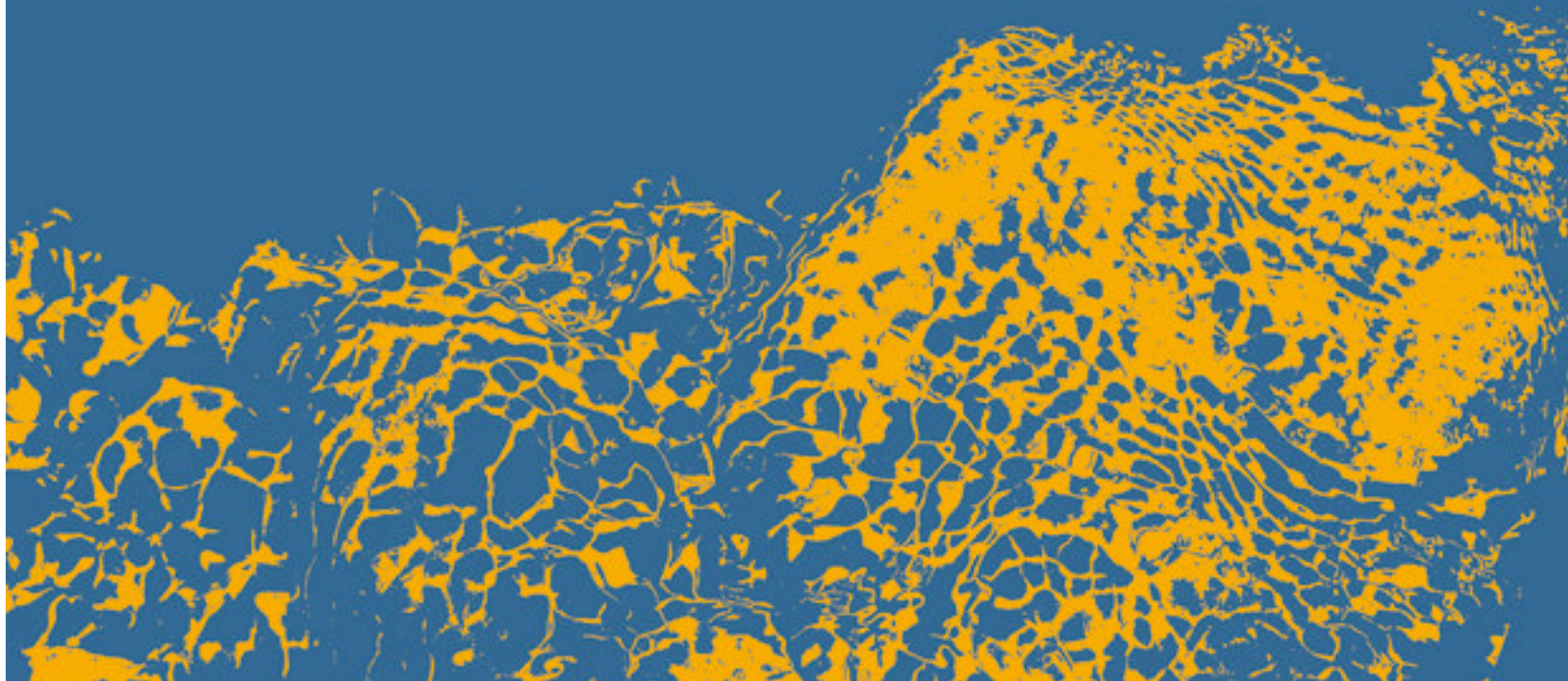




Ordnungsgemäße Entsorgung von Anlagen mit FKW oder FCKW-haltigen Kältemitteln

Jürgen Beckmann



Inhalt

1. Phase-Down und Abfall
2. Rechtliche Vorgaben
3. ElektroG
4. Entsorgung gewerblicher Kälte- und Klimaanlage
5. Behandlung
6. Zusammenfassung





Phase-Down

Schrittweise Beschränkungen von F-Gasen u. a. für gewerbliche Kälte- und Klimaanlage bzw. die Umstellung auf natürliche Kältemittel führen zur Entstehung von Abfällen, z. B. als

