



## EUROPE

CHILDREN AND FAMILIES  
EDUCATION AND THE ARTS  
ENERGY AND ENVIRONMENT  
HEALTH AND HEALTH CARE  
INFRASTRUCTURE AND  
TRANSPORTATION  
INTERNATIONAL AFFAIRS  
LAW AND BUSINESS  
NATIONAL SECURITY  
POPULATION AND AGING  
PUBLIC SAFETY  
SCIENCE AND TECHNOLOGY  
TERRORISM AND  
HOMELAND SECURITY

The RAND Corporation is a nonprofit institution that helps improve policy and decisionmaking through research and analysis.

This electronic document was made available from [www.rand.org](http://www.rand.org) as a public service of the RAND Corporation.

Skip all front matter: [Jump to Page 1](#) ▼

### Support RAND

[Browse Reports & Bookstore](#)

[Make a charitable contribution](#)

### For More Information

Visit RAND at [www.rand.org](http://www.rand.org)

Explore [RAND Europe](#)

View [document details](#)

### Limited Electronic Distribution Rights

This document and trademark(s) contained herein are protected by law as indicated in a notice appearing later in this work. This electronic representation of RAND intellectual property is provided for non-commercial use only. Unauthorized posting of RAND electronic documents to a non-RAND Web site is prohibited. RAND electronic documents are protected under copyright law. Permission is required from RAND to reproduce, or reuse in another form, any of our research documents for commercial use. For information on reprint and linking permissions, please see [RAND Permissions](#).

This product is part of the RAND Corporation technical report series. Reports may include research findings on a specific topic that is limited in scope; present discussions of the methodology employed in research; provide literature reviews, survey instruments, modeling exercises, guidelines for practitioners and research professionals, and supporting documentation; or deliver preliminary findings. All RAND reports undergo rigorous peer review to ensure that they meet high standards for research quality and objectivity.

# TECHNICAL R E P O R T

## SMART TRASH

Study on RFID tags and the  
recycling industry

Executive Summary of Final Report  
(D6) in English, with German and  
French translations

Rebecca Schindler, Nico Schmalbein,  
Vasco Steltenkamp, Jonathan Cave,  
Bastian Wens, Arne Anhalt

Prepared for the European Commission



EUROPE



ingenieurgesellschaft



This study has been carried out for the Directorate-General Communications Networks, Content and Technology of the European Commission as result of the procurement procedure SMART N°2010 /0042 - 2010/S 75-111252 for an amount of 574,445€.

The report expresses the opinion of RAND Europe, P3 Ingenieurgesellschaft and I.A.R. Aachen University who performed the study. These views have not been adopted or in any way approved by the European Commission and should not be relied upon as a statement of the European Commission's or the DG CONNECT's views. The European Commission does not guarantee the accuracy of the information given in the study, nor does it accept responsibility for any use made thereof. Copyright in this study is held by the European Communities. Persons wishing to use the contents of this study (in whole or in part) for purposes other than their personal use are invited to submit a written request to the following address:

European Commission  
DG CONNECT  
INFSO-D4  
(BU-25 – 3/106)  
1-3 Avenue du Bourget  
B -1140 Brussels

[INFSO-DATA-PROTECTION-COORDINATOR@ec.europa.eu](mailto:INFSO-DATA-PROTECTION-COORDINATOR@ec.europa.eu)

RAND Europe is an independent, not-for-profit research organisation whose mission is to improve policy and decision making for the public good. RAND's publications do not necessarily reflect the opinions of its research clients and sponsors.

**RAND**® is a registered trademark.

© Copyright 2012 European Commission

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form by any electronic or mechanical means (including photocopying, recording, or information storage and retrieval) without permission in writing from the copyright holder.

Published 2012 by the RAND Corporation  
1776 Main Street, P.O. Box 2138, Santa Monica, CA 90407-2138  
1200 South Hayes Street, Arlington, VA 22202-5050  
4570 Fifth Avenue, Suite 600, Pittsburgh, PA 15213-2665  
Westbrook Centre, Milton Road, Cambridge CB4 1YG, United Kingdom  
RAND URL: <http://www.rand.org>  
RAND Europe URL: <http://www.rand.org/randeurope>  
To order RAND documents or to obtain additional information, contact  
Distribution Services: Telephone: (310) 451-7002;  
Fax: (310) 451-6915; Email: [order@rand.org](mailto:order@rand.org)

## Preface

---

In June 2009, the Commission adopted a Communication on the "Internet of Things – an action plan for Europe" laying down 14 lines of action to be undertaken to make sure that Europe plays a leading role in shaping how the Internet of Things (IoT) works and reaps the associated benefits in terms of economic growth and individual well-being. In particular, due to the important consequences that involve the use of RFID tags and sensors, the line of action 12 refers to waste management: "RFID in recycling lines". In response to this RAND Europe and its collaborators were commissioned to carry out the work.

This document only contains the Executive Summary – in English, French and German – of the final report, entitled *RFID tags and the Recycling Industry* undertaken jointly by RAND Europe, the Department of Processing and Recycling (I.A.R.)<sup>1</sup> at RWTH Aachen University and P3 Ingenieurgesellschaft (P3).

### **Specific aim of the study**

The study, funded by the European Commission, aims to obtain expert input necessary for assessing (i) the environmental impact of RFID tags and (ii) the environmental advantages that RFID can provide for product lifecycle management. An integral part of the study was to identify the associated obstacles and needs for policy action and/or research activity.

To accomplish these objectives, the study applied a number of different quantitative and qualitative methodologies, including a systematic literature review, key informant interviews, case studies, stakeholder analysis, use cases and case study analysis, as well as survey and scenario building.

### **Scope of this final report**

This *Final Report (D6)* summarises the research conducted over the course of the project (February 2011-July 2012) and presents concluding findings and recommendations. It builds on the preliminary findings presented in the Interim Report (D3) earlier this year and incorporates valuable new findings and insights gained through an extensive public consultation phase run between February and June 2012.

The Interim Report (D3), published in February 2012, provided the basis for a 3-months public consultation phase, in which we invited the wider audience and selected experts to comment and review our preliminary findings. The public consultation phase included a

---

<sup>1</sup> *Institut für Aufbereitung und Recycling*, which translates as "Department of Processing and Recycling"

scenario gaming workshop and stimulated discussion via an online survey and an online discussion forum at <http://rfid-waste.ning.com/>.

The scenario gaming workshop, held on 29 February 2012, was attended by 39 key experts and offered participants a unique opportunity to discuss, test and challenge our preliminary findings. Subsequently, the online survey and online discussion forum invited the broader public to join the discussion. We consulted the community via an online survey, including questions arising from the interim report and the workshop. The survey was open for eight weeks (March - April 2012) – we received 70 responses to our survey. 49 individuals also joined our online discussion forum to stay informed about research updates, and actively exchange additional opinions and insights.

The final report will be made available on the website of the European Commission and the project websites at <http://rfid-waste.ning.com> and <http://www.rand.org>.

Findings will be also be presented at the Final Conference to be held in Brussels on 11 July 2012.

The document has been peer-reviewed in accordance with RAND's quality assurance standards by Prof. Jan Gronow.

**For more information**

RAND Europe is an independent not-for-profit policy research organisation that aims to improve policy- and decision-making in the public interest, through research and analysis. RAND Europe's clients include European governments, institutions, NGOs and firms with a need for rigorous, independent, multidisciplinary analysis.

