

## Ressourceneffizienz im ICT-Sektor Abschluss Bericht, November 2016

Autoren:

Andreas Manhart; Markus Blepp; Corinna Fischer; Kathrin Graulich;  
Siddharth Prakash; Rasmus Priess; Tobias Schleicher; Maria Tür



Öko-Institut e.V., Hauptquartier Freiburg: Postfach 17 71, 79017 Freiburg, Deutschland;  
Anschrift: Merzhauser Strasse 173, 79100 Freiburg, Deutschland  
[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

---

**Impressum** Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, Tel. +49 (0) 40/3 06 18-0, [mail@greenpeace.de](mailto:mail@greenpeace.de), [www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de) **Politische Vertretung Berlin**  
Marienstraße 19 – 20, 10117 Berlin, Tel. +49 (0)30/30 88 99-0 **V.i.S.d.P.** Manfred Santen **Gestaltung** Jo-Hendrik Hamann **Produktion** Ute Zimmermann 11/2016

# Hintergrund und Einleitung

Mobile elektronische Geräte wie Smartphones und Tablets sind feste Bestandteile unseres täglichen Lebens. Während sich Verbraucher an den Vorteilen der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien erfreuen, enthüllen NGOs immer wieder verheerende ökologische und soziale Praktiken im Bergbau sowie bei der Herstellung und Entsorgung von mobilen elektronischen Geräten. Nennenswert sind zum Beispiel UN-Berichte über Warlords, die sich über Bergbau und Handel mit High-Tech-Mineralien finanzieren; Berichte über die Umweltzerstörungen bei der Gewinnung von Kobalt, Zinn, Gold, Palladium und Seltenen Erden; unzumutbare Arbeitsbedingungen bei der Herstellung und Montage sowie unsachgemäßes Recycling und eine regelwidrige Entsorgung in Ländern der Dritten Welt. Darüber hinaus ist allgemein bekannt, dass einige Produktionsprozesse, wie die Herstellung von Mikrochips, große Mengen an Energie, Wasser und Chemikalien verbrauchen. Elektronische Geräte enthalten außerdem Stoffe, die nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit haben, wenn Sie am Ende ihrer Produktlebensdauer nicht sachgemäß behandelt und entsorgt werden.

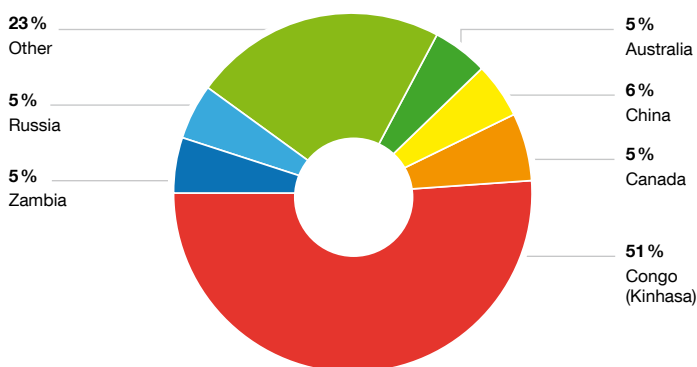
Vor diesem Hintergrund hat Greenpeace das Öko-Institut damit beauftragt, einen Überblick über die relevanten ressourcenbezogenen Fragestellungen bei Smartphones und Tablets zu erarbeiten. Ziel der Studie ist eine Analyse der vielfältigen ressourcenbezogenen Auswirkungen von Smartphones und Tablets, insbesondere im Hinblick auf deren Bedeutung für Umwelt und Menschenrechte. Die Studie soll darüber hinaus vorhandene Ansätze zur Bewältigung der als negativ identifizierten Auswirkungen vorstellen. Diese Ansätze sind Gegenstand der laufenden wissenschaftlichen und politischen Debatte.

