

## **Die Bewertung des umweltfreundlichen Kältemittels Ammoniak nach dem TEWI-Konzept**

*„Ein außergewöhnlicher Temperaturanstieg im späten 20. Jahrhundert und die zunehmenden natürlichen Klimaveränderungen sind ein weiterer Beleg dafür, dass der Treibhauseffekt bereits den natürlichen Grad der Klimaveränderungen überschritten hat. Die prognostizierte globale Erwärmung im 21. Jahrhundert übertrifft die natürliche Veränderung der letzten 1.000 Jahre bei weitem und ist ausgeprägter als die weltweiten Temperaturveränderungen während der letzten zwischeneiszeitlichen Periode.“<sup>[1]</sup>*

Es gibt überzeugende Beweise dafür, dass Emissionen von Treibhausgasen durch den Menschen das weltweite Klima verändern, weshalb der Klimawandel eines der wichtigsten Themen ist, mit denen sich die Menschheit derzeit auseinandersetzen muss. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas zur Energiegewinnung entsteht, beeinflusst den Klimawandel am stärksten. Da die Industrieländer etwa 15% ihres gesamten Stroms für Kühlung und Klimatisierung nutzen, sieht sich diese Branche mit einer Vielzahl von Herausforderungen konfrontiert:

- Verbesserung der Energieeffizienz von Kühlsystemen, um die Menge der bei der Energiegewinnung produzierten Treibhausgase zu verringern.
- Reduzierung direkter Emissionen von Kältemitteln mit hohem Treibhauspotenzial (Global Warming Potential - GWP) durch verbesserte Service-Praktiken und eine bessere Systemintegrität im Design und bei der Herstellung.
- Reduzierung und Einstellung des Einsatzes von Kältemitteln mit Ozonabbaupotenzial (Ozone Depleting Potential - ODP) um eine weitere Ausdünnung der stratosphärischen Ozonschicht zu verhindern.

Letzteres ist im Rahmen des im Montreal-Protokoll festgelegten stufenweisen Ausstiegs bereits in Angriff genommen worden. Mit der Umsetzung der ersten beiden Punkte, die im Kyoto-Protokoll geregelt sind, wurde jedoch erst kürzlich im Rahmen nationaler Gesetze begonnen. Es herrscht weitestgehende Übereinstimmung darin, dass der Einfluss der Kältetechnik auf die globale Erwärmung zu durchschnittlich 20% direkten Gasemissionen zugeordnet werden kann. Die restlichen 80% stammen aus dem Energieverbrauch und den

damit verbundenen indirekten Emissionen.<sup>[2]</sup> Diese beiden Bereiche werden zur Beurteilung und zum Vergleich von Kühlsystemen beim meistverbreiteten Ansatz herangezogen: dem Total Equivalent Warming Impact oder TEWI. Zusätzlich benötigte Energiemengen für die Herstellung, Installation und Stilllegung von Kühlsystemen werden durch die komplexere Life Cycle Climate Performance (LCCP) Analyse berücksichtigt. Im Vergleich zu den direkten und indirekten Emissionen ist der relative Anteil dieser Energiemengen jedoch meist zu vernachlässigen.

Obwohl sich die TEWI-Berechnung auf eine einfache Gleichung stützt, hängt das Ergebnis von einer Reihe von Annahmen ab, wie Geräteleistung und -nutzungsmuster, Leckagerate, Kältemittleigenschaften und Stromerzeugungseffizienz. Die Berechnung muss daher von unterstützenden Dokumentationen begleitet werden.<sup>[3]</sup> Da das Ergebnis ein numerischer Wert ist, muss zudem berücksichtigt werden, dass das Resultat stark an Bedeutung gewinnt, wenn zwei oder mehr Systeme mit gleicher Leistung und Funktion verglichen werden.

Allgemein gesprochen wird das Ergebnis des Vergleichs in höchstem Maße von der relativen Energieeffizienz des Systems beeinflusst. Kälteanlagen, die bereits über effiziente Komponenten und Ausstattungsmerkmale verfügen wie

- ein Kältemittel mit guter exergetischer Effizienz
- ein effizienter Verdichter
- guter Teillastbetrieb (z.B. durch den Einsatz von drehzahlgeregelten Antrieben)
- Verdampfer und Verflüssiger mit geringen Temperaturdifferenzen zwischen den Medienströmen
- variablen Kondensationsdruck zur Minimierung der Verdichterarbeit während der Wintermonate

haben einen weitaus höheren Leistungskoeffizienten als z. B. Systeme mit künstlich angehobenem Kondensationsdruck, kleinen Verdampfern und Verflüssigern. Diese sparen zwar zunächst Kosten, führen aber zu höheren Verflüssigungs- und geringeren Verdampfungstemperaturen. Ähnlich verhält es sich bei Anlagen, bei denen die zu große Auslegung bzw. die Steuerung von Prozessen dazu führt, dass die Verdichter – vor allem Schraubenverdichter – längerfristig im Teillastbetrieb arbeiten.