The research staff for this project were uniquely qualified, thanks to their track record in RFID technology and recycling and their in-depth understanding of the EU policy environment. Their independence gave them the objectivity required to conduct this work free from commercial interests in the development of RFID technology and specific applications in the recycling sector.

For more information about the study and this document, please contact Helen Rebecca Schindler at:

RAND Europe  
Westbrook Centre  
Milton Road  
Cambridge CB4 1YG  
United Kingdom  
Tel. +44 (1223) 353 329  
[schindler@rand.org](mailto:schindler@rand.org)

# Contents

---

Preface.....	iii
Acknowledgements.....	vii
<b>Executive Summary.....</b>	<b>8</b>
<b>Résumé (French Version).....</b>	<b>13</b>
<b>Zusammenfassung (German Version) .....</b>	<b>19</b>





## Acknowledgements

---

The authors would like to acknowledge the support and critical contributions from the experts who participated in the final conference, and those contributed to earlier pieces of the study. Also, we would like to thank all those who supported us in building a thriving community that for the first time brings together networks from the waste industry and RFID industry.

We would like to thank Mr. Gérald Santucci (former Head of Networked Enterprise & Radio Frequency Identification (RFID) Unit at the EC DG Connect) and his colleague Mr. Florent Frederix (former Head of RFID Sector) for their mentorship, constructive approach and useful feedback.

Finally, Professor Jan Gronow has contributed very substantially by her thorough reviews of the document.

Thank you!

# Executive Summary

---

RFID technology is linked to recycling in two complementary ways. As objects, tags contain a variety of materials whose recycling is desirable on environmental grounds. These materials vary with the type of tag and their significance will increase as tags become more pervasive. Also, tags can themselves contribute to the efficiency and effectiveness of recycling at various stages in the lifecycles of a wide range of products, ranging from simple items to complex objects containing a variety of materials.

The risks arising from the first element (e.g. potential contamination of waste streams) and the opportunities from the second have been discussed or studied in specific contexts, but have not yet found general application. To provide an empirical evidence base for policy, this study aimed to:

- (1) clarify the issues and evidence relating to the environmental impacts and recycling methods of RFID tags;
- (2) assess the environmental advantages of RFID for product lifecycle management.

Each line of investigation had its own scope, time frame and policy context, but the overall analytic frame, the policy implications and the stakeholder engagement draws out their complementarity.<sup>2</sup>

With regard to the time frame, our analysis took account of the gradual development of impacts over time. As shown in Part A of our study, short-run developments affecting the recycling of RFID tags are likely to take the form of disseminating new ways to handle existing tags through detection, removal, sequestration and processing. Over the medium- to long-run, new forms of recyclable tag and methods of affixing them may be developed to permit all tags to be recycled and the mix of identification technologies may shift to reflect whole-life (including disposal and environmental) costs as well as performance characteristics. At the same time, the current differences in the spread of tags, which originate from the diversity of national contexts and the wide range of waste management systems in place, are expected to diminish through the alignment of Member State practices to a progressively implemented EU framework legislation.

---

<sup>2</sup> For example, initiatives aimed at introducing RFID tags to improve recycling will need to trade off the material challenges of recycling the tags against improvements in the effectiveness of recycling the materials to which they are attached.

As regards the use of RFID to improve recycling, Part B of our study found that short-run developments are likely to involve extending and “joining-up” existing pilots with other initiatives in the field of waste handling as well as the development of new methods for using existing tags, e.g., by the inclusion of new data useful in waste collection and disposal. In the medium term, deployment of RFID as part of improved waste handling may change user behaviour, business models and even sectoral organisation (e.g. emergence of intermediary markets for aspects of smart waste handling or changes in vertical integration along the End-Of-Life (EOL) product chain). In addition, policy may adapt to new possibilities, especially as regards traceability and waste stream measurement. Long term possibilities may include novel whole-systems approaches to waste handling and eventually new forms of integrated lifecycle management.

## CONCLUSIONS AND POLICY RECOMMENDATIONS

It is still early days for RFID in the EOL phase of products. Applications are scarce and cannot rely on the presence of usable information on RFID tags attached to objects. In order to optimise benefits it is necessary to anticipate such uses at the design phase of the product, or its packaging.

Promoting a case by case approach: the ways current use cases deal with RFID tags vary with the purpose(s) for which tags are applied, whether they are active or passive and how they are used. The same considerations determine which parties in the value chain will innovate and invest and the scope of applicable law(s).

The nature and applications of RFID tags continue to evolve. While it is important to provide regulatory certainty to encourage beneficial developments, it is equally important not to inhibit or foreclose beneficial progress by legislating too soon, or by adopting inflexible rules tied too closely to specific technologies or use cases. The ‘overhang’ effect of such rules may prevent the development of new use cases and superior approaches, and may even distort technological innovation. Appropriate flexibility can be ensured by a wide participation in rulemaking and enforcement, *ex ante* assessments that take risks and opportunities into account in a range of technological and market scenarios and incorporation of adaptive monitoring and enforcement strategies to keep track of developments and impacts both within the EU and around the world. In addition, the optimal balance of commitment and flexibility will probably involve a mix of self- or co-regulation and formal regulatory measures, in cases where self-regulation fails or produces greater damage to competition and/or innovation. For example, RFID labelling of components of complex durable goods could increase their re-use, but is likely to be resisted by manufacturers. A proper establishment of a way forward should therefore take into account all stakeholders in the value chain and include the EOL phase into the value chain.

The balance between use-case and business model-specific approaches vs. (global) standardisation and general rules should be clearly defined in order to provide necessary regulatory clarity and certainty. Among the more specific issues areas for policy intervention or consideration, the following stand out.

- **1. A good understanding of where value is created and where it is captured in the value chain**, which can in turn provide a better understanding of where

investments are likely to be made and how they might be influenced by policy. As innovation and deployment entail high upfront investments as well as complex cost/benefit reallocations, effective policy must be sophisticated in its use of incentives and clear enough to reduce unnecessary or distorting risk.

- **2. Understanding and control the effects of RFID tags on waste:** the material content of RFID tags can affect the recovery of other materials. For instance, the aluminium antennas of RFID tags can reduce the amount and/or quality of recycled glass if they cannot be separated within the process. Solutions are most likely to be developed by those who apply tags to their products or packaging; this will vary across use cases. In suitable instances, the problem could be avoided by reengineering tag application or composition (for instance by incorporating them in removable labels and bottle caps rather than in the bottles or jars themselves). This approach requires the participation of stakeholders from the different recycling sectors. Development and deployment could be encouraged by self-regulation and use of “good practice” recommendations, or, if this fails, by legislation.
- **3. Technical requirements for RFID to become effective for EOL include:** the need to be accessible during the EOL phase, i.e. tags should continue to provide information even after objects enter the waste management process until the point where the information is no longer needed; ensuring that (relevant) information can be protected against reading by unauthorized parties; and reducing the environmental burden of tag disposal. Specific suggestions include: (i) development of reliable technology to support privacy requirements by removing tag information, or rendering it inaccessible or “masking” part of the information stored on the tag; (ii) development of tags that make minimal use of materials that might reduce the recycling yield material from the objects to which they are attached by means of printable electronics and methods for their effective removal when they would impair the recovery of materials they are printed on or process functionality. Printable tags have been under development for the past 5 years but have yet to be reliably implemented.
- **4. Privacy and security** was frequently highlighted as an important consideration; concerns may be addressed by giving individuals a clear opportunity to choose RFID tags that are removable or contain a kill or partial kill-switch. Alternative solutions may be encouraged by clearly allocating responsibility for properly addressing these challenges to specific players in the value chain (such as tag producers or tag users), either through regulation or self-regulation. However, in this there is clearly a need for a more careful consideration of ways to avoid ‘over-protection’.

