

## Feldversuch an ausgewählten genehmigten Recyclinganlagen in Deutschland zur Ermittlung der zurück gewonnenen FCKW/HFKW Mengen aus dem heutigen Kältegerätemix (SG2) im Regelbetrieb

Jochen Schiemann, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)

### Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.



**Geschichte**

- 1989 gegründet als Institut für Umwelttechnologie und Umweltanalytik e.V.
- 1991 An-Institut der Universität Duisburg-Essen
- 1998 umbenannt in Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

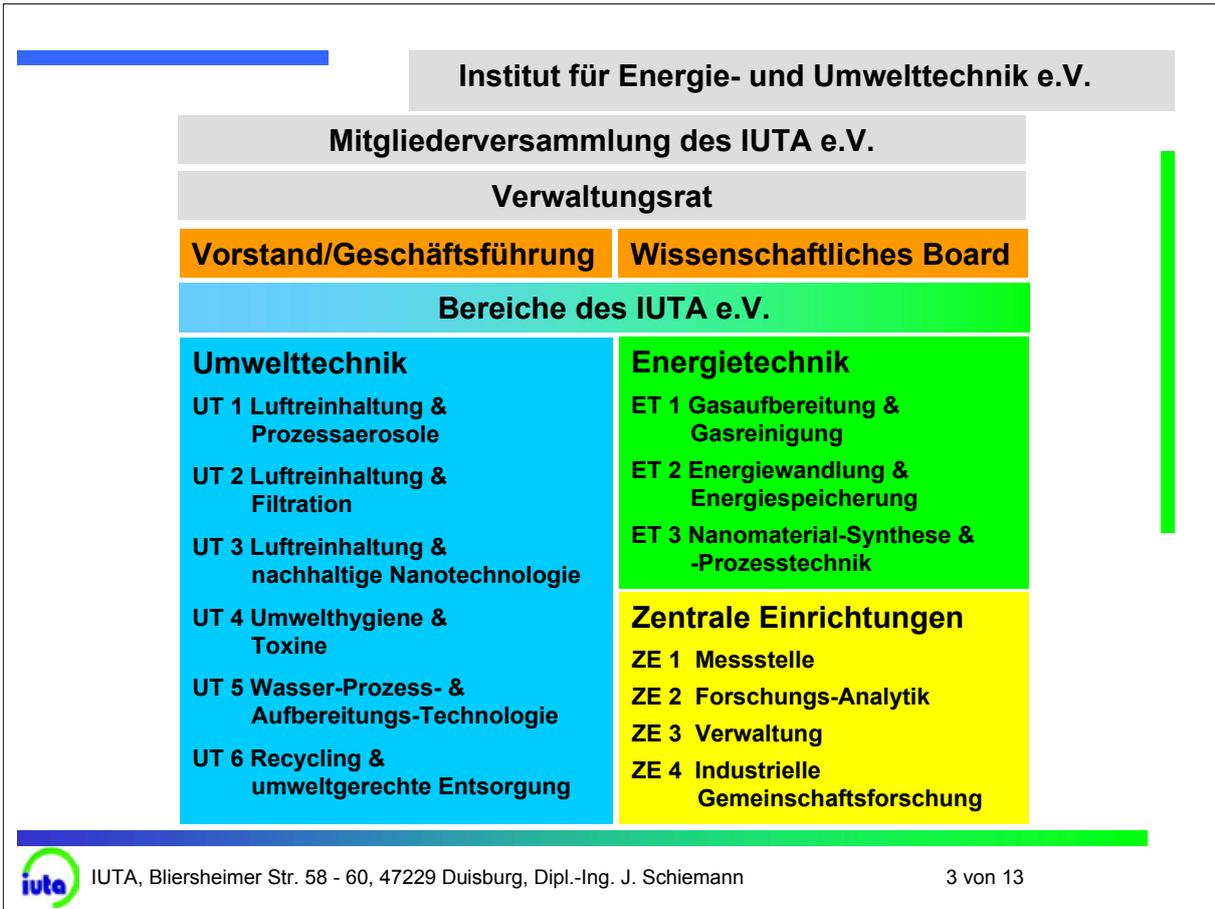
**Zahlen & Fakten:**

Mitarbeiter(innen)	ca. 150
Büro-/Laborfläche	2.400 m <sup>2</sup>
Technikumfläche	5.200 m <sup>2</sup>
Umsatz	9 – 10 Mio €
Industriekooperationen	ca. 350