- komplette Anlage zur Kälteerzeugung
- Treib- und Kältemittel (FCKW, H-FCKW, HFKW und KW)
- Kältemaschinenöl
- Isolationsschäume
- Kondensatoren (PCB-, Elektrolyt-)
- Quecksilberhaltige Bauteile
- Wertstoffe (Metalle)

Aus Entsorgungssicht keine Beschränkung auf F-Gase, sondern auch Einbeziehung von FCKW und KW sowie der gesamten Anlage (Wertstoffe)

EU-Recht

- EU-Verordnung 1005/2009 (Verordnung über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen)
- EU-Verordnung 517/2014 (Verordnung über fluoriierte Treibhausgase)
- EU-Durchführungs-Verordnungen 2015/2065, 2015/2066, 2015/2067, 2015/2068, 2016/879
- EU-Richtlinie 2012/19/EU; Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE2)
- Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT)
- ...

National

- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) und Verordnungen, z. B. Nachweisverordnung (NachwV), Altölverordnung (AltöIV)
- Elektrogerätegesetz (ElektroG) ← Umsetzung WEEE2-Richtlinie 2012/19/EU
- Ergänzungen der EU-Verordnung 1005/2009 durch
 - ChemOzonSchichtV
- Ergänzungen der EU-Verordnung 517/2014 durch
 - ChemKlimaschutzV
- ...



Untergesetzliche Regelungen:

- Technische Anleitung Luft (TA-Luft, 2021)
 - 1. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz, für Behörden zwingend anzuwenden
 - Konkretisierung zur TA-Luft 2002 durch LAI-Vollzugshilfe (2009)
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift Abfallbehandlungsanlagen (ABA-VwV), ab ca. 1. Q 2022 (Umsetzung der BVT-Schlussfolgerungen EU 2018/1147)
- LAGA-Merkblätter M 31 A und M31 B, konkretisieren Stand der Technik
- RAL-GZ 728:2018-07, Rückproduktion von Kühlgeräten - Gütesicherung
- RAL-GZ 729:2011-01, Rückproduktion von ODS-geschäumten Produkten - Gütesicherung
- VDI 2343 (Recycling elektrischer und elektronischer Geräte), Blatt 4: Aufbereitung (1-2012)
- CECED, WEEELABEX, Standardsetzung durch internationale Verbände
- DIN EN 50625-2-2 und TS 50625-3-3 ersetzen DIN EN 50574, TS 50574-2
- DIN EN 378-4:2019-12
- ...



Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten vom 20.10.2015 (**ElektroG**) → ab 01.01.2022 gilt **ElektroG-3**

- Abfallwirtschaftliche Ziele, u. a.:
 - Umsetzung Produktverantwortung
 - Vermeidung von Abfällen
 - Vorbereitung zur Wiederverwendung
 - Entfrachtung von Schadstoffen z. B. FCKW, HFCKW, HFKW, Öle
 - Stoffliche Verwertung = Recycling
 - Effizienz der Ressourcennutzung
 - ElektroG soll das Marktverhalten der Verpflichteten regeln
 - Schädliche Entstehung und Bewirtschaftung von Altgeräten vermeiden oder verringern
 - Sammelmengen erhöhen (65% Sammelquote, akt. ca. 45 %)
 - Transparenz der Mengenströme erhöhen
 - Eindämmen illegaler Exporte

ElektroG gilt für sämtliche Elektro- und Elektronikgeräte, die

- einen Stecker haben,
- für Betrieb mit Wechselspannung max. 1.000 Volt oder Gleichspannung von max. 1.500 Volt ausgelegt sind,
- von elektrischen Strömen oder elektromagnetischen Feldern abhängig sind oder
- der Erzeugung, Übertragung und Messung von elektrischen Strömen und elektromagnetischen Feldern dienen.
- aus privaten Haushalten (inkl. „Kleingewerbe“) *„b2c-Geräte“*
- aus sonstigen Herkunftsbereichen (Groß-Gewerbegeräte) *„b2b-Geräte“*



Nicht abschließende Liste mit Elektro- und Elektronikgeräten, die unter die Kategorien 1 des § 2 Absatz 1 ElektroG fallen (s. Anlage 1)