There is a need for a broad societal debate on the general use of RFID, with a clear attention to its potential contribution throughout object life cycles. This debate, which must involve both technical experts and citizens must seek to understand (1) functionality, how – and for what purposes – tags are (and may be) used; (2) what might happen as a result and (3) how these consequences will affect our behaviour and welfare. Considerations stemming from use of RFID should also play a prominent role in broader debates about security and privacy; failure to do so may particularly distort future applications of RFID – and in the process lead

to potentially worse outcomes from both the privacy/security and environmental standpoints.

- **5. Mandating the tag-based or on-line accessibility of environmental information:** identifiers stored on tags could promote environmental and privacy-conscious informed consumer choice and thus encourage better recycling of certain materials or objects. It may be necessary to make this mandatory (in the spirit of the Energy-related Products Directive) in order to minimise distortion and to align market incentives (e.g. competition on the basis of recyclability) with environmental objectives by reaching the required level of prevalence.

Finally, the relations between RFID and waste are still in their infancy; there is a long way to go to: build necessary awareness; assess the technical, legal and commercial feasibility of new approaches; and stimulate interest throughout the value chain (e.g. RFID designers' and manufacturers' interest in end-of-life uses of the chips they supply and the waste sector's willingness to engage with product design and deployment). Overall, the prospects are good; interest throughout the product life-cycle is likely to grow as technology advances and waste management becomes more important. In particular, interest in RFID-aided recovery is expected to increase as material scarcity or prices increase.

This establishes the need for continued improvements; it does not mean that they will occur automatically. The evidence gathered through the literature review, use case and case study analysis and the public consultations identify a range of specific barriers that must be removed if the full potential of RFID in waste treatment is to be achieved. Most of these involve industrial and other private sector stakeholders, but they will only act effectively if the framework conditions are right. In order to create the appropriate regulatory, legal and economic conditions, the European Commission needs to take action to address the following issues:

- The availability of suitable innovation and investment capital – and the willingness and ability of stakeholders to develop integrated technical and business models viable throughout the value chain – are inhibited by legal and regulatory uncertainty, especially as regards liabilities for waste streams and their treatment, and the welter of potentially-applicable Directives and other regulations. This uncertainty can be greatly reduced by a rationalisation and harmonisation of the relevant rules. In particular, the European Commission may wish to specify whether RFID tags fall under a single legal instrument or multiple frameworks (including e.g. the new Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive). In the latter case, the application of the various Directives should be clarified by a series of Delegated Acts or other instruments to give force to their requirements in a coherent and consistent way in specific RFID-enabled waste treatment contexts.
- The extension of economic connections throughout the product life cycle creates opportunities for reuse of information provided or recorded on RFID tags attached to disposable products to assist in the (re)design and handling of those products and to shed light on the behaviour of stakeholders and the performance of the waste sector. This potential calls for the development of new business models.

- RFID tags, the objects to which they are attached and the disposal facilities for which they are ultimately destined are spread across the globe. The sustainability of improved performance within the European Union and the dissemination of good practice and awareness originating in Europe throughout the global economy call for high levels of interoperability; this in turn is made more efficient and friendly to competition through the development of global standards. The European Commission can support global standardisation (e.g. as to the content and format of stored information) both by direct participation in standards bodies and by the incorporation of standardisation requirements into R&D and economic development programmes and into public procurement tender requirements.
- As noted above, the issues with which this report deals arise in the very beginning of the product life cycle but develop their impacts at the very end. This separation of (design and deployment) decisions from waste handling practices is a powerful barrier to consistent, sustainable and joined-up progress. The barrier is lower in some use cases than others; e.g. business processes relating to the end-of-life of specific products like electric and electronic equipment and vehicles where dedicated legal instruments (WEEE and End-of-Life Vehicle (ELV) Directives) impose costs on manufacturers and designers. The same cost- and responsibility-sharing principle can be extended to other areas by extending end-of-life responsibilities on manufacturers with the explicit provision that these responsibilities can be discharged by use of 'disposal-friendly' RFID tags. The feasibility of such provisions would be enhanced by audit information available from tag readers within the waste sector.
- Privacy and data protection issues rank highly among the 'soft' barriers to wider RFID adoption and in particular to the use of identification technologies in waste disposal policies (from simple tracking to economic incentive schemes). The EC can take action to ensure that the specifics of this use of RFID technology are taken into full account in the ongoing revision of data protection rules and associated parts of the regulatory framework and in developing the governance framework for the Internet of Things of which RFID tags play such an important part.

## Résumé (French Version)

---

La technologie RFID [Radio Frequency IDentification ou identification par radiofréquence] exerce une influence sur le secteur du recyclage à deux niveaux complémentaires. En tant qu'objets, les étiquettes [Tags] renferment toute une gamme de matériaux dont le recyclage s'avère souhaitable pour des raisons écologiques. Ces matériaux diffèrent selon le type d'étiquette et sont susceptibles de revêtir à l'avenir une importance croissante du fait de l'omniprésence accrue de ces étiquettes. En outre, les étiquettes contribuent à l'efficacité et l'efficiences du recyclage à diverses étapes du cycle de vie d'un large éventail de produits, de l'objet le plus simple à l'objet le plus complexe, qui peut contenir à lui seul toute une palette de matériaux.

Les risques qui découlent du premier niveau (par exemple, la contamination éventuelle des flux de déchets) et les possibilités qui se dégagent du second ont fait l'objet de débats et d'études, mais n'ont pas encore trouvé d'application générale. Cette étude, dont l'objectif est de fournir des preuves empiriques en vue de l'établissement d'une politique, vise à :

- (1) clarifier les enjeux et les preuves liés aux répercussions sur l'environnement et les méthodes de recyclage des étiquettes RFID ;
- (2) évaluer les avantages écologiques de la RFID pour la gestion du cycle de vie des produits.

Chaque piste de recherche possède sa propre portée, son propre calendrier et son propre contexte politique, mais le cadre analytique global, les incidences des politiques et la participation des parties intéressées font ressortir leur complémentarité.<sup>3</sup>

Concernant le calendrier, notre analyse a pris en compte l'évolution progressive des répercussions au fil du temps. Comme le montre la Partie A de notre étude, des développements à court terme relatif au recyclage des étiquettes RFID devraient encourager un traitement différent des étiquettes existantes via la détection, l'élimination, la séquestration et la transformation. A moyen et long terme, de nouvelles formes d'étiquettes recyclables et de nouveaux moyens de les apposer pourront être mis au point et permettre le recyclage de toutes les étiquettes. Le mélange des technologies d'identification pourrait refléter les coûts globaux du cycle de vie (y compris les coûts d'élimination et de

---

<sup>3</sup> Par exemple, des initiatives visant à mettre en place des étiquettes RFID pour améliorer le recyclage vont devoir relever les défis considérables que représente le recyclage des étiquettes face à l'efficacité renforcée du recyclage des matériaux sur lesquels elles sont fixées.

protection de l'environnement), ainsi que les caractéristiques de performance. Dans le même temps, les différences qui existent actuellement au niveau de la multiplication des étiquettes et qui trouvent leur origine dans la diversité des contextes nationaux et dans la grande variété des systèmes de gestion des déchets en place, devraient diminuer grâce à l'harmonisation des pratiques des Etats membres et la mise en œuvre progressive d'un cadre législatif au sein de l'Union européenne.

