

verbraucherzentrale

Nordrhein-Westfalen

Unvermeidliches Manko?

Rebound- und Prebound-Effekte
sowie Produkt- und Maßnahmenmängel
als Effizienzdämpfer
in Gebäuden und Wohnungen

Autoren: Dr. Reinhard Loch, Dipl.-Phys. Martin Steinestel

Herausgeber:
Verbraucherzentrale NRW e.V.
Mintropstraße 27
40215 Düsseldorf
energie@vz-nrw.de

Gefördert durch



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



2014

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Inhalt

1) Hintergrund	3
2) Grundlagen: Die Effizienzdämpfer	3
2.1 Der Rebound-Effekt	3
2.2 Der Prebound-Effekt.....	5
2.3 Produkt- und Maßnahmenmängel.....	6
2.4 Zusammenspiel der Effizienzdämpfer.....	6
3) Effizienzdämpfer bei der energetischen Gebäudesanierung.....	7
4) Folgen für die Energieberatung.....	8
5) Forderungen.....	9

Stand: August 2015

1) Hintergrund

Immer wieder gibt es kritische Berichte darüber, dass Maßnahmen und Programme zur Steigerung der Energieeffizienz nicht den erwarteten Erfolg bringen. Als ausschlaggebende Ursache hierfür wird oft der Rebound-Effekt angeführt, bei dem ein verändertes Nutzerverhalten Einspareffekte abschwächt oder gar zu einem Mehrverbrauch führt. Nach Auffassung der Verbraucherzentrale NRW werden dabei zu oft wichtige weitere Faktoren übersehen oder unerwähnt gelassen, die ebenfalls zur Differenz zwischen erwarteten und realen Einsparungen beitragen können: Der sogenannte Prebound-Effekt spielt dabei ebenso eine Rolle wie schlichte Produkt- und Maßnahmenmängel. Zusammenfassend können diese drei Phänomene als Effizienzdämpfer bezeichnet werden.

Diese Dämpfer beeinträchtigen die Wirksamkeit und den Ruf eines wesentlichen Teilbereichs der Energiewende, nämlich der wirklichen Steigerung der Energieeffizienz. Das betrifft die energetische Sanierung ebenso wie die Anschaffung energiesparender Haushaltsgeräte, auch wenn nicht alle Effekte bei allen Maßnahmen im selben Maße zum Tragen kommen.

Trotz der erfolgsmindernden Effekte dieser Effizienzdämpfer sind und bleiben Anstrengungen im Einspar- und Effizienzbereich aber grundsätzlich sinnvoll. Bei differenzierter Betrachtung und Erforschung bieten die Phänomene zudem Ansatzpunkte für ihre Überwindung.

Im Folgenden wird zunächst der Wissensstand zu den Effizienzdämpfern kurz dargestellt, dann werden Folgerungen für die energetische Gebäudesanierung und die Energieberatung gezogen und schließlich weiterführende Forderungen formuliert.

2) Grundlagen: Die Effizienzdämpfer

Der Schlüssel zu einer fruchtbaren Auseinandersetzung mit dem Problem nicht erfüllter Einsparprognosen ist eine Perspektive, die nicht allein das Verhalten des Nutzers in den Blick nimmt, sondern alle Faktoren, die eine Differenz zwischen erwarteter und realer Einsparung bedingen können. Hinzu kommen deshalb Eigenschaften der Maßnahme selbst sowie die Bewertung des Ausgangszustands.

2.1 Der Rebound-Effekt

Als Rebound-Effekt wird im Zusammenhang mit Energieeffizienzmaßnahmen die Beobachtung bezeichnet, dass Energie-Einsparungen nicht im erwarteten Maße erreicht werden, weil die Nutzer im Zuge der Maßnahme ihr Verhalten geändert oder gegenüber der ursprünglichen Annahme eine andere Investitions- oder Komfortentscheidung getroffen haben. Grundsätzlich werden dabei der **direkte** und der **indirekte Rebound-Effekt** unterschieden.

Wer eine Glühlampe durch eine effizientere Energiesparlampe ersetzt, diese aber wegen der geringeren Stromkosten länger brennen lässt und seltener ausschaltet, verursacht einen **direkten Rebound-Effekt**. Wird Geld, das durch Energie-Effizienzmaßnahmen eingespart wurde, für andere energieverbrauchende Aktivitäten eingesetzt, etwa für eine Flugreise oder den Einbau einer Klimaanlage, so spricht man vom **indirekten Rebound-Effekt**. Wenn der durch einen Rebound entstehende neue Energieverbrauch sogar das ursprüngliche Niveau übersteigt, spricht man vom **Backfire-Effekt**.

