

# Leitfaden für Best Practices beim Energiemanagement

---

Implementieren, Verbessern und Einsparen

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEuern. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

# Inhaltsverzeichnis



DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>Energieteam</b>	<b>10</b>
Energie- und THG-Datenmanagement	11
Strom- und Erdgasverbrauch, Kosten und THG-Emissionen	12
Energie-Audit	12
Einrichtung eines Energieteams vor Ort – Mindestmaßnahmen	13
<b>Überprüfung der Versorger</b>	<b>14</b>
Kenntnisse zu einem Energiemanagementplan	15
Informationen, die von Versorgungsunternehmen bereitgestellt werden	15
Überprüfung der Versorgertarife	15
Analyse von Verbrauchsprofilen	16
Identifizierung von SEUs	17
Lastmanagement	17
Beispiel für Top 10 der elektrischen Lasten	17
Steuerung	18
<b>Gemeinsame Projekte zum Tarifmanagement</b>	<b>18</b>
Anforderung einer jährlichen Überprüfung der Tarife durch das Versorgungsunternehmen	18
Überprüfung der Genauigkeit	18
Überprüfung des Status aller Versorgerkonten	18
Untersuchung der Möglichkeit der Energiebeschaffung durch Dritte	18
<b>Marktregeln variieren je nach Standort und ändern sich häufig</b>	<b>18</b>
Versorgungsvertrag mit Echtzeit-Preisen	18
Versorgungsvertrag mit Festpreis	18
Block- und Index-Versorgungsvertrag	18
Mehrschichtiger Versorgungsvertrag	18
<b>Projekte mit alternativen Energien</b>	<b>18</b>
<b>Anreize und Rabatte</b>	<b>19</b>
<b>Energiemanagement-Berater</b>	<b>19</b>
Überprüfung der Versorger – Mindestmaßnahmen	19
<b>Gebäudeautomatisierung</b>	<b>20</b>
<b>BAS-Anforderungen</b>	<b>22</b>
Allgemeine Anforderungen	22
HVAC	24
Beleuchtung	25
Druckluft	26
Prozessausrüstung	26
Zusätzliche BAS-Erwägungen	28
Gebäudeautomatisierung – Mindestmaßnahmen	29


<b>HVAC</b>	<b>30</b>
<b>Kältemaschinen</b>	<b>32</b>
Was wichtig ist.	32
Wo der Fokus liegen muss.	32
<b>Kühltürme</b>	<b>32</b>
Was wichtig ist.	32
Wo der Fokus liegen muss.	32
<b>Eingehauste Ausrüstung</b>	<b>33</b>
Was wichtig ist.	33
Wo der Fokus liegen muss.	33
<b>Kanallose Systeme</b>	<b>33</b>
Was wichtig ist.	33
<b>Verteilungssysteme</b>	<b>34</b>
Was wichtig ist.	34
Wo der Fokus liegen muss.	34
<b>Lufttechnische Ausrüstung</b>	<b>34</b>
Was wichtig ist.	34
Wo der Fokus liegen muss.	34
<b>Erwägungen zur HVAC-Energieeffizienz</b>	<b>35</b>
HVAC-Management – Mindestmaßnahmen	35
<b>Heizkessel</b>	<b>36</b>
Verbrennungseffizienz	37
Thermische Effizienz	37
Gesamteffizienz des Heizkessels	37
<b>Heizkessel-/Dampfmanagement-Programm</b>	<b>38</b>
Einholung der Zertifizierung für den Heizkessel bei den örtlichen Behörden.	38
Messung und Dokumentation der Systemeffizienz und regelmäßige Durchführung der empfohlenen Wartungsarbeiten	38
Bestimmung des aktuellen und zukünftigen Heizbedarfs, der von den Heizkesseln Ihrer Einrichtung beeinflusst wird	38
Einsatz modernster Steuerungen	38
Normen für die Effizienz von Heizkesseln.	38
<b>Gemeinsame Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz von Heizkesseln.</b>	<b>39</b>
Bestandsaufnahme der Heizkesselsysteme	39
Nutzung schwankender Energiekosten.	39
Abschaltung von Heizkesseln, wenn sie nicht benötigt werden	39
Optimierung der Kesseleinstufung zur Maximierung der Effizienz und Vermeidung von Teillast-Ineffizienzen	39
Austausch größerer Heizkessel durch mehrere Heizkessel	39

Saisonale Anpassung der Warmwassertemperatur-Sollwerte .....	39
Inspektion und Überprüfung aller automatischen Steuersysteme und Ventile, um den ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen .....	39
Implementierung eines Kondensatableiterprogramms .....	39
Steuerung der Flussrate von Saugzug- und Druckzugventilatoren durch den Einbau von drehzahlvariablen Antrieben .....	40
Maximierung der Rückführung des gesamten Kondensats zum Heizkessel .....	40
Regelmäßige Überprüfung der Entlüftungsöffnungen der Kondensatstation auf übermäßige Abgase .....	40
Möglicher Einsatz der Wärmerückgewinnung zur Vorwärmung des Heizkessel-Nachspeisewassers .....	40
Messung, Dokumentation und Aufzeichnung der Heizkesselleffizienz und -leistung auf regelmäßiger Basis und Nutzung dieser Informationen zur Verbesserung der Systemeffizienz .....	41
Überprüfung, Test und Kalibrierung der Geräte zur Messung von Druck, Temperatur und Durchfluss im Rahmen der regelmäßigen Inspektions- und Wartungsarbeiten .....	41
Überwachung und Minimierung des Abblasens von Heizkesseln durch richtiges Wassermanagement. Installation einer automatischen zentralen Abblasanlage .....	41
Inspektion des gesamten Systems auf Lecks, defekte Ventile, defekte Flansche, korrodierte Rohrleitungen und verschlissene Komponenten wie Pumpendichtungen oder Einhausungen .....	41
Isolierung aller blanken Dampfleitungen, Kondensatleitungen und Ventile .....	41
Heizkessel – Mindestmaßnahmen .....	41
<b>Beleuchtung</b> .....	<b>42</b>
Beleuchtungsniveaus .....	44
Bewertung der Effizienz des derzeitigen Beleuchtungssystems .....	44
Verbesserung der Systemeffizienz .....	45
Evaluierung von Optionen zur Beleuchtungssteuerung .....	46
Wichtigste Begriffe .....	47
Beleuchtung – Mindestmaßnahmen .....	47
<b>Gebäudehülle</b> .....	<b>48</b>
Gebäudehülle – Mindestmaßnahmen .....	49
<b>Druckluft</b> .....	<b>50</b>
Einbindung des Druckluftmanagementsystems in das BAS .....	51
Dokumentation der Kapazität des Druckluftsystems .....	51
Erstellung eines Blockdiagramms für Ihr Druckluftsystem .....	52
Messung des Basisverbrauchs von Druckluft Berechnung des aktuellen Energieverbrauchs und der Kosten .....	53
Betriebskosten für Druckluft .....	53
<b>Durchführung einer Endverbrauchsstudie und Implementierung eines klar definierten Leck-Managementprogramms</b> .....	<b>54</b>
Endverbrauchsstudie .....	54
Leck-Management .....	55
Eliminierung unsachgemäßer Verwendung von Druckluft .....	56
Einhaltung des vom Hersteller empfohlenen Wartungsprogramms .....	56

<b>Gemeinsame Projekte zur Energieeffizienz von Druckluft</b> .....	<b>57</b>
Identifizierung und Beseitigung von Engstellen .....	57
Eliminierung unnötiger Schlauchführungen .....	57
Planung geschlossener Kreisläufe und Eliminierung von toten Enden in Rohrleitungssystemen .....	57
Verwendung von Filtern mit dem niedrigsten verfügbaren Druckabfall, die die erforderliche Luftqualität liefern können .....	57
Verwendung lokaler Speicher für hochvolumige Produktionsvorgänge .....	57
Verwendung eines kühleren Lufteinlasses .....	57
Erwägung des Einsatzes mehrerer kleinerer Kompressoren anstelle eines großen Kompressors .....	57
Installation von Kopplungsmechanismen und Magnetventilen, die die Luft abstellen, wenn Prozessausrüstung nicht in Betrieb ist .....	57
Druckluftmanagement – Mindestmaßnahmen .....	57
<b>Prozess-Energiemanagement</b> .....	<b>58</b>
Prozess-Energiemanagement .....	59
<b>Gemeinsame Projekte zur Energieeffizienz von Herstellungsprozessen</b> .....	<b>60</b>
Durchführung eines Energie-Audits .....	60
Batch-Prozesse, wo möglich .....	60
Reduzierung des Gewichts der Ofenwerkzeuge .....	60
Überprüfung der Betriebsanforderungen .....	60
Kopplung von Hilfsausrüstung an die Produktionsausrüstung .....	60
Durchführung eines Energie-Kaizen .....	60
Vorbeugende Wartung .....	60
Überwachung von Industriegasen .....	60
<b>Entwicklung von Betriebs- und Wartungsverfahren zur Gewährleistung höchster Effizienz</b> .....	<b>60</b>
Steigerung der Energieeffizienz von industriellen Trocknern und Öfen .....	60
Prozess-Energiemanagement – Mindestmaßnahmen .....	61
<b>Management von Elektromotoren</b> .....	<b>62</b>
<b>Programme zum Management von Elektromotoren</b> .....	<b>63</b>
Durchführung der vorbeugenden Wartung zur Sicherstellung der Betriebseffizienz .....	63
Bewertung der Motordimensionierung .....	63
Kauf von Motoren mit Premium-Effizienz .....	63
Motoren nicht neu aufwickeln .....	63
Hinzufügen von Kopplungsmechanismen .....	63
Hinzufügen von Zeitschaltuhren und Schaltern zu unkritischen Ventilatoren .....	63
Hinzufügen von Motordrehzahlsteuerungen .....	63
Installation von Kondensatoren zur Blindleistungskompensation .....	63
Motorantriebe mit variabler Frequenz (VFDs) .....	63
<b>Grundlagen zu Elektromotoren</b> .....	<b>64</b>
Kondensator .....	64

Rahmengröße .....	64
Pferdestärken .....	64
Lastfaktor .....	64
Open Drip Proof (ODP) .....	64
Phase .....	64
Leistungsfaktor .....	64
Rotor .....	64
Servicefaktor .....	64
Stator .....	64
Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) .....	64
Drehmoment .....	64
Wicklungen .....	64
<b>Allgemeine Gleichungen für Elektromotoren .....</b>	<b>65</b>
Motormanagement – Mindestmaßnahmen .....	65
<b>Abschaltprogramm .....</b>	<b>66</b>
Abschaltprogramm – Mindestmaßnahmen .....	67
<b>Flottenmanagement .....</b>	<b>68</b>
Durchführung einer Flotten-Bestandsaufnahme .....	69
Fahrerschulung .....	69
Kraftstoffmanagement .....	69
Flottenmanagement – Mindestmaßnahmen .....	69
<b>Fazit .....</b>	<b>70</b>
<b>Anhänge .....</b>	<b>72</b>
<b>Anhang A .....</b>	<b>73</b>
Faustregeln .....	73
Allgemeine Energiegleichungen .....	73
Umrechnung von Erdgaseinheiten .....	73
<b>Anhang B .....</b>	<b>74</b>
Umrechnungsfaktoren .....	74
<b>Anhang C –</b>	
<b>Glossar .....</b>	<b>75</b>
Maßnahme zur Energieeinsparung (Energy Conservation Measure, ECM) .....	75
Treibhausgas (THG) .....	75
<b>Anhang D –</b>	
<b>Wo Sie weitere Informationen finden .....</b>	<b>76</b>

# Einleitung



Zu verstehen, wie Energie geliefert und verbraucht wird, ist die Grundvoraussetzung für die Stelle eines Energiemanagers.

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.



Die Fortschritte in der Informationstechnologie verbessern weiterhin die Art und Weise, wie wir bei Raytheon Technologies unsere Geschäfte führen. Die zunehmende Verfügbarkeit von Daten und die steigende Nachfrage nach ihnen treiben den Wandel zur Digitalisierung voran. Zu verstehen, wie Energie geliefert und verbraucht wird, ist die Grundvoraussetzung für die Stelle eines Energiemanagers. Um effektiv arbeiten zu können, muss der Energiemanager Zugang zu zuverlässigen Datenquellen über Beleuchtung, HVAC, Prozessausrüstung, Computer und alle anderen Punkte des Energieverbrauchs haben.

In Anbetracht des digitalen Wandels und der sich daraus ergebenden Möglichkeiten wurde dieser Leitfaden umstrukturiert, um einen Einblick in die digitale Integration des Energiemanagements in den Anlagen von Raytheon Technologies zu geben. Mitarbeiter, die mit der letzten Version dieses Leitfadens vertraut sind, werden einen Richtungswechsel in unserer Herangehensweise an das Energiemanagement erkennen. Viele der in früheren Versionen vorgestellten Ideen zur Energieeinsparung wurden in dieser Version als Best Practices für das Energiemanagement beibehalten. Sie werden feststellen, dass mehr Wert auf eine rationelle Erfassung und Weitergabe von Energiedaten gelegt wird, einschließlich der Nutzung von Gebäudeautomatisierungssystemen (Building Automation System, BAS) für die Verwaltung der täglichen Aktivitäten.

In diesem Dokument werden Konzepte vorgestellt, die für Energiemanager im digitalen Zeitalter wichtig sind. Dazu zählen:

- Empfehlungen zur Einführung eines BAS
- Techniken für ein effektives Management aller Aspekte des Energieportfolios, einschließlich der Erfassung, Entschlüsselung und Validierung aussagekräftiger Daten mithilfe des BAS
- Kenntnisse über den Prozess der Energieversorgung und -beschaffung
- Kenntnisse über den Wert, der sich aus genauen Listen von Energie verbrauchender Ausrüstung ergibt
- Implementierung von Management Best Practices für die Optimierung von Fertigungsabläufen und -einrichtungen
- Einbindung der Mitarbeiter vor Ort in die Reduzierung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Treibhausgase

Es besteht kein Zweifel daran, dass sich die Art und Weise, wie wir energierelevante Daten sammeln und verwalten, erheblich verändert hat. Die digitale Revolution ermöglicht den Energiemanagern nun einen ganzheitlichen Blick auf bisher getrennte Aktivitäten. Wie die einzelnen Organe des Körpers sind auch alle Gebäudesysteme voneinander abhängig und müssen daher im Verhältnis zueinander gemanagt werden, um optimale Leistung und minimale Ineffizienz zu gewährleisten. Ein Beispiel für diese wechselseitige Abhängigkeit ist der Ersatz von pneumatischen Schraubendrehern durch Elektrowerkzeuge. Durch das Projekt wird die vom Kompressor benötigte Luftmenge reduziert. Die daraus resultierende Verringerung des Strombedarfs des Kompressors gleicht den Mehrbedarf der elektrischen Schraubenzieher im Verhältnis 10:1 aus. Ein weiteres Beispiel sind Projekte zur Erneuerung der Beleuchtung. Jeder erwartet Energieeinsparungen, wenn ältere Beleuchtungstechnologien auf LEDs umgestellt werden, aber ein oft übersehener Vorteil ist die geringere Notwendigkeit, das Kühlsystem zu betreiben, weil die LEDs nicht so viel Wärme abgeben wie die älteren Beleuchtungstechnologien.

In der Praxis geben die in diesem Buch vorgestellten Techniken dem Leser die Möglichkeit, ein Energiemanagementsystem zu implementieren, das die Energieeffizienz verbessert, die THG-Emissionen reduziert und auf praktische und nachhaltige Weise Geld spart.

***Lassen Sie uns beginnen.***

# Energieteam



**Energiesparen ist ein Teamsport, der die besten Anstrengungen aller Beteiligten für ein erfolgreiches Ergebnis erfordert.**

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Der Energiemanager sollte die Hilfe anderer in Anspruch nehmen, um das Energiesparen zu fördern. Energiesparen ist ein Mannschaftssport, der die besten Anstrengungen aller Beteiligten für ein erfolgreiches Ergebnis erfordert. Die Hilfe energiebewusster Einzelpersonen ist der effektivste Weg, um verschiedene Stakeholder einzubeziehen, die Zustimmung zu kritischen Themen zu erreichen und weitere Möglichkeiten zur Energieeinsparung zu identifizieren.

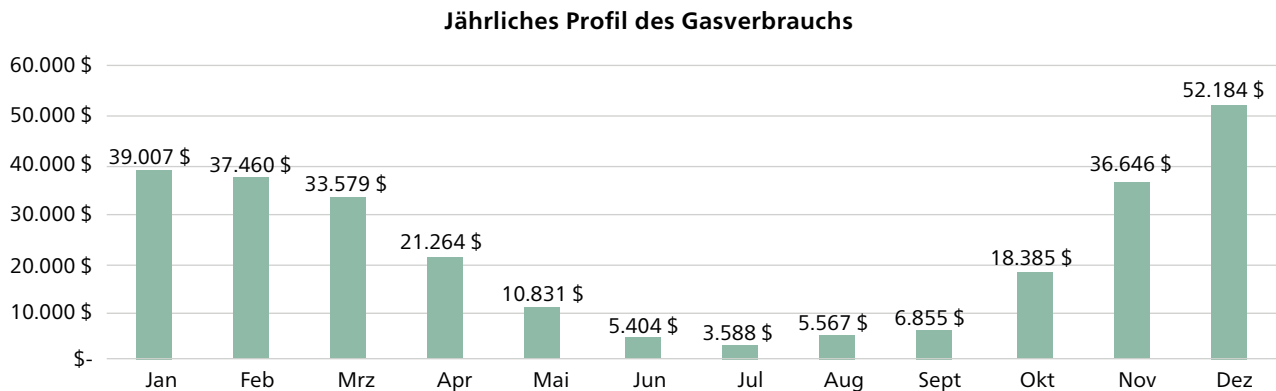
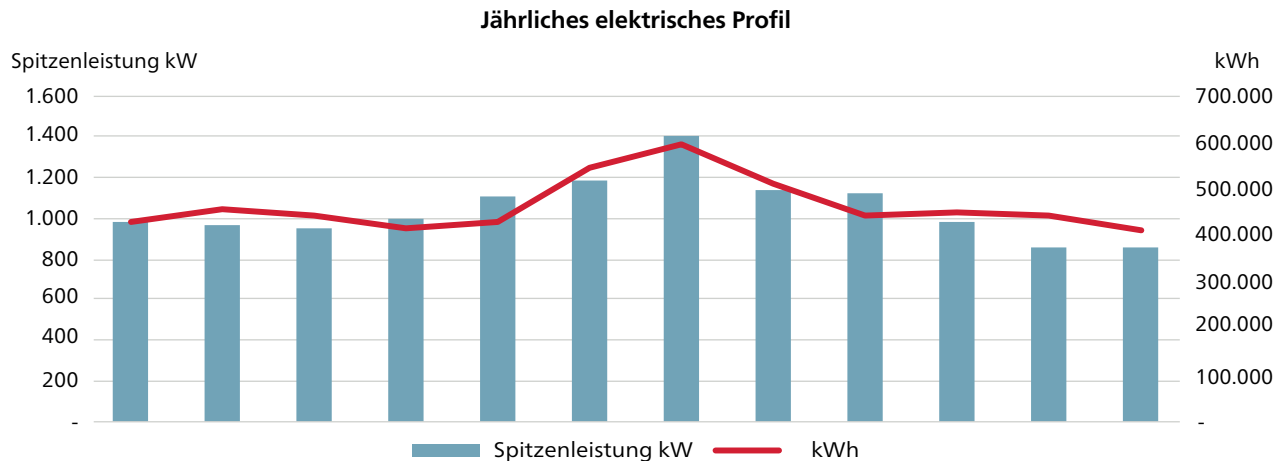
Das Energieteam des jeweiligen Standorts wird die Kerngruppe sein, die für die Entwicklung der Energiemanagementstrategie und die Verfolgung der Fortschritte bei der Erreichung der Energiesparziele verantwortlich ist. Größe und Umfang des Energieteams sollten der Größe und Komplexität des Standorts entsprechen. Erwägen Sie die Einbeziehung von Vertretern aus operativen Bereichen wie Anlagen, EH&S, Produktionsbetrieb, Liefermanagement, Finanzen und Kommunikation. Alle Mitglieder des Teams sollten mit der obligatorischen Lektüre dieses Leitfadens, der von und für Mitarbeiter von Raytheon Technologies entwickelt wurde, vertraut gemacht werden. Der Leitfaden erfasst und präsentiert die Best Practices beim Energiemanagement (Best Management Practice, BMP), die in den Einrichtungen von Raytheon Technologies rund um den Globus implementiert wurden. Die BMPs aus dem Leitfaden sollten vom Energieteam für die Entwicklung und Dokumentation des Energiemanagementplans oder der Roadmap des jeweiligen Standorts verwendet werden.

Wie bei jedem Managementplan sind aktuelle und genaue Daten erforderlich, um fundierte strategische Entscheidungen zu treffen, die Wirksamkeit dieser Entscheidungen zu bewerten und Möglichkeiten aufzudecken, die neue Entscheidungen erfordern. Und genau darin liegt der wahre Wert eines BAS. Unter dem wachsamen Auge eines geschulten Bedieners wird das BAS zu einem unschätzbaren Werkzeug für optimales Management und die Leistungsfähigkeit der Anlage. Wenn ein BAS richtig integriert ist, verkürzt es die Reaktionszeit bei der Wartung, kontrolliert die Energiekosten und verbessert die Entscheidungsfindung bei Energieprojekten – all dies macht das Energiemanagementteam zu einer erfolgreichen Abteilung.

### **Energie- und THG-Datenmanagement**

- Erfassen und dokumentieren Sie eine 24-monatige Historie aller Versorgungskosten und des Verbrauchs, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Strom, Erdgas und Heizöl.
- Erfassen und melden Sie die direkten Prozessemissionen für alle Treibhausgase in Übereinstimmung mit den Energie- und Umweltberichtsanforderungen von Raytheon Technologies.
- Führen Sie ein detailliertes Protokoll über die Verbrauchsprofile (stündlich für den Stromverbrauch, täglich für den Erdgasverbrauch).
- Verwenden Sie die an den Unterzählern erfassten Daten, um Energie und Kosten nach Geschäftsbereichen oder Abteilungen zuzuordnen, falls möglich.