Wärmeüberträger:

- Kühlschränke
- Gefriergeräte
- Geräte zur automatischen Abgabe von Kaltprodukten
- Klimageräte
- Entfeuchter
- Wärmepumpen
- Wärmepumpentrockner
- ölgefüllte Radiatoren
- Boiler
- Warmwasserspeicher
- sonstige Wärmeüberträger, bei denen andere Flüssigkeiten als Wasser für die Wärmeübertragung verwendet werden

Mögliche Verpflichtete:

- Hersteller, Produzent (§ 3 Nr. 9)
- vom Hersteller beauftragte Bevollmächtigte
- OEM-Kunde, der Produkt des OEM mit eigener Marke versieht, oder ..
- Vertreiber (anbieten nicht registrierter Geräte, ...)
- Importeure / Erstinverkehrbringer
- Elektronische Marktplätze (Amazon, ...)
- Fulfilment-Dienstleister (Lagerhaltung,

Weitere Verpflichtete:

- öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, Bürger, Entsorger, alle Abfallwirtschaftsbeteiligten

Keine Änderungen durch ElektroG 3

ElektroG gilt nicht für explizit im ElektroG genannten Ausnahmen (Auszug)

Nr. 5. ortsfeste industrielle Großwerkzeuge,

Nr. 6. ortsfeste Großanlagen; dieses Gesetz gilt jedoch für Geräte, die nicht speziell als Teil dieser Anlagen konzipiert und darin eingebaut sind,

Nr. 8. bewegliche Maschinen

Nr. 9. Geräte, die ausschließlich zu Zwecken der Forschung und Entwicklung speziell entworfen wurden und nur auf zwischenbetrieblicher Ebene bereitgestellt werden

Keine Änderungen durch ElektroG 3

Nr. 6 Ortsfeste Großanlagen, Definition s. § 3 Nr. 17

eine groß angelegte Kombination von Geräten unterschiedlicher Art und gegebenenfalls weiterer Einrichtungen, die

- a) von Fachpersonal montiert, installiert und abgebaut wird,
- b) dazu bestimmt ist, auf Dauer als Teil eines Gebäudes oder Bauwerks an einem vorbestimmten und eigens dafür vorgesehenen Standort betrieben zu werden, und
- c) nur durch die gleichen, speziell konstruierten Geräte ersetzt werden kann;

Weitere Hinweise:

- FAQ2 der EU-Kommission, s.
<https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/weee/faq.pdf> (4-2014)
- EWRN → Large-scale fixed installation (LSFI)
https://www.ewrn.org/fileadmin/ewrn/documents/161028_EWRN_LSFI_WEEE2_Guidance_fin.pdf
(10-2016)

3. ElektroG – Ausnahme: Ortsfeste Großanlage



Großanlage wenn:

- zu groß, um in ISO 20 Fuß-Container bewegt werden zu können,
- zu schwer für Transport in 44 t Lkw,
- Schwerkraftkräne für Auf- oder Abbau erforderlich,
- kann nicht in der üblichen industriellen Umgebung aufgestellt werden, ohne das letztere strukturell angepasst werden müsste **oder**
- hat eine Nennleistung > 375 kW