Die genauen Ursachen für den Rebound-Effekt sind noch nicht in allen Bereichen ausreichend erforscht. Man geht von einer Mischung von im Wesentlichen materiellen und sozialpsychologischen Gründen aus:

- Wenn eine (Energie-)Dienstleistung billiger wird, kann sie vermehrt genutzt werden – etwa um bislang nicht gestillte Grundbedürfnisse zu bedienen oder den persönlichen Komfort zu erhöhen. So steigt in vielen Gebäuden die Raumtemperatur nach einer Dämmmaßnahme im Durchschnitt an, obwohl Fachleute wegen ansteigender Behaglichkeit eher mit einem sinkenden Temperaturniveau kalkuliert hätten.
- Wenn eine (Energie-)Dienstleistung ökologisch unbedenklicher wird, sinkt die Hemmschwelle, sie zu nutzen. So wird mit dem sparsameren Auto – bei besserem Gewissen – mehr gefahren.

Bereits in vielen Studien wurde der Rebound-Effekt in den Bereichen Mobilität, Stromanwendungen oder Raumwärme untersucht. Messgröße ist dabei immer das Verhältnis der in der Praxis nicht erzielten Ersparnis zur erwarteten Ersparnis:

Beispiel-Definition zur Quantifizierung bei Beleuchtung (Stromverbrauch):

$$\text{ReboundEffekt} = \frac{\text{theoretische Stromersparnis} - \text{tatsächliche Stromersparnis}}{\text{theoretische Stromersparnis}}$$

$$= 1 - \frac{\text{Stromverbrauch(alt)} - \text{Stromverbrauch(neu, gemessen)}}{\text{Stromverbrauch(alt)} - \text{Stromverbrauch(neu, geplant)}}$$

Voraussetzung: der geplante (hypothetische) Stromverbrauch des neuen Leuchtmittels berücksichtigt ein effizienteres Leuchtmittel (zunächst bei gleicher Brenndauer und Helligkeit).

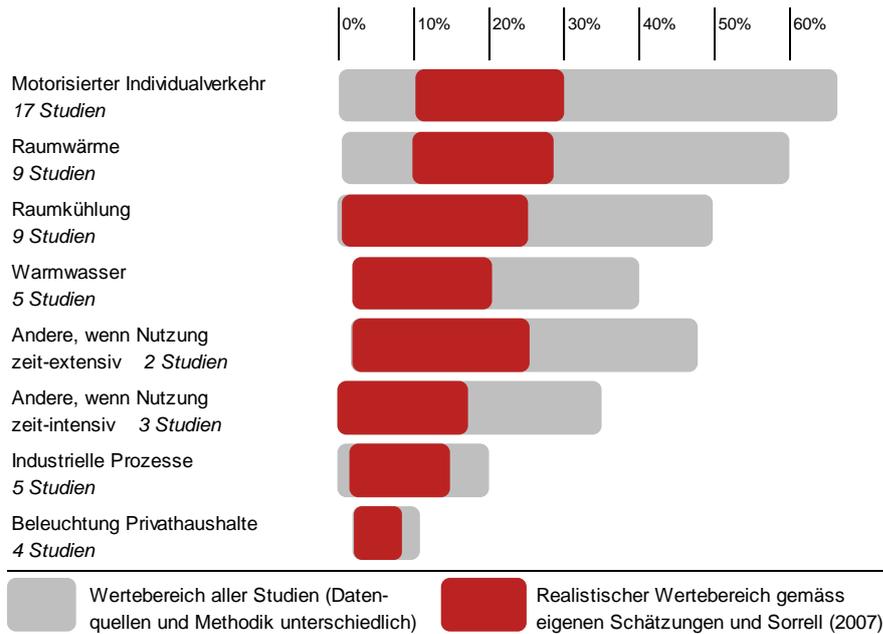
(In Anlehnung an: <http://www.zew.de/rebound> (2013, Joachim Schleich, Elisabeth Dütschke - Fraunhofer ISI))

Die Bandbreite nachgewiesener Rebound-Effekte in unterschiedlichen Sparten vom Heizenergieverbrauch bis zum Kfz-Bereich reicht von 1 bis 87 Prozent¹ und ist auch innerhalb einzelner Bereiche sehr groß. Eng eingegrenzte Bezifferungen sind wegen der Komplexität der Zusammenhänge kaum verfügbar.

