

Fremtidens tekniske løsninger samt forudsætninger for og gevinster ved produktgenbrug og genanvendelse

Henrik Wenzel, Ciprian Cimpan, Dmitry Zhilyaev, Keshav Parajuly
SDU Life Cycle Engineering

henrik.wenzel@kbm.sdu.dk

www.sdu.dk/lifecycle



Høring om organisering af affaldssektoren torsdag den 11. oktober 2018
kl. 13-16 i Landstingssalen på Christiansborg

Energi-, Forsynings- og Klimaudvalget

Fremtidens tekniske løsninger samt forudsætninger for og gevinster ved produktgenbrug og genanvendelse

Tre budskaber:

1. Genbrug af produkter

- Masser af tekniske muligheder for øget genbrug, men regulering er ofte nødvendig, fx standardisering og design krav

2. Materiale genanvendelse

- Central eftersortering er teknisk klar, billig og fleksibel for fremtidige øgede krav
=> Undgå politisk at specificere krav til sorteringsmåde, specificer kun mål for genanvendelse

3. Plast

- Er ikke et ressourceproblem, men et klima- og affaldsproblem. Måske er omvendt lineær økonomi for plast bedre end cirkulær økonomi?



Fremtidens tekniske løsninger samt forudsætninger for og gevinster ved produktgenbrug og genanvendelse

Tre budskaber:

1. Genbrug af produkter

- Masser af tekniske muligheder for øget genbrug, men regulering er ofte nødvendig, fx standardisering og design krav

2. Materiale genanvendelse

- Central eftersortering er teknisk klar, billig og fleksibel for fremtidige øgede krav
=> Undgå politisk at specificere krav til sorteringsmåde, specificer kun mål for genanvendelse

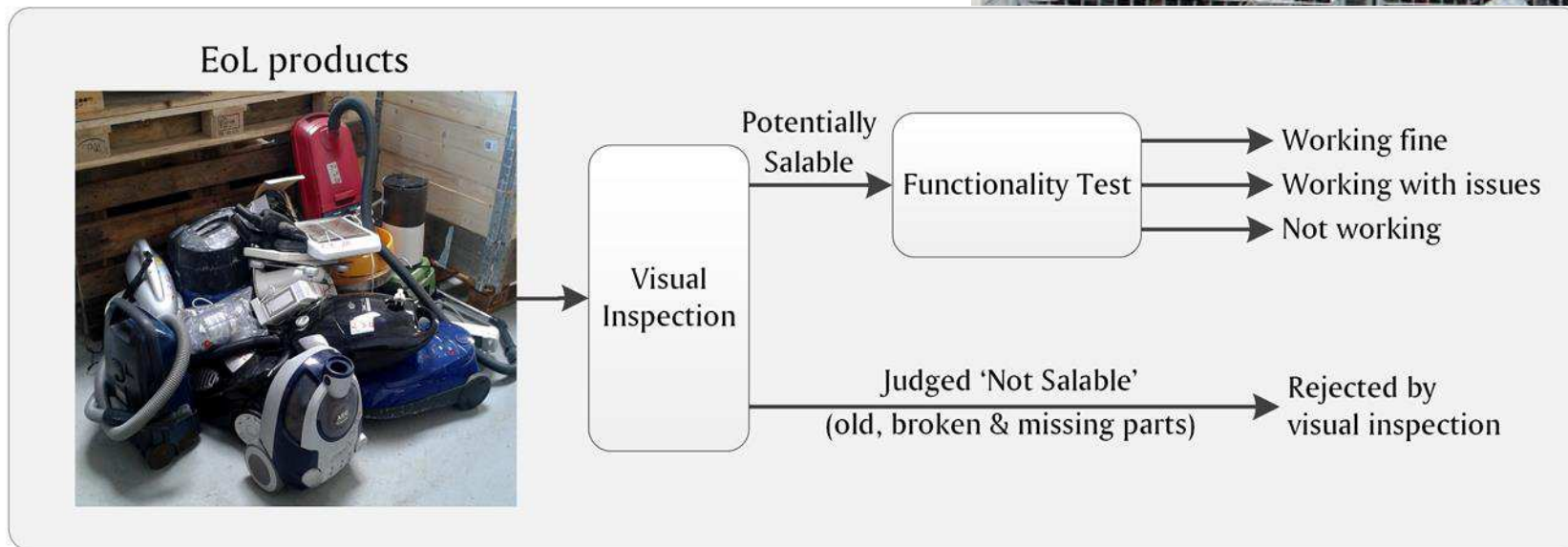
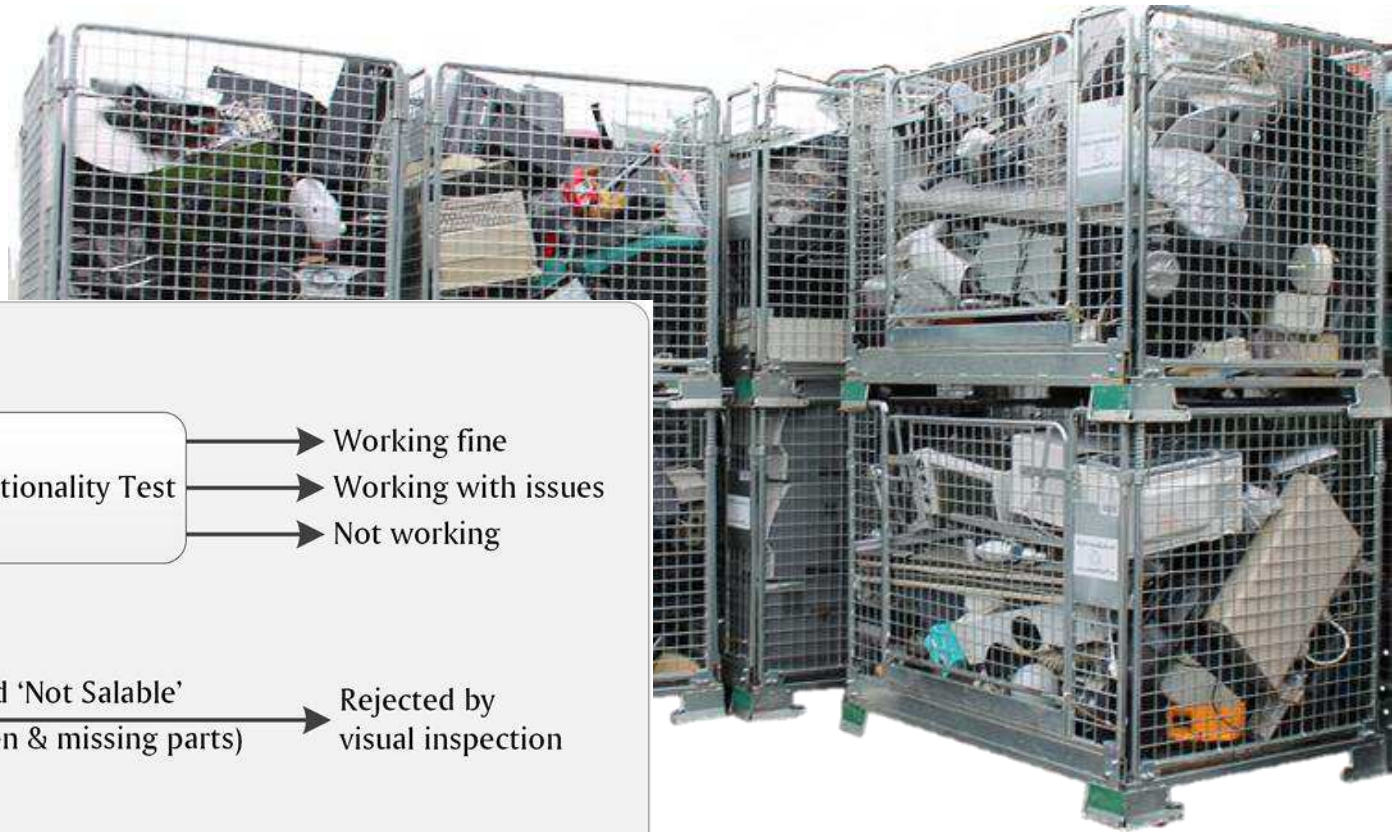
3. Plast