Z. B.: Ölplattformen, Aufzüge

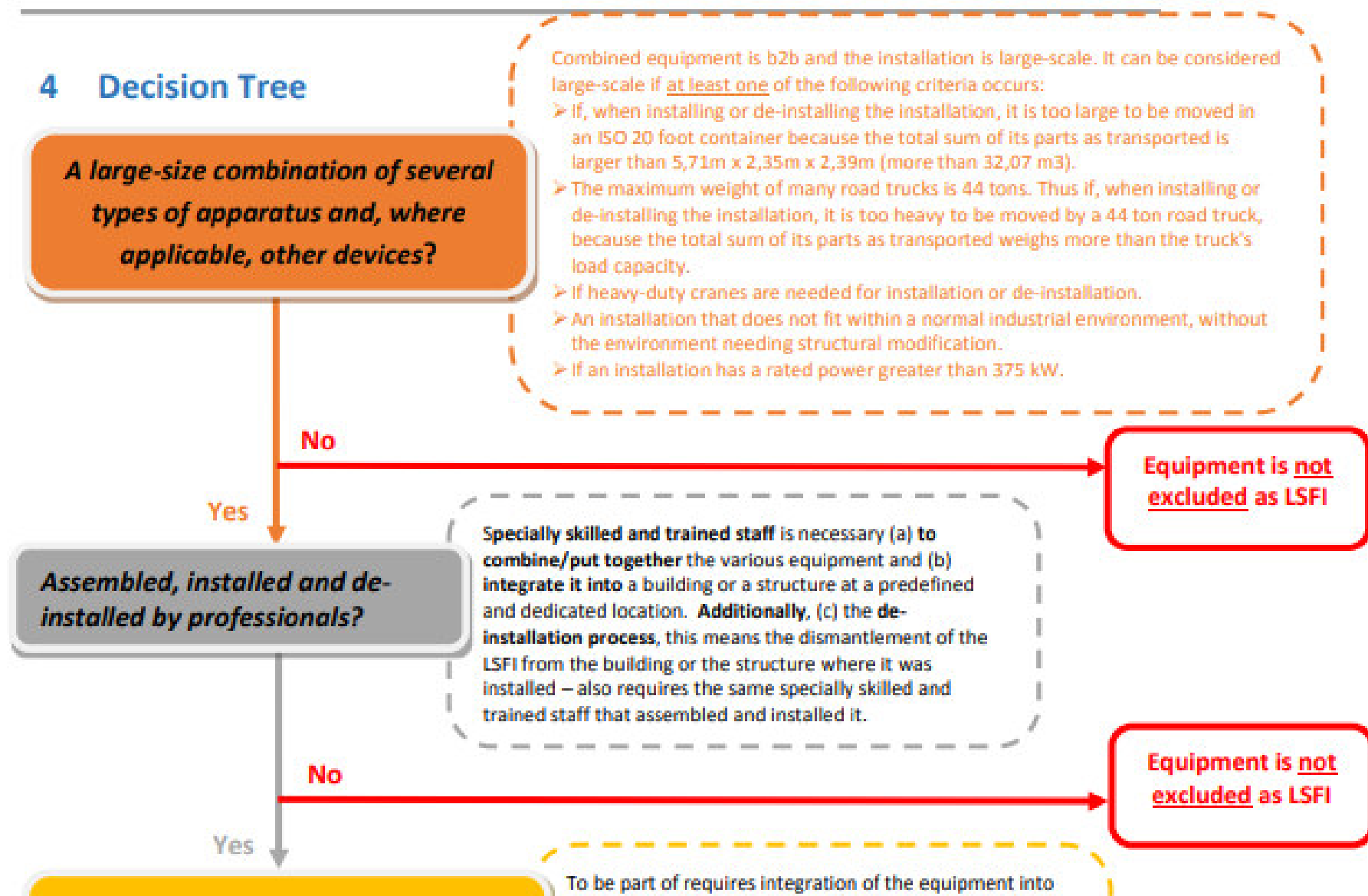
Einzelfallentscheidungen, immer mit Stiftung ear klären!