Eine jüngst erschienene Publikation des Umweltbundesamts² zeigt in unten zitierter Grafik, wie sich mit Blick auf die direkten Rebound-Effekte die Bandbreite der Wertebereiche zum Teil auf die Hälfte bis ein Drittel verringert, wenn man sich auf die engere Begriffsdefinition beschränkt und andere Effekte ausblendet.

¹ Klaus Rennings ZEW, Mannheim, 18.10.2013;
Projekt REBOUND, gefördert vom BMBF (FONA, sozialökologische Forschung) im Rahmen des Themenschwerpunkts "Soziale Dimension von Klimaschutz und Klimawandel" (2011 bis 2013).
<http://www.zew.de/rebound>

² Dr. Peter de Haan , Dr. Anja Peters, Elsa Semmling, Hans Marth, Walter Kahlenborn;
Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik, UBA Texte 31/2015,
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/> sowie ISSN 1862-4804 Dessau-Roßlau, Juni 2015



Grafik: Wertebereiche für den langfristigen direkten Rebound-Effekt (ohne indirekte und gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte) in Industrieländern (Quelle: Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik, Dr. Peter de Haan, Dr. Anja Peters et al, Umweltbundesamt Texte 31/2015)³

Ein einfacher Soll-Ist-Vergleich der Energieersparnis wird dem Rebound-Phänomen in der Praxis nicht gerecht. Um wirklich den reinen nutzerbedingten Rebound-Effekt zu ermitteln, müssen nicht nur die anderen Effizienzdämpfer, sondern auch Wachstums- und Wohlstandseffekte so weit wie möglich ausgeklammert und gesondert bewertet werden. Eine Betrachtung zur Ermittlung des „echten“ Rebound-Effekts sollte sich idealerweise strikt auf Effekte von Effizienz steigernden Maßnahmen beschränken (ohne gleichzeitige Veränderung anderer Randbedingungen).

2.2 Der Prebound-Effekt

Vom Prebound-Effekt ist die Rede, wenn eine Differenz zwischen realer und erwarteter Einsparung aus einer fehlerhaften Annahme des Ist-Verbrauchs vor einer Maßnahme resultiert. Das geschieht etwa dann, wenn der Ausgangsverbrauch auf der Basis theoretischer Werte berechnet wird, während sich die Nutzer aufgrund knapper finanzieller Mittel deutlich sparsamer verhalten, als ihnen unterstellt wird.

Dies ist insbesondere im Bereich Raumwärme zu beobachten. So wurde in einer französischen Studie⁴ nachgewiesen, dass in schlecht gedämmten und mit teurem Strom beheizten Wohnungen der Verbrauch im Mittel 40 Prozent unter berechneten Werten lag – ein Prebound-Effekt, der ähnlich auch von Wohnungen mit Nachtspeicherheizung in Deutschland bekannt ist.

³ Dr. Peter de Haan, Dr. Anja Peters, Elsa Semmling, Hans Marth, Walter Kahlenborn; Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik, UBA Texte 31/2015, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/> sowie ISSN 1862-4804 Dessau-Roßlau, Juni 2015. (mit Ausführungen zur Identifikation des eigentlichen Rebound-Effekts, seiner Berücksichtigung bei der Wirkungsabschätzung von Effizienzmaßnahmen und Vorschläge zur Optimierung politischer Maßnahmen auf diesem Gebiet)

⁴ Allibe et al, The influence of (p)rebound effects on energy demand dynamics, eceee summer study proc 2013, p 2311 ff

In diesen Fällen ist also der tatsächliche Verbrauch vor der Maßnahme geringer als der für die Einsparberechnung genutzte Wert. Das Einsparpotenzial bei Erreichung eines bestimmten Soll-Werts wird damit höher ausgewiesen, als es bei Ansetzung des echten Ausgangswerts tatsächlich ist.