## Strom- und Erdgasverbrauch, Kosten und THG-Emissionen



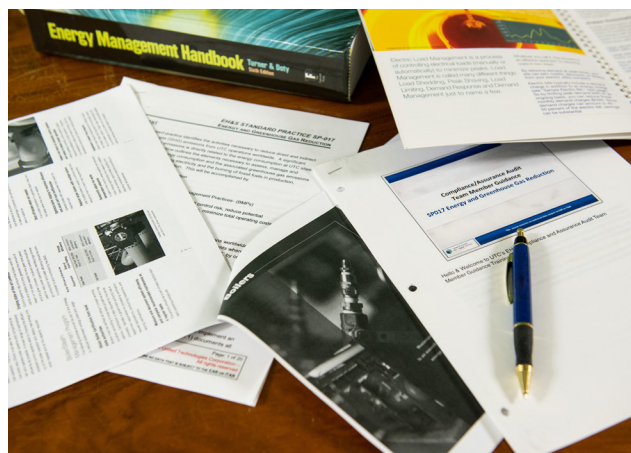
Energieeinsparung ist der beste Weg, um die Verpflichtung des Unternehmens zum Umweltschutz durch Reduzierung der THG-Emissionen zu erfüllen.

### Energie-Audit

Das Energieteam ist für die Durchführung von Energie-Audits, Bewertungen, Treasure Hunts, Gemba Walks und Kaizen-Veranstaltungen verantwortlich. Größe und Umfang der Veranstaltungen richten sich nach der Größe und Komplexität des Standorts. Zum Abschluss der Veranstaltungen sollte das Team alle Ressourcen auswerten, einschließlich BAS-Trenddaten, interner Mitarbeiter, Energiedienstleistern, lokaler Versorger, staatlicher Programme und bezahlter Berater.

Das Team sollte Schulungsmöglichkeiten für das Energiemanagement erkunden, um bei allen Mitarbeitern ein allgemeines Bewusstsein dafür zu schaffen. Spezielle technische Schulungen, z. B. zu BASs oder Druckluftsystemen, sollten zum

Nutzen der Teammitglieder von Branchenexperten durchgeführt werden.



Schaffen Sie Bewusstsein durch Schulungen zum Energiemanagement.

### **Einrichtung eines Energieteams vor Ort – Mindestmaßnahmen**

- Die Standortleitung bestimmt ein funktionsübergreifendes Team für das Energiemanagement am Standort, das unter anderem EH&S, Einrichtungen, Finanzen und Produktion umfassen kann.
- Teammitglieder und Mitarbeiter, die für die Wartung oder den Kauf von Energie verbrauchenden Geräten oder Systemen verantwortlich sind – lesen Sie die aktuelle Version dieses Leitfadens zum Energiemanagement.
- Teamleiter identifiziert.
- Jahresplan vom Sponsor der Standortleitung genehmigt.
- Prozentuale Fertigstellung des vorherigen Plans verfolgt.
- Energieprojekte eingegeben und Status auf dem neuesten Stand.
- Vorläufiger Termin für das nächste Energie-Audit geplant.

# Überprüfung der Versorger

Das Management der  
Energieversorger ist von  
entscheidender Bedeutung,  
um eine zuverlässige und  
kontinuierliche Energieversorgung  
zu gewährleisten, wenn sie  
benötigt wird, ohne dafür zu viel  
Geld auszugeben.

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Versorgungsunternehmen liefern die entscheidenden Güter, die für den täglichen Betrieb von Anlagen und für die Geschäftsaktivitäten weltweit benötigt werden. Von Büros bis hin zu Industriekomplexen werden die Versorger benötigt, um Produkte herzustellen, Verkäufe zu tätigen und Reparatur- und Installationsdienste durchzuführen. Die Fähigkeit, Versorgungsleistungen ordnungsgemäß zu managen, hängt von mehreren Faktoren ab: Marktregulierung, Tarife und Steuern, Infrastruktur, Wettbewerb der Anbieter und Betriebsbedingungen, d. h. Anzahl der Schichten und Belegungspläne. Das Management der Energieversorger ist von entscheidender Bedeutung, um eine zuverlässige und kontinuierliche Energieversorgung zu gewährleisten, wenn sie benötigt wird, ohne dafür zu viel Geld auszugeben. Ein erfolgreicher Energiemanager kann problemlos den Energieverbrauch in Form von Energiekosten (Rohstoffe und Steuern) oder Energieeinheiten (kWh, Therms, MMBtu usw.) erläutern. Strom, Erdgas, Dampf, Druckluft, Wasser und Industriegase sind nur einige der grundlegenden Betriebsmittel, die in einer Industrieanlage verbraucht werden. Der Energiemanager kennt auch die wesentlichen Energieverbraucher (Significant Energy Users, SEUs) der Standorte, weiß, wo sie sich befinden, wann sie in Betrieb sind, welche Energiequellen sie verbrauchen und wie viel sie verbrauchen. Sobald der Energiemanager über umfassende Kenntnisse verfügt, kann er damit beginnen, Verbesserungen und Änderungen vorzunehmen, die die Versorgungskosten senken, ohne die Produktion zu beeinträchtigen.

### Kenntnisse zu einem Energiemanagementplan

Ein wichtiger Bestandteil eines Energiemanagementplans sind die folgenden Kenntnisse:

- wie viel Energie wir verbrauchen
- wann wir sie verbrauchen
- wie viel sie kostet

### Informationen, die von Versorgungsunternehmen bereitgestellt werden

Versorgungsunternehmen können Informationen bereitstellen, um die Kunden über Folgendes zu informieren:

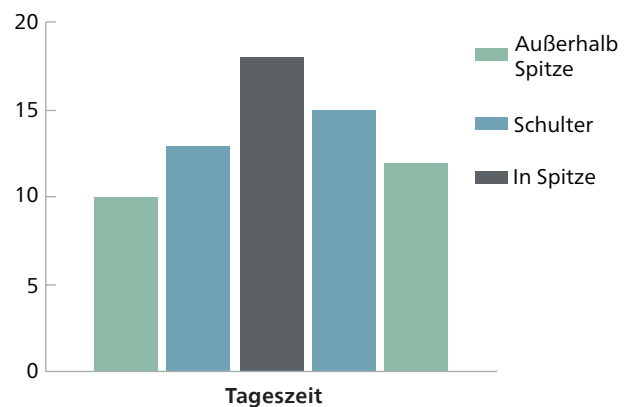
- Optionen für die Preisstruktur (Tarife), welche die Energiekosten festlegen
- Lastprofile, die erklären, wie viel Energie wann verbraucht wird
- Anleitung zur Energieeinsparung, Rabatte und Anreizfonds

### Überprüfung der Versorgertarife

Die meisten Erdgas- und Elektrizitätsversorgungsunternehmen bieten verschiedene Preisstrukturen (oder Tarife) an, die je nach Kundengröße und Lastprofil variieren.

Viele Stromversorger bieten beispielsweise Tarife an, bei denen ein Satz von Preisen für die Spitzenlastzeiten und ein anderer für die Nebenlastzeiten gilt. Diese Tarifstrukturen sollten jährlich daraufhin überprüft werden, ob sie dem

spezifischen Verbrauchsprofil des jeweiligen Standorts entsprechen. Versorgungsunternehmen können die Kosten für verschiedene Tarife in der Regel mit Hilfe einer Computersimulation vergleichen. Das Hauptziel besteht darin, den kostengünstigsten Tarif auszuwählen, der dem Verbrauchsmuster des Standorts entspricht.



Es ist zu beachten, dass sich die Tarife im Laufe der Zeit aufgrund von staatlichen Vorschriften und Marktbedingungen ändern. Auch die standortspezifischen Anforderungen ändern sich im Laufe der Zeit. Daher ist es sinnvoll, die Tarifstrukturen jährlich zu überprüfen.

Viele, wenn auch nicht alle Versorger bieten ihren Kunden eine Analyse der Tarife an. Bei dieser Analyse wird die bisherige Nutzung eines Standorts mit verschiedenen Tarifen verglichen, um festzustellen, welcher Tarif der wirtschaftlichste ist. Diese Überprüfung sollte jährlich oder innerhalb weniger Monate nach einer Nutzungsänderung durchgeführt werden, d. h.

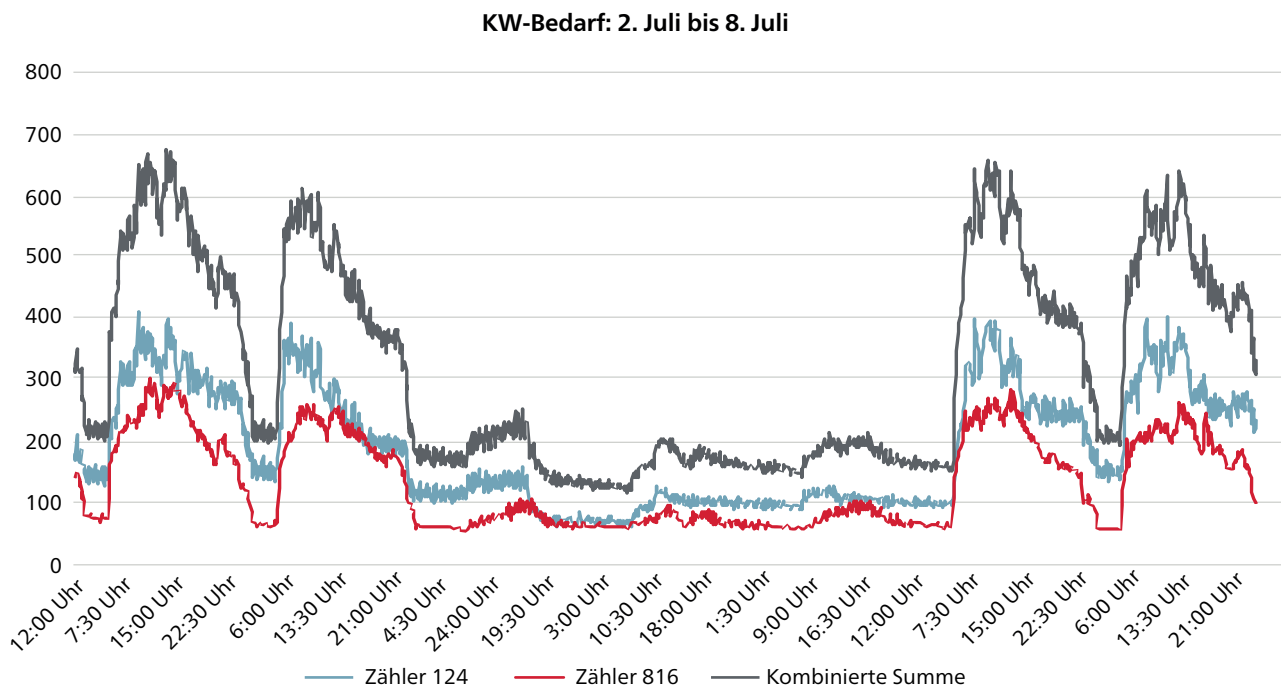
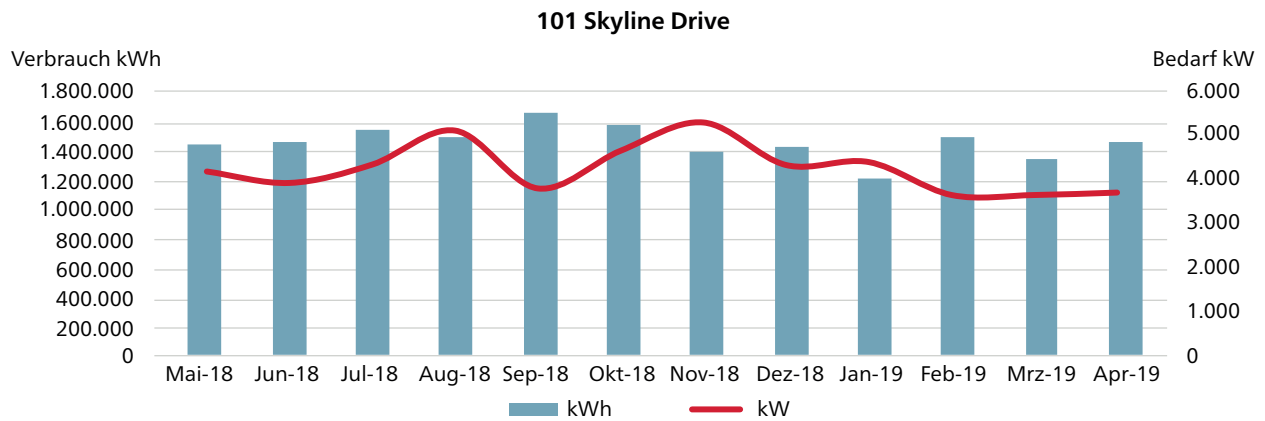
wenn eine Schicht hinzukommt oder wegfällt, ein großes Ausrüstungsteil hinzukommt usw. Versorger sind zwar verpflichtet, einen Standort zu versorgen, müssen aber nicht den günstigsten Tarif anbieten; der Kunde muss in regelmäßigen Abständen eine Tarifüberprüfung beantragen.

### Analyse von Verbrauchsprofilen

Energieverbrauchsprofile sollten auf Kostentreiber hin analysiert werden. Ein Blick auf die

monatlichen Energiedaten (Erdgas und Strom) zeigt saisonale Trends. Ein Blick auf die elektrischen Intervalldaten in 15-Minuten- oder Ein-Stunden-Schritten legt die wichtigsten Kostentreiber offen.

Stündliche Energiedaten sind in der Regel von Versorgungsunternehmen erhältlich und sind von unschätzbarem Wert für das Verständnis von Verbrauchsmustern und Kostentreibern.





## Identifizierung von SEUs

Der nächste Schritt in einem effektiven Energiemanagementprogramm ist die Identifizierung der wichtigsten Energieverbraucher. Es sollten eine Standortuntersuchung durchgeführt und die Betriebsmerkmale (z. B. Nutzungszeiten und kW-Spitzenbedarf) der SEUs erfasst werden. Die Betriebskosten für jedes einzelne Ausrüstungsteil sollten berechnet oder gemessen und dann mit der gesamten Energierechnung abgeglichen werden.

Zu den großen Energieverbrauchern gehören in der Regel Kühlanlagen, Heizkessel, Luftkompressoren, Klimaanlage, Öfen, Beleuchtungen und Prozessheizungen.

## Lastmanagement

Schon ein 15-minütiger Spitzenwert in der Stromnachfrage (kW) kann Ihre Stromrechnung für 12 Monate erheblich erhöhen.

Das elektrische Lastmanagement ist ein (manueller oder automatischer) Prozess zur Minimierung von Lastspitzen. Für das Lastmanagement gibt es viele Bezeichnungen: Lastabwurf, Lastspitzenreduzierung, Lastbegrenzung,

Demand Response und Demand Management, um nur einige zu nennen.

Wie auch immer Sie es nennen, dieses Verfahren ist in zweierlei Hinsicht ein wirksamer Ansatz zur Kostensenkung:

1. Stromrechnungen enthalten in der Regel zusätzlich zu den Energiekosten auch ein Leistungsentgelt. Wenn Sie also den Spitzenlastbedarf (kW) kontinuierlich begrenzen, können Sie diese monatlichen Kosten (\$/kW) reduzieren. Da die Leistungsentgelte mitunter 40 % bis 50 % der Stromrechnung ausmachen, können die Einsparungen erheblich sein.
2. Ein wirksames Lastmanagement erfordert einen strategischen Ansatz, der die Analyse von Lastprofilen, das Verständnis der Geräte und die Installation von Kontrollstrategien umfasst. Eine zusätzliche und sehr wichtige Aktivität ist die Überwachung. Wie bei jedem kontinuierlichen Verbesserungsprozess muss eine fortlaufende Überwachung bzw. ein Submetering eingesetzt werden, um den Fortschritt zu verfolgen.

## Beispiel für Top 10 der elektrischen Lasten

ELEKTRISCHER ENDVERBRAUCH	% DER GESAMTSUMME	KW	KWH/ JAHR	MT CO2E	BETRIEBSKOSTEN/ JAHR	ANMERKUNGEN/ ANNAHMEN
Prozessausrüstung	28 %	445	217.865	73	19.727 \$	Thermokammern, Schüttler, Öfen
Kühlanlage	18 %	286	140.056	47	12.682 \$	HVAC Werkstatt
Beleuchtung Werkstattflächen	18 %	286	140.056	47	12.682 \$	Hochregallager
Luftkompressoren	7 %	111	54.466	18 %	4.932 \$	Luft Werkstatt
Motoren für Lüftungsanlagen	4 %	64	31.124	10	2.818 \$	HVAC Werkstatt
Abluft: gesamt	4 %	64	31.124	10	2.818 \$	Prozess
Beleuchtung Nicht-Werkstattflächen	3 %	48	23.343	8	2.114 \$	Büro
DX-Klimaanlage	2 %	32	15.562	5	1.409 \$	Büros
Computerraum	2 %	32	15.562	5	1.409 \$	Server
Beleuchtung Außenbereich	1 %	16	7.781	3	705 \$	Parkplatz
<b>Gesamtwerte</b>	<b>87 %</b>	<b>1.382</b>	<b>676.936</b>	<b>225</b>	<b>61.294 \$</b>	

Einige Versorger bieten so genannte „Demand-Response-Programme“. Diese Programme bieten Anreize für Kunden, die die Stromlast während der Spitzenlastzeiten reduzieren können.

### Steuerung

Sobald Sie die Verbrauchsprofile genau kennen und die Auslastung der Geräte identifiziert haben, sollten Sie eine Steuerungsstrategie entwickeln, um die Spitzen zu begrenzen und die Kosten zu managen.

Steuerungsstrategien können so einfach sein wie das Ausschalten von Geräten, wenn ein neuer Spitzenlastwert erreicht wird. Viele Standorte verwenden eine komplexere Steuerungsstrategie, bei der ein BAS zur Überwachung und automatischen Abschaltung von Geräten eingesetzt wird, wenn der Bedarf (kW) einen programmierten Grenzwert erreicht.

## Gemeinsame Projekte zum Tarifmanagement

### Anforderung einer jährlichen Überprüfung der Tarife durch das Versorgungsunternehmen

Prüfen Sie die Bedingungen jeder Tarifstruktur, um sicherzugehen, dass sie zutreffen.

### Überprüfung der Genauigkeit

- Überprüfen Sie die zutreffenden Steuergutschriften/-befreiungen auf Energierechnungen.
- Überprüfen Sie die Rechnungen des Stromversorgers auf Einsparmöglichkeiten, indem Sie die abgerechneten kW mit den tatsächlichen kW vergleichen.
- Überprüfen Sie die Sanktionen für die Korrektur des Leistungsfaktors.
- Überprüfen Sie Gutschriften für so genannte „Interruption Riders“.

### Überprüfung des Status aller Versorgerkonten

Große Standorte mit mehreren Zählern zahlen möglicherweise Servicegebühren für inaktive Zähler.

### Untersuchung der Möglichkeit der Energiebeschaffung durch Dritte

Deregulierte Märkte ermöglichen es dem

Endverbraucher, zwischen konkurrierenden Anbietern von Strom und Erdgas zu wählen.

## Marktregeln variieren je nach Standort und ändern sich häufig

### Versorgungsvertrag mit Echtzeit-Preisen

Bei dieser Option schwanken die Energiepreise mit den Echtzeitmärkten. Diese Preise werden manchmal auch als Indexpreise bezeichnet.

### Versorgungsvertrag mit Festpreis

Diese Option ist ein Pauschalvertrag zum Festpreis und bietet Budgetsicherheit.

### Block- und Index-Versorgungsvertrag

Diese Option – eine Kombination aus fester und variabler Preisgestaltung – bietet eine gewisse Budgetsicherheit, während der Endverbraucher Anpassungen an Echtzeit-Preissignale vornehmen kann.

### Mehrschichtiger Versorgungsvertrag

Ein Konzept, bei dem prozentuale Anteile der benötigten Gesamtenergie in verschiedenen Zeitintervallen gekauft werden. Dadurch wird der Energiepreis für bestimmte Energiemengen über aufeinanderfolgende Zeiträume hinweg festgesetzt (eingefroren).

Die Auswahl des Versorgers ist entscheidend. Endverbraucher sollten mit Versorgern zusammenarbeiten, die Preisoptionen anbieten, die zu ihrem Verbrauchsprofil passen und die Marktpreistransparenz bieten. Ein standortspezifisches Verbrauchsprofil und die lokalen Marktbedingungen bestimmen, welches Produkt für Ihren Standort am besten geeignet ist.

## Projekte mit alternativen Energien

Erneuerbare Energie aus Sonnen- und Windenergie wird in vielen Einrichtungen als Möglichkeit zur Reduzierung von THG-Emissionen in Betracht gezogen. Sobald ein Standort die Anforderungen der BMPs erfüllt und alle sinnvollen Initiativen zur Energieeinsparung umgesetzt hat, wird die Installation von erneuerbaren Technologien praktikabler.

In manchen Fällen ist die Installation von Solar- oder Windenergieanlagen aus Platzgründen nicht

möglich. In diesen Fällen kann die Kraft-Wärme-Kopplung oder Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung eine Option sein. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist allgemein definiert als die gleichzeitige Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme. Bei der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (auch: Trigeneration) handelt es sich um Kraft-Wärme-Kopplung mit dem zusätzlichen Vorteil der Kühlung. Im Vergleich zu herkömmlichen Systemen erhöht die KWK den Wirkungsgrad erheblich (bis zu 85 %), indem sie die von Stromgeneratoren erzeugte Wärme nutzt.

Eine typische KWK-Anwendung umfasst einige der folgenden Technologien zum Antrieb eines elektrischen Generators:

- Verbrennungsturbine
- Hubkolbenmotor
- Mikroturbine
- Brennstoffzelle

Die Fähigkeit, die gesamte Wärmeenergie zum Heizen oder Kühlen zu nutzen, ist der entscheidende Faktor bei der Dimensionierung des Geräts. Die kW-Leistung eines KWK-Systems ist normalerweise der entscheidende Faktor bei der Auswahl der Technologie.

Wie bei der Solar- und Windenergie sollten KWK-Systeme in Betracht gezogen werden, sobald ein Standort die Anforderungen der BMPs erfüllt und alle sinnvollen Initiativen zur Energieeinsparung umgesetzt hat.

Für gewerbliche und leichtindustrielle Anwendungen sind eingebaute oder „modulare“ KWK-Systeme erhältlich. Diese kleinen Anlagen, die von 20 kW bis 650 kW reichen, erzeugen Strom und Warmwasser aus Abwärme. Normalerweise sind KWK-Systeme so ausgelegt, dass sie den Anforderungen des Standorts in Bezug auf Heißwasser oder Dampf entsprechen und nicht dem Strombedarf. Die besten Anwendungen für KWK-Systeme sind Einrichtungen, die immer einen Bedarf an Heißwasser oder Dampf haben.

### Wärmerate

Bezeichnet die zur Stromerzeugung benötigte Wärmemenge (Btu/kWh).

### Spark Spread

Die Differenz zwischen den Kosten für Erdgas und den Kosten für elektrischen Strom.