- Er ikke et ressourceproblem, men et klima- og affaldsproblem. Måske er omvendt lineær økonomi for plast bedre end cirkulær økonomi?

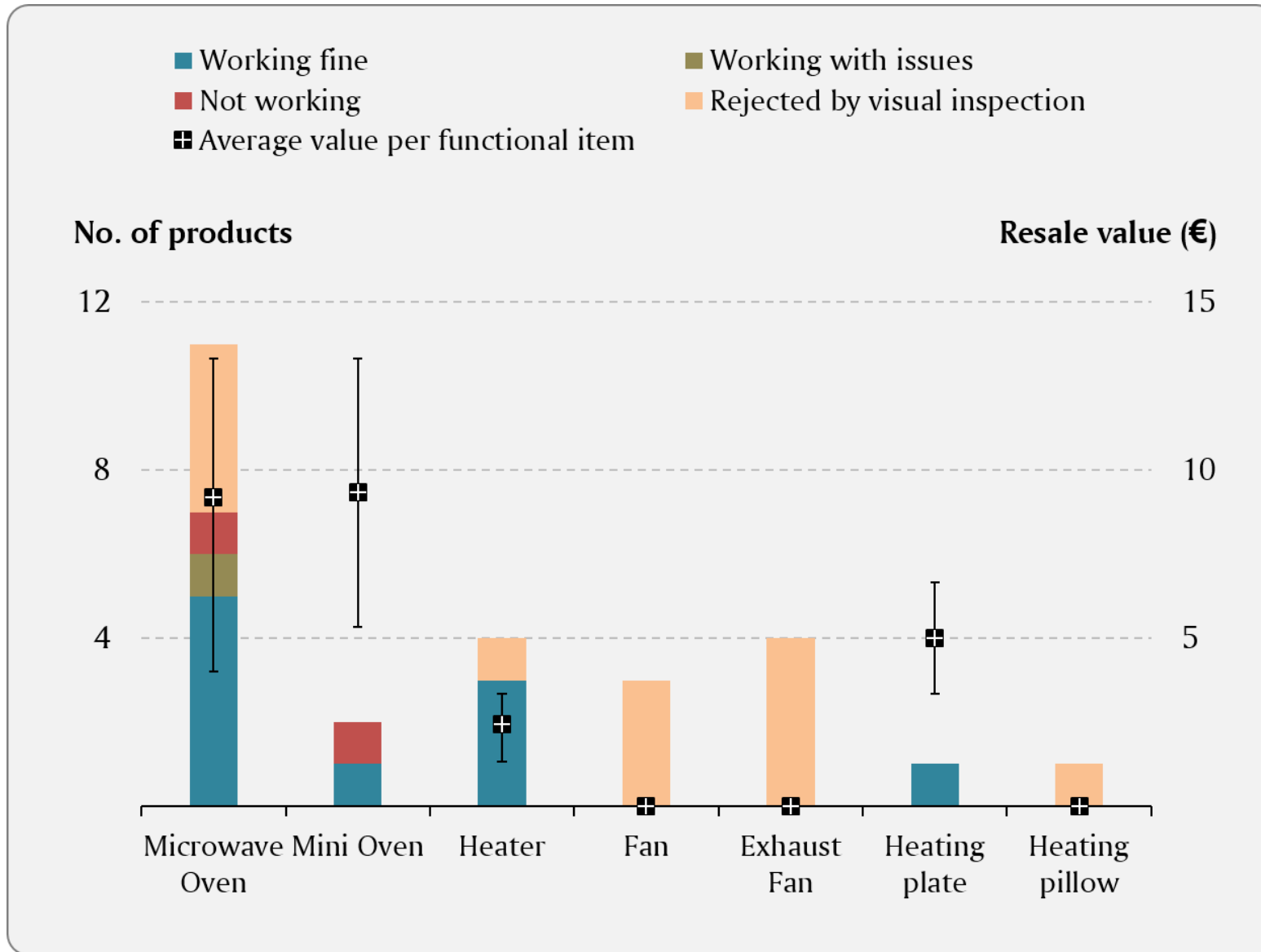


Genbrug af produkter

- Case elektronik: vi har kigget i burene...

