



€CO2-Management Sub3 Sozioökonomische Begleitforschung Synthesebericht

Februar 2013

Sebastian Seebauer
Angelika Wolf

*Wegener Center für Klima und Globalen Wandel
Karl-Franzens-Universität Graz*

Reinhard Ungerböck

Grazer Energieagentur GmbH

Daniel Steiner
Andreas Türk

Joanneum Research GmbH Resources

Jürgen Suschek-Berger
Wibke Tritthart

*Interuniversitäres Forschungszentrum für
Technik, Arbeit und Kultur*

Michael Ornetzeder

*Institut für Technikfolgenabschätzung
Akademie der Wissenschaften*

Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.



1 Projektdesign

Das Projekt „€CO₂-Management Begleitforschung“ (Subprojekt 3) ist eines von drei Teilprojekten des vom Klima- und Energiefonds geförderten Leitprojekts €CO₂-Management. Im Rahmen des Leitprojekts wurden Potenziale zur CO₂-Reduktion auf Haushaltsebene mittels Smart Metering untersucht. Die Ziele der Begleitforschung umfassten die inhaltliche Unterstützung und Beratung des Leitprojekts sowie die wissenschaftliche Begleitung und Evaluierung des Feldversuchs.

In Subprojekt 1 wurden auf Basis eines digitalen Stromzählers die technischen Voraussetzungen für die Erfassung, visuelle Aufbereitung und Weiterleitung verbrauchsbezogener Daten auf Haushaltsebene geschaffen.

In Subprojekt 2 wurde das im Projekt entwickelte Maßnahmenpaket, bestehend aus

- einer persönlichen Vor-Ort-Energieberatung,
- einer schriftlichen Energiesparbroschüre,
- einem Webportal zur Selbstanalyse,
- einem In-Home-Display, angezeigt auf einem iPod,
- einer Öko-Steckdose mit Mess- und Steuerungsmöglichkeit einzelner Elektrogeräte,
- einem tageszeitlich gestaffelten 3-stufigen Stromtarifmodell sowie
- der abschließenden Ausgabe von Emissionszertifikaten

implementiert und im Rahmen eines einjährigen Feldversuchs in 253 Haushalten in den Regionen Klagenfurt, Graz und in der Oststeiermark getestet.

In Subprojekt 3 wurden die tatsächlichen Energie- und CO₂-Einsparungen in der Testphase, sozioökonomische Wirkungen und Folgewirkungen, die NutzerInnenfreundlichkeit der eingesetzten Geräte, die möglichen Wirkungen auf das NutzerInnenverhalten und die individuellen Motive und Entscheidungsgründe für energierelevantes Verhalten untersucht. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit der Generierung von Emissionszertifikaten analysiert und ein entsprechendes Business Modell erarbeitet.

Für die Evaluierung des Feldversuchs wurden die gemessenen Verbrauchswerte ausgewertet, die teilnehmenden Haushalte vor und nach dem Feldversuch mittels standardisiertem Fragebogen befragt, qualitative Interviews mit ausgewählten TestteilnehmerInnen (persönlich und per Telefon) und beteiligten ExpertInnen durchgeführt sowie Fokus-Gruppendiskussionen mit TestteilnehmerInnen abgehalten.

2 Zentrale Ergebnisse

Durchschnittliche Stromeinsparungen von 4,8 Prozent

Die im Testzeitraum gemessenen Verbrauchsdaten zeigen, dass bei den Testhaushalten durch den Einsatz des oben genannten Maßnahmenpakets signifikante Stromverbrauchsreduktionen erreicht werden können. Im Durchschnitt (Mittelwert aller prozentuellen Einsparungen) liegen die erzielten Einsparungen bei 6,8 Prozent des Jahresstromverbrauchs. Unter Berücksichtigung eines Trends zu rückläufigem Stromverbrauch der Kleinkunden von rund 2 Prozent pro Jahr ergibt sich ein Nettoeffekt durch €CO₂-Management von 4,8 Prozent. Damit liegen die Ergebnisse von €CO₂-Management etwa im Mittelfeld vergleichbarer internationaler Feldversuche mit Stromverbrauchsmonitoring, die Einsparungen zwischen 3 und 10 Prozent ausweisen.