## Anreize und Rabatte

Überprüfen Sie den Status der von Versorgungsunternehmen und/oder der Regierung geförderten Sparprogramme. Die Programme können Anreize für Investitionen in Energiesparprojekte bieten. In den USA listet die Datenbank DSire.org Anreizprogramme nach Bundesstaaten auf: <https://www.dsireusa.org>.

## Energiemanagement-Berater

Standorte, die nicht über die nötige Zeit oder das Fachwissen verfügen, können die Dienste eines Energiemanagementunternehmens in Anspruch nehmen. Die Wahl des Dienstleisters hängt von vielen Variablen ab: der Kenntnis der regionalen und lokalen Versorgungsmärkte, der Einfachheit des Datentransfers und der Fähigkeit, die Nachfragebegrenzung, die Beschaffung alternativer Energie und Initiativen zur Energieeinsparung am Standort zu unterstützen. Die Zusammenarbeit mit einem einzigen globalen Managementunternehmen für viele Standorte bietet maximale Übersicht bei minimalem Zeit- und Kostenaufwand für den Einzelnen.

### Überprüfung der Versorger – Mindestmaßnahmen

- Führen Sie Aufzeichnungen über den monatlichen Energieverbrauch am Standort.
- Prüfen Sie jährlich die Optionen für die Tarifstruktur der Versorgungseinrichtungen mit den Versorgungsunternehmen.
- Untersuchen Sie die Möglichkeit, Energie von Dritten zu beziehen.
- Untersuchen Sie gemeinsam mit Vertretern der Energieversorger die Möglichkeiten von Einsparungsprogrammen und Anreizen.
- Sondieren Sie die Möglichkeit, eine alternative Stromerzeugungsquelle anzusiedeln.

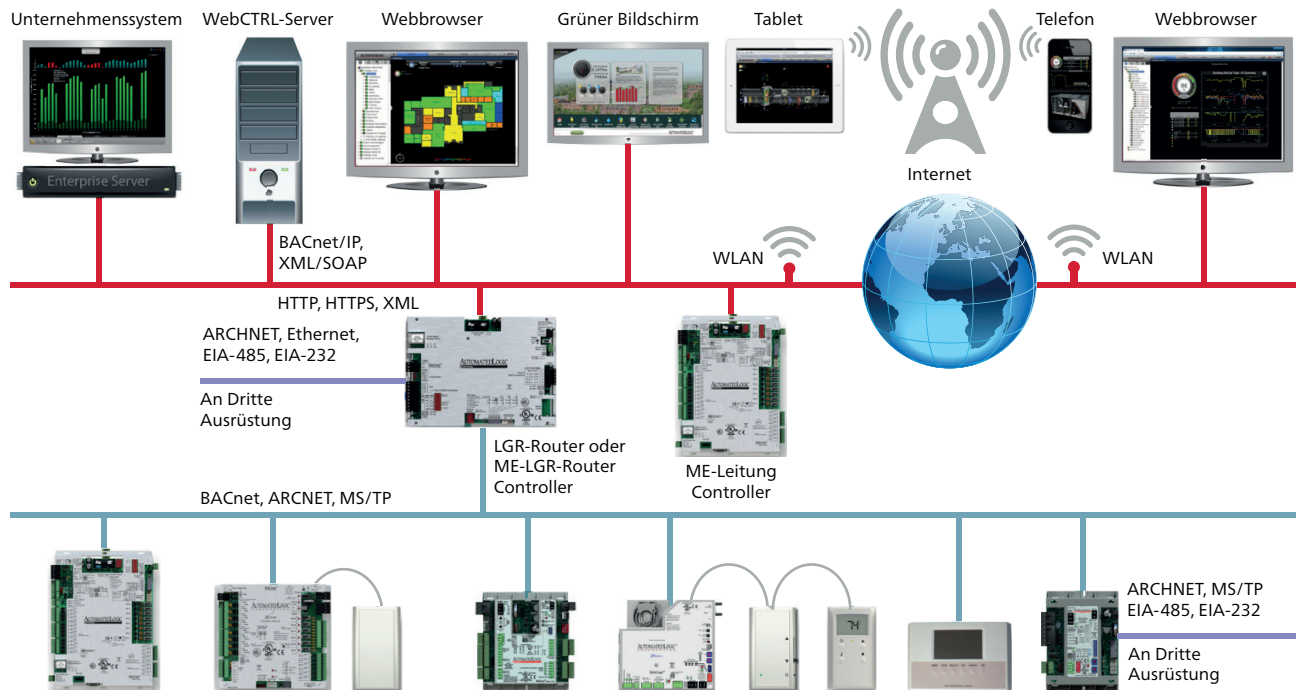
# Gebäudeautomatisierung



**Das BAS kann als das zentrale Nervensystem der Einrichtung angesehen werden.**

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Für das Management einer Reihe unterschiedlicher Systeme muss der Energiemanager über bestimmte Werkzeuge verfügen, um seine Rolle richtig auszufüllen. Das beste Werkzeug, das dem Energiemanager zur Verfügung steht, ist das Gebäudeautomatisierungssystem (Building Automation System, BAS). Das BAS kann als das zentrale Nervensystem der Einrichtung angesehen werden. Es ist die Quelle der Datenerfassung und der sachkundigen Reaktion, die der Energiemanager – das menschliche Element des Systems – nutzt, um rationale Geschäftsentscheidungen in Bezug auf Energiebeschaffung, Energiereduzierung und Sensibilisierungsschulungen zu treffen.



Die Gebäudeautomation wird oft mit der Steuerung von Klimaanlage (HVAC) in Verbindung gebracht. Es stimmt, dass eine Reihe von Verbesserungen in BASs als Reaktion auf die Notwendigkeit einer besseren Steuerung der Anforderungen an die Innenraumluft wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftqualität (Schadstoffentfernung) vorgenommen wurden. Früher war man der Meinung, dass BASs nur in größeren Einrichtungen mit mehreren HVAC-Einheiten, die ständig überwacht werden müssen, eingesetzt werden sollten. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass auch kleinere Einrichtungen mit begrenzten Ressourcen von einem BAS profitieren können, das viele Aufgaben übernimmt und so Ressourcen für andere Aufgaben freisetzt. Durch die Brille der Digitalisierung betrachtet sehen wir, dass das BAS die Fähigkeit hat, viel mehr zu sein als ein besserer Thermostat. Die heutigen Systeme sind in der Lage, nicht nur die HVAC-Anlagen, sondern auch die Belegung des Gebäudes mit Hilfe von CO<sub>2</sub>-Sensoren, die Nutzung von Prozessanlagen, den Verbrauch von Energie und vieles mehr zu überwachen.

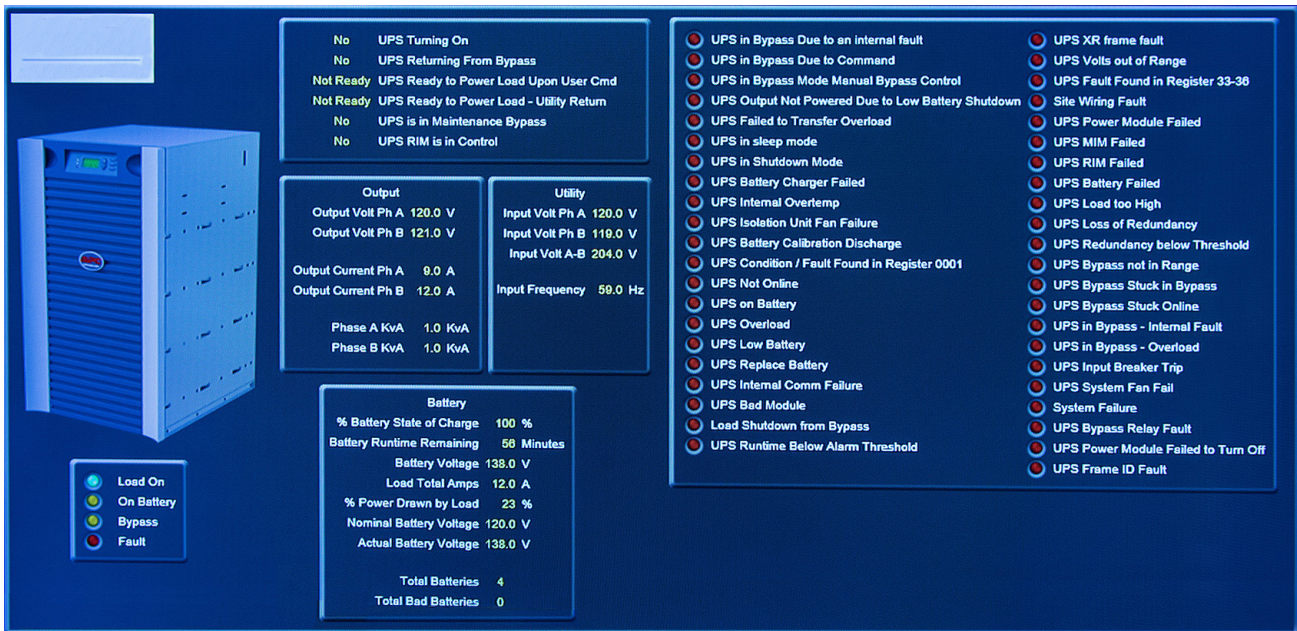
Die Gebäudeautomatisierung entwickelt sich ständig weiter und kann nun dazu verwendet werden, alle Funktionen innerhalb eines Gebäudes gleichzeitig zu überwachen und die richtigen Dienstleister im Voraus oder bei Störungen zu benachrichtigen, wodurch sich die Reaktionszeiten verbessern.

Für Neulinge mit begrenzter Erfahrung in der Implementierung von Gebäudeautomatisierung wurden die folgenden Mindestanforderungen von Mitarbeitern von Raytheon Technologies festgelegt, die mit den Betriebs- und Überwachungsanforderungen vertraut sind, wie sie in den Einrichtungen von Raytheon Technologies heute erforderlich sind. Dieses Kompendium von Ideen wird es dem Energiemanager ermöglichen, ein bescheidenes BAS zu implementieren, das einen leistungsstarken Einblick in den Betrieb der Einrichtung bietet.

## BAS-Anforderungen

### Allgemeine Anforderungen

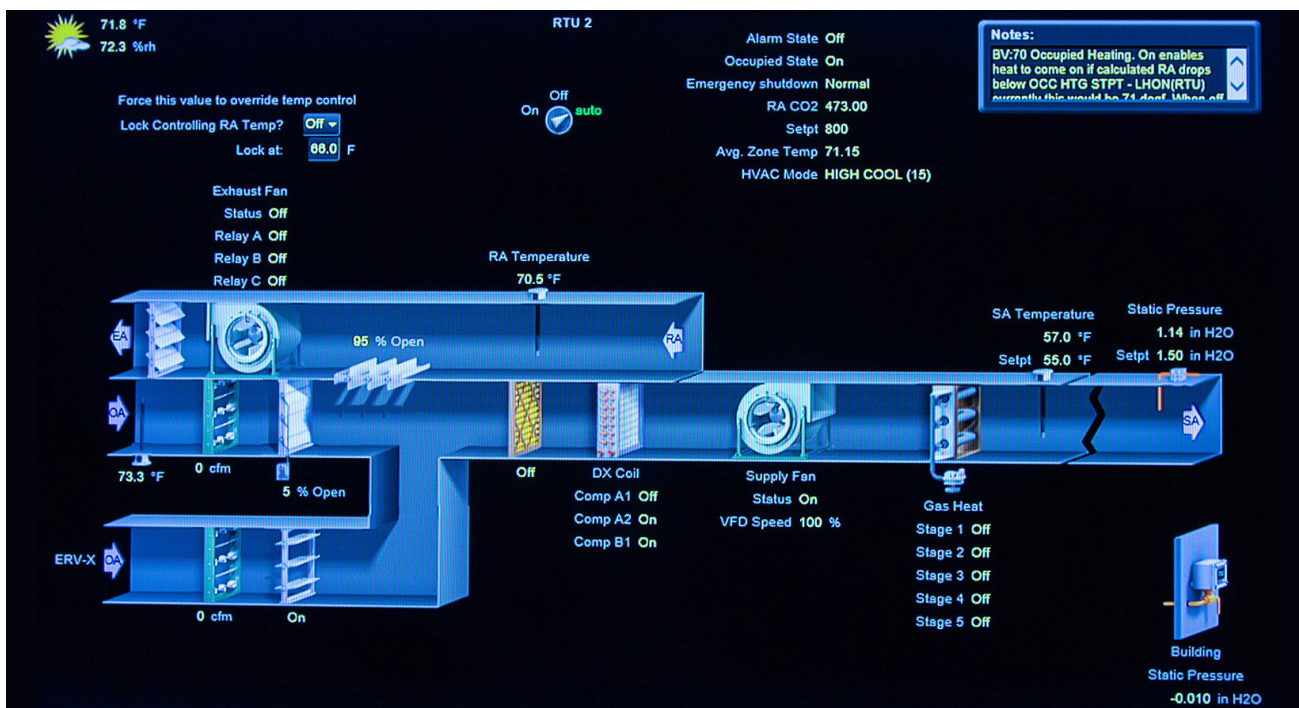
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offenes Protokoll – BACnet, LON, MODbus</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Der Endbenutzer muss eine einzige Hauptsprache für das BAS wählen. Alle zukünftigen Anbieter müssen sich an die Protokollsprache des Standorts halten.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration speicherprogrammierbarer Steuerungen (Programmable Logic Controller, PLC)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Überwachen kontinuierlich den Betriebszustand der Eingabegeräte und treffen Entscheidungen auf der Grundlage eines benutzerdefinierten Programms, um den Zustand der Ausgabegeräte zu steuern.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Energiegeräte müssen in der Lage sein, mit dem BAS zu kommunizieren.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kommunizieren Sie die Protokollsprache und die Anforderungen an die Anzahl der Punkte an die Erstausrüster und den BAS-Anbieter.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafische Schnittstelle</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Leicht verständliche visuelle Darstellungen.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Person oder Firma, die das Steuerungssystem auf Fehler überwacht, die Funktionalität der vorhandenen Ausrüstung bewertet und andere Daten in das System integriert</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Muss in der Lage sein, Daten zu analysieren und ein Verständnis für den physischen Betrieb der Einrichtung zu entwickeln.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung der Versorgungseingänge</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Primäre und sekundäre Versorgungsüberwachung mit mehr als 1200 V; 1/2-Zoll-Gasleitung; Wasserleitung jeder Größe bis hin zur 3/4-Zoll-Zweingleitung.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseline für alle neuen Geräte erstellen</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erfassung von Betriebsdaten bei der Inbetriebnahme des Systems.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trendprotokoll mit Heatmap in Abhängigkeit vom Schweregrad des Alarms</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eine obligatorische BAS-Sammel- und Analysefunktion der vom BAS erkannten Fehler.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlererkennung, Diagnose und Warnung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ereignisse, die bei der kontinuierlichen Überwachung eines Betriebssystems durch das BAS entstehen.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Armaturenbrett mit Farbcodierung (rot/gelb/grün)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Visuelle Anzeige des Schweregrads.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Energieverbrauchs von Geräten</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eine Funktion des BAS zur Messung des Momentanverbrauchs.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendenzen beim Energieverbrauch</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eine BAS-Funktion, mit der sich der Energieverbrauch tabellarisch oder grafisch darstellen lässt.</li> </ul>  |



- Tendenzen bei der Alarmfunktion – Eine BAS-Funktion, die es dem Benutzer ermöglicht, vom System generierte Alarmer zu isolieren und zu untersuchen.
- Pflege des Ausrüstungsstatus – Eine BAS-Funktion, die die Überwachung der Systemleistung durch einen entfernten Benutzer ermöglicht.
- Kopplung aller Zusatzausrüstung mit der Primärmaschine – Automatische Abschaltprozedur der Sekundärausrüstung durch das BAS.
- Einfach handhabbare hierarchische Liste von Alarmempfängern – Ein Status der Alarmcodes basierend auf der Dringlichkeit.
- Automatische Kontaktaufnahme mit dem richtigen Supportpersonal – Eine Funktion des BAS, bei der das System bei Erkennung eines Fehlers das zuständige Personal benachrichtigt.
- Überwachung von Versorgungseinrichtungen: Wassertanks, Batteriesysteme, USV, Industriegastanks – Eine Überwachungsfunktion des BAS, die es dem Benutzer ermöglicht, den prozentualen Anteil der vollen Kapazität eines Geräts zu erfahren.

## HVAC

- Steuerung der Temperatursollwerte – Ermöglicht es dem Benutzer, die vor Ort genehmigten Temperatureinstellungen zu fixieren, zu variieren und zu verändern.
- Ventilatorsteuerung ein/aus – Ermöglicht es dem Benutzer, den Ventilatorbetrieb einzelner Geräte festzulegen, zu variieren und zu steuern.
- Enthalpiekontrolle – Eine differenzielle Wet-Bulb-Steuerungsstrategie, die verwendet wird, um die Eignung der Außenluft für die freie Kühlung (d. h. Kühlung ohne Verwendung des Kühlkreislaufs) zu bestimmen.
- Kompressor-Sollwerte – Ableitungstemperaturen – Eine BAS-Funktion, die die Überwachung des Kühlzyklus durch einen entfernten Benutzer ermöglicht.
- Anwesenheitskontrolle/-sensor – Ein Eingabegerät, das zur Aktivierung des HVAC-Systems auf der Grundlage der Bewegung von Personen oder der CO<sub>2</sub>-Ausatmung verwendet wird.
- Bedarfsgesteuerte Ventilation – Eine BAS-Funktion, die den Bedarf an Heizung, Kühlung oder Lüftung auf der Grundlage eines Vergleichs der CO<sub>2</sub>-Ausatmung der Bewohner mit den Umgebungsbedingungen bestimmt.
- Störungserkennung – Eine BAS-Funktion, die die Überwachung des HVAC-Systems durch einen entfernten Benutzer ermöglicht.
- Vorsicht vor drahtlosen Protokollen – Kommunikationsfunktion, die auf vielen OEM-Produkten verfügbar ist. Fest verkabelt ist zuverlässiger.





## Beleuchtung

- Ein/Aus-Status – Ermöglicht es dem Benutzer zu erkennen, ob ein Licht oder ein Lichtsystem aktiv oder inaktiv ist.
- Lichtleistung – Dimmbarkeit – Ermöglicht es dem Benutzer, die vor Ort genehmigten Beleuchtungseinstellungen zu fixieren, zu variieren und zu verändern.
- Anwesenheitssensoren – Ein Eingabegerät, das zur Aktivierung der Beleuchtung auf der Grundlage der Bewegung von Personen verwendet wird.
- Tageslichtsensorik – Ein Eingabegerät, das zur Steuerung des Beleuchtungssystems auf der Grundlage der im Raum verfügbaren Lichtmenge verwendet wird.
- Farbwechsel – Die Fähigkeit eines Steuerungssystems, das Farbspektrum eines Beleuchtungssystems je nach Tageszeit zu ändern.
- Zentrale Überwachung – Ermöglicht es dem Benutzer, den Betrieb des Beleuchtungssystems einer Einrichtung von einem einzigen Standort aus zu überwachen.
- Zentrale Steuerung mit lokaler Übersteuerung – Ermöglicht es dem Benutzer, die Beleuchtungseinstellungen von einem einzigen Standort aus zu ändern.
- Überwachung der Beleuchtungsaktivität – Ermöglicht es dem Benutzer, ein Beleuchtungssystem von einem einzigen Standort aus zu überwachen.



## Druckluft

- Sequenzierungsstrategie für Kompressoren zur bedarfsgerechten Steuerung – Ein Betriebssystem, das zusätzliche Luftkompressoren basierend auf dem Prozentsatz des Volllastbetriebs des Hauptkompressors aktiviert oder deaktiviert.
- Status Ein/Aus/Teillast – Ermöglicht es dem Benutzer zu erkennen, ob ein Druckluftsystem aktiv, inaktiv oder mit reduzierter Kapazität arbeitet.
- Drucküberwachung – Ermöglicht es dem Benutzer, die Betriebsbedingungen des Druckluftsystems (in PSI oder BAR) zu erfahren.
- VFD-Überwachung – Ermöglicht es dem Benutzer, die Betriebsgeschwindigkeit eines mit VFD ausgestatteten Kompressors zu ermitteln.
- Betriebsstatus – Ermöglicht es dem Benutzer zu erkennen, ob ein Kompressor aktiv, inaktiv oder mit reduzierter Drehzahl arbeitet.
- Vibrationsüberwachung – Eine Alarmfunktion, die ungünstige Bewegungen eines Kompressors überwacht.
- Einlassfilter mit Luftstrom am Eintritt der Umgebungsluft in den Kompressor – Ein Sensor, der die Menge des Luftstroms in den Kompressor überwacht.
- Stromsensor an der Kompressorleitung – für den Startstatus – Eine elektrische Messfunktion zur Überwachung des Kompressorbetriebs.
- Einbindung von Filtern, Trocknern und Booster-Status in den primären Luftkompressor – Sensoreingänge, die es dem Benutzer ermöglichen, die verbleibende Lebensdauer oder den Betriebsstatus von Zusatzfiltern und Geräten zu überwachen.
- Algorithmus zur Taupunktsteuerung für Trockner – Ein Verfahren zur Steuerung des Systemlufttrockners zur Reduzierung der Kapazität auf der Grundlage der austretenden Luftfeuchtigkeit.

## Prozessausrüstung

- Öfen/Brennöfen
  - Überwachung der Systemleistung bis zum Grundlastzustand.
  - Temperaturrückstellende Kühlfunktionen.
  - Ein/Aus/Leerlauf-Status
  - Überwachung aller Betriebsbedingungen der Energie verbrauchenden Zusatzgeräte.
  - Überwachen Sie alle Versorgungs- und Industriegaseingänge zur Maschine
  - Schornsteintemperaturen.

- Tanks
  - Überwachung der Systemleistung bis zum Grundlastzustand.
  - Ein/Aus/Leerlauf-Status
  - Füllstandsüberwachung und -alarm.
  - Tauchspulenkonnektivität für Lecks.
  - Luftstrom beim Rühren.
  - Stromstärke der Mischanlage.
  - Tankdeckel ein/aus bei Beheizung.
  - Status des automatischen Befüllens.
  - Überwachung aller Versorgungseinrichtungen der Maschine.
- Autoklaven
  - Ein/Aus/Leerlauf-Status
  - Betriebsmagneten Status öffnen/schließen.
  - Laufzeit.
  - Kopplungsmechanismen.
  - Überwachung der Systemleistung bis zum Grundlastzustand.
  - Überwachung der Betriebsbedingungen aller Energie verbrauchenden Zusatzgeräte, ggf. Kopplung zur Abschaltung von Zusatzgeräten.
  - Überwachung aller Versorgungseinrichtungen der Maschine.
- Testkammern
  - Ein/Aus/Leerlauf-Status
  - Stromaufnahme.
  - Status der Heizung/Kühlung.
  - Vor der Bestellung von Ausrüstung die SPS-Informationen einholen und diese bei Bedarf anpassen.
  - Überwachung aller Versorgungsleitungen zur Maschine, einschließlich Druckluft und Industriegasen.
  - Überwachung der Systemleistung bis zum Grundlastzustand.
- Maschinen
  - Ein/Aus/Leerlauf-Status
  - Stromaufnahme.
  - Status der Heizung/Kühlung.
  - Vor der Bestellung von Geräten die SPS-Informationen einholen und diese bei Bedarf anpassen.
  - Überwachung aller Versorgungsleitungen zur Maschine, einschließlich Druckluft.