**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**  
**Bliersheimer Str. 60**  
**47229 Duisburg**  
**Internet: [www.iuta.de](http://www.iuta.de)**

 IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

2 von 13



**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**

## UT 6

**Arbeitsschwerpunkte:**

- Technologieentwicklung und -beratung
- Elektro(nik)schrott-Entsorgung
- Kühlgeräteentsorgungsanlagen
- Altautoverwertung
- Qualifizierungsmaßnahmen

**Ausstattung:**

- über 1.200 m<sup>2</sup> Entsorgungsfläche
- div. FCKW- und KW-Messgeräte
- Zerkleinerungs- und Trenngeräte
- KU-Trennanlagen
- Drehrohrofen

**Zulassung / Zertifizierung:**

- Zugelassene Prüfstelle im Sinne TA Luft 5.4.8.10.3, 5.4.8.11.3
- Zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb gemäß § 52 KrW- / AbfG und EfbV
- Qualifizierungsmodule mit IHK-Zulassung









 IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann 4 von 13

**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**

**Feldtestablauf:**

**Umfrage unter den Entsorgern**

**Vorgespräche mit dem ZVEI (alle Stufe 1 und Stufe 2)  
Wellenbrecher, Querstromzerspaner,  
ohne Matrixentgasung, mit versch. Matrixentgasungstypen,  
Aktivkohleanlagen, Tieftemperaturkondensationsanlagen**

**Ausschreibung der Durchführung**

**Ortstermine durch IUTA**

**Vertragliche Regelungen zwischen Entsorgern, BDE, ZVEI, IUTA**

**Terminfindung, Testzeitraum November 2010 bis Januar 2011**

**Alle Anlagen im Regelbetrieb (aber nur FCKW)**



IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

5 von 13

**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**

**Zielsetzung**

- Gerätearten und Anzahl und Art der **Fremdgeräte** innerhalb der Rückholcontainer,
- Anteil der **FCKW-haltigen** und nicht-FCKW-haltigen Altgeräte im aktuellen Rücklauf,
- Anteil der beschädigten und/oder **beraubten** Geräte innerhalb der Rückholcontainer,
- Herstelleranteile** an der Gesamtheit der zur Entsorgung anstehenden Altgeräte,
- Masse** der aktuell im Rücklauf befindlichen Altgeräte,
- Masse der in **Stufe 1** aktuell zu behandelnde Gerätemenge, die FCKW enthält,
- Masse des eingesetzten **FCKW in den Kältekreisläufen** der Altgeräte,
- Masse des **zurückgewonnenen FCKW** aus der Behandlung Stufe 1,
- Masse der in **Stufe 2** aktuell zu behandelnde Gerätemenge, die FCKW enthält,
- Masse des **zurückgewonnenen FCKW** aus der Behandlung Stufe 2,
- Masse der sonstigen zurückgewonnenen Stoffe aus den Behandlungen Stufe 1 und 2,
- Durchgehende Überprüfung der Umgebungsluft und der Dichtigkeit der Anlagen

**Es war keine Zielsetzung des Feldtests, die beteiligten Anlagen einer vergleichenden oder einer absoluten Überprüfung oder einer Bilanzierung zu unterziehen.**