Einsparungen von 201 kg CO₂ pro Haushalt

Sämtliche durch digitale Zähler erfassten Verbrauchsänderungen im Rahmen des Pilotprojekts (elektrische Energie bei 253 Testhaushalten sowie Erdgas bzw. Fernwärme in 11 Testhaushalten) entsprechen einer durchschnittlichen CO₂-Einsparung von rund 201 kg CO₂ pro Haushalt (bereinigt nach Heizgradtagen). Prozentuell bedeutet dies im Durchschnitt eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 8,5 Prozent der jährlichen Emissionen. Berücksichtigt man nur Haushalte, die im Messzeitraum Energieeinsparungen verzeichnen konnten (177 Testhaushalte), so beträgt die durchschnittliche CO₂-Einsparung pro Haushalt rund 438 kg CO₂. Bei Zertifizierung dieser Menge an CO₂ und bei einem angenommenen Erlös der Mikroemissionszertifikate von € 20,- pro Tonne CO₂ könnte durchschnittlich pro Jahr und Haushalt ein Betrag von € 8,60 lukriert werden.

Einsparungen und Verbrauchssteigerungen variieren stark zwischen einzelnen Haushalten

In Übereinstimmung mit vergleichbaren internationalen Feldversuchen zeigen die Ergebnisse in €CO₂-Management, dass unter den Testhaushalten nicht nur Einsparungen, sondern auch Verbrauchssteigerungen zu verzeichnen sind. Weiters variieren die Veränderungen stark zwischen den Testhaushalten: Haushalten mit Einsparungen von über 30 Prozent stehen Haushalte mit Steigerungen von mehr als 30 Prozent gegenüber. Dieses Ergebnis deutet zum einen darauf hin, dass das Ausmaß der Verbrauchsänderung von Faktoren beeinflusst wird, die nur bedingt von den Haushalten kontrolliert werden können (geänderte Lebensumstände, Veränderung der Haushaltsgröße etc.). Zum anderen weist dieses Ergebnis auch darauf hin, dass zeitnahes Verbrauchsmonitoring imstande ist, zum Teil beträchtliche Einsparpotenziale offen zu legen.

Umfangreiches Maßnahmenpaket führt zu keinen additiven Effekten

Im Vergleich mit anderen Smart-Metering-Feldversuchen fällt auf, dass das in €CO₂-Management eingesetzte umfangreiche Maßnahmenpaket nicht zu additiven

Effekten und damit zu höheren durchschnittlichen Einsparungen führt. Daraus lässt sich ableiten, dass es in den Testhaushalten individuell unterschiedliche Einsparpotenziale gibt, die auch bereits durch die Anwendung (weniger) einzelner Maßnahmen ausgeschöpft werden können.

Hohe Attraktivität von In-Home-Display, tageszeitlich gestaffelten Stromtarifen und Öko-Steckdose; geringe Attraktivität des Webportals

Die eingesetzten Maßnahmen werden in sehr unterschiedlichem Ausmaß genutzt und hinsichtlich Akzeptanz und Tauglichkeit unterschiedlich bewertet:

- Am häufigsten und intensivsten wurde das In-Home-Display auf dem iPod genutzt. Der iPod galt vielen TeilnehmerInnen als das besonders zu hervorhebende Element von €CO₂-Management. Die Anwendung des iPod wurde als leicht und handlich und auch die Software zur Verbrauchsvisualisierung durchwegs positiv beurteilt, insbesondere die Möglichkeit zur Echtzeit-Anzeige des Stromverbrauchs.
- Ein großer Erfolg waren die angebotenen Öko-Stromtarife, die es ermöglichten, durch die zeitliche Verlagerung bestimmter Haushaltstätigkeiten, wie Wäsche waschen, Geschirr spülen oder das Aufladen von elektrischen Geräten oder Fahrzeugen, in günstigere Tarifzeiten (z.B. in der Nacht, sehr früh oder am Wochenende), finanzielle Einsparungen zu lukrieren. Diese Möglichkeit wurde von fast allen Befragten intensiv genutzt und sehr positiv bewertet.
- Auch die Öko-Steckdose wurde – dort, wo sie ausreichend lang verfügbar war – relativ häufig genutzt und von den Meisten als hilfreiches Zusatzangebot zur Einzelkontrolle des Verbrauchs angeschlossener Geräte bzw. zur automatischen Steuerung hinsichtlich Tarifzeiten wahrgenommen.
- Das Webportal zur Selbstanalyse wurde hingegen von deutlich weniger TeilnehmerInnen verwendet. Vor allem deshalb, weil der iPod einfacher zu bedienen war, aktuellere Daten lieferte und nicht extra ein PC in Betrieb genommen werden musste. Funktionen des Webportals, die über die Verbrauchsanzeige hinausgehen, wurden kaum genutzt. Insbesondere war die manuelle Erfassung von Energieverbräuchen, die nicht durch automatische Zähler erfasst wurden (z.B. Liter Heizöl, Auto-Kilometerstand) wenig attraktiv.
- Sowohl die persönliche Energieberatung als auch die dabei verteilte und verwendete Energiesparbroschüre wurden durchgehend positiv bewertet, die Bedeutung beider Elemente für die Erreichung von Einsparungen wurde jedoch als gering eingestuft.
- iPod, Webportal und Öko-Steckdose wurden von technikaffinen Haushalten wesentlich häufiger verwendet und von diesen auch besser bewertet. In der Regel wurden diese Endgeräte nur von einem einzigen Haushaltsmitglied genutzt, nämlich von der hauptverantwortlichen Schlüsselperson für das Thema Energiesparen im Haushalt. iPod, Webportal und Öko-Steckdose wurden vor allem in der Anfangsphase des Pilotversuchs verwendet. Nach wenigen Monaten dürften die TeilnehmerInnen ihr persönliches Erkenntnispotenzial mit den €CO₂-Management-Geräten ausgeschöpft haben.

Verhaltensänderungen und Gerätetausch werden als nicht belastend empfunden

Die Verbrauchsreduktionen wurden einerseits durch Verhaltensänderungen, wie das bewusste Ausschalten von Licht (wenn es ohnehin nicht benötigt wurde), durch eine Verringerung des Warmwasserverbrauchs oder durch eine Reduktion der eingestellten E-Boiler-Soll-Temperatur erzielt. Andererseits waren dafür etwa der Umstieg auf Energiespar- oder LED-Lampen oder der Austausch von Elektrogeräten (wenn dies notwendig und möglich war) verantwortlich. Diese Veränderungen wurden von den TeilnehmerInnen als nicht belastend empfunden, im Gegenteil, diese Maßnahmen waren in der Regel ohne Probleme und Einschränkungen durchzuführen.

Konkrete Änderungen finden in Phasen erhöhter Aufmerksamkeit statt

Der monatliche Verlauf der Verbrauchsänderungen zeigt – bezogen auf den Testzeitraum – einen Anfangs- und einen Endeffekt. In den ersten Monaten kam es zu den höchsten Einsparungen, diese flachten in den Monaten 5-7 ab und stiegen zum Ende des Pilotversuchs wieder an. Am Beginn der Testphase waren die meisten Haushalte daran interessiert, den Stromverbrauch regelmäßig zu kontrollieren und den Verbrauch verschiedener Haushaltsgeräte zu messen. Nach einiger Zeit stellte sich jedoch ein gewisser Gewöhnungseffekt ein. Gegen Ende der Testphase traten die ursprünglichen Zielsetzungen erneut verstärkt in das Bewusstsein. Von Bedeutung war sicherlich, dass durch €CO₂-Management das Thema *Energieverbrauch im Haushalt* über längere Zeit präsent war; sei es durch die persönliche Energieberatung oder durch die abgerufenen Verbrauchsvisualisierungen am iPod.