## Zusätzliche BAS-Erwägungen

- Sicherheit
  - Der Kartenzugang überwacht die Personen, die die Einrichtung betreten und verlassen.
  - Die Bereiche mit eingeschränktem Zugang werden mit dem BAS-Beleuchtungsstatus, dem HVAC-Status und Sicherheitskameras überwacht.
  - Das BAS empfängt Eingaben vom Sicherheitssystem, steuert es aber nicht.
  
- Brandschutzplatten
  - Rauchmelder oder manuelle Auslöser schalten die Gasventile der Geräte/AHUs/Druckluft aus.
  - Sequenzierung der Notfallsteuerung: Eine geplante Aktivierung von HVAC-Komponenten, die dazu beiträgt, die Ausbreitung von Feuer, Rauch und Qualm einzudämmen.
  - Das BAS empfängt Eingaben vom Feueralarmsystem, steuert es aber nicht.
  
- Standort-Generatoren
  - Ein/Aus-Status
  - Betrieb im automatischen oder manuellen Modus.
  - Überwachung der Generatortemperatur.
  - Kraftstofffüllstand.
  - Ölfüllstand.
  - Alarmer werden an das BAS übermittelt.
  
- USV – Rechenzentrum
  - Überwachung der USV-Aktivitäten.
  - Aktivierungs- oder Störungsalarmer.
  - Niedriger Batteriestand.
  - Bestätigung der Lastübergabe an USV.



- Ladestationen
  - Daten zur Nutzung.
  - Strom- und Spannungsstatusüberwachung.
- Steckerlast
  - Drahtlose Büro- und Steckerlast, die an einen Router gesendet wird, um das Abschalten nicht benötigter Geräte zu ermöglichen.
  - Gesteuerte Steckdosenleisten.
  - Überwachung des Kopiererstatus.
- Sonstige Hinweise
  - Die BMS-Berichtsfunktionen müssen konfigurierbar sein.
  - Die Umgebung des Konferenzraums wird vom BAS auf der Grundlage der Belegung des elektronischen Kalenders für die Raumplanung gesteuert.
  - Einzelne Büros werden über die Eingänge von Ausweislesern gesteuert.
  - Telematische Erfassung der Flotte zur Überwachung und Berichterstattung über den Fahrzeugbetrieb.

Raytheon Technologies unterhält eine Vielzahl von Gebäudetypen und -größen, um die Herstellung seiner verschiedenen Produkte zu ermöglichen. Eine präzise Steuerung und vorbeugende Wartung können für die Ressourcen jeder Anlage sehr anspruchsvoll sein. Ein BAS ermöglicht die zentrale Datenerfassung, Überwachung und diagnostische Fehlerbehebung von HVAC, Beleuchtung, Prozessen und Sicherheit. Wenn es richtig implementiert ist, wird das BAS zu einem entscheidenden Element, um die Gesundheit der Mitarbeiter und die Leistungsfähigkeit des Gebäudes zu erhalten.

### Gebäudeautomatisierung – Mindestmaßnahmen

- Installieren Sie ein Front-End-System, das in der Lage ist, den Energieverbrauch aller SEUs, einschließlich HVAC, Beleuchtung und Druckluft, anzuzeigen.
- Erfassen und verfolgen Sie den Baseline-Energieverbrauch aller SEUs.
- Verwenden Sie das BAS für das Submetering (wo es keine Unterzähler gibt), um den Energieverbrauch zu verfolgen.
- Legen Sie Alarmtrends fest, etablieren Sie die Intervalldatenerfassung und erhalten Sie die Temperatur- und Beleuchtungsbedingungen vor Ort aufrecht.
- Nutzen Sie das BAS, um die Beleuchtung, die HLK und zusätzliche Prozessgeräte zu deaktivieren, wenn das Hauptgerät oder der funktionale Bereich im Leerlauf ist oder abgeschaltet wird.

# HVAC



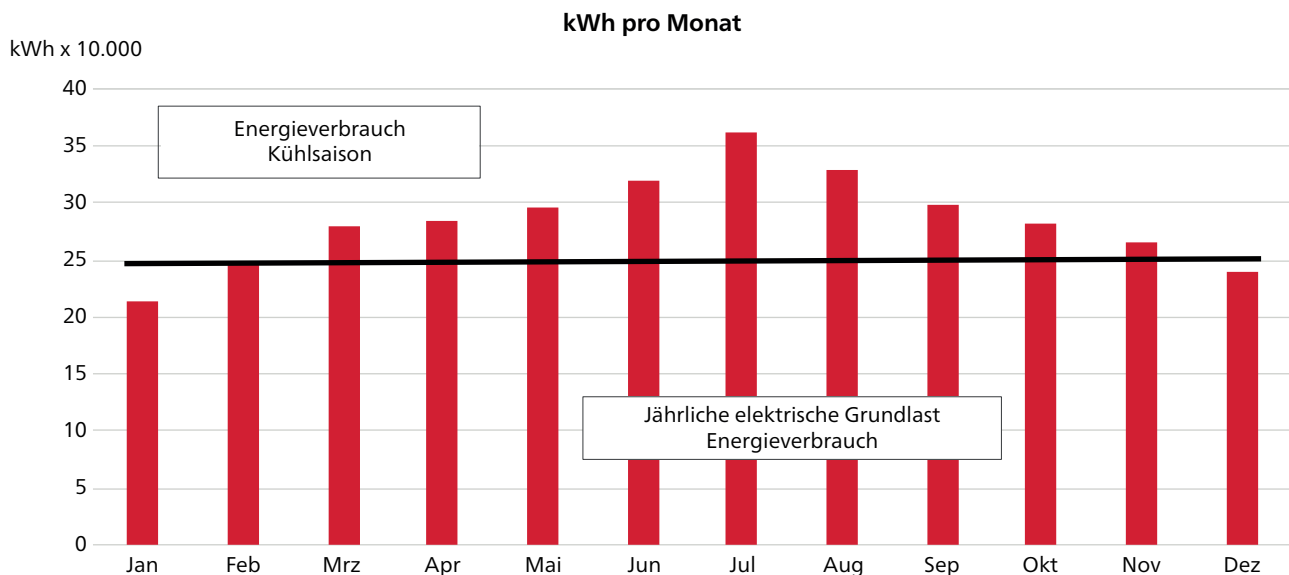
**Einer der größten Energieverbraucher in einem Gebäude ist oft das Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem (Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC).**

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Mit dem richtigen BAS-Steuerungssystem hat der Energiemanager nun die Möglichkeit, Daten zu sammeln, Sollwerte zu ändern, den Betrieb zu überwachen und die Wartung zu erleichtern, bevor es zu einem kritischen Ausfall kommt. Die heutige Technologie ermöglicht es, diese Funktionen sowohl aus der Ferne als auch lokal auszuführen.

Einer der größten Energieverbraucher in einem Gebäude ist oft das Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem (Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC). HVAC-Systeme sind an Standorten in warmen Gegenden ein Energie-Großverbraucher (SEU), der für die Einhaltung von Raumtemperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Drucksollwerten sorgt. Der Energieverbrauch für Heizung und Klimatisierung kann an manchen Orten bescheidene 20 % der Gesamtenergie verbrauchen, in extremen Klimaregionen sogar bis zu 70 %. Aufgrund dieses hohen Energieverbrauchs ist es wichtig, dass der Energiemanager die Grundlagen der Komponenten des HVAC-Systems versteht.

Jedes Gebäude verfügt über mindestens eine Kältemaschine, einen Kessel, einen Kühlturm, eine Umwälzpumpe, ein Heiz-/Kühlpaket oder ein Lüftungsgerät. Diese Systeme sind unerlässlich, um einen angemessenen Komfort für die Personen in einem Gebäude und die richtigen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen für den Produktionsbetrieb zu gewährleisten. In vielen Fällen kann das monatliche Energieverbrauchsprofil eines Standorts Aufschluss darüber geben, wie viel Energie von den Heiz- und Kühlsystemen verbraucht wird. Die Überwachung von Energieverbrauchstrends kann auch anzeigen, wenn Systeme nicht effizient arbeiten.



## Kältemaschinen

**Größenbereich:** bis zu 6.000 Tonnen

**Effizienzbereich:** bis zu 0,3 kW/Tonne

**Erwartete Lebensdauer:** 15 bis 23 Jahre

### Was wichtig ist

- Führen Sie ein gutes Betriebstagebuch und Wartungsaufzeichnungen.
- Planen Sie regelmäßig Betriebsinspektionen.
- Jährliche Inspektionen und Säuberungen.



### Wo der Fokus liegen muss

- Halten Sie die Rohre (wassergekühlte Kältemaschinen) und die Schlangen (luftgekühlte Kältemaschinen) sauber.
- Stellen Sie sicher, dass die Kältemittelfüllung optimiert ist (nicht zu viel, nicht zu wenig).
- Regelmäßige Inspektionen und Kalibrierung der Kältemaschinensteuerung.

Gut gewartete Kältemaschinen können 20 % bis 25 % weniger Energie verbrauchen, um die gleiche Menge an Kälte zu erzeugen.

*Hinweis: Ältere Wasserleitungen sollten auf ihre Wandstärke und Verschmutzung untersucht werden.*

## Kühltürme

### Was wichtig ist

- Führen Sie ein gutes Betriebstagebuch und Wartungsaufzeichnungen.
- Planen Sie regelmäßig Betriebsinspektionen.
- Wasseraufbereitung.

### Wo der Fokus liegen muss

- Halten Sie den Turm sauber, um die Wärmeübertragungsleistung zu maximieren.
- Stellen Sie sicher, dass die Antriebsriemen des Motors richtig eingestellt sind.
- Halten Sie die Ventilatorflügel sauber und ausgewuchtet, damit sie einwandfrei funktionieren.
- Ordnungsgemäßer Betrieb des Turmgebläses und der Wasserstandsregelung.
- Eine gute Wasseraufbereitung, um das biologische Wachstum zu reduzieren und die Konzentration von Schwebstoffen in akzeptablen Grenzen zu halten.
- Stellen Sie sicher, dass die Sprühdüsen nicht verstopft sind.
- Verwenden Sie frequenzvariable Antriebe (Variable Frequency Drives, VFDs) für alle großen Pumpen, Ventilatoren und Türme.
- Durch Submetering gemessenes Nachspeisewasser kann vom Wasserverbrauch in der Kanalisation abgezogen werden.







## Eingehauste Ausrüstung

**Größenbereich:** bis zu 150 Tonnen

**Effizienzbereich:** bis zu 25 SEER/18 EER

**Erwartete Lebensdauer:** 15 bis 20 Jahre

### Was wichtig ist

- Regelmäßige Inspektionen bei jeder saisonalen Inbetriebnahme (Kühlung und Heizung).

### Wo der Fokus liegen muss

- Halten Sie die Kondensator- und Verdampferschlangen für eine maximale Wärmeübertragung sauber.
- Achten Sie auf eine korrekte Füllung der Kühlung.
- Tauschen Sie die Filter aus, um den erforderlichen Luftstrom zu gewährleisten.
- Achten Sie darauf, dass die Antriebsriemen gewartet und korrekt ausgerichtet sind.
- Reinigen, schmieren und justieren Sie die Dämpfer für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Beseitigen Sie Luftlecks im Kanalsystem, um zu verhindern, dass Luft in nicht klimatisierte Bereiche entweicht.

## Kanallose Systeme

**Größenbereich:** bis zu 5 Tonnen

**Effizienzbereich:** > 23 SEER

**Erwartete Lebensdauer:** 10 bis 15 Jahre

### Was wichtig ist

- Planen Sie regelmäßig Betriebsinspektionen.
- Halten Sie die Heiz- und Kühlschlangen für eine maximale Wärmeübertragung sauber.
- Reinigen Sie die Wärmetauscher im Innen- und Außenbereich.
- Prüfen Sie den Raum um die Verflüssigungssätze auf ordnungsgemäßen Luftstrom.
- Prüfen Sie gelegentlich, ob die Kondensatabflüsse nicht verstopft sind.
- Reinigen Sie die Verdampferfilter im Innenbereich regelmäßig.



## Verteilungssysteme

**Größenbereich:** bis zu 180 Tonnen

**Effizienzbereich:** bis zu 18 SEER

**Erwartete Lebensdauer:** 10 bis 15 Jahre

### Was wichtig ist

- Planen Sie regelmäßig Betriebsinspektionen.

### Wo der Fokus liegen muss

- Halten Sie die Kondensator- und Verdampferschlangen für eine maximale Wärmeübertragung sauber.
- Achten Sie auf eine korrekte Füllung der Kühlung.
- Tauschen Sie die Filter mindestens viermal jährlich aus, um den erforderlichen Luftstrom zu gewährleisten.
- Achten Sie darauf, dass die Antriebsriemen gewartet und korrekt ausgerichtet sind.
- Reinigen, schmieren und justieren Sie die Dämpfer für einen ordnungsgemäßen Betrieb.
- Beseitigen Sie Luftlecks im Kanalsystem, um zu verhindern, dass Luft in nicht klimatisierte Bereiche entweicht.

## Lufttechnische Ausrüstung

**Größenbereich:** bis > 300.000 CFM

**Erwartete Lebensdauer:** 10 bis 15 Jahre

### Was wichtig ist

- Planen Sie regelmäßig Inspektionen und Wartungsarbeiten.

### Wo der Fokus liegen muss

- Halten Sie die Heiz- und Kühlschlangen für eine maximale Wärmeübertragung sauber.
- Prüfen Sie die Schlangen auf Undichtigkeiten.
- Tauschen Sie die Filter häufig aus, um den statischen Druck zu reduzieren und den erforderlichen Luftstrom zu gewährleisten.
- Achten Sie darauf, dass die Antriebsriemen gewartet und korrekt ausgerichtet sind.
- Reinigen Sie das Ansaugplenum von Schmutz und Ablagerungen.
- Inspizieren Sie den Ventilator; schmieren und reinigen Sie ihn bei Bedarf.
- Überprüfen Sie den ordnungsgemäßen Betrieb der Klappen und Ventile.
- Prüfen Sie, ob die zugehörigen Kanäle dicht und isoliert sind.

## Erwägungen zur HVAC-Energieeffizienz

- Dokumentieren Sie die Systemkomponenten (Größe, Standort, Installationsdatum, Kapazität, versorgte Bereiche, Zeit- und Temperaturanforderungen für den Betrieb).
- Führen Sie eine separate Liste von Kühlgeräten, die zur Prozesskühlung eingesetzt werden.
- Erstellen Sie einen Austauschplan für HVAC-Ausrüstung auf der Grundlage von Nutzungsdauer und Wartungskosten.
- In Systemen mit variablem Kühlmittelfluss (Variable Refrigerant Flow, VRF) können mehrere Innengeräte an ein einziges Außenverflüssigungsgerät angeschlossen und unabhängig voneinander durch Variation des Kältemittelflusses geregelt werden. Dies ermöglicht eine effiziente zonenspezifische Temperaturregelung durch Kühlen und Heizen mit Hilfe eines Wärmerückgewinnungssystems.
- Antriebe mit variabler Geschwindigkeit oder Frequenzumrichter (Variable Frequency Drives, VFDs) modulieren die Motordrehzahl, wenn die Bedingungen es zulassen. Pumpen- und Lüftermotoren über 5 PS sind oft gute Kandidaten für VFDs.
- Beim Free Cooling verwenden Sie, wann immer die Außentemperaturen es zulassen, Kühlturmwasser, um das Free Cooling für die Prozesskühlung und den Klimatisierungsbedarf bereitzustellen. Diese Strategie funktioniert am besten in kühlen Klimazonen, wo die Anlagen lange Betriebszeiten haben. Eine geringere Laufzeit der mechanischen Kühlsysteme (Kältemaschinen) spart Energie und Wartungskosten.
- Verwenden Sie sowohl im Sommer als auch im Winter Jalousien und Rollläden, um die direkte Sonneneinstrahlung durch die Fenster zu steuern und so einen Wärmegewinn zu verhindern oder zu fördern.
- Steuern Sie die Kühlturmventilatoren mit drehzahlvariablen Reglern oder drehzahlvariablen Motoren.
- Ersetzen Sie Systeme mit konstantem Volumen durch Systeme mit variablem Luftvolumen (Variable Air Volume, VAV).
- Erstellen Sie einen Belegungszeitplan und schalten Sie alle Geräte während der unbesetzten Stunden ab.
- Stellen Sie sicher, dass die Personen im Gebäude keine steckerfertigen elektrischen Heiz- oder Kühlgeräte verwenden.
- Installieren Sie Rückschlagklappen an Ventilatoren, die ins Freie abstrahlen, um das Eindringen von Luft zu verhindern, wenn die Ventilatoren ausgeschaltet sind.
- Das Festlegen und Kommunizieren von Temperatursollwerten ist eine Best Practice. Im Allgemeinen sind Temperatursollwerte in den folgenden Komfortzonen für die meisten Arbeitsumgebungen zufriedenstellend.

	BESETZT	UNBESETZT
Kühlung	25 °C (75–77 °F)	29 °C (84–86 °F)
Heizung	20 °C (68–70 °F)	15 °C (60–62 °F)

Aufgrund der verschiedenen Möglichkeiten, die Raumbedingungen aufrechtzuerhalten, sollte der Energiemanager sich mit HVAC-Ingenieuren und -Technikern über die neuesten Leistungen und Funktionen der Geräte beraten. In jedem Fall sollten die HVAC-Ausrüstungen mit dem BAS kommunizieren, um eine optimale Steuerung und Betriebsdatenerfassung zu gewährleisten.

### HVAC-Management – Mindestmaßnahmen

- Dokumentieren Sie die Kapazitäten, den Energieverbrauch und die Kosten der Geräte.
- Bewerten Sie die Geräte im Hinblick auf die richtige Dimensionierung in den versorgten Bereichen.
- Implementieren Sie ein Automatisierungssystem, um die Betriebszeit zu minimieren (siehe BMP Nr. 3 BAS).
- Führen Sie ein aktives Protokoll über die durchgeführten Wartungsarbeiten.
- Dokumentieren Sie einen Plan für die Wiederinbetriebnahme, Nachrüstung oder Aufrüstung von HVAC-Systemen.

# Heizkessel



Die Maximierung der Heizkesselleffizienz ist ein wesentlicher Bestandteil eines jeden Energiemanagementprogramms.



DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Heizkessel und direkt befeuerte Brennöfen werden bei Raytheon Technologies sowohl für die Raum- als auch für die Prozessbeheizung eingesetzt. Sie sind eng mit demselben Verteilungssystem für die Luftaufbereitung verbunden und nutzen oft dasselbe. Der Gesamtwirkungsgrad eines Heizkessels ist ein einfaches Verhältnis zwischen der abgegebenen Energie – Wärme, Dampf oder Heißwasser – und der zugeführten Energie (Primärbrennstoff). Für die Gesamteffizienz gibt es jedoch ein paar verschiedene Komponenten, die ordnungsgemäß gewartet und kontrolliert werden müssen, um mit höchster Effizienz zu arbeiten.

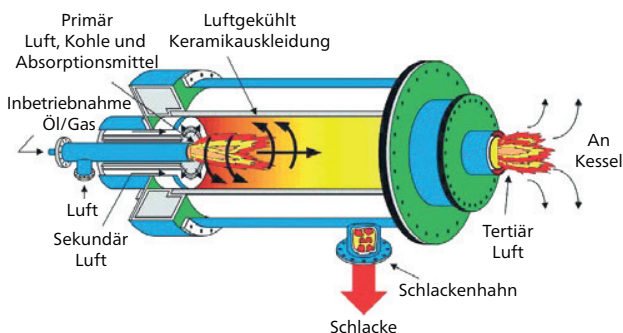
Es ist üblich, dass ein Heizkessel, ein Brennofen oder ein Ofen jedes Jahr ein Vielfaches seiner ursprünglichen Investitionskosten an Energie verbraucht. So kann ein Heizkessel, dessen Installation 100.000 Euro gekostet hat, leicht 700.000 Euro pro Jahr an Brennstoff verbrauchen. Deshalb ist es wichtig, den Betrieb der Heizkessel zu überwachen, um eine optimale Effizienz zu gewährleisten. Wenn Sie die Effizienz eines Heizkessels bewerten, sollten Sie sich vergewissern, ob sich die veröffentlichten Zahlen auf die Verbrennungseffizienz, die thermische Effizienz oder die Gesamteffizienz des Heizkessels für den gewählten Brennstoff (Erdgas oder Heizöl) beziehen.

### Verbrennungseffizienz

Die Verbrennungseffizienz ist ein Indikator dafür, wie der Brenner den Brennstoff verbrennt, ohne dass unverbrannter Brennstoff in den Schornstein aufsteigt oder zu viel Luft bei der Verbrennung verbraucht wird. Die Anforderungen an die Verbrennung variieren je nach Brennstoffart und Belastung des Heizkessels. Die Verbrennungseffizienz sollte überwacht werden, um die Effizienz beizubehalten.

### Thermische Effizienz

Der thermische Wirkungsgrad ist das Maß für die Effektivität des Wärmetauschers in einem Heizkessel. Dabei werden die Wärmeverluste im Heizkessel oder in anderen Komponenten nicht berücksichtigt, und er ist kein guter Hinweis auf den Brennstoffverbrauch des Heizkessels.



Die Brennersteuerung trägt zur Aufrechterhaltung der Heizkessel-effizienz bei. Dieses Diagramm zeigt die Bereiche (grün hervorgehoben) in einer typischen Dampferzeugungsanlage, in denen Einsparungsmöglichkeiten bestehen.

### Gesamteffizienz des Heizkessels

Die Heizkessel-effizienz sollte die Verbrennungseffizienz, die thermische Effizienz und alle anderen Konvektions- und Strahlungsverluste im System berücksichtigen. In der Regel wird dieser Wert anhand des Verhältnisses von Energieausbeute zu Energiezufuhr berechnet, wodurch sich ein Gesamteffizienzverhältnis von Brennstoff zu Dampf ergibt. Dieses Verhältnis kann von dem BAS leicht beibehalten und überwacht werden.