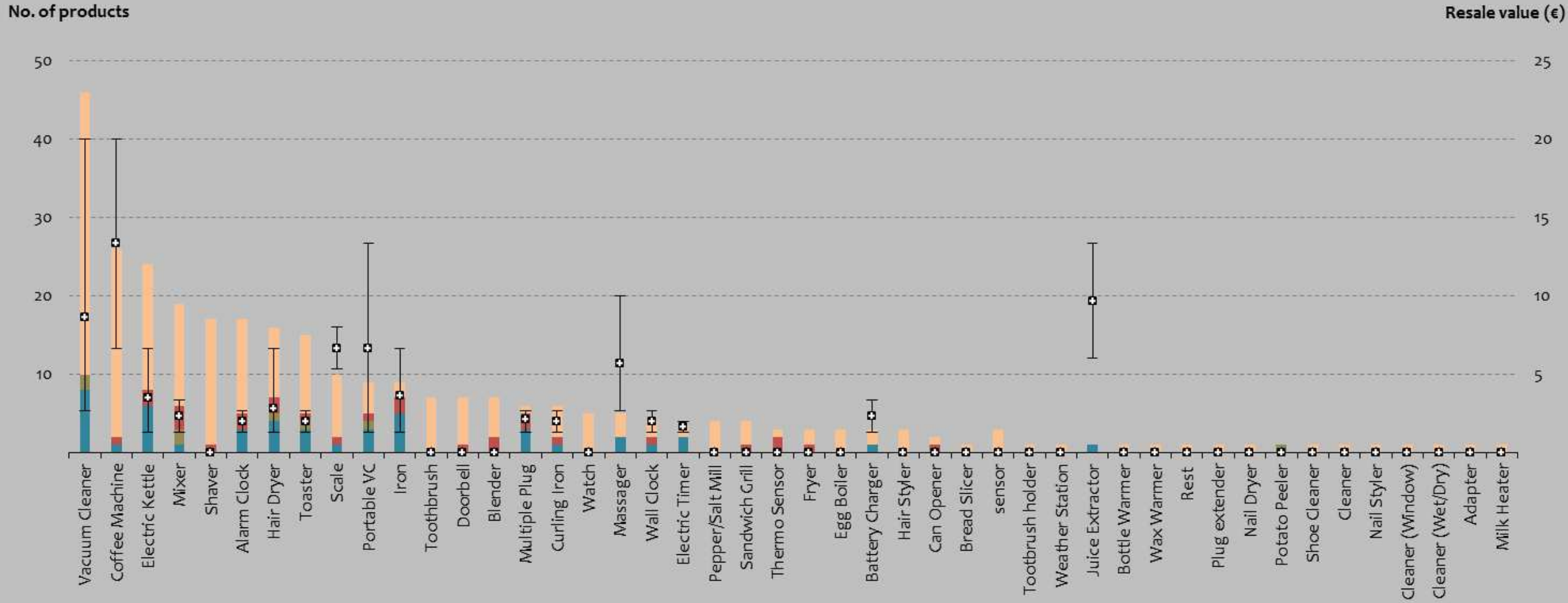


Potentialet for genbrug: Store husholdningsapparater

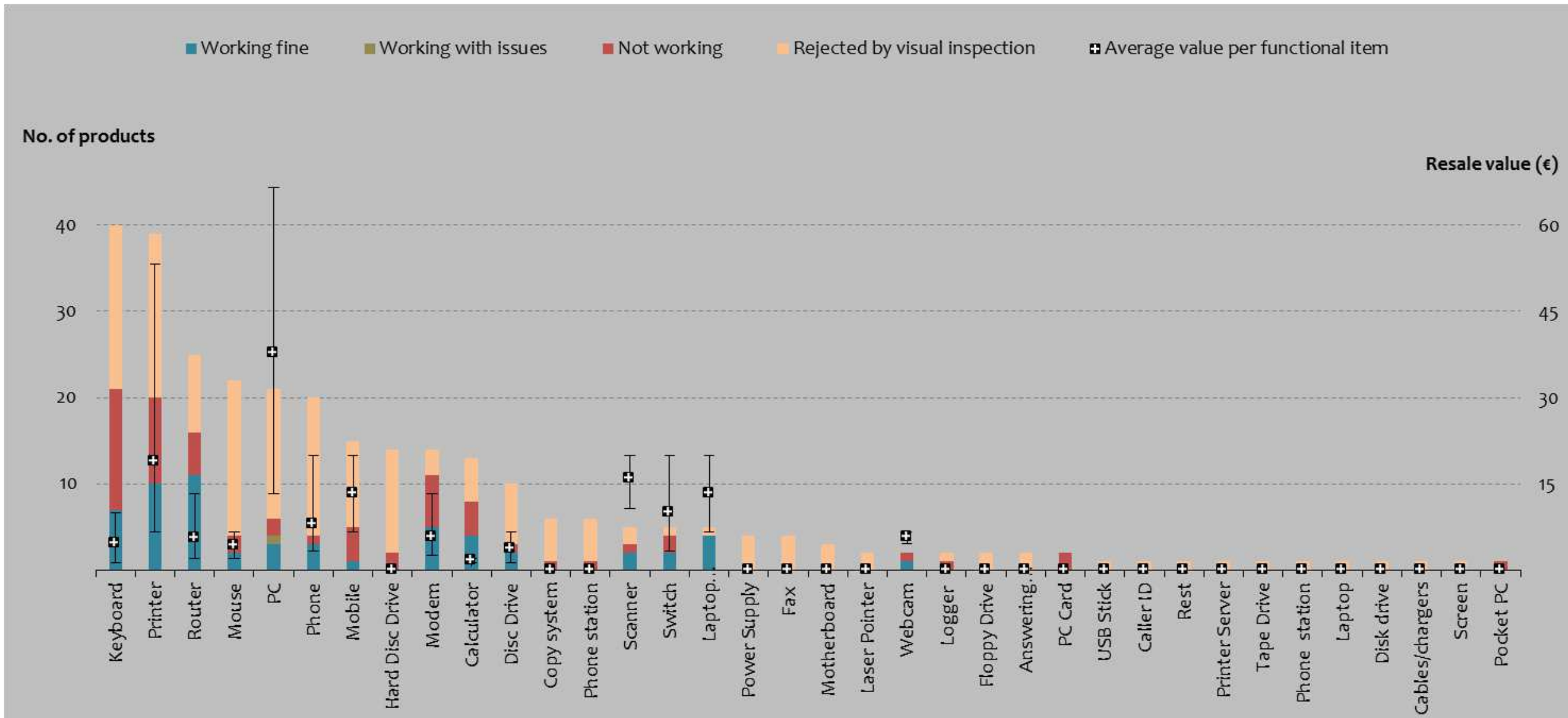


Potentialet for genbrug: Små husholdningsapparater

■ Working fine
 ■ Working with issues
 ■ Not working
 ■ Rejected by visual inspection
 ◻ Average value per functional item



Potentialet for genbrug: IT udstyr

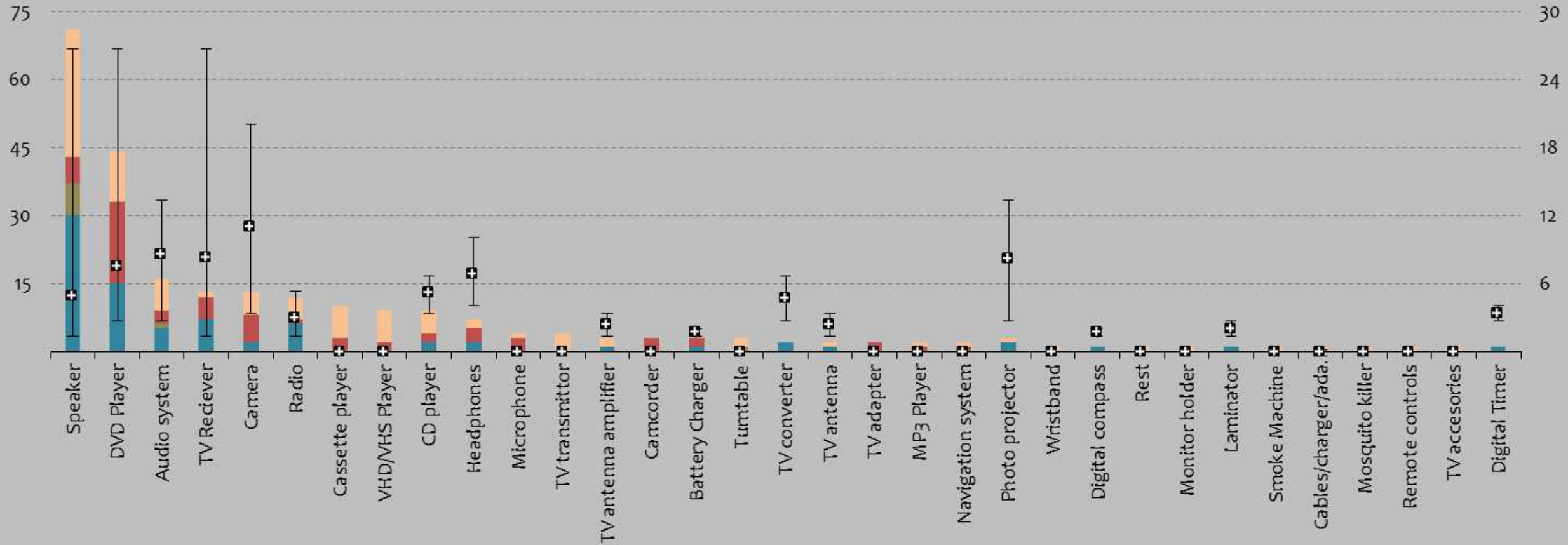


Potentialet for genbrug: Forbruger elektronik

■ Working fine
 ■ Working with issues
 ■ Not working
 ■ Rejected by visual inspection
 ⊕ Average value per functional item