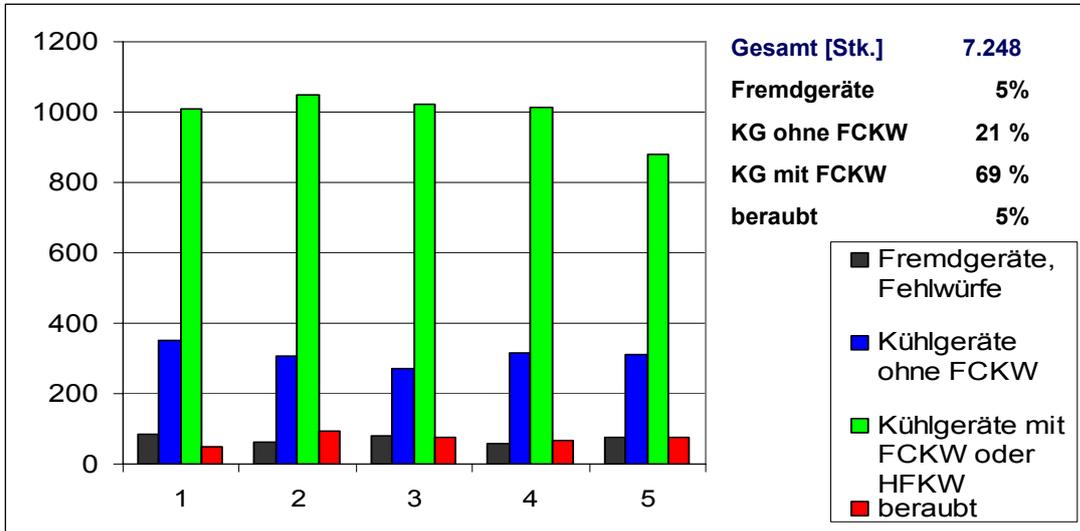


IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

6 von 13

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

Containerinhalte

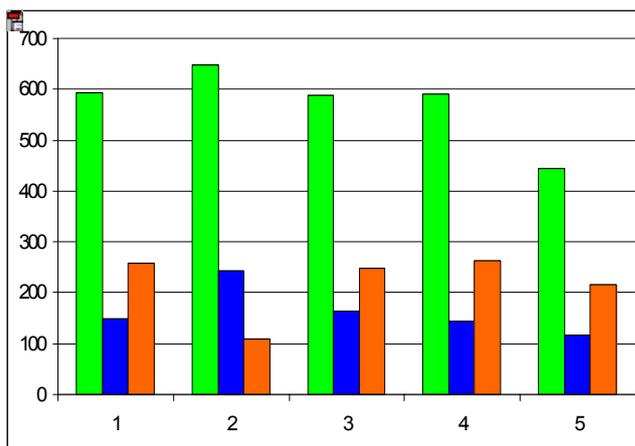


IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

7 von 13

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

Behandlung Stufe 1



<b>TA Luft</b>	
<b>Ohne Druck [Stk.]</b>	<b>1.010</b>
<b>intakt [Stk.]</b>	<b>3.767</b>
<b>FCKW [kg]</b>	<b>452,55</b>
<b>rückgewonnen [kg]</b>	<b>359,08</b>
<b>Quote</b>	<b>79%</b>

<b>Andere</b>	
<b>Druck &gt; 0,2 bar</b>	<b>3.473</b>
<b>FCKW [kg]</b>	<b>424,15</b>
<b>rückgewonnen [kg]</b>	<b>359,08</b>
<b>Quote</b>	<b>85%</b>

Kühlschränke grün, Kühl- Gefrierkombinationen blau, Gefriertruhen und -schränke rot

Eine Anlage erfüllte nicht die Vorgaben hinsichtlich Resthalogengehalt aus FCKW im Öl

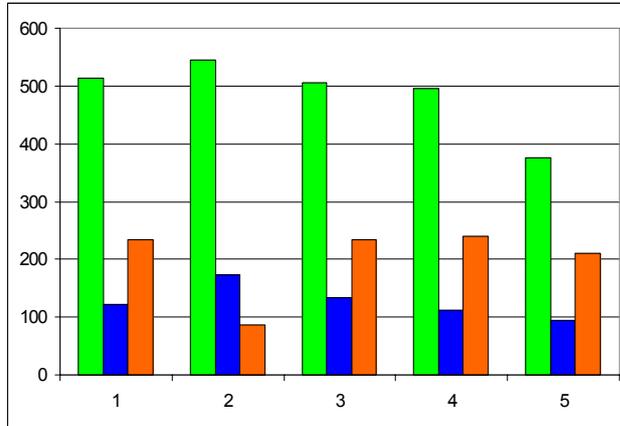


IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

8 von 13

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

Behandlung Stufe 2



Stufe 2  
 zugeführt [Stk.] 4.035  
 FCKW/HFKW  
 flüssig [kg] 838,50  
 FCKW/HFKW  
 flüssig / KG 208 g