Die Schornsteintemperatur kann ein guter Indikator für die Gesamteffizienz des Heizkessels sein. Eine niedrigere Schornsteintemperatur ist ein Hinweis auf eine gute Wärmeübertragung im Heizkessel und eine höhere Brennstoff-Dampf-Effizienz. Das Gleiche gilt für direkt befeuerte Brennöfen und Öfen, die keinen Dampf oder Heißwasser erzeugen. Die Vorgehensweise ist dieselbe: Die Effizienz der Verbrennung sollte auf dem höchsten Stand gehalten werden und die Schornsteintemperatur sollte als Indikator für die Gesamteffizienz des Systems überwacht werden.

Idealerweise sollte eine Anlage die effizientesten Heizkessel verwenden, die es gibt. Während die meisten Heizkessel für eine bestimmte Art von Brennstoff ausgelegt sind, können Heizkessel auch für den Betrieb mit zwei Brennstoffen konfiguriert werden. Dies ist eine wichtige Überlegung, da die Kraftstoffkosten variieren. Es müssen auch Anstrengungen unternommen werden, um Heizkessel und Komponenten so effizient wie möglich zu warten und zu betreiben. Es gibt eine breite Palette hochentwickelter lokaler Steuerungssysteme, um die Effizienz des Heizkesselbetriebs zu verbessern und die Wärmeenergie nur dann einzusetzen, wenn sie benötigt wird, und mit der erforderlichen Leistung.

## Heizkessel-/Dampfmanagement-Programm

Die folgenden Aktivitäten sollten Teil jeder Strategie zur Reduzierung der Energiekosten und des Energieverbrauchs von Heizkesseln/ Dampfanlagen sein.

### Einholung der Zertifizierung für den Heizkessel bei den örtlichen Behörden

Heizkessel müssen gemäß den örtlichen staatlichen Richtlinien und Vorschriften als ordnungsgemäß funktionierend zertifiziert sein. Die Zertifizierung wird auch von den Versicherungsgesellschaften verlangt. In der Regel hat eine Behörde eine Abteilung, die für die Bearbeitung von Zertifizierungsanträgen, die Durchführung von Inspektionen und die Ausstellung von Zertifizierungen zuständig ist.

### Messung und Dokumentation der Systemeffizienz und regelmäßige Durchführung der empfohlenen Wartungsarbeiten

Diese Aktivität sollte Teil der Standardarbeitsanweisungen jeder Einrichtung sein.



Die parallele Positionierung von Heizkesselsteuerungen kann 5 % bis 7 % des Brennstoffverbrauchs einsparen.

## Bestimmung des aktuellen und zukünftigen Heizbedarfs, der von den Heizkesseln Ihrer Einrichtung beeinflusst wird

Der Heizbedarf ist eine Kombination aus Raumheizung und industriellen Prozessanforderungen. Es ist unwahrscheinlich, dass sich der Platzbedarf in Ihrer Einrichtung im Laufe der Jahre stark verändern wird. Da sich die Technologie jedoch weiterentwickelt und die Prozesse sich ändern, wird sich auch der Wärmeenergiebedarf für diese Prozesse ändern. Gut durchdachte Schätzungen können helfen, die Anzahl, die Art und die Kapazität der künftig benötigten Heizkessel zu bestimmen.

### Einsatz modernster Steuerungen

Steuerungssysteme tragen dazu bei, dass Heizkessel effizient und zuverlässig arbeiten und nur die Menge an Dampf oder Heißwasser erzeugen, die für einen bestimmten Zeitraum und einen bestimmten Prozess benötigt wird. Für den täglichen Betrieb des Heizkessels sollten dezentrale Steuerungen eingesetzt werden. Die Trendprotokolle des Energieverbrauchs und der Heizkessel-effizienz sollten an das BAS übermittelt und von diesem überwacht werden.

## Normen für die Effizienz von Heizkesseln

AUSRÜSTUNG	GRÖSSE DER EINGANGSLEISTUNG	ENERGIEEFFIZIENZ
Gasbefeuert	Gasbefeuert 300.000 Btu/h oder mehr	80 % Mindestverbrennungseffizienz
Ölbefeuert	Ölbefeuert 300.000 Btu/h oder mehr	83 % Mindestverbrennungseffizienz

Mit einer Warmwasser-Rückstellsteuerung lassen sich 14 % der Heizkosten sparen.

## Gemeinsame Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz von Heizkesseln

Die folgenden Praktiken können dazu beitragen, die Heizkesselleffizienz zu maximieren, Wärme-/Energieverluste zu minimieren und den Energieverbrauch sowie die mit Heizkesseln verbundenen Kosten zu senken.

### Bestandsaufnahme der Heizkesselsysteme

Dokumentieren Sie alle Ausrüstungsgegenstände und ihre Betriebsanforderungen.

### Nutzung schwankender Energiekosten

Die Energiemärkte sind volatil, und die Preise ändern sich ständig. Seien Sie sich darüber im Klaren, welche Energiequellen zu einem bestimmten Zeitpunkt am kosteneffektivsten sind, und seien Sie darauf vorbereitet, potenzielle Kosteneinsparungen zu nutzen, indem Sie in der Lage sind, sie zu ersetzen.

### Abschaltung von Heizkesseln, wenn sie nicht benötigt werden

Es ist ein kostspieliges Unterfangen, Dampf, Wärme und Heißwasser zu erzeugen, wenn sie nicht benötigt werden.

### Optimierung der Kesseleinstufung zur Maximierung der Effizienz und Vermeidung von Teillast-Ineffizienzen

Betreiben Sie Heizkessel mit Kapazitäten, die der erforderlichen Last entsprechen.

### Austausch größerer Heizkessel durch mehrere Heizkessel

Verwenden Sie mehrere Heizkessel, um eine gemeinsame Last zu versorgen, und schalten Sie sie in die richtige Reihenfolge, um die Lastanforderungen zu erfüllen.

### Saisonale Anpassung der Warmwassertemperatur-Sollwerte

In Teilen des Landes, in denen das Wetter und die Temperaturen von Jahreszeit zu Jahreszeit stark schwanken, gibt es Einsparmöglichkeiten, die sich aus der Anpassung der Temperatursollwerte an die Außentemperaturen ergeben.



### Inspektion und Überprüfung aller automatischen Steuersysteme und Ventile, um den ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen

Bei korrektem Betrieb verbessern Steuerungssysteme die Effizienz des Heizkesselbetriebs erheblich. Daher müssen Sie unbedingt sicherstellen, dass diese Steuerungselemente, wie Temperaturregler und Ventile, ordnungsgemäß funktionieren.

### Implementierung eines Kondensatableiterprogramms

Kondensatableiter müssen für einen effizienten Betrieb gewartet werden. Kondensatableiter sind wichtig für den ordnungsgemäßen Betrieb eines Dampfsystems. Kondensatableiter leiten angesammeltes Kondensat, Luft und andere nicht brennbare Gase ab, ohne dass wertvoller Dampf entweicht.

## **Mikroturbinen nutzen überschüssigen Dampf zur Stromerzeugung**

### **Steuerung der Flussrate von Saugzug- und Druckzugventilatoren durch den Einbau von drehzahlvariablen Antrieben**

Ventilatoren sorgen für den Fluss von Verbrennungsluft und Abgasen durch das System. Der Einsatz variabler Ventilatoren hilft dabei, die Durchflussmenge an die wechselnden Lastanforderungen anzupassen.

### **Maximierung der Rückführung des gesamten Kondensats zum Heizkessel**

Eine wirksame Methode zur Verbesserung der Energieeffizienz von Dampfkesselanlagen ist die Erhöhung der Kondensatrückführung in den Heizkessel.

### **Regelmäßige Überprüfung der Entlüftungsöffnungen der Kondensatstation auf übermäßige Abgase**

Übermäßiges Kondensat kann die Wärmeübertragung verringern. Es ist wichtig, dass die Ableiter und Entlüfter so konstruiert sind, dass sie sich öffnen, um das Kondensat abzuleiten, und schließen, um den Dampf zurückzuhalten.

### **Möglicher Einsatz der Wärmerückgewinnung zur Vorwärmung des Heizkessel-Nachspeisewassers**

Um die Effizienz zu maximieren und Energie zu sparen, nutzen Sie die vom Heizkessel zurückgewonnene Wärme zum Vorwärmen des Nachspeisewassers.





### **Messung, Dokumentation und Aufzeichnung der Heizkesselleffizienz und -leistung auf regelmäßiger Basis und Nutzung dieser Informationen zur Verbesserung der Systemeffizienz**

Nur durch häufige, regelmäßige Messungen und die Dokumentation der Ergebnisse können Sie die Leistung des Heizkessels im Laufe der Zeit genau beurteilen und mögliche Ineffizienzen erkennen. Eine hilfreiche Überwachungstaktik ist die Installation von Dampfmessern, um den Heizbedarf zu ermitteln.

### **Überprüfung, Test und Kalibrierung der Geräte zur Messung von Druck, Temperatur und Durchfluss im Rahmen der regelmäßigen Inspektions- und Wartungsarbeiten**

Stellen Sie sicher, dass Sie alle Daten dieser Geräte und Instrumente protokollieren und regelmäßig überprüfen, um Ineffizienztrends zu erkennen.

### **Überwachung und Minimierung des Abblasens von Heizkesseln durch richtiges Wassermanagement. Installation einer automatischen zentralen Abblasanlage**

Feststoffe können sich in einem Heizkessel sammeln und Schlamm bilden, der die Wärmeübertragung behindert. Solche Feststoffe

können auch Rohre, Kondensatableiter und Prozessausrüstung beschädigen. Diese Verunreinigungen müssen abgeblasen werden, indem etwas Wasser aus dem Heizkessel in einen Abfluss geleitet wird. Dies muss auf genau kontrollierte Weise geschehen, damit kein Wasser und keine Wärme verschwendet werden. Daher ist eine gut funktionierende automatische Abblasanlage erforderlich.

### **Inspektion des gesamten Systems auf Lecks, defekte Ventile, defekte Flansche, korrodierte Rohrleitungen und verschlissene Komponenten wie Pumpendichtungen oder Einhausungen**

Lecks, Korrosion und andere Defekte in einem Heizkessel/Heizsystem führen zur Verschwendung von Wärme und Energie. Ein Programm regelmäßiger Inspektionen ist notwendig, um diese Mängel zu erkennen und zu beheben, um weitere Verluste und Ineffizienzen zu vermeiden.

### **Isolierung aller blanken Dampfleitungen, Kondensatleitungen und Ventile**

Überprüfen Sie die Systemisolierung regelmäßig und nehmen Sie bei Bedarf Reparaturen vor. Eine gute Isolierung verhindert den Verlust von Wärme, Dampf und Energie.

#### **Heizkessel – Mindestmaßnahmen**

- Führen Sie die Zertifizierungsunterlagen für Heizkessel.
- Isolieren Sie alle freiliegenden Verteiler- und Ventile.
- Minimieren Sie das Abblasen des Heizkessels und gewinnen Sie die Wärme aus dem Betrieb zurück, wenn möglich.
- Dokumentieren Sie die Betriebsparameter – (Anforderungen siehe oben).
- Legen Sie ein Wartungsprogramm fest.
- Überwachen Sie die Effizienz.

# Beleuchtung



**Das Ziel eines jeden Beleuchtungssystems ist es, die richtige Lichtmenge am richtigen Ort und zur richtigen Zeit zu liefern.**

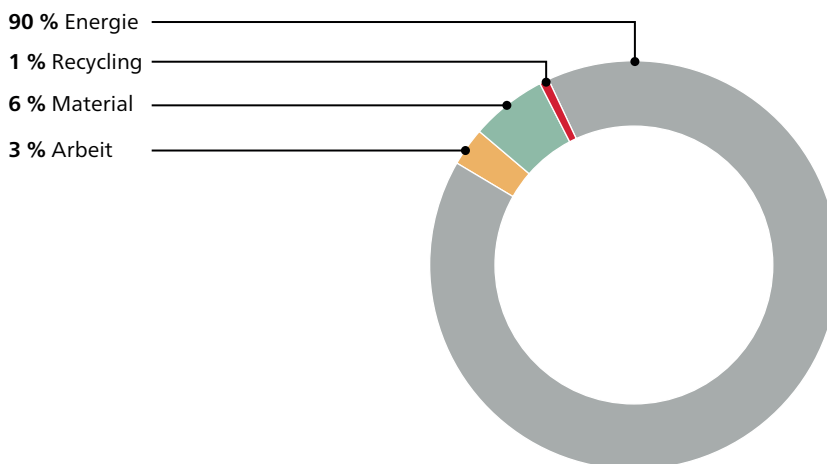
DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Wie die HVAC bildet auch die Beleuchtung in jedem Gebäude einen Energie-Großverbraucher (SEU). Die Beleuchtung beansprucht 10 bis 30 % des Energieverbrauchs. Daher ist die Reduzierung des Energieverbrauchs für die Beleuchtung entscheidend für ein erfolgreiches Energiemanagementprogramm.

Wenn die Beleuchtung in das BAS integriert ist, kann der Stromverbrauch für die Beleuchtung stark reduziert werden. Das BAS ermöglicht die Steuerung von Beleuchtungssystemen auf mehrere Arten. Erstens kann es als eine Art Zeitschaltuhr verwendet werden, um die Beleuchtung des Bereichs zu aktivieren oder zu deaktivieren. Zweitens kann das BAS die Beleuchtungssensoren nutzen, um die Arbeitszeiten der Mitarbeiter zu überwachen. Drittens kann das BAS die Beleuchtungsleistung auf der Grundlage der Eingaben von Tageslichtsensoren steuern (z. B. würden an bedeckten Tagen die LED-Leuchten ihre Lichtleistung erhöhen, während an sonnigen Tagen die LED-Leuchten ihre Lichtleistung reduzieren würden).

In typischen Bürogebäuden und Fabriken ist es nicht ungewöhnlich, dass Beleuchtungskörper 20 bis 30 Jahre halten. Daher ist es wichtig, die Gesamtbetriebskosten des Beleuchtungssystems zu verstehen. Wie das Diagramm zeigt, ist die Energie der bei weitem größte Kostenfaktor eines Beleuchtungssystems und macht bis zu 90 % der Gesamtkosten aus. Die Wahl eines effizienten, steuerbaren Leuchtmitteltyps und -designs wird demzufolge den Energieverbrauch und die Betriebskosten des Beleuchtungssystems drastisch senken.

Betriebskosten für die Beleuchtung



Quelle: <http://www.energystar.gov/ia/business/Lighting.pdf>

## Beleuchtungsniveaus

Raytheon Technologies hält sich an die von der Illuminating Engineering Society veröffentlichten Empfehlungen zum Beleuchtungsniveau.

Empfohlene Beleuchtungsniveaus.

BEREICH	FOOT-CANDLE	LUX
Offenes Büro	20-50	200-500
Konferenzräume	50-70	500-700
Korridor	10-20	100-200
Cafeteria	20-50	200-500
Lagerhaus/ Lagerräume	5-10	50-100
Herstellung	30-50	300-500
Parkplätze	2	20

Quelle: Illuminating Engineering Society of North America Lighting Handbook

## Bewertung der Effizienz des derzeitigen Beleuchtungssystems

Um die Effizienz eines Beleuchtungssystems zu bewerten, beginnen Sie mit einer Bestandsaufnahme des aktuellen Systems, indem Sie jeden Leuchtentyp, die Wattleistung pro Leuchte und die Betriebsstunden katalogisieren.

Die Bestandsaufnahme der Beleuchtungsanlage sollte ein vollständiges Verständnis des aktuellen Beleuchtungssystems vermitteln, einschließlich:

- Anzahl der Leuchten
- gesamte angeschlossene elektrische Last (kW)
- Betriebsstunden
- Leistungsdichte der Beleuchtung für jeden Bereich (Watt pro Quadratmeter)
- jährlicher Energieverbrauch (kWh pro Jahr)
- THG-Emissionen (Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr)
- jährliche Kosten für den Betrieb (\$ pro Jahr)

Der Einsparungsrechner für Energy Star-qualifizierte Glühlampen wurde entwickelt, um den Energieverbrauch und die Betriebskosten bestehender Beleuchtungssysteme zu dokumentieren und die Einsparungen zu modellieren, die mit gängigen Nachrüstungsmöglichkeiten verbunden sind.



Bewerten Sie die aktuelle Beleuchtung mit einer Bestandsliste des Beleuchtungssystems.

**Savings Calculator for ENERGY STAR Qualified Light Bulbs**

This calculator was developed by U.S. EPA and DOE to estimate the energy consumption and operating costs of light bulbs and the savings with ENERGY STAR. New ENERGY STAR qualified compact fluorescent lighting is compared to the average available new conventional light bulbs. Actual savings may vary based on use and other factors. See [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov) for information on other ENERGY STAR products. See [www.energystar.gov/rebate-finder](http://www.energystar.gov/rebate-finder) to find utility incentives for these products by entering your zip code. Enter these incentives in the "utility incentive" fields below.

**Where will your lighting be used?**

Commercial or residential use: Residential  
 Location: U.S. average (U.S. average residential electric rate is \$0.128/kWh. If you know your own rate, enter it below.)  
 Electric Rate (\$/kWh): \$0.128

**What light bulbs are you planning to purchase? Enter quantities below, then either fill in product information or use the defaults.**

General Purpose CFL/LED (Omnidirectional)	Quantity	Comparable incandescent or halogen bulb	ENERGY STAR bulb	Average daily use (hours)	Additional cost per unit for ENERGY STAR bulb	Rated lifetime of ENERGY STAR bulb (hours)	Labor cost per bulb replacement	Incentive or discount amount per bulb
Bulb 1	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 2	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 3	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 4	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00
Bulb 5	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2		\$0.00

LED - flood/spot reflector	Quantity	Comparable incandescent or halogen bulb	ENERGY STAR bulb	Average daily use (hours)	Additional cost per unit for ENERGY STAR bulb	Rated lifetime of ENERGY STAR bulb (hours)	Labor cost per bulb replacement	Incentive or discount amount per bulb
Bulb 1	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2	\$0.00	\$0.00
Bulb 2	0	Please select a bulb	Please select a bulb	3.0		Please select a v2	\$0.00	\$0.00

[Click here to go to the RESULTS tab and see your savings.](#)

See the ENERGY STAR website for more information:  
[ENERGY STAR Lighting Page](#)      [About the Energy Independence and Security Act of 2007 \(EISA\)](#)  
[Bulb Purchasing Guide](#)      [Frequently Asked Questions about lighting](#)  
[List of Incentive programs for consumers](#)

To see detail on the formulas and values used in this calculator or to modify assumptions, click on the grey tabs at bottom of the page.

Beleuchtungseinsparungsrechner: Beispielbildschirmansicht eines Einsparungsrechners für Energy-Star-qualifizierte Glühlampen

### Verbesserung der Systemeffizienz

Moderne Beleuchtungssysteme mit integrierter lokaler Steuerung und BAS-Überwachung verbrauchen erheblich weniger Energie als frühere Beleuchtungstechnologien. Gängige Lampentypen sind in Familien eingeteilt, basierend auf der Technologie, die zur Lichterzeugung verwendet wird. Jede Technologie bietet Kompromisse

zwischen Effizienz, Lebensdauer der Lampe und Lichtqualität. Die Beleuchtungssysteme sollten auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Tätigkeit (z. B. Büro, Werkstatt, Testlabor, Inspektion, Lager oder Parkplatz) abgestimmt sein. In fast allen Fällen sind LEDs die bevorzugte Beleuchtungstechnologie.

Vergleichen Sie verschiedene Beleuchtungstechnologien.

TECHNOLOGIE	CRI	LICHTAUSBEUTE (LUMEN/WATT)	LEBENSDAUER (STUNDEN)	FARBTEMPERATUR
CFL	80-90	60-70	6.000 bis 10.000	2.700-6.500
Glühlampe	100	50	750 bis 1.500	2.400-2.900
Lineare Leuchtstofflampe	70-90	80-100+	20.000 bis 46.000	2.700-6.500
Halogen	100	16-29	2.000 bis 4.000	2.850-3.200
Weißer LED	65-90	50-300+	Bis zu 100.00	2.700-6.500

Viele Standorte von Raytheon Technologies haben bereits auf LED-Leuchten umgestellt. LEDs haben sich als kosteneffektive und energiesparende Lösung für die meisten Systeme erwiesen, abhängig von den spezifischen Anforderungen, den Energiekosten und den Betriebsstunden. In der Regel bieten LEDs mehr Licht pro Leuchte und halten länger als herkömmliche Leuchtstoffröhren.

Wenn Sie ein bestehendes Leuchtstoffsystem auf LED umrüsten und einfach alle Leuchtstoffröhren durch LED-Leuchten ersetzen, kann dies zu einem Beleuchtungssystem mit zu viel Licht und möglichen Blendungsproblemen führen.

Sie sollten mit Beleuchtungsexperten zusammenarbeiten und photometrische Pläne einholen, um sicherzustellen, dass das neue Design die richtige Beleuchtungsstärke für den jeweiligen Raum und die jeweilige Aufgabe bietet. Richtig konzipierte LED-Systeme können bis zu 25 % weniger Leuchten verwenden als bestehende Beleuchtungssysteme, was zu Einsparungen bei der Anschaffung von Leuchten und bei den Energiekosten führt.

Erfolgreiche Projekte beginnen mit der Installation von Leuchteinrichtungen, um die richtige Auswahl, den richtigen Abstand und die richtige Höhe der Leuchteinrichtung sicherzustellen. Die meisten Beleuchtungshersteller oder -anbieter arbeiten mit ihren Kunden zusammen, um Leuchteinheiten zu testen und die Designspezifikationen zu bestätigen.



Beleuchtungssteuerung

### Evaluierung von Optionen zur Beleuchtungssteuerung

Eine weitere energiesparende Funktion moderner Beleuchtungssysteme ist ihre Steuerungsmöglichkeit. Die heutigen Leuchten verfügen über eine Vielzahl von kostengünstigen Steuerungsmöglichkeiten, wie z. B. Bewegungsmelder, Tageslichtsteuerung, Tageszeitsteuerung und automatisches Dimmen. Das Umrüsten der Lampen bietet die beste Gelegenheit, um Steuerungsmöglichkeiten hinzuzufügen.

