

Wie viel Recycling wollen wir uns leisten?

Im Recycling von Gütern ist vieles möglich - doch nicht alles ist auch wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll. Ein neu entwickelter Kosten-Nutzen-Indikator hilft abzuschätzen, wie hoch die Ökoeffizienz der zusätzlich eingesetzten Geldmittel für eine bestimmte Recyclingmassnahme ist.

Von Rainer Bunge

Im Bereich der Abfallwirtschaft nimmt die Schweiz eine Vorreiterrolle ein. Rund die Hälfte der jährlich anfallenden Siedlungsabfälle wird in Recyclingsystemen erfasst und stofflich verwertet. Der Rest wird in Kehrichtverbrennungsanlagen KVA verbrannt, also thermisch verwertet.

Was nicht stofflich verwertet werden kann, muss durch Primärrohstoffe bereitgestellt werden. Die Gewinnung von Primärrohstoffen ist im Allgemeinen ökologisch nachteilig, aber wirtschaftlich gewinnbringend. Durch das Recycling von Materialien wird daher, im Vergleich zur Primärrohstoffgewinnung, ein Nutzen für die Umwelt erzielt.

Beim Recycling unterscheiden wir zwischen marktwirtschaftlich und gesetzgetriebenen Systemen. Ein Beispiel für ein marktwirtschaftlich angetriebenes System ist das Altpapierrecycling (linker oberer Quadrant in Abb. 1). Obwohl ökologisch besser als die Mitverbrennung in der KVA bedarf dieses Recycling weder einer gesetzlichen Vorgabe noch einer finanziellen Unterstützung, weil die Verwertungskosten des Altpapierrecyclings tiefer liegen als die Kehrichtsackgebühr. Ein Beispiel für die «marktgetriebene Entsorgung» (linker unterer Quadrant) ist die private Kehrichtverbrennung, die zwar billiger ist als eine industrielle Kehrichtverbrennung, aber wesentlich mehr

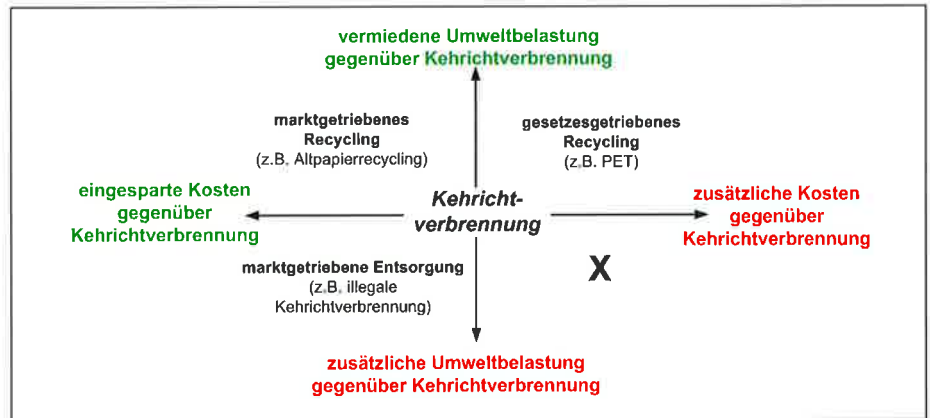


Abb. 1: Schematische Darstellung von Umweltmassnahmen im Spannungsfeld von Kosten und ökologischem Nutzen. Als Referenzszenario dient hier die Kehrichtverbrennung.

Umweltbelastung verursacht und daher verboten ist. Ein Beispiel für das gesetzgetriebene Recycling ist die stoffliche Verwertung von PET-Flaschen, wobei die Mehrkosten gegenüber der Mitverbrennung in der KVA einen zusätzlichen ökologischen Nutzen erkaufen.

Wirtschaftliche Optimierung

Angenommen, bei dem in Abb. 2 oben dargestellten Prozess ginge es um die Verwertung von Elektrokleingeräten (EKG), die ansonsten via Kehrichtsack in die KVA entsorgt würden. Die Geräte bestehen im Wesentlichen aus Kunststoffen und Metallen. Der Erlös für den Verkauf der Wertstoffe (Metalle und Kunststoffe) steigt, wie in Abb. 2 grün dargestellt, linear mit dem Rückgewinnungsgrad an - für doppelt so viel zurückgewonnene Wertstoffe erhält man einen doppelt so hohen Wertstofflös.

Je mehr Metalle und Kunststoffe aus den Elektrokleingeräten in rezyklierbarer Qualität gewonnen werden sollen, umso höher ist allerdings der technische Aufwand und umso höher sind die Kosten für das Recycling (rot dargestellt). Die Kosten steigen daher exponentiell mit dem Rückgewinnungsgrad an. Die Differenz ist der betriebswirtschaftliche Gewinn (blau dargestellt). Dieser ist bei dem Rückgewinnungsgrad maximal, bei dem die Differenz zwischen Kosten und Erlös maximal ist.