Bei insgesamt gleichen Bedingungen verfügen Kaltdampfverdichtungssysteme, die für den Betrieb mit Ammoniak entwickelt wurden, bei der Reduzierung der indirekten Emissionen (z. B. CO<sub>2</sub>) über bessere Eigenschaften. Ammoniak besitzt eine äußerst hohe latente Wärme, sodass im Vergleich zu den meisten HFKWs ein weitaus geringerer Kältemittelmassendurchfluss benötigt wird, um eine bestimmte Kälteleistung zu erzeugen. Dies reduziert den Energieaufwand für den Verdichter erheblich. Grundsätzlich ist Ammoniak in seinem ganzen Betriebsbereich (-40 Grad Celsius bis +40 Grad Celsius) sehr effizient. In Normaltemperatursystemen kann seine Leistung (z. B. Klimaanlage) allerdings von R123 in Turboverdichterkälteanlagen bzw. von R22 oder R410A erreicht oder sogar übertroffen werden. Die Nutzung von R123 und R22 wird jedoch in den Ländern der EU bis zum Jahr 2015 eingestellt werden. Es gibt zwar bislang noch keinen Ersatz, der die Effizienz von R123 in Turboverdichterkälteanlagen erreicht, Ammoniak ist jedoch in der Lage, die Leistung von R22 in Niedrigtemperatursystemen zu erreichen oder sogar zu übertreffen.

Es gibt zwar Kältemittel, die die Effizienz von Ammoniak erreichen oder geringfügig übertreffen können – keines von ihnen hat jedoch ein Treibhauspotenzial von Null, wie das bei Ammoniak der Fall ist. Daher weist Ammoniak einen deutlichen Vorteil auf, der bei der Kalkulation des TEWI ersichtlich wird. Ammoniak-Leckagen sollten zwar aus Sicherheitsgründen kein Vorschub geleistet werden, die Emissionen des Kältemittels haben jedoch keinen Einfluss auf den Treibhauseffekt. Zudem können Leckagen schnell erkannt und abgestellt werden, sodass kaum die Gefahr besteht, dass ein System aufgrund geringer Kältemittelfüllmenge mit verminderter Effizienz läuft.

Im Vergleich mit einem Ammoniaksystem wird der TEWI bei einem mit HFKW betriebenen System in den meisten Fällen deutlich höher sein. Zwar sind indirekte Emissionen aufgrund der geringeren Energieeffizienz meist höher als die eines Ammoniaksystems, bereits geringe Austrittsmengen tragen jedoch infolge des vergleichsweise großen spezifischen Treibhauspotenzials von synthetischen Kältemitteln beträchtlich zu den direkten Emissionen bei. So entspricht beispielsweise ein Kilogramm R404A dem Treibhauspotenzial von 3.260 kg Kohlendioxid. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass die meisten – wenn nicht gar alle – künstlich hergestellten Kältemittel geruch- und farblos sind. Daher kann ein Großteil der Systemfüllmenge bereits verloren gegangen sein, bevor der Betreiber oder die Wartungsfirma den niedrigen Stand oder die sinkende Systemleistung wahrnimmt. Aus diesem Grund verpflichten Rechtsvorschriften, wie z. B. die europäischen F-Gase-Richtlinie, Betreiber von Kälteanlagen im Falle großer Kältemittelfüllmengen mit der Durchführung regelmäßiger Leckagetests sowie der Installation durchgehend aktiver Leckageerkennungssysteme.



Ammoniak ist für viele Anwendungen ein exzellentes Kältemittel, und sein Einsatzbereich hat sich dank seiner ausgezeichneten Energieeffizienz und seines vernachlässigbar geringen Umwelteinflusses deutlich erweitert. Darüber hinaus ist Ammoniak zukunftssicher: Es ist nicht der Unsicherheit der HFKWs ausgesetzt, deren Verwendung zukünftig vom Gesetzgeber eingeschränkt oder sogar verboten werden könnte. Der Schlüssel zu seinem erfolgreichen Einsatz sind Verbesserungen beim Komponenten- und Systemdesign sowie die adäquate Anwendung von Sicherheitsvorkehrungen, wie sie z. B. in EN378 für Ammoniak dargelegt sind. Solche Maßnahmen umfassen die Auslegung für die Mindestfüllmenge (kritische Füllmenge), einen Hauptkreislauf, der ein sekundäres Kälte-trägersystem versorgt, standortspezifische Risikobewertungen sowie die Bereitstellung von Sicherheitsausrüstung und die Festlegung von Notfallmaßnahmen.

#### Quellenangaben

- [1] Crowley, Thomas J.; "Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years" *Science* 14 July 2000: Vol. 289. no. 5477, pp. 270 – 277.
- [2] International Institute of Refrigeration (IIR) Statement: "Global warming: refrigeration-sector challenges", Eleventh session of the Conference of the Parties (COP11), First session of the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (COP/MOP1), Montreal, Canada, November 28 – December 9, 2005.
- [3] British Refrigeration Association (BRA): "Guideline Methods of Calculating TEWI, Issue 2 (2006)"

---

**Herausgegeben von *eurammon***  
**Postfach 71 08 64 ♦ D-60498 Frankfurt**  
**Telefon +49 69 6603 1277 ♦ Fax +49 69 6603 2276**  
**e-mail: [karin.jahn@eurammon.com](mailto:karin.jahn@eurammon.com)**  
**<http://www.eurammon.com>**