Erwartete Energieeinsparungen durch die Integration der Beleuchtungssteuerung

EINSPARUNGEN DURCH INKREMENTELL DIMMBARE STEUERUNG				
STEUERUNGSMÖGLICHKEITEN	LEUCHTENTYP	ARBEITSTAG (STUNDEN)	WÖCHENTLICHER KWH-VERBRAUCH	REDUCTION
Keine	LED	12	168	—
An der Leuchte montierte Sensoren für Bewegungserkennung und Tageslichtnutzung	LED	12	111	34 %
<i>Tatsächliche Studie: 70 Leuchten, 39 W pro Leuchte, Büroumgebung</i>				

## Wichtigste Begriffe

- **Beleuchtungsleistungsdichte (Lighting Power Density, LPD)** – Maximale Beleuchtungsleistung pro Flächeneinheit einer Gebäudeklassifizierung oder Raumfunktion (Watt pro Quadratmeter).
- **Farbwiedergabeindex (Color Rendering Index, CRI)** – Eine Skala von 0 bis 100, die die Wirkung einer Lichtquelle auf die Farbdarstellung angibt.
- **Korrelierte Farbtemperatur (Correlated Color Temperature, CCT)** – Bestimmt den Farbton des Lichts (Rot ist wärmer, Blau ist kälter).
- **Reduzierung der Ausfallzeit** – Einige Lampen benötigen eine Wiedereinschalt- und Aufwärmzeit, um ihre volle Helligkeit zu erreichen, was zu einigen Produktionsausfällen führt (LEDs benötigen keine Aufwärmzeit).

TECHNOLOGIE	CRI	LEBENSDAUER (STUNDEN)	FARBTEMPERATUR
Kompakte Leuchtstofflampe (Compact Fluorescent Light, CFL)	80-90	6.000 bis 10.000	2.700-6.500
Glühlampe	100	750 bis 1.500	2.400-2.900
Lineare Leuchtstofflampe	70-90	20.000 bis 46.000	2.700-6.500
Halogen	100	2.000 bis 4.000	2.850-3.200
Weißer LED	65-90	Bis zu 100.000	2.700-6.500

### Beleuchtung – Mindestmaßnahmen

- Führen Sie ein aktuelles Bestandsverzeichnis der Beleuchtungssysteme (Systemkapazität, Betriebskosten, Energieverbrauch und Steuerungsverfahren).
- Prüfen Sie die Beleuchtungsstärke der Räume auf Übereinstimmung mit den Empfehlungen von Raytheon Technologies.
- Bewertung der Beleuchtungssteuerung und Implementierung von Änderungen, wo dies sinnvoll ist.
- Erstellen Sie einen Plan für die Erneuerung oder Aufrüstung der Beleuchtung – Leuchten und Steuerungsmöglichkeiten.
- Ermöglichen Sie die Steuerung des Beleuchtungssystems über das BAS.

# Gebäudehülle

Ein oft übersehener Aspekt  
der Energieeinsparung ist die  
Gebäudehülle.

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.



Bislang haben wir die üblichen Energie verbrauchenden Systeme in der Einrichtung besprochen. Wir haben über die Implementierung von Kontrollmechanismen und die Verbesserung der Geräte zur Reduzierung des Energieverbrauchs gesprochen. Ein oft übersehener Aspekt der Energieeinsparung ist die Gebäudehülle. Das Eigentum am Gebäude spielt oft eine Rolle bei der Entscheidung über die Modernisierung der Anlage. Raytheon Technologies mietet viele seiner Gebäude. Die Neuverhandlung von Mietverträgen, Neubauten und Nachrüstungen sind die idealen Zeitpunkte für die Beantragung und Umsetzung von Modernisierungen an der Gebäudehülle. Hier einige Punkte, die Sie bei der Verbesserung der Gebäudehülle berücksichtigen sollten.

Ein Großteil der Wärmeverluste und -gewinne eines Gebäudes erfolgt über das Dach. Die Integrität des Daches sollte jedes Mal geprüft werden, wenn das Dach durchdrungen wird. Die Installation eines hellen, reflektierenden Daches reduziert die Sonneneinstrahlung im Sommer. Eine zusätzliche Isolierung der Unterseite des Daches und die Dämmung der Dach Hohlräume verringern den Wärmeverlust im Winter.

Außentüren und Türen, die klimatisierte Räume von nicht klimatisierten Räumen trennen, bieten Energiesparmöglichkeiten in Form von Abdichtungen. Automatische Doppeltüren sind nützlich, um die Innenraumtemperaturen in Bereichen mit Außentüren beizubehalten. Sekundäre Türvorhänge aus Kunststoff innerhalb von Liefertüren sind nützlich, um Temperaturschwankungen in Innenräumen zu reduzieren.

Wie bei den Türen gibt es auch bei den Fenstern die Möglichkeit einer besseren Abdichtung. In Ergänzung dieser Dichtungen können die Fenster getönt werden, um die Sonneneinstrahlung in warmen Klimazonen zu reduzieren. Gleichzeitig bieten Fensterzusatzeinrichtungen wie Jalousien und Rollläden die Möglichkeit, den Tempuraustausch durch Fenster im Sommer und Winter zu reduzieren.

Der beste Weg, die Temperatur in klimatisierten Räumen aufrechtzuerhalten, ist der Einsatz von Isolierung. In dicht versiegelten Gebäuden muss jedoch eine angemessene Belüftung gewährleistet sein. Durch die Installation von CO<sub>2</sub>-Sensoren kann das BAS die Überwachung und Einstellung einer angemessenen Belüftung übernehmen. Wenn der klimatisierte Raum eine Feuchtigkeitskontrolle erfordert, dann müssen auch Dampfsperren in Betracht gezogen werden. Erkundigen Sie sich bei einem örtlichen Ingenieurbüro, welche Optionen für Dampfsperren es gibt. Eine ordnungsgemäße Isolierung von Wänden, Decken und Dächern kann die Kosten für den Betrieb von HVAC-Anlagen erheblich senken. Schnellroll- oder Schnellverschluss-türen sind nützlich, um den Verlust klimatisierter Luft ins Freie oder in nicht klimatisierte Räume zu reduzieren.

### **Gebäudehülle – Mindestmaßnahmen**

- Verwenden Sie thermische Scans, um die Integrität der Gebäudeisolierung in Wänden und Dächern zu prüfen.
- Prüfen Sie die Isolierung auf Kondenswasser und eingedrungenes Wasser und ersetzen Sie sie bei Bedarf. Die Isolierung ist unwirksam, sobald sie nass wird.
- Untersuchen Sie die Außentüren und -fenster auf mögliche Verbesserungen der Dichtungseinrichtungen.
- Prüfen Sie den Bedarf an Fenstertönungen oder -zusatzeinrichtungen, um Klimaveränderungen zu berücksichtigen.
- Verwenden Sie CO<sub>2</sub>-Sensoren, um die korrekte Raumbelüftung zu überprüfen.

# Druckluft



Der Betrieb eines 100 PS starken Luftkompressors kostet bis zu 60.000 Euro pro Jahr. Bis zu 50 % davon sind verschwendetes Geld (laut US-Energieministerium).

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Druckluftsysteme sind für den Betrieb der meisten Industrieanlagen unverzichtbar. Sie versorgen Werkzeuge, Geräte und eine Vielzahl von Prozessen mit Energie – und zwar in einem solchen Ausmaß, dass Druckluft nach Strom, Gas und Wasser als viertwichtigster Energieträger der Industrie gilt.

Druckluftsysteme verbrauchen auch viel Strom – in einer typischen Produktionsstätte von Raytheon Technologies macht die Druckluft 12 % bis 15 % des gesamten Stromverbrauchs aus, und ihr Anteil kann bis zu 20 % betragen. Energie ist bei weitem die größte Kostenkomponente eines Druckluftsystems und macht 82 % der Gesamtbetriebskosten aus. Glücklicherweise gibt es zahlreiche Möglichkeiten, hier Verschwendung zu reduzieren und die Effizienz der Druckluftsysteme zu erhöhen.

### Einbindung des Druckluftmanagementsystems in das BAS

Ein richtig konzipiertes Druckluftsystem, das einen oder mehrere Kompressoren umfasst, sollte über einen Mechanismus zur Steuerung der Sequenzierung verfügen. Dieser Mechanismus zur Steuerung der Sequenzierung sollte die Fähigkeit haben, zentralisierte Überwachung, Warnungen und Steuerung durch das BAS zu ermöglichen.

### Dokumentation der Kapazität des Druckluftsystems

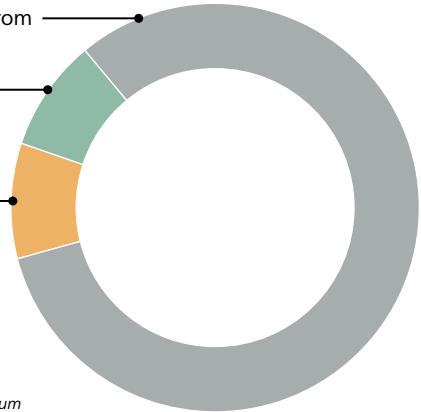
Das folgende Diagramm veranschaulicht die Komponenten eines typischen Druckluftsystems und zeigt, wo oft Verbesserungsmöglichkeiten zu finden sind. Die Behebung von Lecks im System, die Vermeidung von unsachgemäßem Einsatz von Druckluft, die Beseitigung übermäßiger Druckeinstellungen, die Verwendung modernster Steuerungen und die Wartung der Systeme zur Erzielung maximaler Effizienz können zusammengenommen 20 % bis 50 % des gesamten Energieverbrauchs des Systems einsparen.

Gesamtbetriebskosten

82 % Elektrischer Strom

9 % Ausrüstung und Installation

9 % Wartung



Quelle: US-Energieministerium



In einer typischen Produktionsstätte von Raytheon Technologies macht Druckluft 12 % bis 15 % des gesamten Stromverbrauchs aus. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die Verschwendung zu reduzieren und die Effizienz dieser Systeme zu erhöhen.

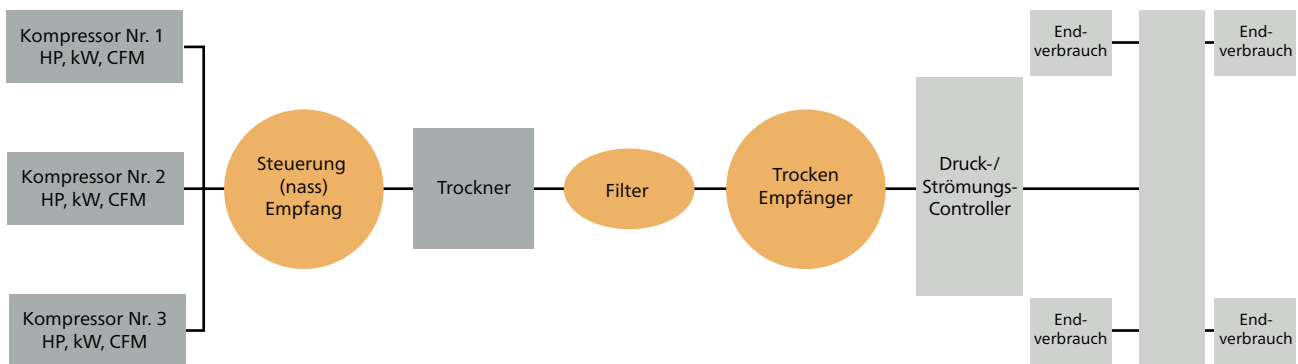
Es ist wichtig, die Komponenten Ihres Druckluftsystems genau zu kennen. Dadurch wird sichergestellt, dass das System mit höchster Effizienz arbeiten kann. Auf der Versorgungsseite (Kompressoren, Aufbereitung und Lagerung) müssen Sie ermitteln, welche Art von Geräten Sie haben, sowie die Erzeugungskapazität dieser Geräte in Pferdestärken (PS) oder Kilowatt (kW) und den Luftstrom in Kubikfuß pro Minute (CFM) oder Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Luftstrom.

Auf der Nachfrageseite ermitteln Sie, welche Verteilungsleitungen, Speichersysteme und Endverbrauchergeräte es gibt, wie viel Druckluft Sie benötigen, das Qualitätsniveau, die Last- und die Druckanforderungen.

Ein Blockdiagramm des Systems ist für Analysezwecke hilfreich. Wenn Sie die Ausgangssituation kennen und Ihren Energieverbrauch und Ihre Kosten berechnen, können Sie das aktuelle Leistungs- und Kostenniveau ermitteln und mit dem zukünftigen Niveau vergleichen. Verwenden Sie das BAS, um Trends in den Betriebsdaten der Druckluft auf Anomalien und Fehlerwarzeichen zu überprüfen.

### Erstellung eines Blockdiagramms für Ihr Druckluftsystem

Wenn Sie Ihr System regelmäßig erweitern, ist es möglich, dass Sie jedes Mal, wenn Sie eine Komponente oder ein Teilsystem hinzufügen, zusätzliche Ineffizienzen in das System einbauen.



## Messung des Basisverbrauchs von Druckluft Berechnung des aktuellen Energieverbrauchs und der Kosten

Messen und verfolgen Sie wichtige Leistungsindikatoren wie Energieverbrauch, Druck, Durchfluss und Temperatur, um die Systemleistung in Zukunft zu bewerten.

**Druckluftkosten-  
rechner Faustregel:  
1,25 \$/Tag/PS**

### Betriebskosten für Druckluft

Die Betriebskosten eines Druckluftsystems sind viel höher als die Kosten für die Ausrüstung. Es können bis zu 8 PS Strom verbraucht werden, um 1 PS Luftleistung zu erzeugen. Die jährlichen Energiekosten für den Betrieb eines Druckluftsystems werden von mehreren Variablen beeinflusst, darunter die Leistung (in Pferdestärken, PS) des Kompressors, die Motoreffizienz, die Strompreise (\$/kWh) und die Betriebsstunden. Zur Berechnung der Betriebskosten siehe die Formel unten.

$$\text{Betriebskosten (\$)} = \frac{(\text{PS}) \times (0,746) \times (\text{Strompreis}) \times (\text{Stunden})}{\text{Motoreffizienz}}$$

Eine weitere Variable ist der Prozentsatz der Zeit, in der das System auf einer bestimmten Betriebsstufe läuft, und der Prozentsatz der Zeit, in der es unter Volllast läuft.<sup>1</sup> Dementsprechend kann die folgende Formel verwendet werden:

$$\text{Betriebskosten (\$)} = \frac{(\text{PS}) \times (0,746) \times (\text{Strompreis}) \times (\text{Stunden}) \times (\% \text{ der Zeit}) \times (\% \text{ unter Volllast})}{\text{Motoreffizienz}}$$

Hier ist ein Beispiel: Nehmen wir an, Sie haben einen 200-PS-Kompressor, der 215 bhp benötigt. Das System ist 6.800 Stunden im Jahr in Betrieb. Dabei läuft es 85 % der Zeit unter Volllast mit einer Motoreffizienz von 95 % und die restliche Zeit bei 25 % der Volllast mit einer Motoreffizienz von 90 %. Für dieses Beispiel nehmen wir an, dass der Strompreis 0,08 \$/kWh beträgt. So errechnen Sie die Kosten:

#### Betriebskosten unter Volllast (85 % der Zeit)

$$\frac{(215 \text{ bhp}) \times (0,746 \text{ kWh/bhp}) \times (0,08 \text{ \$/kWh}) \times (6.800 \text{ Std.}) \times (0,85) \times (1,0)}{0,95} = 78.067 \text{ \$}$$

**Plus**

#### Betriebskosten unter Teillast (15 % der Zeit)

$$\frac{(215 \text{ bhp}) \times (0,746 \text{ kWh/bhp}) \times (0,08 \text{ \$/kWh}) \times (6.800 \text{ Std.}) \times (0,15) \times (0,25)}{0,90} = 3.635 \text{ \$}$$

**Jährliche Energiekosten: 78.067 \$ + 3.635 \$ = 81.702 \$**

<sup>1</sup> US-Energieministerium: „Determine the Cost of Compressed Air for your Plant.“

## Durchführung einer Endverbrauchsstudie und Implementierung eines klar definierten Leck-Managementprogramms

### Endverbrauchsstudie

Nachdem die Bewertung der Druckluftversorgung abgeschlossen ist und die Erzeugungskapazität dokumentiert wurde, ist der nächste Schritt die Untersuchung der Nachfrageseite oder der Verwendung von Druckluft.

Verschaffen Sie sich einen Überblick über die Endverbraucher und katalogisieren Sie die Druck- und Durchflussanforderungen, um zu verstehen, wie viel Luft wann und mit welchem Druck benötigt wird.

In der folgenden Tabelle können Sie die verschiedenen Verbrauchszwecke von Druckluft auflisten.

Die Anpassung der Kapazität auf der Angebotsseite an die Nutzung auf der Nachfrageseite wird dazu beitragen, dass das System mit höchster Effizienz arbeitet. Um die Energieeffizienz zu maximieren, müssen die Steuerungen der einzelnen Kompressoren mit den Steuerungen des gesamten Systems synchronisiert werden (Durchflussregler und Druckregler).

BETRIEB	DRUCK (PSIG)	KONTINUIERLICH	DURCHSCHNITT	SPITZE	ZYKLUSZEIT	
		(BEDARF IN CFM)			EIN	AUS
Druckluft-Hebezeuge	80	n. z.	16,6	200	5 Min.	55 Min.
Offene, handgeführte Blaspistolen	90	100	100	100	n. z.	n. z.
Vakuumerzeugung (Venturi-Sauger)	70-90	100	100	100	Produktion	Nichtproduktion
Automatisierte Montage	80	200	200	200	Nichtproduktion	Produktion
Verschiedene Verwendungen	70	n. z.	160	200	n. z.	n. z.
Große pneumatische Spannvorrichtungen (je 10 Min./Std.)	85	n. z.	16,6	200	10 Sek.	10 Sek.
Pneumatische Aktoren	80	50	50	100	Produktion	Produktion
Luftlecks	80	300	300	300	n. z.	n. z.
Gesamt		750	943	1.400		

## Leck-Management

Häufig gehen 20 % bis 50 % der Druckluftproduktion in einer Anlage durch Lecks verloren. Lecks können zu einem Druckabfall im System führen, der die Leistung der Werkzeuge und die Produktionsprozesse beeinträchtigt. Übermäßige Lecks können auch dazu führen, dass Kompressoren länger laufen, nur um mit der Nachfrage Schritt zu halten. Die Leckraten können durch die Überwachung des Kompressorbetriebs während der produktionsfreien Zeit geschätzt werden. Bei einem Kompressor mit Last-/Entlastungssteuerung überwachen und notieren Sie einfach die Zeit in Minuten, die der Kompressor sowohl im Last- als auch im Nichtlast-Zustand arbeitet.

$$\text{Leckrate (Prozent)} = \frac{(T \times 100)}{(T + t)}$$

### Wobei:

T = Zeit unter Vollast

t = Zeit unter Nichtlast

**Lecks in der Druckluft sind eine erhebliche Energieverschwendung. Ein Kompressor, der 24 Stunden/Tag mit 100 psi arbeitet und ein einziges 1/8-Zoll-Luftleck aufweist, kostet Sie bei 0,08 \$/kWh über 3.600 \$/Jahr.**

Die Leckraten für Systeme mit anderen Kontrollstrategien können auch anhand von Durchfluss- und Druckmessungen geschätzt werden.

Ein effektives Programm zum Leck-Management sollte Lecks auf weniger als 10 % der Druckluftproduktion reduzieren.

Jährliche Kosten durch Luftlecks

DRUCK	ÄQUIVALENTE GRÖSSE VON MEHREREN LECKS (ZOLL)			
Vorgelagert psig (Bar)	1/16	1/8	1/4	3/8
70 (4,8)	677 \$	2.707 \$	10.829 \$	24.366 \$
80 (5,5)	757 \$	3.028 \$	12.111 \$	27.249 \$
90 (6,2)	837 \$	3.348 \$	13.392 \$	30.133 \$
100 (7)	917 \$	3.669 \$	14.674 \$	33.017 \$
110 (7,6)	997 \$	3.969 \$	15.956 \$	35.900 \$
120 (8,3)	1.077 \$	4.309 \$	17.237 \$	38.784 \$

**Energiekosten** = 0,08 \$ pro kWh.

**Kompressoreffizienz** = 4 CFM pro bhp

**Motoreffizienz** = 0,925

## Eliminierung unsachgemäßer Verwendung von Druckluft

Druckluft ist für einige Anwendungen und Prozesse geeignet. Da sie jedoch eine der teuersten Energiequellen in einer Industrieanlage ist, ist sie nicht für alle Anwendungen eine kosteneffiziente Energiequelle. Zu den ungeeigneten Prozessanwendungen für Druckluft gehören Kühlen, Saugen, Trocknen, Mischen und Zerstäuben. Für Prozesse, die einen Druck von 25 psi oder weniger erfordern, sollten Sie ein Gebläse und keine Druckluft verwenden.

POTENZIELL UNANGEMESSENE VERWENDUNGEN	VORGESCHLAGENE ALTERNATIVEN/ MASSNAHMEN
Reinigung, Trocknung, Prozesskühlung	Niederdruckgebläse, elektrische Ventilatoren, Besen, Düsen
Durchperlung	Niederdruckgebläse und Mischer
Ansaugung, Zerstäubung	Niederdruckgebläse
Dämpfung	Nieder- bis Mitteldruckgebläse
Vakuumgenerator	Dedizierte Vakuumpumpe oder zentrales Vakuumsystem
Kühlung der Mitarbeiter	Elektrische Ventilatoren
Offene, druckluftbetriebene Wirbelkühler ohne Thermostate	Luft-Luft-Wärmetauscher oder Klimagerät, Thermostate für Wirbelkühler hinzufügen
Luftmotorgetriebene Mischer	Elektromotorgetriebene Mischer
Luftbetriebene Membranpumpen	Geeigneter Regler und Drehzahlregelung; elektrische Pumpe
Ausrüstung im Leerlauf*	Anbringen eines Luftabsperrentils am Drucklufteingang
Stillgelegte Ausrüstung**	Trennen der Luftzufuhr zum Gerät

\* Ausrüstung, die während des Produktionszyklus vorübergehend nicht in Gebrauch ist.

\*\* Ausrüstung, die entweder aufgrund einer Prozessänderung oder einer Fehlfunktion nicht mehr verwendet wird.

- Niederdruckanwendungen können oft mit Ventilatoren oder Gebläsen durchgeführt werden.
- Außer in gefährlichen Umgebungen ist der Einsatz von Elektromotoren effizienter als der von Druckluftmotoren.

- Vakuumanforderungen können oft effizienter mit einer Vakuumpumpe als mit einer druckluftbetriebenen Venturi-Düse erfüllt werden.
- Geräuschintensive und schlechte Nutzung der Druckluft – Beseitigung. Offene Blaspistolen können auch einen Verstoß gegen die Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften darstellen.
- Verwenden Sie nach Möglichkeit mechanische Pumpen anstelle von luftbetriebenen Membranpumpen. In explosionsgefährdeten Umgebungen oder beim Pumpen von Schleifschlämmen kann der Einsatz von Doppelmembranpumpen mit entsprechender Druckregelung und Absperrvorrichtung die bessere Wahl sein.