Der Fokus der Studie liegt auf relevanten ressourcenbezogenen Prozessen, die im Lebenszyklus von Smartphones und Tablets eine Rolle spielen. Die Studie befasst sich somit ausschließlich mit Fragen, die den Ressourcenverbrauch betreffen. Andere ökologische Aspekte wie die Verwendung von Schadstoffen (wie bromierten Flammschutzmitteln, PVC) oder anderen Chemikalien und deren Emissionen im Produktlebenszyklus werden in dieser Studie nicht ausführlich behandelt. Auch die sozialen Bedingungen im Bergbau und bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Smartphones und Tablets stehen nicht im Fokus. Ausgehend von einer globalen Marktanalyse umfasst diese Studie die Gewinnung von Rohstoffen, die Herstellung von Bauteilen und Endgeräten sowie deren Anteil an den lebenszyklusbezogenen Auswirkungen der Geräte, eine Analyse der erwarteten Lebensdauer des Produkts und die entsprechende Debatte zum Thema Obsoleszenz sowie den Status und die Herausforderungen des Recyclings. Des Weiteren beinhaltet diese Studie eine Bewertung des rechtlichen Rahmens – insbesondere im europäischen Kontext – und freiwillige Initiativen. Das Freiburger Öko-Institut verfügt über umfangreiche Erfahrung und fundiertes Know-how in verwandten Bereichen wie Bergbau und Erzaufbereitung, Gefahrstoffe, Ökobilanzierung, Umweltzeichen und Recycling.

# Zusammenfassung der Studienergebnisse und Empfehlungen

Smartphones und Tablets sind wahrhaft globalisierte Produkte: Mit jährlichen Verkaufszahlen von insgesamt über einer Milliarde Geräten werden sie von den unterschiedlichsten Einkommensgruppen in allen Teilen der Welt genutzt. Auch die Rohstoffgewinnung und Herstellung folgen einem globalen Muster: Das Kobalt für die Batterien und das Tantal für die Kondensatoren stammen unter anderem aus der DR Kongo.

## Länderanteile der primären Kobalt-Produktion 2014



Source: U.S. Geological Survey (2015b)

Das Palladium für elektronische Bauteile kommt vor allem aus der russischen Stadt Norilsk und aus Südafrika, während das Silber, das u.a. für Lötlegierungen verwendet wird, aus Minen von allen Kontinenten der Welt stammt. Die Herstellung von technologisch anspruchsvollen Komponenten wie Prozessoren, Speicher-Chips und LCD-Panels ist von koreanischen, taiwanesischen, chinesischen und japanischen Unternehmen geprägt. Weniger anspruchsvolle Bauteile wie Kondensatoren und Induktoren werden auch in Thailand und Malaysia hergestellt. Die Montage der Geräte erfolgt oft in Ländern wie Brasilien, China, Indien und Korea. Diese Weltreise wird nach dem ersten Einsatz der Smartphones und Tablets fortgeführt: Da die Nachfrage nach erschwinglichen IT-Geräten in vielen Entwicklungsländern hoch ist, werden die Geräte oft in solche Regionen verbracht, wo sie ein zweites Produktleben beginnen oder als Quelle für Ersatzteile dienen.

Innerhalb dieser globalisierten Muster kommt in Bezug auf Smartphones und Tablets eine Vielzahl von Nachhaltigkeitsaspekten zum Tragen. Diese lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

- Die Gewinnung von Rohstoffen ist mit menschenrechtlichen Risiken verbunden. Das bekannteste Beispiel ist die Gewinnung von Rohstoffen in den östlichen Teilen der DR Kongo. Hier kontrollieren verschiedene bewaffnete Gruppen den lokalen Abbau von Zinn, Tantal, Wolfram und Gold und finanzieren dadurch ihre Aktivitäten. Andere Rohstofflieferketten der Elektronikindustrie sind ebenfalls anfällig für Menschenrechtsverletzungen. Dazu gehören die Beschaffung von Kobalt aus südöstlichen Teilen der DR Kongo und gewaltsame Arbeitskämpfe in südafrikanischen Platin- und Palladiumminen. Auch wenn die Gewinnung und Aufbereitung von Erzen nicht immer Hauptauslöser dieser sozialen Brennpunkte sind, sollte Verbrauchern und Produzenten bewusst sein, dass vielfach ein Zusammenhang zwischen den Lieferketten von Smartphones und Tablets und diesen Konflikten besteht.

- In vielen Regionen der Welt sind Bergbau und die Verarbeitung von Erzen eine der Hauptursachen für Umweltverschmutzung und -zerstörung. Aufgrund der großen Mengen an verkauften Smartphones und Tablets, hat dieser Industriezweig einen wesentlichen Anteil am Gesamtverbrauch von Materialien wie Kobalt, Palladium, Tantal, Silber, Gold, Indium und Magnesium. Die Gewinnung und Verarbeitung dieser und anderer Rohstoffe kann zu massiven lokalen Umweltverschmutzungen führen und die Gesundheit von Mensch und Umwelt stark beeinträchtigen.