Kühlschränke grün, Kühl- Gefrierkombinationen blau, Gefriertruhen und –schränke rot

\*  
 Ein Entsorgungsbetrieb ist mit den festgestellten Daten nicht einverstanden



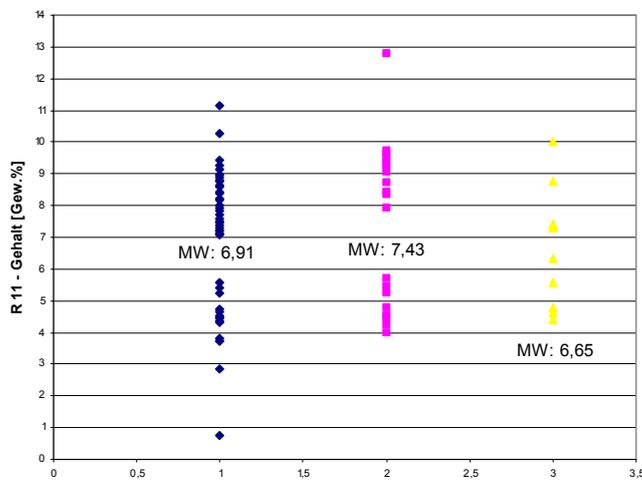
IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

9 von 13

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

Beprobung des Schaums bei ca. jedem 10. Gerät vor der Behandlung Stufe 2

Beispiel von einem Betrieb:



gerätetypenspezifische,  
 betriebsspezifische,  
 aktuelle Schaumanalysen

=>

gerätetypenspezifischer,  
 betriebsspezifischer,  
 aktueller FCKW Eintrag



IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg, Dipl.-Ing. J. Schiemann

10 von 13

**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**

**UBA Leitfaden und folgende**

Annahme	8,5 % FCKW im Schaum
Annahme	240 g FCKW / Kühlschrank
Annahme	320 g FCKW / Kombi
Annahme	400 g FCKW / Truhe
.... ....	283 g / Gerät

**FCKW Gehalte aktuell im Mittel aus allen 5 Betrieben:**

Kühlschrank	7,39 Gew. %
Kühl- Gefrierkombi	7,25 Gew. %
Gefriertruhen und -schränke	7,46 Gew. %

.... .... **253 g FCKW / Gerät (für den Feldtest)**  
(Orientierungswert)



**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**

**Schaumausgangsfraction**

4.080 5.132 4.613 4.606 2.247 [kg]

Schaumausgangsfraction pro Kühlgerät

4,70 6,38 5,28 5,43 3,30 [kg]

Anteil FCKW in Schaumfraction

0,54 1,05 0,16 1,03 0,04 [Gew.%]

**Verbrennung = FCKW Zerstörung**

**Anhaftungen von PUR an sonstigen Materialien**

3 x 5 Werte 2 - 3 Überschreitungen

FCKW Gehalte in den PUR-Anhaftungen 0,9 bis 2,1 Gew. %



**Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.**

**Auswirkungen des Feldtests**

direkt umgesetzte, technische Änderungen bei zwei Unternehmen

Absaugung, Separierung

technische Änderungen geplant bei einem dritten Unternehmen

Absaugung, Luftaufbereitung

Audits der KG-Hersteller werden angepasst

1.000 Geräte Tests ?

allgemeine Aufmerksamkeit ist gesteigert !



## Sammlung von Altlampen

Christian Ludwig, Lightcycle Retourlogistik und Service GmbH

Lightcycle 

### Gründung

2005 gegründet von führenden Lichtherstellern zur Erfüllung der Anforderungen aus dem ElektroG

**OSRAM** 

**PHILIPS**  
sense and simplicity

**Heraeus**

**Radium**  
Die Lichtmarke



 **GE**  
Lighting

**AURA**  
THE ORIGINAL LONG LIFE LIGHT

**NARVA**

**SYLVANIA**

## Mission

Wir bieten Herstellern und Verbrauchern ein **ökologisch und ökonomisch nachhaltiges System zur Rücknahme von Beleuchtungskörpern**, das allen Nutzern eine einfache Entsorgung ermöglicht.