www.stiftung-ear.de

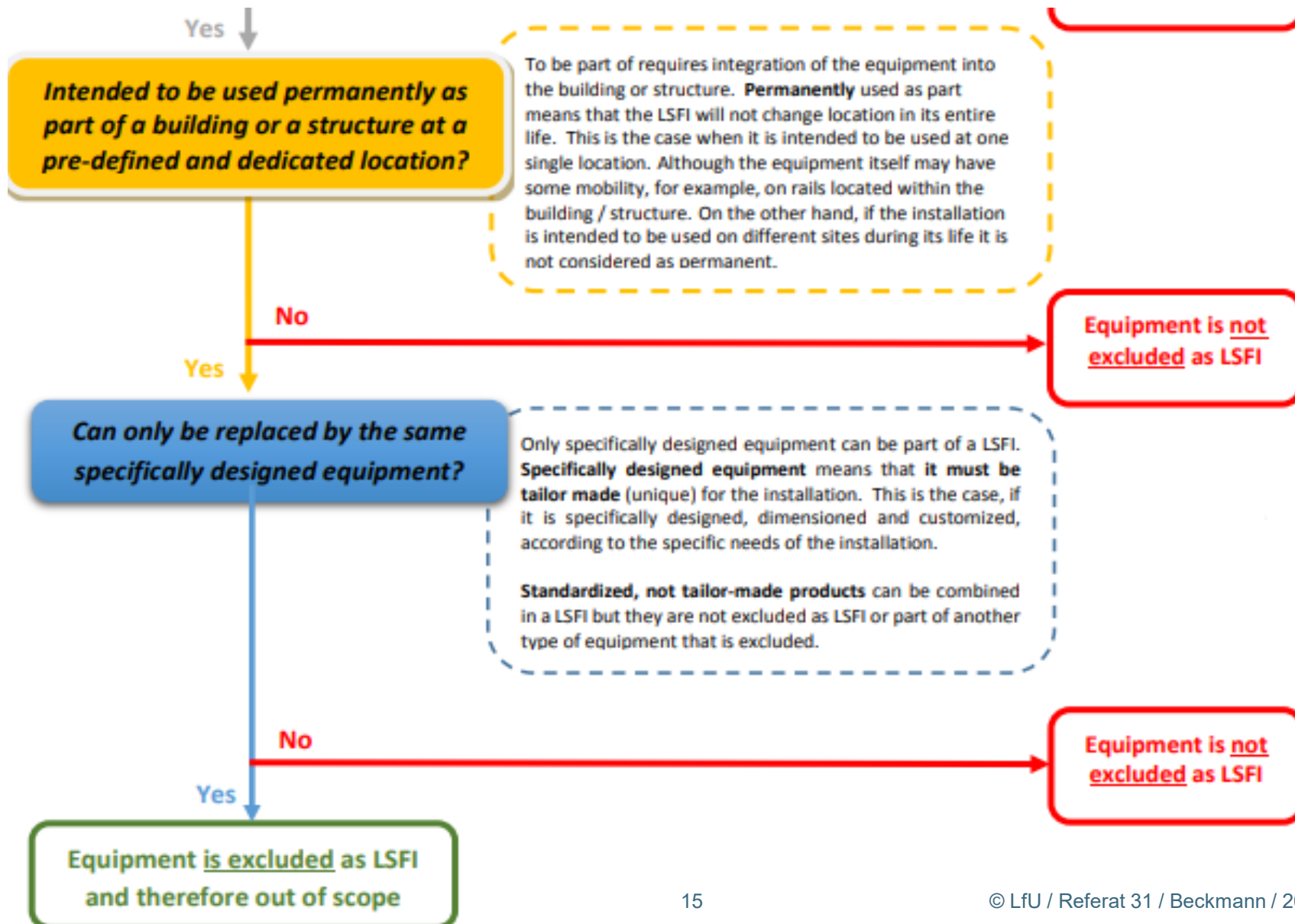
3. ElektroG – Ausnahme: Ortsfeste Großanlage



4 Decision Tree



3. ElektroG – Ausnahme: Ortsfeste Großanlage





- Hersteller, Vertreiber haben gesetzliche Prüfpflicht, ob Ihre Produkte (Wärmeüberträger, Kälte- und Klimaanlage) dem Anwendungsbereich des ElektroG unterliegen (unabhängig vom Kältemittel), bevor Sie die Produkte in Verkehr bringen, anbieten etc.
<https://www.stiftung-ear.de/de/themen/elektrog/herstellerbevollmaechtigte/anwendungsbereich>
- Mögliche Verpflichtete
<https://www.stiftung-ear.de/de/themen/elektrog/herstellerbevollmaechtigte/registrierung/moegliche-verpflichtete>
- In Zweifelsfällen kann der Hersteller / Bevollmächtigte einen Antrag auf Erteilung einer Bescheinigung über die Registrierungspflicht (Feststellungsantrag) bei der stiftung ear stellen.
<https://www.stiftung-ear.de/de/themen/elektrog/herstellerbevollmaechtigte/registrierung/feststellungsantrag>
- Verschiedene Dienstleister bieten auch entsprechenden Service an (Internetsuche z. B. mit „Registrierung Elektrogerätegesetz“)
- Es besteht ein Inverkehrbring-Verbot für nicht registrierte Geräte!
- Bußgelder bis 100.000 €

