

TEXTE

153/2020

Der Blaue Engel für Raumklimageräte – ein nationales Zeichen mit internationaler Wirkung

Abschlussbericht

TEXTE 153/2020

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3714 95 306 0
FB000053

Der Blaue Engel für Raumklimageräte – ein nationales Zeichen mit internationaler Wirkung

von

Tobias Schleicher, Ran Liu, Jens Gröger
Öko-Institut e.V. Merzhauserstr.173, 79100 Freiburg i.Br.

Jonathan Heubes, Pascal Radermacher, Johanna Gloel
HEAT GmbH Seilerbahnweg 14, 61462 Königstein

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Merzhauserstr.173
79100 Freiburg i.Br.

HEAT GmbH
Seilerbahnweg 14
61462 Königstein

Abschlussdatum:

August 2018

Redaktion:

Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Angela Kohls

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2020

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den
Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Das Ziel des Projekts „Der Blaue Engel – ein nationales Zeichen mit internationaler Wirkung“ bestand darin, das Umweltzeichen Blauer Engel in Bezug auf seine Verwendung sowie seines konstruktiven Beitrags zur Markttransformation in Richtung klimafreundliche Klimageräte sowohl in Deutschland als auch im asiatischen Raum weiterzuentwickeln. Im Fokus standen dabei Raumklimageräte (Single-Split-Klimageräte).

Konkret wurde zunächst ein ausführlicher wissenschaftlich-technischer Hintergrundbericht erstellt, aus dem dann eine Vergabegrundlage für den Blauen Engel für die genannte Produktgruppe „Raumklimageräte“ abgeleitet wurde. Der besondere Fokus lag dabei auf den Zielgrößen Klimaschutz bzw. der Erschließung von Treibhausgaseinsparpotenzialen, der Anwendung klimafreundlicher (natürlicher) Kältemittel, Energieeffizienz sowie Geräuschoptimierung. Dies geschah vor dem Hintergrund, die Entwicklung der Vergabegrundlage für Raumklimageräte in Deutschland eng mit den ökonomischen, ökologischen und technologischen Besonderheiten von Raumklimageräten in den Märkten Asiens, insbesondere den ausgewählten Fokusländern China und Thailand, zu verzahnen.

In einer zweiten Projektphase wurde dann mit ausgewählten asiatischen Umweltzeichenprogrammen kooperiert mit dem Ziel, einen konstruktiven Impuls in Richtung Harmonisierung der Kriterien in Form von gemeinsame Kernkriterien (sog. „Common Core Criteria“) mit zu leisten. Dazu fanden im Juni/Juli 2017 Workshops in Peking (China) und Bangkok (Thailand) statt. Die dort stattfindenden Gespräche mit Unternehmen legten auch die Grundlage dafür, dass mit Midea schließlich ein Zeichennehmer für den neuen Blauen Engel für Raumklimageräte akquiriert werden konnte.

Abstract

The Federal Environment Agency had commissioned this research project titled “Development of the Ecolabel ‘The Blue Angel’ for Air Conditioners and Compatibility with International Ecolabels”. It was located in the field of climate protection and ecolabelling with an explicit focus on single-split air conditioners.

Firstly, within the project criteria to label environmentally friendly single-split air conditioners were developed for Germany’s ecolabelling programme “The Blue Angel” based on a comprehensive scientific-technical background report. The underlying aim was to support pioneering companies to market their environmental friendly products and to enable consumers to easily identify them. Hence, the project has developed ambitious criteria for the product group “single-split air conditioners”. In this context, the most significant environmental objectives were:

- ▶ Reduction of greenhouse gas emissions by using climate-friendly natural refrigerants (e.g. propane);
- ▶ Reduction of energy consumption by ambitious energy efficiency criteria;
- ▶ Noise reduction and avoidance of toxic substances (e.g. cadmium, mercury) in the product.

In a second phase, the project explored means of further cooperation and harmonization of ecolabels on a global scale. Accordingly, the project evaluated possibilities for common core criteria (CCC) in key environmental objectives and their technical compatibility with ecolabel schemes in China and Thailand. Common core criteria (CCC) were to refer to the above mentioned environmental objectives.

Therefore, the project gathered regional and national stakeholders within international workshops in Beijing (China) and Bangkok (Thailand) in June/July 2017 to foster the exchange on possible common criteria and international cooperation in the field of ecolabelling. Based on this, Midea was successfully awarded with the new Blue Angel for air conditioners in 2018.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungen.....	13
Zusammenfassung.....	15
Summary.....	23
1 Gesamtprojektbericht.....	30
1.1 Hintergrundbericht und Entwicklung von Vergabekriterien für den Blauen Engel für Raumklimageräte	30
1.2 Durchführung von Kooperationsworkshops in den asiatischen Zielländern.....	32
1.3 Kooperation mit Umweltzeichenprogrammen und Initiativen der umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung	34
2 Technischer Hintergrundbericht.....	35
2.1 Einleitung	35
2.2 Methodischer Rahmen	36
2.3 Definition und Geltungsbereich.....	37
2.4 Marktüberblick	39
2.5 Technologietrends	68
2.6 Analyse der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen	75
2.7 Rechtsvorschriften und Normen.....	97
2.8 Vergleich von gesetzlichen Anforderungen und ausgewählten asiatischen Umweltzeichen	100
2.9 Referenzen.....	110
3 Anhänge	111
3.1 I: Übersicht der Normen und EU-Richtlinien	111
3.2 II: Analyse von Füllmenge und Energieeffizienz	115
3.3 Vergabegrundlage.....	121
3.4 Dokumentation des Workshops in Peking.....	137
3.5 Dokumentation des Workshops in Bangkok.....	152

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Grundstruktur von PROSA	36
Abbildung 2:	Abbildung verschiedener Typen von Raumklimageräten.....	38
Abbildung 3:	Geschätzte weltweite Nachfrage nach Klimageräten (Jahr 2014)	40
Abbildung 4:	Anteil von Single-Split-Geräten, Fensterklimageräten und beweglichen Geräten an der Nachfrage, 2014.....	41
Abbildung 5:	Schätzung der Nachfrage nach Klimageräten in Europa (Jahr 2014)	43
Abbildung 6:	Schätzung der Nachfrage nach Klimageräten (Jahr 2014) in Asien und Südostasien. Bewegliche Klimageräte sind auf den heimischen Märkten dieser Länder unerheblich.	44
Abbildung 7:	Geschätztes Marktvolumen für Single-Split-Geräte in Millionen Einheiten, Deutschland, 2014.....	45
Abbildung 8:	Markt für Single-Split-Klimageräte in China 2013	49
Abbildung 9:	Prozentualer Anteil der aus China exportierten Klimageräte 2013	50
Abbildung 10:	Verteilung des jährlichen Verkaufs von Klimageräten nach Kühlleistung (China).....	51
Abbildung 11:	Markt für Single-Split-Klimageräte, Indien, 2014	55
Abbildung 12:	Markt für Single-Split-Klimageräte, Thailand, 2014	59
Abbildung 13:	Anteil der Raumklimageräte am thailändischen Inlandsmarkt nach Kühlleistung und Energieeffizienz	62
Abbildung 14:	Markt für Single-Split-Klimageräte, Südkorea, 2014	64
Abbildung 15:	Anteil der Raumklimageräte am südkoreanischen Inlandsmarkt nach Kühlleistung und Energieeffizienz	66
Abbildung 16:	Verbesserung der Energieeffizienz durch Verwendung von HC-Kältemitteln anstelle von R22, das nach wie vor häufig in Entwicklungsländern zum Einsatz kommt.....	70
Abbildung 17:	SEER-Werte von wandmontierten Single-Split-Klimageräten in der Europäischen Union.....	73
Abbildung 18:	Selbstreinigungstechniken von Split-Klimageräten am Beispiel eines Wandklimagerätes.....	74
Abbildung 19:	Systemgrenze.....	75
Abbildung 20:	Modellierung des Endes der Nutzungsdauer von Klimageräten	82
Abbildung 21:	Der Lebenszyklus von Kältemitteln.....	83
Abbildung 22:	Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA): Relative Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt A mit R410A.....	84
Abbildung 23:	Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA): Relative Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt B mit R290	85

Abbildung 24:	GWP von Kältemitteln nach Lebenszyklusphasen (kg CO ₂ e/Funktionseinheit)	89
Abbildung 25:	Vergleich der Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse von Produkt A im Hinblick auf das Ende der Nutzungsdauer von R410 A und der Ergebnisse des Basisszenarios für Produkt A und Produkt B	90
Abbildung 26:	Der Lebenszyklus von Kältemitteln (Sensitivitätsanalyse 2: Thailand).....	93
Abbildung 27:	GWP über den Lebenszyklus von Produkt A und Produkt B bei Nutzung in Deutschland und Thailand.....	94
Abbildung 28:	Geschätzte Lebenszykluskosten eines Klimagerätes.....	96
Abbildung 29:	Vergleich der Lebenszykluskosten von Produkt A und Produkt B.....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Drei Kategorien von Raumklimageräten	37
Tabelle 2:	Führende Hersteller für Single-Split-Klimageräte (Asien und Südostasien)	42
Tabelle 3:	Wichtige Lieferanten am deutschen Markt für Single-Split-Klimageräte (2014)	46
Tabelle 4:	Ausgewählte in Deutschland erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 2,5 kW)	47
Tabelle 5:	Ausgewählte in Deutschland erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 3,5 kW)	47
Tabelle 6:	Führende Hersteller am chinesischen Markt für Single-Split-Klimageräte (2013)	52
Tabelle 7:	Ausgewählte in China erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 2,5 kW)	53
Tabelle 8:	Ausgewählte in China erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 3,5 kW)	53
Tabelle 9:	Führende Marken und Hersteller am indischen Markt für Single-Split-Klimageräte (2014)	56
Tabelle 10:	Ausgewählte in Indien erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 3,5 kW)	57
Tabelle 11:	Ausgewählte in Indien erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 5,3 kW)	58
Tabelle 12:	Ausgewählte in Indien erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 7 kW)	58
Tabelle 13:	Führende Hersteller und Marken am thailändischen Markt für Single-Split-Klimageräte (2014)	60
Tabelle 14:	Thailändische Hersteller und Marken (alphabetisch geordnet)	61
Tabelle 15:	Ausgewählte in Thailand erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte ($\leq 5,3$ kW)	62
Tabelle 16:	Ausgewählte in Thailand erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (5,3 kW bis 12 kW)	63
Tabelle 17:	Südkoreanische Hersteller und Marken (alphabetisch geordnet)	65
Tabelle 18:	Ausgewählte in Südkorea erhältliche energieeffiziente Single-Split-Klimageräte mit Kühlleistungen $\leq 5,2$ kW	67
Tabelle 19:	Ausgewählte in Südkorea erhältliche energieeffiziente Single-Split-Klimageräte mit Kühlleistungen zwischen 5,2 kW und 12 kW	67
Tabelle 20:	Referenzdaten für Heiz- und Kühlstunden pro Jahr (h/a)	76
Tabelle 21:	Liste der Bauteile und Materialien von Produkt A und Produkt B	77
Tabelle 22:	Gewicht von Verdampfer, Kompressor und Verflüssiger	78

Tabelle 23:	Energie- und Wasserverbrauch in der Produktionsphase	78
Tabelle 24:	Für die Modellierung von Produktion und Vertrieb der Kältemittel verwendete Datensätze.....	79
Tabelle 25:	Annahmen für die Modellierung des Vertriebs.....	79
Tabelle 26:	Energieverbrauch (Kühlen und Heizen) in der Nutzungsphase von Produkt A und Produkt B	80
Tabelle 27:	Parameter für die Modellierung des Energieverbrauchs (Kühlen und Heizen) in der Nutzungsphase von Produkt A	80
Tabelle 28:	Parameter für die Modellierung des Energieverbrauchs (Kühlen und Heizen) in der Nutzungsphase von Produkt B	80
Tabelle 29:	Erstbefüllung mit Kältemitteln und Leckagerate in der Nutzungsphase.....	81
Tabelle 30:	Massenstrom über den gesamten Lebenszyklus von Kältemitteln	82
Tabelle 31:	Absolute Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt A mit R410A.....	86
Tabelle 32:	Prozentualer Anteil pro Funktionseinheit und Lebenszyklusphase von Produkt A mit R410A	87
Tabelle 33:	Absolute Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt B mit R290	87
Tabelle 34:	Prozentualer Anteil pro Funktionseinheit und Lebenszyklusphase von Produkt B mit R290.....	88
Tabelle 35:	Vergleich der angenommenen Parameter von Basisszenario (moderate Klimazone/Deutschland) und Sensitivitätsanalyse 2 (tropische Klimazone/Thailand).....	91
Tabelle 36:	Energieverbrauch (Kühlen) in der Nutzungsphase von Produkt A und Produkt B in Thailand (Sensitivitätsanalyse 2).....	91
Tabelle 37:	Vergleich des jährlichen Energieverbrauchs von Produkt A bei Nutzung in Thailand oder in Deutschland (Basisszenario)	91
Tabelle 38:	Vergleich des jährlichen Energieverbrauchs von Produkt B bei Nutzung in Thailand oder in Deutschland (Basisszenario)	92
Tabelle 39:	Massenstrom über den gesamten Lebenszyklus von Kältemitteln (Sensitivitätsanalyse 2: Thailand)	92
Tabelle 40:	THG-Emissionen pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt A und Produkt B bei Nutzung in Deutschland und in Thailand	93
Tabelle 41:	Parameter für die Berechnung der Lebenszykluskosten	95
Tabelle 42:	Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnung	95
Tabelle 43:	Für die Lebenszykluskostenanalyse von Produkt A und Produkt B berücksichtigte Kosten	97
Tabelle 44:	Gesetzliche Anforderungen für Klimageräte in China, Thailand, Südkorea und der Europäischen Union. Mit den Daten aus asiatischen Ländern zu vervollständigen.....	101

Tabelle 45:	Spezifikationen und Vergabekriterien für ausgewählte asiatische Umweltzeichen	105
Tabelle 46:	Einschlägige europäische Richtlinien und harmonisierte Normen sowie ISO-Normen für Single-Split-Klimageräte	111
Tabelle 47:	Einschlägige deutsche Normen für Single-Split-Klimageräte	112
Tabelle 48:	Ausgewählte Normen für die Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission und der Verordnung (EU) Nr. 626/2011	115
Tabelle 49:	Bewertungsschema	118

Abkürzungen

BEE	Bureau of Energy Efficiency (Indien)
BSRIA	Building Services Research & Information Association
CO ₂ e	Kohlendioxidäquivalent
COP	Coefficient of performance – Leistungszahl
CSPF	Cooling seasonal performance factor – jahreszeitbedingte Arbeitszahl der Kühlung
EER	Energy efficiency ratio – Energiewirkungsgrad
End of Life	Ende der Nutzungsdauer
ErP	Energy related product – energieverbrauchsrelevantes Produkt
EU	Europäische Union
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GWP	Global warming potential – Treibhauspotenzial
HC	Kohlenwasserstoff
HF	Flusssäure
HFCKW	teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFKW	teilfluorierte Kohlenwasserstoffe
HPMP	Hydrochlorofluorocarbon phase out management plan – Managementplan zum Ausstieg aus der Herstellung und Verwendung von HFCKW
JARN	Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News
JAZ	Jahresarbeitszahl
JRAIA	Japanese Refrigeration and Air Conditioning Industry Association
KEA	Kumulierter Energieaufwand
LCA	Life-cycle analysis – Lebenszyklusbewertung, Ökobilanz
LCC	Life-cycle cost analysis – Lebenszykluskostenanalyse
MEPS	Minimum energy performance standard – Mindestanforderungen an die Energieeffizienz
Mio.	Millionen
MSDS	Materialsicherheitsdatenblatt
NMVOC	flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
ODP	Ozone-depleting potential – Ozonabbaupotenzial

ODS	Ozone-depleting substance – ozonabbauende Substanz
RCC	Rated cooling capacity – Nennkälteleistung
SEER	Seasonal energy efficiency ratio – jahreszeitbedingter Energiewirkungsgrad
TFA	Trifluoressigsäure
THG	Treibhausgas
uHFKW	ungesättigte HFKW
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change – Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention)
UZG	untere Zündgrenze
VRF	Variable refrigerant flow – regelbarer Kältemittelmassenstrom

Zusammenfassung

Das vorliegende Forschungsprojekt „Entwicklung eines Umweltzeichens ‚Blauer Engel‘ für Klimageräte – ein nationales Zeichen mit internationaler Wirkung“ wurde vom Umweltbundesamt (UBA) in Auftrag gegeben. Es konzentrierte sich auf die Produktgruppe der Single-Split-Klimageräte (auch Monosplit-Klimageräte genannt).

Dieser wissenschaftlich-technische Hintergrundbericht ermöglicht die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ in Bezug auf Single-Split-Klimageräte.

Das Projekt beinhaltet darüber hinaus den für die Entwicklung von Kriterien des Blauen Engels typischen Stakeholderprozess aus einem nationalen Fachgespräch, einer Expertenanhörung und der Verabschiedung der Kriterien durch die Jury Umweltzeichen.

Des Weiteren fanden internationale Kooperationsworkshops mit den Inhabern der Umweltzeichen in China (27./28.6.2017 mit dem China Environmental United Certification Centre, CEC, in Peking) und Thailand (3.7.2017 mit dem Thai Environment Institute, TEI in Bangkok) statt. Deren Ergebnisse sind in Anhängen zu diesem Bericht dokumentiert.

Im Jahr 2018 konnte mit der Midea Group der erste Zeichennehmer gewonnen werden.

Hintergrund

Klimageräte werden weltweit zunehmend dazu eingesetzt, angenehme Temperaturen in Wohnhäusern und gewerblichen Gebäuden zu erzeugen, darüber hinaus aber auch, um eine gute Leistungsfähigkeit in Bürogebäuden zu gewährleisten. Der Weltmarkt an verkauften Raumklimageräten umfasst etwa 129 Mio. (Millionen) verkaufter Geräte (2017). In vielen Ländern werden jährliche Wachstumsraten von 10-15% erzielt. Der weitverbreitete Einsatz von Klimageräte ist mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt verbunden: (1) Emissionen durch den Austritt von Kältemitteln (direkte Emissionen) und (2) Emissionen infolge des Energieverbrauchs (indirekte Emissionen) tragen zur globalen Erwärmung bei – und dies, obwohl bereits umweltfreundliche Alternativen zur Verfügung stehen.

Verschiedene internationale Vereinbarungen und regionale sowie nationale Instrumente wurden bereits eingeführt, um diese negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern. Das Montrealer Protokoll hat die Verwendung ozonschichtabbauender Kältemittel wie FCKW und HFCKW seit 1989 wirksam eingedämmt. Klimarelevante teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW), die als Alternativen zu Stoffen eingeführt wurden, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, wurden im Kyoto-Protokoll zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) aufgeführt. HFKW wurden zudem vor kurzem durch das Abkommen von Kigali in das Montrealer Protokoll aufgenommen. Ziel der Erweiterung des Protokolls ist, die Verwendung von HFKW schrittweise zu beschränken. Darüber hinaus haben die Europäische Union und verschiedenen Länder bereits Gesetze zur Beschränkung der Verwendung von HFKW formuliert, sowie Energiekennzeichnungsprogramme und Mindestanforderungen an die Energieeffizienz (MEPS: minimum energy performance standards) eingeführt, mit dem Ziel, den Energieverbrauch von Klimageräten zu verringern.

Der Blaue Engel bietet hier ein weiteres Steuerungsinstrument, um eine Markttransformation zugunsten umweltfreundlicher Produkte und einer erhöhten Nachhaltigkeit zu unterstützen. Viele asiatische Länder haben bereits Umweltzeichen für Klimageräte eingeführt.

Diese Studie analysiert die wichtigsten Märkte, Technologietrends und den derzeitigen Rechtsrahmen im Bereich Klimageräte. Außerdem wird eine Ökobilanz (Life cycle assessment, LCA) durchgeführt, welche die Umweltverträglichkeit der Verwendung von umweltfreundlichen Klimageräten analysiert, sowie eine Lebenszykluskostenanalyse (LCC), welche wirtschaftlichen Auswirkungen beleuchtet. Schließlich werden die in Asien vorhandenen Umweltzeichen miteinander verglichen. Damit folgt diese Studie dem methodischen Aufbau des vom Öko-Institut e.V. entwickelten Ansatzes „Product

Sustainability Assessment (PROSA)“ (Grießhammer et al. 2007), der im Folgenden erlaubt, Vergabekriterien für den Blauen Engel abzuleiten.

Allgemein formuliert, ist PROSA eine Methode zur strategischen Analyse und Bewertung von Produkt-Portfolios, Produkten und Dienstleistungen. Sie umfasst somit komplette Produktlebenszyklen und Wertschöpfungsketten; sie analysiert und bewertet die ökologischen, wirtschaftlichen und (sofern möglich) sozialen Chancen und Risiken zukünftiger Entwicklungspfade. PROSA ist eine prozessorientierte und iterative Methode, die Budget- und Zeitrestriktionen berücksichtigt. Sie bedient sich dabei soweit als möglich bestehender und etablierter Einzelwerkzeuge (Megatrendanalyse, Ökobilanz/Lebenszyklusbewertung, Lebenszykluskostenbewertung etc.). PROSA wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach angewendet, um Umweltkriterien für zahlreiche Produktgruppen für den Blauen Engel abzuleiten (Gröger et al. 2013). Weitere Informationen zum methodischen Rahmen sind Kapitel 2.2 zu entnehmen.

Die Vielzahl unterschiedlicher Raumklimageräte kann je nach Anordnung des Innengeräts (Verdampfer), des Außengeräts (Verflüssiger) sowie der Anzahl der Innengeräte grob in drei Gruppen eingeteilt werden: 1) Monoblock-Klimageräte, 2) Single-Split-Klimageräte sowie (3) Multisplit-Klimageräte und VRF-Klimasysteme mit regelbarem Kältemittelmassenstrom (VRF: variable refrigerant flow).

Im Rahmen dieses Projektes ist vor allem die Produktgruppe der Single-Split-Klimageräte von Interesse. Hier befindet sich der Verdampfer im Inneren des Gebäudes, das gekühlt oder beheizt werden soll, während sich der Verflüssiger außerhalb des Gebäudes befindet. Beide Teile werden über eine Rohrleitung miteinander verbunden. Solche Systeme werden sowohl im Wohn- als auch im Gewerbebereich eingesetzt. Die primäre Funktion von Single-Split-Klimageräten sind Kühlen, Heizen oder beides. Geräte, die in der Lage sind, sowohl zu kühlen als auch zu heizen, sind sogenannte reversible Systeme. Im Gegensatz zu reinen Kühlgeräten werden reine Heizgeräte (Wärmepumpen) hier nicht für das Umweltzeichen betrachtet. Mögliche sekundäre Funktionen sind Umwälzung, Entfeuchtung und Reinigung der Luft. Hinsichtlich einer detaillierten Definition der betrachteten Produktgruppe verweist dieser Bericht auf Verordnung (EU) Nr. 626/2011 (Art. 2), ohne jedoch Zweikanal- und Einkanal-Klimageräte einzubeziehen.

Der Markt für Klimageräte

Das Marktvolumen für private und gewerbliche Klimageräte beträgt rund 105 Mio. verkaufte Einheiten pro Jahr mit einem Marktwert von mehr als 95 Mrd. US-Dollar (2014). Die Hauptmärkte befinden sich in Asien/Südostasien. China ist der wichtigste Absatzmarkt weltweit, gefolgt von den USA. Split-Systeme (kanalfreie Systeme und Kanalsysteme) machen den größten Marktanteil an Klimageräten weltweit aus (> 85 Mio. verkaufte Geräte im Jahr 2014). Insbesondere kanalfreie Single-Split-Geräte – die Gruppe, auf der beim Blauen Engel der Schwerpunkt liegt – dominiert eindeutig den Weltmarkt, vor allem in den asiatischen und südostasiatischen Ländern. Weltweit haben Single-Split-Geräte deutlich höhere Marktanteile als Monoblock-Geräte. In einigen Ländern kann die Situation davon jedoch abweichen. In Deutschland zum Beispiel ist der Anteil der beiden Gerätetypen gleich hoch.

Weltweit haben die **asiatischen/südostasiatischen** Volkswirtschaften nicht nur die meisten Abnehmer, sondern auch die größten Produktionskapazitäten für Klimageräte (z. B. China, Thailand, Indien). Insbesondere China und Thailand sind hier wichtige Exporteure, wobei die Anforderungen der verschiedenen Zielmärkte bei der Ausfuhr der Geräte erfüllt werden muss. Dies bedeutet, dass lokal mehrere Produktionslinien vorhanden sein können, von denen jede für die Produktion bestimmter Märkte, einschließlich der des heimischen Marktes, vorgesehen ist. In Asien/Südostasien werden etwa 65 Mio. Klimageräte pro Jahr nachgefragt (2014), wobei die größte Nachfrage in China besteht. Abgesehen von Indien und den Philippinen sind Single-Split-Klimageräte am Markt vorherrschend. Viele dieser tropischen Länder benutzen Klimageräte, die nur über eine Kühlfunktion verfügen.

Der Markt für Raumklimageräte in **Europa** beträgt rund 6 Mio. verkaufte Einheiten pro Jahr (2014). Marktdominierend sind hier Russland (26%) sowie die Türkei und Italien (jeweils 14%). Die anderen in Europa vorhandenen Märkte sind vergleichsweise klein (< 10%). Die beliebtesten Produkte sind Split-Klimageräte. Der deutsche Raumklimagerätemarkt ist mit rund 190.000 verkauften Einheiten im Jahr relativ klein. So gut wie alle Geräte werden importiert. Rund 70.000-80.000 der nachgefragten Geräte sind Single-Split-Klimageräte (meist reversible Geräte). Kompaktklimageräte (bewegliche Geräte) weisen ähnliche Absatzmengen auf und sind somit ebenso bedeutsam. Zentrale Klimaanlage sind in Deutschland weit verbreitet (Flüssigkeitskühler mit angeschlossenem Kaltwassersystem als Trägermedium). Die Marktdurchdringung von Raumklimageräten in privaten Haushalten ist vergleichsweise gering (< 5%), allerdings wird ein starker Anstieg der Verkaufszahlen prognostiziert; bis 2040 werden Bestandszahlen von rund 2,8 Mio. Geräten erwartet. Die Systeme verwenden ausschließlich HFKW und weisen zum Teil eine hohe Energieeffizienz auf (mit Werten des jahreszeitenbedingten Energiewirkungsgrads SEER (seasonal energy efficiency ratio) von bis zu 10).

Mit einem Anteil von 80-90% an der Gesamtproduktion von Klimageräten ist **China** mit Abstand der weltweit größte Akteur in diesem Bereich. Der Markt an Single-Splits beträgt rund 45 Mio. verkaufte Geräte pro Jahr (2014), weitere 19 Mio. Einheiten werden exportiert. Das chinesische Einfuhrvolumen hingegen ist unerheblich. Innerhalb des Landes besteht die größte Nachfrage nach Klimageräten in den östlichen urban geprägten Gebieten („Magacities“). Im Durchschnitt sind etwa 50% der privaten chinesischen Haushalte mit einem Klimagerät (20-25% in ländlichen Gebieten) ausgestattet. Damit ist China unter den Ländern Asiens eines, das mit die höchste Marktdurchdringung bei Klimageräten aufweist. Der bevorzugte Typ ist das Split-System (Single- und Multisplits) mit Kühlleistungen von maximal 5 kW. Die Mehrzahl der verkauften Raumklimageräte hat auch eine Heizfunktion, d.h. sie können auch als Wärmepumpe genutzt werden, da diese Geräte nicht viel teurer sind als solche, die nur die Kühlfunktion haben. Raumklimageräte mit energieeffizienter Inverter-Technik machen derzeit rund 50% der jährlichen Verkaufszahlen aus, und dieser Anteil wird voraussichtlich weiter steigen. Führende Hersteller mit einem Gesamtmarktanteil von ca. 60% sind Gree, Midea und Haier. Der Wirkungsgrad ihrer Geräte im Kühlbetrieb erreicht einen SEER-Wert von 5. Darüber hinaus planen Gree, Midea und Haier mit Unterstützung des Multilateralen Fonds (MLF) des Montrealer Protokolls die Einführung Kohlenwasserstoff-basierter Single-Split-Klimageräte.

Der **indische** Klimagerätemarkt hat in der Vergangenheit nicht das erwartete Volumen erreicht, obwohl sich die Verkaufszahlen in den letzten 10 Jahren fast verdreifacht haben. Derzeit werden rund 3 Mio. Single-Splits pro Jahr auf dem heimischen Markt abgesetzt (2014). Etwa 0,5 Mio. Geräte werden importiert und exportiert. Single-Split-Klimageräte haben in vergangenen Jahren stetig Marktanteile hinzugewonnen und übersteigen nun den Anteil an Fensterklimageräten. Im Allgemeinen sind Klimageräte in Indien relativ preiswert im Vergleich zu anderen Ländern; indische Verbraucher scheuen in der Regel höhere Investitionskosten. Die Marktdurchdringungsrate in privaten Haushalten ist mit weniger als 5% relativ niedrig, wobei Klimageräte, die nur über einer Kühlfunktion verfügen, den Markt beherrschen. Allerdings sind bei reversiblen Systemen hohe Zuwachsraten im Norden Indiens zu beobachten. Wurden im Jahr 2008 noch vor allem Einheiten mit größeren Kühlleistungen (> 5 kW) verkauft, so hat sich diese Situation inzwischen verändert. Inverter-Klimageräte sind zwar noch immer von untergeordneter Bedeutung, zeigen jedoch mit 25% deutliche Wachstumsraten. Der Wirkungsgrad indischer Kühlgeräte bewegt sich zwischen EER-Werten von 3 bis 4, während Invertergeräte meist SEER-Werte zwischen 4 bis 5 aufweisen. Der indische Hersteller Godrej & Boyce hat mit Unterstützung der deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH und der HEAT GmbH bereits im Jahr 2012 mit der Produktion und dem Verkauf ihrer energieeffizienten und umweltfreundlichen Kohlenwasserstoff-basierten Geräte (R290, Propan) begonnen. Bisher wurden mehr als 600.000 Geräte in Indien verkauft.

Thailand ist ein wichtiges Exportland für Single-Split-Klimageräte: im Inland werden 1,8 Mio. Geräte pro Jahr verkauft, während 7,5 Mio. Geräte jährlich exportiert werden. Mit weniger als 0,5 Mio. Geräten sind die Importzahlen vergleichsweise niedrig. Die Marktdurchdringung von Klimageräten in Privatwohnungen ist mit mehr als 60% relativ hoch. Auch hier dominieren kleinere Geräte, die nur über eine Kühlfunktion verfügen und Kühlleistungen unter 5 kW haben, den Markt. Die Inverter-Technik ist hingegen nicht weit verbreitet. Mit 30 bzw. 20% haben Mitsubishi Electric und Samsung die größten Marktanteile; LG und Daikin haben zusammen 18%. Es gibt zwar mehr Geräte mit relativ niedriger Leistung (< 6 kW) auf dem Markt, doch ist die gesamte Spannbreite von bis zu 12 kW ebenso vertreten. Bei den meisten Geräten liegt die Energieeffizienz bei EER-Werten von 3 bis 4, nur kleinere Geräte (ca. 2-3 kW Kühlleistung) erreichen höhere EER-Werte von bis zu 6. Der thailändische Hersteller Saijo Denki wurde in den letzten Jahren mehrmals für seine energieeffizienten Produkte ausgezeichnet. Darüber hinaus exportiert er verstärkt in Übersee-Märkte.

Die Umsätze **Südkoreas** belaufen sich auf 1,4 Mio. Geräte pro Jahr; das Importvolumen beträgt rund 0,4 Mio. Geräte und Exporte bewegen sich in der Größenordnung von 2 Mio. Geräten. Der Inlandsmarkt wird fast ausschließlich von Single-Split-Klimageräten beherrscht. Die Marktdurchdringung ist mit rund 70% relativ hoch. Der Anteil der Inverter-Geräte am Gesamtumsatz macht ca. 35% bei Geräten mit geringerer Leistung aus, während er bei größeren Monoblockgeräten ca. 95% beträgt. Reversible Einheiten (Kühlen und Heizen) spielen mit 7% der Gesamtverkaufszahlen eine untergeordnete Rolle. Eine Besonderheit des koreanischen Marktes ist die Dominanz von Geräten im mittleren und hohen Leistungsbereich (6-9 kW Kühlleistung). Im Gegensatz zu anderen Ländern ist in Korea der höchste Wirkungsgrad bei mittelgroßen Geräten mit Kühlleistungen von ca. 7 kW anzutreffen. Mit einem gemeinsamen Marktanteil von 80% dominieren Samsung und LG den südkoreanischen Inlandsmarkt.

Technologietrends

Der Einsatz bestimmter Techniken kann die negativen Umweltauswirkungen von Klimageräten reduzieren. Ausgesprochen positiv können sich die Verwendung natürlicher Kältemittel und eine Verbesserung der Energieeffizienz auswirken.

Das am häufigsten für Raumklimageräte in asiatischen Ländern eingesetzte Kältemittel ist noch immer R22 (ODP = 0,055, GWP = 1.810). Gemäß den Verpflichtungen des Montrealer Protokolls wurden HFKW zunehmend durch HFKW ersetzt, die zwar kein Ozonabbaupotential (ODP) besitzen, jedoch ein hohes Treibhauspotenzial (GWP). Zurzeit ist R410A mit einem GWP-Wert von 2.088 ein weit verbreitetes Ersatz-Kältemittel. Aufgrund der aktuellen Klimadebatte sowie vor dem Hintergrund der geplanten schrittweisen Beschränkung von HFKW in der Europäischen Union (Verordnung (EU) Nr. 517/2014) und des kürzlich beschlossenen weltweiten schrittweisen Ausstiegs aus der Produktion und Verwendung von HFKW (Kigali-Abkommen zu HFKW — Änderung des Montrealer Protokolls) gibt es verstärkt Überlegungen und Anstrengungen, HFKW mit hohem GWP durch Kältemittel mit einem niedrigen GWP-Wert zu ersetzen.

Derzeit sind verschiedene Trends zu beobachten: Die europäischen Länder konzentrieren sich auf natürliche Kältemittel (z.B. Kohlenwasserstoffe) mit einem $GWP \leq 5$, während einige asiatische Länder auf das Kältemittel R32 ($GWP=675$) setzen. Eine weitere kürzlich eingeführte Kältemittelgruppe sind ungesättigte HFKW (vermarktet als "Hydrofluorolefine" (HFO)). Für ein Umweltzeichen ist der immer noch hohe GWP-Wert des Kältemittels R32 vor dem Hintergrund der aktuellen Klimadebatte inakzeptabel. Im Hinblick auf ungesättigte HFKW haben mehrere Studien die negativen Umweltauswirkungen dieser Gruppe unterstrichen, z.B. die Bildung der persistenten Trifluoressigsäure (TFA), sowie die Bildung der beiden extrem toxischen Stoffe Fluorwasserstoff und Carbonylfluorid, die bei der Verbrennung entstehen. Umweltfreundliche und nachhaltige Alternativen stehen mit Kohlenwasserstoffen, die sich besonders für Raumklimageräte eignen, zur Verfügung. Darüber hinaus verbessert die Verwendung von Kohlenwasserstoffen oft die Energieeffizienz. Außerdem bieten Klimageräte, die diese Stoffe

einsetzen, hervorragende Leistungen bei hohen Außentemperaturen. Da Kohlenwasserstoffe brennbare Kältemitteln sind, sind bestimmte Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, z. B. eine Begrenzung der Füllmenge nach Raumgröße bzw. weitere Sicherheitsmaßnahmen. Gemäß des chinesischen Managementplans zum Ausstieg aus der Herstellung und Verwendung von HFCKW (HCFC phase out management plan, HPMP) sind etwa 15 – 20 Produktionslinien chinesischer Hersteller bereits auf R290 als Kältemittel umgestellt worden.

Die kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz ist ein weiterer Trend, der in vielen Ländern beobachtet werden kann. Diese Verbesserung ist häufig auch das Ergebnis von Mindeststandards an die Energieeffizienz (MEPS). Eine Verbesserung der Energieeffizienz ist technisch z.B. durch die Einführung der Inverter-Technik realisierbar, wodurch ein drehzahlvariabler Antrieb des Kompressors und damit Teillastbetrieb ermöglicht wird. Die Inverter-Technik regelt kontinuierlich die Drehzahl des Kompressors und damit den Energieverbrauch entsprechend dem jeweiligen Kühl- oder Heizbedarf. Da Klimageräte oft im Teillastmodus betrieben werden, können insbesondere in Ländern der gemäßigten Klimazonen erhebliche Energieeinsparungen (bis zu 25%) erzielt werden. Während die herkömmlich verwendeten ein-/ausschalten-Geräte als Energieeffizienzparameter den Energiewirkungsgrad (EER) benutzen, wird der jahreszeitbedingte Energiewirkungsgrad (SEER) für Systeme mit Teillastbetrieb verwendet. Weltweit liegt die Marktdurchdringung der Inverter-Technik auf dem Markt für Raumklimageräte bei etwa 30%. Es sind jedoch auch deutlich höhere Anteile zu verzeichnen, u.a. in der EU. Weitere Komponenten, die die Effizienz von Klimageräten verbessern, sind elektronische Expansionsventile (EEV) und moderne Wärmeübertrager sowie drehzahlgeregelte Lüftermotoren. In ähnlicher Weise wirken sich Filterreinigungstechniken ausgesprochen positiv im Hinblick auf eine Verringerung des Energieverbrauchs aus.

Eine Steigerung der Energieeffizienz wird oft durch eine Vergrößerung des Wärmeübertragers erzielt, was größere Füllmengen zur Folge hat. Dies ist jedoch bei der Verwendung von brennbaren Kältemitteln (z. B. R290) kritisch, und steht punktuell im Widerspruch zu den allgemeinen Sicherheitsstandards, z. B. der DIN EN 60335-2-40. Eine eingehende Untersuchung dieses Problems im Rahmen der vorliegenden Studie kommt zu dem Ergebnis, dass ein Wirkungsgrad, welcher der Energieeffizienzklasse A+++ entspricht, in der Europäischen Union nicht mit der aktuellen Version des Produktstandards DIN EN 60335-2-40 vereinbar ist.

Analyse der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen

Auf der Grundlage des methodischen Rahmens der Produkt-Nachhaltigkeitsbewertung (PROSA) nutzt diese Studie einerseits die vergleichende Ökobilanz (Lebenszyklusbewertung/LCA) zur Analyse der ökologischen Auswirkungen von zwei Produktalternativen sowie eine vergleichende Lebenszykluskostenanalyse (LCC) mit dem Ziel, die relativen und absoluten Kosten von zwei Produktalternativen miteinander zu vergleichen.

Anhand der Ökobilanz (LCA) werden zwei Klimageräte mit unterschiedlichen Kältemitteln betrachtet. Während in Produkt A R410A zum Einsatz kommt, einer Mischung aus Difluormethan (CH_2F_2 , bezeichnet als R32) und Pentafluorethan (CHF_2CF_3 , bezeichnet als R125) mit einem Gesamt-Klimapotenzial von 2.088 kg $\text{CO}_2\text{e/kg}$, arbeitet Produkt B mit Propan (R290, C_3H_8 , GWP = 3,3 kg $\text{CO}_2\text{e/kg}$). Beide Geräte sind Single-Split-Geräte mit einer Kühlleistung, die kleiner ist als 5 kW. Der Lebenszyklus von Klimageräten kann grob in 4 Stufen untergliedert werden: (1) Produktion einschließlich Rohmaterialbeschaffung, (2) Vertrieb, (3) Nutzung und (4) Entsorgung (d.h. „von der Wiege bis zur Bahre“). Die Energieeffizienz von Produkt A wird durch einen jahreszeitbedingten Energiewirkungsgrad (SEER) von 6,2 im Kühlbetrieb und eine jahreszeitbedingte Leistungszahl (SCOP) von 4 im Heizbetrieb abgebildet. Produkt B ist mit einem SEER von 7 und einem SCOP von 4,6 etwas sparsamer hinsichtlich des Energieverbrauchs. Es wird eine Leckagerate der Kältemittel von 5% angenommen. Hinsichtlich der Gesamtlebensdauer beider Geräte geht man von 10 Jahren aus.

Im Basisszenario werden die Klimageräte in einer gemäßigten Klimazone (z.B. Deutschland) betrieben. Unter dieser Maßgabe werden bei beiden Produktalternativen jährliche Nutzungszeiten von 350 Stunden im Kühlbetrieb und 1.400 Stunden im Heizbetrieb angenommen.

Darüber hinaus wird im Basisszenario davon ausgegangen, dass in der Praxis 60% des im Gerät verbliebenen Kältemittels aufgrund schlechter Entsorgungspraktiken direkt in die Atmosphäre abgegeben werden. Folglich ist davon auszugehen, dass nur 40% des Kältemittels angemessen entsorgt und einer Verbrennung zugeführt werden. Eine ausführliche Darstellung der im Rahmen der Ökobilanz getroffenen Annahmen ist in Kapitel 2.6.1 enthalten.

Die Ergebnisse des Basisszenarios der vergleichenden Ökobilanz können wie folgt zusammengefasst werden: Bei beiden Produkten ist es die Nutzungsphase, die mit Abstand für die größten Umweltbelastungen verantwortlich ist. In Bezug auf die während des gesamten Lebenszyklus des Produktes A verursachten Treibhausgasemissionen entfallen 85% auf die Nutzungsphase (Stromverbrauch: 75%, Kältemittlemissionen: 10%). Auf die Produktionsphase von Produkt A entfallen über die Gesamtlebensdauer des Produktes 4% des Gesamtausstoßes klimawirksamer Gase. Der Vertrieb der Klimageräte und die Kältemittelproduktion haben bei allen untersuchten Wirkungskategorien nur geringfügige Auswirkungen, was die Klimabelastung angeht.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Untersuchung von Produkt B. Mit 93% entfällt der größte Teil der klimawirksamen Emissionen auf die Nutzungsphase, gefolgt von der Produktionsphase mit 6%. Die der Nutzungsphase zuzuschreibenden Treibhausgasemissionen sind fast vollständig auf den Stromverbrauch zurückzuführen, da der GWP-Wert von R290 3,3 kg CO₂e/kg R290 (im Vergleich zu 2.088 kg CO₂e/kg für R410A) entspricht. Auch bei Produkt B wirken sich der Vertrieb des Klimageräts und die Kältemittelproduktion nur marginal in Bezug auf alle untersuchten Umweltwirkungen aus.

In absoluten Zahlen ausgedrückt verursacht Produkt A (R410A) Treibhausgasemissionen von 1.117,5 kg CO₂e über seine gesamte Lebensdauer von 10 Jahren. Im Vergleich dazu betragen die Gesamtemissionen von Produkt B (R290) 778,9 kg CO₂e. Damit werden bei diesem Produkt rund 30% weniger Treibhausgase ausgestoßen.

Eine erste Sensitivitätsanalyse beruht auf unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich des Kältemittelaustritts bei der Entsorgung (End-of-life-Phase). Während im Basisszenario angenommen wird, dass 60% des Kältemittels in der End-of-Life-Phase austreten (und nur 40% ordnungsgemäß der Verbrennung zugeführt werden), wird in der ersten Sensitivitätsanalyse davon ausgegangen, dass 100% des Kältemittels ordnungsgemäß entsorgt und verbrannt werden. Diese Annahme führt zu 11% geringeren Treibhausgasemissionen bei Produkt A (R410A) über den gesamten Lebenszyklus.

Im Hinblick auf die Klimazone, in denen die Klimageräte eingesetzt werden, wurde eine zweite Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Während die Geräte im Basisszenario in einer gemäßigten Klimazone (z.B. Deutschland) betrieben werden, untersucht die zweite Sensitivitätsanalyse, wie sich die Ergebnisse unter der Annahme verändern, dass die Geräte in einer tropischen Klimazone (z.B. in Thailand) genutzt werden.

Dementsprechend verändern sich die Annahmen. Hinsichtlich der Nutzungszeiten geht man davon aus, dass kein Heizbetrieb stattfindet, während die Kühlzeit mit bis zu 2.920 Stunden pro Jahr deutlich höher ausfällt als im Basisszenario. Die Lebensdauer der Geräte verlängert sich um 2 Jahre und beträgt damit bis zu 12 Jahren. Darüber hinaus werden Hintergrund-Datensätze entsprechend der Gegebenheiten in Thailand (z.B. THG-Emissionen auf der Grundlage eines Strommixes, etc.) geändert. Ceteris paribus fällt der Energieverbrauch in der Nutzungsphase im thailändischen Szenario um rund 25% höher aus als im Basisszenario in Deutschland.

Die Ergebnisse des thailändischen Szenarios zeigen ferner, dass Produkt A (Kältemittel R410A) mit THG-Gesamtemissionen von jährlich 1.963,16 kg CO₂e/a im Vergleich zu 1.006,36 kg CO₂e/a für Pro-

dukt B zu Buche schlägt. Im Vergleich zu Produkt A belaufen sich die Einsparungen an THG-Emissionen bei Produkt B pro Jahr auf rund 49% (Basiszenario: 30%).

Ergänzend zu der ökologischen Folgenabschätzung des Ökobilanz (Lebenszyklusbewertung/LCA), wurde eine Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen mit dem Instrument der Lebenszykluskostenrechnung (total Life Cycle Costing/LCC) durchgeführt. Sie enthält alle Verbraucherausgaben, die im Laufe der gesamten Lebensdauer der Geräte – die in Übereinstimmung mit der Ökobilanz auf 10 ange-
setzt ist – gemacht wurden. Dies sind (1) Einkaufspreise, (2) Installationskosten, (3) Reparatur- und Wartungskosten, (4) Betriebskosten infolge des Stromverbrauchs und (5) Kosten der Deinstallation. Die zugrundeliegenden Parameter für die Berechnung der Lebenszykluskosten werden in Kapitel 2.6.2 näher erläutert.

Zunächst wurde die LCC-Analyse durchgeführt, um die relativen Kostenanteile eines typischen Single-Split-Klimageräts in Deutschland einschätzen zu können. Den mit Abstand größten Anteil an den Lebenszyklusgesamtkosten stellen demnach mit 69% (3.869 €) die Betriebskosten dar, die auf den Stromverbrauch zurückzuführen sind, gefolgt von 16% (900 €) für den Kauf des Produkts, 9% (500 €) für die Installationskosten, weitere 4% (250 €) für die Kosten der Deinstallation und schließlich 2% (85 €) Reparatur- und Wartungskosten. Die Gesamtkosten der modellierten Klimageräte über den gesamten Lebensweg von 10 Jahren liegen somit bei 5.604 €.

Im Anschluss wurde eine vergleichende LCC-Analyse durchgeführt, um die Lebenszykluskosten des Produkts A (Kältemittel: R410A, siehe oben) mit denen des Produkts B (Kältemittel: R290) zu vergleichen. Die Tatsache, dass Produkt B den Annahmen zufolge das energieeffizientere Gerät ist (siehe Kapitel 2.6.1) führt zu Einsparungen an Betriebskosten in Höhe von rund 500 € für Produkt B im Vergleich zu Produkt A (-9% der gesamten Lebenszykluskosten des Produktes A). Produkt B ist also nicht nur vorteilhafter in Bezug auf die Umweltauswirkungen (siehe Ökobilanzergebnisse oben), sondern auch aus ökonomischer Sicht günstiger.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Folgende wichtige einschlägige Bestimmungen in Bezug auf Single-Split-Klimageräte existieren in der EU:

- ▶ Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren (ABl. L 72 vom 10.3.2012, S. 7)
- ▶ Delegierte Verordnung (EU) Nr. 626/2011 der Kommission vom 4. Mai 2011 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kennzeichnung von Luftkonditionierern in Bezug auf den Energieverbrauch (ABl. L 178 vom 6.7.2011, S. 1)
- ▶ Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006 (ABl. L 150 vom 20.05.2014, S. 195)

Verordnung (EU) Nr. 517/2014 (F-Gas-Verordnung) verbietet HFKW zwar nicht, doch werden diese Stoffe infolge der darin festgelegten Verknappung (Phase-down-Szenario) immer weniger verfügbar und teurer werden.

Für den Einsatz brennbarer Kältemittel auf der Basis von Kohlenwasserstoffen in Raumklimageräten sind darüber hinaus verschiedene Normen zu berücksichtigen, insbesondere: ISO 5149, DIN EN 378, DIN EN 60335-2-40.

Vergabekriterien

Das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ beinhaltet für Raumklimageräte die folgenden Kriterien, für die spezifische Anforderungen formuliert wurden:

- ▶ Kältemitteltyp
- ▶ Energieeffizienz im Heiz- und Kühlbetrieb, einschließlich Einsatz einer Reinigungstechnik für Filter
- ▶ Lärmemissionen
- ▶ Materialanforderungen (Verzicht auf gefährliche Stoffe)
- ▶ umweltfreundliche Produktgestaltung
- ▶ Verkauf / Vertrieb
- ▶ Dienstleistungen
- ▶ Produktdokumentation
- ▶ Bedienungsanleitung
- ▶ Installation und Service-Handbuch

In dieser Übersicht werden nur die wichtigsten Kriterien – Kältemitteltyp und Energieeffizienz – hervorgehoben.

Bezüglich der geltenden Sicherheitsnormen fordert der Blaue Engel für den Kühlmodus einen Energiewirkungsgrad (SEER) ≥ 7 und für den Heizbetrieb eine jahreszeitbedingte Leistungszahl (SCOP) ≥ 4.6 . Außerdem müssen die Geräte frei von halogenierten Kältemitteln sein; der Einsatz des natürlichen Kältemittels Ammoniak ist aufgrund seiner Toxizität nicht zulässig.

Vergleich von ausgewählten asiatischen Umweltzeichen

Alle Partnerländer mit Ausnahme von Indien haben Umweltzeichen für Klimageräte, die verschiedene Aspekte wie z. B. Kältemittel, Energieeffizienz, Schallbelastung, gefährliche Stoffe in Bauteilen, Recycling etc. berücksichtigen.

In Bezug auf das Kältemittel fordern diese Umweltzeichen ein ODP von Null. Der GWP-Grenzwert wurde jedoch auf 2.500 festgelegt (Thailand, Südkorea) bzw. überhaupt nicht definiert (China). Hinsichtlich der Effizienz beziehen sich die Umweltzeichen aus Thailand und Südkorea für die Kennzeichnung auf die höchste Energieeffizienzklasse, während sich chinesische Umweltzeichen in der Regel auf die entsprechenden nationalen Vorgaben zur Energieeffizienz beziehen.

Summary

The Federal Environment Agency (UBA) had commissioned this research project on the “Development of the Ecolabel ‘The Blue Angel’ for Air Conditioners and Compatibility with International Ecolabels”. Within the areas of climate protection and eco-labelling, the project focuses on the product group single-split air conditioners.

The following scientific, technical background report allows the derivation of award criteria for the ecolabel “The Blue Angel” (Der Blaue Engel) concerning single-split air conditioners.

Furthermore, this project covered the typical stakeholder process for the criteria development of the Blue Angel including a national expert meeting, an expert hearing and the adoption of the criteria by the Jury Umweltzeichen.

Beyond, the project included international cooperation workshops together with the eco-labeling bodies of China (27th and 28th of June 2017 with the China Environmental United Certification Centre, CEC, in Beijing) and Thailand (3rd July 2017 with the Thai Environment Institute, TEI in Bangkok). The results of the workshop are documented in the annex of this report.

In 2018, Midea was successfully certified with the eco-label Blue Angel for room air conditioners.

Background

Air conditioning systems are increasingly used worldwide to create comfort temperatures in residential and commercial buildings, but also to guarantee an optimal human performance at office work. The global market covers around 129 million (2017) sold air conditioners per year with growth rates of 10-15% in many countries. The widespread use of air conditioners has a negative environmental impact: The refrigerant emissions due to leakage (direct emissions) and emissions resulting from energy consumption (indirect emissions) contribute to global warming. This is even though environmental friendly alternatives are available.

Various international agreements and regional or national policy instruments are already implemented to reduce these negative environmental impacts. The Montreal Protocol has been effectively controlling the use of ozone depleting refrigerants, such as chlorofluorocarbons (CFCs) and hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) since 1989. Climate relevant hydrofluorocarbons (HFCs), which were widely introduced as alternatives to ozone depleting substances, are listed as relevant greenhouse gases in Annex A of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Hydrofluorocarbons (HFCs) have recently been included in the Montreal Protocol by the Kigali Amendment from 2016, aiming for a global phase-down of HFCs. Besides, the European Union and various countries have formulated laws restricting the use of HFCs, and have introduced energy labelling schemes and Minimum Energy Performance Standards (MEPS) to reduce energy consumption from air conditioners.

The ecolabel “The Blue Angel” offers another policy instrument to shift the market towards environmentally friendly products and increased sustainability. Many Asian countries have already established ecolabels for air conditioners.

This study analyses major markets, technology trends and the current regulatory framework. A Life Cycle Assessment (LCA) analyses the environmental impacts of using environmentally friendly air conditioners, while a Life-Cycle Cost (LCC) analysis shows the overall economic impacts. Finally, existing Asian ecolabels are compared. This information allows following the overall methodological structure of the Product Sustainability Assessment (PROSA) approach developed by Oeko-Institut e.V. (Grießhammer et al. 2007) which is used to derive award criteria for the Blue Angel.

In general, PROSA is a method for the strategic analysis and evaluation of product portfolios, products and services. Hence, it spans complete product life cycles and value chains; it assesses and evaluates the environmental, economic and (if possible) social opportunities and risks of future development trajectories. PROSA is a process-driven and iterative methodology which gives due regards to time and cost restrictions. It calls as far as possible on existing, well-established individual tools (Megatrend Analysis, Life-Cycle Assessment, Life-Cycle Costing etc.). Already in the past, PROSA has been used to derive ecolabel criteria for numerous product groups for the Blue Angel (Groeger et al. 2013). For more information on the methodological framework see chapter 2.2.

In general, there is a great variety of different room air conditioning systems. However, the systems can roughly be classified in three groups depending on the placement of the indoor unit (evaporator), the outdoor unit (condenser) as well as the number of indoor units: (1) Single packaged air conditioners, (2) single-split air conditioners and (3) multi-split air conditioners as well as variable refrigerant flow (VRF) systems.

The product group of interest within this project is single-split air conditioners. Here, the evaporator is located inside the building that is to be cooled or heated, whereas the condenser is outside the building. Both components are connected via piping. This type of system is used in both the residential and the commercial sector. The primary function of single-split air conditioners is cooling, heating, or both. Devices that are capable of both cooling and heating are so-called reversible systems. In contrast to cooling-only devices, heating-only devices are not considered for the ecolabel. Possible secondary functions are the control of ventilation, humidity and air purity. For a detailed definition of the considered product group, this report refers to the Regulation (EU) No 626/2011 (Art. 2), however, excluding 'double duct air conditioners' and 'single duct air conditioners'.

The air conditioning market

The market size for residential and commercial air conditioners is around 105 m (million) units sold per year (2014). The market value surpasses US-\$ 95 billion (2014). Major markets are found in Asia/Southeast Asia, with China as the most important market globally, followed by the Americas. Split systems (ductless and ducted) have the largest share of the global air conditioner market (> 85 m units sold per year in 2014). In particular, ductless single-splits – the focal group of the Blue Angel – clearly dominate the global market, especially in the Asian and Southeast Asian countries. Globally, single-split air conditioners have much higher market shares than single packaged air conditioners. However, this varies in some countries, e.g. in Germany with equal shares.

- The **Asian/Southeast Asian** economies do not only represent the world's largest consumers but also maintain the world's largest manufacturing capacities for air conditioning appliances (e.g. China, Thailand and India). Particularly, China and Thailand contribute to exports. The export of equipment must meet the requirements of the different target markets. This implies that several production lines can be in place locally, each designated to produce for specific markets, including the domestic market. The demand for air conditioners in Asia/Southeast Asian is around 65 m units per year (2014), with the highest demand in China. Apart from India and the Philippines, single-split air conditioners clearly dominate the market. Many of these tropical countries use air conditioners with cooling function only.
- **Europe** has an air conditioning market of around 6 m units sold per year (2014). Dominating markets are found in Russia (26%), Turkey and Italy (both 14%). Other markets in Europe are fairly small (< 10%). The most popular product group is split-air conditioners. The German air conditioner market is relatively small with roughly 190 k (thousand) units sold per year (2014). Almost all units are imported. Single-split air conditioners contribute to this demand with around 70-80 k units (mostly reversible units). Self-contained air conditioners (movable units) have similar sales volumes and are thus equally important. In Germany, centralised air conditioning solutions are common, e.g. chiller or VRF-systems. The current penetration of air conditioning in households is

comparatively small (< 5%), however, a strong increase of sales figures is projected, stock figures of around 2.8 m units are expected by 2040. The systems exclusively use HFC and partly show high energy efficiency (e.g. Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) up to 10).