Quant à l'utilisation de la technologie RFID pour l'amélioration du recyclage, la Partie B de notre étude révèle que les développements à court terme sont susceptibles d'élargir et de « rejoindre » les projets pilotes existants avec d'autres initiatives dans le domaine du traitement des déchets, ainsi qu'avec la mise au point de nouvelles méthodes d'utilisation des étiquettes existantes, par exemple via l'intégration de nouvelles données utiles à la collecte et à l'élimination des déchets. A moyen terme, le déploiement de la RFID dans le cadre d'une meilleure gestion des déchets pourrait modifier le comportement des utilisateurs, les modèles de développement et même l'organisation sectorielle (par exemple, l'émergence de marchés intermédiaires pour certains aspects du traitement intelligent des déchets ou les changements au niveau de l'intégration verticale le long de la chaîne des produits en fin de vie [End-of-Life – EOL]. En outre, la réglementation peut s'adapter à de nouvelles circonstances, en particulier en ce qui concerne la traçabilité et la mesure des flux de déchets. Les possibilités à long terme peuvent inclure de nouvelles approches systémiques globales quant au traitement des déchets, puis, à terme, de nouvelles formes de gestion intégrée du cycle de vie.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE POLITIQUE

La RFID dans les produits en fin de vie en est encore à ses débuts. Les applications sont rares et ne peuvent pas se fonder sur l'existence d'informations utilisables sur les étiquettes RFID fixées sur les objets. Afin d'optimiser les bénéfices, il convient d'anticiper de telles utilisations dès la phase de conception du produit, ou au moment du conditionnement.

Encouragement d'une approche au cas par cas : les manières dont les cas d'utilisation actuels traitent des étiquettes RFID varient en fonction du ou des buts pour lesquels les étiquettes sont apposées, selon qu'elles sont actives ou passives, et selon la manière dont elles sont utilisées. Les mêmes considérations déterminent quelles parties de la chaîne de valeur vont innover et investir et quel sera le champ d'application des lois applicables.

La nature et les applications des étiquettes RFID continuent d'évoluer. Alors qu'il est essentiel d'offrir un cadre réglementaire sûr afin d'encourager des évolutions bénéfiques, il est tout aussi important de ne pas enrayer ou empêcher tout avancement favorable en légiférant trop tôt, ou en adoptant des règles inflexibles liées de trop près à des technologies ou des cas d'utilisation spécifiques. Une surabondance de règles pourrait empêcher la mise en place de nouveaux cas d'utilisation et de méthodes meilleures, et pourrait même fausser l'innovation technologique. Une flexibilité pertinente peut naître d'une large participation à l'élaboration et à l'application des règles, d'évaluations ex ante qui prennent en compte les risques et les chances dans toute une série de scénarios liés aux technologies et aux marchés, et de l'intégration de stratégies adaptatives de surveillance et d'application visant à garder la trace des évolutions et des répercussions au sein de l'UE et dans le monde. De plus, l'équilibre optimal entre l'engagement et la flexibilité impliquera probablement un mélange d'autorégulation ou de co-régulation et de mesures réglementaires formelles, dans



les situations d'échec de l'autorégulation ou lorsque celle-ci causera des préjudices plus importants à la concurrence et/ou l'innovation. Par exemple, l'étiquetage RFID des composants de biens durables complexes pourrait encourager leur réutilisation, mais il est probable qu'il se heurte à la résistance des fabricants. Le moyen le plus opportun d'aller de l'avant serait par conséquent de tenir compte de toutes les parties intéressées de la chaîne de valeur et d'intégrer la phase de fin de vie dans la chaîne de valeur.

L'équilibre entre les approches fondées sur les cas d'utilisation et les modèles de développement par rapport à la standardisation (mondiale) et aux règles générales devrait être clairement défini afin de fournir une réglementation claire et immuable. Des enjeux et des domaines plus spécifiques en matière d'intervention ou de considération au chapitre des politiques, il ressort ce qui suit :

- **1. Une bonne compréhension de l'origine de la valeur** et du lieu où elle est capturée dans la chaîne de valeur, ce qui peut alors permettre de mieux comprendre où les investissements sont susceptibles d'être réalisés et de quelle manière ils peuvent être influencés par les politiques. Dans la mesure où l'innovation et le déploiement impliquent des investissements de départ élevés, de même qu'une nouvelle répartition complexe des coûts et des bénéfices, une politique efficace doit se révéler élaborée dans son utilisation des mesures incitatives et suffisamment claire pour réduire tout risque superflu ou de distorsion.
- **2. Comprendre et contrôler les effets de l'utilisation des étiquettes RFID sur les déchets** : le contenu en matériaux des étiquettes RFID peut affecter le recyclage d'autres matériaux. Par exemple, les antennes en aluminium des étiquettes RFID peut réduire le volume et/ou la qualité du verre recyclé si elles ne peuvent pas être séparées au cours du procédé. Les personnes qui apposent des étiquettes sur leurs produits ou leur conditionnement sont probablement les plus à même d'élaborer des solutions ; cela va dépendre des cas d'utilisation. Dans les cas les plus adaptés, le problème pourrait être évité en redéfinissant l'application ou la composition des étiquettes (par exemple en les intégrant dans des étiquettes amovibles et des bouchons de bouteille plutôt qu'en les apposant directement sur les bouteilles ou les pots). Cette approche nécessite la participation de toutes les parties intéressées des différents secteurs du recyclage. Le développement et le déploiement pourraient être encouragés par l'autorégulation et le recours à des préconisations en matière de « bonnes pratiques », ou, en cas d'échec, par la loi.
- **3. Prescriptions techniques pour que la RFID devienne efficace pour les produits en fin de vie** : nécessité d'être accessibles pendant la phase de fin de vie, c'est-à-dire que les étiquettes doivent continuer de fournir des informations même après l'entrée des objets dans le processus de gestion des déchets et jusqu'à ce que les informations ne soient plus nécessaires ; s'assurer que les informations (pertinentes) puissent être protégées et ne puissent pas être lues par des personnes non autorisées ; et réduire la lourde charge environnementale que représente l'élimination des étiquettes. Parmi les suggestions particulières, citons : (i) le développement d'une technologie fiable visant à répondre aux exigences en matière de vie privée en supprimant les données de l'étiquette, en les rendant inaccessibles ou en « masquant » une partie des données stockées sur l'étiquette ;

(ii) la mise au point d'étiquettes utilisant le minimum de matériaux qui pourraient réduire le taux de recyclage des objets sur lesquels elles sont apposées, au moyen de l'électronique imprimable et de méthodes d'élimination réelle dès lors qu'elles compromettent le recyclage des matériaux sur lesquels elles sont imprimés ou la fonctionnalité liée aux processus. Les étiquettes imprimables sont en cours de développement depuis cinq ans mais doivent encore être mises en œuvre de façon fiable.