Eine offene 1/4-Zoll-Düse, die für die Kühlung der Mitarbeiter verwendet wird, entspricht ungefähr 15 PS Druckluft.

## Einhaltung des vom Hersteller empfohlenen Wartungsprogramms

Da Luftkompressoren SEUs sind, ist eine ordnungsgemäße Wartung der Schlüssel zur Aufrechterhaltung der Effizienz und zur Vermeidung von Ausfallzeiten. Eine unsachgemäße Wartung erhöht die Energiekosten und kann außerdem zu Druckschwankungen, hohen Betriebstemperaturen, Feuchtigkeitsproblemen und schlechter Luftqualität führen, was sich alles negativ auf die Produktion auswirken kann.

Es ist wichtig, die Systemleistung für alle SEUs zu überwachen und zu verfolgen, insbesondere wenn die Produktion ohne Druckluft nicht funktioniert. Führen Sie ein Protokoll der wichtigsten Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators, KPIs) wie Leistung, Druck, Durchfluss und Temperatur und ergreifen Sie Korrekturmaßnahmen, wenn ein oder mehrere KPIs außerhalb der Akzeptanztoleranz liegen.



## Gemeinsame Projekte zur Energieeffizienz von Druckluft

Die folgende Liste von Projekten wurde in verschiedenen Einrichtungen von Raytheon Technologies umgesetzt und kann dazu beitragen, die Effizienz des Druckluftsystems zu maximieren, Energieverluste zu minimieren und den Energieverbrauch sowie die mit dem Systembetrieb verbundenen Kosten zu senken.

### Identifizierung und Beseitigung von Engstellen

Eine mögliche Engstelle ist eine Verstopfung in den Leitungen. Derartige Verstopfungen verursachen Druckabfälle.

Reduzieren Sie den Betriebsdruck auf den niedrigstmöglichen Wert. „Werkstattluft“ mit 100 psi ist nur selten erforderlich, und ein höherer Druck führt zu einem höheren Energieverbrauch, höheren Kosten und höheren Leckraten.

### Eliminierung unnötiger Schlauchführungen

Die kürzeste und effizienteste Entfernung zwischen zwei Punkten ist eine gerade Linie. Unnötige Schlauchführungen, insbesondere Schläuche, die sich winden und kräuseln, behindern den effizienten Fluss der Druckluft und verursachen Druckabfälle.

### Planung geschlossener Kreisläufe und Eliminierung von toten Enden in Rohrleitungssystemen

In einem Rohrleitungssystem mit einem toten Ende erhalten die Benutzer am Ende der Leitung einen reduzierten Druck. Im Gegensatz dazu ermöglicht ein Rohrleitungskreislauf, dass das System jeden entlang der Leitung mit dem gleichen Druck versorgt. Achten Sie darauf, dass Sie bei der Erweiterung Ihres Systems keine toten Enden schaffen.

### Verwendung von Filtern mit dem niedrigsten verfügbaren Druckabfall, die die erforderliche Luftqualität liefern können

Filter sind überall in einem System notwendig, um sicherzustellen, dass saubere Luft die Endanwendung erreicht. Ineffiziente oder verschmutzte Filter verstopfen das System und verursachen Druckabfälle, während das System gezwungen ist, mehr Energie zu verbrauchen, um diese Druckabfälle zu kompensieren. Die Verwendung des richtigen psi-Filters und

regelmäßige Inspektionen können dazu beitragen, diese Form der Ineffizienz zu verringern.

### Verwendung lokaler Speicher für hochvolumige Produktionsvorgänge

Für Produktionsvorgänge, die eine große Menge an Luft benötigen, sollte ein lokaler Speichertank vorhanden sein, um den Spitzenbedarf an Luft aufzufangen.

### Verwendung eines kühleren Lufteinlasses

Kompressoren arbeiten effizienter, wenn die Quelle der Ansaugluft sauber und kühl ist. Anders ausgedrückt: Das Komprimieren kühlerer Luft braucht weniger Energie als das Komprimieren wärmerer Luft. Ein effektiverer Ansatz ist die Verwendung von Außenluft zum Ansaugen des Kompressors.

### Erwägung des Einsatzes mehrerer kleinerer Kompressoren anstelle eines großen Kompressors

Mehrere Kompressoren ermöglichen es Ihnen, das System zu steuern und die Kompressoren je nach Bedarf zu aktivieren oder abzuschalten, wodurch unnötiger Energieverbrauch reduziert wird.

### Installation von Kopplungsmechanismen und Magnetventilen, die die Luft abstellen, wenn Prozessausrüstung nicht in Betrieb ist

Dadurch wird vermieden, dass Energie verbraucht wird, wenn dies nicht notwendig ist.

#### Druckluftmanagement – Mindestmaßnahmen

- Dokumentieren Sie die Druckluftinfrastruktur vor Ort, einschließlich:
  - aktuelles Ein-Leitungs-Systemdiagramm
  - Beschreibung der Systemkapazität
  - vollständige Studie zum Endverbrauch
- Identifizieren und eliminieren Sie unangemessene Verwendungen – Gummischläuche, übermäßig lange Rohrleitungen, Rühren im Tank, angetriebene Werkzeuge.
- Reduzieren Sie den Druck der Endverbrauchergeräte und des Systems auf ein akzeptables Minimum.
- Prüfungen auf Lecks sind mindestens einmal pro Jahr vorgesehen. Reparaturen werden dokumentiert.
- Führen Sie ein aktives Protokoll über die durchgeführten Wartungsarbeiten.

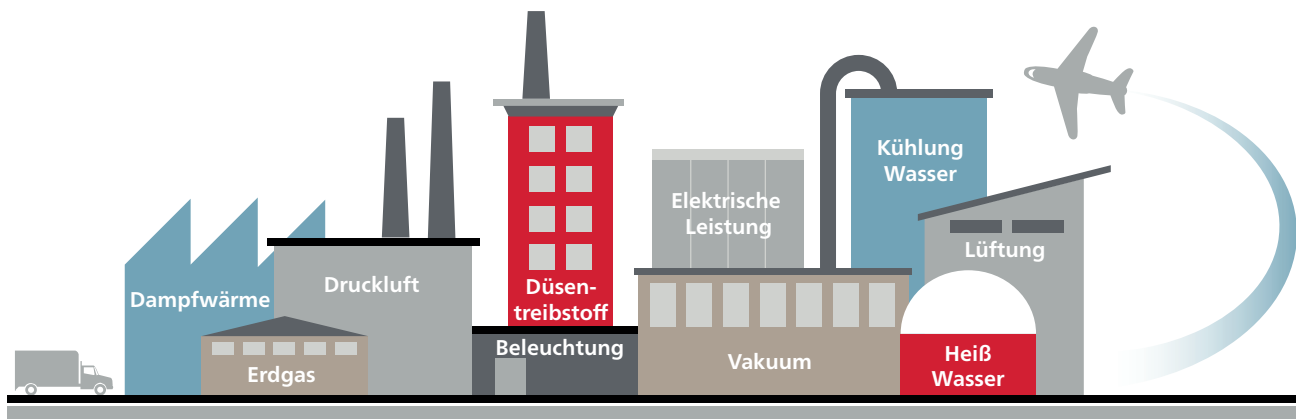
# Prozess- Energiemanagement



Die Produktion bestimmt  
alles – aber die Finanzen  
haben das Sagen.

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Die Produktion bestimmt alles! Die Herstellung von Produkten ist der Grund für die Existenz von Fabriken. Ein wichtiger Aspekt beim Kauf und Betrieb von Produktionsanlagen ist die Energieeffizienz. Wenn Sie dies ignorieren, entstehen unnötige Kosten und THG-Emissionen am Standort. Raytheon Technologies nutzt Verbesserungen der Energieeffizienz als bestes Mittel, um seiner Verpflichtung zur Reduzierung der physischen THG-Emissionen nachzukommen und gleichzeitig Kosten zu senken. Der Kauf neuer Geräte und die Renovierung von Räumen bieten die beste Möglichkeit, den Energieverbrauch zu senken. Der Energiemanager des Standorts sollte den Entscheidungsträgern für die Kapitalzuteilung die Chancen der Energieeffizienz vermitteln. Und er sollte sie daran erinnern, dass das Versäumnis, die energieeffizientesten Produktionsanlagen zu beschaffen, eine verpasste Chance darstellt, für die die Anlage in den nächsten mehr als 20 Jahren bezahlen wird. Außerdem sollten alle neuen Investitionsgüter in das BAS integriert werden, um unnötige Ausgaben für das Energiebudget zu vermeiden. Denken Sie daran, dass die Produktion zwar der König ist, aber die Finanzen das Sagen haben.



### Prozess-Energiemanagement

Fertigungsprozesse können bis zu 60 % der Energie eines Standorts verbrauchen, wobei der Energieverbrauch von Hilfsgeräten wie Luftkompressoren und Kühltürmen noch gar nicht berücksichtigt ist. In den meisten Fällen liegt der Schwerpunkt des Prozess-Energiemanagements nicht auf der Änderung des Herstellungsprozesses, sondern auf der Optimierung des Energieeinsatzes im Prozess. Investitionsgüter, die in der Produktion eingesetzt werden, haben eine Lebensdauer von 40 bis 50 Jahren. Die einzige Möglichkeit, die ein Energietechniker hat, um ineffiziente Prozessanlagen zu managen, ist die Überwachung des Energieverbrauchs mithilfe des BAS und die Verbesserung der Effizienz der Hilfsanlagen, die der Produktion dienen.

Jede primäre und sekundäre Energiequelle im Prozess sollte auf Effizienzverbesserungen überprüft werden, wie z. B.:

- Reduzierung des Drucks der Druckluft
- Steuerung der Belüftung auf verschiedene Flussraten während der Produktionsphasen
- Überprüfung der Genauigkeit aller Temperatursollwerte
- Anpassung des Kühlwasserdurchflusses an die Last (im Leerlauf isolieren)
- Wärmerückgewinnung
- Soweit möglich, Maximierung der Nutzung der Produktionsanlagen, Durchführung von Batch-Prozessen mit voller Auslastung

Das Ziel ist es, die Qualität des Herstellungsprozesses zu erhalten oder zu verbessern und gleichzeitig den Energieverbrauch zu senken.

## **Gemeinsame Projekte zur Energieeffizienz von Herstellungsprozessen**

### **Durchführung eines Energie-Audits**

Fügen Sie eine Schätzung des Energieverbrauchs der Produktionsanlagen hinzu.

### **Batch-Prozesse, wo möglich**

Nutzen Sie Batch-Verfahren für Öfen, Brennöfen und Wärmebehandlungen, um den Energieverbrauch pro produziertem Teil zu senken.

### **Reduzierung des Gewichts der Ofenwerkzeuge**

Wenn für die Wärmebehandlung bestimmte Zykluszeiten und Temperatursollwerte erforderlich sind, kann durch die Verringerung des Werkzeuggewichts der Gesamtenergieverbrauch eines Zyklus gesenkt werden.

### **Überprüfung der Betriebsanforderungen**

Schließen Sie Verfahren zum An- und Abfahren der primären Produktionsanlagen und der Nebenanlagen (Kühltürme, Staubabscheider, Staubsauger usw.) ein.

### **Kopplung von Hilfsausrüstung an die Produktionsausrüstung**

Schalten Sie die Druckluft, die Hydraulikpumpen, das Kühlwasser, die Vakuumpumpen und die Belüftung ab, wenn sich die Produktion im Leerlauf befindet.

### **Durchführung eines Energie-Kaizen**

Führen Sie ein Energie-Kaizen für SEUs durch und konzentrieren Sie sich dabei auf die Optimierung.

### **Vorbeugende Wartung**

Stellen Sie sicher, dass die vorbeugende OEM-Wartung durchgeführt wird.

### **Überwachung von Industriegasen**

Überwachen Sie die Verwendung und den Fluss von Industriegasen, um die Systemintegrität sicherzustellen. Führen Sie regelmäßige Leck-Prüfungen der Rohrleitungen und des Verteilungssystems durch.

## **Entwicklung von Betriebs- und Wartungsverfahren zur Gewährleistung höchster Effizienz**

Die Einrichtungen müssen Betriebs- und Wartungsverfahren entwickeln, um die Erreichung höchster Effizienz zu gewährleisten. Dies kann durch die Einhaltung der dokumentierten OEM-Wartungsanforderungen, die Dokumentation und Veröffentlichung von Betriebsverfahren (An- und Abfahren) für Produktionsanlagen und Hilfsgeräte und die Überwachung des Energieverbrauchs von Produktionsanlagen zur Ermittlung normaler Betriebstrends erreicht werden. Überprüfen Sie die Daten auf Anomalien.

## **Viele Prozessverbesserungen sind am kosteneffektivsten, wenn sie im Rahmen eines Neubaus oder einer Umstrukturierung durchgeführt werden – Management von Veränderungsinitiativen.**

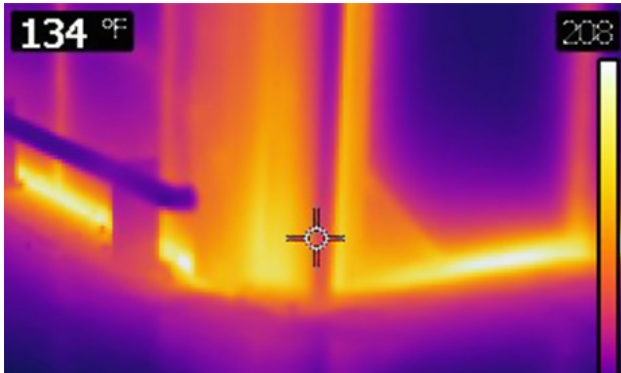
## **Energiemanagement von Öfen und Brennöfen**

In den Fabriken von Raytheon Technologies gibt es eine Vielzahl von Brennöfen und Kastenöfen zum Trocknen, Aushärten, Aufbewahren von Teilen und zur Wärmebehandlung von Produktkomponenten. Viele Brennöfen und Öfen sind über lange Zeiträume in Betrieb und befinden sich in klimatisierten Räumen. Es ist äußerst wichtig, dass die Wärme zum Trocknen oder Aushärten des Teils verwendet wird und nicht zur Erwärmung des Arbeitsbereichs.

### **Steigerung der Energieeffizienz von industriellen Trocknern und Öfen**

- Passen Sie die Abluftraten an – Abluftventilatoren entfernen Dämpfe, Feuchtigkeit und Verbrennungsnebenprodukte. Stellen Sie Ventilatoren mit frequenzvariablen Antrieben auf den erforderlichen Mindestluftstrom ein.

- Wärmerückgewinnung – Verwenden Sie den Wärmetauscher im Abgasstrom, um Wärme für andere Anwendungen zurückzugewinnen (Vorwärmung der Luft, Raumheizung usw.).



- Führen Sie die empfohlenen Wartungsarbeiten durch – Erdgasbrenner und elektrische Heizungssteuerungen sollten kalibriert und gewartet werden, damit die Geräte mit höchster Effizienz arbeiten.
- Energieüberwachung – Installieren Sie bei großen Geräten permanente Submetering-Geräte, um den Energieverbrauch zu verfolgen und Probleme/erhöhten Energieverbrauch schnell zu erkennen.

- Isolierung der Ofenwände – Besonders bei älteren Öfen kann die Isolierung beschädigt sein, so dass Wärme in den Arbeitsbereich gelangt. Mit Hilfe der Wärmebildtechnik können Sie Bereiche identifizieren, die zusätzlich isoliert werden müssen.
- Reparatur der Ofentüren – Je nach Ofentemperatur und Nutzungshäufigkeit sind die Türdichtungen ein häufiges Wartungsproblem und eine weitere Möglichkeit, Wärme an den Arbeitsbereich abzugeben. Wie in der Abbildung oben hilft die Wärmebildtechnik dabei, verschlissene Türdichtungen zu erkennen.
- Türschalter – Verriegeln Sie die Heizgeräte mit einem Türschalter, um die Heizgeräte und eventuell die Umluftventilatoren auszuschalten, wenn die Ofentür geöffnet ist. Dies ist eine weitere Möglichkeit, die Wärme einzudämmen und zu verhindern, dass sie in den Arbeitsbereich strömt.
- Leerlauf-Steuerungseinrichtungen – Viele Öfen und Brennöfen verfügen bereits über Leerlauf-Steuerungseinrichtungen, die noch nie aktiviert wurden. Diese Steuerungseinrichtungen können die Temperatur und die Luftzirkulation während längerer Produktionspausen auf ein voreingestelltes Niveau senken. Überprüfen Sie die vorhandenen Steuerungseinrichtungen oder rüsten Sie die vorhandene Ausrüstung mit einer Leerlaufsteuerung nach.



### Prozess-Energiemanagement – Mindestmaßnahmen

- Dokumentieren Sie die Betriebsanforderungen für die SEUs, einschließlich kWh, Druckluft, Industriegasen, Heizung usw.
- Betreiben Sie SEUs mit den OEM-Mindestanforderungen.
- Führen Sie ein aktives Protokoll über die durchgeführten Wartungsarbeiten.



# Management von Elektromotoren



Motorgetriebene Geräte verbrauchen etwa 60 % der elektrischen Energie in den Industrieprozessen.

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Die richtige Dimensionierung, Steuerung und Wartung eines Elektromotors, der oft als Teil eines größeren Systems betrachtet wird, kann zu Energieeinsparungen von 11 % bis 18 % führen.

Es ist von Vorteil, den Energieverbrauch und die Kosten zu verstehen, die mit industriellen Prozessen und HVAC als System verbunden sind. Abhängig von den Stromkosten und den Betriebsstunden können die Kosten für den Austausch von Anlagen zur Verbesserung der Energieeffizienz jedoch unerschwinglich sein. Ein klar definiertes Programm zum Management von Elektromotoren senkt die Betriebskosten von Geräten, indem es den verschwenderischen Energieverbrauch minimiert.

Elektromotoren sind ein wesentlicher Bestandteil der Fertigungsprozesse von Raytheon Technologies. Das US-Energieministerium schätzt, dass in den USA 60 % der gesamten elektrischen Energie für industrielle Anwendungen von Elektromotoren verbraucht werden. Mit der Verabschiedung des Energy Policy Act im Jahr 1992 wurde die Energieeffizienz einer begrenzten Anzahl von Allzweckmotoren geregelt. Seit dem 1. Juni 2016 müssen neu hergestellte Industrie-Elektromotoren mit einer Leistung von 1 bis 500 PS die von der National Electrical Manufacturers Association (NEMA) festgelegten Premium®-Effizienzstandards erfüllen.

## Programme zum Management von Elektromotoren

Identifizieren und dokumentieren Sie die kritischen Motoren in der Anlage, die HVAC und die Prozess-Elektromotoren (Größe, Wirkungsgrad, Drehzahl, Standort, Betriebsstunden und Datum der Installation).

### Durchführung der vorbeugenden Wartung zur Sicherstellung der Betriebseffizienz

Halten Sie eine Mindestmenge an Motoren mit hoher Effizienz (Premium-Effizienz) auf Lager, indem Sie die Baugrößen und die Motorleistung standardisieren.

### Bewertung der Motordimensionierung

Motoren mit einer Dimensionierung von mehr als 25 % der Last sollten auf ihre richtige Dimensionierung hin überprüft werden. Motoren, die zwischen 1 % und 25 % der Last liegen, sollten identifiziert und entsprechend dimensioniert werden, wenn der Motor ausfällt.

### Kauf von Motoren mit Premium-Effizienz

Als Faustregel für Motoren, die mehr als 2.000 Stunden pro Jahr in Betrieb sind, gilt, dass sie eine Premium-Effizienz aufweisen sollten.

### Motoren nicht neu aufwickeln

Ein typisches Neuaufwickeln eines Motors führt zu einem Verlust von 1 % bis 2 % der Motoreffizienz.

### Hinzufügen von Kopplungsmechanismen

Koppeln Sie, wenn möglich, Zusatzgeräte wie Gebläse, Ventilatoren, Kühlmittel- und

Umwälzpumpen mit dem Hauptschalter des Geräts, um einen verschwenderischen Betrieb zu verhindern.

### Hinzufügen von Zeitschaltuhren und Schaltern zu unkritischen Ventilatoren

Vermeiden Sie unnötige Abluft aus dem klimatisierten Luftraum. Installieren Sie Zeitschaltuhren und Schalter an Abluft- und Personalventilatoren, um die Geräte abzuschalten, wenn der Bereich nicht besetzt ist.

### Hinzufügen von Motordrehzahlsteuerungen

Statten Sie die Ventilatoren und Pumpen des Kühlturms mit drehzahlvariablen Antrieben aus, um die Motordrehzahl an den Kühlbedarf anzupassen.

### Installation von Kondensatoren zur Blindleistungskompensation

Viele Energieversorgungsunternehmen erheben eine Strafgebühr für Anlagen mit einem schlechten Leistungsfaktor (in der Regel unter 90 %). Es sollte eine Finanzanalyse durchgeführt werden, um die Möglichkeit zu prüfen, Kondensatoren an einem bestimmten Motor oder für den gesamten Standort zu installieren.

### Motorantriebe mit variabler Frequenz (VFDs)

Pumpen- und Lüftermotoren mit mehr als 5 PS sind oft gute Kandidaten für einen Motorantrieb mit variabler Frequenz (Variable Frequency Drive, VFD), der die Motordrehzahl moduliert, wenn es die Bedingungen erlauben.

Sobald Sie das energieeffizienteste Gerät für Ihre Anwendung ausgewählt haben und dessen Betrieb von einem BAS aus programmieren/überwachen können, sollten Sie die Betriebs- und Wartungsdokumente des OEM für einen vollständigen Zeitplan der empfohlenen Maßnahmen für Service und vorbeugende Wartung prüfen.

## **Vorbeugende Wartung erhöht die Zuverlässigkeit und Effizienz des Systems und verlängert die Lebensdauer der Ausrüstung.**

### **Grundlagen zu Elektromotoren**

#### **Kondensator**

Ein elektrisches Bauteil zur Speicherung elektrischer Ladung, das aus einem oder mehreren Leiterpaaren besteht, die durch einen Isolator getrennt sind. Wird oft zur Korrektur des Leistungsfaktors verwendet.

#### **Rahmengröße**

Eine von der NEMA angewandte Methode, um einen Standard für gängige Motor-PS-Montagemaße zu schaffen.

#### **Pferdestärken**

Motorleistung, die angibt, wie viel Arbeit ein bestimmter Motor verrichten kann.  
1 PS = 0,745 kW oder die Fähigkeit, 2.000 Pfund einen Fuß weit zu bewegen.

#### **Lastfaktor**

Bezieht sich auf den Prozentsatz der gesamten Motorleistung, die für die Ausführung der Aufgabe erforderlich ist.

