

Energetische Inspektion von Klimaanlagen nach § 12 Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)

Karsten Günther, Dirk Borrmann – Berlin

Vorwort

Der Einsatz von Klimaanlage – gemeint sind raumluftechnische Anlagen (**RLT**) und Kälteanlagen – ist in unserer modernen Welt nicht mehr wegzudenken. Wir rechtfertigen den Einsatz dieser Anlagen mit der Gewährleistung der Behaglichkeitsbedürfnisse und der Einhaltung der Raumlufbedingungen in modernen Fertigungsstätten sowie mit hygienischen Anforderungen, beispielsweise in medizinischen Gebäuden. Sind aber die Anforderungen, die wir an unsere Anlagen stellen, immer gerechtfertigt? Sind die Nutzung, die bereits in der Planungsphase unserer Gebäude festgelegt wird, und die einzuhaltenden Raumlufzustände, die Betriebszeiten usw. auf Ewigkeit festgeschrieben?

Ziel der Energetischen Inspektion

Die Inhalte, die Durchführung und das Ergebnis einer Inspektion unterscheiden sich von Anbieter zu Anbieter. Einige Anbieter inspizieren lediglich die technischen Anlagen und Einrichtungen. Nach der Energieeinsparverordnung ist aber auch die Bewertung der Einflüsse, die für die Auslegung der Anlage verantwortlich sind, zu überprüfen. Das sind beispielsweise die Luftmengen, die Raumlufparameter und auch die Betriebszeiten.

Somit kann die Energetische Inspektion grundsätzlich in zwei Themenkomplexe unterteilt werden, die komponentenbezogene Inspektion und die systembezogene Inspektion.

Bei der **komponentenbezogenen Inspektion** werden die wesentlichen Anlagenteile geprüft, die den Wirkungsgrad der Anlage beeinflussen. Das sind beispielsweise Ventilatoren, Befeuchter- und Kühlsysteme. Hierzu hat das Fachinstitut Gebäude Klima e. V. ein vereinfachtes Rechenverfahren in Anlehnung an die DIN V 18599 entwickelt. Hiermit können Energiekennwerte für raumluftechnische Anlagen (E_{RLT}), für die Kälteerzeugungsanlage (E_{KK}) und für die Kaltwasserverteilung (E_{KV}) berechnet werden. Der Energiekennwert für die raumluftechnische Anlage wird dabei mit einer theoretischen Referenzanlage gemäß Energieeinsparverordnung, die in den wesentlichen Bauteilen mit der untersuchten Anlage übereinstimmt, verglichen.

Energetische Inspektion von Klimaanlage nach § 12 EnEV

Angaben zur RLT-Anlage:			
Nennluftvolumenstrom:	68.072 m ³ /h		
El. Leistung Zuluftventilator	32,4 kW	P _{SFP Zuluft}	1.713 W/m ³ /s
Abluftvolumenstrom	49.160 m ³ /h		
El. Leistung Abluftventilator	22,0 kW	P _{SFP Abluft}	1.611 W/m ³ /s
Wärmerückgewinnung	keine	Luftförderung:	
Rückwärmzahl		ΔP _{stat,Zuluft}	950 Pa
Nebenantrieb WRG	kein	ΔP _{stat,Abluft}	880 Pa
Heizmedium	70	Systemwirkungsgrad Ventilator	
Kühlung	Ja	η _{fas,Zuluft}	55%
Kühlmedium	6/12	η _{fas,Abluft}	53%
Befeuchtung	Befeuchtung mit Tolerranz	Energie: Bedarf Wh/m ³ /h Prim Wh/m ³ /h	
Befeuchtertyp	Wasserbefeuchter mit Regelung	Wärme	15.479 22.986
Befeuchterenergie (Dampf)	kein	Kälte	1.970 1.788
Befeuchterregelung (Wasser)	Umlaufsprühbef. Getaktet	Dampf	0 0
Energiebedarf für Nennluftvolumenstrom:		Ventil+Neb.	3.675 9.923
Wärme:	1.053.694 kWh	Leckluftvolumenstrom c leak	
Kälte:	134.100 kWh	Standard 2,5 * A	1,15
Dampf:	0 kWh		
Strom für Ventilatoren + Neben	250.168 kWh		
Energiekennwert Typ	ERLT-C4		
Energiekennwert E _{RLT}	34,7 kWh/(m ³ /h a)		
Bestand	33,9 kWh/(m ³ /h a)		
EnEV 2007	23,7 kWh/(m ³ /h a)		
EnEV 2009	18,1 kWh/(m ³ /h a)		