3. ElektroG – Pflichten



- Registrierung, <https://www.stiftung-ear.de/de/themen/elektrog/herstellerbevollmaechtigte/registrierung>
- Derzeit sind 106 Hersteller und Bevollmächtigte für b2b-Wärmeübertragergeräte registriert, Verzeichnis der registrierten Hersteller/Bevollmächtigten, s. <https://www.ear-system.de/ear-verzeichnis/hersteller>

A	B	C	D	E
EEE-Reg.-Nr. D	Hersteller-/Bevollmächtigtenname	Kategorie	Geräteart	Marktaustritt
58692860	aboutwater GmbH	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
18006242	AGT-PSG GmbH & Co. KG	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
74725074	AHT Cooling Systems Germany GmbH für	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
11708403	Aktobis AG	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
20175605	ALUP-Kompressoren GmbH	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
89633988	Amazon EU S.a.r.L., Niederlassung Deut	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
99305822	Aqua-Technik Metz & Heilig OHG	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	
74138400	as² alternative solutions GmbH für efficol	Wärmeüberträger	Wärmeüberträger für die ausschließliche Nutzung in anderen als privaten Haushalten	

- Altgeräte aus **privaten Haushalten** (b2c) können/müssen abgegeben werden:
 - öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (Wertstoffhof)
 - Händler (> 400 m² Verkaufsfläche), auch für Onlinehandel (> 400 m² Lagerfläche) verpflichtend
 - Händler (< 400 m² Verkaufsfläche), freiwillig
 - Lebensmittelhandel (> 800 m² Gesamtverkaufsfläche, ab 01.07.2022)
- Kälte- und Klimaanlage, die nicht aus privaten Haushaltungen stammen, können **nicht** an kommunalen Sammelstellen abgegeben werden
- Aktuelle Rücknahmemengen aus dem b2b-Bereich sind zu niedrig!

3. ElektroG – Rücknahme (Hersteller/Bevollmächtigter, b2b)



- Für Hersteller/Bevollmächtigte besteht eine Rücknahmepflicht für Altgeräte aus b2b-Bereich (z. B. Kühlmöbel, sonstige Kälte- u. Klimaanlage), § 19 ElektroG
 - für Altgeräte, die **nach** 13.8.2005 in Verkehr gebracht wurden, muss der Hersteller dem Besitzer eine zumutbare Möglichkeit zur Rückgabe seiner eigenen Altgeräte schaffen und die Altgeräte entsorgen.
- Für Altgeräte, die **vor** 13.8.2005 in Verkehr gebracht wurden (historische Altgeräte), ist der Besitzer verantwortlich.
- Hersteller, Erwerber und Besitzer können abweichende Vereinbarungen treffen (bis 31.12.2021).
- Ab 01.01.2022 (ElektroG-3) kann die Entsorgungsverantwortung nicht mehr auf den Endnutzer übertragen werden. Die Kostenübertragung dagegen schon.
- Nur Endnutzer muss die Altgeräte aber nicht dem Hersteller überlassen.
- Der Entsorgungspflichtige (Hersteller oder Endnutzer) muss die Altgeräte oder deren Bauteile einer Vorbereitung zur Wiederverwendung zuführen oder nach § § 20, 22 behandeln und verwerten.
- Hersteller/Bevollmächtigte müssen die finanziellen und organisatorischen Mittel vorhalten, um ihren Pflichten nachkommen zu können.