Ergebnisse aus €CO₂-Management können nur eingeschränkt auf die Gesamtbevölkerung verallgemeinert werden

Die Testhaushalte in €CO₂-Management entsprachen zwar weitgehend der Bevölkerungsstruktur in den drei Untersuchungsgebieten, durch die freiwillige Teilnahme am Pilotversuch ist es jedoch zu einem Selbstselektionseffekt gekommen, der in einem höheren Anteil an energiebewussten und technologieinteressierten Haushalten mit leicht überdurchschnittlichen Verbrauchswerten resultierte. Dieser Selbstselektionseffekt dürfte in ähnlichem Ausmaß auch bei anderen Smart-Metering-Feldversuchen wirksam sein. Solche Haushalte bringen die erforderliche Motivation mit, um sich mit den Endgeräten und detaillierten Verbrauchsinformationen eingehend auseinanderzusetzen. Es ist daher offen, ob es bei flächendeckender Einführung von Smart-Metering ohne Rücksprache bzw. aktiver Zustimmung der betroffenen Haushalte zu einer ähnlich hohen Nutzung der Informationssysteme und zu ähnlich hohen Stromeinsparungen kommen wird. Der beobachtete Selbstselektionseffekt könnte auch die relativ geringe Bedeutung der Themen Datenschutz und Schutz der Privatsphäre unter den Testhaushalten erklären.

Herkömmliche Erklärungsmodelle werden durch die quantitativen Befragungsdaten von €CO₂-Management nicht bestätigt

Die in der standardisierten Befragung erhobenen Daten zeigen, dass sowohl die Höhe als auch der monatliche Verlauf der Einsparungen weitgehend unabhängig von einer breiten Palette an Haushalts-, Gebäude- und Personenmerkmalen (Untersuchungsgebiet, absolutes Verbrauchsniveau, Haushaltsgröße, Wohnform, Wohnfläche, persönliche Normen etc.) und von der Nutzungshäufigkeit der Endgeräte zur Verbrauchsinformation sind. €CO₂-Management hat in allen Teilnehmersegmenten etwa gleich starke Veränderungen erzielt, ungeachtet der Ausstattung, Lebenssituation und Handlungskompetenzen der Haushalte. Die in der wissenschaftlichen Literatur diskutierten Erklärungsmodelle von Smart-Metering – Kompetenz- und Wissenserwerb zu Energiesparen durch regelmäßiges Feedback und Ausprobieren – werden nicht bestätigt. Vieles spricht dafür, die erzielten Einsparungen einerseits mit dem sogenannten *Versuchseffekt* zu erklären, der Tatsache also, dass die Testhaushalte ein Jahr lang unter externer Beobachtung standen. Andererseits ist denkbar, dass die erzielten Verbrauchsreduktionen von den individuellen Einsparungspotenzialen vorbestimmt wurden, die bereits vor Testbeginn vorlagen und den Effekt herkömmlicher Wirkungsmechanismen von Smart-Metering verdeckten.

Mikroemissionszertifikate bringen nur geringe Erlöse, können aber motivierend wirken

Aufgrund der – im Vergleich zu anderen Emittenten (z.B. industrielle Anlagen) – relativ geringen Treibhausgasemissionen einzelner Haushalte sind auch die Mengen von einzusparenden Emissionen pro Haushalt gering. Generiert man aus diesen Emissionseinsparungen Mikroemissionszertifikate und bewertet diese mit einem am freiwilligen Emissionshandelsmarkt üblichen Verkaufswert von € 20,-/Tonne CO₂, so sind die daraus generierbaren Erlöse eher gering (durchschnittlich € 8,60). Dies impliziert, dass die Erlöse durch den Handel mit Mikroemissionszertifikaten in vielen Fällen nicht den endgültigen Ausschlag zum Energiesparen geben. Allerdings haben Zertifikate Informations- und Auszeichnungscharakter, was die Motivation für Energieeinsparungen erhöhen kann. In der Praxis erwies sich für die Generierung von Mikroemissionszertifikaten eine Einschränkung auf automatisch messbare Energieträger als sinnvoll, wobei prinzipiell auch manuell erhobene Energieträger geeignet sind. Generell muss jedoch berücksichtigt werden, dass Stromeinsparungen aufgrund der geltenden klimapolitischen Rahmenbedingungen zur Generierung von Mikroemissionszertifikaten nicht herangezogen werden können (Doppelzählungsproblem im Europäischen Emissionshandelssystem).