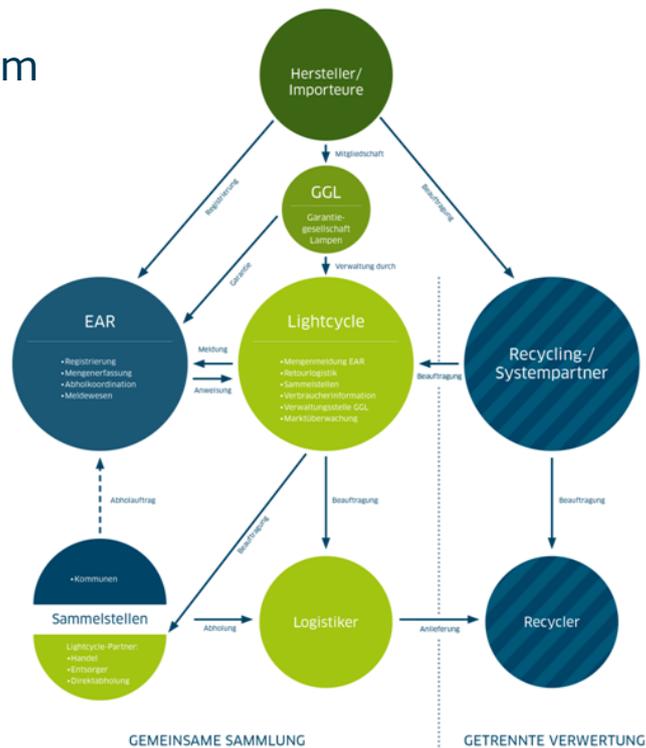
Durch aktive Aufklärung tragen wir zu einer **Verbesserung des Entsorgungsbewusstseins** bei.

Unsere Arbeit dient dem **Schutz der Umwelt und der Schonung von Ressourcen**.



3

## Das System



4

## Das Sammelstellennetz

- In Deutschland gibt es **über 5300 aktiv beworbene Kleinmengensammelstellen** für Altlampen im Handel, im Handwerk und bei den Kommunen (meist Wertstoff-/Recyclinghöfe o. Schadstoffmobile)
- Lightcycle unterhält ein Netz von **ca. 400 Großmengensammelstellen** für gewerbliche Mengen bei Entsorgungsunternehmen und bedient darüber hinaus ca. 600 Direktabholungsstellen bei Großverbrauchern
- Zusätzlich nehmen  $\frac{3}{4}$  der Fachhandelsgeschäfte Energiesparlampen auf Anfrage zurück (lt. Hochrechnung ZVEH **über 8.000 Fachhändler**)



5

## Logistikkonzept

- **kosteneffiziente** und bundesweite **Logistik**
- Unsere Partner sind erfahrene Transporteure in der Reverse Logistik
- **Einheitliche Ausstattung der Sammelstellen** mit Rungen- und Gitterboxpaletten und 1:1 Tausch im Rahmen der Abholung
- **Sammlung und Transport zu** den nach ElektroG **zertifizierten Verwertungsanlagen**



6

## Stetige Zunahme Sammelstellen im Handel

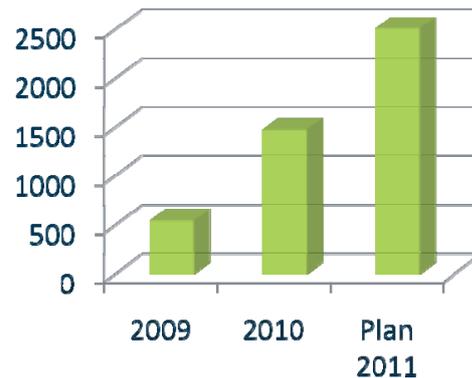
### Schwerpunkte der Sammlung:

• **DIY (Baumärkte), Elektromärkte,**  
teilweise **Drogeriemärkte**

• **Wachstum > 170%** innerhalb nur  
eines Jahres

• Weitere **signifikante Steigerung**  
auch in 2011 erwartet

### Anzahl Sammelstellen



7

## Aktivitäten Lightcycle Einzelhandel seit September 2009

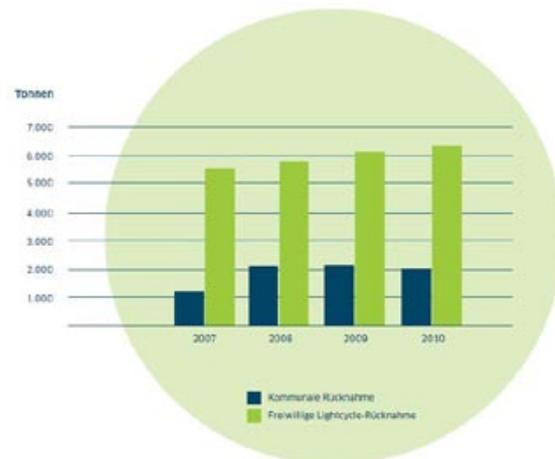
95	Kaufland-Häuser, Neue Bundesländer	11	MOTUL Großhändler
40	Globus SB-Warenhäuser, bundesweit	55	MOTUL Werkstätten
81	Gloubs- und HELA-Baumärkte	152	Budni Drogeriemärkte, Hamburg und Norddeutschland
386	Zeus / hagebau, bundesweit	16	RheinEnergie, Köln
22	Herkules Baumärkte, Schwerpunkt Nordhessen	263	Praktiker Baumärkte, bundesweit
78	Max Bahr, bundesweit	6	Kroschke Bürgerservice
6	Möbel Martin, Saarland	1	BayWa Bau- und Gartenmarkt
80	Hellweg Baumärkte, bundesweit	ca. 130	übrige (Leuchtenhäuser, Elektro-EH)
26	Conrad Electronic, bundesweit		
109	expert Technik, bundesweit		
8	Knauber Bau- und Freizeitmärkte, Bonn		
18	Media-Saturn, bundesweit		
54	EMV-Profi Baumärkte, bundesweit		
1.227	dm drogeriemarkt, bundesweit		

**2.864 Sammelstellen im  
Handel per Juni 2011**

8

## Rücknahmemenge Altlampen durch Lightcycle

- Seit Systemstart wurde durch Lightcycle die **Rücklaufmenge in jedem Jahr gesteigert**
- **75% der gesammelten Menge stammt aus freiwilligen Sammelaktivitäten** über die ear-Abholkoordination hinaus
- Lightcycle **einziges System** in Deutschland, das ein **flächendeckendes Sammelstellennetz** anbietet



9

## Wie hoch ist die Rücklaufquote?

- Zur **Berechnung der Rücklaufquote** muss die **Anzahl Altlampen** ins Verhältnis gesetzt werden **zum dem Zeitpunkt, als sie in Verkehr gebracht wurden**
- Die Anzahl Altlampen, die zur Entsorgung anfallen, ist **nicht bekannt**
- Ausgehend von der Zahl **in Verkehr gebrachter Lampen** gibt es auch **keine exakte Aussage** über **Lebensdauer** und **Art und Dauer der Anwendung**
- **Eine konkrete Aussage dazu ist** bei der Vielzahl von Lampen **nicht möglich**, da nicht erfasst werden kann, wann die Lampen verkauft wurden



10

## Sammlung an Großmengensammelstellen

- Witterungsgeschützte Lagerung der Altlampen (Satteldach oder Halle)
- Platzbedarf (Minimum): 3 - 4 m<sup>3</sup> (= 3 Behälter)
- Gute Zufahrtswege und Zugang zur Abholstelle mit dem LKW muss möglich sein
- Beachtung der genehmigungsrechtlichen Anforderungen
- Beachtung der arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen



Rungenpaletten



Gitterbox mit Inlay

11

## Sammelbehältnisse für Handel und Kleinmengen-Sammelstellen



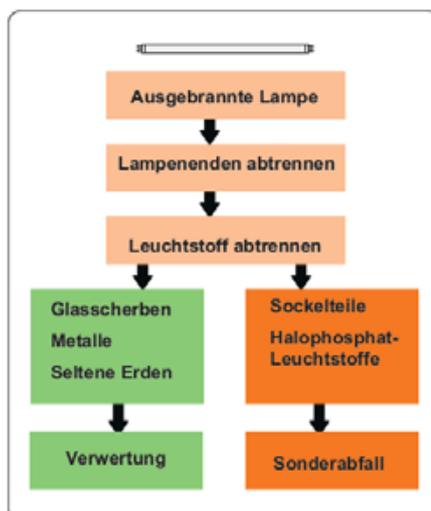
12

## Kreisläufe für Materialien schaffen



13

## Das Recycling von Altlampen Kapp-Trenn Verfahren



### b) Entfernen des Leuchtstoffs

Dem verbleibenden Glasrohr wird der Leuchtstoff ausgeblasen oder beim Brechen abgesaugt und mittels Zyklon in staubdichte Behältnisse abgeschieden.