- Die Herstellung von Smartphones und Tablets ist sehr energieintensiv – vor allem die Produktion von Display-Modulen, Leiterplatten und integrierten Schaltungen. Auf der Grundlage einer Reihe von Studien wird geschätzt, dass die lebenszyklusbasierten Treibhausgas-Emissionen eines Smartphones 16 bis 110 kg CO<sub>2</sub>e<sup>1</sup> betragen, während die Spanne bei Tablets zwischen 120 und 240 kg CO<sub>2</sub>e liegt. Diese großen Spannbreiten sind jedoch nicht unbedingt das Ergebnis „besserer“ oder „schlechterer“ Modelle, sondern sind überwiegend auf methodische Unterschiede zwischen den Ökobilanzstudien (z. B. in Bezug auf die Auswahl bestimmter Datensätze und Datenbanken und andere methodische Überlegungen zur Durchführung der Ökobilanz) zurückzuführen. Für beide Produktarten stellt die Herstellung die wichtigste Phase des Lebenszyklus in Bezug auf die eingesetzte Energie und die Treibhausgasemissionen dar. Die Relevanz anderer Lebenszyklusschritte wie Transport, Produktnutzung und End-of-Life-Management ist vergleichsweise geringer.

- Offenkundig besteht eine wesentliche Möglichkeit zur Reduzierung der gesamten ökologischen und sozialen Auswirkungen der Rohstoffgewinnung und Herstellung von Smartphones und Tablets darin, die Geräte so lange wie möglich zu nutzen. Dennoch ist zu beobachten, dass Smartphones und Tablets oft nicht länger als drei Jahre genutzt werden. In vielen Fällen ist der Grund für einen vorzeitigen Ersatz von Smartphones und Tablets nicht auf einen Defekt zurückzuführen. Viele dieser Produkte werden ersetzt, obwohl sie eigentlich noch funktionsfähig sind (psychologische Obsoleszenz). Kurze Innovationszyklen, Produktwerbung und die von den Netzbetreibern angebotenen Tarifmodelle scheinen in dieser Hinsicht die entscheidenden Einflussfaktoren zu sein.

1. CO<sub>2</sub>-Äquivalent oder CO<sub>2</sub>e ist die Bezeichnung für die Wirkung der anthropogenen „Treibhausgase“ zum Treibhauseffekt. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) dient hier als eine Basisgröße. Andere Treibhausgase werden mit ihrer Wirksamkeit auf das Klima in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet

· Auch die Entsorgung und Verwertung ausgedienter Smartphones und Tablets ist verbesserungsbedürftig. Obwohl verbindliche Rechtsinstrumente wie die RoHS-Richtlinien in der EU, China, Korea und Kalifornien die Verwendung relevanter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten weitgehend verbieten, gehen durch eine unzureichende Sammlung und Weiterverarbeitung weltweit große Mengen an Rohstoffen verloren. Darüber hinaus führen Recyclingpraktiken in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern zu erheblichen Umweltverschmutzungen, zum Beispiel infolge der häufig praktizierten offenen Verbrennung von Kabeln zur Wiedergewinnung von Kupfer. Diese Probleme werden noch durch den Export von gebrauchten Geräten und E-Schrott von Industrie- in Entwicklungsländer wie Ghana verschärft.

Im Vergleich zu anderen Bereichen unseres täglichen Verbrauchs erscheinen viele der angegebenen Auswirkungen – solange sie auf einzelne Geräte bezogen werden – moderat: während die lebenszyklusbezogenen Treibhausgasemissionen eines Smartphones jährlich mit ca. 37 kg CO<sub>2</sub>e Emissionen zu Buche schlagen, und ein Tablet rund 80 kg CO<sub>2</sub>e verursacht (wobei darin keine Netzwerknutzung oder Dienstleistungen von Rechenzentren wie zum Beispiel Online-Speicherdienste oder Videostreaming enthalten sind), betragen die durchschnittlichen jährlichen lebenszyklusbezogenen Treibhausgasemissionen einer Waschmaschine oder eines Fernsehers rund 150 kg bzw. 307 kg CO<sub>2</sub>e. Darüber hinaus sollte im Hinblick auf den Gesamtmaterialverbrauch berücksichtigt werden, dass Geräte wie Fernseher und Autos mit einem höheren Verbrauch an nicht-erneuerbaren Rohstoffen verbunden sind als Smartphones und Tablets.