#### **Open Drip Proof (ODP)**

Ein Motortyp, bei dem die Luft zur Kühlung durch die Wicklungen zirkulieren kann, der aber verhindert, dass Flüssigkeitstropfen innerhalb eines Winkels von 15 Grad von der Senkrechten in den Motor fallen.

#### **Phase**

Die Angabe der Art der Stromversorgung, für die der Motor ausgelegt ist, typischerweise ein- oder dreiphasig.

#### **Leistungsfaktor**

Das mathematische Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung. Ein Leistungsfaktor von weniger als 0,9 führt in der Regel zu einer Strafgeld durch das Energieversorgungsunternehmen.

#### **Rotor**

Der rotierende Teil eines Motors.

#### **Servicefaktor**

Ein Multiplikator, der angibt, wie hoch die Überlast ist, die ein Motor voraussichtlich bewältigen kann.

#### **Stator**

Der stationäre Teil des Motors.

#### **Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC)**

Ein Motortyp mit vollständig eingeschlossenen Wicklungen, der einen Lüfter benötigt, um die Kupferwicklungen kühl zu halten.

#### **Drehmoment**

Die Torsionskraft, die von der Welle oder dem Rotor ausgeübt wird.

#### **Wicklungen**

Bezieht sich auf das Kupfer, das im Motor verwendet wird, um ein Magnetfeld zu erzeugen.



Elektromotor





Lüftungsventilator

## Allgemeine Gleichungen für Elektromotoren

$$\text{Lastfaktor (\% Motorlast)} = \frac{[(\text{Leerlaufdrehzahl}) - (\text{gemessene Betriebsdrehzahl})]}{[(\text{Leerlaufdrehzahl}) - (\text{Vollastdrehzahl laut Typenschild})]} \times 100$$

$$\text{Effizienz} = (746 \times \text{Leistungsabgabe in Pferdestärken}) / (\text{Leistungsaufnahme in Watt})$$

$$\text{Leistungsfaktor für einen bestimmten 3-phasigen Motor} = \text{pf} = \frac{\text{Leistungsaufnahme in Watt}}{(\text{Volt} \times \text{Ampere} \times 1,73)}$$

$$\text{Leistungsfaktor für ein System} = \frac{\text{Wirkleistung in Watt}}{\text{Scheinleistung in VA}} = \text{Cos}$$

### Motormanagement – Mindestmaßnahmen

- Führen Sie eine Bestandsliste aller Motoren. Identifizieren Sie „produktionskritische“ Motoren.
- Bewerten Sie die Vorteile einer richtigen Dimensionierung überdimensionierter Motoren.
- Prüfen Sie Motoren mit einer Effizienz von weniger als 90 % im Hinblick auf einen Austausch.
- Evaluieren Sie die Installation von VFDs an Motoren:
  - größer als 5 PS (3,7 kW).
  - Dauerbetrieb mit wechselnden Lastanforderungen

# Abschaltprogramm

Ein effektives Abschaltprogramm ist eine großartige Möglichkeit, Mitarbeiter zum Energiesparen zu motivieren und die Energierechnungen zu senken.

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Die einfachste und kostengünstigste Art, Energie zu sparen, ist das Abschalten von Ausrüstung, die nicht benötigt wird. Produktionsmaschinen, Bürogeräte und Geräte der Haustechnik sollten alle abgeschaltet, in einen Absenkmodus oder in den Leerlaufmodus versetzt werden, wenn sie nicht benötigt werden.

Die Standortleiter sollten sich bemühen, die Betriebsanforderungen für die gesamte Primär- und Sekundärausrüstung zu bewerten und die Verantwortung dafür zu übernehmen, dass die Ausrüstung am Ende des Arbeitstages ausgeschaltet wird. Eine Best Practice ist die Identifizierung von Zusatzausrüstung nach SEU und die automatische Steuerung ihrer Aktivität über das BAS.

Stromzähler und Energiemanagementsysteme für Gebäude können den Verbrauch am Tag und in der Nacht überwachen, um die Effektivität von Abschaltmaßnahmen zu verfolgen. Die Stromverbrauchsprofile sollten überprüft und Anstrengungen unternommen werden, um Verschwendung zu vermeiden.

**Sie würden Ihr Auto niemals über Nacht laufen lassen, nur weil Sie morgens wieder zur Arbeit fahren müssen! Das gleiche Prinzip sollte für einen Kastenofen gelten, der das ganze Wochenende seine Temperatur auf über 700 °C hält, ohne dass irgendeine Produktion vorgesehen ist.**

So genannte „Energy Treasure Hunts“ (also etwa Energie-Schatzsuche), die während der lastarmen oder lastfreien Produktionszeiten in der Fabrik durchgeführt werden, sind ein effektiver Weg, um Systeme zu entdecken, die abgeschaltet werden können, wenn sie nicht benötigt werden.

Die Besichtigung einer „schlafenden“ Anlage oder ein Energy Treasure Hunt sind eine einfache Möglichkeit, die Mitarbeiter in das Energiemanagement einzuführen und einzubinden. Erstellen Sie eine Checkliste und suchen Sie nach Möglichkeiten, um folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Abschalten von Säulenventilatoren in der Nacht
- Abschalten der Beleuchtung während der produktionsfreien Zeit
- Installation von Bewegungsmeldern in Produktions- und Lagerbereichen, um die Beleuchtung zu dimmen oder auszuschalten, wenn die Bereiche nicht besetzt sind

- Kopplung der Druckluftzufuhr mit dem Betrieb von Werkzeugmaschinen
- Nachtabenkung für Heiz- und Kühlsysteme
- Absenkung des Temperatursollwerts für Brennöfen und Öfen im Leerlauf
- Abschaltung der Staubabscheider, wenn die Produktionsanlagen ausgeschaltet sind
- Einführung eines Farbcodierungsschemas zur Kennzeichnung von Geräten, für die ein besonderes Abschaltverfahren erforderlich ist:
  - Rot (niemals abschalten)
  - Gelb (vor dem Abschalten den Vorgesetzten fragen)
  - Grün (immer abschalten)
- Abschalten der Abluftventilatoren, um den Verlust von klimatisierter Luft zu verringern

#### **Abschaltprogramm – Mindestmaßnahmen**

- Festlegung eines Verantwortlichen für das Abschaltprogramm
- Führen einer aktiven Liste der Ausrüstung, die abgeschaltet werden kann
- Dokumentation, dass die Mitarbeiter in den Verfahren zur Abschaltung der Geräte geschult sind (wann und wie)
- Dokumentation von Energietouren durch das Werk außerhalb der Arbeitszeit, um die Wirksamkeit des Programms zu überprüfen

# Flottenmanagement



**Die Flotte von Raytheon Technologies wird oft als Möglichkeit zur Energieeinsparung übersehen.**

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Ein wenig beachteter, aber wichtiger Teil der Aktivitäten von Raytheon Technologies ist die Fahrzeugflotte, die für den Betrieb eingesetzt wird. Aufgrund ihrer Mobilität wird die Flotte von Raytheon Technologies oft als Möglichkeit zur Energieeinsparung übersehen. Daher ist es sehr wichtig, das Flottenmanagement in die Entwicklung eines Energiemanagementplans einzubeziehen.

Die Drahtlostechnologie hat die Art und Weise verändert, wie wir unsere Flottenfahrzeuge managen können. Telematik wird in der Spedition, im Transportwesen und bei Autovermietungen eingesetzt. Auch wenn sie in den Einrichtungen von Raytheon Technologies nicht zum Standard gehört, wird die Telematik bereits in allen Fahrzeugen des Unternehmens eingesetzt. Die Kontrolle über diese Daten liegt derzeit bei der Leasinggesellschaft. Aber eines Tages werden diese Informationen in das Management durch das BAS der jeweiligen Einrichtung einbezogen werden können. Bis dahin sollte der Energiemanager den Energieverbrauch der Flotte wie folgt verwalten.

### **Durchführung einer Flotten-Bestandsaufnahme**

Das Bestandsverzeichnis der Kraftfahrzeuge muss auf der Ebene des Standorts oder der Region erstellt werden, um grundlegende Fragen des Energiemanagements zu beantworten: Wie groß ist die Kapazität des Systems, das wir zu verwalten versuchen (Anzahl der Fahrzeuge), und wie viel Energie verbraucht es (Kilometer pro Liter, Liter pro Jahr)? Wie bei anderen Aspekten des Energiemanagements von Raytheon Technologies kann die ordnungsgemäße Verfolgung des Kraftstoffverbrauchs Möglichkeiten zur Verbesserung aufdecken.

Verbesserungen, die durch genaue Flottendaten erzielt werden:

- Optimierung der Flotte, 38 % weniger Kraftstoffkosten
- effiziente Disposition und Routenplanung, 20 % kürzere Fahrtzeiten
- Verhaltensänderung, 44 % Verbesserung der Anzahl der Unfälle mit Verschulden

Diese Verbesserungen wären ohne eine genaue Bestandsaufnahme und eine Analyse der Nutzungsmuster nicht möglich gewesen.

### **Fahrerschulung**

Flottenmanager und EH&S-Manager sollten dafür sorgen, dass Fahrer und Fahrzeuge so sicher und Kraftstoff sparend wie möglich sind, indem sie sicherstellen, dass die Wartungsprotokolle eingehalten werden. Die Standorte sollten ein 5S-Programm für Kraftfahrzeuge einführen, um sicherzustellen, dass die Fahrzeuge kein zusätzliches Gewicht mit sich führen, das nicht benötigt wird, wodurch die Kraftstoffeffizienz verringert wird und möglicherweise Sicherheitsprobleme entstehen.

### **Kraftstoffmanagement**

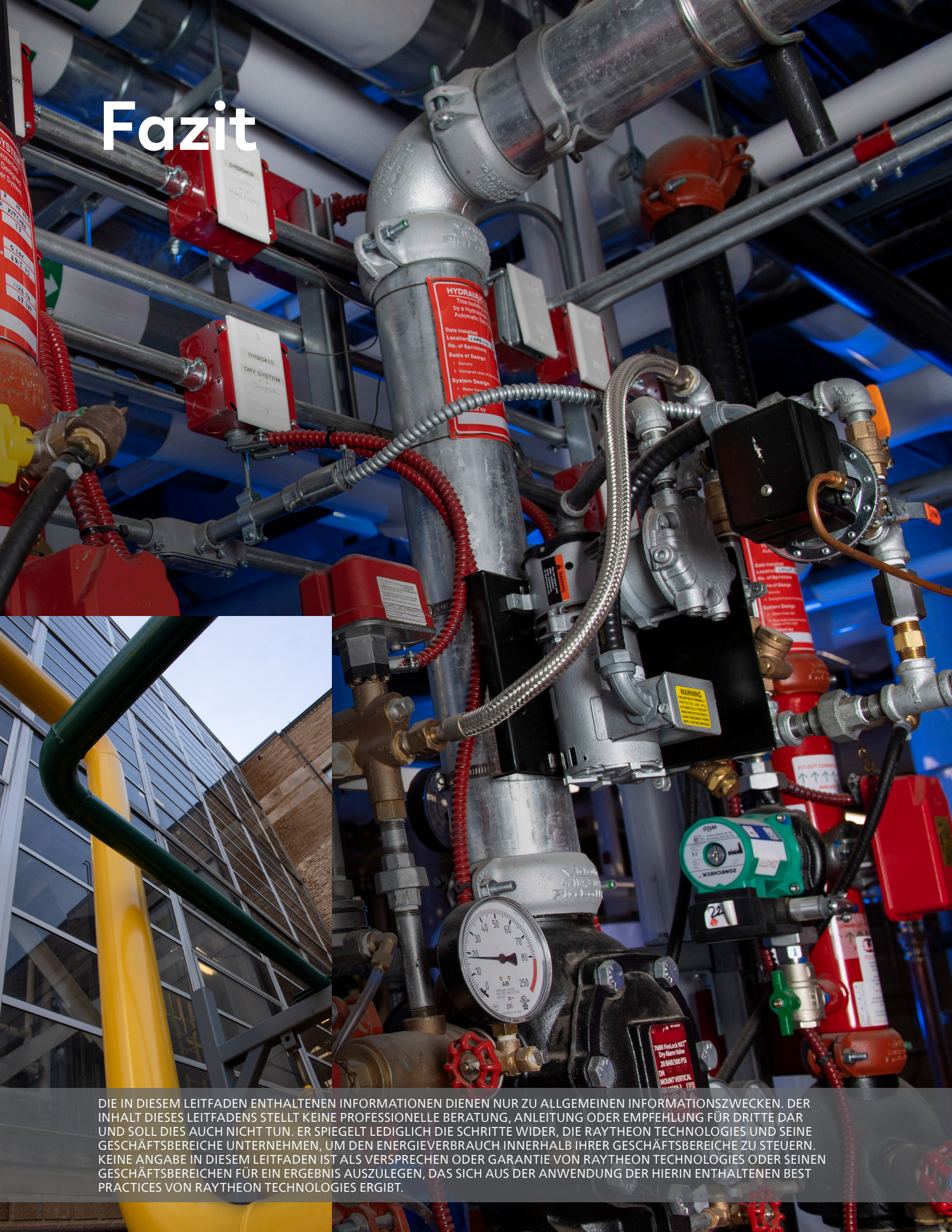
Die einzige Möglichkeit, laufende Verbesserungen der Kraftstoffeffizienz genau verfolgen und berichten zu können, ist die Erfassung des tatsächlichen Kraftstoffverbrauchs aller Firmenfahrzeuge und nicht die Schätzung des Kraftstoffverbrauchs auf der Grundlage der zurückgelegten Strecke.

Arbeiten Sie mit Partnern im Flottenmanagement zusammen, um durch die Nutzung von Telematiklösungen die Produktivität zu steigern, den Kraftstoffverbrauch zu senken und die Sicherheit der Fahrer zu verbessern, indem Sie das Fahrerverhalten beobachten und die vorbeugenden Wartungsmaßnahmen optimieren.

### **Flottenmanagement – Mindestmaßnahmen**

- Führung eines Bestandsverzeichnisses für Kraftfahrzeuge
- Förderung von Fahrerschulungen und effizientem Fahrzeugbetrieb

# Fazit



DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.

Wir hoffen, dass Sie diese Einführung in das Energiesparen und die Reduzierung von Treibhausgasen bei Raytheon Technologies inspiriert hat. Unsere Ziele sind ehrgeizig und herausfordernd. Sie zu erreichen erfordert ein hohes Maß an Kreativität und harter Arbeit unserer Mitarbeiter, erhebliche Kapitalinvestitionen und die Umsetzung einer Reihe technischer Lösungen.



# Anhänge



DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.



## Anhang A

### Faustregeln

Energie von Ventilatoren	100–1500 CFM pro PS
Energie von Ventilatoren	400 CFM pro Tonne Klimatisierung
Dimensionierung von Kältemaschinen	300–400 Quadratfuß pro Tonne
Wasserbedarf von Kältemaschinen	2,4 GPM pro Tonne (Anstieg von 12 °C)
Wasserbedarf von Kondensatoren	3 GPM pro Tonne (Anstieg von 12 °C)
Eingangsleistung für Kältemaschinen	0,5–0,8 kW pro Tonne
Kältemaschinen, Pumpen und Türme	0,7–1,0 kW pro Tonne
Sollwert für die Brauchwassertemperatur	Sollwert 40,5 °C
Dampfabsorber	8,2 kg Dampf pro Tonne
Rückstellsteuerung des Heizkessels für Warmwasser	Spart 14 % der jährlichen Heizkosten

### Allgemeine Energiegleichungen

Sinnvolle Klimatisierung	Btu/Std.	= CFM × 60 Min./Std. × 0,075 lb./Kubikfuß × 0,24 Btu/lb. × ΔT
	Btu/Std.	= 1,08 × CFM × ΔT
Latente Klimatisierung	Btu/Std.	= 60 Min./Std. × 0,075 lb./Kubikfuß × CFM × ΔT
	Btu/Std.	= 4,5 × CFM × ΔH
Wasserheizung/-kühlung	Btu/Std.	= GPM × 60 Min./Std. × 8,33 lb./Gal. × 1 Btu/lb./°F × ΔT
	Btu/Std.	= 500 × CFM × ΔT
Elektrische Leistung	kW	= 0,746 × PS/Motoreffizienz
	kW (3-phasig)	= $\frac{\text{Ampere} \times \text{Volt} \times 1,73 \times \text{Leistungsfaktor} \times \text{Motoreffizienz}}{1.000}$
	Brake HP (3-phasig)	= $\frac{\text{Ampere} \times \text{Volt} \times 1,73 \times \text{Leistungsfaktor} \times \text{Motoreffizienz}}{746}$

### Umrechnung von Erdgaseinheiten

1 CF (Kubikfuß)	= ungefähr 1.000 Btus
1 CCF	= 100 CF = 1 Therm
1 Therm	= 100.000 Btus = 100 CF = 0,1 MCF
1 MCF	= 1.000 CF = 10 Therm = 1 Dekatherm
1 MCF	= 1 Millionen Btus = 1MMBtu
1 MCF	= 1.000.000 CF = 1 Milliarde Btus

## Anhang B

### Umrechnungsfaktoren

Diese Einheiten multipliziert mit ...	... diesem Faktor ergibt die ...	... Umrechnung in diese Einheiten
Pferdestärken (elektrisch)	0,746	Kilowatt
Lumen	0,001496	Watt
Lumen/Quadratfuß	1	Foot-Candle
Lux	0,0929	Foot-Candle
Bar	14,5038	PSI
Barrel (Öl, USA)	42,0	Gallonen (USA)
Pferdestärken	2.545	Btu/Std.
Kilowattstunden	3.414	Btu (Standort)
Boiler Horsepower (bhp)	33.475	Btu/Std.
Grad Celsius	$F = (C \times 1,8) + 32$	Grad Fahrenheit
Grad Fahrenheit	$C = (F - 32) \times 0,555$	Grad Celsius
Gallonen (britisch)	1,2009	Gallonen (USA, Flüssigkeit)
Gallonen (britisch)	4,546	Liter
Gallonen (USA)	3,7854	Liter
Gallonen (USA)	0,83267	Gallonen (Britisch)
Therm	100.000	Btu

## Anhang C – Glossar

**Elektrischer Bedarf** – Momentane elektrische Last nach Standort oder Gerät (kW). Die auf Ihrem Stromzähler registrierte Menge an Bedarf.

**Jährlicher Brennstoffnutzungsgrad (Annual Fuel Utilization Efficiency, AFUE)** – Wird in Prozent angegeben. Der AFUE-Wert sagt Ihnen, wie viel Energie in Wärme umgewandelt wird.

**British thermal unit (Btu)** – Die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Temperatur von einem Pfund Wasser um ein Grad Fahrenheit zu erhöhen; entspricht 252 Kalorien. Das entspricht in etwa der Hitze eines haushaltsüblichen Streichholzes.

**Verbrennungseffizienz** – Diese Kennzahl gibt die Menge an Brennstoffenergie an, die aus den Abgasen gewonnen wird. Es handelt sich um eine stationäre Messung, die keine Verluste im Heizkesselmantel und keine Abblaseverluste enthält. Die in dieser Effizienzberechnung ermittelten Verluste sind die Schornsteinverluste. Schornsteinverluste sind ein Hinweis auf die Energiemenge, die in den Rauchgasen verbleibt, wenn diese den Heizkessel verlassen.

**Energieeffizienzklassen (Energy Efficiency Ratings, EER)** – EERs messen die Effizienz, mit der ein Produkt Energie verbraucht, um zu funktionieren. Ihre Berechnung erfolgt, indem die Btu-Leistung eines Produkts durch seine Wattstunden (Wh) geteilt wird.

**Maßnahme zur Energieeinsparung (Energy Conservation Measure, ECM)**

**Foot-Candle (fc)** – Maßeinheit der Beleuchtungsstärke:

(1 fc = 1 Lumen/SF).

**Treibhausgas (THG)**

**Wärmetauscher** – Ein Gerät zur Übertragung von Wärme von einem Medium auf ein anderes (z. B. Luft zu Luft, Luft zu Wasser).

**Kilowattstunde (kWh)** – Stromverbrauchsrate, die für Stromrechnungen verwendet wird – eintausend Watt pro Stunde.

**Lux** – SI-Einheit der Beleuchtungsstärke. Sie entspricht einem Lumen pro Quadratmeter.

**MMBtu** – Eine Einheit, die einer Millionen British thermal units entspricht.

**Jahreszeitliches Energieeffizienzverhältnis (Seasonal Energy Efficiency Ratio, SEER)** – Die SEER ist ein Maß für die Kühleffizienz einer Klimaanlage oder Wärmepumpe. Je höher der SEER-Wert, desto effizienter ist das System bei der Umwandlung von Strom in Kühlleistung.

## **Anhang D – Wo Sie weitere Informationen finden**

**Online-Rechner zur Energieumwandlung:**

<http://www.onlineconversion.com/energy.htm>

**US-Energieministerium (U.S. Department of Energy, DOE):**

<http://www.doe.gov>

**US-Umweltschutzbehörde (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) zum Klimawandel:**

<http://www.epa.gov/climatechange>

**Green Home Guide des U.S. Green Building Council:**

<http://www.greenhomeguide.org> und

<http://www.greenbuild365.org>

**World Resources Institute (WRI):**

<http://www.wri.org>

**DSire-Datenbank der staatlichen Anreize für erneuerbare Energien und Effizienz (nur USA)**

<http://www.dsireusa.org>

DIE IN DIESEM LEITFADEN ENTHALTENEN INFORMATIONEN DIENEN NUR ZU ALLGEMEINEN INFORMATIONSZWECKEN. DER INHALT DIESES LEITFADENS STELLT KEINE PROFESSIONELLE BERATUNG, ANLEITUNG ODER EMPFEHLUNG FÜR DRITTE DAR UND SOLL DIES AUCH NICHT TUN. ER SPIEGELT LEDIGLICH DIE SCHRITTE WIDER, DIE RAYTHEON TECHNOLOGIES UND SEINE GESCHÄFTSBEREICHE UNTERNEHMEN, UM DEN ENERGIEVERBRAUCH INNERHALB IHRER GESCHÄFTSBEREICHE ZU STEUERN. KEINE ANGABE IN DIESEM LEITFADEN IST ALS VERSPRECHEN ODER GARANTIE VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ODER SEINEN GESCHÄFTSBEREICHEN FÜR EIN ERGEBNIS AUSZULEGEN, DAS SICH AUS DER ANWENDUNG DER HIERIN ENTHALTENEN BEST PRACTICES VON RAYTHEON TECHNOLOGIES ERGIBT.



**Raytheon Technologies**  
1000 Wilson Blvd.  
Arlington, VA 22209, USA  
781-522-3000

Diskutieren Sie mit



[www.rtx.com](http://www.rtx.com)

Raytheon Technologies Corporation  
Alle Rechte vorbehalten. ECX\_4519539 (10/22)