.4. **Blasfunktionen** zur Reinigung oder Kühlung per Druckluft finden keine Verwendung.
- 3.5. **Ejektoren** („Venturidüsen“) zur Vakuumerzeugung ohne Luftsparautomatik und ohne Abschaltfunktion finden keine Verwendung.

4. Dampf

- 4.1. **Auslegung:** Die Auslegung von Armaturen, Leitungen und Verbrauchern ist grundsätzlich nachzuweisen. Hierfür gelten folgende Kriterien:
 - Dimensionierung der Leitungen
 - Minimierung der Leitungslängen und der Armaturenanzahl (z.B. durch Strangregelung, gemeinsame Absperrung von Heizkreisen oder gemeinsame Entwässerung hinter den Kondensatableitern)
 - Auswahl der Armaturenbauform unter Berücksichtigung energetischer Eigenschaften
- 4.2. **Ventile:** Bei kleinen Nennweiten (bis 2“) sind bevorzugt geeignete Kugelventile als Absperrventil einzusetzen.
- 4.3. **Isolierung:** Die Isolierung von heißen Leitungen und Oberflächen bis 220°C erfolgt bevorzugt mit Mineralwolle in folgenden Stärken:

Rohr-Nennweite	Isolierstärke* [mm]
DN 6...20	30
DN 25...40	60
DN 50...100	80
DN 125...250	100
DN 300...500	120

*Für die Berechnung wurde ein Wärmeleitfähigkeitswert bei 220°C von $\lambda=0,09 \text{ W/mK}$ zu Grunde gelegt.

Es sind auch flexible Schläuche, Ventile und Armaturen zu isolieren. Hierfür wird bis DN80 z.B. Conti® Thermo-Protect und darüber hinaus Mineralwolle verwendet.

Es ist darauf zu achten, dass die Isolierung bei Anbringung nicht komprimiert wird. Eine reflektierende Kaschierung (z.B. Aluminium, Blech) vermindert die Wärmeverluste durch Abstrahlung. Ein Kontakt zwischen der Kaschierung und den heißen Leitungen ist zu vermeiden.

Hinweis:

Die Verwendung anderer Isolationsmaterialien erfolgt unter Beachtung des Einsatzbereichs: Temperatur, Feuchtigkeit, Chemikalien etc. Die Wärmeleitfähigkeit des Isolationsmaterials bei 220°C beträgt maximal $\lambda = 0,1 \text{ W/mK}$. Bei großflächiger Anwendung sind prinzipiell Materialien der Brandschutzklasse A1 (nicht brennbar) zu verwenden. Der Einsatz anderer Materialien erfolgt nur nach Absprache mit dem zuständigen Brandschutzbeauftragten.

- 4.4. **Kondensatableiter:** Die Funktion von Kondensatableitern soll kontinuierlich innerhalb der Anlage überwacht werden.

5. Hydraulik

Hydraulik-Ersatz: Falls möglich, ist statt eines hydraulischen Antriebs ein elektrischer Antrieb zu verwenden.

- 5.1. **Auslegung:** Die Auslegung des Hydrauliksystems ist grundsätzlich nachzuweisen. Folgende Kriterien sind dabei zu beachten:
- Dimensionierung der Leitungen und Zylinder
 - optimale Pumpenart für jeweiligen Arbeitsbereich (Axial-, Zahnrad-, Radialkolben-, Flügelzellenpumpe)
 - optimales Pumpensystem für jeweiligen Lastengang (Verstell- oder Konstantpumpe, Kombination Hochdruck/Niederdruck)
 - Dimensionierung der Pumpenleistung und des Antriebsmotors
 - Auswahl der Hydraulikflüssigkeit/Viskositätsklasse anhand der Betriebsbedingungen
 - Minimierung des Druckniveaus
- 5.2. **Regelung:** Bei wechselndem Lastengang ist eine Drehzahlregelung oder ein kaskadierter Aufbau mit Abschaltfunktion vorzusehen.
- 5.3. **Speicher:** Die Eignung eines Hydrospeichers zur Abdeckung von Lastspitzen oder Überbrückung kurzer Abschaltzeiten ist zu prüfen.
- 5.4. **Steuerung:** Drosselsteuerungen sind zu vermeiden.

6. Kühlung

- 6.1. **Kühlung von Schaltschränken:** Auf eine aktive Kühlung von Schaltschränken soll möglichst verzichtet werden, im Grenzfall ist die Reduzierung des Wärmeeintrags zu prüfen. Bei Bedarf einer aktiven Kühlung ist die Verwendbarkeit einer Flüssigkeitskühlung zu prüfen. Ist keine Flüssigkeitskühlung möglich, so sind Kompressionskälteanlagen mit „blue e“-Label der Fa. Rittal einzusetzen. Die Temperaturvorgabe für Schaltschrankkühlungen ist nicht unter 38°C zu wählen.