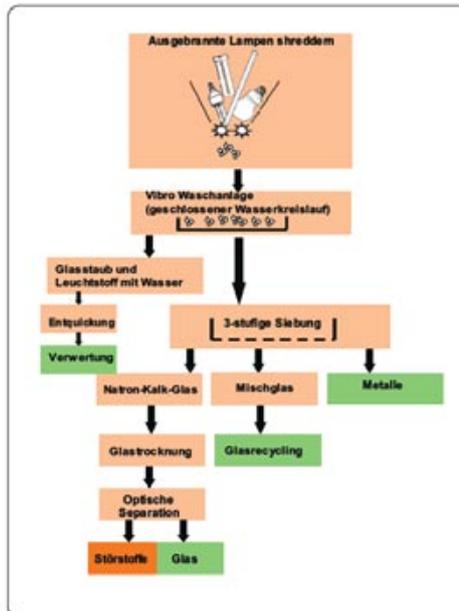
### c) Sammlung des Glases

Die gereinigte Röhre wird in einem Brecher zerkleinert. Um absolute Metallfreiheit zu gewährleisten, werden die Glasscherben über einen Metallabscheider gefahren. Das saubere Glas kann in der Lampenindustrie zur Produktion neuer Lampen eingesetzt werden.

Kapp-Trenn-Verfahren

14

## Das Recycling von Altlampen Glasbruch-Waschverfahren



### a) Zerkleinerung der Leuchtstofflampen

Die Leuchtstofflampen werden direkt von den Behältern in die Anlage eingeführt und zerkleinert. Big-Bags mit Lampenbruch werden direkt an der Fördereinheit angeschlossen und geleert.

### b) Entfernung des Leuchtstoffes

Der Lampenbruch wird mit Wasser in einem Vibro-Becken vom Leuchtstoff gereinigt. Das Washwasser wird abgepumpt und über einen Schrägklärer geleitet, in dem der Leuchtstoffschlamm sedimentiert und das Wasser anschließend wieder eingesetzt wird. Das Leuchtstoffpulver wird in einer Drehrohrdestillation vom Quecksilber befreit.

### c) Stoffliche Trennung

Die einzelnen Stofffraktionen werden gespült und mittels Siebung getrennt. Das auf diese Weise separierte Natron-Kalkglas wird getrocknet und zur Qualitätssicherung über einen Metallabscheider und ein automatisches Erkennungssystem geleitet. Dort wird Bleiglas separiert. Das gereinigte Natron-Kalkglas wird anschließend in Big-Bags abgefüllt und an die Lampenindustrie als Sekundärrohstoff für die Produktion von Neulampen geliefert.

15

## Knappe Ressourcen schonen



16

## Maßnahmen zur Aufklärung Verbraucher



17

## Schwerpunkte der weiteren Aktivitäten durch Lightcycle

- **Systematische Erfassung aktiver**, aber bisher nicht veröffentlichter **Sammelstellen**
  - Kommunal
  - Elektrohandwerk
- **Weitere Aktivierung kommunaler Betriebe**
  - Öffnung **zusätzlicher Sammelstellen**
  - Rückgabemöglichkeiten für kleinere & mittlere Gewerbebetriebe  
=> **Kostenlose Annahme / Reduktion bürokratischer Hürden**
- **Einbeziehung des Großhandels**
  - Erleichterung der Rückgabe aus gewerblicher Aktivität (nicht haushaltsübliche Mengen)  
=> **Kostenlose Annahme / Reduktion bürokratischer Hürden**
- **Intensive Information und Aufklärung über** energieeffiziente Beleuchtung und **fachgerechte Entsorgung**

18