3 Empfehlungen

Aufgrund der Erfahrungen und Ergebnisse aus der €CO₂-Management-Begleitforschung können in erster Linie solche Empfehlungen abgeleitet werden, die sich auf das Design zukünftiger Programme und Projekte zum Thema Stromsparen im Haushalt beziehen. Zu diesem Punkt werden im Folgenden einige zum Teil sehr detaillierte, praxisnahe Empfehlungen vorgeschlagen. Erst in zweiter Linie werden eher allgemeine Empfehlungen in Hinblick auf die weitere Entwicklung von umfassenderen CO₂-Management-Systemen für Privathaushalte diskutiert.

1. Empfehlungen für die Entwicklung von zukünftigen Programmen und Projekten zum Thema Stromsparen im Haushalt auf Basis digitaler Verbrauchsdaten

Ziel solcher Programme (in weiterer Folge als *Monitoringpakete* bezeichnet) ist es, mittels zeitnaher Visualisierung von Verbrauchsdaten Bewusstseins- und Verhaltensänderungen anzuregen und damit Einsparungen (monetär, in kWh, Treibhausgasemissionen) auf der Ebene von Privathaushalten zu realisieren. Monitoringpakete umfassen Angebote zur detaillierten Selbstanalyse sowie zusätzliche Elemente wie externe Beratung und gehen damit deutlich über die Informationen hinaus, die im Rahmen von regelmäßigen Abrechnungen (bislang ein Mal jährlich, in Zukunft jedoch in kürzeren Abständen) bereitgestellt werden. Anbieter solcher Programme können Stromanbieter oder intermediäre Akteure am Strommarkt sein. Folgende Empfehlungen für die Entwicklung solcher Monitoringpakete ergeben sich aufgrund der Ergebnisse der €CO₂-Management Begleitforschung:

Maßgeschneiderte Pakete

Empfehlenswert scheint die Entwicklung unterschiedlich gestalteter Angebote, die sich an den Voraussetzungen, Bedürfnissen und Wünschen möglicher Zielgruppen orientieren. Beispiele dafür sind: ökologisch orientierte Haushalte; technikaffine Haushalte (*early adopters*); Haushalte, die primär an monetären Einsparungen interessiert sind; Haushalte, die gleichzeitig Einspeiser und Verbraucher sind (*prosumer*); Haushalte mit besonders hohem Verbrauch. Zu überlegen wären auch Angebote, die sich explizit an alle im Haushalt lebenden Personen wenden („Familienpakete“, etwa mit unterschiedlichen Rollen für einzelne Haushaltsmitglieder). Wichtige Informationen für die Gestaltung maßgeschneiderter Pakete liefern Erfahrungswerte aus der Durchführung von Energieberatungen sowie die Marktforschung mittels Kundenbefragungen. Die Teilnahme sollte auf freiwilliger Basis erfolgen und möglichst keine Zusatzkosten für die Haushalte verursachen.