Diese Gegenüberstellung sollte jedoch nicht als Rechtfertigung dafür herangezogen werden, wie gewohnt fortzufahren und die in diesem Bericht geschilderten Probleme für irrelevant zu erklären. In der Summe sind die Auswirkungen aufgrund der Größe des Weltmarktes für Smartphones und Tablets signifikant. Verschiedene freiwillige und verbindliche Ansätze wie Vor-Ort-Projekte zur Verbesserung der Bedingungen im handwerklichen Kleinbergbau, die Beschränkung gefährlicher Stoffe (RoHS), Vorschriften zur ordnungsgemäßen Entsorgung und Verwertung sowie Effizienzsteigerungen bei den Fertigungstechnologien haben in den letzten Jahren bereits zu deutlichen Verbesserungen geführt. Verbraucher, Industrie und Politik sind aufgefordert, diesen Weg fortzusetzen und sich um nachhaltigere Lebenszyklen von elektronischen Geräten zu bemühen.

Aus heutiger Sicht sind die wichtigsten möglichen Maßnahmen zur weiteren Verringerung nachhaltigkeitsbezogenen Auswirkungen von Smartphones und Tablets:

### Verstärkte Anstrengungen im Bereich des nachhaltigen Bergbaus

Die Elektronikindustrie sollte ihre Bemühungen in erster Linie auf die Lieferketten solcher Materialien konzentrieren, an deren Gesamtweltverbrauch elektronische Geräte einen ausgesprochen hohen Anteil haben (z. B. Kobalt, Silber und andere). Im Allgemeinen sollten diese Bemühungen über einen de-facto Boykott zur Vermeidung nicht-nachhaltiger Herstellungsbedingungen hinausgehen, und durch Industriepartnerschaften zur Erhöhung des globalen Anteils an nachhaltig geförderten Rohstoffen ergänzt werden.

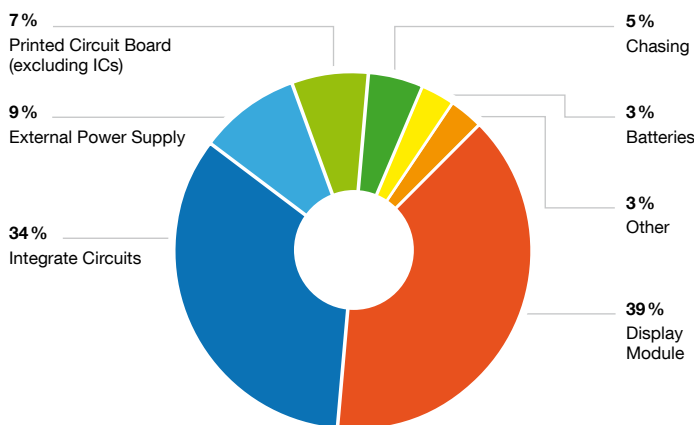
### Menschenrechtliche Sorgfaltspflicht (Due Diligence)

Der Bergbau und die Verarbeitung von Erzen, aber auch die arbeitsintensiven Montageprozesse gehen bekanntermaßen mit verschiedenen Risiken im Hinblick auf die Einhaltung der Menschenrechte einher. Beispiele dafür sind die Finanzierung von Konflikten und Verstöße gegen die Kernkonventionen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO). Hersteller sollten diese Probleme aktiv angehen, insbesondere durch Umsetzung umfassender Sorgfaltspflichten- und Maßnahmen in Bezug auf die Menschenrechte in den Lieferketten. Dieser Ansatz fügt sich in den Rahmen der Leitprinzipien der Vereinten Nationen für Wirtschaft und Menschenrechte ein. Dieser ruft explizit Unternehmen dazu auf, im Einflussbereich ihrer Geschäftstätigkeit die Menschenrechte zu schützen, zu respektieren und bei Verstößen wirksame Abhilfe zu schaffen.