- ▶ **Chinese** import figures are negligible. Within the country, the highest demand for air conditioners is found in the Eastern urban areas. On average, about 50% of Chinese households have residential air conditioning (20-25% in rural areas), which is one of the highest air conditioner penetration rate of Asia's emerging markets. Preferred air conditioner types are split systems (single- and multi-splits) with cooling capacities below 5 kW. The majority of sold room air conditioners include a heat pump function, because they are typically not much more expensive than those with cooling-only function. Room air conditioners with energy-efficient inverter technology currently contribute around 50% to the annual sales figures and this share is expected to grow. Leading manufacturers are Gree, Midea and Haier with a combined market share of approx. 60%. The efficiency level of the units in the cooling mode reaches an SEER value of 5. Furthermore, Gree, Midea and Haier plan to introduce hydrocarbon-based single-split air conditioners with the support of the Multilateral Fund (MLF) of the Montreal Protocol.
- ▶ The **Indian** air conditioner market has not reached its expected potential in the past, even though sales figures almost tripled within the last 10 years. Currently around 3 m single splits are sold on the domestic market per year and 0.5 m units are imported and exported (2014). Single-split air conditioners have continuously gained market share in the past, exceeding the share of window-types now. In comparison to other countries, generally, air conditioners are relatively cheap in India. Hence, Indian consumers are sensitive regarding investment costs. The penetration rate in households is fairly low with less than 5% while cooling-only units dominate the market. However, the reversible systems are slowly picking up growth in the North of India. While in 2008 mostly units with larger cooling capacities (> 5 kW) were sold, this situation has changed in the meanwhile. Inverter air conditioners are still of minor importance but show significant growth rates with 25%. The efficiency range of the cooling units in India is between Energy Efficiency Ratio (EER) values of 3 and 4, while the inverter units mostly show SEER values between 4 and 5. The Indian manufacturer Godrej & Boyce, with the support of the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH and HEAT GmbH, already started with the production and sale of their energy efficient and environmentally friendly hydrocarbon-based units (R-290, propane) in 2012. So far more than 100,000 units have been sold in India.
- ▶ **Thailand** is an important export country for single-split air conditioners: 1.8 m units are sold domestically per year while 7.5 m units are exported (both: 2014). Import figures are comparatively low with less than 0.5 m units. The penetration of air conditioning is high in the residential sector with more than 60%. Again, smaller cooling-only units with cooling capacities below 5 kW dominate the market. Inverter technology is not widespread. The major manufacturers are Mitsubishi Electric and Samsung with market shares of 30% and 20%; LG and Daikin together make up to 18%. Comparably, there are more units on the market with smaller capacities (< 6 kW), however, the entire range up to 12 kW is represented. The energy efficiency of a majority of units show EER values in the range of 3 to 4, only smaller units (2-3 kW cooling capacity) reach higher values up to EER values of 6. In the recent years, Thai producer Saijo Denki has been awarded several times for its energy-efficient products and is also active in expanding to overseas markets.
- ▶ **South Korean** sales amount to 1.4 m units per year; imports are around 0.4 m units and exports are in the magnitude of 2 m units (2014). The domestic market is almost exclusively dominated by single-split air conditioners. The current penetration rate is fairly high with around 70%. The share of inverter units on total sales is about 35% for lower capacity units, and about 95% for larger "packaged air conditioners". Reversible units only play a minor role with 7% of the total sales figures. A particular feature of the Korean market is the dominance of mid- and high capacity units (6-9 kW cooling capacity). In contrast to the other countries, the highest efficiency level is

found for medium size products with cooling capacities around 7 kW. Samsung and LG dominate the South Korean domestic market with a combined market share of 80%.

Technology trends

The use of certain technologies can reduce the negative environmental impact of air conditioners. Strong positive effects can be achieved by using natural refrigerants and improving the energy efficiency.

The most dominant refrigerant used in room air conditioning in Asian countries is still HCFC-22 (ODP = 0.055, GWP = 1,810). Under the commitments of the Montreal Protocol, HCFCs have increasingly been replaced by HFCs, which do not have ozone depleting potential (ODP), but high global warming potential (GWP). At the moment a widely used alternative refrigerant to HCFC-22 is HFC-410A with a GWP of 2,088. Due to the current climate debate, the envisaged phase-down of HFCs in the European Union (according to Regulation (EU) No 517/2014) and the recently agreed global phase-down of HFC (Kigali HFC amendment to the Montreal Protocol) there are increased considerations and efforts to replace high-GWP HFC by low-GWP refrigerants.

Currently various trends are observed: European countries focus on natural refrigerants (e.g. hydrocarbons) with a $GWP \leq 5$ while some Asian countries focus on the refrigerant R-32 (GWP 675). Another recently introduced refrigerant group is represented by unsaturated HFCs (marketed as “hydrofluoroolefins” (HFOs)). For an ecolabel, the high GWP refrigerant R-32 is unacceptable with regard to the current climate debate. Considering unsaturated HFCs, several studies have emphasised its negative environmental impacts, e.g. the formation of the persistent trifluoroacetic acid (TFA) but also the formation of hydrogen fluoride and carbonyl fluoride (created during combustion) which are both extremely toxic. Environmentally friendly and sustainable options are available with hydrocarbons (natural refrigerants), which are particularly suitable for room air conditioners. Furthermore, the use of hydrocarbons often improves the energy efficiency, and the air conditioners using them show a very good performance at high ambient temperatures. As hydrocarbons are flammable refrigerants, certain safety measures are required, e.g. limiting the initial charge depending on the room size/ventilation. Under China’s HCFC phase-out management plan (HPMP), some 15–20 production lines of Chinese manufacturers have already been converted to using R-290 as refrigerant.

The constant improvement of the energy efficiency of air conditioners is another trend that can be observed in many countries. This improvement is often driven by required minimum energy performance standards (MEPS). Technically, improvements in energy efficiency can be realised by introducing inverter technology, which allows variable speed drive of the compressor and thereby part-load operation. Inverter technology continuously regulates the compressor speed and thereby the energy consumption to match the required amount of cooling or heating. As air conditioners often operate in part-load mode, significant energy savings can be achieved (up to 25%), particularly in countries with temperate climates. While the conventionally used on/off units use the energy efficiency parameter Energy Efficiency Ratio (EER), the Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) is used for systems with part load operation. Globally, the penetration rate of inverter technology in the AC market is around 30%, but much higher shares can be found, for example in the EU. Other features which improve the efficiency of air conditioners are electronic expansion valves (EEV), advanced heat exchanger design and variable speed fan motors. Similarly, filter cleaning technologies have a strong positive impact on reducing the energy consumption.

An improvement of the energy efficiency is often realised by increasing the heat exchanger, which translates into higher charge sizes. However, this is critical when using flammable refrigerants (such as R-290), and will conflict with the common safety standards at a certain point, e.g. DIN EN 60335-2-40. A detailed elaboration on this issue in this study finds that an efficiency level corresponding to

A+++ in the European Union is incompatible with the current version of the product standard DIN EN 60335-2-40.

Ecological and economic impact analysis

Based on the methodological framework of the product sustainability analysis (PROSA), this study makes use of both, a comparative Life Cycle Assessment (LCA) of two product alternatives in order to analyse the ecological impacts as well as a comparative Life Cycle Cost (LCC) analysis aiming at a comparison of relative and absolute costs of two product alternatives.

Regarding the LCA, two air conditioners with different refrigerants are considered. Product A operates with R-410A, which is a mixture of difluoromethane (CH_2F_2 , termed R-32) and pentafluoroethane (CHF_2CF_3 , termed R-125) with an overall GWP of 2,088 kg $\text{CO}_2\text{e/kg}$. Product B makes use of propane (R-290, C_3H_8 , GWP = 3.3 kg $\text{CO}_2\text{e/kg}$). Both devices are single-split systems with a cooling capacity smaller than 5 kW. The life cycle of air conditioners is roughly divided into 4 stages: (1) production including raw material acquisition, (2) distribution, (3) use and (4) end-of-life treatment (i.e. cradle-to-grave). The energy efficiency of Product A is represented by the Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) of 6.2 in the cooling mode and a Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) of 4 in the heating mode. Product B is slightly more energy efficient with a SEER of 7 and an SCOP of 4.6. With regards to the leakage rate of the refrigerants a value of 5% is assumed. The overall life time of both devices is assumed to be 10 years.

In the base case scenario the air conditioners operate in a moderate climate zone (e.g. Germany). For both product alternatives this translates into times of use of 350 hours per year in the cooling mode and 1,400 hours per year in the heating mode.

Furthermore, in the base case scenario it is assumed that, in practice, 60% of the residual refrigerants are emitted directly to the atmosphere due to poor treatment in the end-of-life phase. Accordingly, only 40% of the refrigerants are assumed to be treated appropriately and lead to incineration. A comprehensive illustration of the assumptions of the LCA is provided in chapter 2.6.1

The results of the base case scenario of the comparative LCA can be summarized as follows. For both alternative products, it is the use phase that accounts by far for the highest environmental impacts. With regards to greenhouse gas emissions during the total life cycle of product A, the use phase accounts for 85% (electricity consumption: 75% and leakage of refrigerants: 10%). The production phase of Product A accounts for 4% of the total greenhouse gas emissions over the product's life time. The distribution of the air conditioners and the production of refrigerants only have a marginal environmental impact for all the investigated impacts.

A similar picture results from the analysis of Product B. Accordingly, the use phase accounts for the largest proportion of GWP emissions with 93%, followed by the production phase with 6%. The GWP emissions from the use phase are almost fully due to electricity consumption, since the GWP of R-290 is equal to 3.3 kg $\text{CO}_2\text{e/kg}$ R-290 (as compared to 2,088 kg $\text{CO}_2\text{e/kg}$ R-410A). Also for Product B, the distribution of air conditioners and the production of refrigerants only have a marginal environmental impact of all investigated impacts.

In absolute terms, Product A (R-410A) causes GWP emissions of 1,117.5 kg CO_2e over its lifetime of 10 years. As compared to Product A, the overall GWP emissions of Product B (R-290) amount to 778 kg, the latter saving around 30% of GWP emissions.

A first sensitivity analysis refers to the assumption of the leakage of the refrigerants in the end-of-life phase. While in the base case scenario 60% of the refrigerant load is assumed to leak in the end-of-life phase (and only 40% are taken to incineration appropriately), the first sensitivity analysis makes the assumption that 100% of the refrigerant are treated appropriately and taken to incineration. This results into GWP emission savings of 11% for Product A (R-410A) over the entire life cycle.

A second sensitivity analysis is carried out with regard to the climate zone in which the air conditioners operate. While in the base case scenario they operate in a moderate climate zone (such as Germany), sensitivity analysis 2 investigates changes of the results under the assumption that the products are operating in a tropical climate zone (such as Thailand).

Accordingly, the following assumptions change. With regards of the use times, no heating time is assumed whereas the cooling time is largely extended up to 2,920 hours per year. The lifespan of the devices are extended by 2 years up to 12 years. Also background datasets are changed according to the Thai necessities (e.g. GHG emissions based on the electricity mix, etc.). *Ceteris paribus*, in the Thai scenario, the energy consumption in the use phase is around 25% higher as compared to the base case scenario in Germany.

Furthermore, the results of the Thai scenario show that product A (refrigerant R-410A) has a total annual GHG impact of 1,963.16 kg CO₂e/a as compared to 1,006.36 kg CO₂e/a for product B. Hence, the annual GHG savings of product B as compared to product A amount to around 49% (base case: 30%).

Complementary to the ecological impact assessment of the Life Cycle Assessment (LCA), an economic impact analysis is carried out using the instrument of total Life Cycle Costing (LCC). It includes all consumer expenditures throughout the lifetime of products, which is assumed to be 10 years in accordance to the LCA. It includes (1) purchasing prices, (2) installation costs, (3) repair and maintenance costs, (4) operating cost due to electricity consumption and (5) uninstallation costs. The underlying parameters for the calculation of the LCC are illustrated in chapter 2.6.2

Firstly, the LCC analysis was carried out to estimate the relative costs shares of a typical single-split air conditioner operated in Germany. Accordingly, with 69% (3,869 €) by far the biggest share of the total LCCs are due to the operating costs resulting from electricity consumption, followed by 16% (900 €) related to the product's purchase, 9% (500 €) installation costs, another 4% (250 €) uninstalling costs and finally 2% (85 €) repair and maintenance costs. The total LCCs over 10 years of the modelled air conditioners are at 5,604 €.

Secondly, a comparative LCC was carried out to compare the LCCs of Product A (refrigerant: R-410A, see above) and Product B (refrigerant: R-290). The fact that Product B is assumed to be more energy efficient (see chapter 2.6.1) leads to total operating cost savings of around 500 € for product B as compared to product A (-9% of total LCCs of Product A). Hence, product B is not only favorable in terms of environmental impacts (see LCA results above) but also from an economic point of view.

Regulatory framework

Highly relevant regulations which concern single-split air conditioners in Europe are:

- ▶ Commission Regulation (EU) No 206/2012 of 6 March 2012 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to eco-design requirements for air conditioners and comfort fans (OJ L 72 of 10.3.2012, p. 7)
- ▶ Commission delegated regulation (EU) No 626/2011 of 4 May 2011 supplementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to energy labelling of air conditioners (OJ L 178 of 6.7.2011, p. 1)
- ▶ Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006 (OJ L 150 of 20.05.2014, p. 195)

Regulation (EU) No 517/2014 does not prohibit HFC, but availability of these substances will decrease sharply (implemented HFC phase-down). As a result, HFC prices have already increased dramatically, (fivefold in the case of R-410A since 2014).

Furthermore, when flammable hydrocarbon refrigerants are used in room air conditioners, various standards have to be considered, notably: ISO 5149, DIN EN 378, DIN EN 60335-2-40.

Award criteria

The award criteria of the ecolabel “The Blue Angel” include the following criteria for which specific requirements have been formulated:

- ▶ Type of refrigerant
- ▶ Energy efficiency in the cooling and heating mode, including the use of cleaning technology for filters
- ▶ Noise emissions
- ▶ Material requirements (exclusion of hazardous substances)
- ▶ Environmentally friendly product design
- ▶ Sales / Distribution
- ▶ Services
- ▶ Product documentation
- ▶ Operating instructions
- ▶ Installation and service manual

Only the most important criteria – type of refrigerant and energy efficiency – are highlighted in this summary.

Regarding the current safety standards, the ecolabel “The Blue Angel” claims an energy efficiency of $SEER \geq 7$ in the cooling mode and for the heating mode the Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) ≥ 4.6 . Furthermore the air conditioners must be free from halogenated refrigerants; the use of the natural refrigerant ammonia is not allowed, due to its toxicity.

Comparison of selected Asian ecolabels

All partner countries except India do have ecolabels for air conditioners, addressing various aspects, such as its refrigerant, energy efficiency, sound impact, hazardous substances in components, recycling, etc.

For the refrigerant, these ecolabels claim an ODP of zero. However, the GWP threshold is set to 2,500 (Thailand, South Korea) or is not defined at all (China). Regarding the efficiency, the ecolabels from Thailand and South Korea refer to the highest national energy efficiency labelling class, the Chinese ecolabel generally refers to the corresponding national energy efficiency standards.

1 Gesamtprojektbericht

Das Ziel des Projekts „Der Blaue Engel – ein nationales Zeichen mit internationaler Wirkung“ bestand darin, das Umweltzeichen Blauer Engel in Bezug auf seine Verwendung sowie seines konstruktiven Beitrags zur Markttransformation in Richtung klimafreundliche Klimageräte sowohl in Deutschland als auch im asiatischen Raum weiterzuentwickeln. Im Fokus standen dabei Raumklimageräte (Single-Split-Klimageräte).

Konkret wurde zunächst ein ausführlicher wissenschaftlich-technischer Hintergrundbericht erstellt, aus dem dann eine Vergabegrundlage für den Blauen Engel für die genannte Produktgruppe „Raumklimageräte“ abgeleitet wurde. Der besondere Fokus lag dabei auf den Zielgrößen Klimaschutz bzw. der Erschließung von Treibhausgaseinsparpotenzialen, der Anwendung klimafreundlicher (sog. „natürlicher“) Kältemittel, Energieeffizienz sowie Geräuschoptimierung. Dies geschah vor dem Hintergrund, die Entwicklung der Vergabegrundlage für Raumklimageräte in Deutschland eng mit den ökonomischen, ökologischen und technologischen Besonderheiten von Raumklimageräten in den Märkten Asiens, insbesondere den ausgewählten Fokusländern China und Thailand zu verzahnen.

In einer zweiten Projektphase wurde dann mit ausgewählten asiatischen Umweltzeichenprogrammen kooperiert mit dem Ziel, einen konstruktiven Impuls in Richtung Harmonisierung der Kriterien in Form von gemeinsame Kernkriterien (sog. „Common Core Criteria“) mit asiatischen Programmen zu leisten. Dazu fanden im Juni/Juli 2017 Workshops in Peking (China) und Bangkok (Thailand) statt. Die dort stattfindenden Gespräche mit Unternehmen legten auch die Grundlage dafür, dass mit Midea schließlich ein Zeichennehmer für den neuen Blauen Engel für Raumklimageräte akquiriert werden konnte.

Im Folgenden ist der Verlauf des Projektes zusammengefasst.

1.1 Hintergrundbericht und Entwicklung von Vergabekriterien für den Blauen Engel für Raumklimageräte

1.1.1 Erstellung eines Hintergrundberichts sowie Entwicklung der Vergabekriterien

Die Erarbeitung des technisch-wissenschaftlichen Hintergrundberichts sowie die Ableitung der Vergabekriterien für den Blauen Engel erfolgten in sechs Schritten:

Abgrenzung des Geltungsbereichs

Im Rahmen des eines Auftaktreffens am 25.02.2015 in Dessau-Roßlau wurde zunächst vereinbart, dass sich das Projekt auf Single-Split-Geräte konzentrieren soll.

Die folgenden Kriterien beschreiben diesen Geltungsbereich:

- ▶ Das Gerät besteht aus zwei Elementen: Zum einen aus einem Verdampfer im Inneren der Gebäude, zu anderen aus einem Kompressor und Kondensator außerhalb der Gebäude;
- ▶ Abgrenzung über die Primärfunktion (≤ 12 kW Kälteleistung, ≤ 12 kW Heizleistung bei reversiblen Geräten);
- ▶ Es werden nur Geräte betrachtet, die zur Kühlung verwendet werden oder zum Kühlen und Heizen („Reverse Mode“). Geräte, die nur zum Heizen vorgesehen sind, werden nicht betrachtet;
- ▶ Folgende Kältemittel kommen typischerweise zum Einsatz: R407C und R410A, zunehmend R32; Kohlenwasserstoff-Kältemittel waren zum Zeitpunkt der Berichtserstellung im asiatischen Raum auf dem Markt, jedoch noch nicht in Deutschland;
- ▶ Die Geräte sollten von zertifiziertem technischem Personal vor Ort installiert werden.

Weitere Details sind dem technisch-wissenschaftlichen Hintergrundbericht zu entnehmen (siehe Abschnitt 2).

Markt- und Technikanalyse mit Fokus auf die genannten Länder

HEAT GmbH/Öko-Institut erarbeiteten im Rahmen der Erstellung des technisch-wissenschaftlichen Hintergrundberichts Markt- und Technikanalysen mit Fokus auf folgende Länder:

- ▶ China
- ▶ Indien
- ▶ Thailand
- ▶ Südkorea

Die Ergebnisse sind den entsprechenden Kapiteln des technischen Hintergrundberichts (siehe Abschnitt 2.4) zu entnehmen.

Ökologische und ökonomische Analyse

In diesem Schritt wurden zunächst die Abgrenzung des Geltungsbereichs einer orientierenden Ökobilanz (Systemgrenze) bestimmt, Daten ausgetauscht sowie festgelegt mindestens zwei Szenarien dazu abzubilden, in welcher Klimazone die Geräte betrieben werden (z.B. Erstes Szenario: Moderates Klima in Deutschland, Zweites Szenario: Feucht-heißes Klima in Südostasien). Details zur ökologischen und ökonomischen Analyse sind dem technisch-wissenschaftlichen Hintergrundbericht zu entnehmen (siehe Abschnitt 2.6).

Kriterienvergleich mit Fokus auf das chinesische, südkoreanische sowie thailändische Umweltzeichen

Im Rahmen des technisch-wissenschaftlichen Hintergrundberichts wurde ein erster Vergleich der Vergabegrundlagen von bestehenden Umweltzeichen zu Klimaanlageanlagen in den Fokusländern vorgenommen (siehe Abschnitt 2.8).

Ableitung der Vergabekriterien im Kontext der Übertragbarkeit in die Zielländer

Im Rahmen der Ableitung der Vergabekriterien wurden bei Fachgespräch und Expertenanhörung neben Stakeholdern aus Deutschland auch die Interessengruppen in den Zielländern China (Herstellerverband, Unternehmen, Chinesisches Umweltzeichen) sowie Thailand (Thai Environment Institute) in die Diskussion einbezogen. Dafür wurden die Entwürfe der Vergabekriterien versendet und Kommentare entgegengenommen sowie Skype-Telefonkonferenzen abgehalten.¹ Die Vergabegrundlage ist in Abschnitt 3.3 diesem Bericht angehängt.

Erstellung des Hintergrundberichts

Der technisch-wissenschaftliche Hintergrundbericht stellte ein wesentliches Kernstück des Projekts dar und wurde bis zur Veröffentlichung kontinuierlich ergänzt und ist im Rahmen von Kapitel 2 diesem Bericht beigelegt.

¹ Hinweis: Da in den Partnerländern teils unterschiedliche Energieeffizienzparameter zu Anwendung kommen, was eine Einschätzung der Vergabekriterien teils sehr erschwerte, wurde zusätzlich zum Hintergrundbericht ein excelbasiertes Tool entwickelt. Dieses EER-SEER Tool ermöglicht nach der Eingabe von EER Werten (wenn „full-load“ Klimageräte verwendet werden) die Berechnung der SEER Werte für die Partnerländer, unter Berücksichtigung der länderspezifischen Temperaturprofile. Damit ist eine grobe Vergleichbarkeit der Energieeffizienzen gegeben und damit auch eine bessere Einschätzung des ambitionierten Niveaus des Blauen Engels.

1.1.2 Durchführung eines zusätzlichen Fachgesprächs in Vorbereitung der Expertenanhörung

Am 17. September 2015 fand im Öko-Institut in Berlin ein erstes Fachgespräch statt. Dort wurden den Expertinnen und Experten die ersten Leitlinien von möglichen Kriterien (Kältemittel, Energieeffizienz, etc.) sowie erste Ergebnisse der ökologischen & ökonomischen Analyse vorgestellt.

1.1.3 Durchführung einer Expertenanhörung in Deutschland

Am 10. Mai 2016 wurde der finale Entwurf der Vergabekriterien auf einem Expertengespräch mit dem Umweltbundesamt, Vertretern aus Industrie, Industrieverbänden, Handwerk und Nicht-Regierungsorganisationen (NGO) vorgestellt und diskutiert. Die Expertenanhörung fand beim RAL in St. Augustin statt.

1.1.4 Begleitung des Entscheidungsprozesses der Jury Umweltzeichen

Am 15. Juni 2016 fand die Jurysitzung des Umweltzeichens Blauer Engel in den Räumen des Bayerischen Umweltministeriums in München statt. Im Rahmen dieser Sitzung wurden der Jury die Projektergebnisse auf Grundlage des Hintergrundberichts von Tobias Schleicher (Öko-Institut e.V.) und Dr. Jonathan Heubes (HEAT GmbH) vorgestellt. Die erarbeitete Vergabegrundlage für den Blauen Engel für Klimageräte wurde von der Jury Umweltzeichen angenommen.

1.2 Durchführung von Kooperationsworkshops in den asiatischen Zielländern

In Bezug auf die Zusammenarbeit mit dem Umweltzeichenprogramm in **Thailand** wurden zunächst umfangreiche Vorgespräche mit Partnern in der Region geführt (z.B. Thomas Lehmann, Project Director, Advancing and Measuring Sustainable Consumption and Production (SCP), for a Low-Carbon Economy in Middle-Income and Newly Industrialized Countries (Advance SCP), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, GIZ Office Bangkok; Tim Mahler, Director National Climate Policy and Finance Thailand, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, German Development Cooperation, Bangkok, Thailand (Leiter des Regionalen NAMA-Projektes zu Klimaanlagen), Dr. Kanyanee Seangkiatitayuth, Qwanruedee Chotichanathawewong, Sirithan Pairoj-Boriboon, Ratchapol Batmart (alle Thailand Environment Institute (TEI), Thailand).

In Bezug auf **China** besuchte am 17.11.2016 eine chinesische Delegation des chinesischen Umweltministeriums und CEC das UBA sowie die GIZ in Berlin. In diesem Zusammenhang hat Tobias Schleicher (Öko-Institut e.V.) die Projektergebnisse vorgestellt und gemeinsam mit den KollegInnen vom UBA die weiteren Kooperationsmöglichkeiten sondiert. Die chinesische Delegation hat das Projekt sehr wohlwollend und mit großem Interesse aufgenommen und sich eindeutig für eine Kooperation in dieser Produktgruppe im Rahmen eines Workshops im Jahr 2017 ausgesprochen.

Aufgrund der sehr konstruktiven Zusammenarbeit mit den Umweltzeichenprogrammen Chinas und Thailands hat sich das Projektteam aus UBA, Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH für die Durchführung der Kooperationsworkshops in Peking und Bangkok entschieden. Diese Kooperationsworkshops mit den Trägerorganisationen der Umweltzeichen fanden am 28.-29.6.2017 in Peking sowie am 3.7.2017 in Bangkok statt.

1.2.1 Kooperationsworkshop am 28.-29. Juni 2017 in Beijing, China

Die Wahl von China als Partnerland für einen Kooperationsworkshop wurde Ende 2016 getroffen, nachdem das Projekt einer Delegation des chinesischen Umweltzeichenprogramms am 17. November 2017 in Berlin vorgestellt wurde und dort auf großes Interesse von chinesischer Seite stieß. In Zu-

sammenarbeit mit GIZ China wurden dann umfangreiche organisatorische sowie inhaltliche Vorbereitungsarbeiten für den Workshop durchgeführt, die im Folgenden erläutert werden.

Organisatorische Vorbereitung

- ▶ Auswahl eines Veranstaltungsortes durch GIZ China in Zusammenarbeit mit CEC China,
- ▶ Einladung von rund 30 Industrievertretern durch GIZ China in Zusammenarbeit mit CEC China,
- ▶ Gezielte Einladung von weiteren Kontakten in China durch Öko-Institut e.V., HEAT GmbH und Umweltbundesamt in Absprache mit GIZ China und CEC China (z.B. CHEEA, Herstellerverband in China etc.),
- ▶ Regelmäßige Telefonkonferenzen zwischen Öko-Institut e.V., HEAT GmbH, UBA, RAL und CEC China zur organisatorischen und inhaltlichen Vorbereitung und Abstimmung.

Inhaltliche Vor- und Nachbereitung

- ▶ Erarbeitung eines Workshop-Konzepts durch Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH in enger Zusammenarbeit mit UBA in Abstimmung mit RAL gGmbH, GIZ China und CEC China,
- ▶ Erstellung der Materialien für den Workshop durch Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH in Abstimmung mit UBA und RAL gGmbH. Die Materialien wurden der GIZ China zur Weitergabe an CEC China sowie einem Übersetzungsbüro zur Verfügung gestellt.
- ▶ Entwurf einer Vergleichstabelle durch Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH, anhand welcher die Verhandlungen zur Harmonisierung der Umweltzeichen („Common Core Criteria“) geführt wurden.

Die Ergebnisse des Workshops können Anhang 3.4 entnommen werden.

1.2.2 Kooperationsworkshop am 3. Juli 2017 in Bangkok, Thailand

Organisatorische Vorbereitung

- ▶ Auswahl eines Veranstaltungsortes durch Öko-Institut e.V. in Zusammenarbeit mit GIZ Thailand,
- ▶ Entwurf eines gemeinsamen Einladungsschreibens durch Öko-Institut e.V. in enger Abstimmung mit HEAT GmbH/UBA und Thai Environment Institute (TEI), das von allen Akteuren zur Einladung verwendet wurde,
- ▶ Schriftliche Einladung von rund 20 Industrie- sowie Verbandsvertreter durch Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH in Zusammenarbeit mit Thai Environment Institute (TEI) und GIZ Thailand,
- ▶ Einladung von weiteren Institutionen (AirCon-Club, EGAT Nr. 5 Label etc.) durch TEI,
- ▶ Einladung zu einem Vortrag des RAC-NAMA Projekts der GIZ in Thailand durch Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH.

Inhaltliche Vor- und Nachbereitung

- ▶ Erstellung eines Workshopkonzepts durch Öko-Institut e.V., HEAT GmbH in Abstimmung mit UBA.
- ▶ Am Vormittag des 3. Juli 2017 fanden Gespräche zur Harmonisierung der Umweltzeichen statt, am Nachmittag wurden darüber hinaus weitere Stakeholder eingeladen (Industrieverband, Industrievertreter, etc.).
- ▶ Entwurf einer Vergleichstabelle durch Öko-Institut e.V. und HEAT GmbH, anhand welcher die Verhandlungen zur Harmonisierung der beiden Umweltzeichen („Common Core Criteria“) geführt werden.
- ▶ In Telefonkonferenzen wurden die Kriterien des Blauen Engels zwischen Öko-Institut/HEAT GmbH und TEI vorbesprochen und Möglichkeiten der Harmonisierung diskutiert.

Ergebnisse des Workshops können dem Anhang 3.5 entnommen werden.

1.3 Kooperation mit Umweltzeichenprogrammen und Initiativen der umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung

Im Rahmen der „Extended Southeast Asian Conference: GPP and Eco Labels as Promoter for Innovation, Qualification and Green Transformation“ von 28.09.-30.09.2016 in Chiang Rai, Thailand wurde das Projekt sowie die neuen Kriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Raumklimaanlagen einem breiten Publikum aus praktisch allen bestehenden Umweltzeichenprogrammen Asiens (China, Japan, Thailand, Taiwan, Philippinen, Malaysia, etc.) sowie zahlreichen Vertretern aus Behörden, welche für die öffentliche Beschaffung in ihren Ländern verantwortlich sind, durch Tobias Schleicher (Öko-Institut) vorgestellt.

Das für die umweltfreundliche öffentliche Beschaffung zuständige GIZ Projekt in Thailand (Advance SCP) unterstützte die Kooperationsworkshops inhaltlich sowie organisatorisch. Insbesondere auf dem Workshop am 3. Juli 2018 in Bangkok waren das GIZ Programm zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung (GIZ Projekt Advance SCP, Thailand) in einer zentralen Rolle vertreten.

2 Technischer Hintergrundbericht

2.1 Einleitung

Klimageräte werden weltweit zunehmend dazu eingesetzt, angenehme Temperaturen in Wohnhäusern und gewerblichen Gebäuden zu erzeugen, darüber hinaus aber auch, um eine gute Leistungsfähigkeit in Bürogebäuden zu gewährleisten. Der Weltmarkt beläuft sich auf etwa 105 Millionen Klimageräte (Jahr 2014). In Anbetracht der derzeitigen Wachstumsraten von rund 10–15 % in vielen Ländern wird der weltweite Bestand voraussichtlich bis 2030 um 700 Mio. und bis 2050 um 1,6 Milliarden weitere Klimageräte wachsen (LBNL 2015).

Ein zentrales Problem der übermäßigen Nutzung von Klimageräten sind die negativen Umweltauswirkungen, insbesondere die Klimabelastung aufgrund von Emissionen durch den Austritt von Kältemitteln (direkte Emissionen) und infolge des Energieverbrauchs (indirekte Emissionen). Etwa zwei Drittel der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) werden infolge des Energieverbrauchs verursacht und ein Drittel durch den Einsatz von Kältemitteln (GIZ Proklima 2013). Prognosen deuten darauf hin, dass die von der Kälte- und Klimabranche verursachten Emissionen bis 2030 13 % der weltweiten Treibhausgasemissionen ausmachen können.²

In Klimageräten kommen verschiedene Kältemittel zum Einsatz: In Entwicklungsländern sind teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW) nach wie vor verbreitet. Diese Substanzen tragen nicht nur zum globalen Klimawandel bei, sondern bauen zudem die Ozonschicht ab (GIZ Proklima 2014). In den Industrieländern werden überwiegend teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) mit hohem Treibhauspotenzial (GWP) als Kältemittel verwendet – und dies, obwohl bereits Alternativen zur Verfügung stehen: Direkte Emissionen können durch einen Umstieg auf natürliche Kältemittel mit geringfügigem GWP vollständig vermieden werden und die indirekten Emissionen lassen sich durch die Verbesserung des Wirkungsgrades um bis zu 50 % reduzieren (GIZ Proklima 2013).

Internationale Vereinbarungen und verschiedene regionale sowie nationale Instrumente wurden bereits eingeführt, um diese negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern. Das Montrealer Protokoll hat die Verwendung ozonschichtabbauender Kältemittel wie HFCKW seit 1989 wirksam eingedämmt. Klimarelevante HFKW, die als Alternativen zu Stoffen eingeführt wurden, die zum Abbau der Ozonschicht führen, wurden im Kyoto-Protokoll zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) aufgeführt und wurden zudem vor Kurzem durch das Abkommen von Kigali in das Montrealer Protokoll aufgenommen. Ziel der Erweiterung des Protokolls ist, die Verwendung von HFKW schrittweise zu beschränken. Darüber hinaus haben Regionen wie die Europäische Union und andere Länder bereits Gesetze zur Beschränkung der Verwendung von HFKW formuliert, sowie Energiekennzeichnungsprogramme und Mindestanforderungen an die Energieeffizienz (MEPS) eingeführt mit dem Ziel, den Energieverbrauch von Klimageräten zu verringern.

Umweltzeichen stellen ein weiteres Steuerungsinstrument dar, um eine Markttransformation zugunsten umweltfreundlicher Produkte und einer erhöhten Nachhaltigkeit zu unterstützen. In einigen asiatischen Ländern (z. B. Thailand, China, Südkorea) existieren bereits Umweltzeichen für Klimageräte, allerdings müssten hier insbesondere im Hinblick auf die GWP-Grenzwerte für Kältemittel noch ambitioniertere Vergabekriterien festgelegt werden. In der EU und in Deutschland gibt es derzeit kein Umweltzeichen für Klimageräte, eine Lücke, die das Umweltzeichen „Blauer Engel“ schließen wird.

² <http://www.green-cooling-initiative.org/>

2.2 Methodischer Rahmen

Die vorliegende Studie folgt dem methodischen Aufbau des vom Öko-Institut e.V. entwickelten Ansatzes „Product Sustainability Assessment (PROSA)“ (Grießhammer et al. 2007).

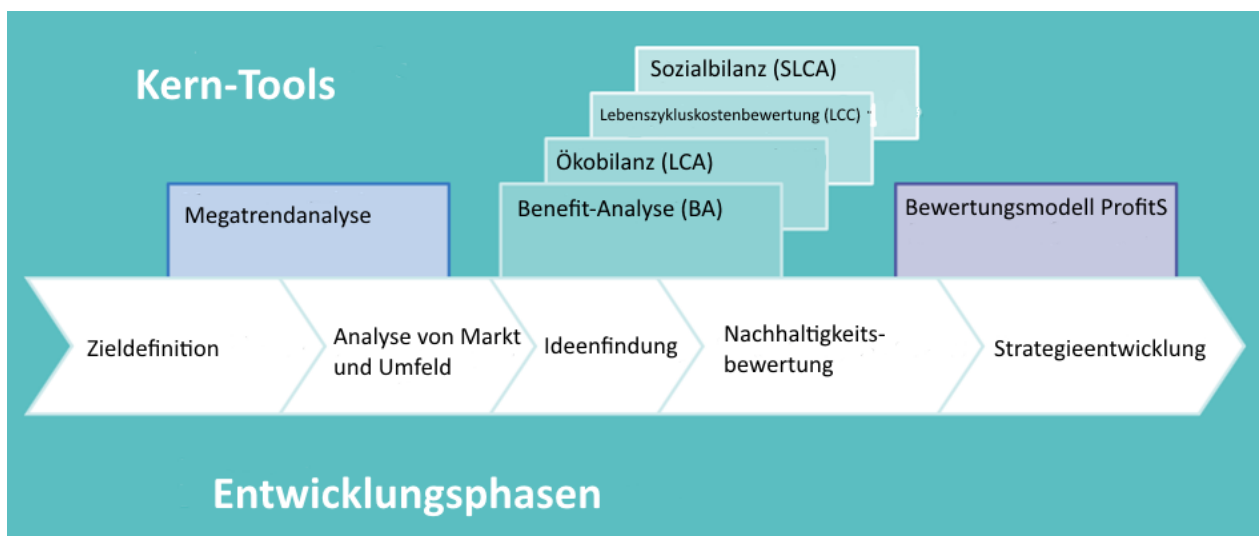
PROSA ist eine Methode zur strategischen Analyse und Bewertung von Produktportfolios, Produkten und Dienstleistungen. Das Ziel ist die Identifizierung von Systeminnovationen und Handlungsoptionen in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung. PROSA strukturiert die hierfür erforderlichen Entscheidungsprozesse und reduziert die Komplexität auf das Wesentliche. Wichtige Anwendungsbereiche sind:

- strategische Planung und Analyse von Produktportfolios in Unternehmen,
- Produktpolitik und Dialogprozesse,
- nachhaltiger Verbrauch und Produktbewertung (z. B. für die Ableitung von Kriterien für Umweltzeichen),
- Produktentwicklung und Marketing.

PROSA umfasst komplette Produktlebenszyklen und Wertschöpfungsketten; es analysiert und bewertet die ökologischen, wirtschaftlichen und (sofern möglich) sozialen Chancen und Risiken zukünftiger Entwicklungspfade. PROSA ist eine prozessorientierte und iterative Methode, die Budget- und Zeitrestriktionen berücksichtigt. Sie bedient sich dabei soweit als möglich bestehender und etablierter Einzelwerkzeuge (Megatrendanalyse, Ökobilanz/Lebenszyklusbewertung, Lebenszykluskostenbewertung etc.).

Die folgende Abbildung zeigt die Grundstruktur von PROSA.

Abbildung 1: Grundstruktur von PROSA



Quelle: Grießhammer et al. (2007)

PROSA ist bewertungsoffen und legt besonderes Gewicht auf den Bewertungsprozess und die Bewertungsmodelle. Bestehende normative Unterschiede und Konflikte zwischen einzelnen Akteuren, Kulturen und (Welt)-Regionen sowie sich verändernde gesellschaftliche Wertmaßstäbe werden genauso deutlich herausgearbeitet wie mögliche gemeinsame Innovationsansätze. Die bei der internen unternehmerischen Produktentwicklung oder bei der Produktpolitik und Dialogprozessen auftretenden Interessensgegensätze und Entscheidungssituationen können mit PROSA zielorientiert moderiert werden.

PROSA wurde bereits angewendet, um Umweltkriterien für zahlreiche Produktgruppen für den Blauen Engel abzuleiten (Gröger et al. 2013). Im Zusammenhang dieser Studie liegt der Schwerpunkt auf der Definition des Geltungsbereichs (Kapitel 2.3), einer umfassenden Analyse von Markt und Umfeld (Kapitel 2.4) und den Technologietrends (Kapitel 2.5). Die zentralen Instrumente für die Bewertung der Produktnachhaltigkeit sind eine Ökobilanz (LCA) in Verbindung mit einer Lebenszykluskostenanalyse (LCC) (Kapitel 2.6). Die Analyse wird vervollständigt durch die Analyse von Rechtsvorschriften und Standards (Kapitel 2.7) sowie einen Vergleich von ausgewählten Umweltzeichen (Kapitel 2.8.1). Die Gesamtanalyse erlaubt schließlich die Ableitung von Kriterien für Umweltzeichen (Kapitel 2.8.2).

Eine Analyse von sozialen Auswirkungen (z. B. eine Sozialbilanz) ist nicht Teil der Studie.

2.3 Definition und Geltungsbereich

Bei Klimageräten gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme.

Sie lassen sich je nach Anordnung von Innengerät (Verdampfer) und Außengerät (Verflüssiger) sowie der Anzahl der Innengeräte in drei Gruppen einteilen:

Tabelle 1: Drei Kategorien von Raumklimageräten

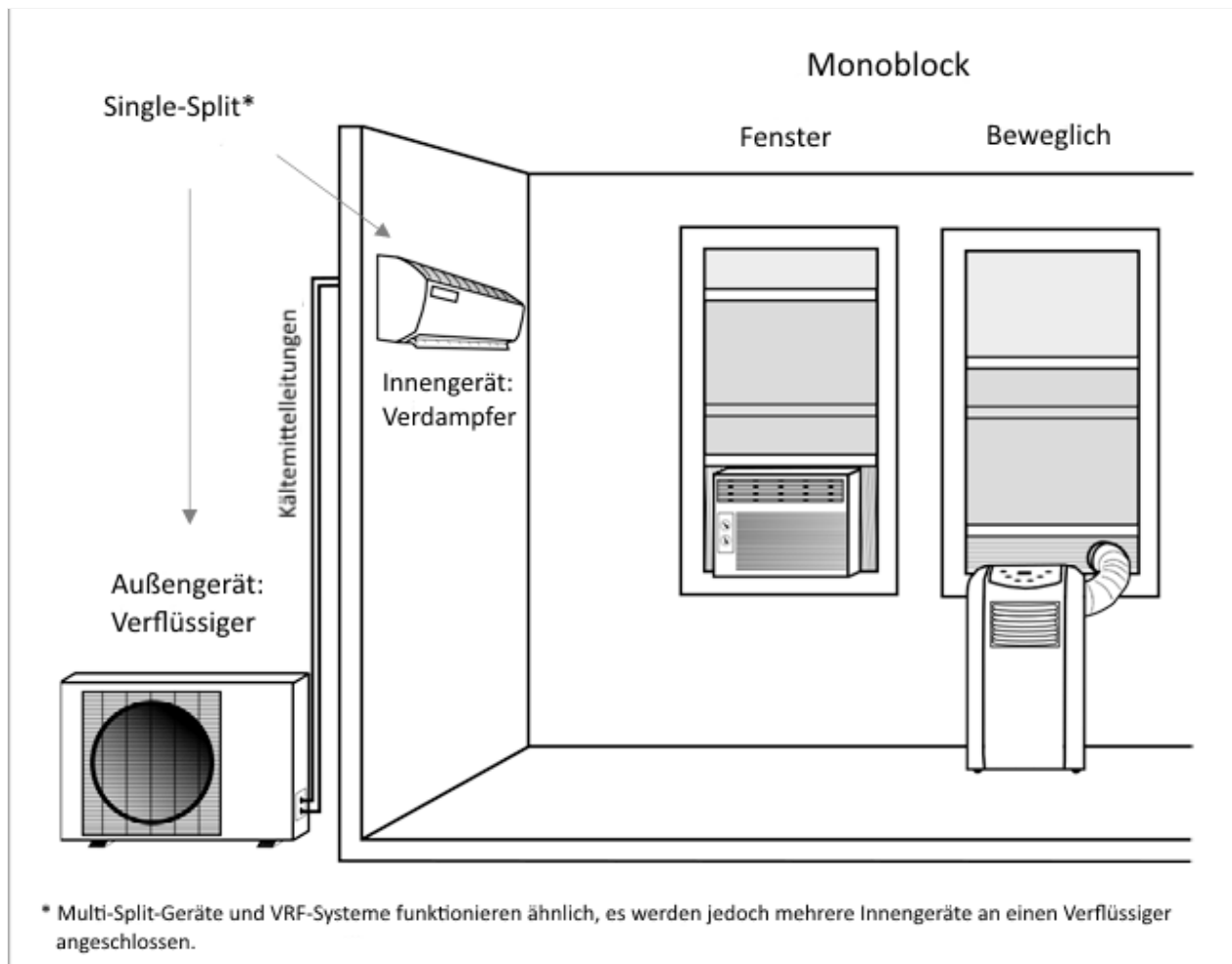
System	Position des Verdampfers und Verflüssigers
Monoblock-Klimageräte (Synonyme: Kompaktklimageräte, Fenster-/Wandklimageräte)	Verdampfer und Verflüssiger sind in einer Kompakteinheit im zu klimatisierenden Gebäude untergebracht.
Single-Split-Klimageräte (Synonyme: Mono-Split-Klimageräte, Mini-Split-Klimageräte)	Der Verdampfer befindet sich im Inneren des zu klimatisierenden Gebäudes, der Verflüssiger außerhalb des Gebäudes. Beide Teile werden über eine Rohrleitung miteinander verbunden.
Multi-Split-Klimageräte und Klimasysteme mit regelbarem Kältemittelmassenstrom (VRF)	Ähnlich wie Single-Split-Klimageräte, aber mehrere Innengeräte sind in verschiedenen zu klimatisierenden Räumen installiert.

Im Rahmen dieses Projektes ist vor allem die Produktgruppe der Single-Split-Klimageräte von Interesse. Solche Systeme werden sowohl im Wohnbereich als auch im Gewerbesektor eingesetzt.

Die primäre Funktion von Single-Split-Klimageräten ist Kühlen, Heizen oder beides. Geräte, die in der Lage sind, sowohl zu kühlen als auch zu heizen, sind sogenannte reversible Systeme. Im Gegensatz zu reinen Kühlgeräten werden reine Heizgeräte (Wärmepumpen) hier nicht betrachtet.

Mögliche sekundäre Funktionen sind Umwälzung, Entfeuchtung und Reinigung der Luft, drehzahlvariabler Antrieb (schnelle Kühlung durch Überkapazität beim Starten; ermöglicht Teillastbetrieb des Kompressors anstelle von Intervallbetrieb). Abbildung 2 zeigt den Aufbau eines Single-Split-Klimagerätes.

Abbildung 2: Abbildung verschiedener Typen von Raumklimageräten



Links: Single-Split-Klimagerät mit einem Innengerät zur Kühlung (Verdampfer) und einem Außengerät (Verflüssiger), das die Wärme aus dem Gebäude abführt (Produktgruppe von Interesse für dieses Projekt). Mitte: Fensterklimagerät (Monoblock-Klimagerät). Rechts: Bewegliches Klimagerät (hier: Einkanalsystem), das im Wesentlichen wie ein Fensterklimagerät funktioniert, jedoch mehr Freiheiten bei der Justierung des Luftstroms in den Raum bietet.
Quelle: Eigene Illustration (HEAT)

Abbildung 2 zeigt den Aufbau eines Single-Split-Klimagerätes sowie anderer häufig am Markt für Raumklimageräte anzutreffender Produkttypen. Diese Studie befasst sich nur mit Single-Split-Klimageräten.

Der Kompressor kann mit Strom oder Gas betrieben werden. Da alle Klimageräte in Europa direkt mit Strom aus dem Stromnetz betrieben werden (Ökodesign Los 10, 2008), konzentriert sich diese Studie auf Single-Split-Klimageräte, die einen Kompressionskälteprozess verwenden und mit Netzstrom betrieben werden. Zudem kann der Geltungsbereich anhand des Wärmeübertragungsmediums definiert werden. Die definierte Produktgruppe nutzt am äußeren und am inneren Wärmeübertrager Luft als Wärmeübertragungsmedium. Somit umfasst der Geltungsbereich dieser Studie luftgekühlte Single-Split-Klimageräte.

Die umfassendste und geeignetste Definition der Produktgruppe liefert Artikel 2 der Verordnung (EU) Nr. 626/2011³: „Luftkonditionierer bezeichnet ein Gerät für das Kühlen und/oder Heizen von Innenraumluft mit einem von einem elektrischen Verdichter getriebenen Dampfverdichtungszyklus, einschließlich Luftkonditionierern, die zusätzliche Funktionen wie Entfeuchtung, Reinigung, Umwälzung oder zusätzliche Heizung der Luft mittels elektrischer Widerstandsheizung aufweisen, sowie Geräte, die Wasser (entweder auf der Verdampferseite gebildetes Kondenswasser oder von außen zugeführtes Wasser) zur Verdampfung am Verflüssiger verwenden können, sofern das Gerät auch ohne zusätzliches Wasser und nur mit Luft verwendet werden kann.“

Anders als Verordnung (EU) Nr. 626/2011 berücksichtigen wir keine Zweikanal- und Einkanalklimageräte, da es sich bei diesen Geräten um Monoblock-Klimageräte (Abbildung 2, rechts) mit Verdampfer und Verflüssiger in einer Kompakteinheit handelt.

Ein seltener Untertyp von Single-Split-Klimageräten, der ebenfalls unter unsere Definition fällt, ist ein Single-Split-Klimagerät ohne Kanalanschluss mit mobilem Verdampfer-Innengerät, das nicht an der Wand montiert wird, sondern frei im Raum bewegt werden kann.

2.4 Marktüberblick

2.4.1 Globale Situation

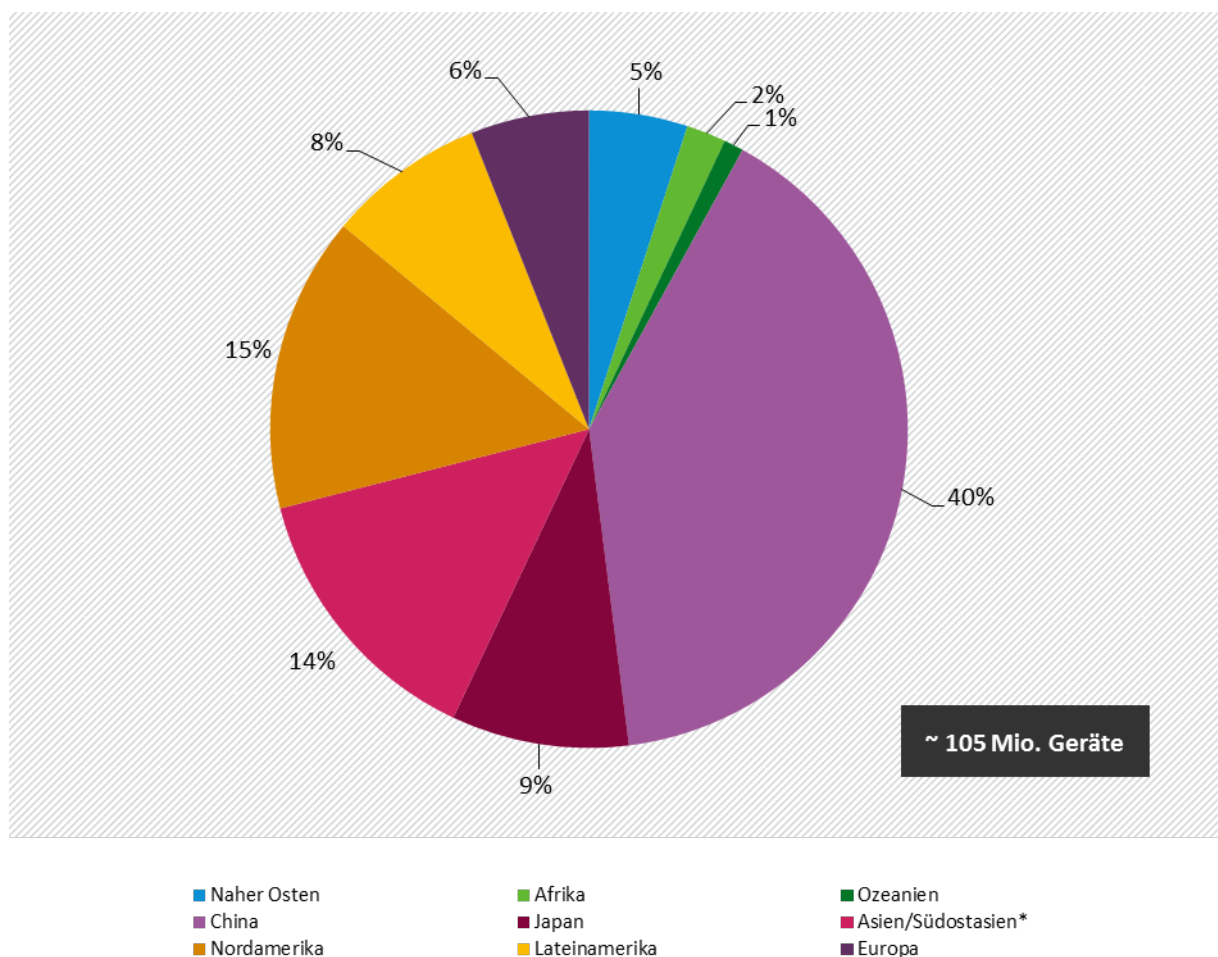
Das Marktvolumen für private und gewerbliche Klimageräte betrug 2014 rund 105 Mio. Einheiten, ein Anstieg um 103 Mio. Einheiten gegenüber dem Vorjahr.⁴ Der Marktwert belief sich auf über 95 Mrd. US-Dollar (2014).⁵ Abbildung 3 liefert einen Überblick über die weltweite Nachfrage nach Klimageräten im Jahr 2014, aufgeteilt nach verschiedenen Weltregionen. Die Hauptmärkte befinden sich in Asien/Südostasien. China ist der wichtigste Absatzmarkt weltweit, gefolgt von Amerika.

³ Delegierte Verordnung (EU) Nr. 626/2011 der Kommission vom 4. Mai 2011 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kennzeichnung von Luftkonditionierern in Bezug auf den Energieverbrauch (ABl. L 178 vom 6.7.2011, S. 1)

⁴ JARN AC Special (2014, 2015)

⁵ <https://www.bsria.co.uk/news/article/world-air-conditioning-market-grows-thanks-to-hot-spots/>, Anmerkung

Abbildung 3: Geschätzte weltweite Nachfrage nach Klimageräten (Jahr 2014)⁶



*ohne China und Japan

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von JRAIA, JARN, BSRIA (2015)

Split-Systeme (kanalfreie Systeme und Kanalsysteme) wie Single-Split- und Multi-Split-Geräte und VRF-Systeme machten mit über 85 Mio. Geräten im Jahr 2014 den größten Marktanteil an Klimageräten weltweit aus.⁷ Von diesen Systemen sind kanalfreie Single-Split-Geräte – die Gruppe, auf der beim Blauen Engel der Schwerpunkt liegt – am häufigsten vertreten. Diese Geräte dominieren eindeutig den Weltmarkt, vor allem in den asiatischen und südostasiatischen Ländern. Im Hinblick auf andere Raumklimageräte ist der Markt für Fenster-/Wandklimageräte (im Folgenden zusammengefasst als „Fensterklimageräte“) und bewegliche Klimageräte mit bis zu 14,5 Mio. bzw. 2 Mio. Einheiten im Jahr 2014 von geringerer Bedeutung.⁸ Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Nachfrage auf Single-Split-

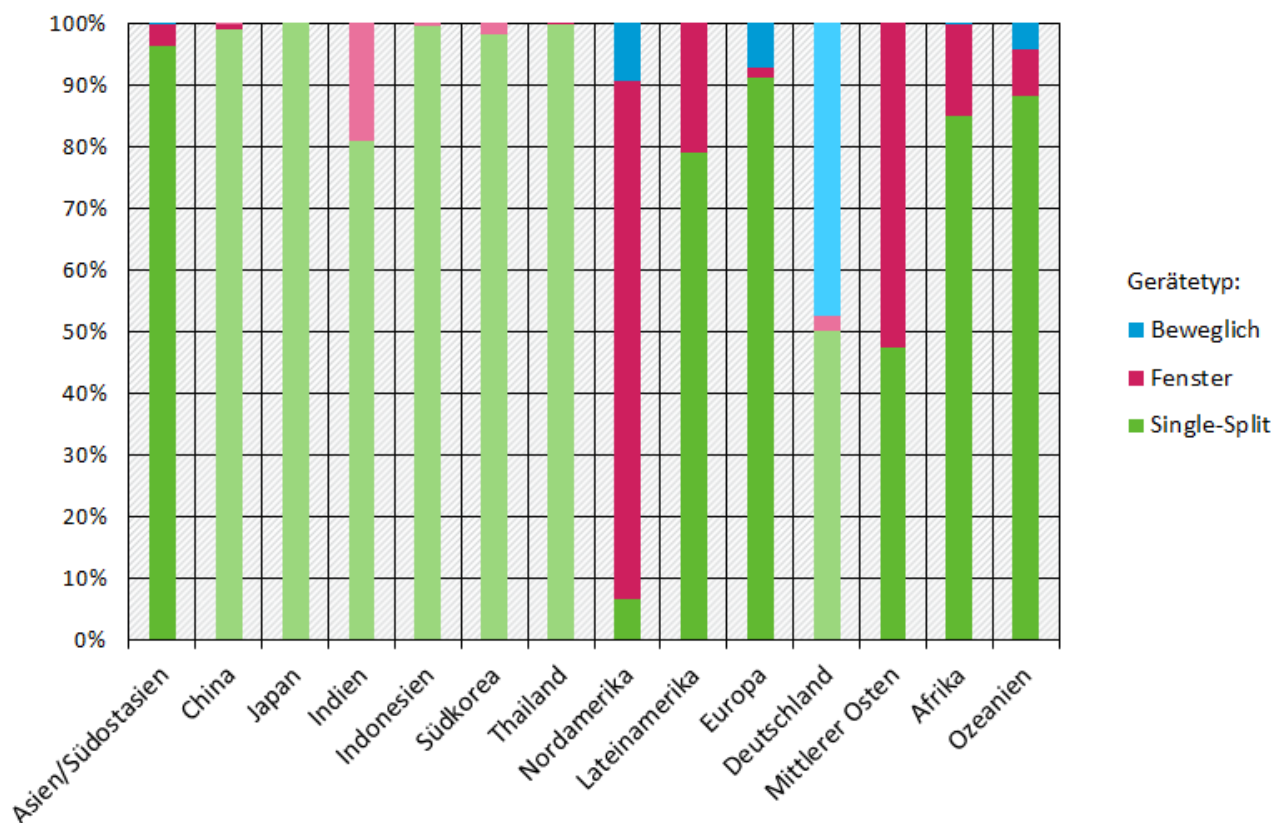
⁶ JRAIA (2015): http://www.jraia.or.jp/download/e-book/airacon2015/e-book_worldair.pdf; JARN AC Special (2015); BSRIA (2015): <https://www.bsria.co.uk/news/article/world-air-conditioning-market-grows-thanks-to-hot-spots/>: Diese Schätzungen hinsichtlich der Verteilung der weltweiten Nachfrage basieren überwiegend auf von JRAIA veröffentlichten Daten für 2014, ergänzt durch von JARN und BSRIA veröffentlichte Daten zur Nachfrage nach beweglichen Klimageräten. Die Nachfragewerte für China fallen jedoch in den Daten von JRAIA deutlich geringer aus als bei JARN und BSRIA. Für die Nachfrage in China wurden die Zahlen von JARN herangezogen, die zwischen den Schätzungen von JRAIA und BSRIA liegen.