No. of products

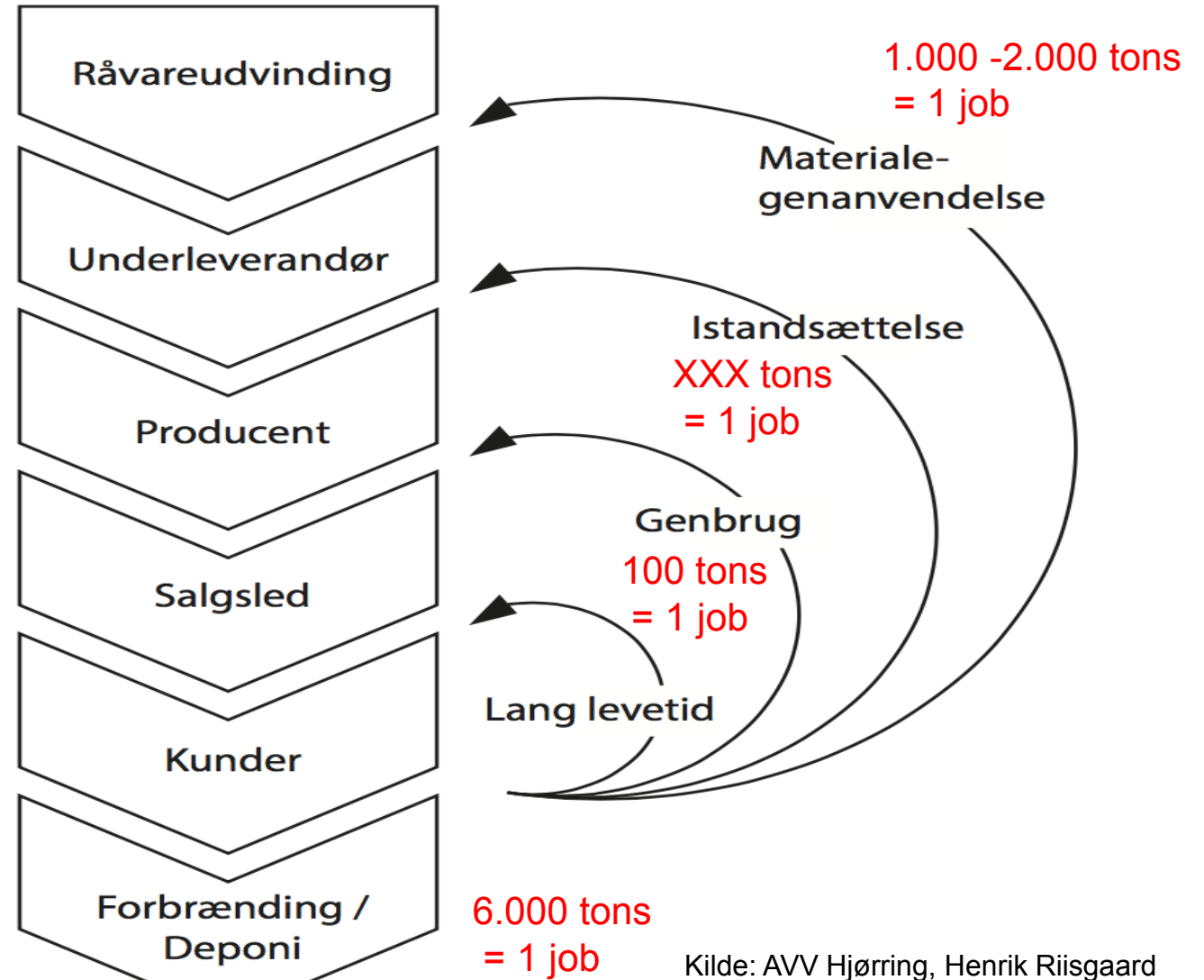
Resale value (€)



Fordele ved produkt-genbrug fremfor materiale-genanvendelse

1. Langt større miljøgevinst
2. **Potentielt** langt større økonomisk værdi
3. **Potentielt** langt flere jobs

... hvis man kan få forretning i det...