- **4. Le respect de la vie privée et la sécurité** ont été à maintes reprises identifiées comme étant des enjeux majeurs ; il est possible, pour répondre à ces préoccupations, de donner aux particuliers la possibilité de choisir des étiquettes RFID qui sont amovibles ou qui contiennent un système de désactivation, partiel ou non [Kill-switch ou partial kill-switch]. D'autres solutions peuvent être encouragées en faisant porter clairement la charge de relever ces défis à des acteurs spécifiques de la chaîne de valeur (comme les fabricants ou les utilisateurs d'étiquettes), soit par la réglementation soit par l'auto-réglementation. Toutefois, il s'agira d'éviter une « surprotection ».

Un grand débat au cœur de la société sur l'utilisation généralisée de la RFID s'avère indispensable. L'attention doit être portée sur son éventuelle contribution sociétale pendant tout le cycle de vie de l'objet. Ce débat, qui doit impliquer à la fois des experts techniques et des citoyens, doit chercher à comprendre (1) la fonctionnalité : de quelle manière, et à quelles fins, les étiquettes sont-elles (et peuvent-elles) être utilisées ; (2) que peut-il en résulter, et (3) de quelle façon ces conséquences vont-elles affecter notre comportement et notre bien-être. Les considérations inhérentes à l'utilisation de la RFID devraient également jouer un rôle déterminant dans les débats plus larges consacrés à la sécurité et à la vie privée. L'absence de débats pourrait en particulier biaiser les futures applications de la RFID et conduire de ce fait à des conséquences plus graves du point de vue de la vie privée, de la sécurité et de l'environnement.

- **5. Exiger l'accessibilité des informations environnementales par étiquette ou en ligne** : les identifiants stockés sur les étiquettes pourraient amener les consommateurs avisés et sensibilisés à l'écologie et la protection de la vie privée à faire des choix, et encourager ainsi un meilleur recyclage de certains matériaux. Il pourrait s'avérer nécessaire de rendre cela obligatoire (dans la lignée de la Directive sur les produits liés à l'énergie) afin de limiter au minimum la distorsion et d'harmoniser les mesures incitatives sur les marchés (par exemple, la concurrence fondée sur la capacité de recyclage) à l'aide d'objectifs environnementaux en atteignant le niveau requis de prévalence.

Enfin, les relations entre la RFID et les déchets en sont encore à leurs balbutiements ; le chemin à parcourir est encore long : susciter la prise de conscience nécessaire ; évaluer la faisabilité technique, juridique et commerciale des nouvelles approches ; et susciter l'intérêt tout au long de la chaîne de valeur (par exemple, l'intérêt des concepteurs et des fabricants de RFID pour les utilisations en fin de vie des puces qu'ils fournissent, et la volonté du secteur des déchets de s'occuper de la conception et du déploiement des produits). Globalement, les perspectives sont prometteuses ; l'intérêt d'un bout à l'autre du cycle de vie des produits est susceptible de croître dans la mesure où la technologie progresse et la

gestion des déchets devient de plus en plus importante. En particulier, l'intérêt porté au recyclage par le biais de la RFID devrait augmenter du fait de la raréfaction des matériaux.

Il s'en suit qu'il est indispensable de continuer sur la voie de l'amélioration ; cela ne signifie pas qu'elle va se produire de manière automatique. Les preuves rassemblées lors des analyses documentaires, des cas d'utilisation et des études de cas, ainsi que lors des consultations auprès du public, identifient une série d'obstacles spécifiques qui doivent être éradiqués si l'on veut que se réalise tout le potentiel de la RFID dans le traitement des déchets. Sont impliqués pour partie les acteurs de l'industrie et des secteurs privés, mais ceux-ci n'agiront avec efficacité que si les conditions-cadres sont correctes. Afin de créer des conditions réglementaires, juridiques et économiques pertinentes, la Commission européenne doit prendre des mesures pour régler les questions suivantes :

- La mise à disposition de capitaux adaptés pour l'innovation et les investissements – ainsi que la volonté et la capacité des parties intéressées à développer des modèles techniques et commerciaux viables tout au long de la chaîne de valeur – est freinée par l'incertitude aux niveaux juridique et réglementaire, en particulier en ce qui concerne les responsabilités à l'égard des flux de déchets et de leur traitement, et par la multitude de Directives et d'autres règlements potentiellement applicables. Cette incertitude peut être largement amoindrie grâce à la rationalisation et l'harmonisation des règles concernées. En particulier, la Commission européenne pourrait souhaiter indiquer si les étiquettes RFID relèvent d'un instrument juridique unique ou de cadres multiples (notamment, par exemple, la nouvelle Directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)). Dans ce dernier cas, l'application des diverses Directives devrait être clarifiée par une série d'Actes Délégués ou d'autres instruments visant à donner effet à leurs conditions de manière cohérente et concertée dans le contexte particulier du traitement des déchets basé sur la RFID.
- L'élargissement des relations économiques tout au long du cycle de vie des produits crée des opportunités de réutilisation des informations fournies ou enregistrées sur les étiquettes RFID fixées sur des articles jetables et aide à la (nouvelle) conception et à la manipulation de ces articles en permettant de faire la lumière sur le comportement des parties intéressées et la performance du secteur des déchets. Cette possibilité exige la mise au point de nouveaux modèles de développement.
- Les étiquettes RFID, les objets sur lesquels elles sont apposées, et les installations d'élimination auxquelles elles sont à terme destinées, sont répartis partout dans le monde. La durabilité de l'amélioration des résultats au sein de l'Union européenne et la diffusion des bonnes pratiques et de la prise de conscience, qui trouvent leur origine en Europe et s'étendent dans toute l'économie mondiale, nécessitent des niveaux d'interopérabilité élevés ; ceux-ci sont à leur tour rendus plus efficaces et favorables à la concurrence grâce à l'élaboration de nouvelles normes internationales. La Commission européenne peut soutenir la standardisation mondiale (par exemple, en ce qui concerne le contenu et le format des informations stockées) en participant directement à des organismes de standardisation des conditions et en intégrant les exigences de standardisation dans

les programmes de développement économique et de R&D, ainsi que dans les prescriptions des appels d'offres publics.

- Comme indiqué ci-dessus, les enjeux dont traite le présent rapport surviennent dès le début du cycle de vie des produits, tandis que leurs effets se font ressentir en fin de cycle. Cette séparation entre les décisions (conception et déploiement) et les pratiques liées au traitement des déchets constitue un obstacle de taille à un progrès cohérent, durable et concerté. Cet obstacle est moindre dans certains cas d'utilisation ; par exemple, les processus opérationnels liés à la fin de vie de produits spécifiques, comme les équipements électriques et électroniques et les véhicules, pour lesquels des instruments juridiques dédiés (la DEEE ou les Directives relatives aux véhicules en fin de vie) imposent des frais aux fabricants et aux concepteurs. Le même principe de partage des frais et des responsabilités peut être étendu à d'autres domaines en élargissant les responsabilités à l'égard des produits en fin de vie aux fabricants, étant explicitement entendu que ces responsabilités peuvent être acquittées grâce à l'utilisation d'étiquettes RFID « éliminables dans le respect de l'environnement ». La faisabilité de ces dispositions serait améliorée par les données issues des vérifications et disponibles depuis les lecteurs d'étiquettes dans le secteur des déchets.
- Les enjeux relatifs à la protection de la vie privée et des données figurent en tête des obstacles « de moindre envergure » à une adoption plus large de la RFID, et en particulier à l'utilisation des technologies d'identification dans les politiques d'élimination des déchets (du simple suivi aux programmes d'incitations économiques). La CE peut prendre des mesures pour s'assurer que les spécificités de cette utilisation de la technologie RFID sont pleinement prises en compte dans l'examen continu des règles de protection des données et des parties associées du cadre réglementaire, ainsi que dans l'élaboration du cadre de gouvernance pour l'« Internet des Objets » dont les étiquettes RFID jouent un rôle primordial.