⁷ JRAIA (2015): http://www.jraia.or.jp/download/e-book/airacon2015/e-book_worldair.pdf; JARN AC Special (2015)

⁸ JRAIA (2015): http://www.jraia.or.jp/download/e-book/airacon2015/e-book_worldair.pdf; BSRIA (2015): <https://www.bsria.co.uk/news/article/world-air-conditioning-market-grows-thanks-to-hot-spots/>

Geräte, Fensterklimageräte und bewegliche Geräte. Kanalfreie Single-Split-Klimageräte dominieren mit einem Anteil von über 80 % die weltweite Nachfrage. In einigen europäischen Ländern wie Deutschland sowie in den USA haben bewegliche Klimageräte einen nennenswerten Marktanteil. Der Markt für Split-Systeme in den USA wird traditionell von zentralen Kanalsystemen bestimmt (für ganze Häuser; nicht in Abbildung 4 enthalten), während kanalfreie Systeme allmählich an Marktanteil gewinnen.

Abbildung 4: Anteil von Single-Split-Geräten, Fensterklimageräten und beweglichen Geräten an der Nachfrage, 2014



Asien/Südostasien ohne China und Japan; Nordamerika ohne US-Kanal-Splitgeräte.
Dunklere Farbschattierungen stehen für Regionen, hellere für Länder.

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von JRAIA, JARN und BSRIA (2015)

Klimageräte sind in vielen Teilen der Welt keine exklusiven Luxusgüter mehr, sondern werden immer erschwinglicher für eine wachsende Mittelschicht. Die Nachfrage nimmt stetig zu. In vielen Ländern kommt es zu erheblichen THG-Emissionen durch den Austritt von Kältemitteln und infolge des Energieverbrauchs der Klimageräte. Die Politik kann dem jedoch mit entsprechenden gesetzgeberischen Maßnahmen (z. B. Mindestanforderungen an die Energieeffizienz, MEPS) entgegenwirken, um so die Technikentwicklung zur Verbesserung der Energieeffizienz durchzusetzen (z. B. Inverter-Technik, siehe Kapitel 2.5.2.2).

Weltweit haben die asiatischen/südostasiatischen Volkswirtschaften (z. B. China, Japan, Indonesien, Südkorea, Thailand) nicht nur die meisten Abnehmer, sondern auch die größten Produktionskapazitäten für Klimageräte (z. B. China, Thailand, Indien).⁹ Insbesondere China und Thailand sind hier wichti-

⁹ <http://www.green-cooling-initiative.org>

ge Exporteure. Bei der Ausfuhr der Geräte müssen die Anforderungen der verschiedenen Zielmärkte wie Japan, die USA, Lateinamerika und Europa erfüllt werden. Dies bedeutet, dass lokal mehrere Produktionslinien vorhanden sein können, von denen jede für die Produktion bestimmter Märkte, einschließlich der des heimischen Marktes, vorgesehen ist. Chinesische Hersteller haben in der Vergangenheit Exportgeräte für ausländische Mitbewerber produziert. Inzwischen exportieren sie zunehmend Produkte unter ihren eigenen Markenbezeichnungen. Internationale Klimatechnikunternehmen haben ebenfalls begonnen, in Ländern mit hoher Nachfrage vor Ort zu produzieren, um die Kosten für Einfuhrzölle, Steuern etc. zu senken. In Tabelle 2 sind führende, im Segment für Split-Systeme in Asien/Südostasien tätige (weltweite) Anbieter mit dem Land ihres Firmensitzes aufgeführt.

Tabelle 2: Führende Hersteller für Single-Split-Klimageräte (Asien und Südostasien)

Firmensitz	Hersteller
China	Chigo, Gree, Haier, Hisense, Midea
Japan	Daikin, Fujitsu General, Hitachi, Mitsubishi Electric, Mitsubishi Heavy Industries, Panasonic, Toshiba Carrier
Südkorea	LG, Samsung

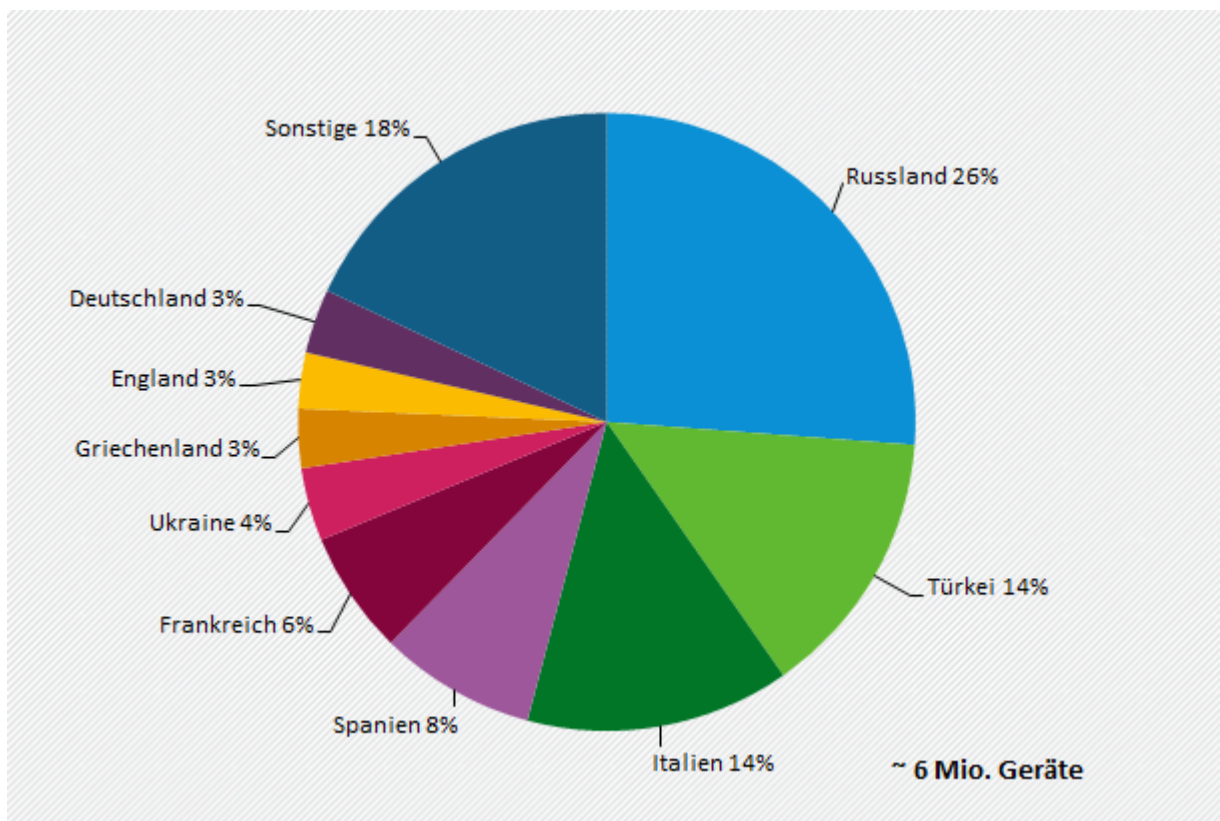
Quelle: verschiedene

2.4.1.1 Europa

Der europäische Markt für Klimageräte kann aufgrund der klimatischen Unterschiede in drei Zonen unterteilt werden: Südeuropa, West- und Nordwesteuropa sowie Nordost- und Osteuropa. Die größten Märkte sind Russland und die Türkei. Die anderen Märkte in Europa sind relativ klein. Verkaufszahlen über 300.000 Einheiten finden sich nur in Italien, Spanien und Frankreich. Die Verkaufszahlen in Deutschland liegen bei rund 200.000 Einheiten pro Jahr (alle Klimageräte, nicht nur Split-Geräte).¹⁰ Diese Zahlen sind jedoch infolge der langsamen Erholung von der wirtschaftlichen Rezession in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Abbildung 5 zeigt eine grobe Schätzung der Verteilung des Marktvolumens in Europa (rund 6 Mio. Einheiten 2014).

¹⁰ JARN AC Special (2015); JRAIA (2015): http://www.jraia.or.jp/download/e-book/airacon2015/e-book_worldair.pdf; <https://www.jraia.or.jp/english/statistics/index.html>

Abbildung 5: Schätzung der Nachfrage nach Klimageräten in Europa (Jahr 2014)



Die verfügbaren Daten für Split- und Fensterklimageräte von JRAIA werden ergänzt durch die Zahlen von JARN für bewegliche Klimageräte, da diese in einigen europäischen Ländern einen beträchtlichen Marktanteil haben.

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von JRAIA, JARN (2015)

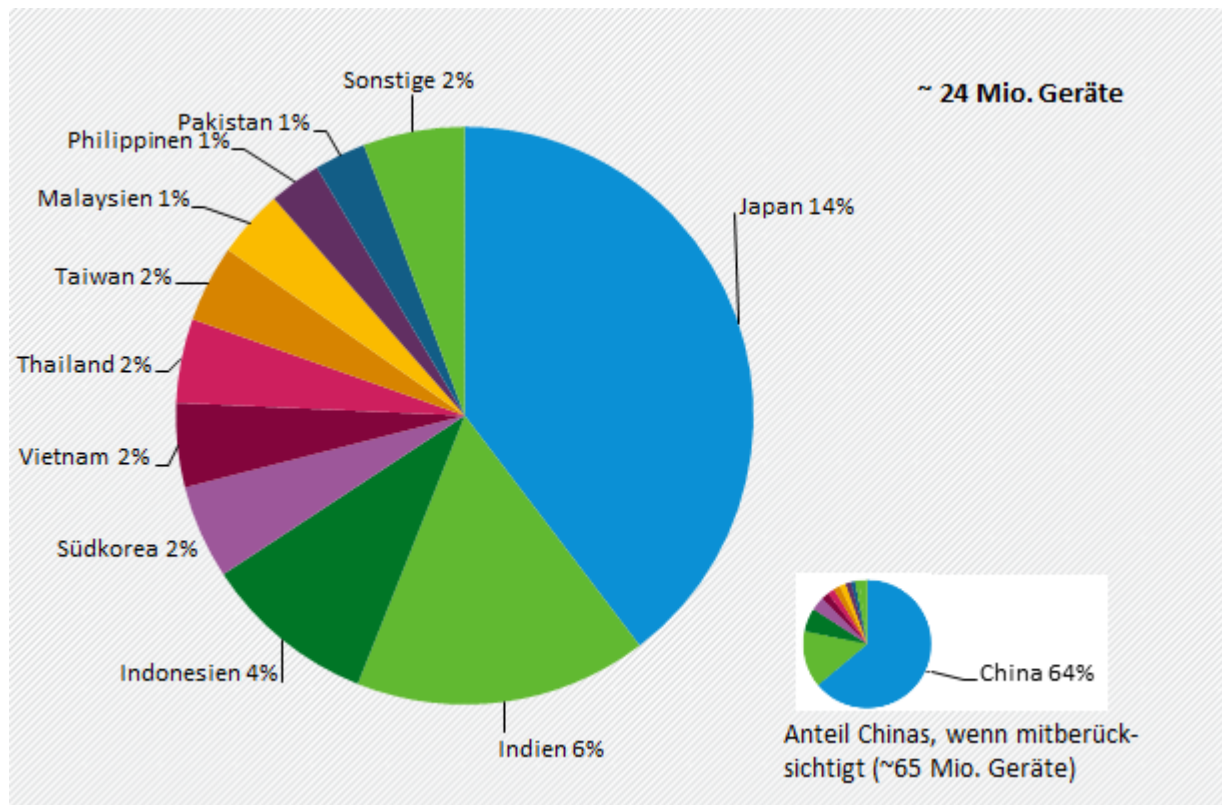
Am meisten nachgefragt werden Split-Klimageräte. Bewegliche Klimageräte haben jedoch mit insgesamt rund 400.000 Einheiten ebenfalls einen beträchtlichen Marktanteil in Europa. Die Nachfrage für Fensterklimageräte beläuft sich auf 100.000 Einheiten.¹¹

2.4.1.2 Asien und Südostasien

Abgesehen von beträchtlichen Marktanteilen für Fensterklimageräte in Indien und auf den Philippinen werden die asiatischen und südostasiatischen Märkte von Single-Split-Geräten dominiert. Aufgrund des tropischen Klimas werden in den meisten Ländern reine Kühlgeräte verkauft. In den nördlichen Regionen Asiens mit kalten Wintern sind jedoch Klimageräte mit Wärmepumpenschaltung beliebt. Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Nachfrage nach Klimageräten in Asien und Südostasien. Die Nachfrage nach Raumklimageräten belief sich insgesamt auf rund 65 Mio. Einheiten (24 Mio. ohne China). Nach China, das mit Abstand den größten Markt stellt, finden sich weitere große Märkte in Japan, Indien und Indonesien.

¹¹ JRAIA (2015): http://www.jraia.or.jp/download/e-book/airacon2015/e-book_worldair.pdf/
<https://www.jraia.or.jp/english/statistics/index.html>

Abbildung 6: Schätzung der Nachfrage nach Klimageräten (Jahr 2014) in Asien und Südostasien. Bewegliche Klimageräte sind auf den heimischen Märkten dieser Länder unerheblich.¹²



Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von JRAIA, JARN (2015)

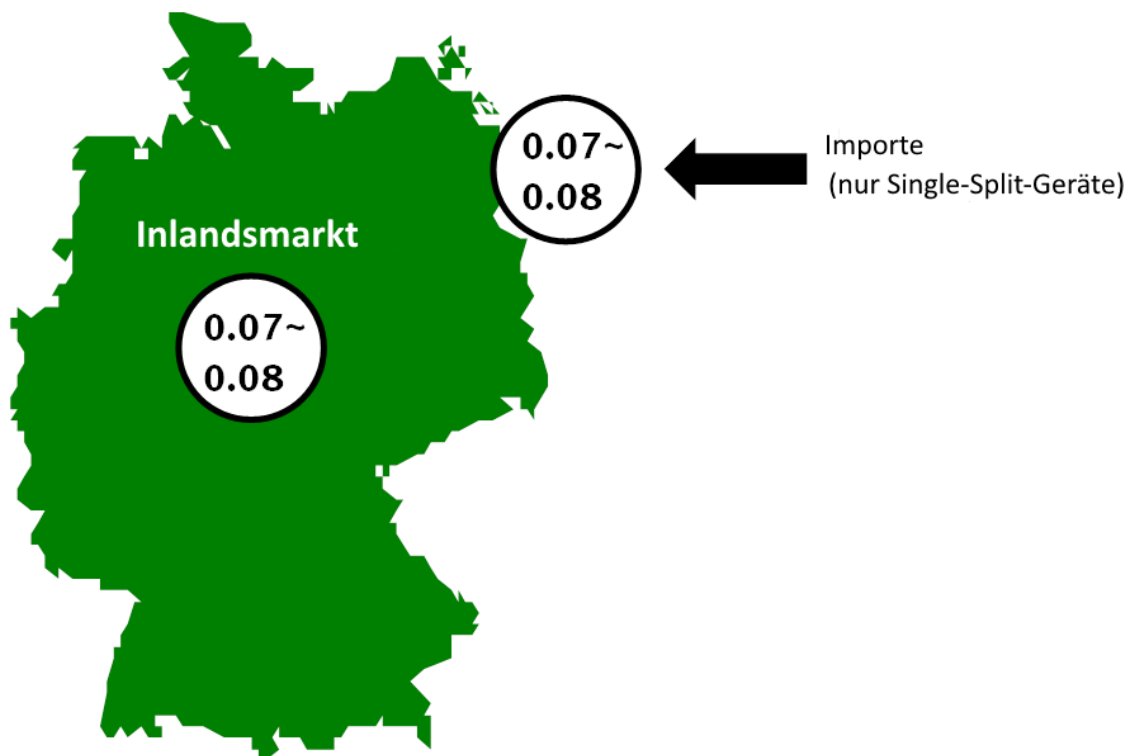
¹² Die Nachfragewerte für China fallen jedoch in den Daten von JRAIA deutlich geringer aus als bei JARN und BSRIA (siehe auch Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Für die Nachfrage in China wurden die Zahlen von JARN herangezogen, die zwischen den Schätzungen von JRAIA und BSRIA liegen.

2.4.2 Deutschland

2.4.2.1 Marktvolumen und Trends

Verglichen mit anderen Ländern der Welt ist der deutsche Markt für Klimageräte mit rund 190.000 verkauften Einheiten pro Jahr relativ klein (2012: ca. 190.000 Einheiten¹³; 2013: ca. 185.000 Einheiten¹⁴). Der Marktwert lag 2014 bei rund 380 Mio. US-Dollar.¹⁵ Rund 70.000–80.000 der nachgefragten Geräte in Deutschland sind Single-Split-Klimageräte.¹⁶ Diese Zahlen wurden von deutschen Klimatechnikexperten bestätigt. Abbildung 7 zeigt den Marktüberblick für 2014. Eine weitere Produktgruppe mit einem ähnlichen Verkaufsvolumen (77.000 Einheiten) und recht stabilen Verkaufszahlen in den vergangenen Jahren bilden die beweglichen Klimageräte. Fensterklimageräte machen lediglich rund 5.000 Einheiten aus.¹⁷

Abbildung 7: Geschätztes Marktvolumen für Single-Split-Geräte in Millionen Einheiten, Deutschland, 2014



Source: JARN (2014); JRAIA (2015)

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von JARN (2014) und JRAIA (2015)

¹³ JARN AC Special (2013)

¹⁴ JARN AC Special (2014)

¹⁵ JARN AC Special (2013–2015)

¹⁶ JARN AC Special (2013, 2014); http://www.jraia.or.jp/download/e-book/airacon2015/e-book_worldair.pdf / <https://www.jraia.or.jp/english/statistics/index.html>

¹⁷ JARN AC Special (2013–2015)

2.4.2.2 Heimischer Markt und Marktsättigung

Die Marktdurchdringung bei Klimageräten für Privathaushalte (< 5 %) ist deutlich geringer als im Gewerbesektor (Marktdurchdringung von 60 %).¹⁸ Zentrale Klimaanlage sind in Deutschland weit verbreitet (Flüssigkeitskühler mit angeschlossenem Kaltwassersystem als Trägermedium). Dennoch wird trotz des relativ kleinen Marktes in Deutschland die Gesamtzahl der installierten Einheiten voraussichtlich bis 2040 auf 2,8 Millionen steigen (UBA 2014). Die Zukunftsschätzungen wurden von den bisherigen Wachstumsraten abgeleitet. Höhere Sommertemperaturen sowie extrem heiße Perioden im Sommer (Zacharias et al. 2014) können ebenfalls zu dem voraussichtlichen Wachstum beitragen.

Die am deutschen Markt verkauften Split-Geräte sind überwiegend mit Invertern ausgestattet¹⁹, ein Trend, der zu einem gewissen Grad durch die Ökodesign-Richtlinie befördert wird.²⁰ Die meisten am deutschen Markt erhältlichen Geräte verfügen auch über eine Wärmepumpenschaltung.²¹ Viele Geräte verfügen zudem über Merkmale wie Biofilter und Luftreiniger sowie über Techniken zur Luftentfeuchtung.

2.4.2.3 Hersteller und Produkte

Hersteller

Der deutsche Markt wird dominiert von Importen, beispielsweise aus anderen EU-Mitgliedsstaaten, China, Japan und Südkorea.²² Tabelle 3 enthält eine Liste der vorherrschenden Lieferanten.

Tabelle 3: Wichtige Lieferanten am deutschen Markt für Single-Split-Klimageräte (2014)

Marke
Daikin
Mitsubishi Electric
Mitsubishi Heavy Industries
Midea
Fujitsu
Panasonic
Samsung
LG
Stiebel Eltron

Produkte

Tabelle 4 und Tabelle 5 geben einen Überblick über am deutschen Markt für Single-Split-Geräte erhältliche energieeffiziente Produkte²³ mit einer Nennkühlleistung (RCC) von 2,5 kW bzw. 3,5 kW.

¹⁸ JARN AC Special (2014)

¹⁹ Holley BSRIA (2014), Präsentation „Global Trends in Air Conditioning“, Chillventa, Deutschland.

²⁰ JARN AC Special (2015)

²¹ Laut Überprüfung der Produktspezifikationen von 50 am deutschen Markt erhältlichen Modellen von 11 Marken.

²² JARN AC Special (2014)

²³ <http://www.Topten.eu>; Stiftung Warentest 06/2014

Tabelle 4: Ausgewählte in Deutschland erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 2,5 kW)

Technische Daten	Daikin	Mitsubishi Electric	LG	Stiebel Eltron CAWR 25	Ineffizientes Modell
Modell Innengerät	FTXZ25N	MSZ-FH25VE	H09AK	ACW 25 exklusiv	
Modell Außengerät	RXZ25N	MUZ-FH25VE	H09AK	CUR 25 exklusiv	
Ranking topten.eu, ≤ 3.000 kW*	2	5	6	9	
Inverter	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kühlleistung (kW)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Heizleistung (kW)	3,6	3,2	3,2	2,4	2,0
SEER (Kühlung)	9,5	9,1	8,9	8,5	5,1
SCOP (Heizung)	5,9	5,1	5,3	4,7	3,8
Jahresstromverbrauch (kWh; Kühlung/Heizung)**	92/831	96/819	99/846	103/716	171/736
Kältemittel	R32	R410A	R410A	R410A	R410A
Preis (USD)***	3.650	2.800	1.300	2.600	k. A.****

* Produktinformationen von <http://www.topten.eu>, Stand 28. Okt. 2014.

** Schätzung mit 350 Stunden Kühlung (~ 14 Tage) und 1.400 Stunden Heizung (~ 58 Tage) pro Jahr (Durchschnitt für Klimazone).

*** 1 USD = 0,9183 EUR (Apr. 2015)

**** k. A.: keine Angabe

Tabelle 5: Ausgewählte in Deutschland erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 3,5 kW)

Technische Daten	Daikin	Toshiba	Mitsubishi Electric	Mitsubishi Electric	Ineffizientes Modell
Modell Innengerät	FTXZ35N	RAS-13G2KVP-E	MSZ-FH25VE	MSZ-EF35VE (W/B/S)	–
Modell Außengerät	RXZ35N	RAS-13G2AVP-E	MSZ-FH35VE	MUZ-EF35VE	–
Ranking topten.eu, 3.001–4.000 kW*	2	4	5	10	–
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	–
Kühlleistung (kW)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Heizleistung (kW)	3,0	4,0	4,0	4,0	2,6
SEER (Kühlung)	9,0	8,9	8,9	8,5	4,7
SCOP (Heizung)	5,7	5,1	5,1	4,5	3,5
Jahresstromverbrauch (kWh; Kühlung/Heizung)	136/1.100	144/882	138/988	144/882	266/1.060
Kältemittel	R32	R410A	R410A	R410A	R410A

* Produktinformationen von <http://www.topten.eu>, Stand 28. Okt. 2014.

** Schätzung mit 350 Stunden Kühlung (~ 14 Tage) und 1.400 Stunden Heizung (~ 58 Tage) pro Jahr (Durchschnitt für Klimazone).

2.4.3 China

2.4.3.1 Marktvolumen und Trends

Mit 80–90 % der weltweiten Gesamtproduktion an Klimageräten ist China bei weitem der größte Akteur im Bereich Klimageräte. Die Raumklimageräteproduktion ist beständig gestiegen und die Inlandsverkäufe haben sich seit Mitte der 2000er-Jahre mehr als verdoppelt. Sie liegen heute bei über 45 Mio. verkauften Einheiten pro Jahr.²⁴ Single-Split-Geräte machen als vorherrschende Produktgruppe über 98 % der Inlandsverkäufe aus.²⁵ Der Marktwert für Single-Split-Klimageräte liegt in der Größenordnung von 23,5 Mrd. US-Dollar (Jahr 2013).²⁶

Inlandsverkaufszahlen und Exporte sind in Abbildung 8 aufgeführt. Sofern nicht anders angegeben, zeigen die Zahlen in den Kreisen die Inlandsverkaufszahlen für Kanalsysteme und kanalfreie Klimageräte an.

Innerhalb des Landes liegt der größte Markt im Osten mit seiner Konzentration zahlreicher urbaner Regionen. Zusammen mit den beträchtlichen Exporten produzieren chinesische Hersteller etwa 80–90 Mio. Einheiten jährlich (2013/2014).²⁷ Die Produktionskapazitäten sind mit über 125 Mio. Einheiten jährlich sogar noch höher.²⁸ Die Importzahlen sind mit rund 50.000 Einheiten pro Jahr unerheblich.²⁹

²⁴ JARN AC Special (2005); BSRIA Splits Systems China Report (2014)

²⁵ BSRIA Splits Systems China Report (2014)

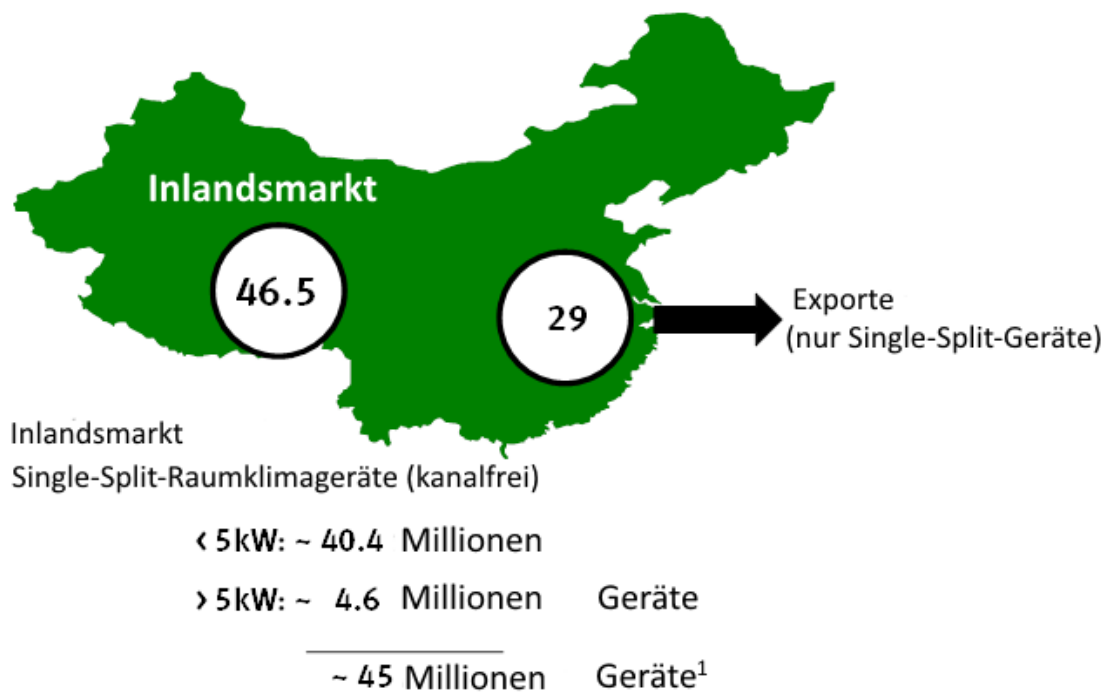
²⁶ BSRIA Splits Systems China Report (2014)

²⁷ JARN AC Special 2014; BSRIA Splits Systems China Report (2014)

²⁸ Green Cooling Initiative: www.green-cooling.org

²⁹ BSRIA China Minisplits, Windows & Movables Report (2007); BSRIA Splits Systems China Report (2014)

Abbildung 8: Markt für Single-Split-Klimageräte in China 2013



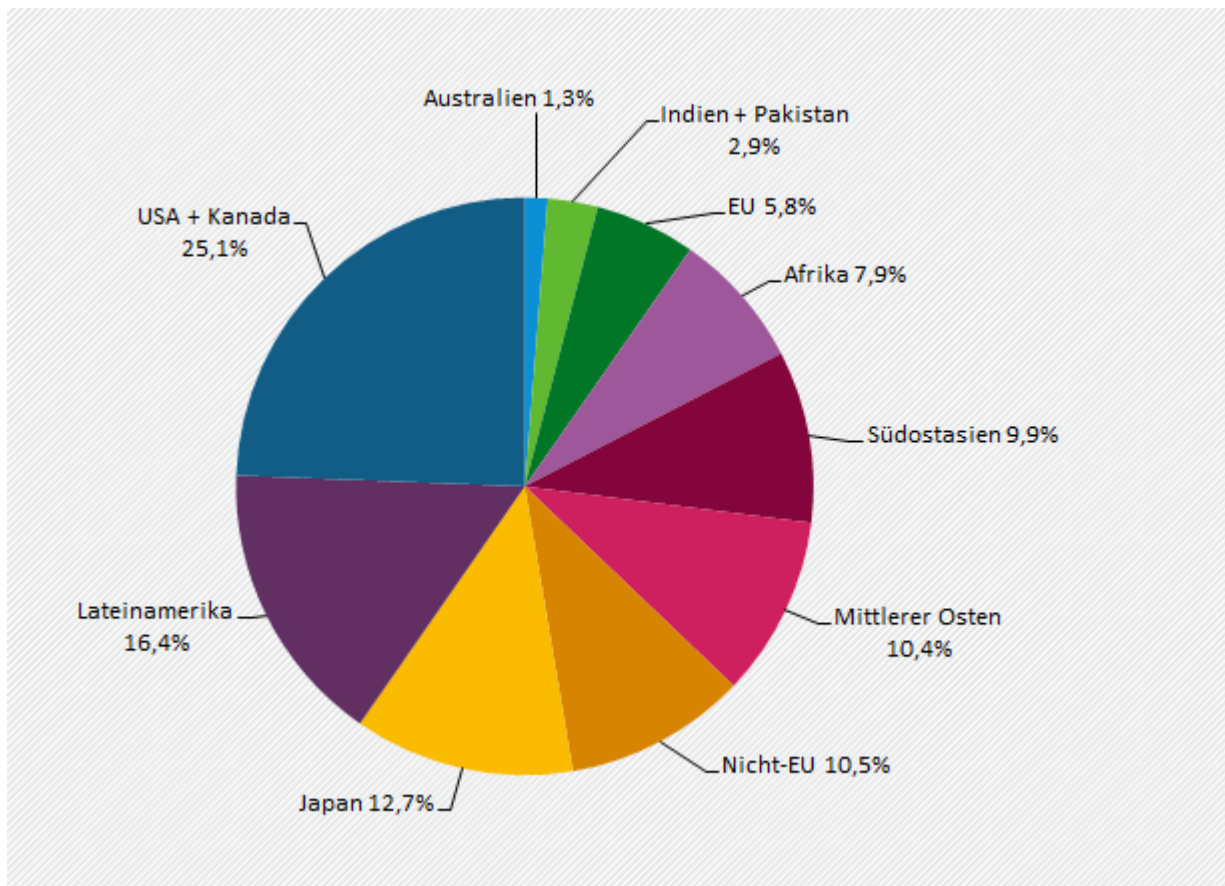
Source: BSRIA (2014)

¹Geräte mit Wärmepumpenschaltung machen ~ 98 % aus.

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von BSRIA (2014)

Merkmale und Vielfalt der für den Export bestimmten Klimageräte weichen von den am heimischen Markt verkauften Geräten ab. Während Single-Split-Klimageräte den Inlandmarkt dominieren, umfassen die Exportgeräte auch Kompaktklimageräte wie Fensterklimageräte und in geringerem Maße bewegliche Geräte. Regionen/Länder, die chinesische Raumklimageräte importieren, sind in Abbildung 9 aufgeführt.

Abbildung 9: Prozentualer Anteil der aus China exportierten Klimageräte 2013



Quelle: JARN (2014)

Die Abbildung zeigt die prozentualen Anteile der gesamten chinesischen Exporte. Führende Exportmärkte sind demnach die USA, Japan und Lateinamerika.³⁰ Die Klimageräte werden an die jeweiligen Anforderungen angepasst.³¹ In den Nahen Osten, nach Südostasien und nach Afrika geht mit jeweils rund 10 % ein geringerer Anteil der Exporte.

2.4.3.2 Heimischer Markt und Marktsättigung

Im Durchschnitt sind etwa 50 % der privaten chinesischen Haushalte mit einem Klimagerät ausgestattet, der Wert im Gewerbesektor ist ähnlich hoch.³² In ländlichen Gebieten lag der Anteil 2012 bei 20–25 %.³³ In urbanen Gebieten verfügt ein Haushalt durchschnittlich über 1,4 Klimageräte.³⁴ Damit weist China unter den aufstrebenden Märkten Asiens eine der höchsten Marktdurchdringungen bei Klimageräten auf und insbesondere die Gebiete im Landesinneren holen auf. Raumklimageräte werden für einen breiteren Kundenstamm immer erschwinglicher. Die Marktdurchdringung bei Raumklimageräten wurde zudem durch das nach fünf Jahren am 31. Januar 2013 ausgelaufene chinesische Regierungsprogramm „Hausgeräte für den ländlichen Raum“ gefördert.³⁵

³⁰ JARN AC Special (2014)

³¹ Verschiedene Quellen

³² BSRIA Splits Systems China Report (2014)

³³ JARN AC Special (2013)

³⁴ JARN AC Special (2014)

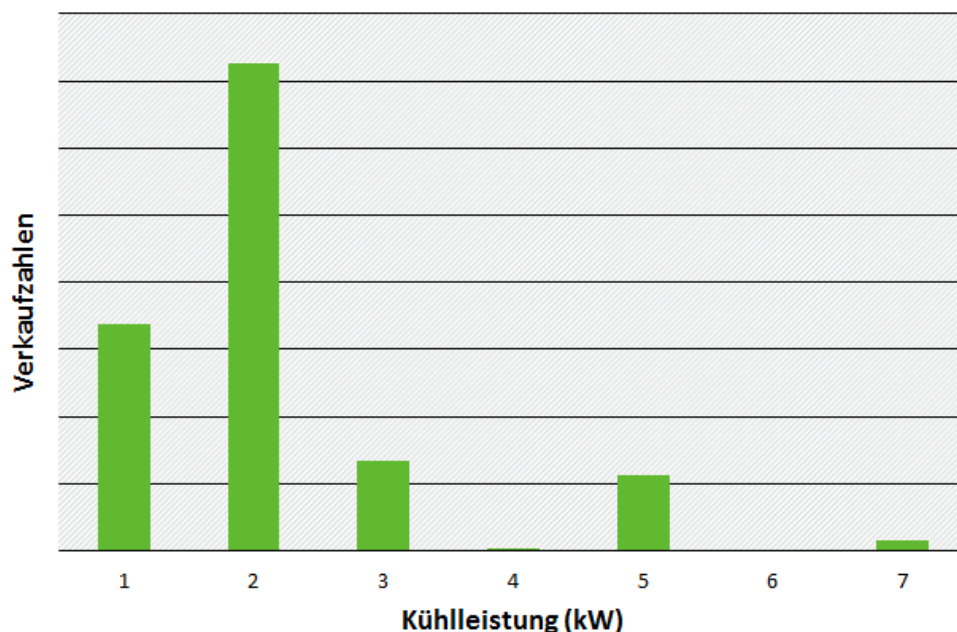
³⁵ http://www.chinadaily.com.cn/business/2013-01/08/content_16094148.htm

Chinas Marktinfrastuktur und Kundenreichweite sind auch im Klimagerätesektor vielfältiger geworden (E-Commerce etc.).³⁶ Das Marktwachstum von schätzungsweise 8–9 % zwischen 2012 und 2013 wurde auch durch den Verkauf von High-End-Produkten befördert.³⁷

Die bei den Verbrauchern bevorzugten Raumklimageräte sind Split-Systeme (Single- und Multi-Splits) mit Kühlleistungen von maximal 5 kW (Abbildung 10). Am Inlandsmarkt wurden 2013 über 45 Mio. Raumklimageräte verkauft (siehe Abbildung 8). Abbildung 3 enthält eine detailliertere Aufschlüsselung der verkauften Einheiten. Die Mehrzahl der verkauften Raumklimageräte hat eine Wärmefunktion, verfügt also über eine Wärmepumpe, da diese Geräte nicht viel teurer sind als solche, die nur die Kühlfunktion haben. Reine Kühlgeräte finden sich überwiegend im subtropischen Südosten Chinas (ca. 1,5 Mio. verkaufte reine Kühlgeräte jährlich) mit milden Wintern und heißen Sommern.³⁸

Raumklimageräte mit energieeffizienter Inverter-Technik machen derzeit rund 50 % der jährlichen Verkaufszahlen in China aus.³⁹ Die Nachfrage nach dieser Technik ist seit 2008 deutlich gestiegen, als sie noch unter 10 % lag. Raumklimageräte mit Inverter-Technik wurden durch Regierungsprogramme und Richtlinien gefördert.⁴⁰ Es ist zu erwarten, dass die Inverter-Technik im Klimagerätesektor üblich werden wird. Hohe Investitionen, die in der Vergangenheit ein Hindernis darstellten, sind in Anbetracht von Skaleneffekten von untergeordneter Bedeutung. Für weitere Informationen zur Inverter-Technik siehe Kapitel 2.5.2.2.

Abbildung 10: Verteilung des jährlichen Verkaufs von Klimageräten nach Kühlleistung (China)⁴¹



Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von CHEAA (2013)

³⁶ JARN AC Special (2014)

³⁷ JARN AC Special (2014)

³⁸ BSRIA Splits Systems China Report (2014)

³⁹ BSRIA Splits Systems China Report (2014)

⁴⁰ <http://www.researchinchina.com/FreeReport/PdfFile/634454701549671250.pdf>

⁴¹ Die Y-Achse kommt bewusst ohne absolute Werte aus, da der Fokus bei dieser Grafik auf der Verteilung der Kühlleistung liegt und der Bericht aktuellere Verkaufszahlen enthält.

2.4.3.3 Hersteller und Produkte

Hersteller

Führende Hersteller am chinesischen Markt für Raumklimageräte sind (in absteigender Reihenfolge) Gree, Midea und Haier mit einem geschätzten gemeinsamen Marktanteil von 60 % in China⁴² (siehe Tabelle 6).⁴³ Alle drei gemeinsam verfügen über Produktionskapazitäten im Land von über 100 Mio. und sind auch auf internationalen Märkten vertreten.⁴⁴ Der chinesische Markt wird überwiegend von einheimischen Herstellern beherrscht. Weitere nennenswerte chinesische Hersteller von Single-Split-Geräten sind Hisense, AUX und Chigo. Führende ausländische Hersteller sind beispielsweise Daikin und Mitsubishi Electric aus Japan und LG aus Südkorea. Die ausländischen Hersteller konzentrieren sich vor allem auf das Marktsegment für High-End-Geräte.⁴⁵

Tabelle 6: Führende Hersteller am chinesischen Markt für Single-Split-Klimageräte (2013)

Hersteller < 5 kW	Hersteller > 5 kW
Gree	Gree
Midea	Midea
Haier	Haier
Hisense	Chigo
AUX	AUX
Chigo	Hisense
Panasonic	Mitsubishi Electric
Daikin	Daikin
Mitsubishi Electric	Panasonic
LG	LG
	Samsung

Reihenfolge absteigend nach Marktanteil.

Quelle: BSRIA (2015)

Produkte

Tabelle 7 und Tabelle 8 geben einen Überblick über am chinesischen Markt für Single-Split-Geräte erhältliche energieeffiziente Produkte⁴⁶ mit einer Nennkühlleistung (RCC) von 2,5 kW bzw. 3,5 kW.

⁴² JARN AC Special (2014)

⁴³ BSRIA Splits Systems China Report (2014)

⁴⁴ <http://www.green-cooling.org>

⁴⁵ JARN AC Special (2014)

⁴⁶ <http://www.top10.cn>

Tabelle 7: Ausgewählte in China erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 2,5 kW)

Technische Daten	Mitsubishi	Haier	Midea	Panasonic	Ineffizientes Modell
Modell	MSZ-PZHJ09VA	KFR-26GW/05 SDA21A	KFR-26GW/BP3DN1Y-B201(A1)	KFR-26GW/BpHH1	–
Ranking Top10 China, ≤ 2.800 kW*	1	4	6	9	–
Inverter	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kühlleistung (kW)	2,60	2,60	2,60	2,60	2,50
Heizleistung (kW)	3,65	4,00	4,20	3,50	3,20
SEER (Wh/Wh)	5,45	4,80	4,77	4,66	3,68
Jahreszeitbedingter Verbrauch (kWh; Kühlung/Heizung)	269/187	295/222	293/227	316/218	380/270
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	k. A.**
Preis (USD)***	1.520	680	710	970	k. A.**

* Produktinformationen von <http://www.top10.cn>, Stand 2. März 2015.

** k. A.: keine Angabe

*** 1 USD = 6,20 CNY (Apr. 2014)

Tabelle 8: Ausgewählte in China erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 3,5 kW)

Technische Daten	Mitsubishi	Midea	Daikin	Panasonic	Ineffizientes Modell
Modell	MSZ-PZHJ12VA	KFR-35GW / BP3DN1Y-HB201(A1)	FTXF135NC-W	KFR-36GW / BpHH1	–
Ranking Top10 China, 2.801–4.500 kW*	1	4	8	11	–
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kühlleistung (kW)	3,60	3,50	3,50	3,60	3,20
Heizleistung (kW)	4,50	4,40	4,20	4,50	4,10
SEER (Wh/Wh)	4,80	4,73	4,65	4,62	3,50
Jahreszeitbedingter Verbrauch (kWh; Kühlung/Heizung)	414/301	391/315	415/300	431/312	484/376
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	k. A.**
Preis (USD)***	1.160	920	870	970	k. A.**

* Produktinformationen von <http://www.top10.cn>, Stand 2. März 2015.

** k. A.: keine Angabe

*** 1 USD = 6,20 CNY (Apr. 2014)

2.4.4 Indien

2.4.4.1 Marktvolumen und Trends

Der indische Markt für Klimageräte hat trotz der großen Bevölkerung und des heißen Klimas in der Vergangenheit das erwartete Potenzial nicht voll ausgeschöpft. Nichtsdestotrotz sind die Verkaufszahlen für Klimageräte in den vergangenen 10 Jahren auf fast das Dreifache gestiegen.⁴⁷ 2014 wurden am heimischen Markt fast 3,8 Mio. Klimageräte verkauft (alle Klimageräte, nicht nur Split-Systeme). Single-Split-Klimageräte haben in den vergangenen Jahren stetig Marktanteile gewonnen und übersteigen nun deutlich den Anteil der Fensterklimageräte (bewegliche Geräte haben keine Bedeutung). Der Anteil der Single-Split-Klimageräte hat 2013⁴⁸ und 2014⁴⁹ jeweils 80 % des Gesamtabsatzes erreicht. Wesentliche Gründe für den wachsenden Markt sind der wachsende Wohlstand und das steigende Einkommen der indischen Bevölkerung. Im Allgemeinen sind Klimageräte in Indien relativ preiswert im Vergleich zu anderen Ländern, da indische Verbraucher in der Regel sehr preisbewusst sind. Günstige Klimageräte sind Spitzenreiter.⁵⁰ Der Marktwert für Single-Split-Klimageräte lag 2014 bei schätzungsweise 1,4 Mrd. US-Dollar.⁵¹

2008 machten Importe rund 50 % aus,⁵² 2014 waren es nur noch 20 %. In diesem Zeitraum hat die lokale Produktion zugenommen, mit verbesserten Lieferketten und einem Rückgang der Importe aus China. Die aktuellen Produktionskapazitäten liegen in der Größenordnung von schätzungsweise 10 Mio. Einheiten. Überschüssige Kapazitäten könnten dadurch bedingt sein, dass das Marktwachstum in der Vergangenheit hinter den Erwartungen lag.⁵³ Während 2008 1,5 Mio. Single-Split-Geräte produziert wurden, waren es 2014 fast 3 Mio. Geräte.⁵⁴ Abbildung 11 zeigt einen detaillierten Überblick über den Markt für Split-Geräte 2014 in Indien.

⁴⁷ BSRIA, JARN, JRAIA

⁴⁸ JARN AC Special (2014)

⁴⁹ JARN AC Special (2015)

⁵⁰ JARN AC Special (2015)

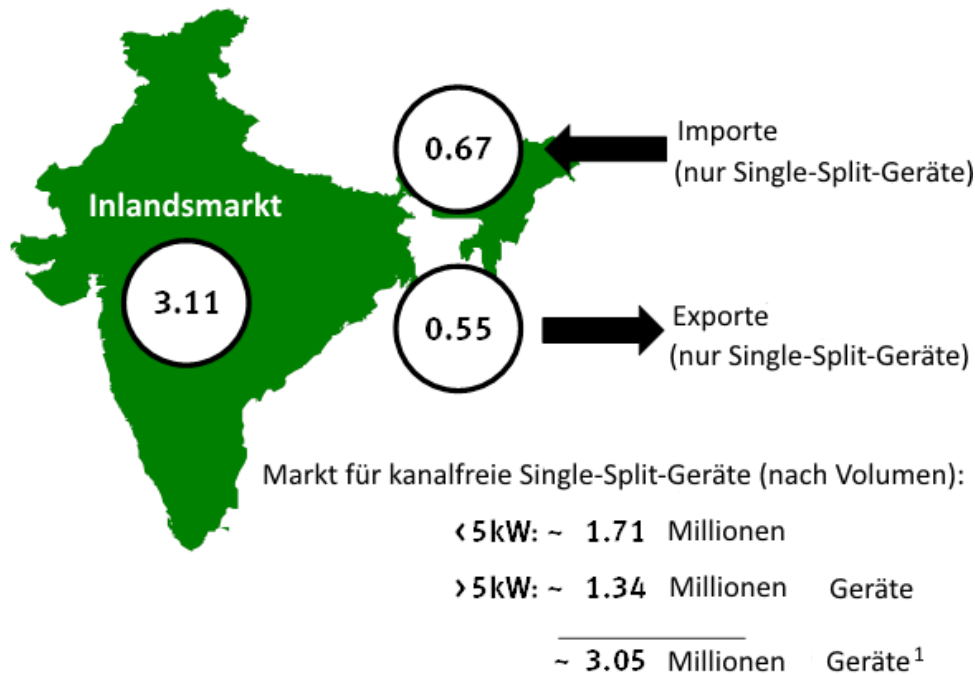
⁵¹ BSRIA India Splits Systems Report (2015)

⁵² BSRIA Air Conditioning Report Middle East, Africa and Indian Subcontinent (2009)

⁵³ <http://www.green-cooling-initiative.org>

⁵⁴ BSRIA Air Conditioning Report Middle East, Africa and Indian Subcontinent (2009), BSRIA India Splits Systems Report (2015)

Abbildung 11: Markt für Single-Split-Klimageräte, Indien, 2014



Source: BSRIA (2015)

¹Reine Kühlgeräte machen ~ 98 % aus.

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von BSRIA (2015)

2.4.4.2 Heimischer Markt und Marktsättigung

Die Marktdurchdringungsrate von Klimageräten in privaten Haushalten ist mit weniger als 5 % 2013/2014 relativ niedrig.⁵⁵ Im Gewerbesektor fällt sie mit über 70 % (2014) höher aus. Den überwiegenden Anteil der verkauften kanalfreien Single-Split-Geräte stellen reine Kühlgeräte, nur ein kleiner Teil verfügt über eine Wärmepumpenschaltung (reversible Geräte). Allerdings sind bei reversiblen Systemen Zuwachsraten im Norden Indiens zu beobachten. Während 2008 Geräte mit einer Kühlleistung von > 5 kW rund 80 % des Marktes ausmachten, haben inzwischen Geräte mit einer Kühlleistung von < 5 kW einen Anteil von über 50 % an den am indischen Markt verkauften kanalfreien Single-Split-Geräten. Multi-Split-Geräte sind nicht sehr gefragt und die Installation mehrerer Single-Split-Geräte ist eine günstigere Option. Die Verbraucher installieren nach wie vor selbst in großen Gebäuden lieber mehrere Single-Split-Geräte (2008, 2014).⁵⁶ Inverter-Klimageräte sind zwar 2013/2014 noch immer von untergeordneter Bedeutung, zeigen jedoch mit 25 % deutliche Wachstumsraten. Diese Entwicklung wird außerdem von der Politik durch immer strengere MEPS gefördert.⁵⁷

⁵⁵ JARN AC Special (2014); BSRIA Splits Systems India (2015)

⁵⁶ JARN, BSRIA (2008, 2015)

⁵⁷ JARN AC Special (2015)

2.4.4.3 Hersteller und Produkte

Hersteller

Chinesische Hersteller haben am indischen Markt nur einen geringen Anteil, während japanische und koreanische Hersteller sich in einem wettbewerbsintensiven Umfeld behaupten. Der indische Markt ist unter über 25 Anbietern aufgeteilt. Lokale Hersteller importieren in Indien häufig Komponenten wie Kompressoren für die Herstellung von Klimageräten (z. B. aus Thailand oder China).⁵⁸ Tabelle 9 zeigt die führenden Marken und Hersteller in Indien.

Tabelle 9: Führende Marken und Hersteller am indischen Markt für Single-Split-Klimageräte (2014)

Marke < 5 kW	Marke > 5 kW
Marktanteil > 85 %	
Voltas	LG
LG	Voltas
Samsung	Samsung
Blue Star	Daikin
Daikin	Blue Star
Hitachi	Hitachi
Panasonic	Panasonic
Toshiba	Toshiba
Carrier	Carrier
Godrej	Godrej
Onida	Onida
Marktanteil < 15 %	
Lloyd	General
General	Lloyd
Whirlpool	Sharp
Electrolux	Mitsubishi Electric
Videocon	Whirlpool
Andere	Andere

Reihenfolge absteigend nach Marktanteil.

Quelle: BSRIA (2015)

⁵⁸ JARN AC Special (2014)

Produkte

Das Indian Bureau of Energy Efficiency (BEE) führt eine Datenbank mit Informationen zu wichtigen Parametern für regelbare und nicht regelbare Single-Split-Klimageräte. Die meisten Geräte haben eine Kühlleistung von 3 kW bis 7 kW. Geräte unter 5 kW machen dabei weniger als 45 % aus.⁵⁹ Anders als in den Märkten in Thailand und Südkorea sind Geräte mit hoher Kühlleistung sehr selten. Der Anteil der Inverter bei den Geräten unter 5,3 kW liegt bei rund 6 %. Bei Geräten mit einer Kühlleistung über 5,3 kW liegt er mit 7 % nur geringfügig höher.

Tabelle 10 (~ 3.5 kW), Tabelle 11 (~ 5 kW) und Tabelle 12 (~ 7 kW) zeigen einen Überblick über die am indischen Markt für Single-Split-Geräte erhältlichen Produkte nach Kühlleistung.

Tabelle 10: Ausgewählte in Indien erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 3,5 kW)

Technische Daten	Hitachi	Sharp	Haier	LG	Godrej
Modell	RAU012HVEA	AH-XP10LV	HSU-12HQAB (R2DB)	BS-Q126B8R8	GSC 12 FG 6 BNG
Ranking Blog bijlibachao.com, ≤ 1 RT; $\leq 3,5$ kW	1	4	8	10	–
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Kühlleistung (kW)	3,56	2,81	3,50	3,40	3,38
Heizleistung (kW)	–	–	–	–	–
EER	4,00	3,82	3,54	3,47	3,70 ⁶⁰
Leistungsaufnahme (W)	890	945	990	1.320	912
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	R290
Preis (USD)**	770	440	630	620	690

* Produktinformationen von <http://www.bijlibachao.com>, Stand 5. Juni 2015.

** 1 USD = 62,89 INR (Apr. 2015)

⁵⁹ Dennoch werden am indischen Markt mehr Geräte mit einer Kühlleistung unter 5 kW verkauft.

⁶⁰ In einem Interview mit Godrej wurde ein EER von 3,9 genannt, der sich aber nicht in den Produktspezifikationen findet, Interview: <http://www.hydrocarbons21.com/articles/6286/godrej-forging-new-pathways-for-hydrocarbons-in-india-and-beyond>

Tabelle 11: Ausgewählte in Indien erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 5,3 kW)

Technische Daten	Hitachi	Hitachi	Sharp	Carrier	Godrej
Modell	RAU014CVEA	RAU019CVEA	AH-XP18PHT	Kurve Inverter (1.5T)	GSC 18 FG 6 BOG
Ranking Blog bijlibachao.com, $\leq 1,5$ RT; $\leq 5,3$ kW	1	4	8	10	–
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Kühlleistung (kW)*	4,2	5,5	5,3	5,3	5,00
Heizleistung (kW)	–	–	–	–	–
EER	4,00	3,83	3,66	3,57	3,70
Leistungsaufnahme (W)	1.045	1.448	1.440	1.478	1.351
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R22	R290
Preis (USD)**	790	890	690	690	770

* Produktinformationen von <http://www.bijlibachao.com>, Stand 5. Juni 2015.

** 1 USD = 62,89 INR (Apr. 2015)

Tabelle 12: Ausgewählte in Indien erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (RCC ~ 7 kW)

Technische Daten	Carrier	Hitachi	Carrier	Panasonic
Modell	Superia Plus K+ (2.0T)	RAU023EUEA	Kurve Inverter (2.0T)	CS-S24RKY
Ranking Blog bijlibachao.com, ≤ 2 RT; $\leq 7,03$ kW	1	4	8	10
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja
Kühlleistung (kW)*	7,0	6,8	7,0	6,0
Heizleistung (kW)	–	–	–	–
EER	3,61	3,55	3,48	3,30
Leistungsaufnahme (W)	1.947	1.930	2.020	1.820
Kältemittel	R410A	R410A	R22	R410A
Preis (USD)**	960	940	880	1.080

* Produktinformationen von <http://www.bijlibachao.com>, Stand 5. Juni 2015.

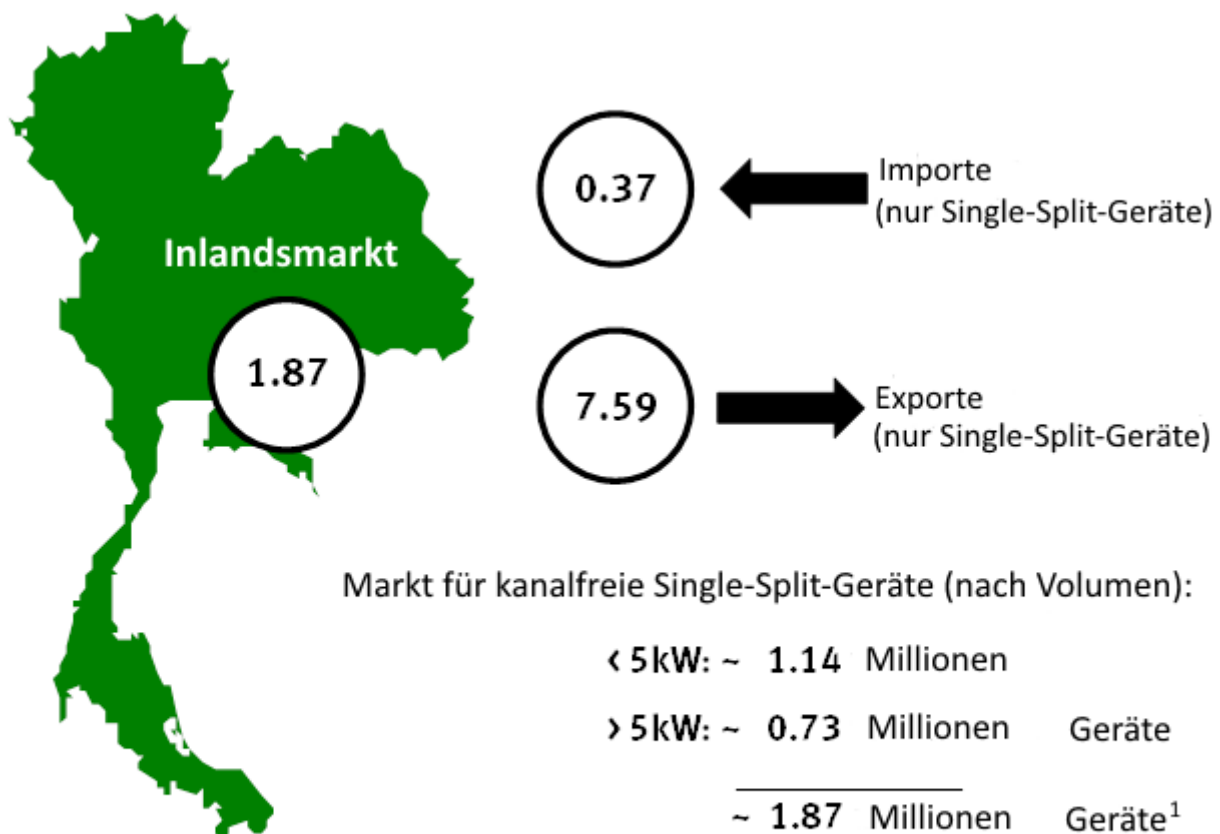
** 1 USD = 62,89 INR (Apr. 2015)

2.4.5 Thailand

2.4.5.1 Marktvolumen und Trends

Die Anzahl der für den Export produzierten Single-Split-Geräte beläuft sich auf das Vierfache der für den Inlandsmarkt produzierten Geräte (2014). Dem Verkauf von über 1,8 Mio. Geräten am heimischen Markt stehen über 7,5 Mio. exportierte Geräte gegenüber (Abbildung 12). Der Marktwert des Inlandsmarktes belief sich auf 830 Mio. US-Dollar. Der Absatz hat sich in den vergangenen 10 Jahren verdoppelt, wobei 50 % der Geräte zwischen 2011 und 2014 verkauft wurden.⁶¹ Wie in China haben manche Werke spezielle Abteilungen, die für bestimmte Auslandsmärkte produzieren. Die beiden Länder sind die größten Exportknoten in Asien. Die thailändische Produktion von Split-Geräten lag 2014 bei rund 9,1 Mio. Geräten. Die Marktdurchdringung von Klimageräten im Wohnungs- und Gewerbesektor ist mit mehr als 60 % relativ hoch.⁶²

Abbildung 12: Markt für Single-Split-Klimageräte, Thailand, 2014



Source: BSRIA (2015)

¹ Reine Kühlgeräte machen ~ 100% aus.