Category	Value (kWh/(m ³ /h a))
Bestand	33,9
EnEV 2007	23,7
EnEV 2009	18,1
ERLT-C4 (Current)	34,7

Bild: Bsp. – Berechnung von E_{RLT} mit FGK Status-Report Nr. 5.1 Version 3.0 Beta

Hierbei ist zu beachten, dass sich der ermittelte Energiekennwert der untersuchten Anlage auf standardisierte Nutzungsprofile bezieht. Weicht die untersuchte Anlage in ihrem Nutzungsprofil vom standardisierten Nutzungsprofil deutlich ab, ist der ermittelte Energiekennwert ungenauer als bei Anlagen, die in ihrer Betriebsweise dem Standardnutzungsprofil ähnlich sind.

Bei der **systembezogenen Inspektion** werden über die technischen Anlagenteile hinaus beispielsweise die bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes bewertet und die Nutzeranforderungen kritisch hinterfragt: Hat es eventuell eine Nutzungsänderung gegeben, ist die Luftbefeuchtung in der Zuluft überhaupt noch erforderlich, muss die Raumlufttemperatur wirklich auf 1 K genau ausgeregelt sein oder ist die Kombination unterschiedlicher Luftführungsarten innerhalb eines Versorgungsbereiches vielleicht kontraproduktiv?

Die Durchführung der Energetischen Inspektion von Klimaanlage ist vielschichtig. Es werden die technischen Anlagen inspiziert und Verbesserungsvorschläge zur Erhöhung des Anlagenwirkungsgrades unter Berücksichtigung neuer Möglichkeiten bewertet und dokumentiert. Außerdem werden in Bezug auf die Nutzeranforderungen und auf das Gebäude Verbesserungsvorschläge erarbeitet, damit die Energieeffizienz des Gesamtsystems verbessert werden kann.

Gegenstand der Inspektion

Es wird immer wieder über den Anwendungsbereich der Energieeinsparverordnung in Bezug auf die Energetische Inspektion von Klimaanlage diskutiert. Nach der Energieeinsparverordnung müssen alle Klimaanlage mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als **zwölf Kilowatt** energetisch inspiziert werden. Leider enthält die Verordnung keine Legaldefinition für Klimaanlage. Vielmehr wird auf die europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden verwiesen, in der die Definition wie folgt lautet:

„Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck [...] „Klimaanlage“ eine Kombination sämtlicher Bauteile, die für eine Form der Luftbehandlung erforderlich sind, bei der die Temperatur, eventuell gemeinsam mit der Belüftung, der Feuchtigkeit und der Luftreinheit, geregelt wird oder gesenkt werden kann.“

Nach dieser Definition gehören alle Elemente zu einer Klimaanlage, die zur Erfüllung einer Klimatisierungsaufgabe erforderlich sind.

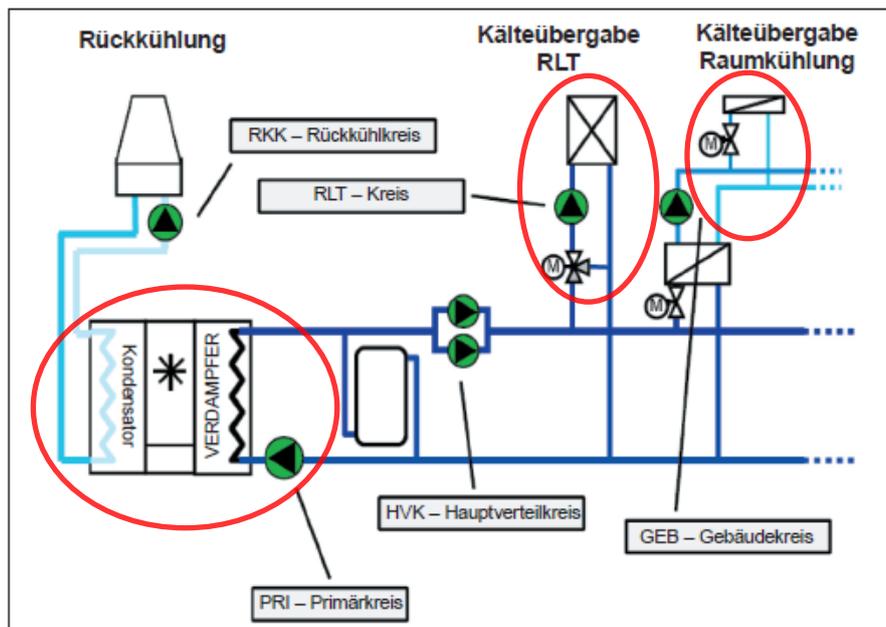


Bild: Komponenten der Kälteanlage, Quelle: FGK Status-Report 6: Fachinstitut Gebäude-Klima e. V. - Dipl.-Ing. Claus Händel