## Zusammenfassung (German Version)

---

RFID beeinflusst die Abfallwirtschaft auf zwei Ebenen. Als physikalische Objekte enthalten RFID Tags eine Vielzahl von Materialien, deren Rückgewinnung aus dem Abfall aus ökologischer Perspektive wünschenswert ist. Diese Materialien variieren in Abhängigkeit von der Art der Tags und ihre Bedeutung wird mit steigender RFID Tag Verwendung wachsen. Darüber hinaus können RFID Tags selber zur Effizienz von Verwertungsprozessen in verschiedenen Lebenszyklusphasen beitragen. Dies erstreckt sich über eine weit gefächerte Produktpalette von einfachen Objekten bis hin zu komplexen Produkten.

Die Risiken, die sich aus der ersten Ebene ergeben (z.B. die potentielle Verunreinigung von Abfallströmen) und ein möglicher Nutzen aus der zweiten Ebene wurden in spezifischen Zusammenhängen diskutiert und analysiert. Diese Studie hat zum Ziel, eine fundierte Abschätzung der Sachlage für die politische Diskussion zu liefern und lässt sich in zwei Teile gliedern:

- (1) Einordnung der Umwelteinwirkungen und des Einflusses von RFID Tags auf bestehende Abfallbehandlungswege sowie zusätzlich die Berücksichtigung von möglichen Recyclingoptionen der RFID Tags selbst
- (2) Ermittlung der ökologischen Vorteile/Nutzen von RFID Technologie in verschiedenen Stadien der Abfallverwertung

Jede Betrachtungsebene hat ihren eigenen Fokus, Zeitrahmen und politischen Kontext. Der übergeordnete Betrachtungsrahmen, auch bezüglich der politischen Folgeschritte und das Einbeziehen von identischen Beteiligten ermöglicht die Darstellung der übergeordneten Berührungspunkte.<sup>4</sup>

In Bezug auf den zeitlichen Rahmen wurde in der vorliegenden Studie die sukzessive Entwicklung von Langzeiteffekten betrachtet. Wie in Teil A der Studie gezeigt, werden wahrscheinlich kurzfristige Entwicklungen das Recycling von RFID-Tags durch neue Wege der Erkennung, Abtrennung und Verwertung beeinflussen. Mittel- und langfristig gesehen, können möglicherweise neue Typen von recycelbaren Tags und Methoden, wie diese aufgebracht werden, entwickelt werden, um das Recycling eines Großteils der Tags zu ermöglichen. Darüber hinaus kann eine Mischung verschiedener Identifikationstechniken sich dahingehend verändern, dass nun die Kosten (unter anderem

---

<sup>4</sup> Zum Beispiel Initiativen, die die Nutzung von RFID Tags zur Verbesserung von Verwertungsprozessen zum Ziel haben. Hierbei muss die Effizienzsteigerung die möglichen negativen Effekte überwiegen.

abfallwirtschaftliche und ökologische Kosten) in allen Lebenszyklusphasen eines Produktes sowie Leistungsmerkmale besser wiedergespiegelt werden. Gleichzeitig besteht die Erwartung, dass die derzeit heterogene Verteilung von Tags auf verschiedene Abfallbehandlungspfade, die aus den verschiedenen Abfallwirtschaftssystemen der EU Staaten resultiert, sich verringert, je weiter die nationale Umsetzung von EU-Rahmengesetzgebung voranschreitet.

Was den Gebrauch von RFID zur Verbesserung des Recyclings betrifft, lässt die Analyse im Teil B der Studie vermuten, dass sich die Entwicklungen kurzfristig durch die Einbeziehung von sich ausdehnenden und bereits existierenden Pilotanwendungen mit anderen Initiativen im Bereich der Abfallhandhabung beschreiben lässt. Gleichmaßen ist mit der Entwicklung neuer Methoden für den nutzbringenden Gebrauch von bestehenden Tags und darauf verfügbarer Daten bei der Abfallsammlung und –behandlung zu rechnen. Mittelfristig kann der Einsatz von RFID als Teil einer verbesserten Abfallhandhabung das Verhalten der Verbraucher, Geschäftsmodelle und sogar Branchenorganisationen verändern (z.B. Entstehung von Märkten und Akteuren im Bereich des intelligenten Umgangs mit Abfall und zugehöriger Daten oder Veränderungen der vertikalen Integration entlang des Produktlebenszyklus bis zum ‚End-Of-Life‘ (EOL)). Zudem ergeben sich für die Politik neue Möglichkeiten, insbesondere in Bezug auf die Rückverfolgbarkeit und das Messen von Abfallströmen. Aus einer langfristigen Perspektive betrachtet, könnten sich neue, ganzheitliche Systeme in der Abfallwirtschaft etablieren und ein integriertes Lebenszyklus-Management realisiert werden.

## **SCHLUSSFOLGERUNGEN UND POLITISCHE EMPFEHLUNGEN**

RFID in der EOL-Phase von Produkten steht immer noch am Anfang der Entwicklung. Der Gebrauch ist spärlich und kann gespeicherte Informationen in an Objekten befindlichen RFID-Tags nicht zuverlässig nutzen. Um Vorteile zu realisieren, ist es notwendig, einen solchen Gebrauch in der Entwicklungsphase von Produkten oder deren Verpackung zu berücksichtigen.

Die Notwendigkeit einer Einzelfallbetrachtung erwächst aus der Art und Weise in der aktuelle Anwendungsfälle mit RFID –Tags im Zusammenhang stehen, zu welchem Zweck die Tags verwendet werden, ob es sich um aktive oder passive Tags handelt und wie und wozu sie genutzt werden. Dieselben Aspekte definieren, welche Interessengruppen in der Wertschöpfungskette durch Entwicklungen und Investitionen teilnehmen und welche gesetzlichen Anforderungen bestehen.

Die Typen und Anwendungen von RFID-Tags entwickeln sich stetig weiter. Während es wichtig ist, Rechtssicherheit herzustellen um vorteilhafte Entwicklungen zu unterstützen, ist es ebenso wichtig, den Fortschritt nicht durch verfrühte oder unflexible Gesetzgebung mit starker Bindung an spezielle Technologien oder Anwendungsfälle zu hemmen oder zu verhindern. Der ‚Überhang‘-Effekt von solchen Vorschriften kann die Entwicklung neuer Anwendungsfälle und verbesserter Ansätze verhindern und sogar technische Innovationen ausbremsen.