4. Entsorgung gewerblicher Kälte- und Klimaanlageanlagen

- Gewerbliche Kälte- und Klimaanlageanlagen haben besondere Umweltrelevanz wegen hoher Kältemittel- und Treibmittelmengen → ordnungsgemäße „Absaugung“ der Kältemittelkreisläufe und „Rückgewinnung“ der Treibmittel notwendig
- Kenntnis, Bewusstsein der Entsorgungsvorgaben für gewerbliche Kälte- und Klimaanlageanlagen bei Abfallbesitzern ausreichend vorhanden?
- Überschneidung Stoffrecht – Abfallrecht
 - ElektroG selber sieht konkret keine Entnahme von Kältemitteln aus ortsfesten Klimaanlageanlagen oder Wärmepumpen (ei Direktverdampfern) vor.
 - Lt. F-Gase-V ChemKlimaschutzV ist Betreiber für Rückgewinnung verantwortlich
 - Beauftragung zertifizierten Personals
 - Befüllte sowie entleerte Kälte- und Klimaanlageanlagen sind häufig Elektro-Altgeräte und müssen ins Abfallregime (Rücknahme und Entsorgung nach ElektroG) überführt werden

4. Entsorgung gewerblicher Kälte- und Klimaanlageanlagen



- Ordnungsgemäße Entsorgung der FCKW/FKW hängt oft von Kenntnis und Bereitschaft der Betreiber oder beauftragten Firmen/Ingenieurbüros ab.
- Bei Abbruch, Gebäuderückbau, Geräteersatz oder Kältemittelaustausch sollten die Anforderungen an Rückgewinnung und Entsorgung in die Leistungsbeschreibung der Ausschreibungen aufgenommen werden.
- Architekten, Planungsbüros sollten die sowieso gesetzlich vorgeschriebenen Entsorgungsnachweise für gefährliche Abfälle (AVV 14 06 01*) im LV einfordern.
- Baurechtliche Genehmigungsfreiheit (zumindest in Bayern) beim Abriss von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung. Pflicht zur Einhaltung öffentlich-rechtlicher Vorschriften an Anlagen bleibt aber bestehen.
- Markt für Gebrauchtmöbel? Abgrenzung Produkt – Abfall?
- Behördlicher Vollzug

Fazit:

Optimierungsbedarf bei Entsorgung von gewerblichen Kälte- und Klimaanlageanlagen



ElektroG und EAG-BehandV enthalten spezifische Vorgaben für Behandlung:

- Erstbehandlung nur in zertifizierten Erstbehandlungsanlagen für Wärmeüberträger (ca. 20 in DE)
 - ear-Verzeichnis (DE): <https://www.ear-system.de/ear-verzeichnis/eba.jsf>
 - Anlagen für Kühlgeräte sowie gewerbliche Kälte- und Klimaanlage in Bayern: http://www.izu.bayern.de/faq/detail_faq.php?pid=0501020100412
L+N Recycling GmbH, Pfahler Mühlabfuhr GmbH, Stena Technoworld GmbH
- Behandlung nach Stand der Technik gem. § 20 ElektroG i.V. mit EAB-BehandV
- Bei Erstbehandlung gelten folgende Mindestanforderungen (Schadstoffentfrachtung):
 - alle Flüssigkeiten entfernen
 - Anforderungen an selektive Behandlung nach Anlage 4 bzw. EAG-BehandV erfüllen
 - Entfernung von FCKW, H-FCKW, HFKW und KW aus den Altgeräten
 - Entfernung von Quecksilberschaltern, Kabeln
- ODP-Gase sowie Gase mit GWP > 15 aus Schäumen oder Kühlkreisläufen müssen ordnungsgemäß entfernt und behandelt werden. Ozonabbauende Gase müssen gem. Verordnung (EG) 1005/2009 behandelt/zerstört werden.
- Stoffliche Verwertung der Metall und Kunststoffe, Quotenvorgaben



Stufe 1 - Behandlung beinhaltet:

- Absaugen Kältemittel (FCKW, HFCKW, HFKW, KW) und Kältemaschinenöl, in zertifizierter Erstbehandlungsanlage oder bei gewerblichen Kälte- und Klimaanlage ggfs. vor Ort
 - Absaugen auf hydraulischen Kipptischen mit Bohrköpfen oder Absaugzangen im geschlossenen System
 - Mindestrückgewinnungsmenge:
90 % des enthaltenen Kältemittels gem. Typenschild (Vorgabe TA Luft)
 - Entgasung Kältemittelöl (Restgehalt: < 2 g Gesamthalogen/kg)
- Entnahme schadstoffhaltiger Bauteile (z. B. Hg-Schalter, PCB-Kondensatoren)
- Entnahme Kompressoren
- Druckverflüssigung der rückgewonnenen Kältemittel ➔ Sammeltank
- 100 Geräte-Test: jährliche Prüfung der Zuverlässigkeit der Trockenlegung
- Vor-Ort-Absaugen der Kältemittel bei gewerblichen Kälte- und Klimaanlage