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von BSRIA (2015)

2.4.5.2 Heimischer Markt und Marktsättigung

Am Inlandsmarkt werden etwas mehr kleine Geräte (Kühlleistung < 5 kW) als große Geräte (Kühlleistung > 5 kW) verkauft. Der Markt besteht ausschließlich aus kanalfreien Single-Split-Kühlgeräten ohne

⁶¹ JARN AC Special (2006–2015)

⁶² BSRIA (2015) Thailand Splits Systems Report

Wärmepumpenschaltung. Die Marktdurchdringung von Invertern lag bei den Raumklimageräten 2014 bei 16 % und nimmt zu.⁶³

2.4.5.3 Hersteller und Produkte

Hersteller

Der thailändische Markt für kanalfreie Split-Klimageräte wird von japanischen und koreanischen Herstellern dominiert. Von diesen hatte Mitsubishi Electric 2014 einen Marktanteil von 30 % (Samsung 20 %, LG und Daikin 18 %) und ist seit vielen Jahren Marktführer.⁶⁴ Mitsubishi Electric stellt jährlich rund 3 Mio. Geräte für den thailändischen Markt und andere Überseemärkte her. Haier ist der einzige chinesische Hersteller mit einem höheren Marktanteil (Tabelle 13). Abgesehen von Panasonic und Hitachi haben alle wichtigen japanischen Hersteller Produktionsstandorte in Thailand. Die japanischen Hersteller konzentrieren sich auf die Platzierung von High-End-Inverter-Klimageräten auf dem Markt. Neben den großen asiatischen Anbietern existieren einige lokale Hersteller, die überwiegend Modelle im unteren Preissegment herstellen (Tabelle 14). Der thailändische Hersteller Saijo Denki wurde in den letzten Jahren mehrmals für seine energieeffizienten Produkte ausgezeichnet. Darüber hinaus exportiert er verstärkt in Überseemärkte wie Singapur.

Tabelle 13: Führende Hersteller und Marken am thailändischen Markt für Single-Split-Klimageräte (2014)

Marke < 5 kW	Marke > 5 kW
Marktanteil > 85 %	
Mitsubishi Electric	Mitsubishi Electric
Samsung	Samsung
LG	Daikin
Daikin	LG
Panasonic	Panasonic
MHI	MHI
Haier	Toshiba Carrier
Hitachi	Haier
Trane	Trane
York	York
Marktanteil < 15 %	
Toshiba Carrier	Hitachi
Fujitsu	Uni Aire
Uni Aire	Fujitsu
Hyundai	Hyundai
Andere	Andere

Reihenfolge absteigend nach Marktanteil.

Quelle: BSRIA (2015)

⁶³ JARN AC Special (2015)

⁶⁴ JARN AC Special (2015)

Tabelle 14: Thailändische Hersteller und Marken (alphabetisch geordnet)

Marke < 5 kW
Central Air
Daisenko
Eminent
Mitsui
Saijo Denki
Star-Aire
Tasaki
Uni-Aire
Unico (Amena)

Quelle: BSRIA (2015)

Produkte

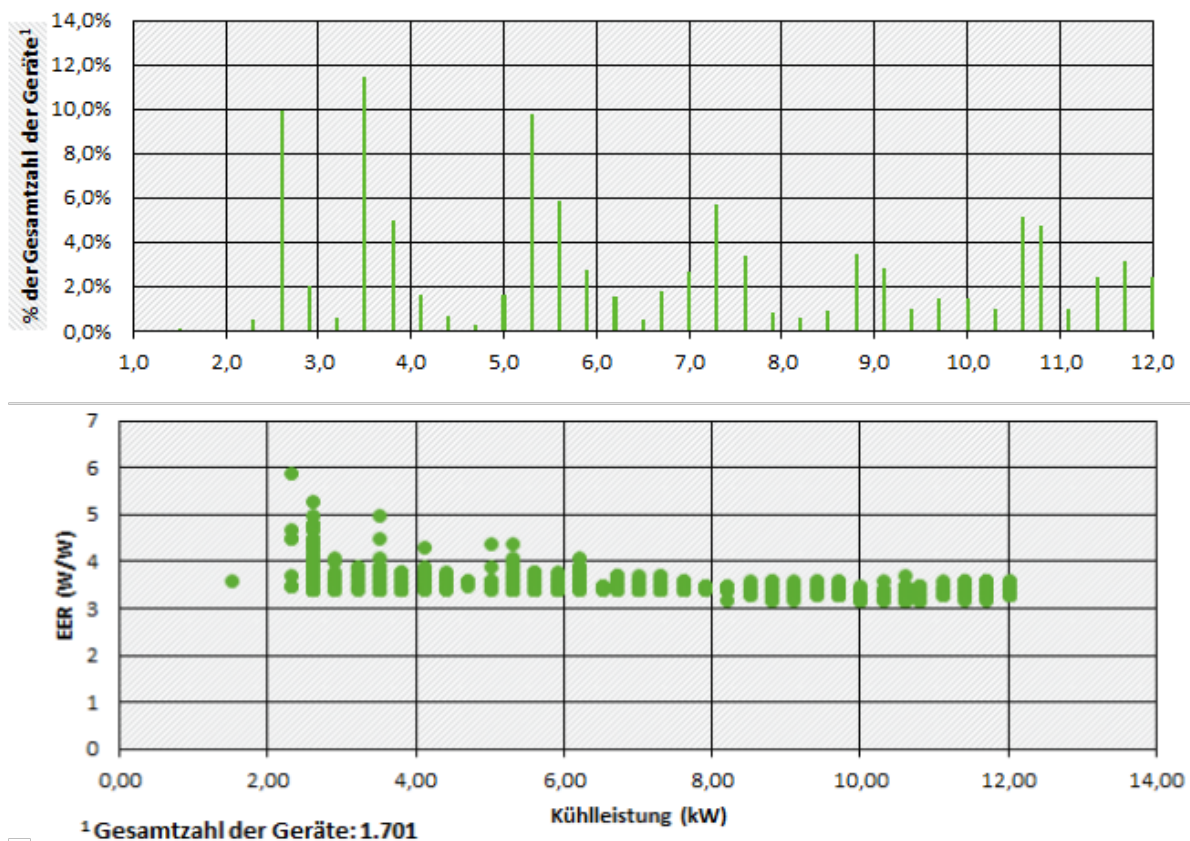
In Abbildung 13 werden die Anteile der thailändischen Produkte mit dem Label Nummer 5 (EGAT) sowie die entsprechenden Energieeffizienzen für verschiedene Kühlleistungen dargestellt.

Es gibt zwar mehr Geräte mit relativ niedriger Leistung (< 6 kW) auf dem Markt, doch ist die gesamte Spannbreite von bis zu 12 kW ebenso vertreten. Geräte mit einer Kühlleistung bis 5,3 kW machen 40 % aus.

Geräte mit niedriger bis mittlerer Kühlleistung zeigen die höchste Energieeffizienz. Der Anteil der Inverter-Geräte an diesen Geräten liegt bei 26 %.⁶⁵ Bei Geräten über 5,3 kW ist der Anteil der Inverter-Geräte mit rund 9 % deutlich geringer.

⁶⁵ Dieser Anteil bezieht sich auf Geräte und weicht von der Marktdurchdringung der Inverter-Technik ab.

Abbildung 13: Anteil der Raumklimageräte am thailändischen Inlandsmarkt nach Kühlleistung und Energieeffizienz



Quelle: Auf Grundlage der Daten vom Thailand Environment Institute und EGAT

Tabelle 15 ($\leq 5,3$ kW) und Tabelle 16 ($> 5,3$ kW bis 12 kW) zeigen eine Reihe ausgewählter energieeffizienter High-End-Raumklimageräte mit ihren wichtigsten Leistungsparametern.

Tabelle 15: Ausgewählte in Thailand erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte ($\leq 5,3$ kW)

Technische Daten	Daikin	Mitsubishi Electric	Samsung	Daikin	Median
Modell	FTXZ09NV1S	MSZ-FK09VA-T1	AR10HVS DLWK	FTKS09HV2S	
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	
Kühlleistung (kW)*	2,3	2,6	2,6	2,3	3,5
Heizleistung (kW)	–	–	–	–	–
EER (W/W)	5,9	4,8	4,8	4,7	3,5
Leistungsaufnahme (W)	390	540	540	490	1.000
Jahresenergieverbrauch (kWh/a)	1.238	1.596	1.552	1.515	3.030
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	
Preis (USD)**	1.650	990	720	660	

* Kühlleistungen von BTU/hr in kW umgerechnet.

* 1 USD = 35,5863 THB (Dez. 2015)

Datenquelle: Thailand Environment Institute und EGAT

Tabelle 16: Ausgewählte in Thailand erhältliche energieeffiziente Single-Split-Geräte (5,3 kW bis 12 kW)

Technische Daten	Daikin	Samsung	Saijo Denki	LG	Median
Modell	FTKM24NV2S	AR24HVFSQLUR	SSC-18A-A-STGP1/SOR-18A-A-STGP1	I18B	
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	
Kühlleistung (kW)*	6,2	6,2	5,6	5,6	8,8
Heizleistung (kW)	–	–	–	–	–
EER (W/W)	4,1	3,9	3,8	3,8	3,4
Leistungsaufnahme (W)	1.510	1.590	1.470	1.470	2.590
Jahresenergieverbrauch (kWh/a)	4.340	4.670	4.410	4.200	7.700
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	

* Kühlleistungen von BTU/hr in kW umgerechnet.

Datenquelle: Thailand Environment Institute und EGAT

2.4.6 Südkorea

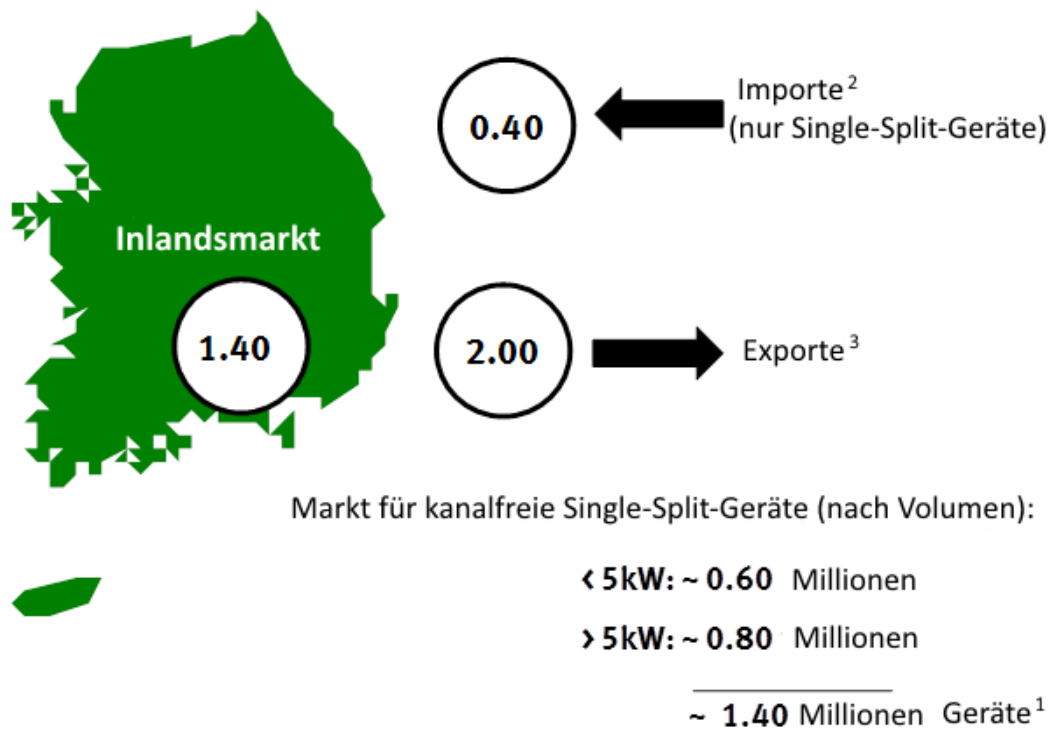
2.4.6.1 Marktvolumen und Trends

Der Markt für Raumklimageräte zeichnet sich dadurch aus, dass hier mittlere und hohe Kühlleistungen eine bedeutende Rolle spielen. Sie werden überwiegend für gewerbliche Zwecke eingesetzt und sind in der Regel frei stehende (überwiegend) und an der Decke aufgehängte Innengeräte, auch bezeichnet als PAC bzw. Monoblock-Klimageräte. Bei den Klimageräten mit geringer Kühlleistung handelt es sich überwiegend um wandmontierte Geräte. Die Verkaufszahlen (2014) werden mit 1,4 Mio. Geräten angegeben (Abbildung 14), davon ca. 0,8 Mio. Monoblock-Klimageräte (siehe auch Kapitel 2.4.6.3).⁶⁶ Das Importvolumen beträgt rund 0,4 Mio. Geräte, die Exporte bewegen sich in der Größenordnung von 2 Mio. Geräten. Die gesamte Klimageräteproduktion im Land liegt bei knapp 3 Mio. Geräten jährlich.⁶⁷

⁶⁶ JARN AC Special (2015)

⁶⁷ Daten bereitgestellt von KEITI

Abbildung 14: Markt für Single-Split-Klimageräte, Südkorea, 2014



Source: JARN (2014, 2015); Information provided by KEITI

¹ Geräte mit Wärmepumpenschaltung machen 7 % aus.

² 2013 aus China importierte Klimageräte

³ Beste Schätzung nach KEITI-Daten, kann einen kleinen Anteil Multi-Split-Geräte/VRF-Systeme enthalten

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von JARN (2014, 2015) und KEITI (direkt bereitgestellt)

2.4.6.2 Heimischer Markt und Marktsättigung

Koreanische Verbraucher bevorzugen heimische Produkte und der Markt scheint protektionistisch zu sein. Die Marktdurchdringung bei Klimageräten liegt bei 70 %. Der Anteil der Inverter-Geräte am Gesamtumsatz macht bei Geräten mit geringerer Leistung ca. 35 % aus, während er bei größeren Monoblockgeräten ca. 95 % beträgt.⁶⁸ Reversible Einheiten machen 7 % der Gesamtverkaufszahlen aus. Koreaner heizen ihre Wohnungen in der Regel mit einer Warmwasserfußbodenheizung (*Ondol*). Aufgrund von Energieknappheit und den Kostenvorteilen von Gas gegenüber Strom gewinnen gasbetriebene Klimageräte derzeit an Bedeutung.

2.4.6.3 Hersteller und Produkte

Hersteller

Mit einem gemeinsamen Marktanteil von 80 % dominieren Samsung und LG den südkoreanischen Inlandsmarkt. Diese Hersteller haben auch in anderen Märkten hohe Marktanteile (siehe auch Tabelle 9 und Tabelle 13). In Tabelle 17 sind die wichtigsten koreanischen Unternehmen sowie andere Hersteller und Marken aufgeführt.

⁶⁸ JARN AC Special (2015)

Tabelle 17: Südkoreanische Hersteller und Marken (alphabetisch geordnet)

Marke
CLK Corporation
Dayou Winia
LG
Samsung
Marktanteil: ~ 90 % (genannte Marken)

Produkte

Raumklimageräte mit Kühlleistungen über 5 kW haben in Südkorea einen deutlich höheren Marktanteil als in anderen Märkten. Abbildung 15 zeigt die Anteile der erhältlichen Produkte nach Kühlleistung sowie nach Energieeffizienz. Die Analyse basiert auf von KEITI bereitgestellten Daten mit Produktinformationen zu 1.518 Geräten, von denen 1.356 eine Kühlleistung von weniger als 12 kW hatten. Diese Produkte wurden zudem zwischen 2013 und 2015 nach dem bestehenden Kennzeichnungsprogramm registriert. Kleinere Geräte (bis 5,2 kW) machen nur 21 % des verfügbaren Produktangebotes aus. Die Mehrzahl der Geräte hat eine Kühlleistung über 5,2 kW. Der Bereich mit Kühlleistungen von 6 kW bis 7,2 kW dominiert mit 50 %.

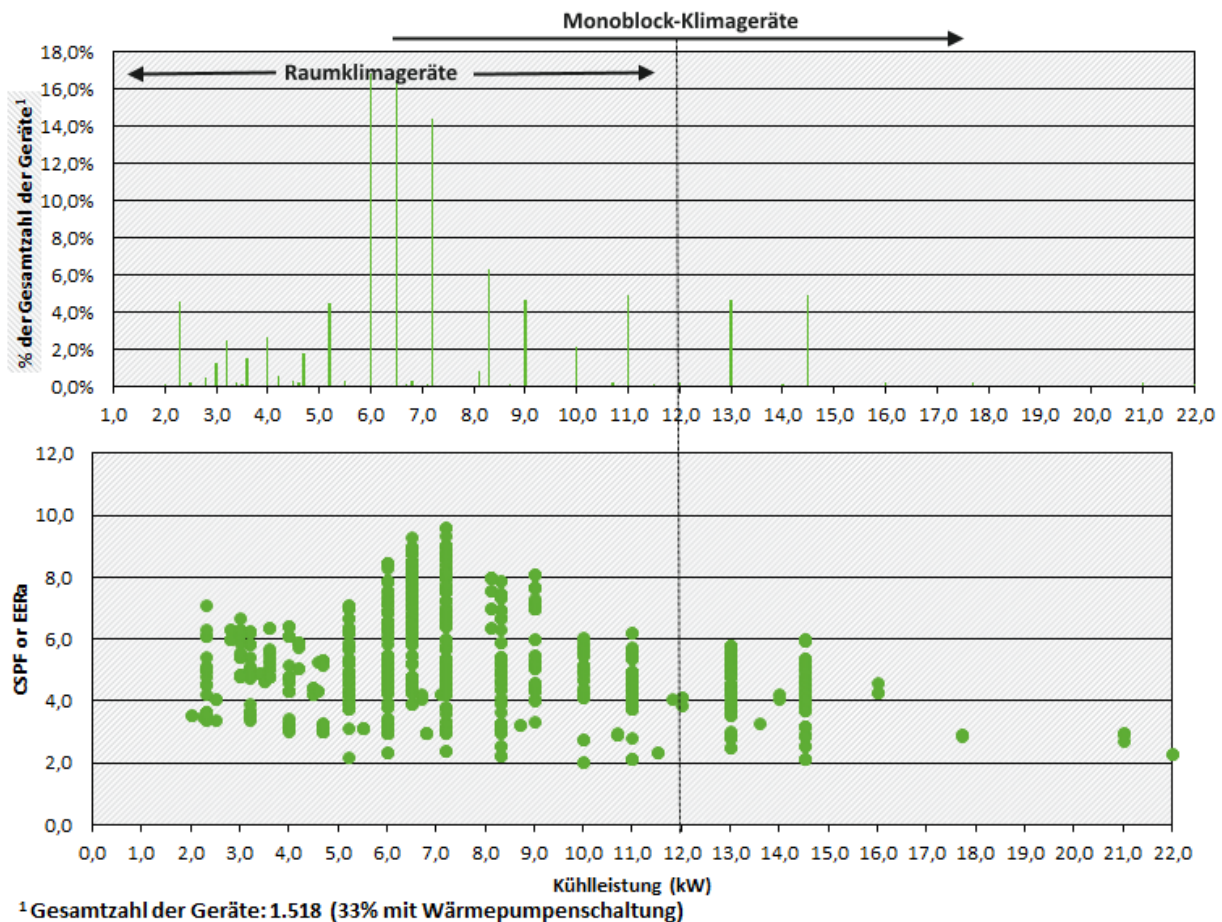
Geräte mit weniger als 12 kW Kühlleistung besitzen zu rund 28 % eine Wärmepumpenschaltung (33 % bis 22 kW Kühlleistung).⁶⁹ Der Markt beschränkt sich zudem nicht ausschließlich auf Inverter-Geräte.

Soweit ausreichende Informationen vorlagen, ergab eine Analyse der kleineren Geräte ($\leq 5,2$ kW), dass 44 % davon über Inverter-Technik verfügten. Bei den großen Geräten (5,2 bis 12 kW) lag der Anteil deutlich höher (90 %). Diese Zahlen korrespondieren mit den für den Inverter-Anteil am Inlandsmarkt berichteten Zahlen.

Interessanterweise ist in Korea der höchste Wirkungsgrad bei mittelgroßen Geräten mit Kühlleistungen von ca. 7 kW anzutreffen, anders als am europäischen Markt, wo kleinere Geräte die höchste Energieeffizienz aufweisen (siehe Kapitel 2.5.2.2).

⁶⁹ Dieser Anteil bezieht sich auf Geräte, nicht auf Verkaufszahlen.

Abbildung 15: Anteil der Raumklimageräte am südkoreanischen Inlandsmarkt nach Kühlleistung und Energieeffizienz



Quelle: Eigene Abbildung (HEAT); Datenquelle: KEITI (2016)

Tabelle 18 ($\leq 5,2$ kW) und Tabelle 19 (5,2 kW bis 12 kW) zeigen eine Reihe ausgewählter energieeffizienter High-End-Raumklimageräte mit ihren wichtigsten Leistungsparametern. Samsung und LG bieten die Geräte mit dem höchsten Wirkungsgrad an.

Tabelle 18: Ausgewählte in Südkorea erhältliche energieeffiziente Single-Split-Klimageräte mit Kühlleistungen $\leq 5,2$ kW

Technische Daten	Samsung	LG	Samsung	LG	Median
Modell	AR06HVAF1WK	SNQ071BS1W/S UQ071SA	AR10HVAD1W K	SNQ090BS1W/S UQ090SA	
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	k. A.
Kühlleistung (kW)	2,3	3,0	4,0	3,6	3,6
Heizleistung (kW)	–	–	–	–	–
CSPF oder EERa	7,11	6,71	6,43	6,36	4,42
Jahresenergieverbrauch (kWh/a)	105	145	202	184	293
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	k. A.
Preis (KRW)	k. A.	k. A.	691.000	650.000	605.000*
Preis (USD)*	k. A.	k. A.	620	580	540**

Diese Produkte sind im Energiekennzeichnungsprogramm registriert (2013–2015).

* 1 USD = 1176,471 KRW (Dez. 2015)

** Anhand der verfügbaren Preise für 117 Geräte mit einer Kühlleistung unter 5,2 kW.

Tabelle 19: Ausgewählte in Südkorea erhältliche energieeffiziente Single-Split-Klimageräte mit Kühlleistungen zwischen 5,2 kW und 12 kW

Technische Daten	Samsung	LG	Samsung	LG	Median
Modell	AF18J9970WW K	FNQ180PC1W / FUQ180CAU	AF18HVWD1D F	FNQ167PASW / FUQ167PAU	
Inverter?	Ja	Ja	Ja	Ja	
Kühlleistung (kW)	7,2	7,2	7,2	6,5	7,1
Heizleistung (kW)	–	–	–	–	–
CSPF oder EERa	9,60	9,35	9,05	9,01	6,01
Jahresenergieverbrauch (kWh/a)	243	250	258	234	379
Kältemittel	R410A	R410A	R410A	R410A	k. A.
Preis (KRW)	3.361.000	2.857.000	2.942.000	3.119.000	1.484.000 *
Preis (USD)*	2.990	2.540	2.620	2.780	1.330**

Diese Produkte sind im Energiekennzeichnungsprogramm registriert (2013–2015).

* 1 USD = 1176,471 KRW

** Anhand der verfügbaren Preise für 279 Geräte mit einer Kühlleistung von über 5,2 kW bis 12 kW.

2.5 Technologietrends

2.5.1 Kältemittel

Das am häufigsten für Raumklimageräte in asiatischen Ländern eingesetzte Kältemittel ist R22 (Chlordifluormethan; ODP = 0,055, GWP = 1.810⁷⁰). Gemäß den Verpflichtungen im Rahmen des Montrealer Protokolls⁷¹ wurden Managementpläne zum Ausstieg aus der Herstellung und Verwendung von HFCKW (HPMP) erstellt, die den Zeitplan für den Ausstieg aus der Herstellung und Verwendung von ozonabbauenden Substanzen (ODS) festlegen. Gemäß diesen Verpflichtungen wurden HFCKW zunehmend durch HFKW ersetzt, die zwar kein Ozonabbaupotential (ODP) besitzen, jedoch ein hohes Treibhauspotenzial (GWP). Zurzeit ist R410A mit einem GWP-Wert von 2.088 ein weit verbreitetes Ersatz-Kältemittel für R22. Neben seinem hohen GWP-Wert wurde R410A dafür kritisiert, dass es die Anlageneistung bei hohen Umgebungstemperaturen beeinträchtigt (Rajadhyaksa et al. 2014).

Aufgrund der aktuellen Klimadebatte sowie vor dem Hintergrund der geplanten schrittweisen Beschränkung von HFKW in der Europäischen Union (Verordnung (EU) Nr. 517/2014⁷²) und des kürzlich beschlossenen weltweiten schrittweisen Ausstiegs aus der Produktion und Verwendung von HFKW (Kigali-Abkommen zu HFKW – Änderung des Montrealer Protokolls) gibt es verstärkt Überlegungen und Anstrengungen, HFKW mit hohem GWP durch Kältemittel mit einem niedrigen GWP-Wert zu ersetzen. Für Single-Split-Klimageräte sind andere Tendenzen zu beobachten: Die europäischen Länder konzentrieren sich auf natürliche Kältemittel (z. B. Kohlenwasserstoffe) mit einem GWP unter 5, während einige asiatische Länder auf das Kältemittel R32 (GWP = 675) setzen. In einigen asiatischen Ländern wie etwa China besteht jedoch ebenfalls ein verstärktes Interesse an Kohlenwasserstofftechnik. Der japanische Klimagerätehersteller Daikin gibt seit September 2011 ausgewählte Patente zur Nutzung frei, um die R32-Technik zu fördern. Sowohl Kohlenwasserstoffe als auch R32 sind brennbare Kältemittel, die zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen erfordern. Aufgrund seines hohen GWP-Wertes ist das Kältemittel R32 vor dem Hintergrund der aktuellen Klimadebatte inakzeptabel. Darüber hinaus werden mit HFKW-Kältemitteln vorgefüllte importierte Klimageräte zu Konflikten mit den Anforderungen von Verordnung (EU) Nr. 517/2014 führen (siehe Kapitel 2.7). Das ist wichtig in Anbetracht der Tatsache, dass Deutschland ein reiner Importmarkt ist (siehe Kapitel 2.8.2).

Eine weitere kürzlich eingeführte Kältemittelgruppe sind ungesättigte HFKW (vermarktet als „Hydrofluorolefine“ (HFO)), die von den Unternehmen Honeywell, DuPont, Arkema sowie einigen japanischen Herstellern produziert und vermarktet werden. Diese Substanzen haben ein geringes GWP und können, wenn sie gemischt werden – selbst mit einigen herkömmlichen HFKW –, als „Drop-ins“ betrachtet werden. Das heißt, dass das System nicht wesentlich modifiziert werden muss, um es mit bestimmten Mischungen von HFKW und ungesättigten HFKW zu füllen.

Bestehende Studien zu ungesättigten HFKW (uHFKW) zeigen jedoch negative Umweltauswirkungen. Zum Beispiel ist bekannt, dass die Zersetzung von uHFKW in der Atmosphäre zur Bildung von Trifluoressigsäure (TFA) führt. TFA ist eine starke Säure mit Toxizität für bestimmte Organismen (Key et al. 1997) und hochgradig persistent, ohne bekannten Abbaumechanismus (Ellis et al. 2001). TFA kommt natürlich in sehr geringer Konzentration in den Ozeanen vor, aber nicht in Süßwasser oder anderen terrestrischen Ökosystemen (Christoph 2002). Während von herkömmlich verwendeten HFKW (z. B. R-134a) nur 10–20 % in TFA umgewandelt werden, sind es bei uHFKW-1234yf (dem gebräuchlichsten

⁷⁰ Alle angegebenen GWP-Werte nach: Vierter Sachstandsbericht des IPCC: Klimaänderung 2007 – Arbeitsgruppe I: Wissenschaftliche Grundlagen (Abschnitt 2.10.2, Direkte Treibhauspotenziale); https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html

⁷¹ <http://ozone.unep.org/en/treaties.php>

⁷² Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluoridierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006 (ABl. L 150 vom 20.05.2014, S. 195)

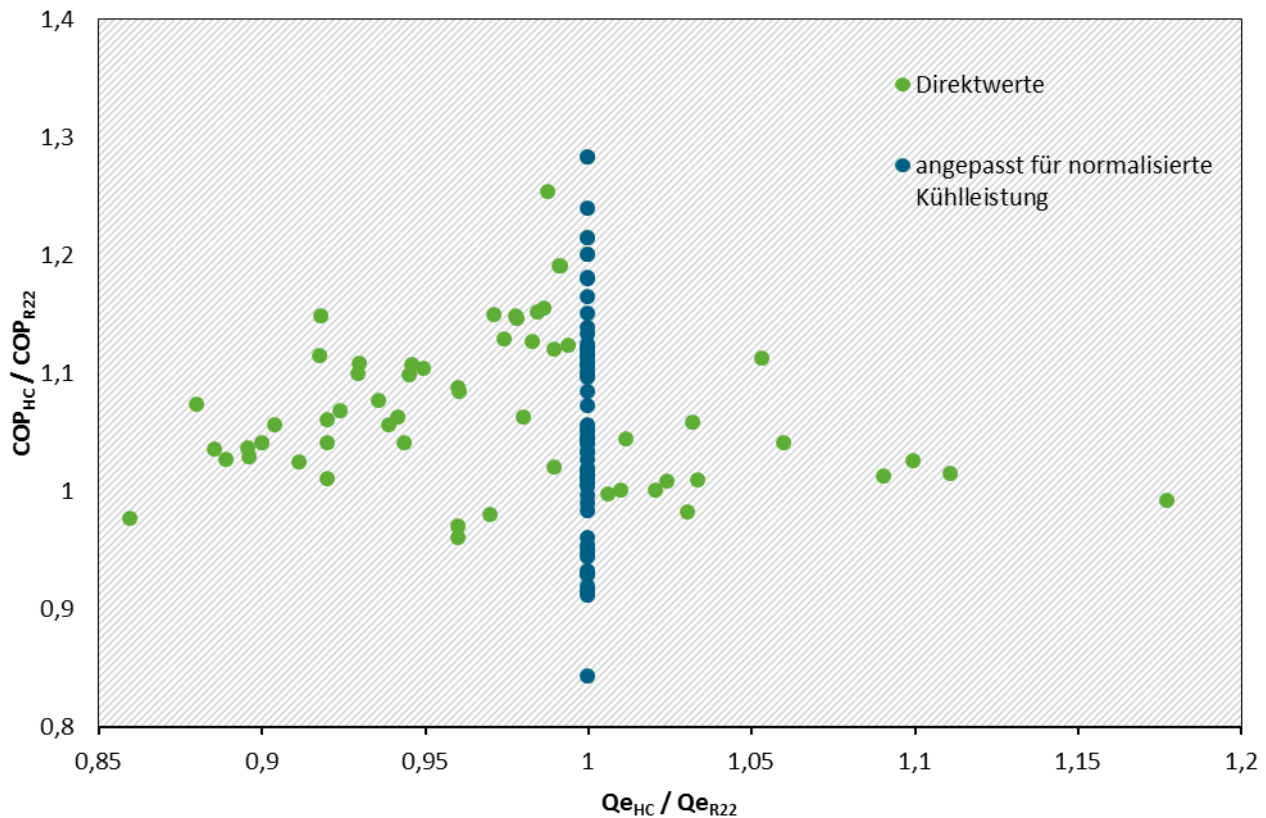
uHFKW) 100 %. Darüber hinaus kann die Verbrennung von uHFKW (z. B. bei Bränden oder Lötarbeiten) zur Bildung von Fluorwasserstoff und Carbonylfluorid führen (uHFKW-1234yf, Honeywell Materialsicherheitsdatenblatt (MSDS), 2014). Fluorwasserstoff ist hochgradig toxisch und korrosiv und kann zu schweren Verbrennungen oder Erblinden führen. Das Einatmen kann tödlich sein. Auch Carbonylfluorid ist eine hoch toxische Substanz. Sie hat eine NFPA-Kennzeichnung von 4 für die Gesundheitsgefahr (auf einer Skala von 0 bis 4⁷³) und kann bei Kontakt mit entsprechend hohen Konzentrationen für den Menschen tödlich sein. Ein weiterer Nachteil dieser patentierten Produkte, insbesondere für die Verwendung in Entwicklungsländern, sind die hohen Kosten von ungesättigten HFKW.

Einschlägige historische Belege haben gezeigt, welch massive negative Umweltauswirkungen unbedachte Maßnahmen wie das Ersetzen von ODS durch HFKW im Kälte- und Klimatisierungssektor haben können. Dieser Wechsel war eine bemerkenswerte konzertierte Aktion im Rahmen des Montrealer Protokolls zum Schutz der Ozonschicht. Allerdings wurden ODS überwiegend durch HFKW ersetzt, starke THG, die zum globalen Klimawandel beitragen. Nachdem das Ausmaß der Umweltauswirkungen realisiert wurde, gingen viele Länder dazu über, geplante Folgeschritte zu überspringen und direkt natürliche Kältemittel in Betracht zu ziehen.

Eine umweltfreundliche und nachhaltige Option stellen Kältemittel aus Kohlenwasserstoff (HC) dar. Kohlenwasserstoffe eignen sich besonders für kleine Geräte wie Raumklimageräte. Die Verwendung von Kohlenwasserstoffen gilt bei vielen anderen Kälteanwendungen wie Haushaltskühlgeräten (Isobutan, R600a) und frei stehenden gewerblichen Kühlgeräten (R290) als Stand der Technik. Neben den genannten Vorteilen bieten HC-Systeme aufgrund ihrer thermophysikalischen Eigenschaften häufig eine höhere Energieeffizienz (Godrej 2013, Haier 2013) und bleiben auch bei heißem Klima äußerst effizient (Rajadhyasha et al. 2014). Die Daten in Abbildung 16 fassen die Testergebnisse verschiedener veröffentlichter Studien zusammen, in denen R290 oder R1270 mit R22 in Raumklimageräten verglichen wurde. Die braunen Datenpunkte zeigen das Kühlleistungsverhältnis von R290 zu R22 (X-Achse) gegenüber dem COP-Verhältnis von R290 zu R22 (Y-Achse). Die gelben Datenpunkte zeigen dieselben Ergebnisse, jedoch mit für eine normalisierte Kühlleistung angepasstem COP-Verhältnis. Die geringere volumetrische Kälteleistung von R290 im Vergleich zu R22 kann zu einer geringeren Kühlleistung führen. Bei Erhöhung der Kühlleistung von R290 durch Steigerung des Fördervolumens mittels höherer Kompressordrehzahl kann wiederum der resultierende höhere Druckverlust den Wirkungsgrad beeinträchtigen. Um das zu berücksichtigen, werden die Leistungszahlen nach unten berichtigt. Insgesamt zeigte sich, dass rund 90 % der Tests höhere Leistungszahlen für Kohlenwasserstoffe ergaben.

⁷³ NFPA 704: Genormtes System zur Bestimmung der Gefährlichkeit von Stoffen bei Rettungseinsätzen. Kennzeichnung 4 für Gesundheitsgefahr: „Sehr kurzer Kontakt kann schwere bleibende oder tödliche Verletzungen verursachen“.

Abbildung 16: Verbesserung der Energieeffizienz durch Verwendung von HC-Kältemitteln anstelle von R22, das nach wie vor häufig in Entwicklungsländern zum Einsatz kommt.



Die X-Achse zeigt das Verhältnis der Kühlleistung von Klimageräten mit R290 zu Geräten mit R22. Die Y-Achse zeigt das Verhältnis der Leistungszahl (COP) mit R290 im Vergleich zu R22. Jeder Punkt (braun) steht für eine Vergleichsstudie. Die Mehrzahl der R290-Systeme hat unabhängig von der Kühlleistung (X-Achse) eine bessere COP (> 1 auf der Y-Achse) als Klimageräte mit R22. Die Ergebnisse sind robust gegen Anpassungen für normalisierte Kühlleistungen (orangefarbene Linien, siehe Text für weitere Erläuterungen).

Quelle: Eigene Abbildung (HEAT)

Die zentrale Aussage von Abbildung 16: Klimageräte mit dem Kältemittel R290 (Propan) zeigen eine höhere Energieeffizienz als Klimageräte mit R22.

Führende chinesische Hersteller von Single-Split-Klimageräten wie Gree⁷⁴, Midea und Haier planen die Einführung HC-basierter Single-Split-Klimageräte mit Unterstützung des Multilateralen Fonds (MLF) des Montrealer Protokolls. Der indische Hersteller Godrej & Boyce hat mit Unterstützung der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH und der HEAT GmbH bereits im Jahr 2012 mit der Produktion und dem Verkauf seiner energieeffizienten und umweltfreundlichen HC-basierten Geräte (R290) begonnen. Bisher wurden mehr als 100.000 Geräte in Indien verkauft. Auch der große Klimagerätehersteller Gree hat bereits mit derselben Unterstützung eine Produktionslinie umgestellt. Etwa 15 bis 20 Produktionslinien anderer chinesischer Hersteller sind ebenfalls im Rahmen des HPMP auf das Kältemittel R290 umgestellt worden.

Ein weiterer kritischer Aspekt muss bei der Verwendung von fluorierten Kältemitteln berücksichtigt werden: Diese Substanzen werden aus Fluorwasserstoff (HF) hergestellt, die wiederum aus Fluorapat ge-

⁷⁴ Informationen eines Mitarbeiters von GREE, der wesentlich an der Entwicklung der R-290-Technologie beteiligt ist (Sept. 2014).

wonnen wird. Flussspat ist ein endlicher Rohstoff. Die EU hat Flussspat in ihre Liste der 14 kritischsten Rohstoffe im Hinblick auf Versorgungsrisiko und wirtschaftliche Bedeutung aufgenommen (EK Unternehmen und Industrie, 2010). Flussspat wird voraussichtlich noch 35 Jahre verfügbar sein, wenn der Verbrauch konstant bleibt und keine weiteren Quellen gefunden werden.

Wesentliche Erkenntnisse:

- ▶ Klimageräte mit dem Kältemittel R290 (Propan) zeigen eine höhere Energieeffizienz als Klimageräte mit dem Kältemittel R22.
- ▶ Ein indischer Hersteller hat bereits erfolgreich kohlenwasserstoffbasierte Single-Split-Klimageräte am Markt eingeführt und verschiedene chinesische Hersteller stellen derzeit Ihre Produktionslinien auf diese Art von Geräten um.
- ▶ Mit der Verwendung von ungesättigten HFKW-Kältemitteln sind voraussichtlich Umwelt- und Gesundheitsrisiken verbunden.

2.5.2 Energieeffizienz

2.5.2.1 Energieeffizienzparameter EER und SEER

Die Energieeffizienz von Klimageräten wird in vielen Ländern mit dem Index EER quantifiziert. ISO 5151 ist die harmonisierte Norm für Prüfverfahren für Klimageräte in dieser Hinsicht. Dieser Index berücksichtigt jedoch nicht die Energieeffizienz unter Teillast und die jahreszeitbedingte Energieeffizienz von Klimageräten. Je nach Klima macht Teillastbetrieb einen erheblichen Anteil des Betriebes aus, vor allem in gemäßigten Klimazonen.

Ein Nachteil der Verwendung des EER ist, dass Klimageräte in der Vergangenheit von den Herstellern speziell für die spezifischen Prüfbedingungen gemäß ISO 5151 optimiert wurden. Unter realen, von den festgelegten Prüfbedingungen abweichenden Klimabedingungen zeigten die Klimageräte häufig einen schlechten Energiewirkungsgrad. Daher wurden in Europa und den USA sowie in einigen asiatischen Ländern jahreszeitbedingte Energieeffizienzparameter eingeführt (CSPF, Cooling Seasonal Performance Factor – jahreszeitbedingte Arbeitszahl der Kühlung), um unterschiedliche Außentemperaturen zu berücksichtigen. Klimageräte mit Teillastbetrieb arbeiten häufig mit Inverter-Technik. Zur Berechnung von jahreszeitbedingten Energieeffizienzparametern müssen andere Normen als ISO 5151 berücksichtigt werden, beispielsweise ISO 16358.

Der Vergleich der Energieeffizienz von Single-Split-Klimageräten in verschiedenen Ländern wie z. B. Deutschland und Indien wird durch die Anwendung unterschiedlicher Energieeffizienzparameter behindert. Während Deutschland den SEER (jahreszeitbedingter Energiewirkungsgrad) verwendet, ist der übliche Parameter in Indien der EER. Die SEER-Werte liegen in gemäßigten Klimazonen generell 33 % höher als die EER-Werte,⁷⁵ aber diese Faustregel ist beim Vergleich von Ländern mit unterschiedlichem Klima möglicherweise nicht anwendbar.

⁷⁵ Neue Ökodesign-Richtlinie 206/2012 für Raumklimageräte, Fachverband Gebäude-Klima e. V. (2012)

2.5.2.2 Inverter-Technik

Inverter-Technik ist die am meisten verbreitete Technik für die Realisierung eines drehzahlvariablen Kompressorantriebs. Sie wird zunehmend in Single-Split-Klimageräten eingesetzt, um die Energieeffizienz zu verbessern. Im Gegensatz zu den herkömmlich verwendeten Kompressoren mit fester Drehzahl und Intervallbetrieb erlaubt es diese Technik, das Klimagerät unabhängig vom Kühlbedarf (oder Heizbedarf) nah an seinem optimalen Wirkungsgrad für die jeweiligen Betriebsbedingungen zu betreiben. Die Inverter-Technik ermöglicht somit einen Teillastbetrieb, indem sie kontinuierlich die Drehzahl des Kompressors und damit den Energieverbrauch dem jeweiligen Kühl- oder Heizbedarf entsprechend regelt. Da Single-Split-Klimageräte insbesondere in Ländern mit gemäßigttem Klima die überwiegende Zeit im Teillastbetrieb laufen, können dadurch erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden.

Der höhere Wirkungsgrad wird durch die Verbesserung von Druckverhältnis (d. h. ein geringeres erforderliches Druckniveau) und Temperaturhub erzielt: Die für Vollastbetrieb ausgelegten Wärmeübertrager des Single-Split-Klimagerätes sind unter Teillastbedingungen überdimensioniert. Ein positiver Effekt davon ist, dass der für den Verflüssigungs- und Verdampfungsprozess erforderliche Temperaturunterschied (zwischen Kältemittel und Lufteintrittstemperatur) reduziert werden kann. Entsprechend benötigt der Kompressor weniger Leistung und somit weniger Energie. Darüber hinaus wird eine höhere volumetrische Kälteleistung aufrechterhalten und somit ein höherer Wirkungsgrad erzielt. Ein weiterer positiver Effekt ergibt sich außer bei sehr niedrigen Teillastraten durch die Reduzierung der Energieverluste durch den Intervallbetrieb (sogenannte Umschaltverluste).

Andererseits kann die reduzierte Kompressordrehzahl zu einer Abnahme des isentropischen Gütegrades sowie des Wirkungsgrades des Kompressors führen. Diese Effekte können die oben beschriebenen, durch Druckverhältnis und Kältemittel bewirkten Effizienzgewinne geringfügig mindern. Die Gesamteffizienzgewinne sind bei großen Klimageräten besonders hoch. Laut SEAD (2013) erzielt die Inverter-Technik gegenüber herkömmlicher Klimagerätetechnologie mit Kompressoren mit fester Drehzahl (Intervallbetrieb) Energieeinsparungen von 20–25 %.

Die weltweite Marktdurchdringung (Prozentsatz der verkauften Geräte) von Inverter-Geräten liegt bei schätzungsweise 30 % (Jahr 2012). Diese Technologie ist in Japan, der EU, den USA und einigen asiatischen Ländern wie China häufig anzutreffen. In Japan und Ozeanien liegt die Marktdurchdringung bei schätzungsweise 100 %, in China und der EU bei 50 % und im Rest der Welt bei 20 %.⁷⁶

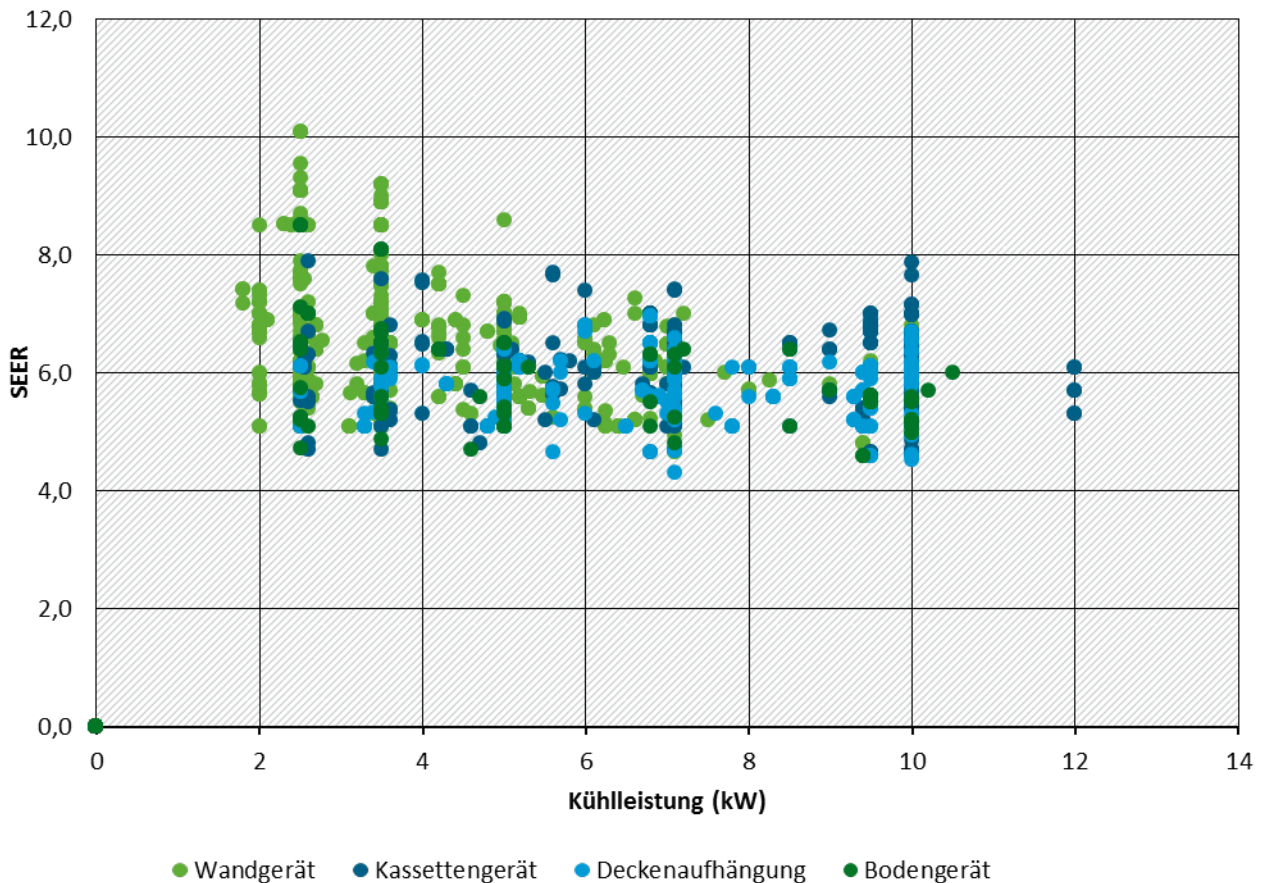
Auch die zunehmende Verwendung von Kennzahlen für den jahreszeitbedingten Energiewirkungsgrad (SEER, JAZ für Japan) für Energiezeichen und MEPS unterstützt die Entwicklung hin zu invertergeregelten Klimageräten.

Weitere Komponenten, die die Effizienz von Klimageräten verbessern, sind elektronische Expansionsventile (EEV) und moderne Wärmeübertrager sowie drehzahlgeregelter Lüftermotoren.

Abbildung 17 bietet einen Überblick über das Spektrum der SEER-Werte von wandmontierten Single-Split-Klimageräten in der Europäischen Union mit Kühlleistungen von 1 kW bis 12 kW. Diese Daten wurden für die Festlegung des SEER-Wertes für das Referenzsystem im Rahmen der Ökobilanz herangezogen (Kapitel 2.6).

⁷⁶ <http://www.ejarn.com/news.asp?id=25298&classid=10>

Abbildung 17: SEER-Werte von wandmontierten Single-Split-Klimageräten in der Europäischen Union



Quelle: Eigene Abbildung (HEAT) auf Grundlage der Daten von Eurovent.⁷⁷

Wärmeübertrager, Füllmenge und Sicherheitsnormen

Eine Steigerung der Energieeffizienz wird auch durch eine Vergrößerung des Wärmeübertragers erzielt, was größere Füllmengen zur Folge hat. Das ist jedoch kritisch bei der Verwendung von brennbaren Kältemitteln (z. B. R290) und steht punktuell im Widerspruch zu den allgemeinen Sicherheitsnormen wie DIN EN 60335-2-40.

Im Rahmen dieser Norm, die die maximale Füllmenge von brennbaren Kältemitteln begrenzt, lässt sich die höchste europäische Energieeffizienzklasse derzeit schwer erreichen (siehe auch Anhang II, 3.2). Diese ist zutreffend für gemäßigtes Klima mit einer Wärmebelastung von 100 W/m². In tropischem Klima mit 200 W/m² (d. h., „größeres“ Klimagerät mit höherer Kühlleistung) ist A+++ nicht vereinbar mit der aktuellen Version des Produktstandards EN 60335-2-40. Siehe auch die weitere Erörterung dieses Problems in Anhang II, 3.2.

2.5.2.3 Selbstreinigungstechniken und die Auswirkungen auf die Energieeffizienz

Während des Betriebs sammelt sich Staub an den Filtern des Innengerätes. Verstopfte Filter behindern den normalen Luftstrom. Das kann die Kühlleistung verringern und den Energieverbrauch erhöhen. Selbstreinigungsfunktionen können daher einen starken Einfluss auf die Energieeffizienz von Klimage-

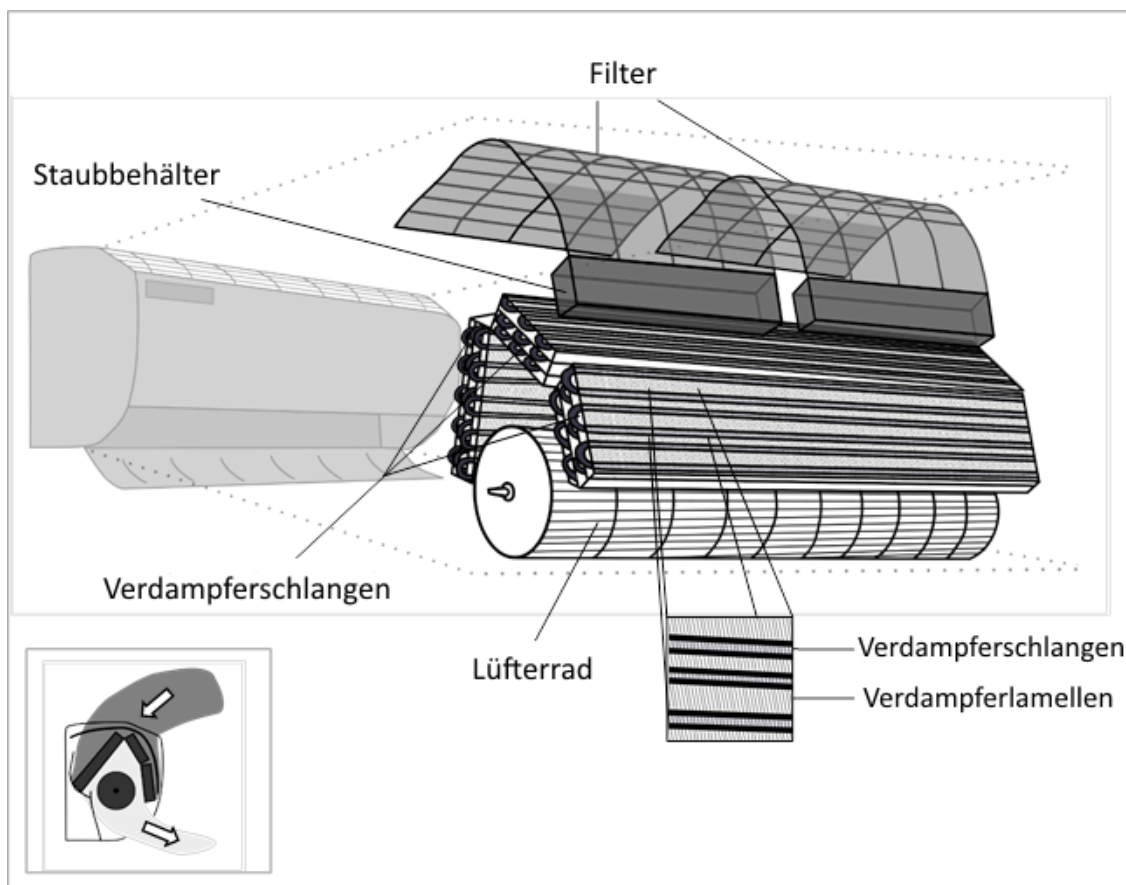
⁷⁷ <http://www.eurovent-certification.com/>

räten haben. Empirische Studien haben gezeigt, dass je nach Umständen der Energieverbrauch um 30–50 % reduziert werden kann.⁷⁸

Darüber hinaus kann aufgrund des reduzierten Luftstroms Staub die Filter umgehen und staubhaltige Luft kann direkt auf die Verdampferschlange bzw. die Verdampferlamellen geblasen werden und so die Wärmeabsorptionsfähigkeit beeinträchtigen, wenn er sich dort ablagert. Dasselbe gilt für das Außengerät. Staubansammlungen an den Filtern bilden zudem einen Nährboden für Keime, die sich negativ auf die Luftqualität im Raum und die Gesundheit auswirken können.

Selbstreinigungsfunktionen, die kein manuelles Eingreifen erfordern, sind in Split-Geräten erhältlich (Abbildung 18).

Abbildung 18: Selbstreinigungstechniken von Split-Klimageräten am Beispiel eines Wandklimagerätes



Quelle: Eigene Abbildung (HEAT)

Alle technischen Lösungen zur Beseitigung von Verschmutzung basieren auf demselben Prinzip. Bei der mechanischen Selbstreinigung der Filter werden in der Regel mithilfe einer Bürste Schmutz- und Staubpartikel von der Filteroberfläche entfernt und in einem Staubbehälter aufgefangen. Dabei gibt es zwei Verfahren: Entweder bewegt sich die Bürste über den Filter (aufwärts oder seitwärts) oder die Bürste steht fest und der Filter wird bewegt (z. B. *Ururu Sarara* von Daikin). Zusätzlich ermöglicht die Beschichtung der Verdampferschlangen mit wasseraufnehmenden und keimtötenden Materialien das Abspülen von Schmutzpartikeln vom Wärmeübertrager (Lamellen) mithilfe von bei der Kühlung oder

⁷⁸ Selbstreinigendes Kassettengerät von Daikin: <http://tclairconditioning.co.uk/air-conditioning-equipment/daikin-self-cleaning-air-conditioning-provide-proven-energy-savings/>

Entfeuchtung gebildetem Kondenswasser. Die Entwässerung und Entfeuchtung reduziert die Gefahr von Schimmelbildung.

Je nach Produkt werden unterschiedliche Filter für die Luftreinigung eingesetzt. Die Filtertechniken leisten in der Regel Folgendes:

- ▶ Filterung von großen Partikeln, Staub und Feinstaubpartikeln (PM 2,5);
- ▶ Neutralisierung von Allergenen, Schimmel, Bakterien, Viren und Gerüchen;
- ▶ Desinfizierung der Raumluft und des Innenraums des Innengerätes durch die Freisetzung von Ionen, die biologische Kleinpartikel neutralisieren.

Die Filter können auch manuell gereinigt werden. Dazu können ohne Werkzeug die Verkleidung geöffnet und die Filter entnommen werden. Die Filter werden mit klarem Wasser ohne Zusätze gereinigt.

2.6 Analyse der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen

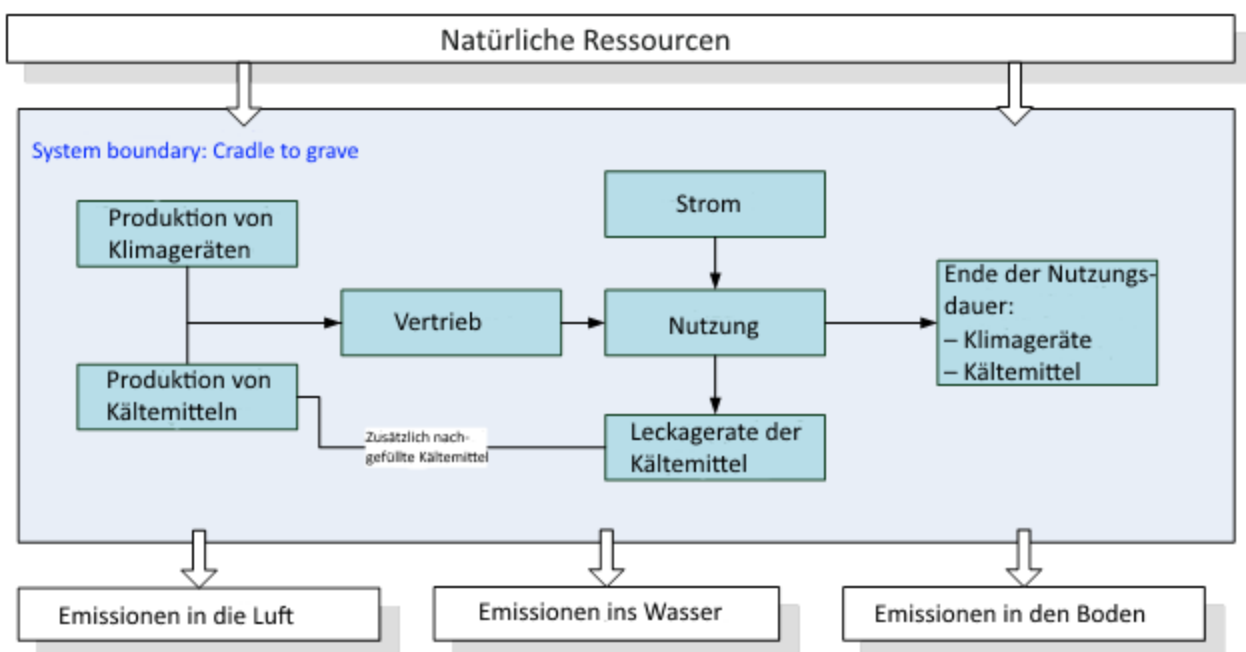
2.6.1 Vereinfachte Ökobilanz (LCA)

2.6.1.1 Zielsetzung und Definition des Geltungsbereichs

Mit der folgenden vereinfachten Ökobilanz (LCA) sollen die einzelnen Beiträge zu den gesamten Umweltauswirkungen von Klimageräten im Hinblick auf die gesamte Lebensdauer identifiziert werden. Zu diesem Zweck wurden zwei verschiedene Kältemittel mit unterschiedlichen GWP-Werten ausgewählt. Weiterhin werden Single-Split-Geräte mit einer Kühlleistung unter 5 kW untersucht, da sie die am häufigsten in Wohngebäuden anzutreffenden Gerätetyp darstellen.