Entsprechende Flexibilität kann gewährleistet werden durch die umfassende Einbeziehung aller Beteiligten an Rechtsfindung und Umsetzung und durch *ex ante* Bewertungsansätze, welche Risiken und Möglichkeiten von Technologie- und Marktszenarien sowie die

Eingliederung anpassungsfähiger Überwachungs- und Durchsetzungsstrategien in Betracht ziehen, um den Überblick über Entwicklungen und Auswirkungen sowohl innerhalb der EU als auch weltweit zu behalten. Zudem wird das optimale Gleichgewicht von Engagement und Flexibilität voraussichtlich in einem Kompromiss aus Selbstregulierung oder ergänzender Regulierung münden bzw. in zusätzlichen formellen gesetzlichen Maßnahmen für den Fall, dass die Selbstregulierung fehlschlägt oder dem Wettbewerb und/oder der Innovation einen größeren Schaden zufügt. Die RFID-Kennzeichnung von Komponenten komplexer Gebrauchsgüter zum Beispiel, könnte deren Wiederverwendung verbessern, wogegen sich Hersteller vorraussichtlich wehren werden. Somit sollte eine angemessene Vorgehensweise besprochen werden, in der alle Interessenvertreter in der Wertschöpfungskette berücksichtigt und darüber hinaus die EOL-Phasen in die Wertschöpfungskette integriert werden.

Damit Gesetzgebung die nötige Klarheit und Sicherheit schaffen kann, muss das Gleichgewicht zwischen anwendungsfall- bzw. geschäftsmodell-spezifischen Ansätzen und (globaler) Standardisierung und allgemeinen Richtlinien klar definiert sein. In den spezifischen Bereichen für den Eingriff in bzw. die Berücksichtigung von politischen Aspekten sollten die folgenden Punkte beachtet werden.

- **1. Ein gutes Verständnis dafür, wo Werte generiert werden und wo sie in der Wertschöpfungskette zum Tragen kommen**, was wiederum ein besseres Verständnis für den Ansatzpunkt von Investitionen und wie diese durch die Politik beeinflusst werden schaffen kann. Da Innovation und Anwendung hohe Vorlaufkosten sowie komplexe Kosten/Nutzen-Umverteilungen mit sich bringen können, muss eine effiziente Politik ausdifferenzierte Anreizsysteme schaffen und gleichzeitig deutlich genug sein, um unnötige oder verzerrende Risiken zu vermeiden.
- **2. Verständnis und Kontrolle der Auswirkungen von RFID-Tags auf die Abfallwirtschaft**: die Zusammensetzung von RFID-Tags kann die Rückgewinnung anderer Materialien beeinflussen. Die Aluminiumantennen von RFID-Tags können zum Beispiel die Menge und/oder Qualität von recyceltem Glas reduzieren, wenn sie nicht während des Prozesses abgetrennt werden. Am sinnvollsten erscheint die Entwicklung von Lösungen durch die Wirtschaftsbeteiligten, die Tags an ihren Produkten oder Verpackungen anbringen. Dies wird in den verschiedenen Anwendungsfällen variieren. Unter geeigneten Umständen könnte das Problem vermieden werden, indem die Tag-Anbringung bzw. Zusammensetzung angepasst wird (z.B. durch deren Einbindung in entfernbare Labels oder Flaschenverschlüsse anstatt direkt auf Flaschen oder Gefäßen). Dieser Ansatz erfordert die Beteiligung von Interessenvertretern der unterschiedlichen Bereiche der Abfallbehandlung. Entwicklung und Verwendung könnten durch Selbstregulierung und den Gebrauch von "Good Practice"-Vorschlägen unterstützt werden, oder falls dies fehlschlägt, durch Gesetzgebung.
- **3. Technische Anforderungen an RFID, um für EOL wirksam zu werden, beinhalten**: die Erfordernis, während der EOL-Phase funktionstüchtig zu sein, d.h. die Tags sollten weiterhin Informationen liefern, sogar nachdem Objekte Abfallbehandlungsprozessen zugeführt werden, bis die Informationen nicht weiter

verwendet werden können. Hierbei sollte gewährleistet werden, dass (spezifische) Informationen gegen die Einsicht durch nicht befugte Parteien geschützt werden. Besondere Empfehlungen umfassen: (i) Entwicklung zuverlässiger Technologie, um die Anforderungen an den Schutz der Privatsphäre durch Entfernen der Tag-Informationen zu unterstützen, oder diese unzugänglich zu machen oder alternativ einen Teil der auf dem Tag gespeicherten Informationen zu "verbergen". (ii) Die Entwicklung von Tags, in denen möglichst wenig Gebrauch von Materialien gemacht wird, die eine Verringerung der Rückgewinnung von den Objekten auf denen sie angebracht sind zur Folge haben. Dies kann beispielsweise durch druckfähige Elektronikkomponenten und/oder Methoden zu deren effektiven Entfernung erreicht werden, falls notwendig. Die Entwicklung druckfähiger Tags wurde in den letzten 5 Jahren vorangetrieben, jedoch steht eine zuverlässige Validierung der zukünftigen Nutzbarkeit noch aus.

- **4. Datenschutz und Sicherheit** wurden häufig als wichtige Aspekte hervorgehoben; diesen Bedenken könnte man entgegenwirken, indem den Betroffenen eine klare Möglichkeit geboten wird, RFID-Tags auszuwählen, die entfernt werden können oder die ganz oder teilweise zu deaktivieren sind. Alternative Lösungen könnten durch eine klare Zuweisung von Verantwortlichkeiten an spezielle Mitwirkende in der Wertschöpfungskette unterstützt werden (wie z.B. Tag-Hersteller oder Tag-Nutzer), entweder durch Verordnungen oder Selbstregulierung. Gleichmaßen besteht jedoch ein klarer Bedarf für eine sorgfältigere Berücksichtigung von Wegen, um einen zu rigorosen Datenschutz, der die Nutzeffekte einschränkt, zu vermeiden.

Es bedarf einer umfassenden, gesellschaftlichen Debatte über die allgemeine Verwendung von RFID, mit besonderem Augenmerk auf dessen möglichen nutzbringenden Beitrag in Produktlebenszyklen. Diese Debatte, welche sowohl technische Spezialisten als auch Endverbraucher miteinbeziehen muss, sollte zum Ziel haben, (1) die Funktionsweise zu verstehen – wie und zu welchem Zweck – Tags verwendet werden (und verwendet werden könnten); (2) welche Resultate sich daraus ergeben können und (3) wie diese Konsequenzen unser Verhalten und das Gemeinwohl beeinflussen. Erwägungen, die sich aus dem Gebrauch von RFID ergeben, sollten ebenfalls eine bedeutende Rolle in umfassenderen Debatten über Sicherheit und Datenschutz spielen; sollte man dies nicht ausreichend vorsehen, könnten breit angelegte, zukünftige Anwendungen von RFID dadurch beeinträchtigt werden – und im Realisierungsprozess zu potenziell schlechten Resultaten sowohl bezüglich des Datenschutzes als auch der Beeinflussung von Umweltaspekten führen.