Nach der DIN SPEC 13779:2009-12 sind Anlagen der Kategorien:

- **THM – C3** → Lüften, Heizen, Kühlen
- **THM – C4** → Lüften, Heizen, Kühlen, Befeuchten
- **THM – C5** → Lüften, Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten

als Klimaanlage mit Kühlfunktion definiert und müssen einer Energetischen Inspektion gemäß der Energieeinsparverordnung unterzogen werden. Ausgenommen von der Inspektion sind raumluftechnische Anlagen ohne Kühlfunktion

THM – C0 (Lüften), THM – C1 (Lüften, Heizen) und THM – C2 (Lüften, Heizen, Befeuchten).

Sind mehrere Klimaanlage, die vollkommen unabhängig voneinander sind, in einem Objekt vorhanden, müssen auf der einen Seite nur die Klimaanlage inspiziert werden, die eine Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als **zwölf Kilowatt** aufweisen. Andererseits müssen aber auch Klimaanlage mit einer geringeren Nennleistung inspiziert werden, wenn sie an eine zentrale Kälteerzeugungsanlage mit einer Nennleistung von mehr als **zwölf Kilowatt** angebunden sind.

Inspektionsintervall

Die Energetische Inspektion muss erstmalig 10 Jahre nach der Inbetriebnahme der Klimaanlage sowie nach einer wesentlichen Änderung durchgeführt werden.

Bei Bestandsanlagen gilt, dass die zum 1. Oktober 2007

- **4 bis 6 Jahre alten Anlagen innerhalb von 6 Jahren,**
- **die über 12 Jahre alten Anlagen innerhalb von 4 Jahren und**
- **die über 20 Jahre alten Anlagen innerhalb von 2 Jahren**

energetisch inspiziert werden müssen.

Nach diesen Anforderungen der Energieeinsparverordnung müssen alle Klimaanlage, die vor dem **1. Oktober 1995** in Betrieb gingen, bereits inspiziert worden sein. Alle anderen Anlagen, die bereits älter als 10 Jahre sind, müssen bis zum **30. September 2013** inspiziert werden.

Die gesetzlichen Anforderungen wurden unserem Erachten nach weitestgehend ignoriert, wodurch ein bedeutsames Energieeinsparpotential und dadurch eine Möglichkeit zur Kostensenkung beim Anlagenbetrieb ungenutzt bleiben.

Ablauf einer Energetischen Inspektion

Nachfolgend wird der Ablauf einer Energetischen Inspektion, der sich bewährt hat, kurz beschrieben:

Die Energetische Inspektion beginnt mit einer Prüfung der Anlagendokumentation. So wird festgestellt, ob die Anlagen regelmäßig gewartet werden und ob die Anlagen noch zu den ursprünglichen Anforderungen passen.

Es folgt eine umfangreiche Bestandsaufnahme in den Versorgungsbereichen, an der Kälteerzeugungsanlage, der Kaltwasserverteilung und -speicherung sowie an den raumluftechnischen Anlagen. Bei diesen Besichtigungen werden z. B. alle wesentlichen Komponenten für die Energiekennwertermittlung (**E_{RLT}**, **E_{KK}** und **E_{KV}**) aufgenommen.

Energetische Inspektion von Klimaanlage nach § 12 EnEV

Im Folgenden werden die Betriebszustände erfasst und Leistungsmessungen an den technischen Anlagen durchgeführt. Das sind bei den raumluftechnischen Anlagen beispielsweise der Volumenstrom, der Differenzdruck am Ventilator, die Wirkleistung der Elektromotoren, die Drehzahl und die Temperaturen. Durch diese Messungen können unter anderem Rückschlüsse auf die Betriebspunkte der Ventilatoren, also den Systemwirkungsgrad gezogen werden.