Für die LCA wird angenommen, dass beide Geräte in China hergestellt werden (siehe Marktanalyse in Kapitel 2.4.3) und anschließend nach Deutschland transportiert werden. Dementsprechend werden sie in Deutschland genutzt und entsorgt. Die Systemgrenze der untersuchten Geräte ist in Abbildung 19 illustriert. Der Lebenszyklus von Klimageräten kann grob in 4 Stufen untergliedert werden: (1) Produktion einschließlich Rohmaterialbeschaffung, (2) Vertrieb, (3) Nutzung und (4) Entsorgung (d. h. „von der Wiege bis zur Bahre“).

Abbildung 19: Systemgrenze



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

2.6.1.2 Funktion und Funktionseinheit

Die Funktion von Klimageräten ist definiert als Kühlen und Heizen der Raumluft in Wohnbereichen. Andere zusätzliche Funktionen wie Ent- bzw. Befeuchten, Reinigen etc. werden im Folgenden nicht berücksichtigt. Die Funktionseinheit wird demnach definiert als ein über den Zeitraum von einem Jahr in Deutschland genutztes Klimagerät. Hinsichtlich der Gesamtlebensdauer des Gerätes wird von 10 Jahren ausgegangen. Weiterhin wird angenommen, dass in diesem Zeitraum keine Teile ausgetauscht werden müssen und keine Reparaturen anfallen. Die jährlichen Kühl- und Heizstunden sind in Tabelle 20 aufgeführt.

Tabelle 20: Referenzdaten für Heiz- und Kühlstunden pro Jahr (h/a)

Parameter	Angenommener Wert	Quelle
Jährliche Nutzungszeit zum Kühlen in Deutschland	350 h/a	Verordnung (EU) Nr. 626/2011
Jährliche Nutzungszeit zum Heizen in Deutschland	1400 h/a ⁷⁹	Verordnung (EU) Nr. 626/2011

⁷⁹ Die Heizstunden wurden mit dem in Verordnung (EU) Nr. 626/2011 vorgegebenen Berechnungsverfahren ermittelt. Die „tatsächlichen“ Heizstunden in Deutschland können jedoch geringer sein.

2.6.1.3 Kategorien von Umweltbelastungen

Folgende Kategorien von Umweltbelastungen werden berücksichtigt:

- ▶ Klimawandel, GWP 100a (kg CO₂e)
- ▶ kumulierter Energieaufwand – nicht erneuerbare Energiequellen (MJ-e)
- ▶ kumulierter Energieaufwand – erneuerbare Energiequellen (MJ-e)
- ▶ terrestrische Versauerung (kg SO₂e)
- ▶ Eutrophierung von Süßwasser (kg P-e)
- ▶ Bildung fotochemischer Oxidantien (kg NMVOC)
- ▶ Ökotoxizität (CTU: Comparative Toxic Unit, Toxizitätsvergleichseinheit)
- ▶ Humantoxizität (CTU: Comparative Toxic Unit, Toxizitätsvergleichseinheit)

2.6.1.4 Modellierung von Klimageräten einschließlich Kältemitteln

Produktion von Klimageräten und Kältemitteln

Produktion von Klimageräten

Als erster Schritt der Modellierung werden zwei Referenzprodukte ausgewählt. Sie unterscheiden sich in der Verwendung der folgenden Kältemittel:

- ▶ Produkt A mit R410A,
- ▶ Produkt B mit R290 (Propan).

Die für die beiden Produkte verwendeten Bauteile und Materialien sind in Tabelle 21 aufgeführt. Das Gesamtgewicht von Produkt A wird als Durchschnittswert aus 20 Klimageräten mit einer Kühlleistung unter 2,5 kW berechnet (verschiedene Produktdatenblätter). Das Gewicht von Produkt B ist schwieriger zu ermitteln, da es bisher noch keine Klimageräte mit R290 auf dem deutschen Markt gibt. Das Gesamtgewicht von Produkt B wird daher auf Basis der Massenbilanz der Kompressoren, Verflüssiger und Verdampfer zwischen Produkt A und Produkt B hochgerechnet (Tabelle 22). Ansonsten wird davon ausgegangen, dass alle weiteren Bauteile der beiden Produkte gleich sind.

Das wesentliche Bauteil des Außengerätes ist der Kompressor. Das Gewicht der Kompressoren der beiden Referenzprodukte wurde anhand der Daten der HEAT GmbH ermittelt. Das Gewicht anderer Bauteile aus denselben Materialien wird auf Basis der Massenanteile aus der EuP-Studie (Rivière 2008) bestimmt. Bei den Elektronikbauteilen macht der Massenanteil der Kondensatoren 0,4 % des Gesamtgewichts des Gerätes aus (De Kleine 2009).

Tabelle 21: Liste der Bauteile und Materialien von Produkt A und Produkt B

	Produkt A: R410A [kg/Gerät]	Produkt B: R290 [kg/Gerät]	Quelle
Kompressor	6,70	13,80	HEAT 2015
Stahlbauteile	12,48	7,23	Berechnung auf Basis der EuP-Studie
Aluminiumbauteile	3,3	3,34	Berechnung auf Basis der EuP-Studie
Kupferbauteile	6,07	6,79	Berechnung auf Basis der EuP-Studie
Kunststoffbauteile: PP	7,04	7,75	Berechnung auf Basis der EuP-Studie

	Produkt A: R410A [kg/Gerät]	Produkt B: R290 [kg/Gerät]	Quelle
Kunststoffbauteile: PA 6	0,85	0,94	Berechnung auf Basis der EuP-Studie
Elektronikbauteile:	1,34	1,48	Berechnung auf Basis der EuP-Studie
• Leiterplatte (20 %)	0,27	0,30	Annahme
• Kondensatoren (10 %)	0,13	0,15	Berechnung auf Basis von De Kleine (2009)
• Kupferleitungen (70 %)	0,94	1,03	Annahme
Sonstige Materialien: Gummi	4,68	5,11	Berechnung auf Basis der EuP-Studie
Gesamtgewicht der Geräte	42,2	46,5	HEAT (2015) und Berechnungen

Tabelle 22: Gewicht von Verdampfer, Kompressor und Verflüssiger

Bauteile	Produkt A: R410A [kg]	Produkt B: R290 [kg]
Verdampfer (Innengerät)	2,10	2,30
Kompressor (Außengerät)	6,70	13,80
Verflüssiger (Außengerät)	5,20	3,20

Quelle: HEAT (2015)

Die vorgelagerten Prozesse (d. h. Rohstoffgewinnung sowie Herstellung und Transport von Bauteilen) und nachgelagerten Prozesse (allgemeine Aufbereitung von gebrauchten Geräten und verarbeiteten Metallen zu Sekundärmetallen) werden gemäß den Datensätzen in Ecoinvent 3.1 modelliert.

Die Daten zu Energie- und Wasserverbrauch in der Produktionsphase basieren auf der letzten EuP-Studie (Rivière 2008) und werden gemäß dem Gewicht der untersuchten Produkte hochgerechnet. Der Strommix in China wird als Näherungsgröße modelliert. Grundlage dafür ist die Annahme, dass die Geräte überwiegend in China hergestellt werden. Aufgrund mangelnder Informationen wird davon ausgegangen, dass es sich bei Diesel um einen Sekundärenergieträger handelte, da nur der gesamte Primärenergieverbrauch und der Stromverbrauch in der EuP-Studie dokumentiert werden.

Tabelle 23: Energie- und Wasserverbrauch in der Produktionsphase

Eingangsgrößen in der Produktionsphase	Produkt A: R410A	Produkt B: R-290	Einheit
Strom	35,7	40,1	kWh/Gerät
Diesel	45,3	51,0	MJ/Gerät
Wasser	4,6	5,2	Liter/Gerät

Berechnung auf Basis der EuP-Studie, Rivière (2008)

Produktion und Vertrieb von Kältemitteln

In dieser Studie werden zwei Arten von Kältemitteln untersucht: R290 und R410A. R290 ist Propan. R410A ist ein Gemisch aus Difluormethan (CH_2F_2 , bezeichnet als R32) und Pentafluorethan (CHF_2CF_3 ,

bezeichnet als R125). Für die Modellierung der Produktionsphase werden die Datensätze in Ecoinvent 3.1 verwendet.

Wegen mangelnder Daten werden die Produktionsprozesse von Trifluormethan und Hexafluorethan stellvertretend für die Modellierung der Produktion von Difluormethan (R32) und Pentafluorethan (R125) verwendet (Tabelle 24). Der Vertrieb der Kältemittel wird in den verwendeten Ecoinvent-Datensätzen bereits berücksichtigt.

Tabelle 24: Für die Modellierung von Produktion und Vertrieb der Kältemittel verwendete Datensätze

Kältemittel	Chemische Formel	Datensätze in Ecoinvent 3.1
R290 (Propan)	C_3H_8	Markt für Propan [GLO]
R410A	CH_2F_2 (50 %) + CHF_2CF_3 (50 %)	Markt für Hexafluorethan [GLO]; Markt für Trifluormethan [GLO]

Vertrieb von Klimageräten

Es wird angenommen, dass die Endprodukte über den See- und Landweg von China nach Deutschland transportiert werden. Der Gütertransport wird nach dem Liefergewicht gewichtet. Das bedeutet, dass die Ergebnisse für die Umweltbelastung in Verbindung mit dem Vertrieb der beiden untersuchten Produkte aufgrund ihres unterschiedlichen Gewichts leicht unterschiedlich ausfallen. Weitere Annahmen für die Modellierung des Vertriebs sind in Tabelle 25 aufgeführt.

Tabelle 25: Annahmen für die Modellierung des Vertriebs

Transportmittel	km
Seetransport, Überseeschiff	10.000
Straßentransport, Lkw	1.000

Der Vertrieb der Kältemittel wird bereits in der Produktionsphase berücksichtigt, da die Datensätze in Ecoinvent verwendet werden. Zur Vereinfachung werden die Ergebnisse nicht separat dargestellt, da der Vertrieb der Kältemittel nur einen marginalen Einfluss auf die Gesamtergebnisse hat.

Nutzungsphase

Der Energieverbrauch von Klimageräten beim Kühlen hängt stark von der Kühlleistung und dem jahreszeitbedingten Energiewirkungsgrad (SEER) der Geräte sowie von der Nutzungszeit ab. Für den Energieverbrauch beim Heizen spielen die Heizleistung und die jahreszeitbedingte Leistungszahl (SCOP) sowie die Nutzungszeit eine wesentliche Rolle. Der Gesamtenergieverbrauch für Heizen und Kühlen beläuft sich bei Produkt A auf 1.307 kWh pro Jahr und bei Produkt B auf 1.140 kWh pro Jahr (siehe Tabelle 26). Bei beiden Produkten entfallen 85 % auf das Heizen. In Tabelle 27 und Tabelle 28 werden die für die Berechnung des Energieverbrauchs verwendeten Parameter aufgeführt.

Tabelle 26: Energieverbrauch (Kühlen und Heizen) in der Nutzungsphase von Produkt A und Produkt B

Energieverbrauch (kWh/a)	Produkt A: R410A		Produkt B: R290	
Jahresenergieverbrauch (Kühlen)	198	15,1 %	175	15,4 %
Jahresenergieverbrauch (Heizen)	1.110	84,9 %	965	84,6 %
Gesamt	1.308	100,0 %	1.140	100,0 %

Tabelle 27: Parameter für die Modellierung des Energieverbrauchs (Kühlen und Heizen) in der Nutzungsphase von Produkt A

Produkt A: R410A	Wert	Einheit
Kühlleistung	3,5	kW
Energieeffizienzklasse (Kühlung)	zwischen A++ und A+++	–
SEER (Kühlung)	6,2	W/W
Nutzungszeit zum Kühlen in Deutschland	350	h/a
Jahresenergieverbrauch (Kühlen)	198	kWh/a
Heizleistung	3,17	kW
Energieeffizienzklasse (Kühlung)	A++	
SCOP (Heizung)	4	W/W
Nutzungszeit zum Heizen in Deutschland	1.400	h/a
Jahresenergieverbrauch (Heizen)	1.110	kWh/a

Tabelle 28: Parameter für die Modellierung des Energieverbrauchs (Kühlen und Heizen) in der Nutzungsphase von Produkt B

Produkt B: R290	Wert	Einheit
Kühlleistung	3,5	kW
Energieeffizienzklasse (Kühlung)	zwischen A++ und A+++	–
SEER (Kühlung)	7	W/W
Nutzungszeit zum Kühlen in Deutschland	350	h/a
Jahresenergieverbrauch (Kühlen)	175	kWh/a
Heizleistung	3,17	kW
Energieeffizienzklasse (Kühlung)	A++	
SCOP (Heizung)	4,6	W/W
Nutzungszeit zum Heizen in Deutschland	1.400	h/a
Jahresenergieverbrauch (Heizen)	965	kWh/a

Für Deutschland wird eine Leckagerate der Kältemittel von 5 % pro Jahr angenommen (UBA 2014). Demzufolge wird angenommen, dass während der zehnjährigen Lebensdauer eines Klimagerätes 37,5 % der ursprünglichen Füllmenge zusätzlich aufgefüllt werden. Abbildung 21 enthält eine vollständige Beschreibung des Lebenszyklus von Kältemitteln.

Tabelle 29: Erstbefüllung mit Kältemitteln und Leckagerate in der Nutzungsphase

Kältemittel	Produkt A: R410A	Produkt B: R290	Quelle
Anfänglicher Kältemittelbedarf (kg)	1,10	0,55	verschiedene Produktdatenblätter, HEAT GmbH
Leckagerate (% pro Jahr)	5 %	5 %	UBA, FKZ 3711 43 324

Ende der Nutzungsdauer

Ende der Nutzungsdauer (EoL) von Klimageräten

Gemäß WEEE-Richtlinie der EU (Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte)⁸⁰ sind Klimageräte als Haushaltsgroßgeräte klassifiziert. Kompressoren von Klimageräten sollten separat entsorgt werden, da sie den Prozess der Zerkleinerung und mechanischen Trennung behindern können (Deubzer 2011). Die Kältemittel müssen entfernt werden.

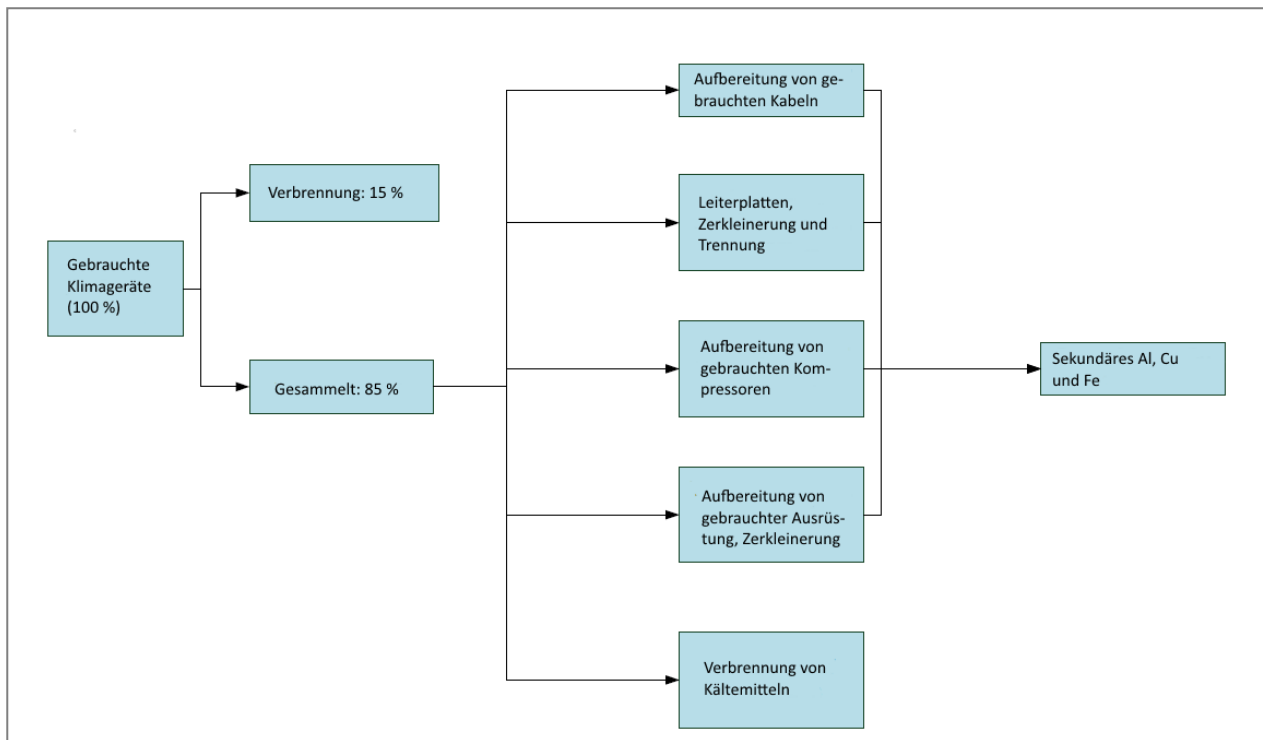
Laut EUROSTAT (EUROSTAT 2015) liegt die Recycling- und Wiederverwendungsrate von Haushaltsgroßgeräten in Deutschland bei 85 %. Daher werden der Modellierung des Endes der Nutzungsdauer von Klimageräten folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- ▶ 85 % der Klimageräte werden gesammelt und Metalle wie Aluminium, Stahl und Kupfer werden zu Sekundärmetallen weiterverarbeitet. Für die verbleibenden 15 % wird eine Entsorgung in Verbrennungsanlagen angenommen.
- ▶ Kältemittel werden als Sonderabfall verbrannt.
- ▶ Die Belastung aus der Produktion von Sekundärmetallen wird berücksichtigt.
- ▶ Der Transport von gebrauchten Geräten vom Einbauort zur Entsorgungseinrichtung wird nicht berücksichtigt, da er nur marginalen Einfluss auf die Gesamtergebnisse hat.

Die folgende Abbildung 20 veranschaulicht die Modellierung des Endes der Nutzungsdauer.

⁸⁰ Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte, (ABl. L 197 vom 24.7.2012, S. 38)

Abbildung 20: Modellierung des Endes der Nutzungsdauer von Klimageräten



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

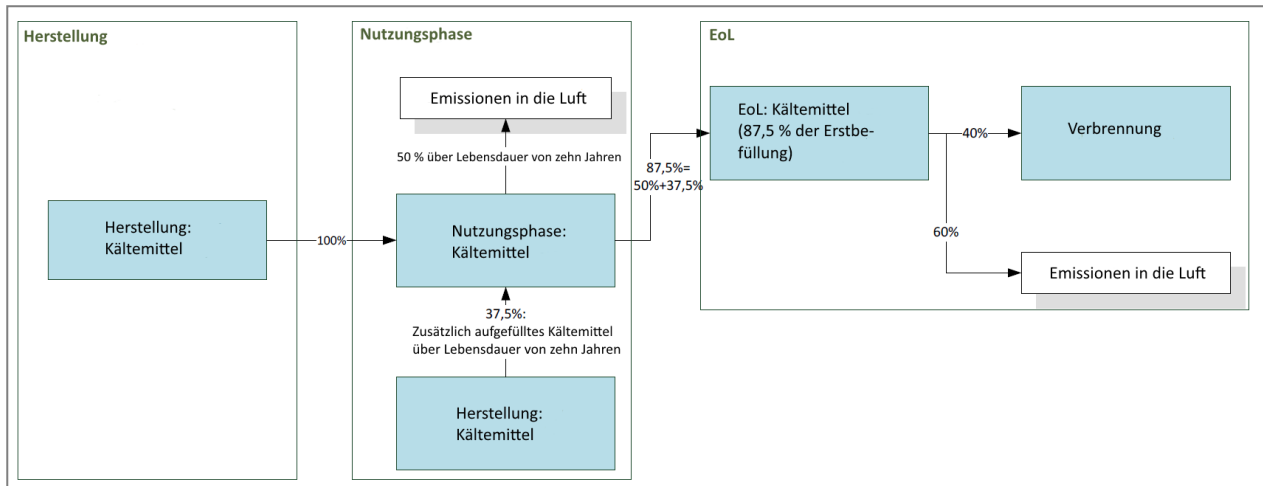
Ende der Nutzungsdauer von Kältemitteln

In Tabelle 30 werden die Massenströme von Kältemitteln über ihren gesamten Lebenszyklus aufgeführt.

Tabelle 30: Massenstrom über den gesamten Lebenszyklus von Kältemitteln

Kältemittel	R410A	R-290
	(kg/10a Lebensdauer des Klimagerätes)	
Erstbefüllung: Kältemittel	1,10	0,55
Nachgefüllte Kältemittel (= 37,5 % x Erstfüllmenge)	0,413	0,206
Nutzungsphase: Leckage (= 50 % x Erstfüllmenge)	0,550	0,275
Ende der Nutzungsdauer: Leckage (= 60 % x 87,5 % x Erstfüllmenge)	0,578	0,289
Ende der Nutzungsdauer: Verbrennung (= 40 % x 87,5 % x Erstfüllmenge)	0,385	0,193

Abbildung 21: Der Lebenszyklus von Kältemitteln



Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut)

2.6.1.5 Ergebnisse

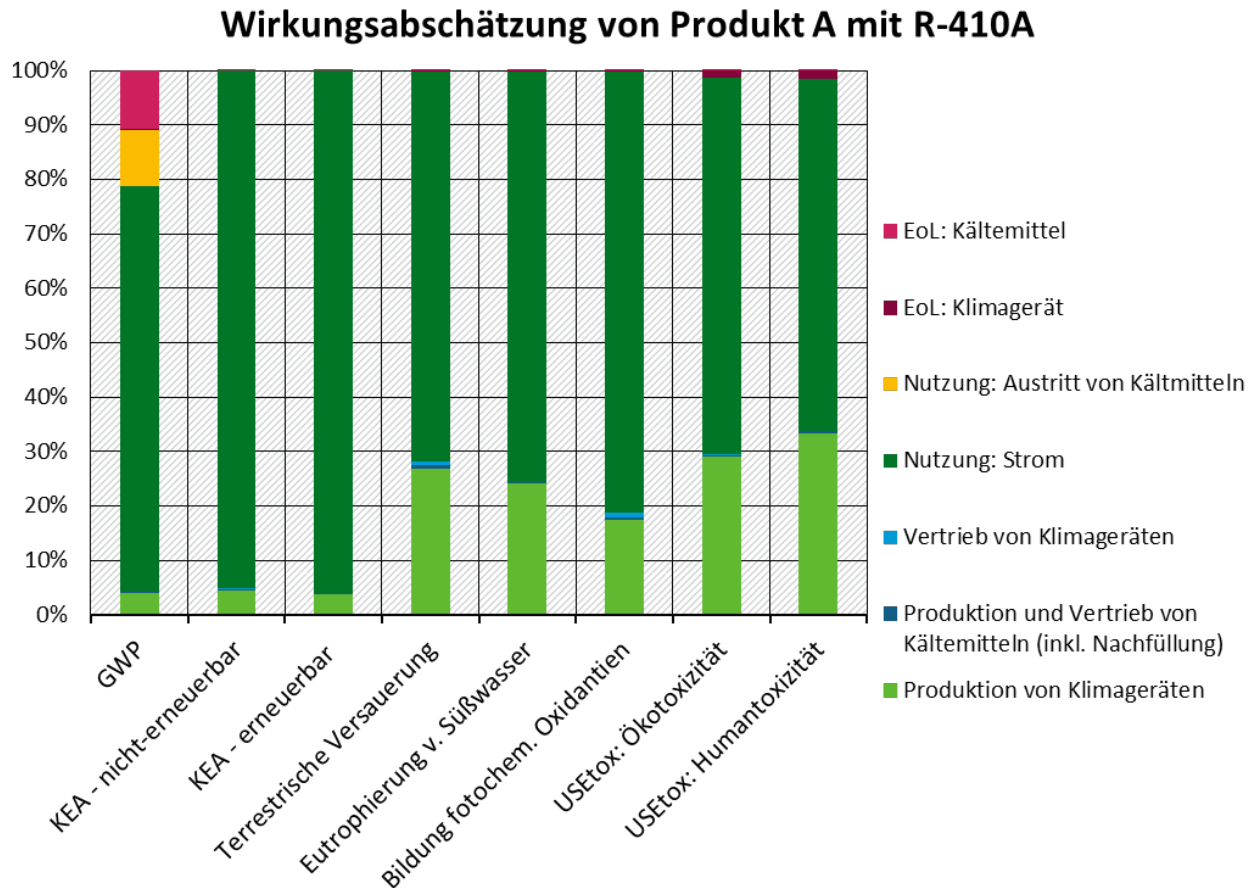
Ergebnisse des Basisszenarios

Nachfolgend zeigen Tabelle 31 bis Tabelle 34 die absoluten Ergebnisse für die Umweltbelastung sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Lebenszyklusphasen von Produkt A und Produkt B.

Die Ergebnisse für Produkt A mit R410A (siehe Abbildung 22) sind:

- ▶ Die Produktionsphase trägt in relativ hohem Maße (17–33 %) zu bestimmten Umweltbelastungen (Versauerung, Eutrophierung, Bildung fotochemischer Oxidantien, Ökotoxizität und Humantoxizität) bei, während die Nutzungsphase einen sehr starken Anteil an allen Umweltbelastungen hat, insbesondere an Treibhauspotenzial und kumuliertem Energieaufwand.
- ▶ Der größte Teil der THG-Emissionen entfällt mit 85 % auf die Nutzungsphase (Strom: 75 %; Austritt von R410A: 10 %), gefolgt von der Produktionsphase der Klimageräte mit 4 %.
- ▶ Der Vertrieb der Klimageräte und die Kältemittelproduktion haben bei allen untersuchten Wirkungskategorien nur geringfügige Auswirkungen auf die Klimabelastung.

Abbildung 22: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA): Relative Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt A mit R410A

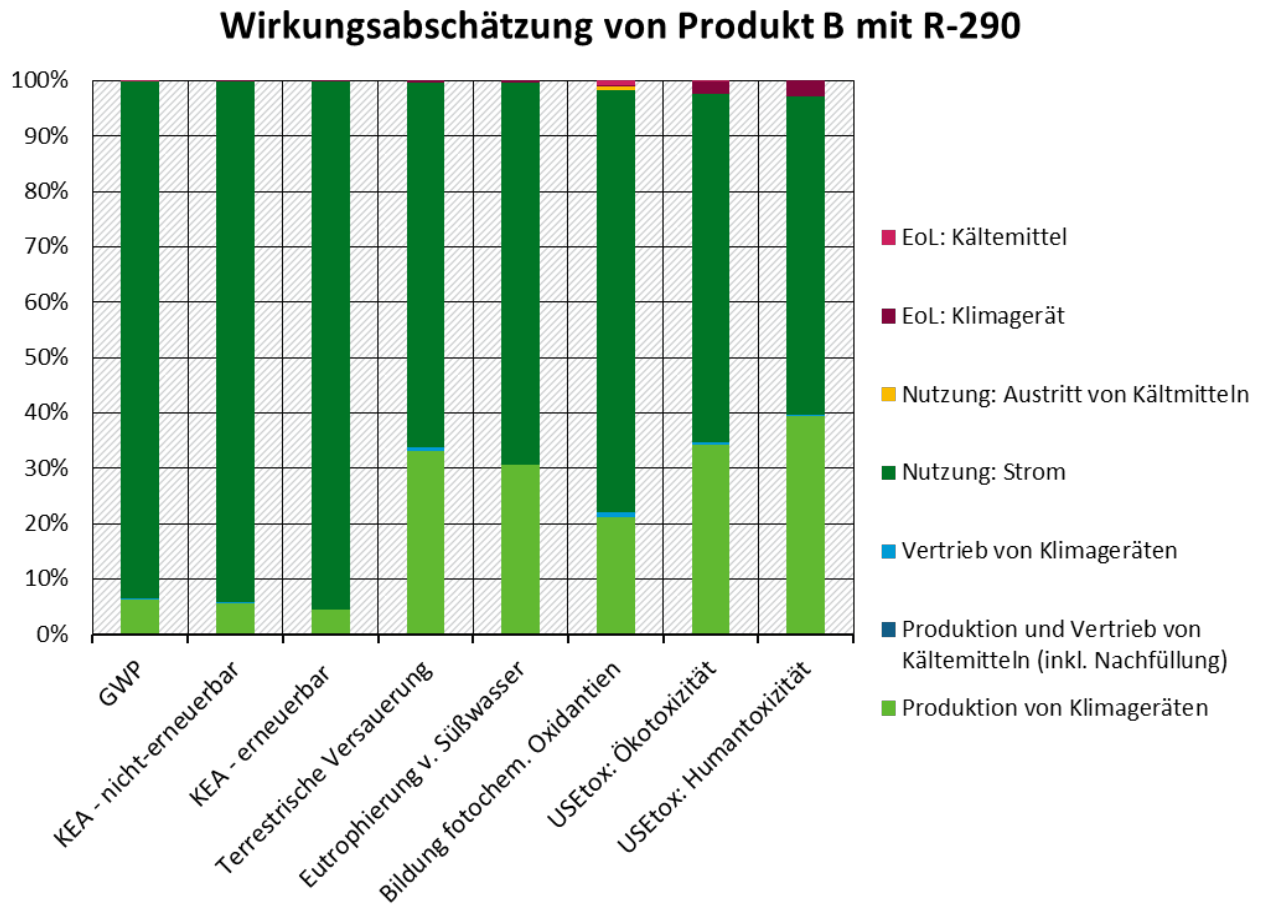


Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

Die Ergebnisse für Produkt B mit R290 (siehe Abbildung 23) sind:

- ▶ Die Produktionsphase trägt in relativ hohem Maße (21 %–39 %) zu bestimmten Umweltbelastungen (Versauerung, Eutrophierung, Bildung fotochemischer Oxidantien, Ökotoxizität und Humantoxizität) bei, während die Nutzungsphase einen starken Anteil an allen Umweltbelastungen hat, insbesondere an Treibhauspotenzial und kumuliertem Energieaufwand.
- ▶ Mit 93 % entfällt der größte Teil der THG-Emissionen auf die Nutzungsphase, gefolgt von der Produktionsphase mit 6 %. Die der Nutzungsphase zuzuschreibenden Treibhausgasemissionen sind fast vollständig auf den Stromverbrauch zurückzuführen, da der GWP-Wert von R290 3,3 kg CO₂e/kg R290 entspricht (im Vergleich zu 2.088 kg CO₂e/kg für R410A).
- ▶ Der Vertrieb der Klimageräte und die Kältemittelproduktion haben bei allen untersuchten Wirkungskategorien nur geringfügige Auswirkungen auf die Klimabelastung.

Abbildung 23: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA): Relative Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt B mit R290



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

Tabelle 31: Absolute Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt A mit R410A

Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA) von Produkt A mit R410A	Einheit	Produktion von Klimageräten	Produktion und Vertrieb von Kältemitteln (inkl. Nachfüllung)	Vertrieb von Klimageräten	Nutzung: Strom	Nutzung: Austritt von Kältemitteln	EoL: Klimagerät	EoL: Kältemittel	Gesamt
Klimawandel, GWP 100a	kg CO ₂ e	4,54 E + 01	1,54 E + 00	1,19 E + 00	8,33 E + 02	1,15 E + 02	8,04 E - 01	1,21 E + 02	1,12 E + 03
Kumulierter Energieaufwand – nicht erneuerbare Energiequellen	MJ-e	6,05 E + 02	2,53 E + 01	1,87 E + 01	1,29 E + 04	0,00 E + 00	6,57 E + 00	4,48 E - 01	1,36 E + 04
Kumulierter Energieaufwand – erneuerbare Energiequellen	MJ-e	7,09 E + 01	1,89 E + 00	3,14 E - 01	1,79 E + 03	0,00 E + 00	7,54 E - 01	3,31 E - 02	1,86 E + 03
Terrestrische Versauerung	kg SO ₂ e	4,78 E - 01	1,23 E - 02	1,16 E - 02	1,28 E + 00	0,00 E + 00	2,64 E - 03	2,04 E - 04	1,78 E + 00
Eutrophierung von Süßwasser	kg P-e	3,85 E - 02	1,54 E - 04	1,85 E - 05	1,21 E + -01	0,00 E + 00	2,65 E - 04	3,53 E - 06	1,59 E - 01
Bildung fotochemischer Oxidantien	kg NMVOC	2,09 E - 01	5,55 E - 03	9,91 E - 03	9,73 E - 01	0,00 E + 00	1,75 E - 03	1,94 E - 04	1,20 E + 00
USEtox: Ökotoxizität	CTU	7,88 E + 01	5,67 E - 01	1,04 E + 00	1,88 E + 02	0,00 E + 00	3,11 E + 00	1,42 E - 01	2,72 E + 02
USEtox: Humantoxizität	CTU	3,47 E - 05	3,48 E - 07	1,82 E - 07	6,73 E - 05	0,00 E + 00	1,49 E - 06	1,19 E - 08	1,04 E - 04

Tabelle 32: Prozentualer Anteil pro Funktionseinheit und Lebenszyklusphase von Produkt A mit R410A

Produkt A mit R410A	Produktion von Klimageräten	Produktion und Vertrieb von Kältemitteln (inkl. Nachfüllung)	Vertrieb von Klimageräten	Nutzung: Strom	Nutzung: Austritt von Kältemitteln	EoL: Klimagerät	EoL: Kältemittel	Gesamt (%)
Klimawandel, GWP 100a	4 %	0 %	0 %	75 %	10 %	0 %	11 %	100 %
Kumulierter Energieaufwand – nicht erneuerbare Energiequellen	4 %	0 %	0 %	95 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Kumulierter Energieaufwand – erneuerbare Energiequellen	4 %	0 %	0 %	96 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Terrestrische Versauerung	27 %	1 %	1 %	72 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Eutrophierung von Süßwasser	24 %	0 %	0 %	76 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Bildung fotochemischer Oxidantien	17 %	0 %	1 %	81 %	0 %	0 %	0 %	100 %
USEtox: Ökotoxizität	29 %	0 %	0 %	69 %	0 %	1 %	0 %	100 %
USEtox: Humantoxizität	33 %	0 %	0 %	65 %	0 %	1 %	0 %	100 %

Tabelle 33: Absolute Umweltbelastung pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt B mit R290

Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA) von Produkt B mit R290	Einheit	Produktion von Klimageräten	Produktion und Vertrieb von Kältemitteln (inkl. Nachfüllung)	Vertrieb von Klimageräten	Nutzung: Strom	Nutzung: Austritt von Kältemitteln	EoL: Klimagerät	EoL: Kältemittel	Gesamt
Klimawandel, GWP 100a	kg CO ₂ e	4,96 E + 01	5,72 E - 02	1,34 E + 00	7,27 E + 02	9,08 E - 02	1,10 E + 00	1,48 E - 01	7,79 E + 02
Kumulierter Energieaufwand – nicht erneuerbare Energiequellen	MJ-e	6,67 E + 02	3,85 E + 00	2,10 E + 01	1,13 E + 04	0,00 E + 00	1,09 E + 01	2,24 E - 01	1,20 E + 04
Kumulierter Energieaufwand – erneuerbare Energiequellen	MJ-e	7,34 E + 01	1,69 E - 02	3,53 E - 01	1,56 E + 03	0,00 E + 00	1,27 E + 00	1,66 E - 02	1,64 E + 03
Terrestrische Versauerung	kg SO ₂ e	5,58 E - 01	4,21 E - 04	1,30 E - 02	1,11 E + 00	0,00 E + 00	4,40 E - 03	1,02 E - 04	1,69 E + 00

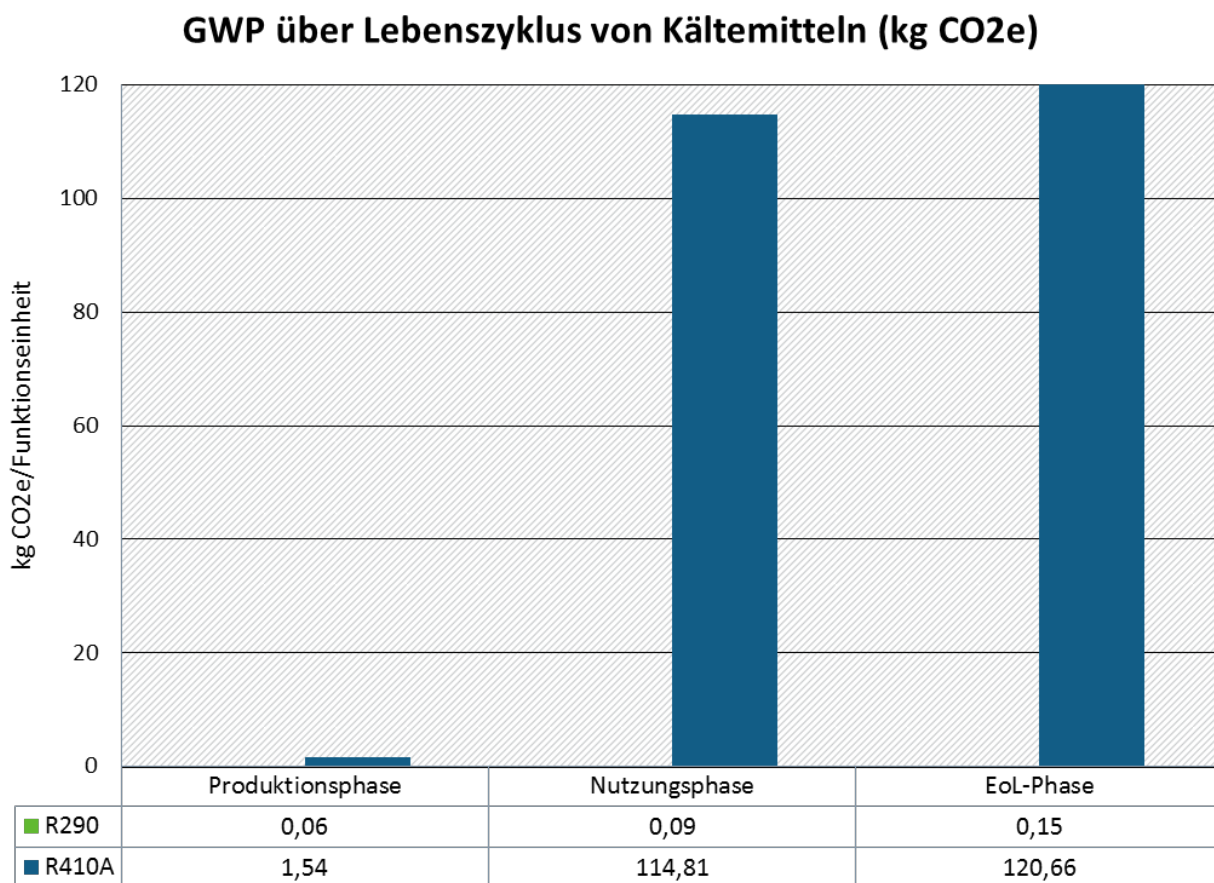
Ergebnisse der Wirkungsabschätzung (LCIA) von Produkt B mit R290	Einheit	Produktion von Klimageräten	Produktion und Vertrieb von Kältemitteln (inkl. Nachfüllung)	Vertrieb von Klimageräten	Nutzung: Strom	Nutzung: Austritt von Kältemitteln	EoL: Klimagerät	EoL: Kältemittel	Gesamt
Eutrophierung von Süßwasser	kg P-e	4,67 E - 02	1,00 E - 06	2,08 E - 05	1,05 E - 01	0,00 E + 00	5,42 E - 04	1,76 E - 06	1,52 E - 01
Bildung fotochemischer Oxidantien	kg NMVOC	2,36 E - 01	2,90 E - 04	1,12 E - 02	8,49 E - 01	8,18 E - 03	2,91 E - 03	8,68 E - 03	1,12 E + 00
USEtox: Ökotoxizität	CTU	8,96 E + 01	2,99 E - 02	1,17 E + 00	1,64 E + 02	0,00 E + 00	6,27 E + 00	7,08 E - 02	2,61 E + 02
USEtox: Humantoxizität	CTU	4,03 E - 05	4,22 E - 09	2,05 E - 07	5,87 E - 05	0,00 E + 00	2,99 E - 06	5,93 E - 09	1,02 E - 04

Tabelle 34: Prozentualer Anteil pro Funktionseinheit und Lebenszyklusphase von Produkt B mit R290

Produkt B mit R290	Produktion von Klimageräten	Produktion und Vertrieb von Kältemitteln (inkl. Nachfüllung)	Vertrieb von Klimageräten	Nutzung: Strom	Nutzung: Austritt von Kältemitteln	EoL: Klimagerät	EoL: Kältemittel	Gesamt (%)
Klimawandel, GWP 100a	6 %	0 %	0 %	93 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Kumulierter Energieaufwand – nicht erneuerbare Energiequellen	6 %	0 %	0 %	94 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Kumulierter Energieaufwand – erneuerbare Energiequellen	4 %	0 %	0 %	95 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Terrestrische Versauerung	33 %	0 %	1 %	66 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Eutrophierung von Süßwasser	31 %	0 %	0 %	69 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Bildung fotochemischer Oxidantien	21 %	0 %	1 %	76 %	1 %	0 %	1 %	100 %
USEtox: Ökotoxizität	34 %	0 %	0 %	63 %	0 %	2 %	0 %	100 %
USEtox: Humantoxizität	39 %	0 %	0 %	57 %	0 %	3 %	0 %	100 %

Die Ergebnisse für die absolute Umweltbelastung von Produkt A ähneln bis auf die Umweltkategorie GWP denen von Produkt B. Das ist auf die unterschiedlichen Kältemittel zurückzuführen. In Abbildung 24 werden die GWP-Werte (Treibhausgasemissionen) aufgrund der Nutzung von R410A und R290 in der Produktions- und Nutzungsphase verglichen (die Daten beziehen sich auf die Funktionseinheit). Die Werte für R290 (grün) sind so marginal im Vergleich zu R410A (dunkelblau), dass sie in der Abbildung gar nicht angezeigt werden.

Abbildung 24: GWP von Kältemitteln nach Lebenszyklusphasen (kg CO₂e/Funktionseinheit)



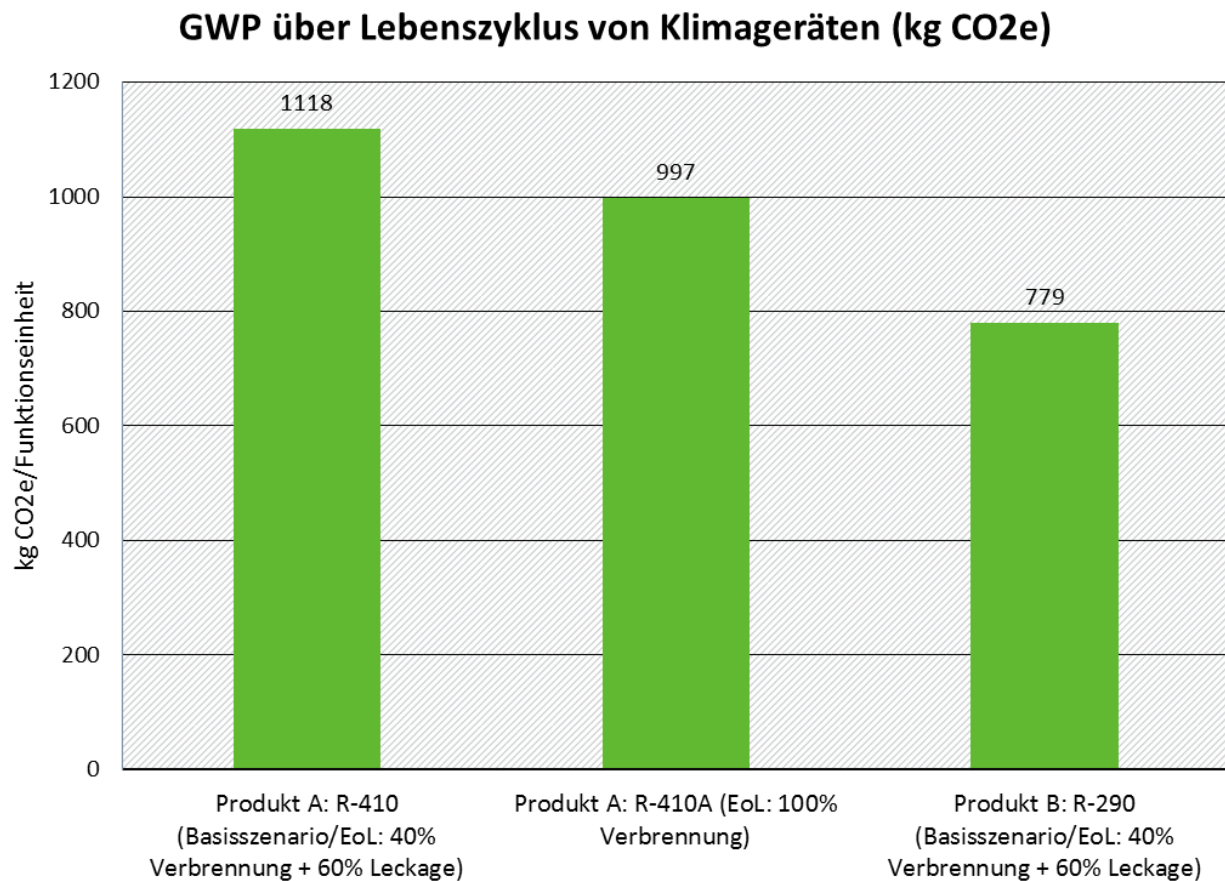
Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

Ergebnisse von Sensitivitätsanalyse 1: Annahme einer 100%igen Verbrennung von R410A in der EoL-Phase

Im Basisszenario wird davon ausgegangen, dass 60 % des Kältemittels direkt in die Atmosphäre austreten und die verbleibenden 40 % der Verbrennung zugeführt werden (siehe Abbildung 25). In dieser Sensitivitätsanalyse wird angenommen, dass das Kältemittel R410A nach dem Ende seiner Nutzungsdauer vollständig (100 %) verbrannt wird, um das mögliche CO₂-Einsparungspotenzial gegenüber dem Basisszenario aufzuzeigen.

Die Ergebnisse in Abbildung 25 zeigen, dass in der Sensitivitätsanalyse der GWP-Gesamtwert von Produkt A 11 % geringer ausfällt als im Basisszenario, in dem 60 % des R410A in die Atmosphäre austreten. Produkt B mit R290 hat weiterhin die geringsten direkten Emissionen. Im Vergleich zu Produkt A (100%ige Verbrennung und Basisszenario) sind sie um 22 % bzw. 30 % geringer.

Abbildung 25: Vergleich der Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse von Produkt A im Hinblick auf das Ende der Nutzungsdauer von R410 A und der Ergebnisse des Basisszenarios für Produkt A und Produkt B



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

Ergebnisse von Sensitivitätsanalyse 2: Berücksichtigung einer tropischen Klimazone für die Nutzungsphase

Im Basisszenario wird Deutschland als geografische Region für die Nutzungsphase angenommen. Da sich dieses Projekt auch mit der Nutzung von Klimageräten in heißen und feuchten Klimazonen befasst, wird eine weitere Sensitivitätsanalyse unter Berücksichtigung dieser Bedingungen durchgeführt. Sie soll insbesondere den Einfluss von klimatischen Bedingungen und entsprechenden wesentlichen Parametern auf die Ergebnisse der Ökobilanz bestimmen. Zu diesem Zweck wird Thailand als typisches tropisches Land ausgewählt.

Im Gegensatz zum Basisszenario in Deutschland wird hier davon ausgegangen, dass kein Heizbetrieb stattfindet. Als durchschnittliche Nutzungszeit zum Kühlen in Thailand werden 2.920 h/a angenommen. Für die Lebensdauer von Klimageräten in Thailand werden basierend auf einer Bestandsaufnahme aus dem Jahr 2012 (Bright Management Consulting 2013) rund 12 Jahre angenommen.

Tabelle 35 enthält einen Vergleich der angenommenen Parameter für das Basisszenario (moderate Klimazone/Deutschland) und diese Sensitivitätsanalyse (tropische Klimazone/Thailand).

Tabelle 35: Vergleich der angenommenen Parameter von Basisszenario (moderate Klimazone/Deutschland) und Sensitivitätsanalyse 2 (tropische Klimazone/Thailand)

Geografische Abdeckung in der Nutzungsphase	Angenommene Parameter	Wert
Deutschland (Basisszenario)	Lebensdauer in Jahren	10 Jahre
	Nutzungszeit zum Kühlen	350 h/a
	Nutzungszeit zum Heizen	1.400 h/a
Thailand (Sensitivitätsanalyse 2)	Lebensdauer in Jahren	12 Jahre
	Nutzungszeit zum Kühlen	2.920 h/a
	Nutzungszeit zum Heizen	0 h/a

Die Modellierungen der anderen Lebenszyklusphasen wie Produktion, Vertrieb und Ende der Nutzungsdauer der Klimageräte bleiben unverändert. Aufgrund der anderen Nutzungszeit in Thailand (siehe Parameter in Tabelle 35) ergeben sich für die Höhe des Stromverbrauchs und die entsprechenden Hintergrunddaten für den thailändischen Strommix abweichende Werte.

Im thailändischen Szenario beläuft sich der Gesamtenergieverbrauch zum Kühlen für Produkt A auf 1.648 kWh jährlich und für Produkt B auf 1.460 kWh jährlich (Tabelle 36). Ein Vergleich des jeweiligen Energieverbrauchs von Produkt A und Produkt B bei Nutzung in Deutschland und Thailand wird in Tabelle 37 und Tabelle 38 zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigen, dass in Thailand – bedingt durch die unterschiedlichen klimatischen Gegebenheiten – der Energieverbrauch rund 25 % höher ist als beim Basisszenario (Deutschland).

Tabelle 36: Energieverbrauch (Kühlen) in der Nutzungsphase von Produkt A und Produkt B in Thailand (Sensitivitätsanalyse 2)

Thailand	Einheit	Produkt A: R410A	Produkt B: R290
Kühlleistung	kW	3,5	3,5
Energieeffizienzklasse (Kühlung)		zwischen A++ und A+++	zwischen A++ und A+++
SEER (Kühlung)	W/W	6,2	7
Nutzungszeit zum Kühlen in Thailand	h/a	2.920	2.920
Jahresenergieverbrauch (Kühlen)	kWh/a	1.648	1.460

Tabelle 37: Vergleich des jährlichen Energieverbrauchs von Produkt A bei Nutzung in Thailand oder in Deutschland (Basisszenario)

Energieverbrauch (kWh/a)	Produkt A: R410A	Produkt A: R410A
Geografische Abdeckung in der Nutzungsphase	Deutschland (Basisszenario)	Thailand (Sensitivitätsanalyse 2)
Jahresenergieverbrauch (Kühlen)	198	1.648
Jahresenergieverbrauch (Heizen)	1.110	0
Gesamt (kWh/a)	1.307	1.648
Im Vergleich zum Basisszenario	100 %	126 %

Tabelle 38: Vergleich des jährlichen Energieverbrauchs von Produkt B bei Nutzung in Thailand oder in Deutschland (Basisszenario)

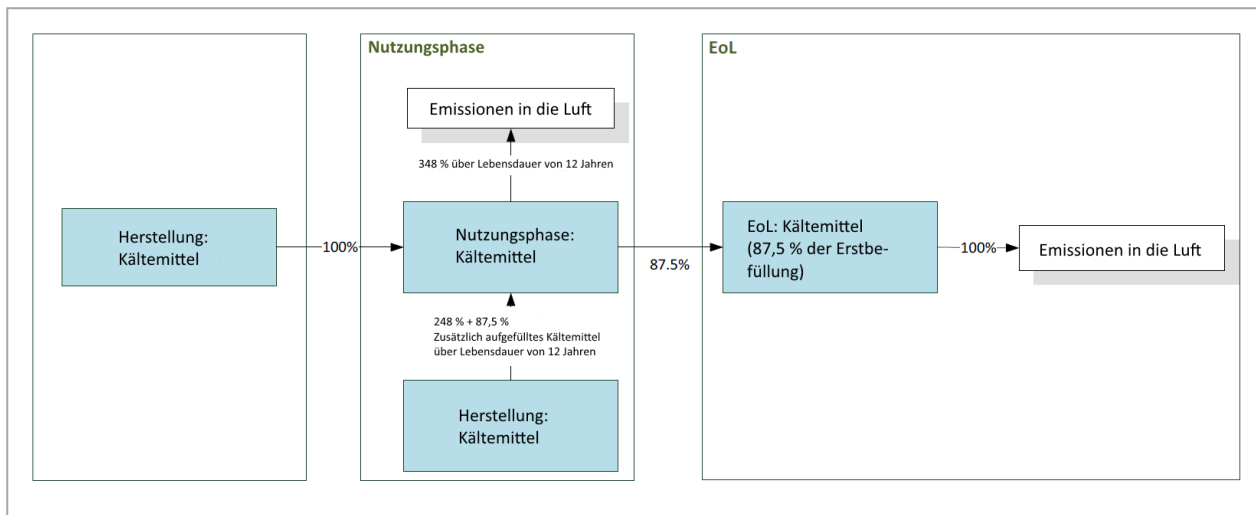
Energieverbrauch (kWh/a)	Produkt B: R290	Produkt B: R290
Geografische Abdeckung in der Nutzungsphase	Deutschland (Basisszenario)	Thailand (Sensitivitätsanalyse 2)
Jahresenergieverbrauch (Kühlen)	175	1.460
Jahresenergieverbrauch (Heizen)	965	0
Gesamt (kWh/a)	1.140	1.460
Im Vergleich zum Basisszenario	100 %	128 %

Für Thailand wird eine Leckagerate von 29 % pro Jahr angenommen (UNEP 2013). In Tabelle 39 werden die Massenströme von Kältemitteln über ihren gesamten Lebenszyklus aufgeführt und in Abbildung 26 grafisch dargestellt.

Tabelle 39: Massenstrom über den gesamten Lebenszyklus von Kältemitteln (Sensitivitätsanalyse 2: Thailand)

Kältemittel	R410A (kg/12a Lebensdauer des Klimagerätes)	R290 (kg/12a Lebensdauer des Klimagerätes)
Erstbefüllung: Kältemittel	1,10	0,55
Nutzung: Leckagerate (% pro Jahr) in Thailand	29 %	29 %
Nutzung: Leckagerate (% über Lebensdauer von 12 Jahren) in Thailand	348 %	348 %
Nutzungsphase: Leckage (29 % pro Jahr x Erstfüllmenge x 12 Jahre)	3,828	1,914
Nachgefüllte Kältemittel (= (248 % + 87,5 %) x Erstfüllmenge)	3,691	1,845
Ende der Nutzungsdauer: Leckage (= 100 % x 87,5 % x Erstfüllmenge)	0,963	0,481

Abbildung 26: Der Lebenszyklus von Kältemitteln (Sensitivitätsanalyse 2: Thailand)



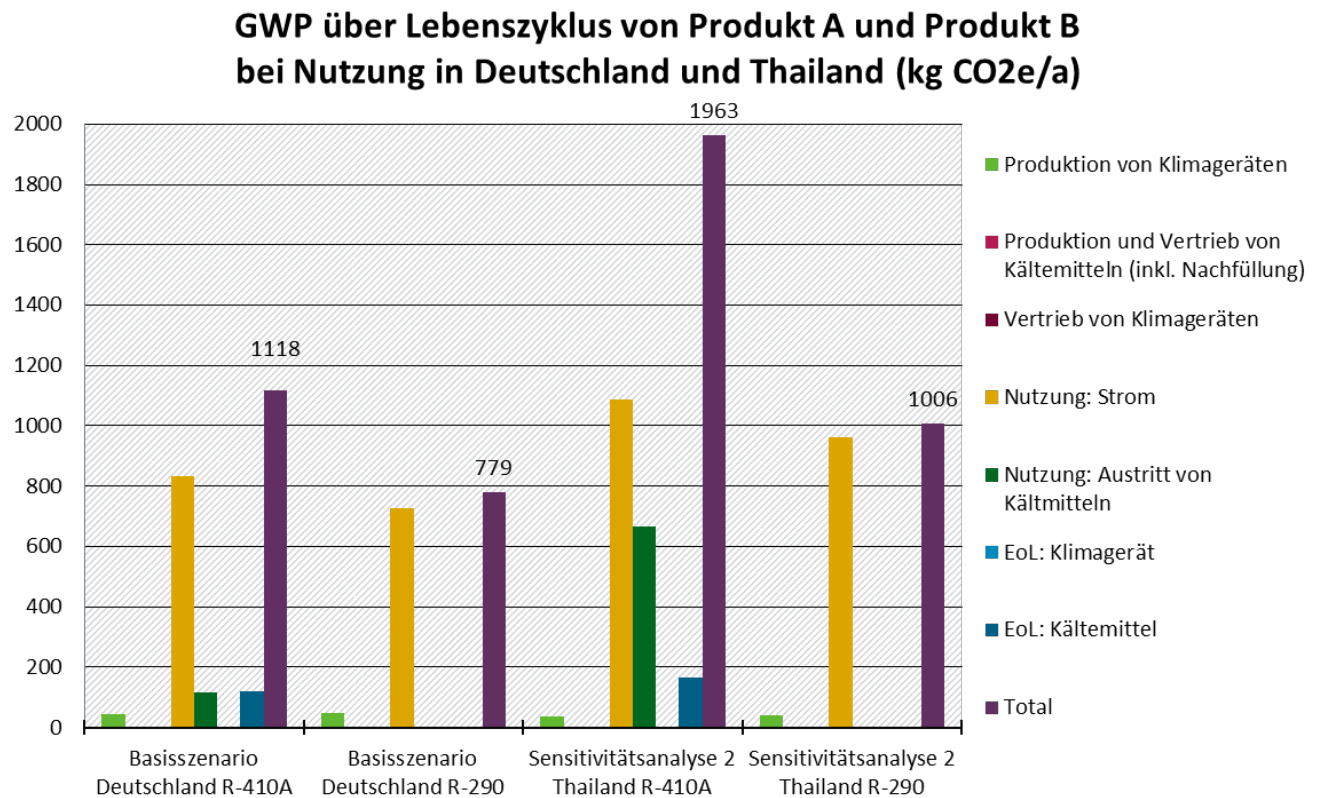
Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

In dieser Sensitivitätsanalyse werden nur die THG-Emissionen (GWP) berücksichtigt. Die Funktionseinheit wird definiert als ein über den Zeitraum von einem Jahr in Deutschland genutztes Klimagerät. Für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird die Lebensdauer der Klimageräte benötigt (Tabelle 35). Die Ergebnisse beziehen sich daher auf die THG-Emissionen pro Jahr. In Tabelle 40 und Abbildung 27 werden die Ergebnisse dieser Sensitivitätsanalyse in Bezug auf die THG-Emissionen von Produkt A und Produkt B zusammen mit den Ergebnissen des Basisszenarios dargestellt.