Ökologische Optimierung

Der ökologische Nutzen des Elektrokleingeräte-Recycling gegenüber der Entsorgung via KVA lässt sich durch «eingesparte Umweltbelastungspunkte» quantifizieren. Wie in Abb. 2 unten dargestellt, steigt der ökologische Nutzen linear mit der zurückgewonnenen Wertstoffmenge an. Der ökologische Aufwand steigt hingegen exponentiell an, denn um den Rückgewinnungsgrad der Wertstoffe gegen 100 % zu treiben, müssen auch Materialien, die im innigen Verbund miteinander vorliegen, voneinander getrennt werden, etwa miteinander verklebte Kunststoff-Metall-Komposite. Dies ist nicht nur sehr teuer (Abb. 2 oben), sondern auch ökologisch schlechter als die Bereitstellung der Wertstoffe aus Primärrohstoffen (Abb. 2 unten). Ebenso wie bei der wirtschaftlichen Betrachtungsweise führt auch die Kurve für den «ökologischen Gewinn» durch ein Maximum. Eine «Zero-Waste-Economy» durch überrissenes Recycling erzwingen zu wollen, ist folglich nicht nur wirtschaftlich, sondern auch ökologisch wenig sinnvoll.

Da das marktgetriebene «betriebswirtschaftliche Optimum» in aller Regel bei niedrigeren Rückgewinnungsraten liegt als das «ökologische Optimum» (siehe Abb. 2), würde ein Recycling über das «wirtschaftliche Optimum» hinaus nicht stattfinden. Daher greift der Gesetzgeber in die Marktwirtschaft ein, wenn er den Eindruck hat, dass der ökologische Zu-

RAINER BUNGE

Professor für Umwelttechnik, UMTEC Hochschule für Technik Rapperswil

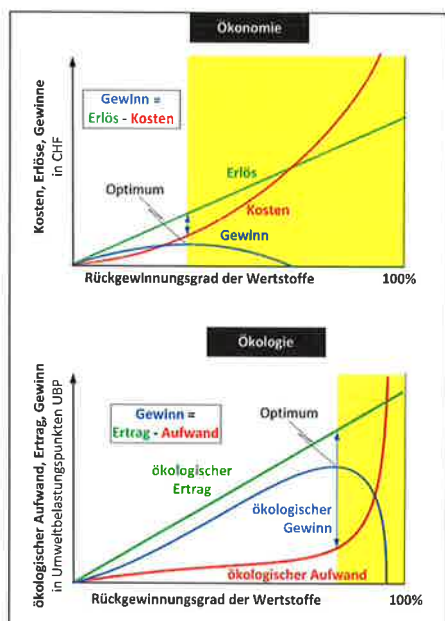


Abb. 2: Oben: Der kumulative Erlös steigt linear mit dem Rückgewinnungsgrad an, die kumulativen Kosten steigen hingegen exponentiell an. Unten: Der kumulative ökologische Ertrag (gegenüber der Verbrennung eingesparte Umweltbelastungspunkte UB) steigt linear mit dem Rückgewinnungsgrad an, der kumulative ökologische Aufwand hingegen exponentiell. Der ökologische Gewinn (Ertrag-Aufwand) durchläuft folglich ein Maximum beim ökologisch optimalen Rückgewinnungsgrad. Rückgewinnungsgrade im gelben Bereich sind ökologisch nicht sinnvoll.

gewinn zusätzliche Kosten rechtfertigt. Dies führt zu einem Szenario wie im oberen rechten Quadranten von Abb. 1 skizziert. Bei einem solchen Eingriff stellt sich allerdings die Frage nach der «wirtschaftlichen Tragbarkeit».

Was ist «wirtschaftlich tragbar»?

Ob eine «gesetzlich erzwungene» Erhöhung der Rückgewinnungsraten «wirtschaftlich tragbar» ist, also ob die Zusatzkosten durch den ökologischen Zugewinn gerechtfertigt werden können, gibt immer wieder Anlass zu Diskussionen. Diese werden häufig nicht auf Fakten abgestützt, sondern verlaufen entlang den bekannten politischen Leitplanken, wobei die eine Seite mit dem ökologischen Zugewinn argumentiert, während die andere Seite die hohen Kosten dagegen hält.