- **5. Verbindlichkeit der auf dem Tag befindlichen oder online zugänglichen umweltrelevanten Informationen:** Informationen, die auf Tags gespeichert werden, könnten die Produktauswahl umweltbewusster und datenschutzrechtlich aufgeklärter Verbraucher beeinflussen und auch das Recycling von bestimmten Materialien oder Objekten stärker unterstützen. Es kann notwendig sein, dies (im Sinne der Ökodesign-Richtlinie) vorzuschreiben, um eine Kostenverzerrung zu unterbinden und Marktanreize (z.B. Wettbewerb bezüglich der Recyclingfähigkeit) durch Umweltziele zu schaffen.



Letztendlich befinden sich die Beziehungen zwischen RFID und Abfall immer noch in der Anfangsphase; es ist noch ein langer Weg: der Aufbau des nötigen Bewusstseins; Bewertung der technischen, gesetzlichen und wirtschaftlichen Machbarkeit neuer Ansätze und das Stimulieren des Interesses innerhalb der Wertschöpfungskette (z.B. das Interesse von RFID-Herstellern und Entwicklern am ‚End-of-Life‘-Gebrauch der Tags, die sie vertreiben und die Bereitschaft des Abfallsektors, sich auf die Produktentwicklung und -verwendung einzulassen). Insgesamt sind die Aussichten gut; das Interesse im ganzen Produktlebenszyklus wird voraussichtlich wachsen, da Technologieinnovationen voranschreiten und das Abfallmanagement zunehmende Bedeutung erlangt. Insbesondere wird erwartet, dass das Interesse an RFID-unterstützter Materialrückgewinnung steigen wird, da die Materialknappheit steigende Preise verursachen wird.

Dies schafft den Bedarf für kontinuierliche Verbesserungen, was nicht bedeutet, dass solche automatisch eintreten werden. Die Erkenntnisse, die man durch die Literaturrecherche, die Auswertung von Anwendungsfällen, die Fallstudienanalyse und die öffentliche Diskussion gesammelt hat, zeigen eine Reihe an speziellen Hindernissen, die überwunden oder umgangen werden müssen, wenn das gesamte RFID-Potenzial für die Abfallwirtschaft nutzbar gemacht werden soll. Die meisten Barrieren sind mit den Interessenvertretern industrieller und anderer, privater Sektoren verbunden, die jedoch nur effektiv handeln, wenn die Rahmenbedingungen stimmen. Um die entsprechenden regulativen, gesetzlichen und wirtschaftlichen Bedingungen zu schaffen, sollte die Europäische Kommission Maßnahmen zu folgenden Themenschwerpunkten ergreifen:

- Die Verfügbarkeit von geeignetem Innovations- und Investitionskapital und die Bereitschaft und Fähigkeit der Beteiligten, integrierte Technologie- und Geschäftsmodelle über die gesamte Wertschöpfungskette zu entwickeln, werden durch eine gesetzliche und regulative Unsicherheit behindert. Dies geschieht besonders in Bezug auf Verantwortung für Abfallströme und deren Verwertung sowie die Fülle an potenziell anwendbaren Richtlinien und anderen Vorschriften. Diese Unsicherheit kann größtenteils durch eine Rationalisierung und Angleichung der entsprechenden Regularien reduziert werden. Im speziellen sollte die Europäische Kommission spezifizieren, ob in Bezug auf RFID-Tags ein einzelnes Rechtsinstrument oder multiple Rahmengesetzgebungen (einschließlich der neuen ‚Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)‘ Richtlinie (Abfälle von Elektro- und Elektronikgeräten)) greifen. Im letzteren Fall sollte die Anwendung der unterschiedlichen Richtlinien durch eine Reihe delegierter Rechtsakte oder anderer Instrumente verdeutlicht werden, um den Anforderungen an eine gleichgerichtete und konsistente Behandlung von RFID-basierten Anwendungsfällen in der Abfallwirtschaft Gewicht zu verleihen.
- Die Ausweitung wirtschaftlicher Verknüpfungen entlang des Produktlebenszyklus schafft Möglichkeiten für die Weiterverwendung der zur Verfügung gestellten oder aufgezeichneten Informationen auf RFID Tags, die an zu entsorgenden Produkten angebracht sind. Diese Informationen können dazu verwendet werden, das (Re-)Design dieser Produkte zu unterstützen, ihre Handhabbarkeit (in der Abfallwirtschaft) zu verbessern und das Verhalten von Stakeholdern und die Leistungsfähigkeit des Abfallsektors zu beleuchten.

- RFID-Tags, die Objekte an denen sie angebracht sind und die Entsorgungseinrichtungen in denen sie enden, sind weltweit verteilt. Die Nachhaltigkeit der verbesserten Systemleistungsfähigkeit in der Europäischen Union und die Verbreitung von in Europa entstandener leistungsfähiger Praxis und Bewusstsein in der gesamten Weltwirtschaft erfordern ein hohes Maß an Interoperabilität. Diese kann effizienter und wettbewerbsfreundlicher durch die Schaffung globaler Standards gestaltet werden. Die Europäische Kommission kann die globale Standardisierung (z.B. bezüglich des Inhalts und Formats der gespeicherten Information) sowohl durch direkte Mitwirkung in Standardisierungsgremien, als auch durch die Integration von Standardisierungserfordernissen in Forschungs-, Entwicklungs- und ökonomische Förderprogramme und in die Anforderungen von öffentlichen Ausschreibungen gestalten.
- Wie oben bereits angemerkt, entstehen die Themen, mit denen sich diese Studie befasst, ganz am Anfang des Produktlebenszyklus, entwickeln ihre Auswirkungen jedoch erst ganz am Ende. Diese Separation von (Entwicklungs-) Entscheidungen und Abfallbehandlungspraktiken ist ein starkes Hindernis für einen beständigen, nachhaltigen und vernetzten Fortschritt. In einigen Anwendungsfällen ist das Hindernis geringer; z.B. bei Geschäftsprozessen in Bezug auf "End-of-Life" von speziellen Produkten, wie elektrischen und elektronischen Geräten und Fahrzeugen, bei denen bestimmte Rechtsinstrumente ("WEEE" und "End-of-Life Vehicle" (ELV) Richtlinien) Entsorgungskosten auf Hersteller und Entwickler umlegen. Das gleiche Prinzip der Kosten- und Verantwortungsaufteilung kann auf andere Bereiche ausgeweitet werden, indem die „End-of-Life“-Verantwortung verstärkt auf Hersteller ausgedehnt wird, mit der ausdrücklichen Vorgabe, dass diese Verantwortung durch den Gebrauch von ‚entsorgungsfreundlichen‘ RFID-Tags umgesetzt wird. Die Umsetzbarkeit solcher Vorschriften würde mittels verfügbarer Prüfinformationen durch Tag-Lesegeräte innerhalb des Abfallsektors unterstützt werden.
- Geheimhaltungs- und Datenschutzthemen sind wichtige „weiche“ Hindernisse für einen breiten RFID-Einsatz und insbesondere für die Verwendung von Identifikationstechnologien in der Abfallbehandlung (von der einfachen Nachverfolgung bis zu wirtschaftlichen Anreizsystemen). Die Kommission kann Maßnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass die Spezifika dieses Gebrauchs von RFID-Technologie vollständig in der laufenden Revision der Datenschutzrichtlinien und den dazugehörigen Teilen der gesetzlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden und dass der Leitrahmen für das „Internet der Dinge“, für das RFID-Tags eine so wichtige Rolle spielen, entsprechend entwickelt wird.