### Kontinuierliche Verbesserung beim Energie- und Chemikalieneinsatz in der Herstellung

Eine geringe Zahl von Komponenten wie Arbeitsspeicher (RAM), Leiterplatten und Display verursachen fast 80 Prozent der gesamten produktionsbezogenen Treibhausgasemissionen. Angesichts der sehr komplexen Lieferketten von Smartphones und Tablets sollte vor allem mit den Lieferanten dieser Komponenten an Verbesserungen gearbeitet werden. Energieeffiziente Reinraumtechnologien, eine angemessene und effiziente Nutzung von Druckluft, energieoptimierte Lötprozesse und Kühltechnologien, die Minimierung von PFC-Emissionen sowie Substitution und optimierter Einsatz von Lösungsmitteln auf Basis flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sind einige innovative Ansätze, die in der Lieferkette umgesetzt werden können. Ein wesentlicher Schlüssel zum Erfolg wäre dabei, zusammen mit den Lieferanten Monitoring-Systeme einzusetzen, mithilfe derer Einsparungen beim Energieverbrauch und den Treibhausgasemissionen gemessen und beobachtet werden können.

Anteile von Komponenten an Treibhausgas-Emissionen (kg CO<sub>2</sub>e) in der Produktion eines Tablets



Source: based on Teehan und Kandlikar (2013)

## Durchführung und Veröffentlichung aussagekräftiger und transparenter Ökobilanzen

Die Aussagekraft öffentlich kommunizierter Ökobilanzergebnisse hängt stark von der Qualität der Durchführung der Ökobilanz sowie der transparenten Darstellung der zugrunde liegenden Annahmen, Entscheidungen und Daten ab. Diese Aspekte sind wichtige Indikatoren für die Qualität eines jeden Ökobilanzprojekts. Unternehmen sollten bei der Erstellung von Ökobilanzen alle Anforderungen der Norm ISO 14044 einschließlich der Anforderungen an die Durchführung von Critical Reviews erfüllen, und außerdem darüber hinausgehende Sektor-spezifische Regelungen berücksichtigen. Die Interpretation der Ergebnisse ist dabei möglichst transparent zu gestalten. Die Initiative der Europäischen Kommission, die auf die Normen ISO 14040 und 14044 gründet, und darauf abzielt, alle Entscheidungspunkte zur Maximierung der Vergleichbarkeit und Aussagekraft der Ergebnisse zu präzisieren, ist in dieser Hinsicht nennenswert. Die Initiative und die Erarbeitung von Rechtsvorschriften sind noch nicht abgeschlossen, könnten jedoch möglicherweise Impulse zu einer breiteren Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Ökobilanzdaten liefern. In der Zwischenzeit wird Unternehmen geraten, Ökobilanzen für ihre wichtigsten Produkte, die einen wesentlichen Anteil an ihrem Gesamtverkaufsvolumen ausmachen sowie für maßgebliche Produktentwicklungsphasen, wie zum Beispiel die Konzeption eines neuen Produktes oder Auswahl der Materialien oder Lieferanten, durchzuführen.

## Weitere Verringerung von Gefahrstoffen

Obwohl verschiedene gesetzgeberische Bemühungen weltweit zu einer deutlichen Reduzierung von Schadstoffen in Elektronikgeräten geführt haben, sind Geräte wie Smartphones und Tablets immer noch nicht frei von solchen Chemikalien. Es sind also weitere Anstrengungen erforderlich, die über die aktuellen gesetzlichen Anforderungen hinausgehen. Dies könnten unter anderem die weltweite Anwendung der Chemikalienbewertung unter REACH sein sowie die Unterstützung von Initiativen der Elektronikhersteller. Nicht zuletzt sollten weitere, über den Rahmen von RoHS hinausgehende Anstrengungen in Bezug auf das Verbot gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten unternommen werden.

## Förderung einer längeren Nutzung des Produkts durch Änderungen im Produktdesign und den Geschäftsmodellen

Die Verlängerung der Produktlebensdauer ist eine Strategie, die entscheidend zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und der damit verbundenen ökologischen und sozialen Auswirkungen beitragen kann. Einer der wichtigsten Hebel, um die Nutzungsdauer der Produkte zu erhöhen, sind die von Dienstleistern angebotenen Geschäftsmodelle. Anstatt jeweils neue Smartphone-Modelle auszuliefern, sobald Verträge nach 12 oder 24 Monate verlängert oder erneuert werden, sollten Anreizsysteme für die Weiternutzung der vorhandenen Modelle geschaffen werden. Gleichzeitig könnten Dienstleister und Hersteller den Ersatz älterer Modellen durch Rücknahmemechanismen ergänzen. Hierbei muss eine sichere Datenlöschung und -übertragung auf das neue Modell ebenso garantiert werden wie die Instandsetzung und der Weiterverkauf der zurückgegebenen Geräte. Aus Perspektive des Produktdesigns ist wichtig, dass zumindest diejenigen Komponenten, die entscheidend für die Beschränkung der Nutzungsdauer von Smartphones und Tablets sind, austauschbar und erweiterungsfähig sind. Dabei handelt es sich um Akkus, Display, Arbeitsspeicher und Speichermedium. Auf der anderen Seite muss beachtet