Mehrstufige Angebote mit klaren Schwerpunkten

Umfangreiche Maßnahmenpakete führen nicht zu größeren Einsparungen. Der Effekt von Monitoringpaketen wird dadurch erreicht, dass die in den Haushalten verantwortlichen Personen durch die anfangs detaillierte Beschäftigung mit dem Thema Energiesparen ein besseres Verständnis über das eigene Soll-Verbrauchsverhalten entwickeln und damit Abweichungen davon erkennen und korrigieren können. Zielführend scheint es zu sein, Monitoringpakete rund um ein Hauptelement (etwa eine Visualisierungssoftware) aufzubauen und weitere Elemente (wie Beratung oder den Verleih von Mess- und Steuerungsgeräten) erst in einer späteren Phase aktiv anzubieten oder von den KundInnen nachfragen zu lassen.

Einfache Visualisierungen sind in vielen Fällen ausreichend

Aufwändige Softwareangebote mit detaillierter Darstellung der Verbrauchsentwicklung (historischer Vergleich, Vergleich zwischen Energieträgern, Anzeige in kWh, kg CO₂ und Euro etc.) sind höchstwahrscheinlich nur bei einer kleinen spezifischen Nutzergruppe sinnvoll. Solche Angebote werden von AnwenderInnen genutzt, die dazu bereit sind, eigeninitiativ ein Web-Portal aufzusuchen. In der Regel werden einfachere Visualisierungen (Momentanleistung, kWh/Stunde) ausreichen. Die Darstellung der Kosten scheint für die Mehrheit der Haushalte die am besten verständliche Darstellungsform zu sein, ist jedoch aufgrund der Mischung von Fixkosten und variablen Kosten in der Praxis nur schwer umsetzbar. Wichtig ist, dass mit der verwendeten Software ein direkter Vergleich zwischen „Normalverbrauch“ und „Verbrauch bei Einsparbemühungen“ darstellbar ist. Die Erfahrungen aus dem Projekt haben gezeigt, dass die Testhaushalte sehr an der Kontrolle der erzielten Einsparungen interessiert waren.

Visualisierungen sollen auf bereits vorhandenen Endgeräten dargestellt werden

Vor allem Handheld-Endgeräte erscheinen als geeignete Nutzeroberflächen für Verbrauchsvisualisierungen. Aus den Erfahrungen mit dem vorliegenden Projekt lässt sich eine Präferenz für Smart Phones (und Tablets) ableiten. Wesentlich erscheinen generell die leichte Zugänglichkeit, die Benutzerfreundlichkeit der Software und die Vertrautheit der NutzerInnen mit einem bestimmten Endgerät. Zudem scheint es sinnvoll zu sein, die vorhandene IKT-Infrastruktur der Haushalte (z.B. WLAN-Netzwerke) in entsprechende Angebote zu integrieren. Und zwar nicht nur aus Kostengründen, sondern auch, um den NutzerInnen die Weiterverarbeitung oder Fernabfrage der Verbrauchsdaten zu ermöglichen.

Unterschiedlich teure Tarifzeiten als attraktives Zusatzangebot

Unterschiedliche Tarife je nach Tageszeit – die über das bislang übliche Modell des Tag- und Nachtstroms hinausgehen – können als interessantes zusätzliches Element von Monitoringpaketen sein. Solche Tarifmodelle ermöglichen zum einen zusätzliche finanzielle Einsparungen und zum anderen tragen sie vermutlich zu einer erhöhten Aufmerksamkeit der Haushalte für ihren Stromverbrauch bei.

Eindeutiger und nachvollziehbarer Umgang mit Datenschutz

Datenschutzfragen sollten bei allen Monitoringpaketen klar geregelt, dokumentiert und kommuniziert werden. Einerseits muss sichergestellt werden, dass Bemühungen um Stromeinsparungen nicht von Diskussionen um einen möglicherweise mangelnden Schutz der Privatsphäre in Frage gestellt werden. Andererseits kann ein offensiver Umgang mit Fragen des Datenschutzes im Rahmen von Monitoringpaketen dazu genutzt werden, der Bevölkerung dieses Thema näher zu bringen und damit zu einer generellen Bewusstseinsbildung bei zu tragen.