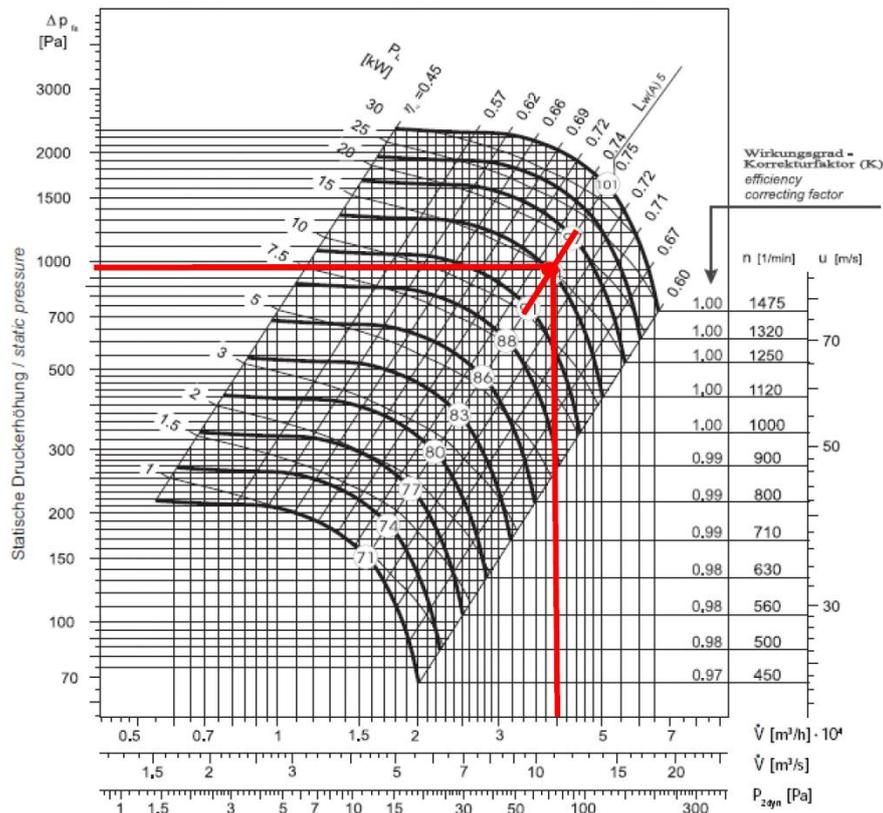


Bild: Betriebspunkt im Kennlinienfeld eines Ventilators

Es folgt die Energiekennwertermittlung für die Kälteerzeugungsanlage, für die Kaltwasserverteilung und für die raumluftechnische Anlage. Gleichzeitig wird für die Kälteerzeugung und Kaltwasserverteilung eine rechnerische Optimierung der Anlagenkonfiguration vorgenommen. Die hierbei ermittelten optimierten Energiekennwerte (E_{KKopt} und E_{KVopt}) dienen als Referenzwerte für die Kälteerzeugungsanlage und Kaltwasserverteilung im Istzustand. Hierdurch wird das Potential der Energieeinsparung dargestellt, womit der Erfolg einer Sanierung transparent wird. Bei der raumluftechnischen Anlage erfolgt ein Vergleich des Energiekennwertes (E_{RLT}) mit der EnEV-Referenzanlage. Die Differenz der beiden Energiekennwerte ist für eine Entscheidung zur Anlagensanierung ein wichtiges Merkmal.

Anhand der Besichtigungen, Messungen und Simulationen werden anschließend Empfehlungen für Verbesserungen erarbeitet. Schließlich erfolgt die Dokumentation der Energetischen Inspektion in Form eines Berichtes.

Erfahrungen aus der Praxis

Seit einigen Jahren werden Energetische Inspektionen durchgeführt. In den nachfolgenden Bereichen werden dabei sehr häufig Einsparpotentiale festgestellt.

Bei den inneren und äußeren Kühllasten wird ermittelt, ob durch den Ersatz oder die Steuerung von Beleuchtungsanlagen, die Nachrüstung von Sonnenschutzanlagen oder die Verwendung stromsparender Geräte eine Reduzierung des Kühlbedarfs unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich ist.

Viele Anpassungen in den Nutzungszonen, beispielsweise die Beseitigung sogenannter Luftkurzschlussströmungen, oder Änderungen bei der Luftführung haben einen großen Einfluss auf den Energiebedarf. So werden sehr häufig Produktionsstätten und Lagerhallen vollständig klimatisiert. Eine Änderung an der Luftführung z. B. in Form der Umrüstung auf Verdrängungslüftung mit bodennaher Zuluftführung kann den Energiebedarf deutlich senken.