Anschließend: Ordnungsgemäße Entsorgung von Kältemittel und Kältemaschinenöl

5. Behandlung: Kühlgeräte, Kälte- und Klimaanlage Stufe 1



Stufe 2 - Behandlung beinhaltet:

➤ Zerkleinerung der Gerätegehäuse

- Mechanische Zerkleinerung bei normalen Haushaltskühlgeräten ist Stand der Technik (keine manuelle Zerlegung)
 - Zuführung in Schleusenkammersystem mit Absaugung
 - Gekapselter Schredder (Schneid-, Scher- oder Prall- Verfahren) mit Treibmittelabsaugung
- Bei großen gewerblichen Kälte- und Klimaanlageanlagen ist ggfs. manuelle Vordemontage notwendig

➤ Behandlung der Isolationsschäume (Poren- und Matrixentgasung)

- Porenentgasung (ca. 70 – 80 % FCKW in Poren), Rückgewinnung z. B. durch Kondensation über Kältefallen, Aktivkohle, Druckverflüssigung
- Matrixentgasung (ca. 20 – 30 % FCKW in Porenmatrix), Rückgewinnung z. B. Erwärmung, rühren, Vakuum

➤ Abtrennen und Erfassen der Treibmittel und Isolationsschäume



Stufe 2 - Behandlung beinhaltet: (TA-Luft 2002)

- Treibmittelverflüssigung (falls keine Stufe 3-Behandlung) vorhanden ist, Abfüllung in geeignete Behälter (LGB)
- Behandlung der Prozessgase, Vermeidung von (diffusen) Emissionen (FCKW, FKW, Staub) im gesamten Verfahren, z. B. an Materialaustragsstellen
- Gewinnung definierter Materialfraktionen (PUR-Schaum, Metalle, Kunststoffe)
- Regelmäßige Eigenkontrolle (täglich, wöchentlich, monatlich), Lecksuchgeräte, s. LAI-Vollzugshilfe
- Kontinuierliche Emissionsüberwachung (TA Luft: 20 mg/m³ und 10 g/h,)
- Restanhaftungen Isoliermaterial an Metallen/Kunststoffen: ≤ 0,5 Gew.-%
- Rest-FCKW im PUR-Schaum: Für stoffliche Verwertung: ≤ 0,2 Gew.-%
- Fremdüberwachung
- Praxis der Stufe 2-Behandlung bei gewerblichen Kälte- und Klimaanlageanlagen?

Änderungen durch TA-Luft 2021 sind hier nicht beschrieben.

5. Behandlung Kühlgeräte - stoffliche Verwertung





- Umstellung auf natürliche Kältemittel(anlagen) führt zur Entstehung von gefährlichen Abfällen (FCKW, HFCKW)
- Kälte- und Klimaanlageanlagen unterliegen dem ElektroG (Produktverantwortung!)
- Schnittstelle Stoffrecht - Abfallrecht
- Bewusstsein für ordnungsgemäße Erfassung und Behandlung bei allen Akteuren (Hersteller, Vertreiber, Betreiber) muss gestärkt werden
- ElektroG bietet Rücknahmepflicht/-option durch Hersteller
- Entsorgung nur in zertifizierten Erstbehandlungsanlagen nach ElektroG!! Und KEINE ABGABE an Schrotthandel
- Optimierungspotential bei Rücknahme und Entsorgung gewerblicher Kälte- und Klimaanlageanlagen vorhanden
- Rückgewinnung und Entsorgung bei Ausschreibungen berücksichtigen
- Entsorgungsnachweise stärker einfordern



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Jürgen Beckmann

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160

D - 86179 Augsburg

juergen.beckmann@lfu.bayern.de

<https://www.lfu.bayern.de/>

Tel.: 0049-821-9071-5348

Fax: 0049-821-9071-5553