Vi har set på forretnings casen for genbrug af støvsugere



Vi har set på forretnings casen for genbrug af støvsugere

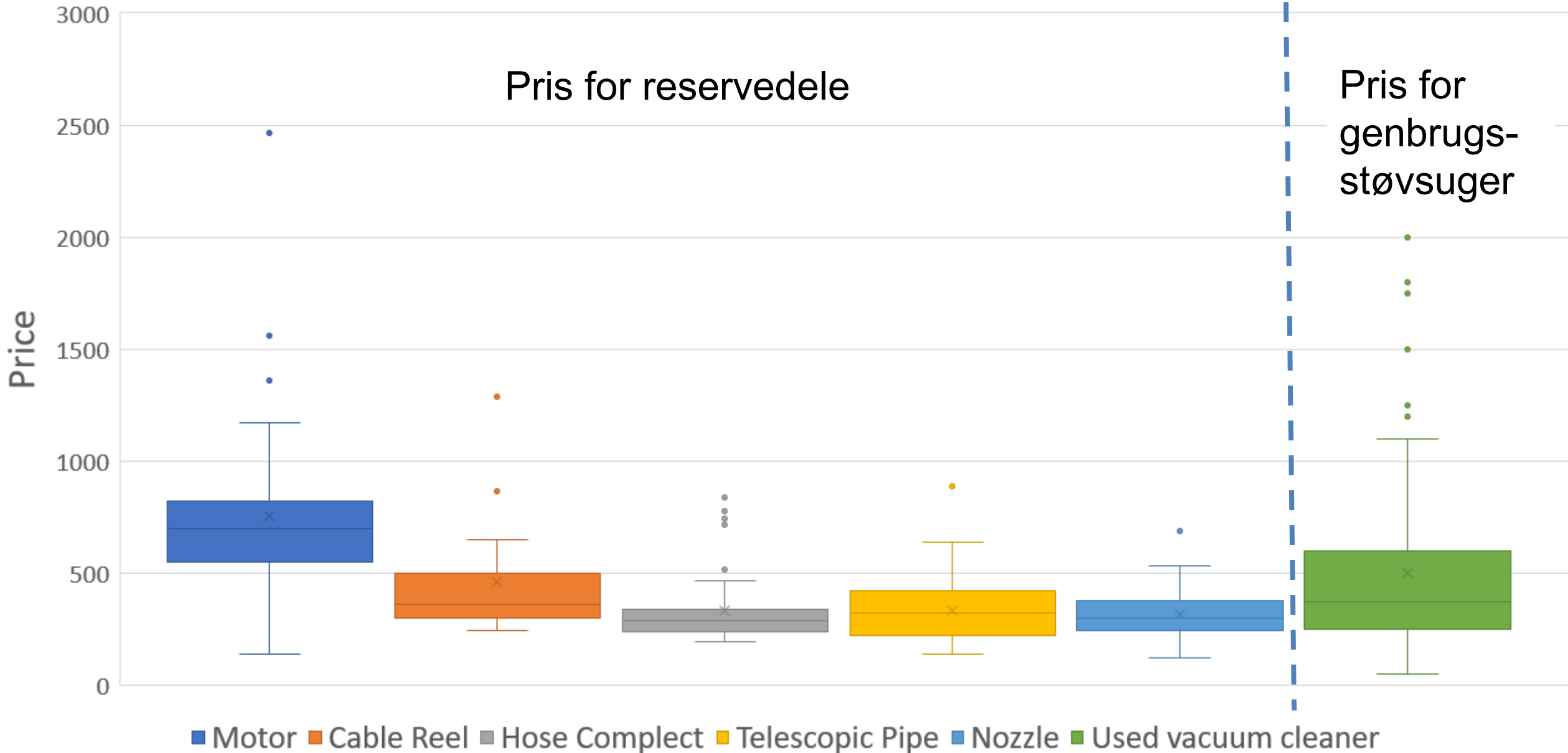


- 75 % virker, når de sættes i stikkontakten
- Flere af dem mangler dele – slange, rør, sugehoved – el-kablet
- ... men nye reservedele er meget dyre...

Dyre reservedele

Pris for reservedele

Pris for genbrugsstøvsuger



Forretnings-case – udskiftning af motor



Reparation tidsforbrug: 350 DKK/h x 20 min = 117 DKK/stk.

Odense \approx 10.500 stk./år

Fortjeneste

Pr. støvsuger

Max pr. år

Reparation med ny motor

<0 DKK

Ikke rentabelt

Gratis motor

383 DKK

4 021 500 DKK

Metal skrot pris for motor

372 DKK

3 906 000 DKK

... men problemet er, at ingen komponenter passer sammen på tværs af modeller – så næsten umuligt at finde brugte reservedele...

Konklusion – reparation & genbrug af støvsugere



Gode muligheder, men design regler & standardisering er en forudsætning

Krav om modulært design – skal være nemt at reparere – sparer tid

Krav om kompatible komponenter – skal passe fra et produkt til et andet
– man skal kunne anvende brugte reservedele

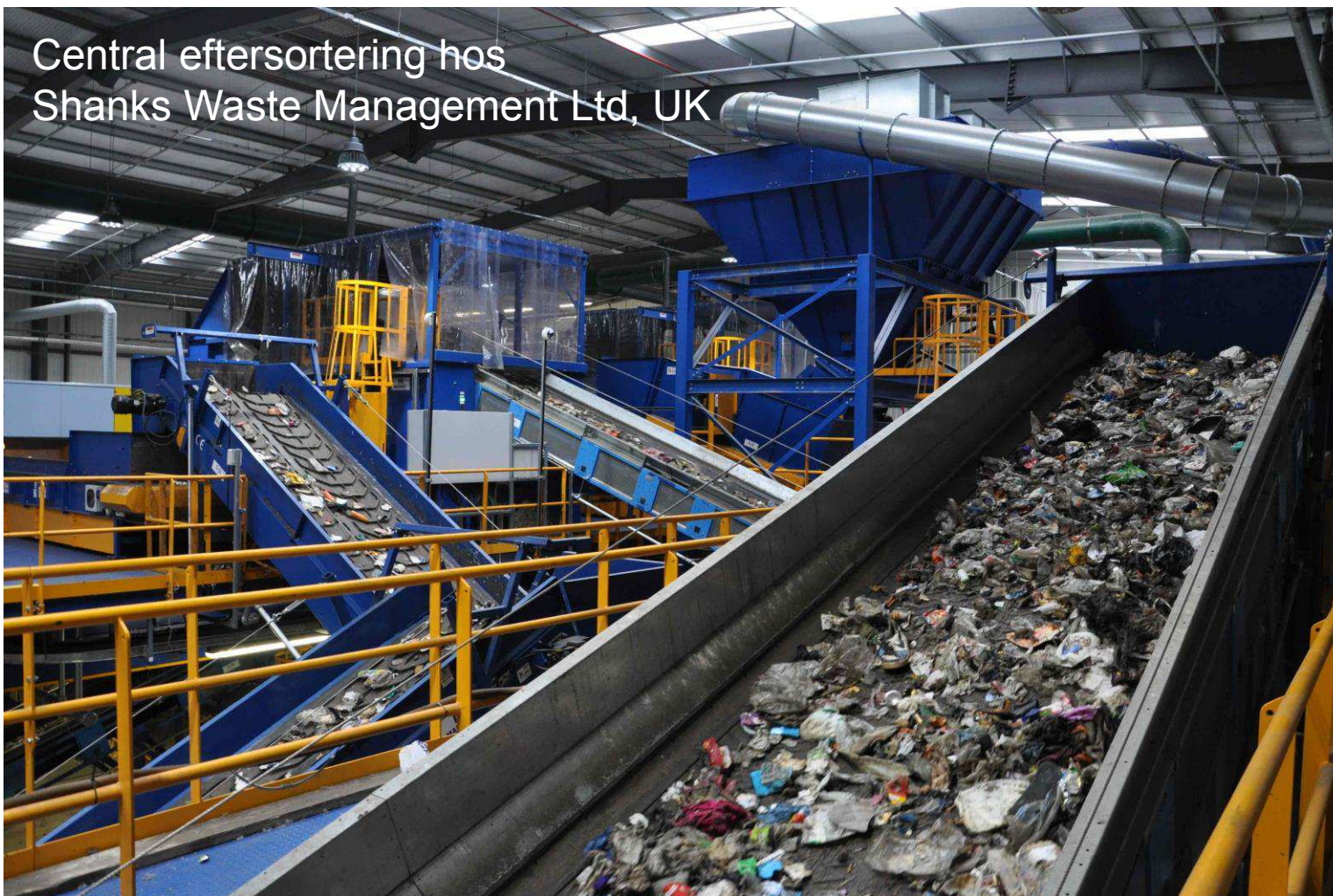
Fremtidens tekniske løsninger samt forudsætninger for og gevinster ved produktgenbrug og genanvendelse

Tre budskaber:

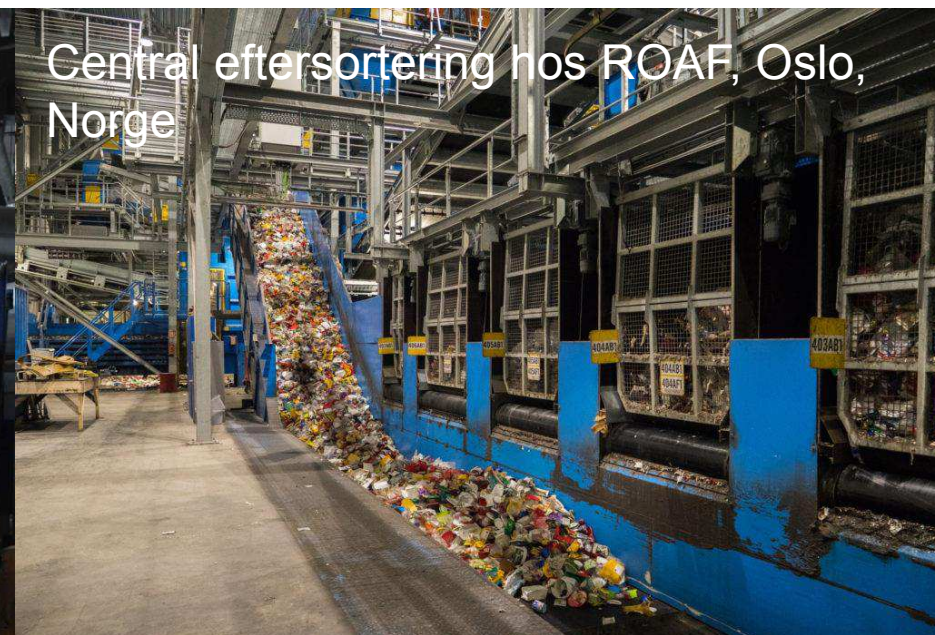
1. **Genbrug af produkter**
 - Masser af tekniske muligheder, men regulering er ofte nødvendig
2. **Materialegenanvendelse**
 - Central eftersortering er teknisk klar, billig og fleksibel for fremtidige øgede krav
 - => Undgå politisk at specificere krav til sorteringsmåde, specificer kun mål for genanvendelse
3. **Plast**
 - Er ikke et ressourceproblem, men et klima- og affaldsproblem. Måske er omvendt lineær økonomi for plast bedre end cirkulær økonomi?



Central eftersortering hos
Shanks Waste Management Ltd, UK

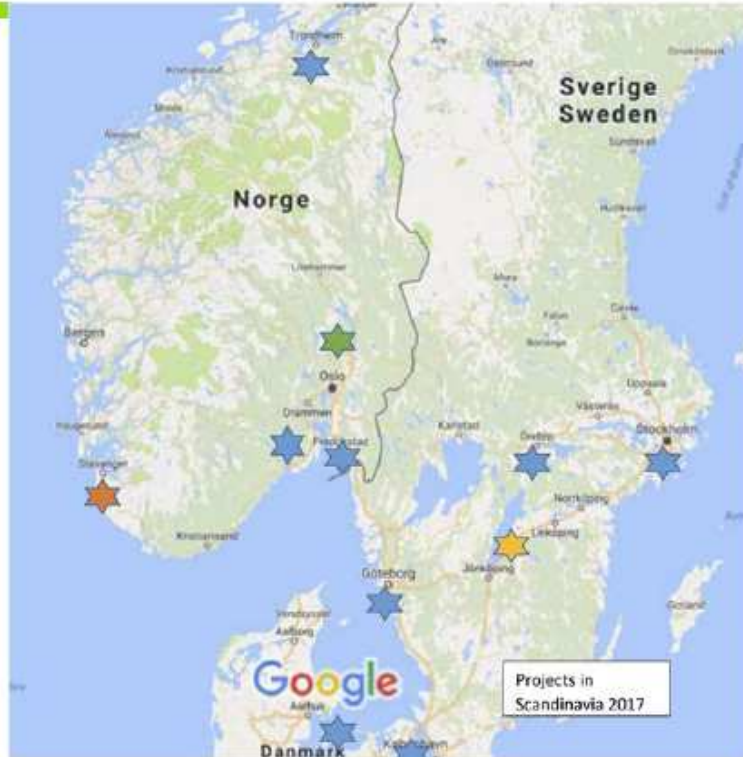


Central eftersortering hos ROAF, Oslo,
Norge



Materiale-genanvendelse fra husholdningsaffald

Planlegging av sorteringsanlegg i Skandinavia



-  RoAF plant in operation from 2014
-  IVAR plant under construction, in Operation 2018/2019
-  Planning started, Trondheim, Fredrikstad, Tønsberg in Norway
Planning started in Stockholm, Örebro, Gothenburg in Sweden
Planning started in Copenhagen and Odense in Denmark
-  Plastic sorting plant for source separated plastic in Motala, Sweden (100.000 tons/y)
Tendering plant aug. 2017- Contract for sorting plant nov. 2017-Operation des. 2018

- **Kapasitet, 2 skift/5 dager pr. uke:**

- **Norge, før 2025:**

- RoAF 100.000 tonn/år (2014)
- IVAR 100.000 tonn/år (2018/19)
- Trondheim 100.000 tonn/år (plan)
- Fredrikstad 100.000 tonn/år (plan)
- Tønsberg 100.000 tonn/år (plan)

- **Andre:**

- Stockholm,S 150.000 tonn/år (plan)
- Gothenburg,S 150.000 tonn/år (plan)
- Copenhagen,Dk 160.000 tonn/år (plan?)
- FYN, DK 100.000 tonn/år (plan?)

Status i Danmark og Europa på eftersorteringsanlæg

Country	Name, location	Capacity
Netherlands	<p>Old plants: (in operation > 5 years): Omrin in Oude Haske; Attero-Vagron in Groningen; Attero Noord in Wijster</p> <p>New plants: AEB plant in Amsterdam and HVC in Alkmaar (operation 2017?) AVR in Rotterdam</p>	<p>Combined capacity of about 750,000 tons per year</p> <p>300,000 tons per year</p> <p>-</p> <p>-</p>
Norway	<p>RoAF in Oslo, 4 similar plants are being constructed or planned, including in Stavanger and Trondheim</p>	<p>RoAF – 104,000 tons per year</p> <p>-</p>
Finland	FORTUM (formerly EKOKEM) - Circular Economy Village (Helsinki)	100,000 tons per year
UK	<p>Milton Keynes Waste Recovery Park</p> <p>A significant number of other plants (advanced MBT)</p>	130,000 tons per year
Spain	<p>Ecoparc 4 (Barcelona)</p> <p>Granada Eco-Center (Alhendin - Spain)</p> <p>A large number of other plants with various levels of technology</p>	<p>300,000 tons per year</p> <p>400,000 tons per year</p>
Greece	<p>Helector (Larnaca)</p> <p>DEDISA (Chania)</p>	<p>200,000 tons per year</p> <p>100,000 tons per year</p>
Slovenia	RCERO (Ljubljana)	170,000 tons per year
Poland	ZGO (Bielsko-Biała)	70,000 tons per year
Hungary	DAREH-ÉP	120,000 tons per year

Konklusion - materialegenanvendelse

- Målene er 50 % genanvendelse i 2022 og 65 % i 2030
- Teknologien til eftersortering er der, økonomien er attraktiv, og det er eneste måde at nå målene om 65 % genanvendelse i 2030 på
- Det går aktuelt ret stærkt mange steder i udlandet med at etablere eftersorteringsanlæg
- Kvaliteten af plast er lige så god fra et eftersorteringsanlæg som ved separat indsamling, især når vask inkluderes, og man får mere sorteret fra (bl.a. finske, tyske og hollandske studier)
- Vi skal have eftersortering under alle omstændigheder – derfor attraktivt at spare på indsamling, som er absolut dyreste led
- Eftersorteringsanlæg giver en robust mulighed for at udtage flere fraktioner senere – papkartoner, tekstiler, ... uden at skulle ændre indsamlingen

=> stil ikke krav om kildesortering, lad de ansvarlige finde den bedste løsning

Fremtidens tekniske løsninger samt forudsætninger for og gevinster ved produktgenbrug og genanvendelse

Tre budskaber:

- 1. Genbrug af produkter**
 - Masser af tekniske muligheder, men regulering er ofte nødvendig
- 2. Materiale genanvendelse**
 - Central eftersortering er teknisk klar, billig og fleksibel for fremtidige øgede krav
 - => Undgå politisk at specificere krav til sorteringsmåde, specificer kun mål for genanvendelse
- 3. Plast**
 - Er ikke et ressourceproblem, men et klima- og affaldsproblem. Måske er omvendt lineær økonomi for plast bedre end cirkulær økonomi?