Tabelle 40: THG-Emissionen pro Funktionseinheit (und Jahr) der Lebenszyklusphasen von Produkt A und Produkt B bei Nutzung in Deutschland und in Thailand

GWP [kg CO ₂ e/a]	Produkt A mit R410A		Produkt B mit R290	
	Basisszenario (Deutschland)	Sensitivitätsanalyse 2 (Thailand)	Basisszenario (Deutschland)	Sensitivitätsanalyse 2 (Thailand)
Produktion von Klimageräten	45,37	37,81	49,64	41,37
Produktion und Vertrieb von Kältemitteln (inkl. Nachfüllung)	1,54	4,06	0,06	0,15
Vertrieb von Klimageräten	1,19	0,99	1,34	1,12
Nutzung: Strom	833,14	1.086,29	726,50	962,14
Nutzung: Austritt von Kältemitteln	114,81	665,91	0,09	0,53
EoL: Klimagerät	0,80	0,67	1,10	0,92
EoL: Kältemittel	120,66	167,43	0,15	0,13
Gesamt	1.117,51	1.963,16	778,89	1.006,36

Abbildung 27: GWP über den Lebenszyklus von Produkt A und Produkt B bei Nutzung in Deutschland und Thailand



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

Die Ergebnisse zeigen, dass Produkt A (Kältemittel R410A) im Basisszenario (Deutschland) mit THG-Gesamtemissionen von jährlich 1.117,51 kg CO₂e/a im Vergleich zu 778,89 kg CO₂e/a für Produkt B (Kältemittel R290, Propan) zu Buche schlägt. Im Vergleich zu Produkt A belaufen sich die Einsparungen an THG-Emissionen bei Produkt B pro Jahr auf rund 30 %.

In der Sensitivitätsanalyse 2, in der die beiden Produkte unter der Annahme der Nutzung in einer tropischen Klimazone (heiß/feucht) verglichen werden, zeigt Produkt A (Kältemittel R410A) THG-Gesamtemissionen von 1.963,16 kg CO₂e/a gegenüber 1.006,36 kg CO₂e/a für Produkt B. Die jährlichen Einsparungen bei den THG-Emissionen belaufen sich bei Produkt B auf rund 49 % im Vergleich zu Produkt A.

2.6.2 Lebenszykluskostenanalyse

Die Lebenszykluskostenanalyse umfasst alle Verbraucherausgaben über die Lebensdauer von Produkten (in diesem Fall wird ähnlich wie bei der Ökobilanz eine Lebensdauer von 10 Jahren angenommen) wie:

- ▶ Kaufpreise,
- ▶ Installationskosten,
- ▶ Reparatur- und Wartungskosten,
- ▶ auf den Stromverbrauch zurückzuführende Betriebskosten,
- ▶ Deinstallationskosten.

Die zugrundeliegenden Parameter für die Berechnung der Kosten werden in Tabelle 41 aufgeführt. Für Installation und Deinstallation der Klimageräte werden zwei Techniker benötigt, die für die Installation 7–8 Stunden und für die Deinstallation 2–3 Stunden brauchen.

Tabelle 41: Parameter für die Berechnung der Lebenszykluskosten

Kostenparameter	Einheit	Wert	Quelle
Verkaufspreise	Euro/Gerät	900	UBA (2014), FKZ 03KSE046
Installationskosten	Euro/Gerät	500	HEAT, eigene Berechnungen
Reparatur- und Wartungskosten	Euro/a	8,5	UBA (2014), FKZ 03KSE046
Deinstallationskosten	Euro/Gerät	250	HEAT, eigene Berechnungen
Jahresstromverbrauch	kWh/a	1.307	gemäß Produkt A
Strompreis	Euro/kWh	0,296	Öko-Institut (2016)

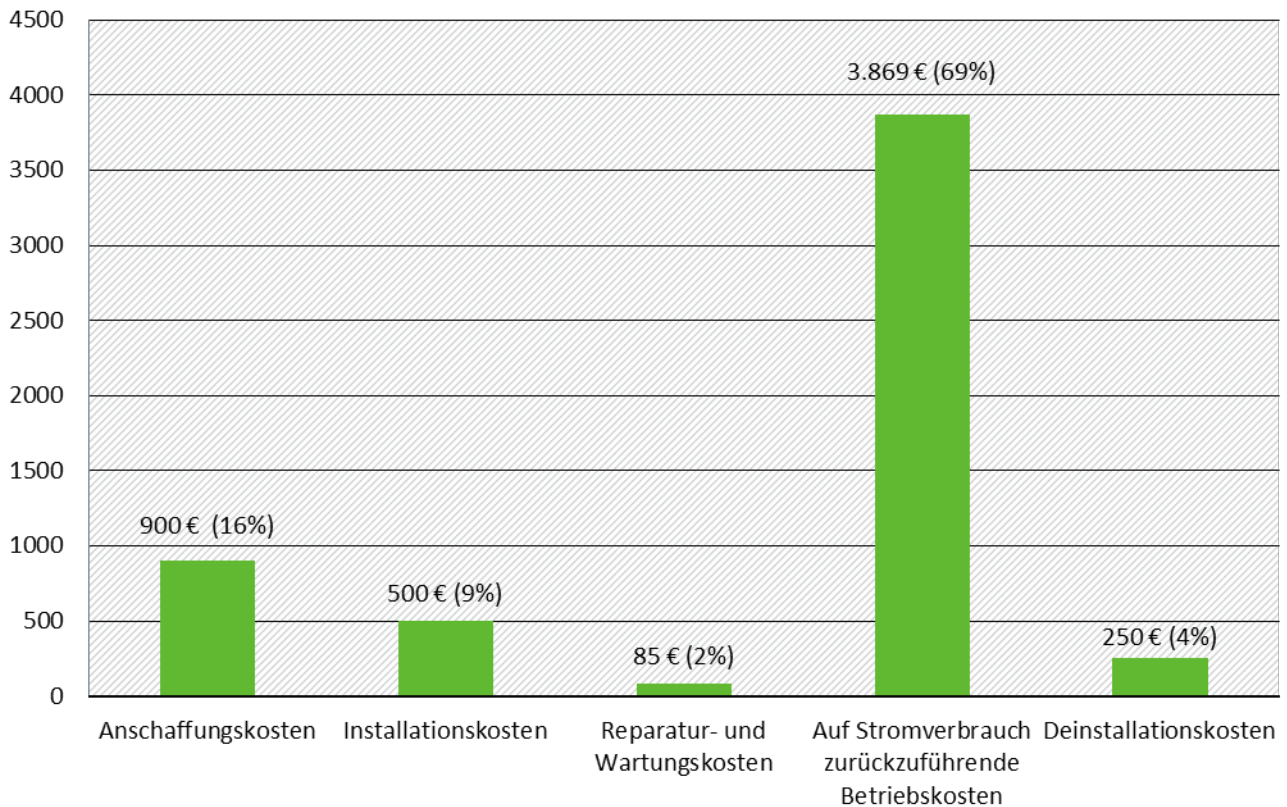
Als durchschnittlicher Strompreis für Deutschland im Jahr 2015 werden 0,296 Euro pro kWh angenommen (auf Grundlage einer Literatursauswertung). Über eine Produktlebensdauer von 10 Jahren ergibt das Energieverbrauchskosten von 3.869 Euro, wenn der Jahresstromverbrauch von Produkt A mit 1.307 kWh zugrunde gelegt wird. In Tabelle 42 und Abbildung 28 werden die Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnungen über die gesamte Lebensdauer eines Klimagerätes dargestellt.

Tabelle 42: Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnung

Lebenszykluskosten (Lebensdauer: 10 Jahre)	Wert (Euro)	Anteil (%)
Anschaffungskosten	900	16
Installationskosten	500	9
Reparatur- und Wartungskosten	85	2
Auf den Stromverbrauch zurückzuführende Betriebskosten	3.869	69
Deinstallationskosten	250	4
Gesamt	5.604	100

Abbildung 28: Geschätzte Lebenszykluskosten eines Klimagerätes

Lebenszykluskosten in Euro (Lebensdauer: 10 Jahre)



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

Abbildung 28 zeigt, dass die Betriebskosten 69 % der Lebenszyklusgesamtkosten ausmachen, gefolgt von den Anschaffungskosten (16 %), Kosten für Installation und Deinstallation (zusammen 13 %) und den Wartungskosten (2 %).

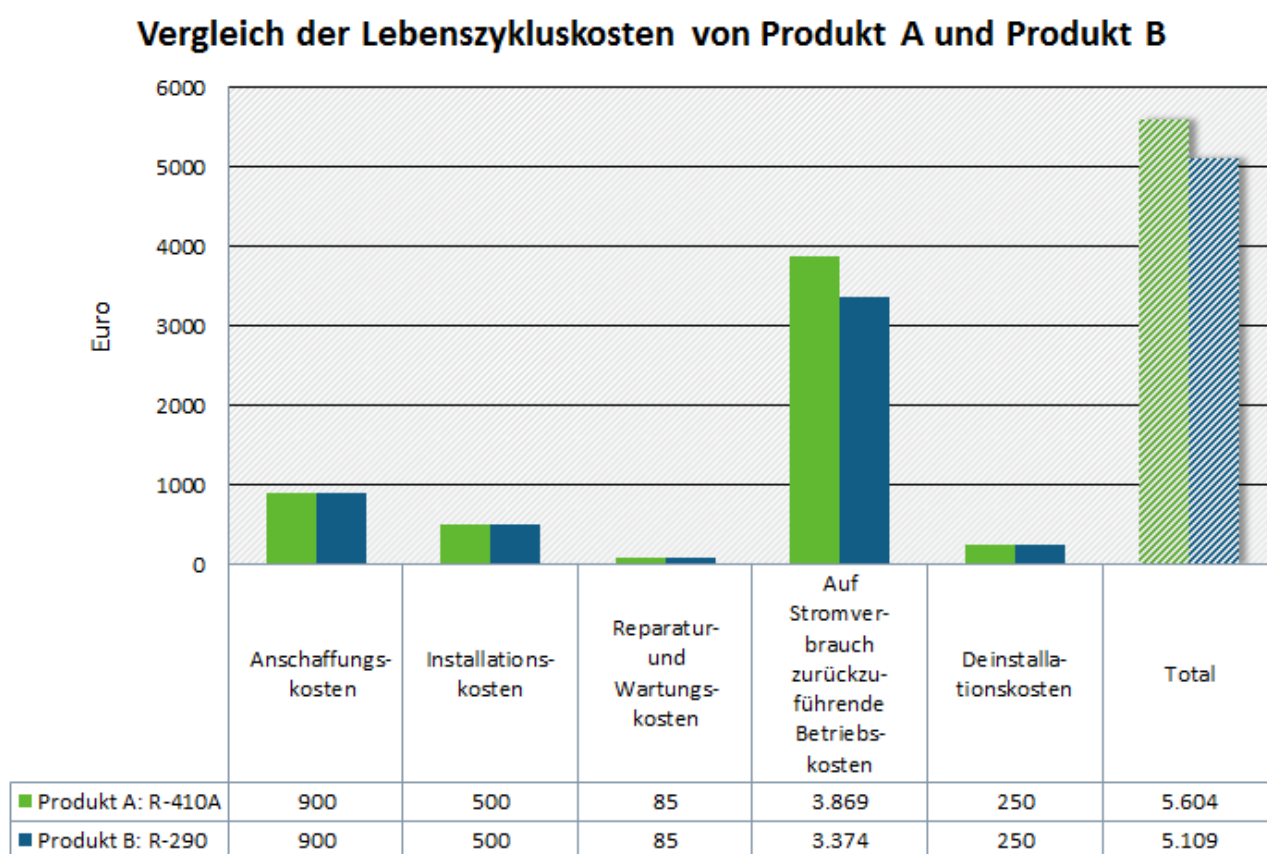
Um mögliche finanzielle Einsparungen durch die Energieeffizienz der Produkte aufzuzeigen, wird ein Vergleich der Lebenszyklusgesamtkosten von Produkt A und Produkt B durchgeführt. Tabelle 43 dokumentiert die für diesen Vergleich berücksichtigten Kosten. Mit Ausnahme der Betriebskosten, die stark vom Stromverbrauch in der Nutzungsphase abhängen, werden für alle anderen Faktoren gleiche Kosten angenommen.

Die Betriebskosten von Produkt B werden basierend auf einem Jahresstromverbrauch von 1.140 kWh/a berechnet (Tabelle 26). Abbildung 29 zeigt, dass das energieeffizientere Produkt über die Lebensdauer insgesamt rund 500 Euro einspart.

Tabelle 43: Für die Lebenszykluskostenanalyse von Produkt A und Produkt B berücksichtigte Kosten

Lebenszykluskosten (Lebensdauer: 10 Jahre)	Produkt A: R410A	Produkt B: R290
Anschaffungskosten	900	900
Installationskosten	500	500
Reparatur- und Wartungskosten	85	85
Auf den Stromverbrauch zurückzuführende Betriebskosten	3.869	3.374
Deinstallationskosten	250	250
Gesamt	5.604	5.109

Abbildung 29: Vergleich der Lebenszykluskosten von Produkt A und Produkt B



Quelle: Eigene Abbildung (Öko-Institut)

2.7 Rechtsvorschriften und Normen

Folgende wichtige einschlägige Bestimmungen in Bezug auf Single-Split-Klimageräte existieren in der EU und Deutschland:

- Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren (ABl. L 72 vom 10.3.2012, S. 7);
- Delegierte Verordnung (EU) Nr. 626/2011 der Kommission vom 4. Mai 2011 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kenn-

zeichnung von Luftkonditionierern in Bezug auf den Energieverbrauch (ABl. L 178 vom 6.7.2011, S. 1);

- Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006 (ABl. L 150 vom 20.05.2014, S. 195).

Verordnung (EU) Nr. 206/2012 ist eine Durchführungsverordnung im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und definiert neben vielen anderen Einzelheiten MEPS und Schallleistungspegel als Mindestkriterien für auf dem Markt befindliche Klimageräte. Verordnung (EU) Nr. 626/2011 hat die Energieverbrauchskennzeichnung von Klimageräten eingeführt und definiert verschiedene Energieeffizienzklassen mit entsprechenden SEER- und SCOP-Werten.

Verordnung (EU) Nr. 517/2014 befasst sich nicht schwerpunktmäßig mit natürlichen Kältemitteln. Sie fördert diese Substanzen jedoch indirekt und wurde daher hier aufgenommen. Diese Verordnung beinhaltet vier zentrale Instrumente:

- Begrenzung der Gesamtverkaufsmenge an fluorierten Treibhausgasen in der EU (schrittweise Beschränkung von HFKW);
- Verbot der Verwendung von fluorierten Treibhausgasen in vielen neuen Geräten;
- Vermeidung von Emissionen fluoriertem Treibhausgasen aus vorhandenen Geräten (z. B. verbesserte Dichtheit und Rückgewinnung);
- Kontrolle der Einfuhr von HFKW in vorbefüllten Geräten (Teil der Quote).

Das wichtigste Instrument der neuen Verordnung über fluorierte Treibhausgase, die schrittweise Beschränkung von HFKW, sorgt für eine Verknappung der am Markt verfügbaren HFKW, sodass diese immer teurer werden.

Hersteller und Importeure, die in einem Kalenderjahr mindestens 100 Tonnen CO₂-Äquivalent an fluorierten Treibhausgasen auf den Markt gebracht haben, müssen bei der Europäischen Kommission eine Quote beantragen. Aber auch Hersteller/Importeure, die vorbefüllte Raumklimageräte auf den EU-Markt bringen möchten, müssen Quoten beantragen und eine Konformitätserklärung vorlegen. Demzufolge wird die Einfuhr von mit HFKW-Kältemitteln mit hohem GWP wie R32 (GWP = 675) vorbefüllten Single-Split-Klimageräten in Zukunft zunehmend schwieriger werden. Grund dafür sind nicht nur die gesenkten Quoten, sondern auch der voraussichtliche Preisanstieg bei den HFKW. Insbesondere der Gerätesektor reagiert empfindlich auf Änderungen des Preisniveaus.

Und schließlich gilt ab 01.01.2025 ein Verbot von Single-Split-Klimageräten mit einer Erstbefüllung von weniger als 3 kg Kältemittel mit einem GWP von 750 oder mehr.

Verordnung (EU) Nr. 517/2014 verlangt zudem die Zertifizierung von Unternehmen und Personal nach Verordnung (EU) Nr. 2015/2067⁸¹, unter anderem in Bezug auf die ordnungsgemäße Installation, Wartung und Rückgewinnung von Kältemitteln.

Darüber hinaus gelten eine Vielzahl weiterer Richtlinien und Normen für Single-Split-Klimageräte. Die wichtigsten davon, inklusive der in Verordnung (EU) Nr. 206/2012 und Verordnung (EU)

⁸¹ Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2015/2067 der Kommission vom 17. November 2015 zur Festlegung – gemäß der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates – der Mindestanforderungen und der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung im Hinblick auf die Zertifizierung von natürlichen Personen in Bezug auf fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen sowie Kühlaggregate in Kühlkraftfahrzeugen und -anhängern und auf die Zertifizierung von Unternehmen in Bezug auf fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen (ABl. L 301 vom 18.11.2015, S. 28)

Nr. 626/2011 genannten, werden in Anhang I aufgeführt (Kapitel 3.1). Die wichtigsten Normen, die die Verwendung der brennbaren Kältemittel Propan/Propylen einschränken, sind:

- ▶ ISO 5149:2014 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen⁸²
- ▶ DIN EN 378:2012 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen⁸³;
- ▶ DIN EN 60335-2-40:2014 – Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke⁸⁴.

Die Einschränkung ergibt sich aus der in DIN EN 378 und DIN EN 60335-2-40 angegebenen Formel (für „Komfort-Klimageräte oder Komfort-Wärmepumpen in einem Personen-Aufenthaltsbereich“) zur Begrenzung der maximalen Erstfüllmenge für brennbare Kältemittel (z. B. Propan als ein A3-Kältemittel gemäß DIN EN 378), abhängig von der Raumgröße, der Installationshöhe des Innengerätes (Verdampfer) und der unteren Zündgrenze (UZG) des Kältemittels (0,038 kg/m³ bei Propan).

Die Formel gilt trotz mangelnder wissenschaftlicher Belege und obwohl sie davon ausgeht, dass bei einem Unfall die gesamte Kältemittelfüllung in den Raum freigesetzt wird. Diese Annahme hat sich unter den auftretenden Druckverhältnissen als nicht zutreffend erwiesen (vgl. Zhang 2013). Die Normen werden fortlaufend in den Normenausschüssen überprüft.

Trotz der Beschränkungen können brennbare Kältemittel in Raumklimageräten für Kühlen und Heizen verwendet werden. Ein Raum mit einer Größe von 30 m² würde ein Klimagerät mit 0,4 kg Propan als Kältemittel erlauben. Das ist eine Füllmenge, die mit Klimageräten mit Kühlleistungen unter 5 kW realisiert werden kann.

Je höher der Wirkungsgrad von Klimageräten ist, desto schwieriger wird es jedoch, die Verwendung von brennbaren Kältemitteln zu realisieren. Das ergibt sich aus der positiven Korrelation zwischen „spezifischer Füllung“ (d. h. kg Kältemittel pro kW Nennkühlleistung) und SEER-Wert: Der höhere Wirkungsgrad wird häufig durch Vergrößerung der Wärmeübertrager realisiert, was eine höhere Kältemittel-Füllmenge mit sich bringt.

Bemerkenswert ist, dass die Normen nur informativen Charakter haben und nicht rechtlich bindend sind. Das bedeutet, dass Hersteller von den Empfehlungen der Normen abweichen dürfen, wenn sie aufzeigen, dass keine damit verbundenen zusätzlichen Sicherheitsrisiken bestehen.

⁸² http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=54979

⁸³ <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-378-1/151129166>

⁸⁴ <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-60335-2-40/194230842>

2.8 Vergleich von gesetzlichen Anforderungen und ausgewählten asiatischen Umweltzeichen

Beim Vergleich verschiedener Umweltzeichen ist es wichtig, zwischen den gesetzlichen Anforderungen in den Ländern und den freiwilligen Vergabekriterien für die jeweiligen Umweltzeichen zu differenzieren. Der gesetzliche Rahmen wurde bereits in Kapitel 2.7 erläutert, hier folgen Spezifikationen für bestimmte Parameter.

2.8.1 Gesetzliche Anforderungen

Tabelle 44 zeigt die gesetzlichen Anforderungen für Klimageräte in China, Thailand, Südkorea und der Europäischen Union.⁸⁵ Folgende Spezifikationen werden berücksichtigt: Energieeffizienz, Lärmemissionen und die Verwendung von gefährlichen Stoffen.

⁸⁵ Die Autoren können die Vollständigkeit der gesetzlichen Anforderungen nicht garantieren.

Tabelle 44: Gesetzliche Anforderungen für Klimageräte in China, Thailand, Südkorea und der Europäischen Union. Mit den Daten aus asiatischen Ländern zu vervollständigen.

KRITERIUM	CHINA	INDIEN	THAILAND	SÜDKOREA	EUROPÄISCHE UNION																																																																																																												
Energieeffizienz	Titel der Norm: GB 21455-2013 (2013) – inoffizielle Übersetzung: „Mindestanforderungen an die Energieeffizienz und Energieeffizienzklassen für regelbare Raumklimageräte“ Anmerkungen: vorgeschriebene MEPS und Kennzeichnung, gilt nicht für bewegliche Klimageräte, VRF-Systeme und Kompaktklimageräte	Titel der Norm: BEE-Star Energy Efficiency Label Anmerkungen: vorgeschriebene MEPS	Titel der Norm: TIS 2134-2553 (2010) – inoffizielle Übersetzung: „Raumklimageräte: Umweltaanforderungen: Energieeffizienz“ Anmerkungen: vorgeschriebene MEPS	Titel der Norm: TIS 2134-2553 (2010) – inoffizielle Übersetzung: „Raumklimageräte: Umweltaanforderungen: Energieeffizienz“ Anmerkungen: vorgeschriebene MEPS und Kennzeichnung	Titel der Norm: Verordnung (EU) Nr. 206/2012: „Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren“ Anmerkungen: vorgeschriebene MEPS																																																																																																												
	<table><tr><th>RCC (kW)</th><th colspan="6">SEER (Wh/Wh)</th></tr><tr><th></th><th colspan="2">Klasse I</th><th colspan="2">Klasse II</th><th colspan="2">Klasse III</th></tr><tr><th></th><th>Wärmepumpe</th><th>nur Kühlung</th><th>Wärmepumpe</th><th>nur Kühlung</th><th>Wärmepumpe</th><th>nur Kühlung</th></tr><tr><td>≤ 4,50</td><td>4,50</td><td>5,40</td><td>4,00</td><td>5,00</td><td>3,50</td><td>4,30</td></tr><tr><td>4,50 < RCC ≤ 7,10</td><td>4,00</td><td>5,10</td><td>3,50</td><td>4,40</td><td>3,30</td><td>3,90</td></tr><tr><td>7,10 < RCC ≤ 14</td><td>3,70</td><td>4,70</td><td>3,30</td><td>4,00</td><td>3,10</td><td>3,50</td></tr></table>	RCC (kW)	SEER (Wh/Wh)							Klasse I		Klasse II		Klasse III			Wärmepumpe	nur Kühlung	Wärmepumpe	nur Kühlung	Wärmepumpe	nur Kühlung	≤ 4,50	4,50	5,40	4,00	5,00	3,50	4,30	4,50 < RCC ≤ 7,10	4,00	5,10	3,50	4,40	3,30	3,90	7,10 < RCC ≤ 14	3,70	4,70	3,30	4,00	3,10	3,50	<table><tr><th></th><th colspan="2">Energiewirkungsgrad (W/W)</th></tr><tr><th></th><th colspan="2">1/2014–12/2015 (Rev. 2)</th></tr><tr><th>Klasse</th><th>Mindestwert RCC</th><th>Höchstwert RCC</th></tr><tr><td>1 Stern</td><td>2,70</td><td>2,89</td></tr><tr><td>2 Sterne</td><td>2,90</td><td>3,09</td></tr><tr><td>3 Sterne</td><td>3,10</td><td>3,29</td></tr><tr><td>4 Sterne</td><td>3,30</td><td>3,49</td></tr><tr><td>5 Sterne</td><td>3,50</td><td></td></tr></table>		Energiewirkungsgrad (W/W)			1/2014–12/2015 (Rev. 2)		Klasse	Mindestwert RCC	Höchstwert RCC	1 Stern	2,70	2,89	2 Sterne	2,90	3,09	3 Sterne	3,10	3,29	4 Sterne	3,30	3,49	5 Sterne	3,50		<table><tr><th>RCC (kW)</th><th colspan="2">EER (W/W)</th></tr><tr><th></th><th>Fenstergerät</th><th>Split-Gerät</th></tr><tr><td>≤ 8,00</td><td>2,82</td><td>2,82</td></tr><tr><td>8,00 < RCC ≤ 12,00</td><td>2,53</td><td>2,82</td></tr></table>	RCC (kW)	EER (W/W)			Fenstergerät	Split-Gerät	≤ 8,00	2,82	2,82	8,00 < RCC ≤ 12,00	2,53	2,82	<table><tr><th></th><th>RCC (kW)</th><th>EER (W/W)</th></tr><tr><td>Fenstergerät</td><td>alle RCCs</td><td>2,88</td></tr><tr><td rowspan="4">Split-Gerät</td><td>< 4,00</td><td>3,37</td></tr><tr><td>4,00 ≤ RCC < 10,00</td><td>2,97</td></tr><tr><td>10,00 ≤ RCC < 17,50</td><td>2,76</td></tr><tr><td>17,00 ≤ RCC < 23,00</td><td>2,63</td></tr></table>		RCC (kW)	EER (W/W)	Fenstergerät	alle RCCs	2,88	Split-Gerät	< 4,00	3,37	4,00 ≤ RCC < 10,00	2,97	10,00 ≤ RCC < 17,50	2,76	17,00 ≤ RCC < 23,00	2,63	<table><tr><th></th><th>SEER</th><th>SCOP</th></tr><tr><td>GWP des Kältemittels > 150 für < 6 kW</td><td>4,60</td><td>3,80</td></tr><tr><td>GWP des Kältemittels ≤ 150 für < 6 kW</td><td>4,14</td><td>3,42</td></tr><tr><td>GWP des Kältemittels > 150 für 6–12 kW</td><td>4,30</td><td>3,80</td></tr><tr><td>GWP des Kältemittels ≤ 150 für 6–12 kW</td><td>3,87</td><td>3,42</td></tr></table>		SEER	SCOP	GWP des Kältemittels > 150 für < 6 kW	4,60	3,80	GWP des Kältemittels ≤ 150 für < 6 kW	4,14	3,42	GWP des Kältemittels > 150 für 6–12 kW	4,30	3,80	GWP des Kältemittels ≤ 150 für 6–12 kW	3,87	3,42
	RCC (kW)	SEER (Wh/Wh)																																																																																																															
		Klasse I		Klasse II		Klasse III																																																																																																											
		Wärmepumpe	nur Kühlung	Wärmepumpe	nur Kühlung	Wärmepumpe	nur Kühlung																																																																																																										
≤ 4,50	4,50	5,40	4,00	5,00	3,50	4,30																																																																																																											
4,50 < RCC ≤ 7,10	4,00	5,10	3,50	4,40	3,30	3,90																																																																																																											
7,10 < RCC ≤ 14	3,70	4,70	3,30	4,00	3,10	3,50																																																																																																											
	Energiewirkungsgrad (W/W)																																																																																																																
	1/2014–12/2015 (Rev. 2)																																																																																																																
Klasse	Mindestwert RCC	Höchstwert RCC																																																																																																															
1 Stern	2,70	2,89																																																																																																															
2 Sterne	2,90	3,09																																																																																																															
3 Sterne	3,10	3,29																																																																																																															
4 Sterne	3,30	3,49																																																																																																															
5 Sterne	3,50																																																																																																																
RCC (kW)	EER (W/W)																																																																																																																
	Fenstergerät	Split-Gerät																																																																																																															
≤ 8,00	2,82	2,82																																																																																																															
8,00 < RCC ≤ 12,00	2,53	2,82																																																																																																															
	RCC (kW)	EER (W/W)																																																																																																															
Fenstergerät	alle RCCs	2,88																																																																																																															
Split-Gerät	< 4,00	3,37																																																																																																															
	4,00 ≤ RCC < 10,00	2,97																																																																																																															
	10,00 ≤ RCC < 17,50	2,76																																																																																																															
	17,00 ≤ RCC < 23,00	2,63																																																																																																															
	SEER	SCOP																																																																																																															
GWP des Kältemittels > 150 für < 6 kW	4,60	3,80																																																																																																															
GWP des Kältemittels ≤ 150 für < 6 kW	4,14	3,42																																																																																																															
GWP des Kältemittels > 150 für 6–12 kW	4,30	3,80																																																																																																															
GWP des Kältemittels ≤ 150 für 6–12 kW	3,87	3,42																																																																																																															
			EGAT Label No. 5: „Klimagerät Label No. 5“	Energieverbrauchskennzeichnung: Split-Gerät, 4,0 kW ≤ RCC < 10,0 kW (ohne Netzwerkfunktion)	Verordnung (EU) Nr. 626/2011: „Energieverbrauchskennzeichnung von Klimageräten“																																																																																																												
			Anmerkungen: freiwillige Kennzeichnung für regelbare Klimageräte		Anmerkungen: vorgeschriebene Kennzeichnung																																																																																																												
			<table><tr><th>RCC (kW)</th><th>SEER (Wh/Wh)</th></tr><tr><td>≤ 8,00</td><td>≥ 4,40</td></tr><tr><td>8,00 < RCC ≤ 12,00</td><td>≥ 4,10</td></tr></table>	RCC (kW)	SEER (Wh/Wh)	≤ 8,00	≥ 4,40	8,00 < RCC ≤ 12,00	≥ 4,10																																																																																																								
RCC (kW)	SEER (Wh/Wh)																																																																																																																
≤ 8,00	≥ 4,40																																																																																																																
8,00 < RCC ≤ 12,00	≥ 4,10																																																																																																																
				* (Stromverbrauch im Bereitschaftszustand)																																																																																																													
				Energieverbrauchskennzeichnung: Split-																																																																																																													

KRITERIUM	CHINA	INDIEN	THAILAND	SÜDKOREA	EUROPÄISCHE UNION		
				Gerät, RCC < 4,0 kW (ohne Netzwerkfunktion)	Energieeffizienzklasse	SEER	SCOP
					A+++	SEER ≥ 8,50	SCOP ≥ 5,10
					A++	6,10 ≤ SEER < 8,50	4,60 ≤ SCOP < 5,10
					A+	5,60 ≤ SEER < 6,10	4,00 ≤ SCOP < 4,60
					A	5,10 ≤ SEER < 5,60	3,40 ≤ SCOP < 4,00
					B	4,60 ≤ SEER < 5,10	3,10 ≤ SCOP < 3,40
					C	4,10 ≤ SEER < 4,60	2,80 ≤ SCOP < 3,10
					D	3,60 ≤ SEER < 4,10	2,50 ≤ SCOP < 2,80
					E	3,10 ≤ SEER < 3,60	2,20 ≤ SCOP < 2,50
					F	2,60 ≤ SEER < 3,10	1,90 ≤ SCOP < 2,20
					G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

* (Stromverbrauch im Bereitschaftszustand)

KRITERIUM	CHINA	INDIEN	THAILAND	SÜDKOREA	EUROPÄISCHE UNION		
Kältemittel					Verordnung (EU) Nr. 517/2014 - Die schrittweise Beschränkung von HFKW ist das wichtigste Instrument der neuen Verordnung (EU) Nr. 517/2014. - Hersteller und Importeure, die in einem Kalenderjahr mindestens 100 Tonnen CO₂-Äquivalent an fluorierten Treibhausgasen auf den Markt gebracht haben, müssen bei der Europäischen Kommission eine Quote beantragen. - Hersteller/Importeure, die Raumklimageräte auf den EU-Markt bringen möchten, müssen Quoten beantragen und eine Konformitätserklärung vorlegen. - Verbot von Single-Split-Klimageräten (< 3 kg Erstbefüllung) mit GWP ≥ 750 ab 01.01.2025. Verordnung (EU) Nr. 1005/2009 - Verbot von R22 in Neuanlagen ab 01.01.2000. - Recyceltes R22 für die Instandhaltung oder Wartung von Klimageräten zulässig bis 01.01.2015. - Verbot der Verwendung von recyceltem oder ungebrauchtem R22 ab 01.01.2015.		
Lärmemission (Schallleistungspegel)					Titel: Verordnung (EU) Nr. 206/2012: „Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren“ Anmerkungen: verbindliche Norm <table><tr><td>RCC (kW)</td><td>Schallleistungspegel dB(A)</td></tr></table>	RCC (kW)	Schallleistungspegel dB(A)
RCC (kW)	Schallleistungspegel dB(A)						

KRITERIUM	CHINA	INDIEN	THAILAND	SÜDKOREA	EUROPÄISCHE UNION														
					<table><tr><td></td><td>Innenge- rät</td><td>Außen- gerät</td></tr><tr><td>≤ 6</td><td>≤ 60</td><td>≤ 65</td></tr><tr><td>6 < RCC ≤ 12 kW</td><td>≤ 65</td><td>≤ 70</td></tr></table>		Innenge- rät	Außen- gerät	≤ 6	≤ 60	≤ 65	6 < RCC ≤ 12 kW	≤ 65	≤ 70					
	Innenge- rät	Außen- gerät																	
≤ 6	≤ 60	≤ 65																	
6 < RCC ≤ 12 kW	≤ 65	≤ 70																	
Gefährliche Stoffe	GB/T 16288-2008 Kennzeichnung von Kunststoffprodukten GB/T 18455-2010 Recyclingkennzeichnung der Verpackung GB/T 20861-2007 Terminologie der Aufbereitung von Ab- fallprodukten GB/T 26572-2011 Konzentrationsgrenzwerte für bestimmte beschränkte Stoffe in Elektro- und Elekt- ronikgeräten HJ/T 239-2006 technische Anforderungen für die Um- weltkennzeichnung von quecksilberfreien Trockenzellen und -batterien		TIS 1310 Symbole für Recyclingkunststoffe	Gesetz zum Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten und Fahrzeugen	Titel: Richtlinie 2011/65/EU „Be- schränkung der Verwendung be- stimmter gefährlicher Stoffe (RoHS)“ <table><tr><td>Stoff</td><td>Menge (Gew.%)</td></tr><tr><td>Pb</td><td>≤ 0,1</td></tr><tr><td>Cd</td><td>≤ 0,01</td></tr><tr><td>Hg</td><td>≤ 0,1</td></tr><tr><td>Cr6+</td><td>≤ 0,1</td></tr><tr><td>PBB</td><td>≤ 0,1</td></tr><tr><td>PBDE</td><td>≤ 0,1</td></tr></table>	Stoff	Menge (Gew.%)	Pb	≤ 0,1	Cd	≤ 0,01	Hg	≤ 0,1	Cr6+	≤ 0,1	PBB	≤ 0,1	PBDE	≤ 0,1
Stoff	Menge (Gew.%)																		
Pb	≤ 0,1																		
Cd	≤ 0,01																		
Hg	≤ 0,1																		
Cr6+	≤ 0,1																		
PBB	≤ 0,1																		
PBDE	≤ 0,1																		

2.8.2 Vergabekriterien für ausgewählte asiatische Umweltzeichen

Tabelle 45: Spezifikationen und Vergabekriterien für ausgewählte asiatische Umweltzeichen

KRITERIUM	CHINA	THAILAND	SÜDKOREA																		
Name des Umweltzeichens	HJ 2535-2013	TGL-07-R3-15	EL-401																		
Geltungsbereich	Anwendbar auf: - Verflüssiger mit Wind- und Luftkühlung - gekapselte Motorkompressoren - Raumklimageräte für den privaten oder vergleichbaren Gebrauch mit Kälteleistungen bis 14.000 W Nicht anwendbar auf: - bewegliche Klimageräte - Monoblock-Klimageräte - separate Geräte, die nicht zu einer Klimaanlage zusammengeschlossen werden können - Klimageräte, die in ihrem Kältekreislauf mit Wasserdampfaufnahme arbeiten	Anwendbar auf: - Raumklimageräte mit luftgekühlten Verflüssigern oder luft- und wassergekühlten Verflüssigern zum Zweck der Reduzierung von Temperatur und Luftfeuchte - Klimageräte zur Erhöhung von Temperatur und Luftfeuchte sind ausgeschlossen - Raumklimageräte mit Kälteleistungen bis 12.000 W, Wechselstrom mit ein- oder dreiphasiger Stromversorgung	Anwendbar auf: strombetriebene Universalklimageräte mit Kältemittelkompressor für Wohnungen und Büros; das umfasst Monoblock-Klimageräte und Split-Klimageräte																		
Technische Definition: Raumklimagerät	Ein Gerät, das einen abgeschlossenen Bereich oder Raum direkt mit aufbereiteter Luft versorgt. Das sind vor allem Kälteanlagen zum Kühlen und Entfeuchten sowie Geräte für Luftzirkulation und Luftreinigung. Dazu können auch Geräte zum Heizen und Lüften zählen, die als eigenständige Geräte oder auch als Bauteile ausgelegt sein können, beispielsweise Klimageräte mit freier Luftzufuhr, Wasserwärmepumpen, Kompaktklimageräte, Kanalklimageräte, Multi-Split-Klimageräte, Dach-Klimageräte etc.	Klimageräte gemäß TIS 385 oder TIS 1155 Inoffizielle Übersetzung von TIS 2134-2545, Quelle: http://www.tisi.go.th/images/notif_th/fulltext/ttha104.pdf : TIS 1155: Split-Raumklimagerät: Split-Raumklimagerät nach TIS 1155 zur Kühlung mittels Luftzirkulation, bestehend aus einem Verflüssigungssatz und einem Gebläsekonvektor. Nach Installation gemäß Auslegung des Herstellers kann das Gerät die Luft in dem Raum oder Bereich kühlen und entfeuchten, in dem der Gebläsekonvektor installiert ist.	Monoblock-Klimagerät: Die Hauptkomponenten wie Kompressor, Lüfter, Wärmeübertrager etc. befinden sich in einem Gehäuse. Split-Klimagerät: Die Hauptkomponenten wie Kompressor, Lüfter, Wärmeübertrager etc. befinden sich in mehr als zwei Gehäusen.																		
Energieeffizienz	unter Bezugnahme auf die Anforderungen der nationalen Energieeffizienzstandards	unter Bezugnahme auf die Anforderungen von Label No. 5 der Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)	unter Bezugnahme auf die Anforderungen der höchsten Energieeffizienzklasse gemäß Energy Use Rationalization Act.																		
Kältemittel	Anforderungen für das verwendete Kältemittel: <table><tr><td>Kältemitteltyp</td><td>ODP</td><td>GWP</td></tr><tr><td>nicht angegeben</td><td>0</td><td>nicht angegeben</td></tr></table>	Kältemitteltyp	ODP	GWP	nicht angegeben	0	nicht angegeben	Anforderungen für das verwendete Kältemittel: <table><tr><td>Kältemitteltyp</td><td>ODP</td><td>GWP</td></tr><tr><td>kein FCKW</td><td>≤ 0,5*</td><td>≤ 2.500</td></tr></table> * muss 0 sein ab 1. Jan. 2017	Kältemitteltyp	ODP	GWP	kein FCKW	≤ 0,5*	≤ 2.500	Anforderungen für das verwendete Kältemittel: <table><tr><td>Kältemitteltyp</td><td>ODP</td><td>GWP</td></tr><tr><td>nicht angegeben</td><td>muss 0 sein</td><td>≤ 2.500</td></tr></table>	Kältemitteltyp	ODP	GWP	nicht angegeben	muss 0 sein	≤ 2.500
Kältemitteltyp	ODP	GWP																			
nicht angegeben	0	nicht angegeben																			
Kältemitteltyp	ODP	GWP																			
kein FCKW	≤ 0,5*	≤ 2.500																			
Kältemitteltyp	ODP	GWP																			
nicht angegeben	muss 0 sein	≤ 2.500																			

KRITERIUM	CHINA	THAILAND	SÜDKOREA																																																																											
Lärmemission (Schallleistungspegel)	<table><tr><td colspan="2">RCC (kW)</td><td>Schallleistungspegel dB(A)</td></tr><tr><td rowspan="3">≤ 2,5</td><td>Innengerät</td><td>39</td></tr><tr><td>Außengerät (statischer Druck)</td><td>40</td></tr><tr><td>Außengerät</td><td>49</td></tr><tr><td rowspan="3">> 2,5 ~ 4,5</td><td>Innengerät</td><td>41</td></tr><tr><td>Außengerät (statischer Druck)</td><td>42</td></tr><tr><td>Außengerät</td><td>52</td></tr><tr><td rowspan="3">> 4,5 ~ 7,1</td><td>Innengerät</td><td>43</td></tr><tr><td>Außengerät (statischer Druck)</td><td>44</td></tr><tr><td>Außengerät</td><td>56</td></tr><tr><td rowspan="3">> 7,1</td><td>Innengerät</td><td>47</td></tr><tr><td>Außengerät (statischer Druck)</td><td>48</td></tr><tr><td>Außengerät</td><td>59</td></tr></table>	RCC (kW)		Schallleistungspegel dB(A)	≤ 2,5	Innengerät	39	Außengerät (statischer Druck)	40	Außengerät	49	> 2,5 ~ 4,5	Innengerät	41	Außengerät (statischer Druck)	42	Außengerät	52	> 4,5 ~ 7,1	Innengerät	43	Außengerät (statischer Druck)	44	Außengerät	56	> 7,1	Innengerät	47	Außengerät (statischer Druck)	48	Außengerät	59	<table><tr><td></td><td>RCC (kW)</td><td colspan="2">Schallleistungspegel dB(A)</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Innengerät</td><td>Außengerät</td></tr><tr><td>Monoblock-Gerät</td><td>alle RCCs</td><td>≤ 55</td><td>≤ 60</td></tr><tr><td rowspan="2">Split-Gerät</td><td>≤ 8 kW</td><td>≤ 50</td><td>≤ 57</td></tr><tr><td>8 kW < RCC ≤ 12 kW</td><td>≤ 57</td><td>≤ 63</td></tr></table>		RCC (kW)	Schallleistungspegel dB(A)				Innengerät	Außengerät	Monoblock-Gerät	alle RCCs	≤ 55	≤ 60	Split-Gerät	≤ 8 kW	≤ 50	≤ 57	8 kW < RCC ≤ 12 kW	≤ 57	≤ 63	<table><tr><td></td><td>RCC (kW)</td><td colspan="2">Lärmemissionsstandards* dB(A)</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Innengerät</td><td>Außengerät</td></tr><tr><td>Monoblock</td><td>alle RCCs</td><td>≤ 55</td><td>≤ 60</td></tr><tr><td rowspan="4">Split-Gerät</td><td>RCC < 4 kW</td><td>≤ 45</td><td>≤ 55</td></tr><tr><td>4 kW ≤ RCC < 10 kW</td><td>≤ 50</td><td>≤ 60</td></tr><tr><td>10 kW ≤ RCC < 35 kW</td><td>≤ 55</td><td>≤ 65</td></tr><tr><td>RCC ≥ 35 kW</td><td>≤ 55</td><td>≤ 70</td></tr></table> * Schallleistungspegel (Annahme der Autoren, vergleiche TGL-07-R3-15 (Thailand))		RCC (kW)	Lärmemissionsstandards* dB(A)				Innengerät	Außengerät	Monoblock	alle RCCs	≤ 55	≤ 60	Split-Gerät	RCC < 4 kW	≤ 45	≤ 55	4 kW ≤ RCC < 10 kW	≤ 50	≤ 60	10 kW ≤ RCC < 35 kW	≤ 55	≤ 65	RCC ≥ 35 kW	≤ 55	≤ 70
	RCC (kW)		Schallleistungspegel dB(A)																																																																											
	≤ 2,5	Innengerät	39																																																																											
		Außengerät (statischer Druck)	40																																																																											
		Außengerät	49																																																																											
	> 2,5 ~ 4,5	Innengerät	41																																																																											
		Außengerät (statischer Druck)	42																																																																											
		Außengerät	52																																																																											
	> 4,5 ~ 7,1	Innengerät	43																																																																											
		Außengerät (statischer Druck)	44																																																																											
Außengerät		56																																																																												
> 7,1	Innengerät	47																																																																												
	Außengerät (statischer Druck)	48																																																																												
	Außengerät	59																																																																												
	RCC (kW)	Schallleistungspegel dB(A)																																																																												
		Innengerät	Außengerät																																																																											
Monoblock-Gerät	alle RCCs	≤ 55	≤ 60																																																																											
Split-Gerät	≤ 8 kW	≤ 50	≤ 57																																																																											
	8 kW < RCC ≤ 12 kW	≤ 57	≤ 63																																																																											
	RCC (kW)	Lärmemissionsstandards* dB(A)																																																																												
		Innengerät	Außengerät																																																																											
Monoblock	alle RCCs	≤ 55	≤ 60																																																																											
Split-Gerät	RCC < 4 kW	≤ 45	≤ 55																																																																											
	4 kW ≤ RCC < 10 kW	≤ 50	≤ 60																																																																											
	10 kW ≤ RCC < 35 kW	≤ 55	≤ 65																																																																											
	RCC ≥ 35 kW	≤ 55	≤ 70																																																																											
Gefährliche Stoffe in Komponenten und Teilen	- Kunststoffbauteile mit einem Gewicht über 25 g oder einer Oberfläche von mehr als 200 mm² müssen aus einem einzigen Polymer oder Copolymer hergestellt werden. - Kunststoffbauteile mit einem Gewicht über 25 g oder einer Oberfläche von mehr als 200 mm² müssen gekennzeichnet werden (siehe GB/T 16288 [GB/T 16288-1996, Kennzeichnung von Kunststoffverpackungen und -produkten für das Recycling]). - Die Grenzwerte für beschränkte Stoffe müssen den entsprechenden Anforderungen von GB/T 26572 entsprechen [GB/T 26572-2011, Konzentrationsgrenzwerte für bestimmte beschränkte Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten]. - Die Verwendung von kurzkettigen Chlorparaffinen (SCCP) im Grundwerkstoff von Produktgehäuse und Leiterplatte ist untersagt. Der SCCP-Gehalt muss weniger als 1 % des Gesamtgewichts der Kunststoffbauteile betragen. - Kunststoffbauteile des Produktgehäuses mit einem Gewicht über 25 g dürfen keine Chlor- und Brompolymere enthalten. Außerdem dürfen keine Feuerschutzmittel	- Kunststoffteile mit einem Gewicht ≥ 25 g dürfen keine Schwermetalle oder deren Verbindungen sowie keine Feuerschutzmittel (folgende Tabelle) enthalten. - Kunststoffteile mit einem Gewicht ≥ 25 g oder einer Oberfläche ab 200 mm² müssen nach Kunststoffart gekennzeichnet werden (siehe TIS 13107, ISO 10438 oder ISO 114699). - Auf dem Produkt verwendete Lackierungen dürfen keine Schwermetalle oder deren Verbindungen wie Quecksilber (Hg), Blei (Pb), Kadmium (Cd) und sechswertiges Chrom (Cr6+) enthalten. Der Gesamtanteil von Hg, Pb, Cd und Cr6+ darf 0,1 % (1.000 ppm) des Gewichts nicht überschreiten. Der Gehalt an gefährlichen Stoffen muss folgenden Anforderungen entsprechen: <table><tr><td>Stoff</td><td colspan="4">Schwermetall oder dessen Verbindung</td><td colspan="2">Feuerschutzmittel</td></tr><tr><td rowspan="2">Menge (ppm)</td><td>Pb</td><td>Cd</td><td>Hg</td><td>Cr6+**</td><td>PBB</td><td>PBDE</td></tr><tr><td>≤ 1.000</td><td>≤ 100</td><td>≤ 1.000</td><td>≤ 1.000</td><td>≤ 1.000</td><td>≤ 1.000</td></tr></table> ** Ein Chromgehalt (Cr) von insgesamt höchstens 1.000 ppm zeigt an, dass Cr6+ den Anforderungen entspricht.	Stoff	Schwermetall oder dessen Verbindung				Feuerschutzmittel		Menge (ppm)	Pb	Cd	Hg	Cr6+**	PBB	PBDE	≤ 1.000	≤ 100	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000	- Blei, Kadmium, Quecksilber und deren Verbindungen sowie sechswertiges Chrom dürfen nicht im Produkt verwendet werden. - Der Gehalt von Blei, Kadmium, Quecksilber und sechswertigem Chrom 6+ in den Teilen des Produktes muss eines der folgenden Kriterien erfüllen. - PBBs (polybromierte Biphenyle), PBDEs (polybromierte Diphenylether) und kurzkettiges Chlorparaffin (C = 10 ~ 13) mit einer Chlorkonzentration ab 50 % dürfen nicht im Produkt verwendet werden. a) Der Antragsteller muss über ein geeignetes System zur Kontrolle des Gehalts an gefährlichen Stoffen gemäß den folgenden Anforderungen verfügen. b) Sofern der Antragsteller nicht über ein geeignetes System zur Kontrolle des Gehalts an gefährlichen Stoffen verfügt, muss der Gehalt an gefährlichen Stoffen in den Teilen der Produkte den folgenden Anforderungen entsprechen. Wenn der gesamte Chromgehalt (Cr) höchstens 1.000 mg/kg beträgt, gilt das entsprechend auch für Cr6+.																																																							
	Stoff	Schwermetall oder dessen Verbindung				Feuerschutzmittel																																																																								
	Menge (ppm)	Pb	Cd	Hg	Cr6+**	PBB	PBDE																																																																							
		≤ 1.000	≤ 100	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 1.000																																																																							

KRITERIUM	CHINA	THAILAND	SÜDKOREA															
	zugewetzt werden, die organisches Chlorid oder organisches Bromid enthalten. - Mit Ausnahme der Elektroleitungen und Kabel dürfen Kunststoffbauteile über 25 g keine in Anhang A aufgeführten Phthalate als Weichmacher enthalten. - Im Gehäuse der Fernbedienung inklusive sämtlicher Schalter, Filter und externer Stromleitungen darf die Gesamtmenge an Benzo[a]pyren höchstens 20 mg/kg und die Gesamtmenge der 18 in Anhang B aufgeführten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) höchstens 200 mg/kg betragen. - Die Trockenzellen in den Produkten müssen den Anforderungen von HJ/T 239 entsprechen [HJ/T 239-2006, Technische Anforderungen für die Umweltkennzeichnung von quecksilberfreien Trockenzellen und -batterien].		<table><tr><td>Stoff</td><td colspan="4">Schwermetall oder dessen Verbindung</td></tr><tr><td>Menge (mg/kg)</td><td>Pb</td><td>Cd</td><td>Hg</td><td>Cr6+**</td></tr><tr><td></td><td>≤ 1.000</td><td>≤ 100</td><td>≤ 1.000</td><td>≤ 1.000</td></tr></table>	Stoff	Schwermetall oder dessen Verbindung				Menge (mg/kg)	Pb	Cd	Hg	Cr6+**		≤ 1.000	≤ 100	≤ 1.000	≤ 1.000
Stoff	Schwermetall oder dessen Verbindung																	
Menge (mg/kg)	Pb	Cd	Hg	Cr6+**														
	≤ 1.000	≤ 100	≤ 1.000	≤ 1.000														
Recyclinggerechte Konstruktion, Recycling und Entsorgung	- Recyclingquote: Der Gewichtsanteil in Prozent, der recycelt und wiederverwertet werden kann (GB/T 20861-2007) [GB/T 20861-2007, Terminologie der Aufbereitung von Abfallprodukten]. - Die Recyclingquote des Produktes sollte mindestens 83 % betragen. - Anweisungen für Recycling und Entsorgung müssen bereitgestellt werden.	- Die Kunststoffteile des Produktes müssen zu mindestens 80 % des gesamten Kunststoffgewichts recyclingfähig sein.	- Laut „Gesetz zum Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten und Fahrzeugen“ muss die Recyclingquote des Produktes mehr als 80 % seines Gewichts betragen. - Im Hinblick auf die Verwendung von chemischen Stoffen im Herstellungsprozess und die Recyclingfähigkeit der Teile des Produktes bei der Entsorgung muss das Produkt folgenden Anforderungen entsprechen: [Hinweis: Diese Kriterien gelten nicht für Materialien, die von den Listen zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in EU-Richtlinie 2009/95/EG ausgenommen sind, sowie für das Blei im Lötzinn der Leiterplatte. Im Falle einer Überarbeitung der EU-Richtlinie 2009/95/EG wird jedoch die jeweils zum Zeitpunkt der Beantragung des Umweltzeichens gültige Fassung der EU-Richtlinie angewendet.] Im Hinblick auf das Recycling im Herstellungsprozess und die Recyclingfähigkeit des Produktes bei der Entsorgung müssen folgende Anforderungen erfüllt werden: - Trennbare Kunststoffteile (mit einem Gewicht ab 25 g und einer Oberfläche ab 200 mm²) müssen sichtbar mit einer Materialkennzeichnung gekennzeichnet sein, um die Trennung und Sammlung bei der Entsorgung zu erleichtern. - Antragsteller müssen ein Sammel- und Recyclingsystem für Abfallprodukte (inklusive stoßdämpfendem Verpackungsmaterial) einrichten. Wenn ein Antragsteller das System von einem spezialisierten Unternehmen betreiben lässt, gelten die entsprechenden Unterlagen über dessen Beauftragung als ausreichender Konformitätsnachweis.															

KRITERIUM	CHINA	THAILAND	SÜDKOREA
Verpackung	- HFCKW dürfen nicht als schaubildendes Mittel verwendet werden. - Die Gesamtmenge der Schwermetalle Blei, Kadmium, Quecksilber und sechswertiges Chrom in Verpackung und Verpackungsmaterialien darf 100 mg/kg nicht überschreiten. - Die Kennzeichnung muss gemäß der Norm GB/T 18455 [GB/T 18455-2010, Recyclingkennzeichnung der Verpackung] erfolgen.	- Papierverpackungen aus Wellpapier müssen zu 100 % aus recyceltem Zellstoff bestehen, bei Kraftpackpapier muss der Anteil mindestens 85 % betragen. - Kunststoffverpackungen müssen gemäß TIS 1310, ISO 1043 oder ISO 11469 nach Kunststoffart gekennzeichnet werden. - Kunststoffverpackungen dürfen keinen Halogenkohlenwasserstoff enthalten. - Für die Verpackung des Produktes verwendete stoßdämpfende Materialien wie EPS (geschäumtes Polystyrol), EPE (geschäumtes Polyethylen) und EPP (geschäumtes Polypropylen) sowie die Treibmittel müssen ein ODP von Null haben.	- Stoßdämpfende Materialien in der Verpackung müssen aus recyceltem Zellstoff oder Papier hergestellt werden, z. B. aus gepresstem Zellstoff. Folgende Materialien gelten jedoch als gleichwertig: a) nach „EL 606. Verpackungsmaterialien“ zertifizierte stoßdämpfende Materialien b) aus über 50 Gew.% recyceltem Kunststoff hergestellte stoßdämpfende Materialien c) EPS (geschäumtes Polystyrol), EPE (geschäumtes Polyethylen) und EPP (geschäumtes Polypropylen), dessen Treibmittel ein ODP von Null hat d) Luftpolsterfolie mit Luft in Kunstharz
Produktion	- Ein Rückgewinnungsgerät für das Kältemittel muss vorhanden sein. - HFCKW, 1,1,1-Trichlorethan ($C_2H_3Cl_3$), Trichlorethylen (C_2HCl_3), Dichlorethan (CH_3CHCl_2), Dichlormethan (CH_2Cl_2), Trichlormethan ($CHCl_3$), Tetrachlormethan (CCl_4) und 1-Brompropan (C_3H_7Br) dürfen nicht als Reinigungslösung verwendet werden. - Bei Montage und Einbau der Bauteile muss mit bleifreien Lötverfahren gearbeitet werden. - Bei der Vorreinigung von Blechteilen dürfen keine phosphorsäuren Entfettungsmittel und Phosphatierlösungen verwendet werden.		Um die Umweltbelastung über seinen Lebenszyklus zu reduzieren, müssen bei der Entwicklung und Produktion des Produktes Ressourcen- und Energieeinsparungen, die Reduzierung von Schadstoffen und gefährlichen Stoffen, die Verwendung von recycelten Materialien, die Verbesserung der Recyclingfähigkeit und Haltbarkeit etc. berücksichtigt werden.
Benutzerhandbuch, Verbraucherinformationen	Das Benutzerhandbuch muss dem Benutzer zusammen mit dem Produkt übergeben werden und muss folgende Informationen enthalten: - Betriebs- und Wartungsanweisungen - Erläuterungen zur Bereitschaftszeit und den Hinweis, dass null Energieverbrauch nur erreicht werden kann, wenn das Gerät von der Stromversorgung getrennt ist - Hinweis auf die richtige Temperatureinstellung: 2 °C niedriger als der gewünschte Wert beim Heizen und 2 °C höher als der gewünschte Wert beim Kühlen, um Energie zu sparen - bei Verwendung des Klimagerätes direkte Sonneneinstrahlung in den Raum vermeiden und nicht ständig die Fenster und Türen öffnen und schließen - den Filter regelmäßig reinigen - der Hersteller muss über die gesamte Lebensdauer Reparatur- und Austauschteile bereitstellen, um zu	- Das am Produkt angebrachte Typenschild muss die Angaben gemäß TIS 2134 enthalten. - Das Benutzerhandbuch muss in Thailändisch bereitgestellt werden und muss die Anweisungen für die Wartung und den ordnungsgemäßen Betrieb des Produktes im Sinne einer maximalen Lebensdauer und optimaler Energieeinsparungen enthalten. Dazu gehören: • das Klimagerät abschalten, wenn es nicht verwendet wird • den Lüfter abschalten, wenn er nicht benötigt wird • die Empfehlung, die Temperatur des Klimagerätes nicht unter 25 °C einzustellen	- Hinweis auf Faktoren, die zu den Gründen (Energieeinsparung, geringe Lärmemissionen, umweltfreundliches Produktdesign) für die Zertifizierung des betreffenden Produktes im Hinblick auf den Verbrauch beitragen - Hinweise zu Verfahren für die Entsorgung von Abfallprodukten (Telefonnummer von Entsorgungsunternehmen etc.)