- 6.2. **Kühlwasserregelung:** Eine Regelung des Kühlwasserdurchsatzes über die Differenztemperatur zwischen Vor- und Rücklauf ist vorzusehen. Hierfür kann ein Regelventil Typ 5724-8 oder Typ 5725-8 der Fa. Samson.

7. Sonstiges

- 7.1. **Beleuchtung:** Es sind bevorzugt LED-Leuchtmittel mit einer Lichtausbeute > 100 lm/W und einer Nutzlebensdauer L80Bx > 50.000 Stunden zu verwenden. Bei der Leuchtenwahl ist auf herstellerunabhängige Qualitätszertifikate, wie z.B. CE- oder ENEC-Zertifikat, zu achten.
- 7.2. **Bedarfsbetrieb:** Weitere in den Punkten 1 bis 6 nicht genannte Komponenten sind nach Möglichkeit in die unter 2.2. und 2.3. genannten Abschaltungen zu integrieren.
- 7.3. **Komponenten:** Bei der Auswahl in den Punkten 1 bis 6 nicht genannter Komponenten ist grundsätzlich der Energieverbrauch zu berücksichtigen.

8. Dokumentation und Erfassung des Energieverbrauchs

- 8.1. **Verbrauchsabschätzung und –erfassung:** Der Energieverbrauch der Gesamtanlage ist für einen mit dem Auftraggeber abgestimmten Lastzustand zu prognostizieren und bei Abnahme zu überprüfen und zu dokumentieren. Der Lieferant hat in Absprache mit ContiTech dafür Sorge zu tragen, dass der Energieverbrauch der Anlage für alle wesentlichen Energieformen entsprechend der Werksinfrastruktur erfasst werden kann. Die Verbrauchsmessung kann auf Wunsch auch durch ContiTech Engineering durchgeführt werden. Für die Dokumentation des Energieverbrauchs ist bei ContiTech Engineering eine Vorlage erhältlich.
- 8.2. Es sind **Messgeräte** zu installieren, die an geeignete Strukturen (z.B. M-Bus, Mod-Bus, ...) oder Steuerungen (SPS, Profi-Bus, LAN) angeschlossen und mit der Energiemonitoring-Software ausgelesen, verarbeitet und ausgewertet werden können.
- 8.3. Zur Erfassung des **Dampfverbrauchs** der Maschine ist für jede Heizeinheit ein Ablaufhahn zwischen Kondensatableitern und Absperrventil vorzusehen. Bei der Auswahl und Installation eines Dampfzählers ist der von ContiTech Engineering zur Verfügung gestellte Leitfaden zu beachten.
- 8.4. Zur Erfassung des **Druckluftverbrauchs** ist eine Durchflussmessstelle vorzusehen, Empfehlung: Kugelhahn zur Aufnahme eines kalorimetrischen Messsystems der Fa. Metes KG.
- 8.5. Zur Erfassung des **Kühlwasserverbrauchs** wird ein Ringkolbenzähler der Fa. Sensus empfohlen.
- 8.6. Zur Erfassung des **Stromverbrauchs** wird ein 3-phasiger Multifunktionszähler empfohlen.

Hinweis:

1. Gesetzliche oder vertragliche Verpflichtungen, sowie projektbezogene Absprachen (Schriftform) mit dem beschaffenden Geschäftsbereich, die von den Vorgaben dieser Richtlinie abweichen, sind einzuhalten.
2. Sollte aus anderen Gründen von dieser Richtlinie abgewichen werden, so ist im Angebot konkret darauf hinzuweisen und die Abweichung zu erläutern.

Änderungshistorie

Nr.	Datum	Was wurde verändert	Unterschrift
0	17.09.2009	Erstellung der Richtlinie	Czaja, Fleck, Füchsel, Kerstan
1	22.09.2009	Detailänderungen Punkt 3.1., 3.3., 3.5., 4.1., 4.4., 5, 7.1., Hinweis 2 hinzugefügt	Fleck
2	02.02.2015	Komplette Überarbeitung: Erweiterung auf Ersatzanlagen, Einarbeitung neuer Erkenntnisse und gesetzlicher Forderungen	Horn
3	12.08.2015	Punkt 8.3. Hinweis auf Auswahlempfehlung für Dampfzähler	Horn

Änderungsstand: 12.08.2015

A. Horn, A. Fleck, E. Füchsel, B. Borchardt