Omvendt lineær økonomi for plast?

$\text{CO}_2 + \text{H}_2$

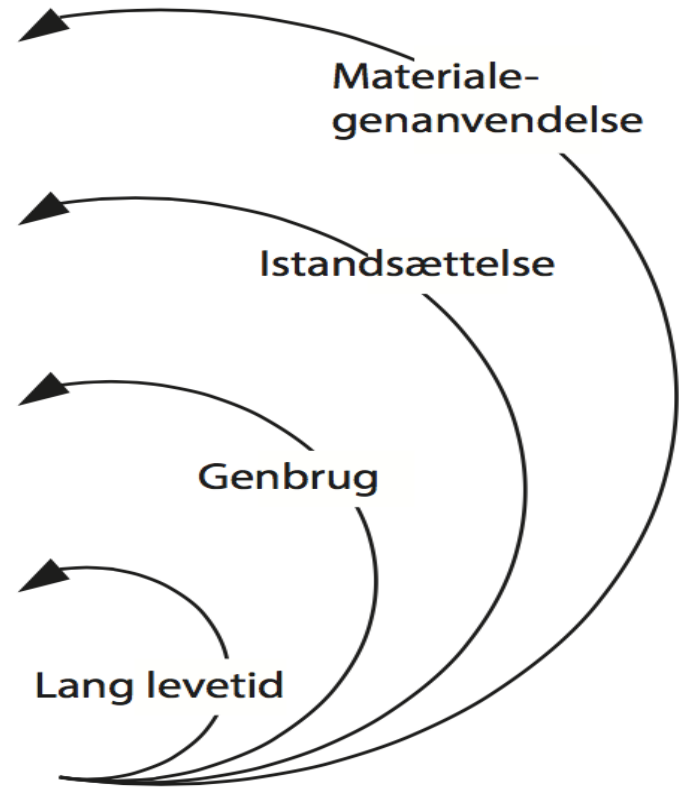
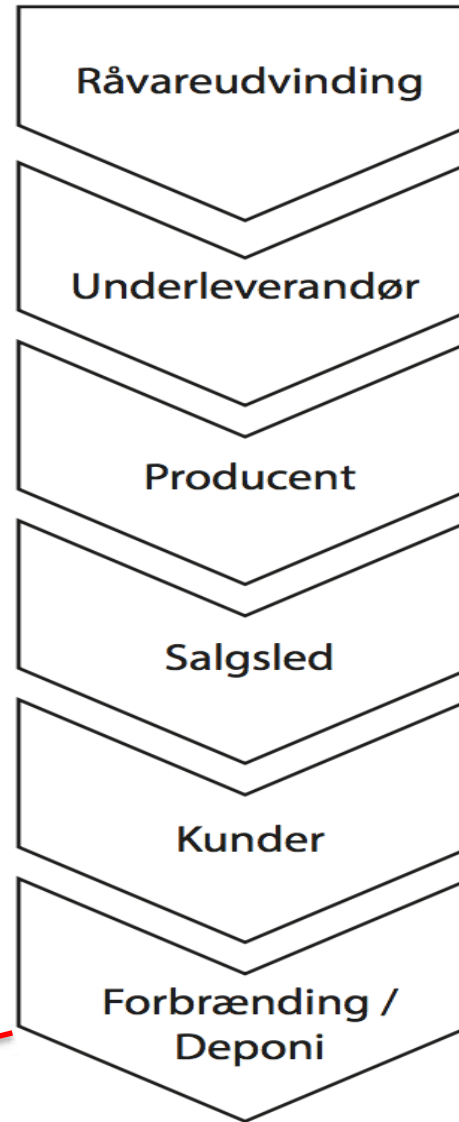
50,05 kr.

50,50 kr.

6890 kr.

6990 kr.

Lager



Konklusion - plast

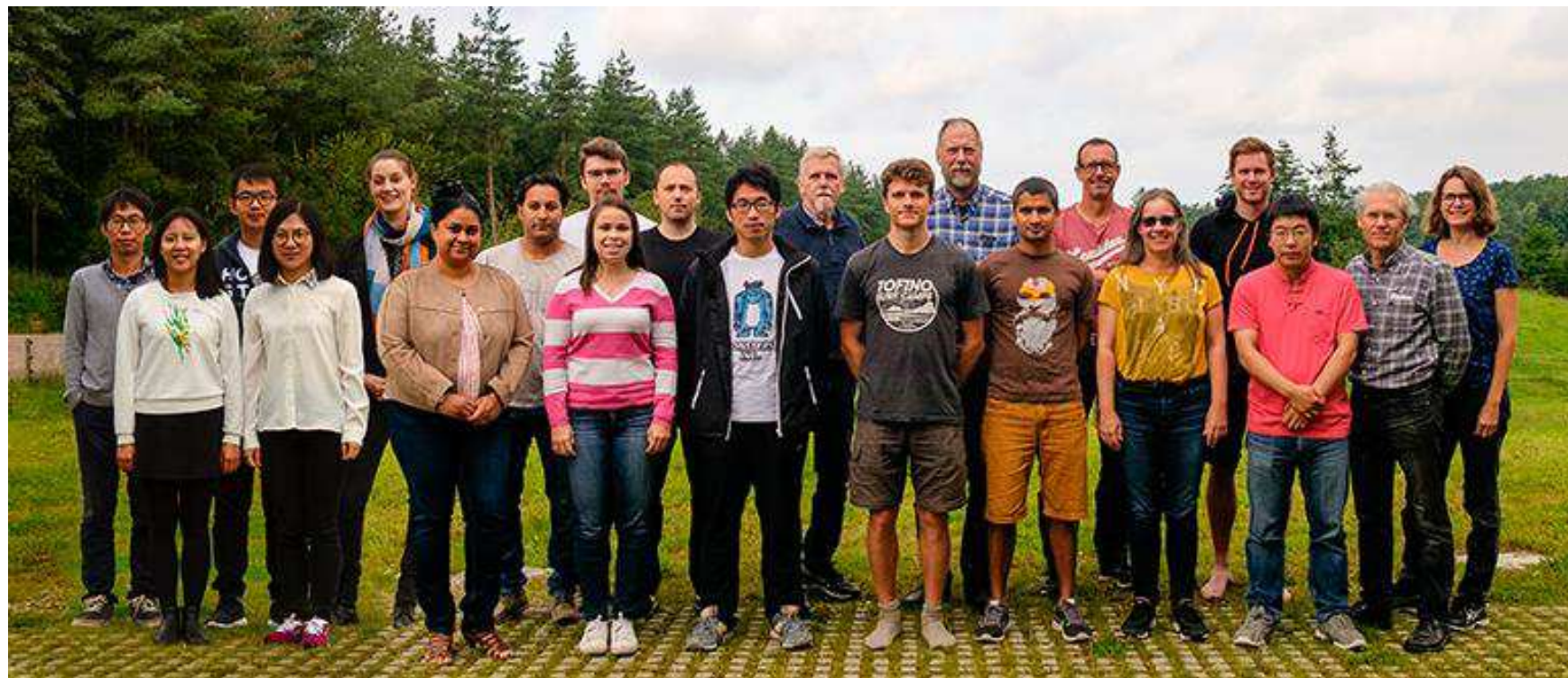
- Standardiser 'halvdelen' – ensartet, farveløst/ensfarvet plast til emballering i detailhandelen
- Lav resten af CO₂ og brint
- Læg det på lager i 500 år – så har vi styr på CO₂'en
- **Uanset hvad – lad være med at brænde den!**