KRITERIUM	CHINA	THAILAND	SÜDKOREA
	gewährleisten, dass das Produkt über seine gesamte Lebensdauer einwandfrei funktionieren kann		
Prüfverfahren	- Die Prüfung für Punkt 5.3.2.1 des technischen Inhalts muss gemäß den entsprechenden, im Energieeffizienzstandard für das jeweilige Produkt vorgegebenen Verfahren durchgeführt werden. - Die Prüfung für Punkt 5.3.3 des technischen Inhalts muss gemäß den entsprechenden, im Standard für das jeweilige Produkt vorgegebenen Verfahren durchgeführt werden. - Die übrigen Punkte des technischen Inhalts sind mittels Dokumentüberprüfung und Besuchen vor Ort zu prüfen.	- Das Produkt muss nach TIS 21341 und TIS 3852 oder TIS 11553 zertifiziert sein oder die Prüfung gemäß den genannten Normen bestanden haben. Nachweisverfahren: Der Antragsteller muss eine Kopie des TIS-Zertifikats oder einen Prüfbericht gemäß den genannten TIS-Normen einreichen. - Das Produkt muss nach TIS 1529 oder IEC 60335-2-40 oder vergleichbaren Normen zertifiziert sein oder die entsprechende Prüfung bestanden haben. Nachweisverfahren: Der Antragsteller muss ein Zertifikat oder einen Prüfbericht gemäß TIS 15294 oder IEC 60335-2-405 oder vergleichbaren Normen einreichen. - Herstellung, Transport und die Entsorgung der Abfälle aus dem Herstellungsprozess müssen in Übereinstimmung mit den nationalen Gesetzen und Vorschriften erfolgen. Nachweisverfahren: Der Antragsteller muss Belege dafür vorlegen, dass Herstellung, Transport und die Entsorgung der Abfälle aus dem Herstellungsprozess die Anforderungen erfüllen. - Prüflabore müssen staatlich betrieben oder gemäß Artikel 5 des Industrial Product Standard Act B.E. 2511 staatlich anerkannt sein oder für TIS 1702517 oder ISO/IEC 1702518 akkreditiert sein. - Prüfbericht gemäß den in den TGL-Produktkriterien genannten Verfahren: Wenn der Antragsteller einen Prüfbericht einreichen möchte, der nach anderen Verfahren erstellt wurde, die ggf. den in den TGL-Kriterien genannten Verfahren gleichwertig sind, muss der Antragsteller folgende Unterlagen zusammen mit dem Prüfbericht einreichen: 1) Ein von dem Labor, in dem das Produkt geprüft wurde, ausgestelltes Zertifikat, das bestätigt, dass das mit dem betreffenden Produkt durchgeführte Prüfverfahren dem in den TGL-Kriterien vorgegebenen Verfahren gleichwertig ist. 2) Ein Dokument, das einen Vergleich des vom Antragsteller verwendeten Prüfverfahrens mit dem in den TGL-Kriterien vorgegebenen Verfahren enthält. - gültig für ein Jahr nach dem Ausstellungsdatum - Selbsterklärungsschreiben sind gültig für ein Jahr nach dem Ausstellungsdatum - Selbsterklärungsschreiben müssen von der bevollmächtigten Person unterzeichnet und versiegelt werden (wenn zutreffend)	- Gefährliche Stoffe: Überprüfung der eingereichten Unterlagen; das Prüfverfahren wird in den Kriterien erläutert. - Energieverbrauch und Geräuschminderung: Prüfbericht für die Zertifizierung von einem akkreditierten Prüflabor gemäß den Bestimmungen zur Handhabung von Ausrüstung zur Effizienzkontrolle in Übereinstimmung mit dem Energy Use Rationalization Act. Prüfbericht eines akkreditierten Prüflabors gemäß KS C 9306 (Klimageräte). Hinweis: Wenn die Lärmemissionen in einem nicht reflexionsfreien Raum gemessen werden, muss der Abstand zwischen Wänden und geprüftem Produkt groß genug sein, um keine Reflexionen zu erzeugen. Der Abstand zwischen Hintergrundgeräusch und gemessenen Lärmemissionen muss über 10 dB(A) betragen. - Recyclingfähigkeit und Entsorgung: Überprüfung der eingereichten Unterlagen Qualitätskriterien: Prüfbericht eines akkreditierten Prüflabors gemäß KS C 9306 (Klimageräte) oder den Sicherheitsnormen für Elektrogeräte oder vergleichbares Zertifikat. Verbraucherinformationen: Überprüfung der eingereichten Unterlagen

2.9 Referenzen

Bright Management Consulting 2013

Bright Management Consulting Co., Ltd. (2013): Data collection support for establishing an inventory of consumption and emission of F-gases (CFC, HCFC, HFCs, PFCs and SF6) in Thailand

Christoph 2002

Christoph, E. (2002): Bilanzierung und Biomonitoring von Trifluoracetat und anderen Halogenacetaten. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät Biologie, Chemie und Geowissenschaftender Universität Bayreuth.

De Kleine 2009

De Kleine, Robert (2009): Life cycle optimization of residential air conditioner replacement. University of michigan. Online verfügbar unter <http://css.snre.umich.edu>.

Deubzer 2011

Deubzer, Otmar (2011): E-waste Management in Germany. Hg. v. GIZ. Online verfügbar unter <http://collections.unu.edu/view/UNU:6627#viewAttachments> (Zugriff am 22. April 2016).

EC Enterprise and Industry 2013

European Commission Enterprise and Industry (2013): Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials

Ellis et al. 2001

Ellis, D.A.; Hanson, M.L.; Sibley, P.K.; Shahid, T.; Fineberg, N.A.; Solomon, K.R.; Muir, D.C.G.; Mabury, S.A. (2001): The fate and persistence of trifluoroacetic and chloroacetic acids in pond waters. *Chemosphere* 42 (2001), 309-318.

EUROSTAT 2015

European Commission – EUROSTAT: Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). 2015.

FGK Status report 26

Fachverband Gebäude-Klima e.V. (2014): Informationsschrift "Qualitätssiegel Raumklimageräte", Download: www.qualitaetssiegel-raumklimageraete.de/

GIZ Proklima 2013

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (2013): NAMAs in the refrigeration, air conditioning and foam sectors. A technical handbook. On behalf of German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety.

GIZ Proklima 2014

Heubes, J.; Papst, I.; Gloël, J. (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ GmbH (2014): Management and destruction of existing ozone depleting substances banks. On behalf of German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety.

Godrej 2013

Godrej Appliances (2013): Development and Handling of Hydrocarbon Air-conditioners – The Godrej Experience;
<http://www.hydrocarbons21.com/knowledge/papersView/1434>.

Greenpeace 2012

Greenpeace (2012): Position Paper, HFOs: the new generation of F-Gases,
<https://www.greenpeace.org/archive-international/en/publications/reports/HFOs/>

Grießhammer et al. 2007 Grießhammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Manhart, A.; Rüdener, I.: in collaboration with Reisch, L. (2007): PROSA – Product Sustainability Assessment. Guideline. Oeko-Institut e.V. in cooperation with Copenhagen Business School (CBS). Sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), Berlin.

Groeger et al. 2013

Gröger, J.; Quack, D.; Gattermann, M.; Grießhammer, R. (2013): Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte. Endbericht [Top 100 – Ecolabel for climate-relevant products. Final report]. Sponsored by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Berlin / Project Management Jülich.

Haier 2013 Haier Group (2013): R-290 R&D Report, Haier Air Conditioners.
<http://www.hydrocarbons21.com/knowledge/papersView/1435>.

HEAT 2015 Personal communication between Oeko-Institut and Heat GmbH.

UBA 2014 Heubes, J.; Papst, I.; König, H.; Usinger, J.; Gschrey, B.; Kimmel, T.; Schwarz, W. (HEAT GmbH & Öko-Recherche) (2013); Umweltbundesamt – UBA (Ed.): Kohlenwasserstoffe sicher als Kältemittel einsetzen - Entwicklung einer Strategie zum vermehrten Einsatz von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln als Beitrag zum deutschen Klimaschutzziel unter Berücksichtigung des Energieziels 2050“. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, FKZ 03KSE046.

Honeywell 2014 Honeywell International Inc. (2014): SAFETY DATA SHEET Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf) 000000011078. Version 2.3. Revision date 06/17/2014; Print Date 07/30/2015

Key et al. 1977 Key, B. D.; Howell, R. D.; Criddle, C. S. (1997): Critical Review Fluorinated Organics in the Biosphere, 31(9), 2445–2454.

LBNL 2015 Shah, N.; Wei, M.; Letschert, V.; Phadke, A. (2015): Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory (Ed.): Benefits of Leapfrogging to Superefficiency and Low Global Warming Potential Refrigerants in Room Air Conditioning.

Rajadhyasha et al. 2014 Rajadhyasha, D.; Wadia, B.J.; Acharekar, A.; Colbourne, D. (2014): The first 60,000 HC-290 Split Air Conditioners in India, Publication for the 11th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants, Hangzhou, China, 2014

Rivière 2008 Rivière, P. (2008): Preparatory study on the environmental performance of residential room conditioning appliances (airco and ventilation). Final report of Task 5.

SEAD 2013 Shah, N., Phadke, A., Waide, P. (2013); Super-efficient Appliance and Equipment Deployment (SEAD) (Ed.): Cooling the Planet: Opportunities for Deployment of Superefficient Room Air Conditioners.

UNEP 2013 United Nations Environment Programme – UNEP (2013): Discussion paper on minimizing adverse climate impact of HCFC phase-out in the refrigeration servicing sector (decision 68/11), UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/56

Zacharias et al. 2014 Zacharias, S.; Koppe, C.; Mücke, H.-G. (2014): Climate Change Effects on Heat Waves and Future Heat Wave-Associated IHD Mortality in Germany. Climate Vol. 3, 100–117. doi:10.3390/cli3010100

Zhang et al. 2013 Zhang, W.; Yang, Z.; Li, J.; Ren, C.-X.; Lv, D.; Wang, J.; Zhang, X.; Wu, W. (2013) Research on the flammability hazards of an air conditioner using refrigerant R-290. International Journal of Refrigeration, Vol 36(5), 1483-1494.

3 Anhänge

3.1 I: Übersicht der Normen und EU-Richtlinien

Tabelle 46: Einschlägige europäische Richtlinien und harmonisierte Normen sowie ISO-Normen für Single-Split-Klimageräte

Richtlinie (RL)	Jahr	Titel	Einschlägige harmonisierte Normen
RL 2006/95/EG	2006	Low Voltage Directive (LVD) (Niederspannungsrichtlinie)	DIN EN 60335-2-40

		in Deutschland umgesetzt als:	
RL 97/23/EG	1997	1. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz European Pressure Equipment Directive (PED) (Druckgeräterichtlinie) In Deutschland umgesetzt durch die 14. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Druckgeräteverordnung)	DIN EN 378 DIN EN 14276
ProdSG	2001	Produktsicherheitsgesetz, ersetzt seit 2001 das GPSG (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz)	
RL 2006/42/EG	2006	Maschinenrichtlinie: einheitliches Schutzniveau zur Unfallverhütung für Maschinen (Directive 2006/42/EC on machinery) in Deutschland umgesetzt als: 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)	DIN EN 378
RL 94/9/EG	1994	ATEX Produktrichtlinie (europäische Richtlinie, harmonisiert nationale Richtlinien) (inoffizieller Name: ATEX 95) in Deutschland umgesetzt als: 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung)	EN 60079-0 EN 60079-15 EN 60079-20-1
RL 1999/92/EG	1999	Richtlinie über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (ATEX-Betriebsrichtlinie)	
ISO 5149	1993, Entwurf 2014	Mechanische Kälteanlagen zum Kühlen und Heizen	
ISO 817	2014	Kältemittel – Kurzzeichen und Sicherheitsklassifizierung	

Tabelle 47: Einschlägige deutsche Normen für Single-Split-Klimageräte

Norm	Jahr	Titel	Besondere Anforderungen*
DIN EN 378	2012	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen	X
		Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien	
		Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation	
		Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen	
		Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung	

Norm	Jahr	Titel	Besondere Anforderungen*
DIN EN 1127-1	2011	Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik	X
DIN EN 1736	2009	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Flexible Rohrleitungsteile, Schwingungsabsorber, Kompensatoren und Nichtmetall-Schläuche – Anforderungen, Konstruktion und Einbau	
DIN EN ISO 4126	2002, Entwurf 2010	Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck Teile 1-7	
DIN EN ISO 9001	2008	Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen	
DIN EN ISO 12100	2011	Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung	X
DIN EN 12178	2004	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Flüssigkeitsstandanzeiger – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung	
DIN EN 12263	1999	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitsschalteneinrichtungen zur Druckbegrenzung – Anforderungen und Prüfungen	
DIN EN 12284	2003	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Ventile – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung	
DIN EN 12693	2008	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Verdrängerverdichter für Kältemittel	
DIN EN 13136	2005, Entwurf 2011	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Druckentlastungseinrichtungen und zugehörige Leitungen – Berechnungsverfahren	
DIN EN 13463-1, -5, -6	2009	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen	X
EN 13980	2003	Explosionsgefährdete Bereiche – Anwendung von Qualitätsmanagementsystemen	X
DIN EN 13313	2011	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sachkunde von Personal	
DIN EN 14276-1, -2	2011	Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen	X
DIN EN 14986	2007	Konstruktion von Ventilatoren für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen	X
DIN EN 15198	2007	Methodik zur Risikobewertung für nicht-elektrische Geräte und Komponenten zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen	X
DIN EN 15233	2007	Methodik zur Bewertung der funktionalen Sicherheit von Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche	X
EN 15834:2008-07	2009	Kälteanlagen und Wärmepumpen - Qualifizierung der Dichtigkeit der Bauteile und Verbindungen	
DIN EN 50110	2004	Betrieb von elektrischen Anlagen	
		Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Entwurf 2012)	

Norm	Jahr	Titel	Besondere Anforderungen*
		Teil 2: Nationale Anhänge	
DIN EN 50402	2009	Elektrische Geräte für die Detektion und Messung von brennbaren oder toxischen Gasen und Dämpfen oder Sauerstoff – Anforderungen an die funktionale Sicherheit von ortsfesten Gaswarnsystemen	X
DIN EN 60079-0	2013	Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen	X
DIN EN 60079-10-1	2009, Entwurf 2011	Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche	X
DIN EN 60079-14	2012	Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen	X
DIN EN 60079-15	2011	Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart „n“	X
DIN EN 60079-17	2008, Entwurf 2011	Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen	X
DIN EN 60079-19	2011	Teil 19: Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung	X
DIN EN 60079-20-1	2010	Teil 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen – Prüfmethoden und Daten	X
DIN EN 60204-1	2010	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen	
DIN EN 60335-1	2012, Entwurf 2013	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 1: Allgemeine Anforderungen	
DIN EN 60335-2-34	2009, Entwurf 2011	Teil 2-34: Besondere Anforderungen für Motorverdichter	
DIN EN 60335-2-40	2010, Entwurf 2012	Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter	X
DIN EN 60812	2006	Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA)	X
DIN EN 61160	2006	Entwicklungsbewertung	
IEC 61882	2001	Gefährdungs- und Betreibbarkeitsuntersuchung (HAZOP) – Leitfaden	X
DIN EN 62502	2011	Verfahren zur Analyse der Zuverlässigkeit – Ereignisbaumanalyse	X
DIN EN ISO / IEC 17020	2012	Konformitätsbewertung – Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen	

Norm	Jahr	Titel	Besondere Anforderungen*
DIN EN ISO / IEC 17024	2012	Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren	
DIN EN ISO / IEC 17025	2005	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien	

* Besondere Anforderungen für brennbare Kältemittel oder explosionsgefährdete Bereiche

Tabelle 48: Ausgewählte Normen für die Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission und der Verordnung (EU) Nr. 626/2011

Gemessene Parameter	Organisation	Verweisung	Titel
Prüfverfahren für SEER und SCOP	CEN	PrEN 14825:2011, Kapitel 8 und 9	Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung – Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen und Berechnung der jahreszeitbedingten Leistungszahl
Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand	CEN	EN 62301:2005	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch – Messung der Standby-Leistungsaufnahme
Schallleistungspegel	CEN	EN 12102:2008	Klimageräte, Flüssigkeitskühlsätze, Wärmepumpen und Entfeuchter mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und Kühlung – Messung der Luftschallemissionen – Bestimmung des Schallleistungspegels
Energieeffizienz	IEC	IEC 60879: 1986 (berichtigt 1992)	Leistung und Ausführung von Elektroventilatoren und Reglern
Schallleistungspegel	EN	EN 60704-2-7:1997	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Prüfvorschrift für die Bestimmung der Luftschallemission – Teil 2: Besondere Bestimmungen für Lüfter

3.2 II: Analyse von Füllmenge und Energieeffizienz

Zusammenhang von Füllmenge und Wirkungsgrad unter Berücksichtigung der Füllmengengrenzen der Produktnorm EN 60335-2-40

Datenbasis

Die Daten zu den Klimageräten, wie Hersteller, Modell, Kühl- und Heizleistung, SEER/SCOP und andere, wurden der Eurovent-Datenbank (<http://www.eurovent-certification.com/>, erhalten: Juni 2015) entnommen. Die Werte für die Erstbefüllung wurden anhand der Produktspezifikationen zufällig von Produktdatenblättern ausgewählt (n = 200), da dieser Parameter derzeit nicht in der Eurovent-Datenbank enthalten ist.

Annahmen

- Umstellung von mit R410A gefüllten Geräten auf R290: Ein konservatives Szenario mit 50 % Reduzierung wurde verwendet. Umstellung von mit R32 gefüllten Geräten auf R290: Ein konservatives Reduzierungsszenario wurde verwendet, das 55 % der ursprünglichen Füllmenge ergab.

- ▶ Es ist möglich, dass die Füllmenge in für R290 entwickelten aktuellen Geräten weiter reduziert werden kann. Da die Konstruktion der aufgelisteten Geräte jedoch nicht bekannt ist, ist eine Einschätzung der Höhe der weiteren Reduzierung nicht möglich.
- ▶ Es wurde eine einheitliche Leistung angenommen (durch Wahl eines Kompressors von entsprechender Größe).
- ▶ Es wurde ein unveränderter Wirkungsgrad angenommen.
- ▶ Wärmebelastung
 - ▶ Die Wärmebelastung schwankt je nach Klima, Raumnutzung, Konstruktion etc. Für Nordeuropa kann die Wärmebelastung von 50 bis 100 W/m² reichen. Für Südeuropa und tropische Länder kann die Wärmebelastung im Bereich von 100 bis 200 W/m² liegen.
 - ▶ Wir haben daher zwischen 100 W/m² (gemäßigtes Klima) und 200 W/m² (tropisches Klima) Wärmebelastung differenziert.

Füllmenge

Fünf alternative Verfahren zur Bestimmung der maximalen Füllmenge wurden beurteilt. Das erste stammt aus der bestehenden Norm und die anderen basieren auf Vorschlägen für alternative Verfahren zur Bestimmung der Füllmenge.

Verfahren 1

Berechnung mithilfe der aktuellen Formel in DIN EN 60335-2-40 für „Wandklimageräte“, d. h., $h = 1,8$ m, die am häufigsten auftretenden Klimageräte.

Verfahren 2

Berechnung mithilfe der aktuellen Formel in DIN EN 60335-2-40 für „Wandklimageräte“, aber unter Annahme der Übernahme der aktuell diskutierten Änderungen, die die Wahl der Einbauhöhe zulassen, sodass $h = 2$ m gewählt wurde.

Diese Änderung wird sehr wahrscheinlich Ende 2016 in DIN EN 60335-2-40 übernommen werden.

Verfahren 3

Berechnung mithilfe der derzeit diskutierten Formel für Geräte mit verbesserter Dichtheit, $m_{max} = 0.5LFL \times h \times A$, mit $h = 2$ m.

Verfahren 4

Berechnung mithilfe der derzeit diskutierten Formel für Geräte mit minimalem integralem Luftstrom, $m_{max} = 0.35LFL \times 2.2 \times A$.

Verfahren 5

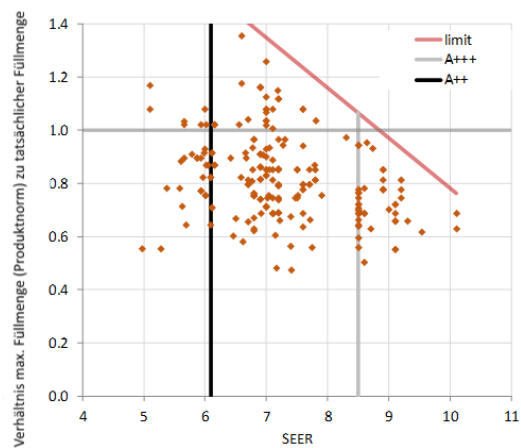
Berechnung mithilfe der aktuellen Formel in DIN EN 60335-2-40, aber mit Absperrventilen zur Reduzierung der freisetzbaren Füllmenge, $m_{max} = 2.5LFL^{1.25} \times h \times \sqrt{A}/(1 - \varphi_{ret})$, mit dem Anteil der im Gerät zurückbehaltenen Füllmenge $\varphi_{ret} = 0,5$ und $h = 2$ m.

Bitte beachten: Die unter Verfahren 3, 4 und 5 aufgeführten Annahmen werden derzeit in den Normenausschüssen diskutiert und finden sich in Vorschlägen für eine Überarbeitung der Produktnorm DIN EN 60335-2-40. Es besteht eine gewisse, jedoch nicht quantifizierbare Wahrscheinlichkeit, dass diese Verfahren übernommen werden, jedoch vermutlich nicht in den kommenden zwei Jahren.

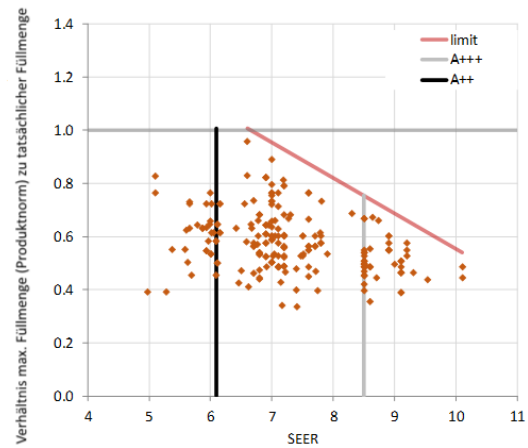
Ergebnisse

Die Ergebnisse werden als Verhältnis der maximal berechneten Füllmenge (nach den verschiedenen Verfahren) zur aktuellen Füllmenge ausgedrückt. Werte über 1 zeigen an, dass eine ausreichende Füllung zulässig ist. Wenn die Linien für Verhältnis = 1, A+++ und den „Grenzwert“ ein Dreieck bilden, zeigt das an, dass es Spielraum für die Verwendung von R290 in Geräten über A+++ gibt. Wenn die

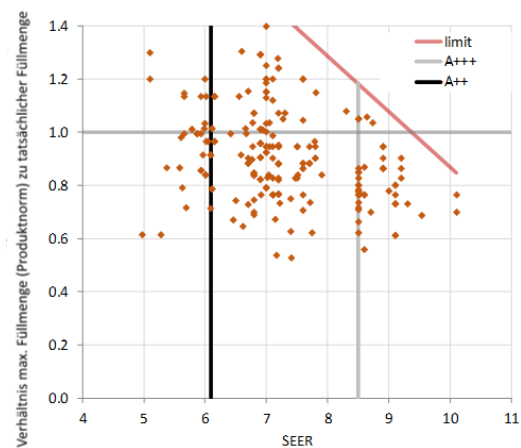
Linien kein Dreieck bilden, besteht nur eine geringfügige Möglichkeit der Verwendung von R290 in Geräten mit A+++ oder höher.



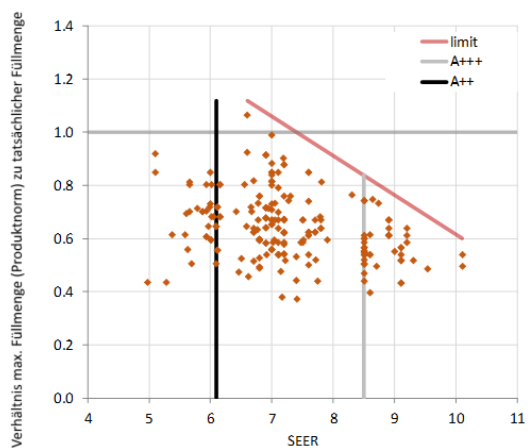
Verfahren 1, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



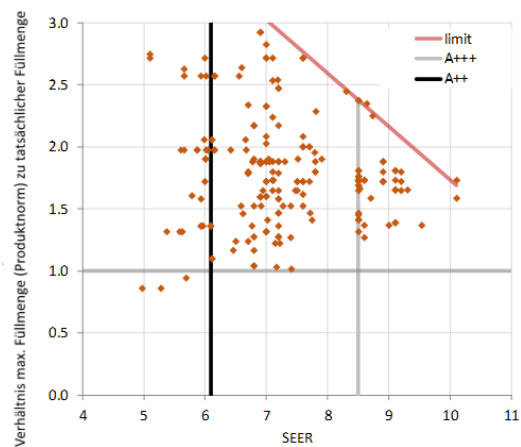
Verfahren 1, $Q = 200 \text{ W/m}^2$



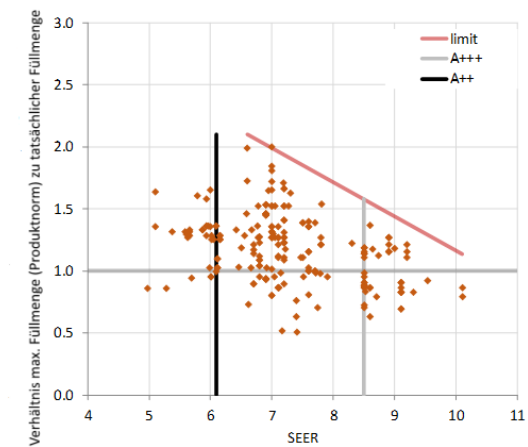
Verfahren 2, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



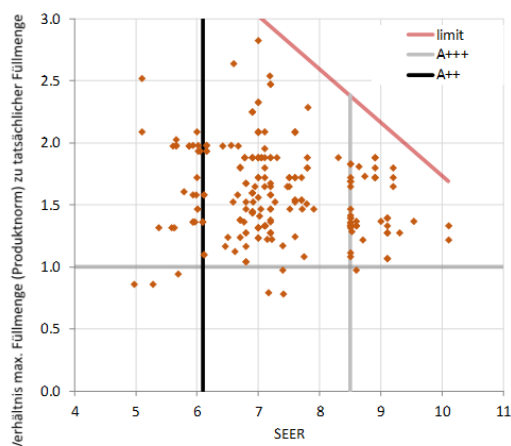
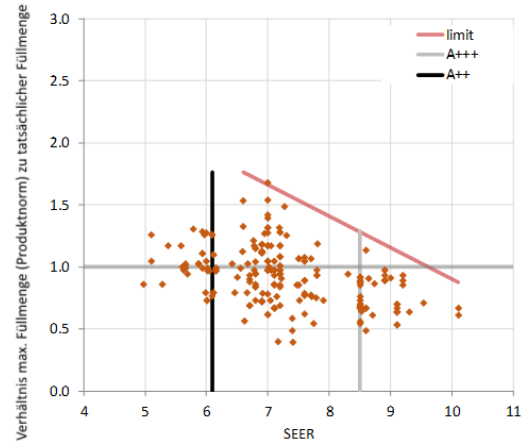
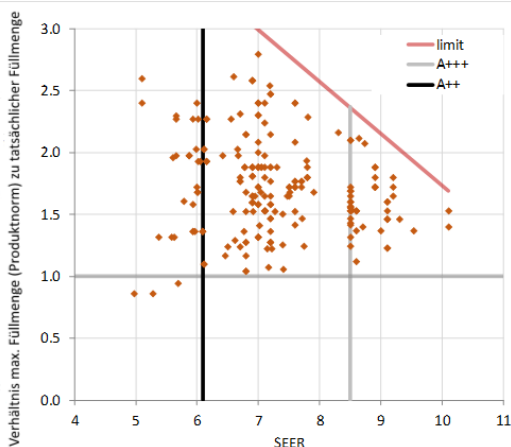
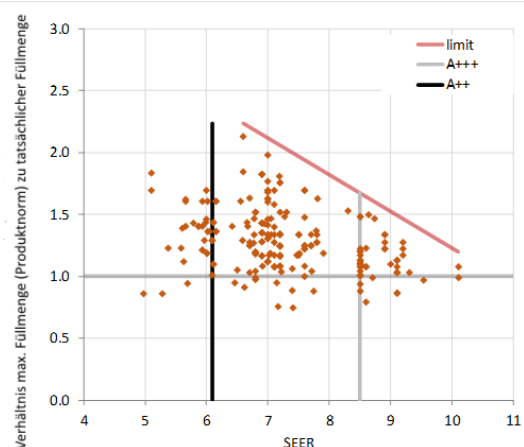
Verfahren 2, $Q = 200 \text{ W/m}^2$



Verfahren 3, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



Verfahren 3, $Q = 200 \text{ W/m}^2$


Verfahren 4, $Q = 100 \text{ W/m}^2$

Verfahren 4, $Q = 200 \text{ W/m}^2$

Verfahren 5, $Q = 100 \text{ W/m}^2$

Verfahren 5, $Q = 200 \text{ W/m}^2$

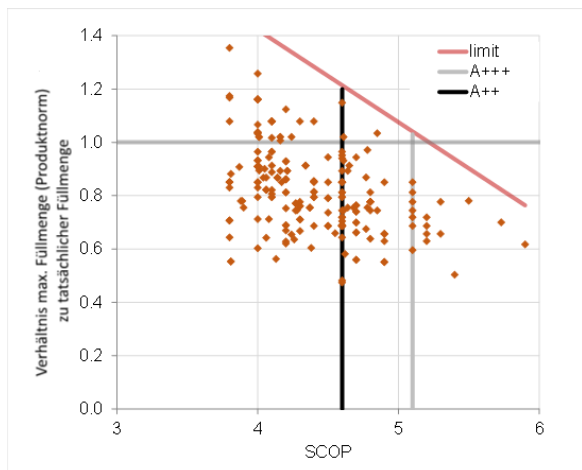
Die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen werden in Tabelle 49 unter Verwendung von Ampelfarben zusammengefasst. Demnach ist A+++ mit HC-Kältemitteln in gemäßigten Klimazonen (100 W/m^2 Wärmebelastung) schwer zu realisieren und scheint in tropischen Ländern unmöglich zu sein. Diese Bedingungen können sich mit den voraussichtlichen Anpassungen der Produktnorm in Zukunft ändern (Verfahren 3–5). Die Autoren gehen jedoch nicht davon aus, dass diese Änderungen in den kommenden zwei Jahren umgesetzt werden. Da die T

Tabelle 49: Bewertungsschema

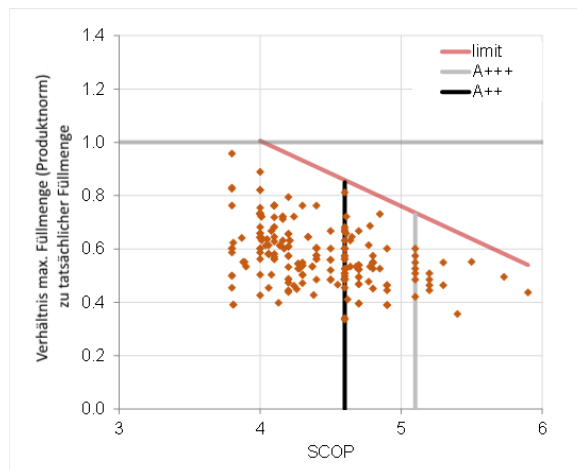
$Q = 100 \text{ W/m}^2$	$Q = 200 \text{ W/m}^2$
Verfahren 1	Verfahren 1
Verfahren 2	Verfahren 2
Verfahren 3	Verfahren 3
Verfahren 4	Verfahren 4
Verfahren 5	Verfahren 5

Qualitative Bewertung (Ampelschema) der Umstellung der Energieeffizienz von Single-Split-Klimageräten auf A+++ (Verordnung (EU) Nr. 626/2011) und der Verwendung von Propan als Kältemittel unter Berücksichtigung der aktuellen Umsetzung der Produktnorm DIN EN 60335-2-40 (Verfahren 1) sowie verschiedener Anpassungen (Verfahren 3-5). Die Wärmebelastung $Q = 100 \text{ W/m}^2$ entspricht einem gemäßigten Klima, $Q = 200 \text{ W/m}^2$ einem tropischen Klima.

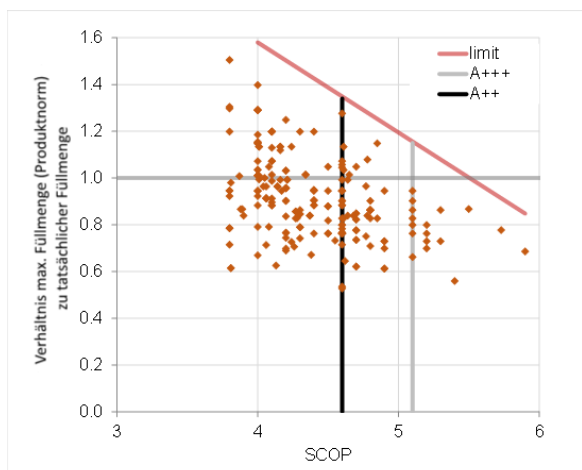
Dieselbe Analyse wurde für die SCOP-Werte durchgeführt (folgende Abbildungen). Die Schlussfolgerungen im Hinblick auf die verschiedenen Verfahren sind dieselben wie für SEER, die SCOP-Werte liegen jedoch in einem niedrigeren Bereich. Der mittlere SCOP-Wert ist mit 4 vorgegeben (Stichprobe aus der Eurovent-Datenbank), die untere Grenze für A++ ist 4,6 und für A+++ 5,1.



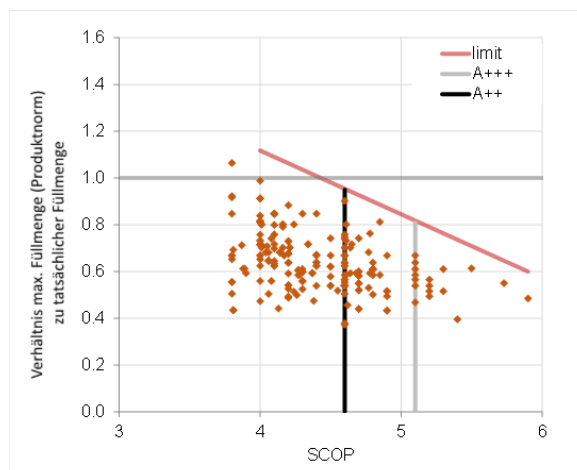
Verfahren 1, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



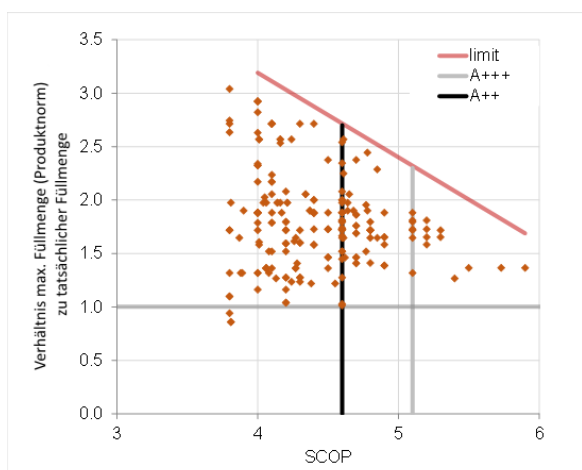
Verfahren 1, $Q = 200 \text{ W/m}^2$



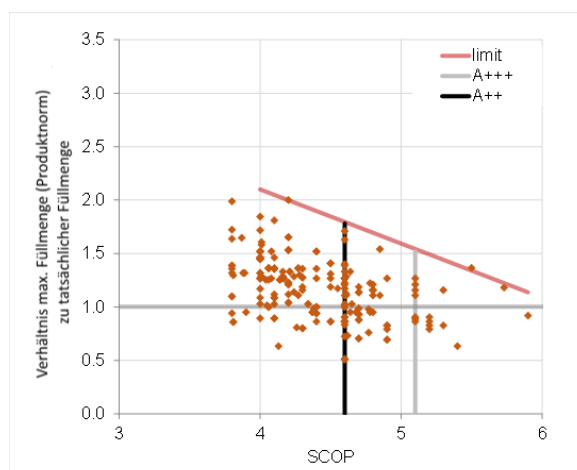
Verfahren 2, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



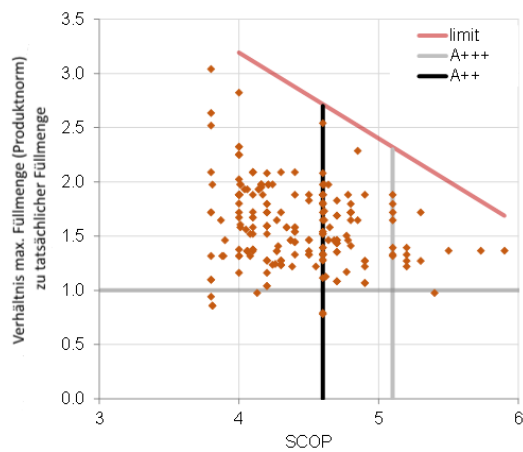
Verfahren 2, $Q = 200 \text{ W/m}^2$



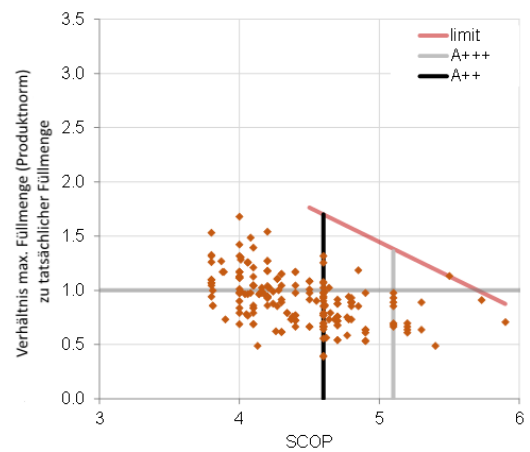
Verfahren 3, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



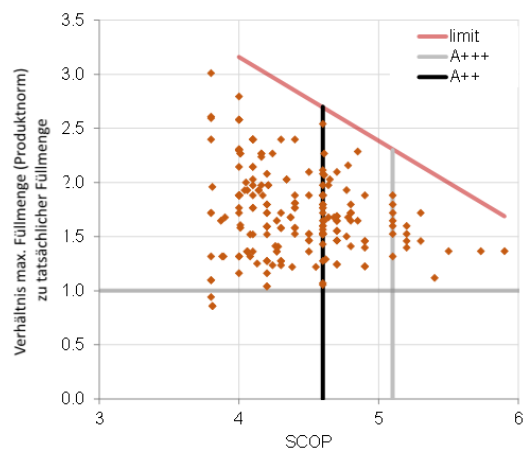
Verfahren 3, $Q = 200 \text{ W/m}^2$



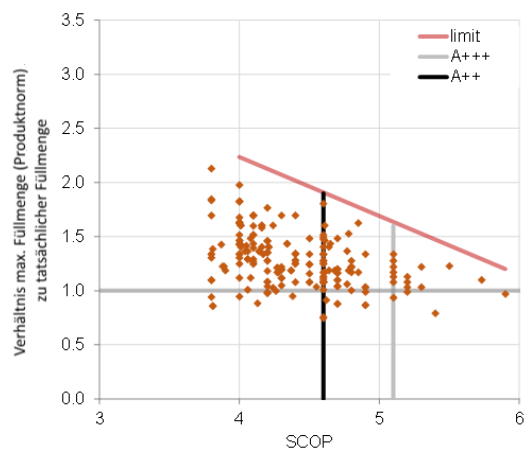
Verfahren 4, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



Verfahren 4, $Q = 200 \text{ W/m}^2$



Verfahren 5, $Q = 100 \text{ W/m}^2$



Verfahren 5, $Q = 200 \text{ W/m}^2$

3.3 Vergabegrundlage

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Raumklimageräte für den stationären Einsatz

RAL-UZ 204



Ausgabe 2016

RAL gGmbH

Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin, Germany, Telefon: +49 (0) 22 41-2 55 16-0

Telefax: +49 (0) 22 41-2 55 16-11

Internet: www.blauer-engel.de, e-mail: umweltzeichen@RAL-gGmbH.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung
1.1	Vorbemerkung
1.2	Hintergrund
1.3	Ziel des Umweltzeichens
1.4	Einhaltung gesetzlicher Vorgaben
1.5	Begriffsbestimmung
2	Geltungsbereich
3	Anforderungen
3.1	Energieeffizienz
3.1.1	Arbeitszahl im Kühlbetrieb
3.1.2	Arbeitszahl im Heizbetrieb
3.2	Kältemittel
3.3	Luftfilter
3.4	Geräuschemissionen
3.5	Materialanforderungen
3.5.1	Ausschluss gefährlicher Stoffe
3.5.2	Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile
3.6	Umweltgerechte Produktgestaltung
3.7	Vertrieb
3.8	Dienstleistungen
3.9	Produktunterlagen
3.9.1	Bedienungsanleitung
3.9.2	Installations- und Service-Manual
3.10	Ausblick
4	Zeichennehmer und Beteiligte
5	Zeichenbenutzung

1 Einleitung

1.1 Vorbemerkung

Die Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt (UBA) und unter Einbeziehung der Ergebnisse der von der RAL gGmbH einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde die RAL gGmbH beauftragt. Für alle Produkte und Dienstleistungen, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung bei der RAL gGmbH auf der Grundlage eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt werden.

1.2 Hintergrund

Raumklimageräte dienen zur Komfortklimatisierung von Wohn- und Arbeitsräumen und kommen insbesondere in Ländern mit regelmäßig hohen Außentemperaturen zum Einsatz. In Ländern mit sehr hohen Außentemperaturen sind Klimageräte für etwa ein Drittel der Treibhausgasemissionen verantwortlich (IEA 2008). Aber auch in Deutschland ist mit dem vermehrten Einsatz von Raumklimageräten, parallel zur Zunahme von Hitzeperioden, zu rechnen. Bis heute ist die Anzahl der Tage, an denen die Lufttemperatur 30 Grad Celsius oder mehr beträgt, in Deutschland seit dem Jahr 1950 bereits um bis zu acht gestiegen (Deutscher Wetterdienst, GB Klima und Umwelt). Die Anzahl an heißen Tagen wird sich aufgrund der fortschreitenden Klimaerwärmung in Zukunft weiter erhöhen. Um produktive Arbeitsbedingungen zu gewährleisten, werden Büroinnenraumtemperaturen unter 26 Grad Celsius als notwendig erachtet⁸⁶, was Arbeitgeber voraussichtlich vermehrt mittels Klimageräte gewährleisten.

Klimageräte leisten in zweierlei Hinsicht einen Beitrag zum Klimawandel: erstens durch deren Verbrauch an elektrischer Energie und den mit der Energieerzeugung verbundenen Emissionen an Treibhausgasen (indirekte Emissionen) und zweitens durch die direkten Emissionen an Kältemitteln, die ihrerseits oft ein sehr hohes Treibhauspotenzial (GWP) aufweisen.

Durch den Einsatz umweltfreundlicher und energieeffizienter Raumklimageräte können vor diesem Hintergrund Einsparungen an Treibhausgasemissionen realisiert werden.

⁸⁶ Grenzwert für die operative Raumtemperatur in klimatisierten Gebäuden, Klasse B nach DIN EN ISO 7730, siehe auch Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.5

Ansatzpunkte sind hierbei insbesondere der Einsatz natürlicher Kältemittel und die Erhöhung der Wirkungsgrade der Geräte. Eine orientierende Ökobilanz, die im Rahmen der Entwicklung der vorliegenden Vergabegrundlage für den Einsatz von Raumklimageräten in Deutschland durchgeführt wurde, zeigt exemplarisch auf, dass umweltfreundliche und energieeffiziente Raumklimageräte mit dem Kältemittel Propan (R290) rund 30% weniger Treibhausgasemissionen verursachen, als ein Vergleichsgerät mit dem konventionellen Kältemittel R410A. Dieses Einsparpotenzial liegt in Ländern mit höheren Außentemperaturen und einer Energieerzeugung überwiegend aus fossilen Energieträgern, beispielsweise im asiatischen Raum, noch deutlich höher.

1.3 Ziel des Umweltzeichens

Der Klimaschutz, die Verminderung des Energieverbrauchs, die Minimierung von Treibhausgasemissionen und die Vermeidung von Schadstoffen sind wichtige Ziele des Umweltschutzes.

Mit dem Umweltzeichen für „Raumklimageräte für den stationären Einsatz“ können Produkte gekennzeichnet werden, die sich durch folgende Umwelteigenschaften auszeichnen:

- Hohe Energieeffizienz,
- Geringe Emissionen treibhauswirksamer Gase,
- Geringe Geräuschemissionen,
- Verringerung der Schadstoffgehalte.

Außerdem soll durch die Anforderungen des Umweltzeichens eine hohe fachliche Qualität der Dienstleistung durch den Anbieter der Raumklimageräte realisiert werden.

1.4 Einhaltung gesetzlicher Vorgaben

Die Einhaltung bestehender Gesetze und Verordnungen wird für die mit dem Umweltzeichen gekennzeichneten Produkte vorausgesetzt. Diese sind insbesondere die nachfolgend genannten:

- Verordnung (EU) Nr. 206/2012⁸⁷ zu Raumklimageräten und Komfortventilatoren
- Delegierte Verordnung (EU) Nr. 626/2011 zur Energieeffizienzkennzeichnung von Luftkonditionierern⁸⁸

⁸⁷ Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren

- Durchführungsverordnung (EU) 2015/2067⁸⁹
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)⁹⁰
- Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS⁹¹
- Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS⁹²

Darüber hinaus sind die baurechtlichen Vorgaben der Bundesländer einzuhalten.

1.5 Begriffsbestimmung

Raumklimagerät bezeichnet ein Gerät für das Kühlen und/ oder Heizen von Innenraumluft mit einem von einem elektrischen Verdichter getriebenen Kaldampf-Kompressionskälteprozess, einschließlich Raumklimageräten, die zusätzliche Funktionen wie Entfeuchtung, Reinigung, Umwälzung oder zusätzliche Heizung der Luft mittels elektrischer Widerstandsheizung aufweisen, sowie Geräte, die Wasser (entweder auf der Verdampferseite gebildetes Kondenswasser oder von außen zugeführtes Wasser) zur Verdampfung am Verflüssiger verwenden können, sofern das Gerät auch ohne zusätzliches Wasser und nur mit Luft verwendet werden kann.⁹³

Arbeitszahl im Kühlbetrieb (SEER) bezeichnet den für die gesamte Kühlperiode repräsentativen Gesamtenergiewirkungsgrad des Geräts und ergibt sich aus dem Bezugs-Jahreskühlenergiebedarf geteilt durch den Jahresstromverbrauch für die Kühlung.⁹

⁸⁸ Delegierte Verordnung (EU) Nr. 626/2011 der Kommission vom 4. Mai 2011 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kennzeichnung von Luftkonditionierern in Bezug auf den Energieverbrauch

⁸⁹ Durchführungsverordnung (EU) 2015/2067 der Kommission vom 17. November 2015 zur Festlegung – gemäß der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates – der Mindestanforderungen und der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung im Hinblick auf die Zertifizierung von natürlichen Personen in Bezug auf fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen sowie Kühlaggregate in Kühlkraftfahrzeugen und -anhängern und auf die Zertifizierung von Unternehmen in Bezug auf fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen

⁹⁰ Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (BetrSichV), Betriebssicherheitsverordnung vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2015 (BGBl. I S. 1187) geändert worden ist

⁹¹ <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/TRBS/TRBS.html>

⁹² <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>

⁹³ Definitionen gemäß: Verordnung (EU) Nr. 206/2012.

Arbeitszahl im Heizbetrieb (SCOP) bezeichnet die für die gesamte angegebene Heizperiode (der SCOP-Wert ist einer angegebenen Heizperiode zugeordnet) repräsentative Gesamtleistungszahl des Geräts und ergibt sich aus dem Bezugs-Jahresheizenergiebedarf geteilt durch den Jahresstromverbrauch im Heizbetrieb.⁹

Nennleistung (P_{rated}) bezeichnet die Kühl- oder Heizleistung des Geräts bei Norm-Nennbedingungen.⁹

2 Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für Raumklimageräte für den stationären Einsatz mit folgenden Eigenschaften:

- Die Raumklimageräte müssen mit einem elektrischen angetriebenen Verdichter ausgestattet sein.
- Die Geräte müssen eine Kühlfunktion oder sowohl eine Kühl- als auch eine Heizfunktion aufweisen.
- Die Nennleistung der Geräte darf einen Wert von 12 kW nicht überschreiten.
- Die Geräte müssen in den Geltungsbereich der EU-Verordnung Nr. 206/2012⁹⁴ fallen.

Nicht im Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage liegen:

- Monoblockgeräte, d. h. Raumklimageräte, die in der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 als „Einkanalargeräte“ oder „Zweikanalargeräte“ bezeichnet werden und Fensterklimageräte („window type“ und „through-the-wall“ Geräte),
- Raumklimageräte, die ausschließlich die Funktionen Entfeuchtung, Reinigung, Umwälzung oder Heizung der Luft nach Verordnung (EU) Nr. 206/2012 anbieten,
- Klimageräte für den Einsatz in Fahrzeugen.

⁹⁴ Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren

3 Anforderungen

3.1 Energieeffizienz

3.1.1 Arbeitszahl im Kühlbetrieb

Die Raumklimageräte müssen eine Arbeitszahl im Kühlbetrieb für mittleres Klima (Seasonal Energy Efficiency Ratio – SEER) aufweisen, die die nachfolgenden Anforderungen erfüllt:

$$\text{SEER} \geq 7$$

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen gemäß Verordnung (EU) Nr. 206/2012, Anhang I Nummer 3c) in Anlage 6 zum Vertrag vor, in denen der SEER-Wert für mittleres Klima dokumentiert ist. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors in Anlage 2 vor, aus dem die Ermittlung des SEER-Wertes entsprechend der in der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 genannten Messvorschrift hervorgeht. Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer testing laboratory) anerkannt ist.

Die Nachweisführung auf Grundlage von Produktfamilien („Basic Model Groups“) entsprechend der Eurovent-Zertifizierung⁹⁵ ist möglich.

3.1.2 Arbeitszahl im Heizbetrieb

Sofern die Raumklimageräte zusätzlich die Funktion eines Heizbetriebs aufweisen, muss die Arbeitszahl im Heizbetrieb für mittleres Klima (Seasonal Coefficient Of Performance – SCOP) nachfolgende Anforderungen erfüllen:

$$\text{SCOP} \geq 4,6$$

⁹⁵ Produktfamilien („Basic Model Groups“ oder BMG) werden gemäß der Eurovent-Zertifizierung als Einheiten definiert, die im Wesentlichen gleich sind was die Kühl- bzw. Wärmeleistung (+/-10%) und die Funktion (Kühl- oder Heizbetrieb) betrifft, und gleich oder vergleichbar sind hinsichtlich der Basiskomponenten, insbesondere der Ventilatoren, Wärmetauscher, Kompressoren und Motoren, nach EUROVENT (2015) Operational Manual for the Certification of Air Conditioners, http://www.eurovent-certification.com/fic_bdd/en/1435237711_OM-1-2015_AC.pdf (Zugriff am: 18.05.2016).

Nachweis

Der Antragsteller erklärt in Anlage 1 zum Vertrag, ob das Raumklimagerät eine Heizfunktion aufweist und wenn dies der Fall ist, legt er die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen gemäß Verordnung (EU) Nr. 206/2012, Anhang I Nummer 3c) in Anlage 6 zum Vertrag vor, in denen der SCOP-Wert für mittleres Klima dokumentiert ist. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors in Anlage 3 vor, aus dem die Ermittlung des SCOP-Wertes entsprechend der in der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 genannten Messvorschrift hervorgeht. Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer testing laboratory) anerkannt ist.

Die Nachweisführung auf Grundlage von Produktfamilien („Basic Model Groups“) entsprechend der Eurovent-Zertifizierung¹¹ ist möglich.

3.2 Kältemittel

Die Klimageräte müssen frei von halogenhaltigen Kältemitteln sein. Darüber hinaus ist Ammoniak als Kältemittel nicht zugelassen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen und nennt den ODP-Wert, den GWP-Wert sowie die chemische Bezeichnung des eingesetzten Kältemittels in Anlage 1 zum Vertrag.

3.3 Luftfilter

Die Inneneinheiten der Geräte (Verdampfer) müssen mit Luftfiltern ausgestattet sein, die leicht gereinigt werden können. Die Reinigung kann dabei entweder über eine Reinigungsautomatik erfolgen oder manuell durch den Nutzer selbst. Die Reinigung der Wärmetauscher in den Außeneinheiten (Verflüssiger) sollte von Fachpersonal durchgeführt werden und ohne Spezialwerkzeug möglich sein. Der Vorgang der Reinigung (Inneneinheit) muss in der Bedienungsanleitung beschrieben werden, bei der Reinigung der Wärmetauscher in den Außeneinheiten sollte auf entsprechendes Fachpersonal verwiesen werden.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und legt die entsprechenden Produktunterlagen in Anlage 6 vor, in denen die Reinigung der Filter dargestellt wird.

3.4 Geräuschemissionen

Die Geräuschemissionen der Geräte müssen nachfolgende Anforderungen erfüllen:

Nennleistung (P_{rated}) im Kühl- oder Heizbetrieb	Anforderungen an den Schallleistungspegel bei Nennleistung	
	Inneneinheiten	Außeneinheiten
$\leq 4,5 \text{ kW}$	$\leq 50 \text{ dB(A)}$	$\leq 58 \text{ dB(A)}$
$4,5 \text{ kW} < P_{\text{rated}} \leq 6 \text{ kW}$	$\leq 55 \text{ dB(A)}$	$\leq 62 \text{ dB(A)}$
$6 \text{ kW} < P_{\text{rated}} \leq 12 \text{ kW}$	$\leq 58 \text{ dB(A)}$	$\leq 68 \text{ dB(A)}$

Die Höhe der Geräuschemissionen muss in den Produktunterlagen dokumentiert sein.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen oder die EU-Energieeffizienzkennzeichnung in Anlage 6 zum Vertrag vor, in denen die Schallleistungspegel im Kühl- und ggf. im Heizbetrieb im Innen- und Außenraum dokumentiert sind. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors in Anlage 4 vor, aus dem die Ermittlung der Schallleistungspegel entsprechend der in der EU-Verordnung für Raumklimageräte genannten Messvorschrift hervorgeht. Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer testing laboratory) anerkannt ist.

Die Nachweisführung auf Grundlage von Produktfamilien („Basic Model Groups“) entsprechend der Eurovent-Zertifizierung⁹⁶ ist möglich.

⁹⁶ Produktfamilien („Basic Model Groups“ oder BMG) werden gemäß der Eurovent-Zertifizierung als Einheiten definiert, die im Wesentlichen gleich sind was die Kühl- bzw. Wärmeleistung (+/-10%) und die Funktion (Kühl- oder Heizbetrieb) betrifft, und gleich oder vergleichbar sind hinsichtlich der Basiskomponenten, insbesondere der Ventilatoren, Wärmetauscher, Kompressoren und Motoren, nach EUROVENT (2015) Operational Manual for the Certification of Air Conditioners, http://www.eurovent-certification.com/fic_bdd/en/1435237711_OM-1-2015_AC.pdf (Zugriff am: 18.05.2016).