werden, dass ein höherer Grad an Modularität von Smartphones und Tablets nicht gegenläufige Effekte, wie zum Beispiel eine erhöhte Störanfälligkeit bewirken sollte. Daher ist es wichtig, dass sowohl modulare Produkte als auch andere Geräte umfassenden Haltbarkeitsprüfungen, auch unter extremen Einsatzbedingungen, unterzogen werden, um niedrigere Ausfallraten zu gewährleisten. Weitere Möglichkeiten für Designänderungen sind standardisierte Ladeschnittstellen. Einheitliche Ladegeräte sind nicht nur praktisch für den Verbraucher, sondern können auch dazu beitragen, die Produktionsvolumina neuer Ladegeräte, die in der Regel mit jedem neu gekauften Smartphone und Tablet ausgeliefert werden, zu reduzieren. Obwohl die Normen und Technologien für solche konzeptionellen Änderungen bereits existieren, wurden sie noch nicht auf breiter Ebene umgesetzt.

## Ein Produktdesign, das umweltgerechtes Recycling erleichtert

Dieser Aspekt ist insbesondere für die Batterien relevant, die in der Regel nennenswerte Kobaltkonzentrationen enthalten. Zum Zwecke einer umweltgerechten Verwertung müssen die Batterien aus den Geräten entnommen und einem speziellen Recycling zugeführt werden. Akkus von Smartphones und Tablets sind eine der wichtigsten Anwendungen von Kobalt, das zumindest teilweise unter sehr zweifelhaften Bedingungen in der DR Kongo abgebaut wird. Da die meisten Recyclingvorgänge von schnellen und effizienten Prozessen abhängen, sollte ein ideales Design die manuelle Batterieentnahme ohne den Einsatz von Werkzeugen und innerhalb weniger Sekunden erlauben. Es sollte jedoch grundsätzlich sichergestellt werden, dass solche Konstruktionsänderungen die Produkthaltbarkeit nicht negativ beeinträchtigen.

## Bessere Wiederverwendung und Recycling durch verbesserte Rücknahmesysteme für Altgeräte

Dies bedeutet insbesondere, dass kleine elektronische Geräte wie Smartphones und Tablets getrennt von anderen Abfällen und Arten von E-Schrott wie zum Beispiel Haushaltsgeräten gesammelt werden. Die Sammlung sollte dabei so organisiert sein, dass sie dem Verbraucher eine sichere und bequeme Entsorgung seiner Geräte erlaubt. Darüber hinaus sollten das Sammelgut so gelagert und transportiert werden, dass möglichst wenig zusätzliche Schäden an den Geräten entstehen. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, einzelne Geräte einer Wiederverwendung zuführen zu können. In vielen Regionen der Erde besteht Optimierungsbedarf hinsichtlich der Recyclingprozesse für Smartphones und Tablets. Während in vielen Industrieländern eine Verbesserung bei der Demontage zu einer besseren stofflichen Verwertung beitragen kann, fehlt den meisten Entwicklungsländern und Schwellenländern noch die Kapazität für ein umweltgerechtes Recycling. Um diese Situation zu bewältigen, sind aufeinander abgestimmte globale Anstrengungen erforderlich. Gleichzeitig müssen illegale Verbringungen von Abfällen so weit wie möglich unterbunden werden. Strategien zur Stärkung der Recyclingsysteme in Entwicklungs- und Schwellenländern sollten sich nicht nur auf den Transfer von Recyclingtechnologien beschränken. Vielmehr sollten Finanzierungsmechanismen gefördert werden, mit Hilfe derer sich ordnungsgemäß arbeitende Recyclingbetriebe gegenüber der unsachgemäßen Recyclingindustrie wirtschaftlich behaupten können. Denn unsachgemäß arbeitende Betriebe wälzen wesentliche Kosten auf die Gesellschaft ab und sind somit im freien Wettbewerb wirtschaftlich derzeit meist im Vorteil.