Als Alternative und Orientierungshilfe haben wir einen Kosten-Nutzen-Indikator entwickelt, den SEBI (specific-eco-benefit-indicator). Hierbei wird der zusätzliche ökologische Ertrag einer Recyclingmass-

nahme (z.B. gegenüber der Kehrichtverbrennung) durch die zusätzlichen Kosten geteilt. Der SEBI erhält damit die Einheit «gegenüber dem Referenzszenario eingesparte Umweltbelastungspunkte pro zusätzlich ausgegebenem Schweizer Franken» (eUBP/CHF). Um einen Überblick über das Kosten-Nutzen-Spektrum von etablierten Schweizer Recyclingmassnahmen zu erhalten, haben wir die SEBI für ausgewählte Beispiele durchgerechnet. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dargestellt. Das Kosten-Nutzen-Effizienzspektrum umspannt einen Bereich von circa 1000 eUBP/CHF bis ca. 15000 eUBP/CHF, also einen Faktor von etwa 15. Eine hohe Ökoeffizienz (=grosser SEBI) wird durch die metallischen Verpackungsmaterialien Aluminium und Weissblech und das Elektroschrottreycling (SENS) erreicht. Im mittleren Bereich ist das Recycling von Elektronik (SWICO), Leuchten und Leuchtmitteln sowie PET angesiedelt. Bei tiefen SEBI liegt das Recycling von Haushaltsbatterien, Getränkekartons und Alu-Kaffeekapseln.

Ineffizientes Recycling wieder abschaffen?

Einen vergleichsweise tiefen SEBI hat das Recyclingsystem für Alu-Kaffeekapseln. Eine Kritik an diesem System wäre jedoch insofern fehlgeleitet, als das Recycling der Kapseln privatwirtschaftlich abgewickelt wird, also keine Unterstützung durch gesetzliche Auflagen in Anspruch nimmt. Auch das Batterierecycling hat einen tiefen SEBI. Historisch bedingt wurde die Separatsammlung von Batterien hauptsächlich wegen des Quecksilbers initiiert. Durch das mittlerweile durchgesetzte

Quecksilberverbot in Batterien ist, bei etwa konstanten Kosten, der Umweltnutzen des Batterierecyclings gegenüber der Verbrennung in der KVA massiv eingebrochen. Sollen wir also das Batterierecycling wieder abschaffen? Vorsicht: Der SEBI ist nicht dazu geeignet, bereits etablierte Umweltmassnahmen in Frage zu stellen. Würde nämlich die Massnahme mit der aktuell geringsten Effizienz im Nachhinein abgeschafft, so könnte mit der gleichen Argumentation anschliessend die Massnahme mit der bislang zweitgeringsten Effizienz eliminiert werden, und so fort, bis nur noch die effizienteste Massnahme übrig bliebe.

Das Recycling von separat gesammelten Getränkekartons hätte, gemäss unseren überschlägigen Abschätzungen, einen ähnlich tiefen SEBI wie das Batterierecycling. Im Unterschied zum Batterierecycling ist jedoch das Recycling von Getränkekartons in der Schweiz noch nicht eingeführt. Erhärten sich unsere Abschätzungen, müssten zur gesetzlich unterstützten Einführung einer Separatsammlung von Getränkekartons besondere Argumente angeführt werden, warum diese vergleichsweise wenig effiziente neue Massnahme dennoch unterstützt werden sollte. Einer privatwirtschaftlich finanzierten Separatsammlung von Getränkekartons stünde jedoch nichts im Wege. In diesem Fall würden die oben für Alu-Kaffeekapseln ausgeführten Betrachtungen gelten.

Wir regen an, in Zukunft den SEBI als Orientierungshilfe für umweltrelevante politische Entscheide zu verwenden. Dies insbesondere bei der aktuellen Diskussion um die separate Sammlung und Verwertung von Kunststoffen. ■

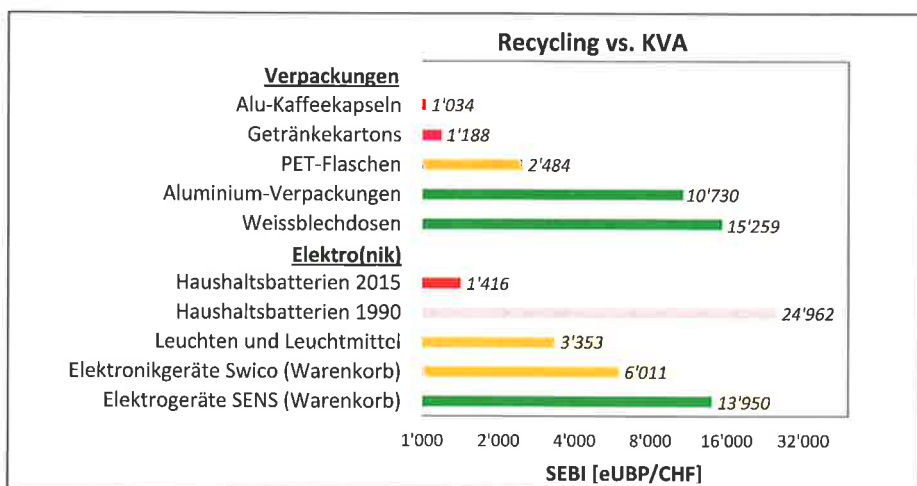


Abb. 3: SEBI verschiedener Recyclingsysteme. Das Referenzszenario ist in allen Fällen die Kehrichtverbrennung.