Weiter werden immer wieder Optimierungsmöglichkeiten festgestellt, die keine Umbaumaßnahmen erforderlich machen. So sind Anpassungen bei der Steuerung und Regelung mit einfachen Mitteln möglich. Dabei können Sollwerte den Nutzeranforderungen besser angepasst werden und Hysteresen ausgeweitet werden, sodass gewisse Betriebsbereiche entstehen, in denen keine Heizung, Kühlung und gegebenenfalls keine Be- und Entfeuchtung notwendig sind. Außerdem ist sehr häufig eine Reduzierung von Luftvolumenströmen möglich. Hierdurch ist eine erhebliche Senkung des Elektroenergiebedarfs für die Antriebe der Ventilatoren möglich, ohne dass es zu einer nachteiligen Beeinträchtigung (Behaglichkeit, Hygiene- und Prozessanforderungen, etc.) kommt.

Außerdem können Änderungen bei der Anlagentechnik unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten empfohlen werden. Beispielsweise ist ein Austausch von Antriebsmotoren und Ventilatoren dann empfehlenswert, wenn eine Betriebsweise mit der vorhandenen Konfiguration nicht mehr möglich ist.

Wichtig ist es, bei der Einzelbewertung von Anlagen das Gesamtkonzept nicht aus den Augen zu verlieren. Denn letztlich geht es darum, die Energieeffizienz des Gesamtsystems zu verbessern. Hierbei kann es sinnvoll sein, einzelne Anlagen oder Anlagenteile zu zentralisieren. Andererseits kann es aber auch möglich sein, Anlagen zu dezentralisieren, die eine deutlich unterschiedliche Betriebsweise erfordern. Dadurch können z. B. für zentrale Anlagenteile Kaltwassertemperaturen angehoben werden oder gar die Kälteerzeugung zeitweise außer Betrieb gesetzt werden. Durch die Trennung von Kaltwasserkreisläufen, die Verbraucher mit unterschiedlichen Kaltwassertemperaturniveaus versorgen, konnten bereits hohe Energieeinsparpotentiale aufgezeigt werden.

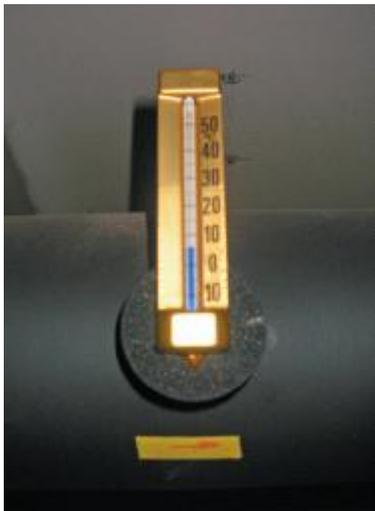


Bild: Temperatur im Kaltwasserkreislauf, Quelle: Energetische Inspektion von Klimaanlage: Sylvia Schädlich und Achim Trogisch

Fazit

Die Energetische Inspektion von Klimaanlage ist ein wichtiges Werkzeug, um Energieeinsparpotentiale bei Klimaanlage zu identifizieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Inspektion keine Detailplanung ersetzen kann. Es ist von einer fachkompetent durchgeführten Energetischen Inspektion zu erwarten, dass die wesentlichen Einsparpotentiale aufgedeckt werden. Hierbei sind die Anlagentechnik sowie die bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäude und die Nutzeranforderungen gleichermaßen zu untersuchen.

Klimaanlagen werden auch zukünftig einen hohen Stellenwert in unseren Gebäuden einnehmen. Aufgrund steigender Energiekosten müssen bei Bestandsanlagen weitreichende Änderungen zur Verbesserung der Energieeffizienz erfolgen.

Damit unsere Umwelt entlastet wird und Betriebskosten minimiert werden, sollten Klimaanlage grundsätzlich ein hohes Energieeffizienzniveau erreichen. Auch hier gilt der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und nicht ein Energiesparen um jeden Preis.

Quellen:

- /1/ 2002/91/EG, Energy Performance of Buildings Directive, EPBD
 - /2/ EnEV:2009, Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
 - /3/ DIN SPEC 13779:2009-12, Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme – Nationaler Anhang zu DIN EN 13779:2007-09
 - /4/ DIN V 18599:2007-2, Energetische Bewertung von Gebäuden
 - /5/ FGK Status-Report Nr. 5, Energetische Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlage
 - /6/ FGK Status-Report Nr. 6, Energetische Inspektion von Kälteanlagen zur Klimatisierung
-

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) / Betriebswirt Dirk Borrmann VDI,
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH,
Geschäftsfeldleiter Elektro- und Gebäudetechnik;
Kontakt: dirk.borrmann@de.tuv.com

Dipl.-Ing. (FH) Karsten Günther,
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH,
Sachverständiger Gebäudetechnik,
Kontakt: karsten.guenther@de.tuv.com