Einsparungszertifikate als Zusatzelement zur Bewusstseinsbildung

Potenzielle Erlöse des Verkaufs von Mikroemissionszertifikaten allein stellen bei derzeitigen Marktpreisen für Emissionszertifikate einen zu geringen Anreiz für Änderung des Verbraucherverhaltens und entsprechende Investitionen dar. Allerdings erhöhen sie durch Information (regelmäßiges Feedback über Energieverbräuche) und Auszeichnung (Würdigung der erreichten Emissionseinsparungen) die Motivation der VerbraucherInnen zur Senkung des Energieverbrauchs. Aufgrund dieser Eigenschaften können Mikroemissionszertifikate als ein Zusatzelement zur Bewusstseinsbildung von VerbraucherInnen eingesetzt werden. Da der gesamte stromproduzierende Sektor bereits durch das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) reguliert wird, können Stromeinsparungen von Haushalten nicht zur Generierung von Mikroemissionszertifikaten herangezogen werden. Um der Wichtigkeit von Stromeinsparungen (EU-Energieeffizienzrichtlinie) Rechnung zu tragen, könnten für Stromeinsparungen im Rahmen von Monitoringpaketen anstelle von Mikroemissionszertifikaten „Energieeinsparungszertifikate“ oder „Stromeinsparungszertifikate“ generiert werden. Diese könnten einerseits den Unternehmen zur Imagepflege (*social responsibility*) zur Verfügung stehen und andererseits Haushalte zum Stromsparen motivieren.

Zeitliche Befristung

Monitoringpakete sollten auf einen Zeitraum von drei bis sechs Monaten befristet sein. Damit lassen sich Phasen erhöhter Aufmerksamkeit generieren und die im vorliegenden Projekt beobachteten Anfangs- und Endeffekte besser ausschöpfen. Zeitliche Befristungen begünstigen darüber hinaus die Verwendung von Leihgeräten, wodurch Monitoringpakete kostengünstiger gestaltet werden können.

2. Empfehlungen in Hinblick auf die Einführung von umfassenden CO₂-Management-Systemen für Privathaushalte

Die Ergebnisse aus dem Projekt legen nahe, dass für die Einführung eines umfassenden CO₂-Management-Systems eine vollautomatisierte Erfassung aller Treibhausgasemissionen unerlässlich ist. Nur so kann gewährleistet werden, dass belastbare und vollständige Daten erfasst werden. Dabei ergibt sich nicht nur das Problem, dass bei verschiedenen Verbrauchern im Haushalt (Heizsystem, PKW etc.) Daten automatisiert erhoben, lokal erfasst und visuell aufbereitet werden müssten. Darüber hinaus ergeben sich Probleme mit der Abgrenzung (bzw. Einbeziehung) nicht oder nur mit großem Aufwand automatisiert erfassbarer Bereiche (Flugverkehr, Nahrungsmittelproduktion, andere THG-Emissionen). Daher scheint die Zeit für eine praxistaugliche Realisierung von Messsystemen, die auf Haushaltsebene sämtliche relevante THG-Emissionen automatisiert erfassen und verarbeiten, noch nicht reif zu sein. Mittelfristig wird man sich in diesem Bereich daher auf Systeme konzentrieren, die darauf ausgelegt sind, nur einen Teil der THG-Emissionen eines Haushalts automatisiert zu erfassen und zu bewerten.

Bevor weiter an den technischen Voraussetzungen für solche umfassendere Systeme gearbeitet wird, sollte im Rahmen von Forschungen abgeschätzt werden, ob und in welcher Weise solche Ansätze im Vergleich zu bereits vorhandenen Lösungen (beispielsweise onlinebasierte CO₂-Rechner als Teil von Kampagnen, Vor-Ort-Beratungen etc.) tatsächlich überlegen wären. Eine wichtige andere Fragestellung solcher Forschungen müsste auch sein, wie die Wirkungen (v.a. in Hinblick auf ihr Potenzial zu dauerhaften Verbrauchsreduktionen) permanenter Messungen und Visualisierungen im Vergleich zu zeitlich befristeten Angeboten einzuschätzen sind.