Tak for opmærksomheden

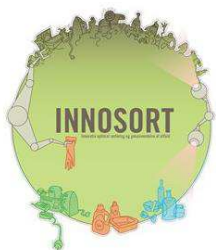
22 Forskere

9 Nationaliteter

www.sdu.dk/lifecycle



Projekt portefølje



<http://innosort.teknologisk.dk/>



<http://www.topwaste.dk/>

REEdgain Project

<http://www.reegain.dk/>



Innovationsnetværket
RoboCluster

Platypus 2013-2014



WEEE

Characterizatio



<http://rethinkresources.dk/>

SYFRE



Synergi i fynske ressourcestrategier

e-circle

Knowledge platform for Circular Economy

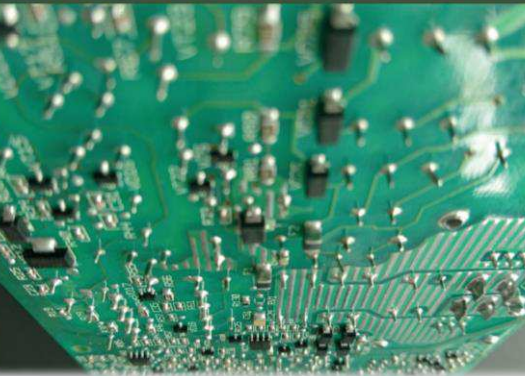
<http://e-circle.eu/>

MUDP
Grøn Innovationspulje

Cirkulær model for forlænget produktliv af elektroniske produkter

Publikationer

PhD Thesis



CIRCULAR ECONOMY IN E-WASTE MANAGEMENT
Resource Recovery and Design for End-of-life

Keshav Parajuly



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 **Journal of Cleaner Production**

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



Potential for circular economy in household WEEE management

Keshav Parajuly*, Henrik Wenzel

J Mater Cycles Waste Manag
DOI 10.1007/s10163-017-0610-8

REGIONAL CASE STUDY

Electronic waste and informal recycling in Kathmandu, Nepal: challenges and opportunities

Keshav Parajuly¹ · Khim B. Thapa² · Ciprian Cimpan¹ · Henrik Wenzel¹



Article

Product family approach in e-waste management: A conceptual framework for circular economy

Keshav Parajuly* and Henrik Wenzel

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 **Journal of Cleaner Production**

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



End-of-life resource recovery from emerging electronic products – A case study of robotic vacuum cleaners

Keshav Parajuly*, Komal Habib, Ciprian Cimpan, Gang Liu, Henrik Wenzel



Article
pubs.acs.org/est

Tracking the Flow of Resources in Electronic Waste - The Case of End-of-Life Computer Hard Disk Drives

Komal Habib*, Keshav Parajuly, and Henrik Wenzel

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 **Resources, Conservation and Recycling**

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resconrec



Full length article

Waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Denmark: Flows, quantities and management

Keshav Parajuly*, Komal Habib, Gang Liu

SDU Life Cycle Engineering, Department of Chemical Engineering, Biotechnology and Environmental Technology, University of Southern Denmark, Odense M, Denmark



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 **Journal of Cleaner Production**

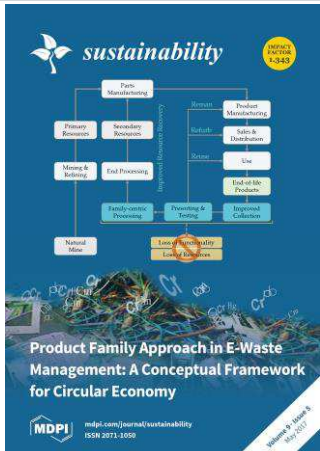
journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



Product design in the circular economy: Users' perception of end-of-life scenarios for electrical and electronic appliances

R.S. Atlason^{a,*}, D. Giacalone^a, K. Parajuly^b

^a University of Southern Denmark, Department of Technology and Innovation, Innovation and Design Engineering, Campusvej 55, 5230 Odense, Denmark
^b University of Southern Denmark, SDU Life Cycle Engineering, Dept. of Chemical Engineering, Biotechnology and Environmental Technology, Campusvej 55, 5230 Odense M, Denmark



Product Family Approach in E-Waste Management: A Conceptual Framework for Circular Economy

MDPI mdpi.com/journal/sustainability
ISSN 2071-1050

Volume 8, Issue 8
August 2017

Publikationer

PhD Thesis

Parajuly, K. (2017). **“Circular Economy in E-Waste Management: Resource Recovery & Design For End-of-Life.”**

University of Southern Denmark Odense, Denmark ISBN: 978-87-93413-10-8

Journal Articles

Atlason, R. S., D. Giacalone and K. Parajuly (2017). **“Product design in the circular economy: Users’ perception of end-of-life scenarios for electrical and electronic appliances.”** Journal of Cleaner Production 168(2017):1059-1069

Parajuly, K. and H. Wenzel (2017). **“Product Family Approach in E-Waste Management: A Conceptual Framework for Circular Economy.”** Sustainability 9(5):768

Parajuly, K. and H. Wenzel (2017). **“Potential for Circular Economy in Household WEEE Management.”** Journal of Cleaner Production 151(2017):272-285

Parajuly, K., K. B. Thapa, C. Cimpan and H. Wenzel (2017). **“Electronic waste and informal recycling in Kathmandu, Nepal: Opportunities and Challenges.”** Journal of Material Cycles and Waste Management doi:10.1007/s10163-017-0610-8

Parajuly, K., K. Habib and G. Liu (2016). **“Waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Denmark: Flows, quantities and management.”** Resources, Conservation and Recycling 123(2017):85-92

Parajuly, K., K. Habib, C. Cimpan, G. Liu and H. Wenzel (2016). **“End-of-life resource recovery from emerging electronic products: a case study of robotic vacuum cleaners.”** Journal of Cleaner Production 137(2016):652-666

Habib, K., K. Parajuly and H. Wenzel (2015). **“Tracking the flow of resources in Electronic Waste - The case of End-of-Life Computer Hard Disk Drives.”** Environmental Science & Technology 49(20): 12441-12449