3.5 Materialanforderungen

3.5.1 Ausschluss gefährlicher Stoffe

Die EU-Richtlinie 2011/65/EU⁹⁷ (ROHS-Richtlinie) ist einzuhalten. Diese bezieht sich auf die Stoffe Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom (Chrom VI), polybromiertes Biphenyl (PBB) sowie polybromierten Diphenylether (PBDE).

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag und legt in Anlage 5 eine Konformitätserklärung zur ROHS-Richtlinie vor.

3.5.2 Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile

Den Kunststoffen der Gehäuse und Gehäuseteile dürfen als konstitutionelle Bestandteile keine Stoffe zugesetzt sein, die eingestuft sind als

- krebserzeugend der Kategorien 1A und 1B nach Tabelle 3.1 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008⁹⁸,
- erbgutverändernd der Kategorien 1A und 1B nach Tabelle 3.1 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008,
- fortpflanzungsgefährdend der Kategorien 1A und 1B nach Tabelle 3.1 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008.
- besonders besorgniserregend aus anderen Gründen nach den Kriterien des Anhang XIII der REACH-Verordnung, insofern sie in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sog. Kandidatenliste⁹⁹) aufgenommen wurden.

⁹⁷ Richtlinie 2011/65/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

⁹⁸ Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Anhang VI Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung für bestimmte gefährliche Stoffe, Teil 3: Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung – Tabellen, Tabelle 3.2 Die Liste der harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe aus Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG, kurz: GHS-Verordnung http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm, in der jeweils gültigen Fassung.

Die GHS-Verordnung (Global Harmonization System), die am 20.01.2009 in Kraft getreten ist, ersetzt die alten Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG. Danach erfolgt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe bis zum 1. Dezember 2010 gemäß der RL 67/548/EWG (Stoff-RL) und für Gemische bis zum 1. Juni 2015 gemäß der RL 1999/45/EG (Zubereitungs-RL). Abweichend von dieser Bestimmung kann die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe und Zubereitung bereits vor dem 1. Dezember 2010 bzw. 1. Juni 2015 nach den Vorschriften der GHS-Verordnung erfolgen. Die Bestimmungen der Stoff-RL und Zubereitungs-RL finden in diesem Fall keine Anwendung.

⁹⁹ Es gilt der Stand der Kandidatenliste zum Zeitpunkt der Antragstellung (Neuantrag). Link zur Kandidatenliste der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Regelung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH): <http://echa.europa.eu/web/guest/candidate-list-table>

Halogenhaltige Polymere sind nicht zulässig. Ebenso dürfen halogenorganische Verbindungen nicht als Flammschutzmittel zugesetzt werden.

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- prozessbedingte, technisch unvermeidbare Verunreinigungen,
- fluororganische Additive (wie z.B. Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einen Gehalt von 0,5 Gew.-% nicht überschreiten,
- Kunststoffteile, mit einer Masse kleiner oder gleich 25 g.

Nachweis:

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und legt eine schriftliche Erklärung der Kunststoffhersteller vor oder stellt die Vorlage derselben gegenüber der RAL gGmbH sicher. Die Erklärung bestätigt, dass die auszu-schließenden Substanzen den Kunststoffen nicht zugesetzt sind und gibt die chemische Bezeichnung der eingesetzten Flammschutzmittel inklusive der CAS-Nummer und der Einstufungen (H-Sätze) an (Anlage P-M zum Vertrag). Die vorgelegte Erklärung darf bei erstmaliger Antragstellung nicht älter als 6 Monate sein. Werden durch den gleichen Antragsteller weitere Anträge für die Kennzeichnung von Produkten gestellt, die die gleichen Kunststoffe enthalten, so können die vorgelegten Erklärungen während der Laufzeit der Vergabegrundlage unverändert vorgelegt werden. Davon abweichend kann der RAL eine aktualisierte Fassung der Erklärungen einfordern, wenn seitens des Umweltbundesamtes festgestellt worden ist, dass die Kandidatenliste um produktrelevante Stoffe erweitert wurde.

3.6 Umweltgerechte Produktgestaltung

Folgende Prinzipien zum Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte sind, sofern nicht zwingende technische Gründe dem entgegenstehen, zu beachten und schriftlich zu erklären:

- Vermeidung nicht lösbarer Werkstoffverbindungen zwischen unterschiedlichen Werkstoffen,
- Vermeidung von Verbundmaterialien,
- einfache Demontierbarkeit der Baugruppen, auch für den Zweck einer einfachen Reparatur,
- Verringerung der Werkstoffvielfalt.

Zusätzlich muss der Hersteller bei Beantragung des Umweltzeichens die Erfüllung der folgenden Anforderungen schriftlich erklären:

- Produktbestandteile aus Kunststoff mit einem Gewicht über 50 g müssen mit einem Kurzzeichen gemäß DIN EN ISO 1043-116 bzw. DIN ISO 162917 (Kautschuke) oder DIN ISO 207618 (Chemiefasern) gekennzeichnet werden,

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und legt eine Liste der Produktbestandteile aus Kunststoff mit einem Gewicht über 50 g mit den zugehörigen Angaben gemäß Anlage P-L zum Vertrag vor.

3.7 Vertrieb

Die Raumklimageräte dürfen nur durch qualifizierte Fachbetriebe nach §6 der Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluoriierter Treibhausgase (Chemikalien- Klimaschutzverordnung - ChemKlimaschutzV) installiert und gewartet werden. Die Installation muss von zertifizierten Klima- und Kältetechnikern gemäß Kategorie I der Verordnung (EG) Nr. 303/2008¹⁰⁰ oder gemäß Durchführungsverordnung (EU) 2015/2067¹⁰¹ durchgeführt werden.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt in Anlage 1 zum Vertrag, dass die Geräte nur an zertifizierte Betriebe nach §6 der ChemKlimaschutzV abgegeben werden.

3.8 Dienstleistungen

Der Antragsteller selbst oder ein vertraglich verbundener Servicepartner müssen Dienstleistungen anbieten, die eine umweltgerechte Planung sowie einen zuverlässigen und energieeffizienten Betrieb der Raumklimageräte gewährleisten.

Folgender Dienstleistungen müssen angeboten werden:

¹⁰⁰ Verordnung (EG) Nr. 303/2008 der Kommission vom 2. April 2008 zur Festlegung — gemäß der Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates — der Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Unternehmen und Personal in Bezug auf bestimmte fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen sowie der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung der diesbezüglichen Zertifikate

¹⁰¹ Durchführungsverordnung (EU) 2015/2067 der Kommission vom 17. November 2015 zur Festlegung – gemäß der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates – der Mindestanforderungen und der Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung im Hinblick auf die Zertifizierung von natürlichen Personen in Bezug auf fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen sowie Kälteaggregate in Kältekraftfahrzeugen und -anhängern und auf die Zertifizierung von Unternehmen in Bezug auf fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen

- Fachgerechte Planung, Installation, Wartung und Entsorgung der Raumklimageräte durch Fachbetriebe gemäß Abschnitt 3.7,
- Angebot eines zu üblichen Kundendienstzeiten verfügbaren Wartungsdienstes,
- Verfügbarkeit gleichwertiger Ersatzteile zur Reparatur der Raumklimageräte für mindestens 10 Jahre nach dem Inverkehrbringen der Geräte.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag.

3.9 Produktunterlagen

3.9.1 Bedienungsanleitung

Die Bedienungsanleitung richtet sich an den Betreiber des Raumklimagerätes und muss klare und verständliche Aussagen zum umweltfreundlichen Betrieb des Gerätes bereitstellen. Die Bedienungsanleitung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Hinweise zum energiesparenden Betrieb der Klimageräte beispielsweise durch Temperatureinstellungen, Vermeidung von Wärmeeinträgen in den Raum, Vermeidung geöffneter Fenster und Türen,
- Alle produktspezifische Angaben gemäß Verordnung (EU) Nr. 626/2011, Anhang IV.
- Nennung des eingesetzten Kältemittels (vgl. Abschnitt 3.2) und bei Bedarf besondere Hinweise zu Verhaltensregeln bei Leckagen sowie erforderlichen Wartungszyklen.
- Hinweis darauf, dass Luftfilter regelmäßig gereinigt werden müssen und Beschreibung des Vorgangs zur manuellen oder automatischen Reinigung des Luftfilters (vgl. Abschnitt 3.3),
- Hinweis darauf, dass der Wärmeübertrager der Außeneinheit (Verflüssiger) regelmäßig von Fachpersonal gereinigt werden soll,
- Hinweis darauf, dass Installation, jährliche Wartung, Instandsetzung und Entsorgung des Gerätes nur durch einen Fachbetrieb nach §6 Chemikalien-Klimaschutzverordnung (ChemKlimaSchutzV) erfolgen sollte (vgl. Abschnitt 3.7)

Weiterhin muss die Bedienungsanleitung auf einer frei zugänglichen Internetseite veröffentlicht werden, die über die Homepage des Herstellers bzw. des Anbieters einfach zu erreichen ist.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag, nennt die Internetadresse unter dem die Bedienungsanleitung abrufbar ist und legt die entsprechenden Seiten der Bedienungsanleitung, auf denen die jeweiligen Angaben gemacht werden, als Anlage 6 vor.

3.9.2 Installations- und Service-Manual

Das Installations- und Service-Manual richtet sich an qualifiziertes Fachpersonal und muss klare und eindeutige Aussagen zur korrekten Installation, Wartung, Instandsetzung und Entsorgung des Klimagerätes durch Fachpersonal enthalten. Es muss eindeutig als Anleitung „für Fachpersonal“ gekennzeichnet sein. Das Installations- und Service-Manual muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Hinweise vor und während der Installation:
 - Eignung von Räumlichkeiten zur Installation von Klimageräten (z.B. Berücksichtigung vorhandener Elektroinstallation),
 - Angaben über erforderliche Raumgröße, die von der Kältemittel-Füllmenge des Klimagerätes abhängt, unter Berücksichtigung der Installationshöhe der Inneneinheit,
 - Überprüfen der Vollständigkeit aller Komponenten und Zubehör des Raumklimagerätes,
- Hinweise zur fachgerechten Dichtheitsprüfung bei Routine-Service bzw. Reparatur,
- Hinweise, dass Maßnahmen zur Verhinderung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nach Instandsetzungsarbeiten wirksam bleiben müssen,
- Hinweise zur fachgerechten Entnahme/Entsorgung des Kältemittels bei Demontage der Raumklimageräte,
- Hinweise zur Arbeitssicherheit (Vermeidung explosionsfähiger Atmosphären),
- Hinweise zu notwendigen Werkzeugen,
- Hinweise auf relevante Standards und Normen (z.B. DIN EN 378, DIN EN 13313),
- Hinweise zur Qualifikation des sachkundigen Personals im Umgang mit brennbaren Kältemitteln,
- Hinweise zur Verringerung von Energie- und Kältemittelverlusten,
- Anleitung zur fachgerechten Reinigung des Gerätes, der Filter und der Wärmeübertrager.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag und legt die entsprechenden Seiten des Installations- und Service-Manuals, auf denen die jeweiligen Angaben gemacht werden, als Anlage 7 vor.

3.10. Ausblick

Bei der zukünftigen Überarbeitung dieser Vergabegrundlage sollten folgende Anforderungen geprüft und ggf. ergänzt werden:

- Information über die Energieeffizienz im Betrieb (z. B. Zähler für Strom- und Wärmemenge, Angabe der Kompressordrehzahl).
- Reduktion der Anforderungen für Geräuschemissionen für Außengeräte auf einen Schallleistungspegel von unterhalb 60 dB(A),
- Schnittstellen zum Anschluss der Geräte an die Heimautomation.

4 Zeichennehmer und Beteiligte

4.1 Zeichennehmer sind Hersteller oder Vertreiber von Produkten gemäß Abschnitt 2.

4.2 Beteiligte am Vergabeverfahren:

- RAL gGmbH für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel,
- das Bundesland, in dem sich die Produktionsstätte des Antragstellers befindet,
- das Umweltbundesamt, das nach Vertragsschluss alle Daten und Unterlagen erhält, die zur Beantragung des Blauen Engel vorgelegt wurden, um die Weiterentwicklung der Vergabegrundlagen fortführen zu können.

5 Zeichenbenutzung

5.1 Die Benutzung des Umweltzeichens durch den Zeichennehmer erfolgt aufgrund eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages.

5.2 Im Rahmen dieses Vertrages übernimmt der Zeichennehmer die Verpflichtung, die Anforderungen gemäß Abschnitt 3 für die Dauer der Benutzung des Umweltzeichens einzuhalten.

5.3 Für die Kennzeichnung von Produkten gemäß Abschnitt 2 werden Zeichenbenutzungsverträge abgeschlossen. Die Geltungsdauer dieser Verträge läuft bis zum 31.12.2020.

Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2020 bzw. 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird.

Eine Weiterverwendung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.

5.4 Der Zeichennehmer (Hersteller) kann die Erweiterung des Benutzungsrechtes für das Kennzeichnungsberechtigte Produkt bei der RAL gGmbH beantragen, wenn es unter einem anderen Marken-/Handelsnamen und/oder anderen Vertriebsorganisationen in den Verkehr gebracht werden soll.

5.5 In dem Zeichenbenutzungsvertrag ist festzulegen:

5.5.1 Zeichennehmer (Hersteller/Vertreiber)

5.5.2 Marken-/Handelsname, Produktbezeichnung

5.5.3 Inverkehrbringer (Zeichenanwender), d.h. die Vertriebsorganisation gemäß Abschnitt 5.4.

3.4 Dokumentation des Workshops in Peking

3.4.1 Kriterienvergleich (engl.)

Section	Chinese Eco-Label	Blue Angel	Central Outcomes
			
Scope	<u>Applicable to:</u> - condensers using air cooling - fully-enclosed motor-compressors - room air conditioners for domestic or relevant uses with refrigerating capacity of and below 14,000 W	<u>These Basic Award Criteria are valid for air conditioners for stationary use with the following characteristics:</u> - The air conditioners must be fitted with an electrically driven compressor. - The devices must have a cooling function or both a cooling and a heating function. - The rated capacity of the devices must not exceed a value of 12 kW. - The devices must fall under the scope of validity of Regulation (EU) No 206/2012.	<u>The scope of the Blue Angel is narrower with regards to</u> - Capacity: 12 kW vs. 14 kW - Electric compressor - Regulation (EU) No 206/2012 <u>The scope of the Chinese eco-label is narrower with regards to:</u> - Domestic use - Fully-enclosed motor compressor
<u>Conclusion:</u> As most of the single-split devices on both markets have a rated capacity of < 5kW, the difference in capacity between 12 and 14 kW is not very relevant.			
	<u>Not applicable to:</u> - movable air conditioners - packaged terminal air conditioners - separated units that cannot be com-	<u>The following do not fall under the scope of these Basic Award Criteria:</u> Monoblock devices, meaning air conditioners that are described as “single duct air conditioners” or “double duct air conditioners” in	

	posed into a complete refrigerating system air conditioners utilizing vapour absorption in their refrigeration cycle	Regulation (EU) No 206/2012, and window air conditioners ("window type" and "through-the-wall" devices). - Air conditioners that exclusively provide the functions of dehumidification, air purification, ventilation or air-heating according to Regulation (EU) No 206/2012. - Air conditioners for use in vehicles.	
Conclusion: Regarding explicit exemptions the eco-labels show some differences.			
Technical definition: Room air conditioner	Refers to a kind of device, which directly provides processed air to enclosed space, room or area. It mainly includes refrigerating systems for cooling and dehumidifying, and air circulation and cleaning units. Heating and ventilation devices can also be included, which can be assembled into a separate shell or designed as a component. For instance, air conditioners with free air supply, water source heat pump units, self-contained air conditioners, duct-type air conditioners, multi-connected air condition units, rooftop air condition units, and so on.	Air conditioner means a device capable of cooling and/or heating indoor air, using a vapour compression cycle driven by an electric compressor, including air conditioners that provide additional functionalities such as dehumidification, air-purification, ventilation or supplemental air-heating by means of electric resistance heating, as well as appliances that may use water (either condensate water that is formed on the evaporator side or externally added water) for evaporation on the condenser, provided that the device is also able to function without the use of additional water, using air only.	
Conclusion: The technical definitions differ in the wording, however, aim at a comparable scope. In detail, the Blue Angel definition is included in the Chinese eco-label's definition, but not the other way around. The highlighted products in the Chinese definition are not included in the Blue Angel.			
Energy efficiency	Reference to: requirements of national energy efficiency standards	Seasonal energy efficiency ratio (SEER): SEER ≥ 7 Seasonal coefficient of performance (SCOP): SCOP ≥ 4.6	It is important to notice that SEER in the Blue Angel is determined according to Regulation (EU) No 206/2012. The Chinese label follows ISO 16358-2: 2013 and is planning to introduce the annual performance factor according to the corresponding JIC-standard. A final comparison between the two methods has so far not been possible and would require extensive calculations

	<table><tr><th>RCC (kW)</th><th colspan="6">SEER (Wh/Wh)</th></tr><tr><td></td><th colspan="2">Grade I</th><th colspan="2">Grade II</th><th colspan="2">Grade III</th></tr><tr><td></td><th>Heat pump</th><th>Cooling only</th><th>Heat pump</th><th>Cooling only</th><th>Heat pump</th><th>Cooling only</th></tr><tr><td>≤ 4.50</td><td>4.50</td><td>5.40</td><td>4.00</td><td>5.00</td><td>3.50</td><td>4.30</td></tr><tr><td>4.50 < RCC ≤ 7.10</td><td>4.00</td><td>5.10</td><td>3.50</td><td>4.40</td><td>3.30</td><td>3.90</td></tr><tr><td>7.10 < RCC ≤ 14</td><td>3.70</td><td>4.70</td><td>3.30</td><td>4.00</td><td>3.10</td><td>3.50</td></tr></table> Verification: Third party verification from test institution accredited after ISO/IEC 17025 according to ISO 16358-2:2013.	RCC (kW)	SEER (Wh/Wh)							Grade I		Grade II		Grade III			Heat pump	Cooling only	Heat pump	Cooling only	Heat pump	Cooling only	≤ 4.50	4.50	5.40	4.00	5.00	3.50	4.30	4.50 < RCC ≤ 7.10	4.00	5.10	3.50	4.40	3.30	3.90	7.10 < RCC ≤ 14	3.70	4.70	3.30	4.00	3.10	3.50	based on detailed comparison of the measurement standards. Verification: • Declaration of compliance • In accordance with measurement guidelines in Regulation (EU) No 206/2012 • Test report from accredited testing institution (DIN EN ISO/IEC 17025) or testing laboratory accredited by independent body as supervised manufacturer testing laboratory • Compliance verification can be provided based on product (“Basic Model Groups”) families according to Eurovent certification
RCC (kW)	SEER (Wh/Wh)																																											
	Grade I		Grade II		Grade III																																							
	Heat pump	Cooling only	Heat pump	Cooling only	Heat pump	Cooling only																																						
≤ 4.50	4.50	5.40	4.00	5.00	3.50	4.30																																						
4.50 < RCC ≤ 7.10	4.00	5.10	3.50	4.40	3.30	3.90																																						
7.10 < RCC ≤ 14	3.70	4.70	3.30	4.00	3.10	3.50																																						
Conclusion: The comparison based on the different verification standards still is an open issue. The Chinese Ecolabel requires third party verification whereas a declaration of compliance is sufficient for the Blue Angel.																																												
Refrigerant	Requirements for the refrigerant in use: <table><tr><td>Type of re- frigerant</td><td>ODP</td><td>GWP</td></tr><tr><td>not specified</td><td>0</td><td>not specified</td></tr></table> Verification: Factory visit by CEC audit team	Type of re- frigerant	ODP	GWP	not specified	0	not specified	The air conditioner must be free of refrigerants containing halogens. In addition, it is not permitted to use ammonia as a refrigerant. Verification: Self-declaration																																				
Type of re- frigerant	ODP	GWP																																										
not specified	0	not specified																																										
Conclusion: The Blue Angel demands for natural refrigerants only (equals GWP<5 and ODP=0). Hence, the requirements of the Blue Angel are stricter.																																												

Note: CEC has signaled to accept, that products awarded with the Blue Angel comply with the requirements of the Chinese Ecolabel..			
Air Filter		The internal units of the devices (evaporator) must be fitted with air filters that can be easily cleaned. The cleaning process can either be completed by an <u>automatic cleaning</u> function or <u>manually by the user</u> themselves. Cleaning of the heat exchanger in the external units (condenser) should be carried out by trained specialists and this process should be possible without the use of special tools. The cleaning process (internal units) must be described in the operating instructions, while they should also refer the user to corresponding trained specialists for cleaning the heat exchangers in the external units. <u>Verification:</u> Self-declaration	
User manual, consumer information	The owner's manual shall be handed to the user together with the product, including the following information: a) Operation and maintenance instructions b) Introduction about stand by time and a reminder that zero energy consumption can only be achieved if the product is not connected with the input power c) A reminder to set the temperature correctly: 2° C lower than the desired value when heating, and 2° C higher when cooling, so as to save energy d) When using the air conditioner, please avoid		

	direct sunlight into the room, and do not open and close the windows and doors frequently e) Please clean the filter frequently f) The manufacturing enterprise shall provide repairable and replaceable components and parts of the product during the whole duration of its lifespan, so as to guarantee that the product can function well during its lifespan																																															
	Conclusion: With regards to the Air Filter the Blue Angel sets a design requirement whereas the Chinese eco-label sets an information requirement. Note: Based on information from several companies, the filters are easily cleanable by end-users. Hence, the requirements are similar. They aim at the same act possibly done by the user (manual cleaning). The Blue Angel additionally highlights the automatic cleaning function.																																															
Noise (sound pressure level/sound power level)	<table><tr><th colspan="2">RCC (kW)</th><th>Sound pressure level dB(A)</th></tr><tr><td rowspan="3">≤ 2.5</td><td>Indoor unit</td><td>39</td></tr><tr><td>Outdoor unit (static pressure)</td><td>40</td></tr><tr><td>Outdoor unit</td><td>49</td></tr><tr><td rowspan="3">> 2.5~4.5</td><td>Indoor unit</td><td>41</td></tr><tr><td>Outdoor unit (static pressure)</td><td>42</td></tr><tr><td>Outdoor unit</td><td>52</td></tr><tr><td rowspan="3">> 4.5~7.1</td><td>Indoor unit</td><td>43</td></tr><tr><td>Outdoor unit (static pressure)</td><td>44</td></tr><tr><td>Outdoor unit</td><td>56</td></tr><tr><td rowspan="3">> 7.1</td><td>Indoor unit</td><td>47</td></tr><tr><td>Outdoor Unit (static pressure)</td><td>48</td></tr><tr><td>Outdoor unit</td><td>59</td></tr></table>	RCC (kW)		Sound pressure level dB(A)	≤ 2.5	Indoor unit	39	Outdoor unit (static pressure)	40	Outdoor unit	49	> 2.5~4.5	Indoor unit	41	Outdoor unit (static pressure)	42	Outdoor unit	52	> 4.5~7.1	Indoor unit	43	Outdoor unit (static pressure)	44	Outdoor unit	56	> 7.1	Indoor unit	47	Outdoor Unit (static pressure)	48	Outdoor unit	59	The noise emissions of the devices must comply with the following requirements for sound power: <table><tr><th rowspan="2">Rated capacity (P_{rated}) in cooling or heating operation</th><th colspan="2">Requirements for the sound power level at rated capacity</th></tr><tr><th>Indoor units</th><th>Outdoor units</th></tr><tr><td>≤ 4.5 kW</td><td>≤ 50 dB(A)</td><td>≤ 58 dB(A)</td></tr><tr><td>4.5 kW < P_{rated} ≤ 6 kW</td><td>≤ 55 dB(A)</td><td>≤ 62 dB(A)</td></tr><tr><td>6 kW < P_{rated} ≤ 12 kW</td><td>≤ 58 dB(A)</td><td>≤ 68 dB(A)</td></tr></table> Verification: The applicant shall declare compliance with the requirements in Annex 1 to the Contract and submit the corresponding pages of the product documentation	Rated capacity (P _{rated}) in cooling or heating operation	Requirements for the sound power level at rated capacity		Indoor units	Outdoor units	≤ 4.5 kW	≤ 50 dB(A)	≤ 58 dB(A)	4.5 kW < P _{rated} ≤ 6 kW	≤ 55 dB(A)	≤ 62 dB(A)	6 kW < P _{rated} ≤ 12 kW	≤ 58 dB(A)	≤ 68 dB(A)	The difference between Sound Power Level and Sound Pressure Level needs to be considered.
RCC (kW)		Sound pressure level dB(A)																																														
≤ 2.5	Indoor unit	39																																														
	Outdoor unit (static pressure)	40																																														
	Outdoor unit	49																																														
> 2.5~4.5	Indoor unit	41																																														
	Outdoor unit (static pressure)	42																																														
	Outdoor unit	52																																														
> 4.5~7.1	Indoor unit	43																																														
	Outdoor unit (static pressure)	44																																														
	Outdoor unit	56																																														
> 7.1	Indoor unit	47																																														
	Outdoor Unit (static pressure)	48																																														
	Outdoor unit	59																																														
Rated capacity (P _{rated}) in cooling or heating operation	Requirements for the sound power level at rated capacity																																															
	Indoor units	Outdoor units																																														
≤ 4.5 kW	≤ 50 dB(A)	≤ 58 dB(A)																																														
4.5 kW < P _{rated} ≤ 6 kW	≤ 55 dB(A)	≤ 62 dB(A)																																														
6 kW < P _{rated} ≤ 12 kW	≤ 58 dB(A)	≤ 68 dB(A)																																														

		or the EU energy efficiency label as Annex 6 to the Contract, in which the sound power level in cooling and, where relevant, heating operation is documented for both indoors and outdoors. In addition, the applicant shall submit a test report from a testing institution accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025 as Annex 4, which demonstrates the calculation of the sound power level in accordance with the stated measurement guidelines in the EU regulation for air conditioners. Test reports completed by the applicant are recognised as being of an equivalent standard when the testing laboratory used for the measurements is accredited by an independent body as an SMT laboratory (supervised manufacturer testing laboratory). It is possible to provide compliance verification based on product families ("Basic Model Groups") according to the Eurovent Certification.	
	Conclusion: The sound requirements are set by different indicators (sound power level vs. sound pressure level). Hence, they are not directly comparable. Depending on the standard used in China, which defines exact distances for measurements and similar assumptions/parameters, comparability could be reached. Note: As a rule of thumb, the sound power level is around 8-10 dB higher than the sound pressure level. Hence, the criteria are in a similar range.		
Sales/Distribution		The air conditioners may only be installed and serviced by qualified specialist companies in accordance with Article 6 of the "Ordinance on climate protection against changes caused by release of certain fluorinated greenhouse gasses" (Chemicals Climate Protection Ordinance – ChemKlimaschutzV). The installation must be carried out by a certified air conditioning and refrigeration technician in accordance with Category I of Regulation (EC) No 303/2008 or in accordance with the Commission Implementing Regulation (EU) No 2015/2067.	These requirements turned out to be very relevant for the safety of ACs in the Blue Angel. Therefore, EU and German safety certification standards had to be taken into account. It would be very relevant if comparable safety certificates for the installation and service of ACs do exist in China.

		<u>Verification:</u> The applicant shall declare in Annex 1 to the Contract that the device is only delivered to certified companies in accordance with Article 6 of ChemKlimaschutzV.	
	<u>Conclusion:</u> In China, there is an industry level standard for flammable refrigerants which covers production, sales and maintenance. Additionally, there is a regulation for AC technicians that have to go through training and attain certification (Ministry of Human Resources and Social Security). A list of all knowledge required would have to be provided to check for comparability between the labels. If Maintenance is included in Chinese Regulation, it would not have to be part of the Eco-Label to reach comparability between the two labels. The law includes all refrigerants.		
Services		The applicants themselves or a contractually affiliated service partner must offer services that enable the environmentally friendly planning and reliable and energy efficient operation of the air conditioners. The following services must be offered: • Professional planning, installation, maintenance and disposal of air conditioners by a specialist company in accordance with Paragraph 3.7. • Provision of maintenance services at standard customer service times. • Availability of equivalent spare parts for the repair of the air conditioners for at least 10 years after the devices are launched on the market. <u>Verification:</u> Self-declaration	
	<u>Conclusion:</u> The Chinese eco-label holds comparable requirements for spare parts (see section on operating instructions).		

Packaging	• HCFCs are not allowed to be used as foaming agent • The total amount of heavy metal lead, cadmium, mercury and hexavalent chromium shall not exceed 100 mg/kg in the package and packaging materials • Marks shall be attached according to standard GB/T 18455 [GB/T 18455- Package Recycling Marks]	No requirements on packaging.	
Recyclable design; Re-cycling and disposal	• Recyclability Rate: refers to the percentage of the weight of the part which can be recycled and reused, divided by the total weight. (GB/T 20861-2007) [GB/T 20861- Terminology of waste product recovery] • The recyclability rate of the product should not be lower than 83% • Instructions for the recycling and disposal shall be pro-vided <u>Verification:</u> Based on the standard ISO 11469 (2000) and factory audits.	Unless there are compelling technical reasons to the contrary, the following principles for the recyclable design of technical products must be observed and declared in writing: • The avoidance of non-detachable material connections between different materials • The avoidance of composite materials • Components that are easy to dismantle, also for the purpose of repair • Reduction in the diversity of the materials used In addition, the manufacturer must provide a written declaration of compliance with the following requirements when applying for the environmental label: • Product components made of plastic with a weight of more than 25 g must be labelled with an abbreviated term in accordance with DIN EN ISO 1043-116 or DIN ISO 162917 (rubber) or DIN ISO 207618 (chemical fibres). <u>Verification:</u> Self-declaration	

	Conclusion: Requirements on recyclable design are formulated in a different way, but address a comparable goal and can therefore be considered to be harmonized. Marking requirements on product components made of plastic in the Blue Angel are similar with the requirement on packaging in the Chinese-Label (see highlighted parts above), however it is not required for the product itself by the Chinese Ecolabel. Could be interesting for common criteria at a later stage.		
Production	• A Recovery unit for the refrigerant shall be equipped • HCFCs, 1,1,1-trichloroethane (C₂H₃Cl₃), trichloroethylene (C₂HCl₃), dichloroethane (CH₃CHCl₂), dichloromethane (CH₂Cl₂), trichloromethane (CHCl₃), tetrachloromethane (CCl₄), and 1-bromopropane (C₃H₇Br) are not allowed to be used as cleaning solvent • Lead-free welding shall be adopted in the process of component assembly and attachment • In the pretreatment process of sheet metal parts, phosphorous degreasing agents and phosphating agents are not allowed to be used	• EU-Legislation on Lead-free soldering	
	Conclusion: Lead-free soldering is implemented in the EU within the RoHS directive whereas in China within the eco-label.		
Operating instructions	The owner's manual shall be handed to the user together with the product, including the following information: a) Operation and maintenance instructions b) Introduction about stand by time and a reminder that zero energy consumption can only be achieved if the product is not connected with the input power c) A reminder to set the temperature correctly: 2°C lower than the desired value when heating, and 2°C higher when cooling, so as to save	The operating instructions are designed for the user of the air conditioner and must contain clear and understandable statements on the environmentally friendly operation of the device. The operating instructions must contain at least the following information: • Information on the energy saving operation of the air conditioner, such as via the temperature settings, the avoidance of heat sources in the room and avoiding open windows or doors • All product specific information in accordance	

	energy d) When using the air conditioner, please avoid direct sunlight into the room, and do not open and close the windows and doors frequently e) Please clean the filter frequently f) The manufacturing enterprise shall provide repairable and replaceable components and parts of the product during the whole duration of its lifespan, so as to guarantee that the product can function well during its lifespan	with Regulation (EU) No 626/2011, Annex IV. • Information on the refrigerant used (see Paragraph 3.2) and, where necessary, special information about codes of conduct in the event of leakages, as well as the required maintenance cycles. • Information that the air filters should be cleaned regularly and a description of the process for manual or automatic cleaning of the air filters (see Paragraph 3.3) • Information that the heat exchanger in the external unit (condenser) should be regularly cleaned by trained specialists • Information that the installation, annual service, maintenance and disposal of the device should only be carried out by a specialist company in accordance with Article 6 of the Chemicals Climate Protection Ordinance (ChemKlimaSchutzV) (see Paragraph 3.7) • In addition, the operating instructions must be published on a freely accessible website that is easy to reach via the website of the manufacturer or supplier.	
	Conclusion: The requirement of the Chinese eco-label and the Blue Angel on operating instructions are similar, but deviate in some important points. Therefore this requirement might be suitable for common criteria at a later stage.		
Installation and Service Manual		The Installation and Service Manual is designed for qualified specialists and must contain clear and unambiguous statements for the correct installation, servicing, maintenance and disposal of the air conditioners by qualified specialists. It must be clearly labelled as a guide “for qualified specialists”. The Installation and Service Manual must contain at least the following information: Information before and	

		during the installation: • The suitability of rooms for the installation of air conditioners (e.g. taking into account existing electrical installations) • Information on the required room sizes depending on the filling volume • of the refrigerant in the air conditioner, taking into account the • installation height of the internal unit • Information on checking the completeness of all components and accessories for the air conditioner • Information on professional leak testing during routine services or repairs • Information on ensuring that measures to prevent a potentially explosive • atmosphere remain effective after maintenance work • Information on the professional removal/disposal of the refrigerant when dismantling the air conditioner • Information on work safety (avoidance of explosive atmospheres) • Information on the required tools • Information on relevant standards and norms (e.g. DIN EN 378, DIN EN 13313), • Information on the qualification of specialist personnel for the handling of flammable refrigerants • Information on reducing energy and refrigerant losses • Instructions for the professional cleaning of the device, filter and heat exchanger.	
--	--	---	--

	Conclusion: The Blue Angel requirements are partly comparable with the requirements of the operating instructions (see above). Note: The Blue Angel requirements include information on where units can be installed because of the flammable refrigerants. This is not currently included in the Chinese standard. It would not necessarily have to be included as a trained and certified technician would know what to do.		
Plastics used in the housing and housing parts	- The limitation requirements of restricted substances shall meet the relevant requirement of GB/T 26572 [GB/T 26572- Requirements of concentration limits for certain restricted substances in electrical and electronic products] - Short-Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs) are not allowed to be used in the base material of the product shell and circuit board. The content of SCCPS shall be less than 1% of the total weight of the plastic components The plastic components of the product shell, which are over 25 g in weight, shall not use chlorine and bromine polymers. And fire retardants containing organic chloride or organic bromide are not allowed to be added - Except for the electric wires and cables, plastic components over 25 g shall not use the Phthalates listed in the Appendix A as plasticizer - In the shell of the remote control, all kinds of buttons, filters and external power lines included, the total amount of benzo[a]pyrene shall not exceed 20 mg/kg, and the total amount of the 18 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) listed in Appendix B shall not exceed 200 mg/kg	The plastics used in the housing and housing parts may not contain as constituent parts any substances classified as: - carcinogenic in categories 1A or 1B according to Table 3.1 of Annex VI to EC Regulation 1272/200813 - mutagenic in categories 1A or 1B according to Table 3.1 of Annex VI to EC Regulation 1272/2008 - reprotoxic in categories 1A and 1B according to Table 3.1 of Annex VI to EC Regulation 1272/2008 - particularly alarming for other reasons according to the criteria of Annex XIII to the REACH Regulation, insofar as they are included in the List (so-called "list of candidates"¹⁴) set up in accordance with REACH, Article 59, Paragraph 1. Halogenated polymers shall not be permitted. Neither may halogenated organic compounds be added as flame retardants. The following shall be exempt from this rule: - process-related, technically unavoidable impurities - fluoroorganic additives (e.g. anti-dripping agents) used to improve the physical properties of plastics, provided that they do not exceed a proportion of 0.5 percent by mass	

	The dry cells within the products shall meet requirements of HJ/T 239 [HJ/T 239- Technical requirement for environmental labelling products Hg-free dry cells and batteries]	plastic parts with a mass of less than or equal to 25	
<u>Conclusion:</u> The plastic requirements of the Chinese eco-label are covered by EU Legislation. The plastic requirements regarding the exclusion of CMR substances and SVHC of the Blue Angel are not suitable for CCC. The exclusion of halogenated polymers and organic compounds is mainly relevant regarding chlorine and bromine substances. Products awarded with the Chinese ecolabel should additionally confirm that they also do not use fluorinated substances, except fluororganic additives (e.g. anti-dripping agents) used to improve the physical properties of plastics, provided that they do not exceed a proportion of 0.5 percent by mass.			

3.4.2 Übersicht: Gemeinsame Kriterien (engl.)

The following table provides an overview of the common criteria that have been identified during the workshop on Beijing on 27/28 June 2017 and that have been agreed upon between the mutual delegations in November 2017.

Target product categories between the German Blue Angel Ecolabelling and The Chinese Ecolabel Room Air Conditioners (as of 27 October 2017)

Section	Chinese Eco-Label	Blue Angel	
			
Scope	... Scope	2. Scope	Partly Harmonized For products awarded with the Chinese ecolabel that want to apply for the Blue Angel additionally it has to make sure, that the capacity is below 12 kW and that the devices fall under the scope of EU regulation No. 206/2012.
Refrigerant		3.2 Refrigerant	One Way Harmonization Products awarded with the Blue Angel comply with the requirements of the Chinese ecolabel. For products awarded with the Chinese ecolabel compliance with the corresponding German criterion need to be proven, since the German criterion is stricter.
Air Filter	... user information on air filter	3.3 Air filter	Harmonized Nonetheless for products with the Chinese ecolabel it needs to be confirmed, that the product is equipped with a cleanable filter.
Noise	... noise	3.4 Noise emissions	Information needed on - Distance from the device for the measurement - Temperature gradient, i.e. cooling from which degree to

			which degree or how much degree cooling down Is there a special measurement standard which needs to be applied?
Services / Spare part	... operation instructions, point on spare parts	3.8 Services point c) on spare parts	Harmonized
Recyclable design	... recyclability rate	3.6 Environmentally friendly product design Point a) to d) (except point e) on marking of plastics)	Harmonized
Plastics used in the housing and housing parts	...	3.5.2 Plastics used in the housing and housing parts Point b on halogenated polymers and flame retardants	Partly Harmonized For products awarded with the Chinese ecolabel it needs to be additionally confirmed that they also do not use fluorinated substances, except fluoroorganic additives (e.g. anti-dripping agents) used to improve the physical properties of plastics, provided that they do not exceed a proportion of 0.5 percent by mass.

3.5 Dokumentation des Workshops in Bangkok

Section	Thai Green Label Scheme	Blue Angel	Central Outcomes
			
Scope	<u>Applicable to:</u> These criteria shall apply to room air conditioner used with air-cooled condenser or evaporative condenser in order to decrease temperature and humidity only. These exclude air conditioner purposely designed to raise temperature and humidity. Air conditioner has net total cooling capacity not exceeding 12,000 watts operating on either single-phase or three-phase AC circuits of frequency 50 Hz.	<u>These Basic Award Criteria are valid for air conditioners for stationary use with the following characteristics:</u> • The air conditioners must be fitted with an electrically driven compressor. • The devices must have a cooling function or both a cooling and a heating function. • The rated capacity of the devices must not exceed a value of 12 kW. • The devices must fall under the scope of validity of EU Regulation No. 206/2012.	The Blue Angel's scope is larger than TGL's. TGL focuses on Air conditioner with net total cooling capacity not exceeding 12,000 watts operating on either single-phase or three-phase AC circuits of frequency 50 Hz.
	<u>Conclusion:</u> CCC should be considered for the size range of air conditioners.		
Technical definition: Room air conditioner	3.1 Room Air Conditioner here refers to an air conditioner as defined in TIS 385 or TIS 1155. 3.2 Net Total Room Cooling Effect of a Unit refers to performance of an air conditioner to reject both sensible heat and latent heat from air-conditioned area, expressed in quantity per unit time of operation under standard test condition.	Air conditioner means a device capable of cooling and/or heating indoor air, using a vapour compression cycle driven by an electric compressor, including air conditioners that provide additional functionalities such as dehumidification, air-purification, ventilation or supplemental air-heating by means of electric resistance heating, as well as appliances that may use water (either condensate water that is formed on the evaporator side or externally added water) for evaporation on the condenser, provided that the de-	

	3.3 Rated Power Input refers to electric power consumed by all components of an air conditioner include compressor motor, fan, controller, and other components, simultaneously operated under standard test condition. 3.4 Energy Efficiency Ratio: EER refers to ratio of net total cooling capacity to electrical power input to air conditioner. 3.5 Ozone Depleting Potential: ODP refers to potential of a substance to destroy ozone in comparison with the potential of CFC-11. 3.6 Global Warming Potential: GWP refers to potential of a greenhouse gas to contribute global warming, which depends on infrared radiative forcing and atmospheric lifetime of the gas, in comparison with infrared radiative forcing of carbon dioxide over a 100 year period.	vice is also able to function without the use of additional water, using air only.	
	Conclusion: In order to compare definitions in more detail, it is important that the following standards are available: TIS 385 or TIS 1155.		
Energy efficiency	Shall be certified by EGAT Label No.5. 5.2 Energy efficiency of product shall comply with EGAT Label No.5 (Updated edition on application date for Green Label certification).	Seasonal energy efficiency ratio (SEER): SEER ≥ 7 Seasonal coefficient of performance (SCOP): SCOP ≥ 4.6	The SEER value of EGAT Label No 5 refers to the following test standards: ISO 5151 and other TIS, IEC and ISO Standards.

	<u>Verification:</u> 1. In case of certified product to EGAT Label No.5, the applicant shall submit a copy of test report issued by EGAT or 2. In case of non-certified product to EGAT Label No.5, the applicant shall submit a copy of test report stating that product energy efficiency complies with EGAT Label No.5 on energy efficiency standard: testing agency, requirements and test methods for energy efficiency for high performance air conditioner, 2009.	<u>Verification:</u> • Declaration of compliance • In accordance with measurement guidelines in Regulation (EU) No 206/2012 • Test report from accredited testing institution (DIN EN ISO/IEC 17025) or testing laboratory accredited by independent body as supervised manufacturer testing laboratory • Compliance verification can be provided based on product ("Basic Model Groups") families according to Eurovent certification	
	<u>Conclusion:</u> The project has developed a tool to compare SEER and EER values. However, underlying data and assumption such as heating degree days of the TGL/EGAT scheme are not available and cannot be compared.		
Refrigerant	5.3 Ozone depleting potential (ODP) of refrigerant shall not exceed 0.5 and Global warming potential (GWP₁₀₀) shall not exceed 2500. <u>Verification:</u> The applicant shall submit certified document stating Ozone depleting potential (ODP) of Refrigerant below 0.5 and Global warming potential (GWP_{100a}) below 2500. The document must be signed by authorized personnel of the manufacturer.	The air conditioner must be free of refrigerants containing halogens. In addition, it is not permitted to use ammonia as a refrigerant. <u>Verification:</u> Self-declaration	
	<u>Conclusion:</u> TGL focuses on refrigerants with low ODP and GPW. GWP of the Blue Angel is considerably lower (practically GWP<5) and does not allow ODP > 0.		
Air Filter	<i>not specified</i>	The internal units of the devices (evaporator) must be fitted with air filters that can be easily cleaned.	Comment: There is an information requirement in TGL to clean the air filter regularly.

		The cleaning process can either be completed by an <u>automatic cleaning</u> function or <u>manually by the user</u> themselves. Cleaning of the heat exchanger in the external units (condenser) should be carried out by trained specialists and this process should be possible without the use of special tools. The cleaning process (internal units) must be described in the operating instructions, while they should also refer the user to corresponding trained specialists for cleaning the heat exchangers in the external units. <u>Verification:</u> Self-declaration																														
Noise (sound pressure level/sound power level)	5.1 Sound pressure level of an air conditioner shall comply with the following requirements <table><tr><th>Type of air conditioner, Cooling Capacity</th><th colspan="2">Sound Pressure Level (dBA)</th></tr><tr><th></th><th>Indoors</th><th>Outdoors</th></tr><tr><td>Single pack, All capacity</td><td>≤ 55</td><td>≤ 60</td></tr><tr><td>Split, ≤ 8,000 Watts</td><td>≤ 50</td><td>≤ 57</td></tr><tr><td>Split, > 8,000 - 12,000 Watts</td><td>≤ 57</td><td>≤ 63</td></tr></table> <u>Verification:</u> The applicant shall submit a copy of sound pressure level test report using test method according to JIS C 9612 or equivalent standard.	Type of air conditioner, Cooling Capacity	Sound Pressure Level (dBA)			Indoors	Outdoors	Single pack, All capacity	≤ 55	≤ 60	Split, ≤ 8,000 Watts	≤ 50	≤ 57	Split, > 8,000 - 12,000 Watts	≤ 57	≤ 63	The noise emissions of the devices must comply with the following requirements for sound power: <table><tr><th rowspan="2">Rated capacity (P_{rated}) in cooling or heating operation</th><th colspan="2">Requirements for the sound power level at rated capacity</th></tr><tr><th>Indoor units</th><th>Outdoor units</th></tr><tr><td>≤ 4.5 kW</td><td>≤ 50 dB(A)</td><td>≤ 58 dB(A)</td></tr><tr><td>4.5 kW < P_{rated} ≤ 6 kW</td><td>≤ 55 dB(A)</td><td>≤ 62 dB(A)</td></tr><tr><td>6 kW < P_{rated} ≤ 12 kW</td><td>≤ 58 dB(A)</td><td>≤ 68 dB(A)</td></tr></table> <u>Verification:</u> The applicant shall declare compliance with the requirements in Annex 1 to the Contract and submit the corresponding pages of the product documentation or the EU energy efficiency label as Annex 6 to the Contract, in which the sound power level in cooling and, where relevant, heating operation is documented for both indoors and outdoors. In addition, the applicant shall submit a test report from a testing institution accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025 as Annex 4, which demonstrates the calcula-	Rated capacity (P _{rated}) in cooling or heating operation	Requirements for the sound power level at rated capacity		Indoor units	Outdoor units	≤ 4.5 kW	≤ 50 dB(A)	≤ 58 dB(A)	4.5 kW < P _{rated} ≤ 6 kW	≤ 55 dB(A)	≤ 62 dB(A)	6 kW < P _{rated} ≤ 12 kW	≤ 58 dB(A)	≤ 68 dB(A)	The difference between Sound Power Level and Sound Pressure Level needs to be considered.
Type of air conditioner, Cooling Capacity	Sound Pressure Level (dBA)																															
	Indoors	Outdoors																														
Single pack, All capacity	≤ 55	≤ 60																														
Split, ≤ 8,000 Watts	≤ 50	≤ 57																														
Split, > 8,000 - 12,000 Watts	≤ 57	≤ 63																														
Rated capacity (P _{rated}) in cooling or heating operation	Requirements for the sound power level at rated capacity																															
	Indoor units	Outdoor units																														
≤ 4.5 kW	≤ 50 dB(A)	≤ 58 dB(A)																														
4.5 kW < P _{rated} ≤ 6 kW	≤ 55 dB(A)	≤ 62 dB(A)																														
6 kW < P _{rated} ≤ 12 kW	≤ 58 dB(A)	≤ 68 dB(A)																														

		tion of the sound power level in accordance with the stated measurement guidelines in the EU regulation for air conditioners. Test reports completed by the applicant are recognised as being of an equivalent standard when the testing laboratory used for the measurements is accredited by an independent body as an SMT laboratory (supervised manufacturer testing laboratory). It is possible to provide compliance verification based on product families ("Basic Model Groups") according to the Eurovent Certification.	
	Conclusion: The sound requirements are set by different indicators (sound power level vs. sound pressure level). Hence, they are not directly comparable. As the standard used in Thailand defines exact distances for measurements and similar assumptions/parameters, comparability could be reached. Note: As a rule of thumb, the sound power level is around 8-10 dB higher than the sound pressure level. Hence, the criteria are in a similar range.		
Sales/Distribution	Not specified	The air conditioners may only be installed and serviced by qualified specialist companies in accordance with Article 6 of the "Ordinance on climate protection against changes caused by release of certain fluorinated greenhouse gases" (Chemicals Climate Protection Ordinance – ChemKlimaschutzV). The installation must be carried out by a certified air conditioning and refrigeration technician in accordance with Category I of Regulation (EC) No. 303/200815 or in accordance with the Commission Implementing Regulation (EU) 2015/206716. Verification: The applicant shall declare in Annex 1 to the Contract that the device is only delivered to certified companies in accordance with Article 6 of ChemKlimaschutzV.	These requirements turned out to be very relevant for the safety of ACs in the Blue Angel. Therefore, EU and German safety certification standards had to be taken into account.

	Conclusion: These requirements are crucial for the Blue Angel. Safety Certifications for companies and craftsmen are developed within the GIZ RAC-NAMA Thailand project.		
Services	Not specified	The applicant themselves or a contractually affiliated service partner must offer services that enable the environmentally friendly planning and reliable and energy efficient operation of the air conditioners. The following services must be offered: • Professional planning, installation, maintenance and disposal of air conditioners by a specialist company in accordance with Paragraph 3.7. • Provision of maintenance services at standard customer service times. • Availability of equivalent spare parts for the repair of the air conditioners for at least 10 years after the devices are launched on the market. Verification: Self-declaration	
Recyclable design; Recycling and disposal	5.4 Product shall be designed to promote recycling, which by means of supplying recyclable plastic components at least 80% by weight of plastic components in product.	Unless there are compelling technical reasons to the contrary, the following principles for the recyclable design of technical products must be observed and declared in writing: • The avoidance of non-detachable material connections between different materials • The avoidance of composite materials • Components that are easy to dismantle, also for the purpose of repair • Reduction in the diversity of the materials used	

	Verification: The applicant shall submit certified document stating plastic components which are capable of being recycled in product together with report of their weight and proportion in product as a percentage. The document must be signed by authorized personnel of the manufacturer.	In addition, the manufacturer must provide a written declaration of compliance with the following requirements when applying for the environmental label: Product components made of plastic with a weight of more than 25 g must be labelled with an abbreviated term in accordance with DIN EN ISO 1043-116 or DIN ISO 162917 (rubber) or DIN ISO 207618 (chemical fibres). Verification: Self-declaration																					
Conclusion: Requirements on recyclable design are formulated in a very different way, but address a comparable goal and can therefore be considered for harmonization.																							
Exclusion of hazardous substances	5.6 Each plastic component of an air conditioner which weighs more than 25 g shall contain heavy metals or their compounds and flame retardants as the following requirements; <table><tr><th rowspan="2">Substances</th><th colspan="4">Heavy metal contents or heavy metal compounds</th><th colspan="2">Flame retardants</th></tr><tr><th>Pb</th><th>Cd</th><th>Hg</th><th>Cr⁶⁺**</th><th>PBB</th><th>PBDE</th></tr><tr><td>Content (ppm)</td><td>≤1 000</td><td>≤100</td><td>≤1 000</td><td>≤1 000</td><td>≤1 000</td><td>≤1 000</td></tr></table> Note: ** If the total chromium (Cr) is less than or equal to 1,000 ppm, the standard value of chromium hexavalent (Cr⁶⁺) will be used as the base value.	Substances	Heavy metal contents or heavy metal compounds				Flame retardants		Pb	Cd	Hg	Cr ⁶⁺ **	PBB	PBDE	Content (ppm)	≤1 000	≤100	≤1 000	≤1 000	≤1 000	≤1 000	The EU Directive 2011/65/EU12 (ROHS Directive) must be observed. This refers to the substances lead, mercury, hexavalent chromium (chromium VI), polybrominated biphenyls (PBB) and polybrominated diphenyl ethers (PBDE). Verification: The applicant shall declare compliance with the requirement in Annex 1 to the Contract and submit a declaration of conformity with the ROHS Directive as Annex 5.	
Substances	Heavy metal contents or heavy metal compounds				Flame retardants																		
	Pb	Cd	Hg	Cr ⁶⁺ **	PBB	PBDE																	
Content (ppm)	≤1 000	≤100	≤1 000	≤1 000	≤1 000	≤1 000																	
Conclusion: The criteria of the TGL are covered within the EU RoHS directive.																							
Operating instructions	Not specified.	The operating instructions are designed for the user of the air conditioner and must contain clear and understandable statements on the environmentally friendly operation of the device. The operating instructions must contain at least the following infor-																					

		mation: • Information on the energy saving operation of the air conditioner, such as via the temperature settings, the avoidance of heat sources in the room and avoiding open windows or doors • All product specific information in accordance with Regulation (EU) No 626/2011, Annex IV. • Information on the refrigerant used (see Paragraph 3.2) and, where necessary, special information about codes of conduct in the event of leakages, as well as the required maintenance cycles. • Information that the air filters should be cleaned regularly and a description of the process for manual or automatic cleaning of the air filters (see Paragraph 3.3) • Information that the heat exchanger in the external unit (condenser) should be regularly cleaned by trained specialists • Information that the installation, annual service, maintenance and disposal of the device should only be carried out by a specialist company in accordance with Article 6 of the Chemicals Climate Protection Ordinance (ChemKlimaSchutzV) (see Paragraph 3.7) • In addition, the operating instructions must be published on a freely accessible website that is easy to reach via the website of the manufacturer or supplier.	
	Conclusion: The TGL scheme considers CCC for operating instructions.		
Installation and Service	The following information shall be stated; 5.5.1 Name plate marking information in ac-	The Installation and Service Manual is designed for qualified specialists and must contain clear and unambiguous statements for the correct installation,	

Manual	cordance with TIS 2134 5.5.2 User manual should be in Thai, containing at least the following information; Instructions on maintenance and appropriate usage procedures of air conditioner in order to prolong product's shelf-life for longer product life and energy saving • turn off the air conditioner immediately when not in use • turn off the ventilation fan when not needed, if applicable • Set the air conditioner temperature at no less than 25°C • Clean the heat sink in the condensing unit once every three months • Clean the air filter for fan coil units at least once a month	servicing, maintenance and disposal of the air conditioners by qualified specialists. It must be clearly labelled as a guide "for qualified specialists". The Installation and Service Manual must contain at least the following information: Information before and during the installation: • The suitability of rooms for the installation of air conditioners (e.g. taking into account existing electrical installations) • Information on the required room sizes depending on the filling volume • of the refrigerant in the air conditioner, taking into account the • installation height of the internal unit • Information on checking the completeness of all components and accessories for the air conditioner • Information on professional leak testing during routine services or repairs • Information on ensuring that measures to prevent a potentially explosive • atmosphere remain effective after maintenance work • Information on the professional removal/disposal of the refrigerant when dismantling the air conditioner • Information on work safety (avoidance of explosive atmospheres) • Information on the required tools • Information on relevant standards and norms (e.g. DIN EN 378, DIN EN 13313), • Information on the qualification of specialist personnel for the handling of flammable refrigerants	
---------------	--	--	--

		- Information on reducing energy and refrigerant losses - Instructions for the professional cleaning of the device, filter and heat exchanger.																					
	Conclusion: Both schemes address the air filter. The TGL scheme contains an information requirement. The Blue Angel considers a product design requirement. The Blue Angel contains additional information related to the safety of the installation and with regard to environmental protection (e.g. refrigerant containment).																						
Plastics used in the housing and housing parts	5.6 Each plastic component of an air conditioner which weighs more than 25g shall contain heavy metals or their compounds and flame retardants as the following requirements; <table><tr><th rowspan="2">Substances</th><th colspan="4">Heavy metal contents or heavy metal compounds</th><th colspan="2">Flame retardants</th></tr><tr><th>Pb</th><th>Cd</th><th>Hg</th><th>Cr⁶⁺</th><th>PBB</th><th>PBDE</th></tr><tr><td>Content (ppm)</td><td>≤1 000</td><td>≤100</td><td>≤1 000</td><td>≤1 000</td><td>≤1 000</td><td>≤1 000</td></tr></table> Note: ** If the total chromium (Cr) is less than or equal to 1,000 ppm, the standard value of chromium hexavalent (Cr⁶⁺) will be used as the base value.	Substances	Heavy metal contents or heavy metal compounds				Flame retardants		Pb	Cd	Hg	Cr ⁶⁺	PBB	PBDE	Content (ppm)	≤1 000	≤100	≤1 000	≤1 000	≤1 000	≤1 000	The plastics used in the housing and housing parts may not contain as constituent parts any substances classified as: - carcinogenic in categories 1A or 1B according to Table 3.1 of Annex VI to EC Regulation 1272/200813 - mutagenic in categories 1A or 1B according to Table 3.1 of Annex VI to EC Regulation 1272/2008 - reprotoxic in categories 1A and 1B according to Table 3.1 of Annex VI to EC Regulation 1272/2008 - particularly alarming for other reasons according to the criteria of Annex XIII to the REACH Regulation, insofar as they are included in the List (so-called "list of candidates"14) set up in accordance with REACH, Article 59, Paragraph 1. Halogenated polymers shall not be permitted. Neither may halogenated organic compounds be added as flame retardants. The following shall be exempt from this rule: - process-related, technically unavoidable impurities - fluoroorganic additives (e.g. anti-dripping agents) used to improve the physical properties of plas-	
Substances	Heavy metal contents or heavy metal compounds				Flame retardants																		
	Pb	Cd	Hg	Cr ⁶⁺	PBB	PBDE																	
Content (ppm)	≤1 000	≤100	≤1 000	≤1 000	≤1 000	≤1 000																	

		tics, provided that they do not exceed a proportion of 0.5 percent by mass • plastic parts with a mass of less than or equal to 25	
	Conclusion: The plastic requirements of the TGL eco-label are covered by EU Legislation. The plastic requirements regarding the exclusion of CMR substances and SVHC of the Blue Angel are not suitable for CCC. The exclusion of halogenated polymers and organic compounds is mainly relevant regarding chlorine and bromine substances. Products awarded with the TGL should additionally confirm that they also do not use fluorinated substances, except fluororganic additives (e.g. anti-dripping agents) used to improve the physical properties of plastics, provided that they do not exceed a proportion of 0.5 percent by mass.		