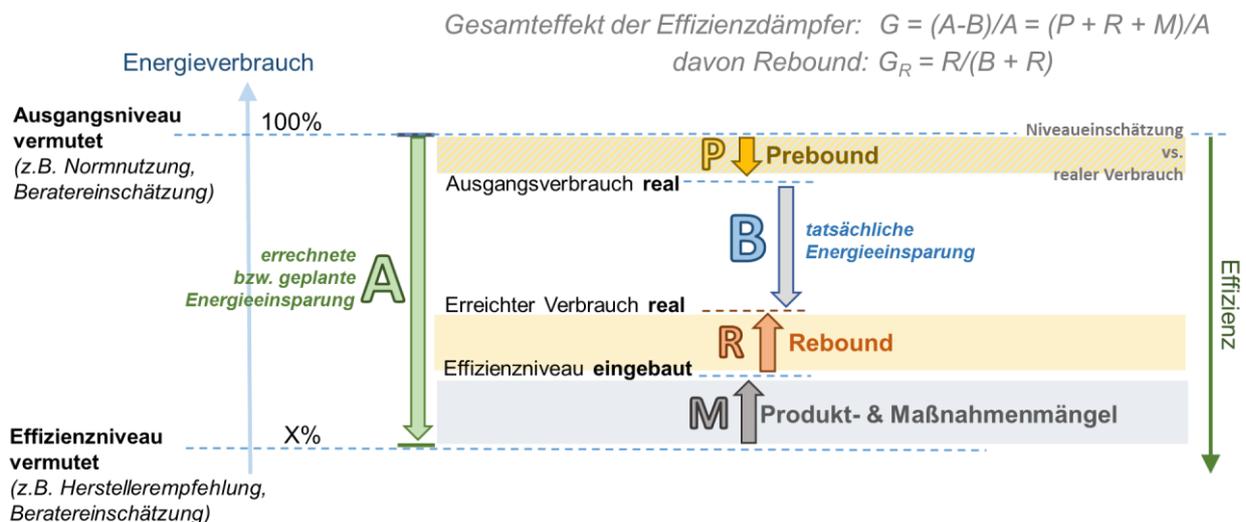
Ähnlich kann sich in umgekehrter Weise auch eine ungenaue Einschätzung des Soll-Verbrauchs auswirken – zum Beispiel wenn weiterhin die Abwärme von Haushaltsgeräten in die Energiebilanz als „Nebennutzen“ für die Raumwärme einkalkuliert wurde. Diese Abwärme kann durch die fortschreitende Effizienz der Geräte spürbar abnehmen, weshalb die Bilanzrechnung dementsprechend angepasst werden sollte.⁵

2.3 Produkt- und Maßnahmenmängel

Eine dritte mögliche Ursache für eine Differenz zwischen erwarteter und erzielter Energieeinsparung sind Mängel an Material oder Durchführung, die die Wirksamkeit einer Effizienzmaßnahme direkt beeinträchtigen. Auch überhöhte Versprechungen von Herstellern und Händlern fallen in diese Kategorie, da auch hier eine Diskrepanz zwischen versprochener und tatsächlicher Qualität und somit ein Mangel besteht.

2.4 Zusammenspiel der Effizienzdämpfer

Die Differenz zwischen erwarteter und tatsächlicher Energieeinsparung ergibt sich also aus einem Zusammenspiel von Rebound- und Prebound-Effekten sowie Produkt- und Maßnahmenmängeln, wie die folgende Grafik zeigt:



⁵ Siehe Fußnote 2, dort: Kap. 2.4, Umgang mit wegfallendem „Nebennutzen“ (Heat Replacement Effect)

3) Effizienzdämpfer bei der energetischen Gebäudesanierung

Konkret im Bereich energetischer Sanierungen von Wohngebäuden lassen sich die Unterschiede zwischen erwarteten und erreichten Energie-Einsparzielen auf Kombinationen aus folgenden Gründen zurückführen. Zusätzliche Wachstums- und Wohlstandseffekte werden hier nicht berücksichtigt:

Rebound-Effekte

- 1) *Höhere Raumtemperaturen durch verändertes Verbrauchsverhalten*
Die Nutzer heben die Raumtemperatur an, um bisher nicht erfüllte Grundbedürfnisse nach Wärme zu decken oder bislang zu teure Komfortwünsche zu befriedigen.
- 2) *Höhere mittlere Raumtemperaturen durch gedämmte Gebäudehülle*
In energetisch gut sanierten Gebäuden werden Räume gleichmäßiger beheizt, da eine räumliche Zonierung oder eine zeitliche Absenkung der Temperatur geringere Auswirkungen auf den Gesamtenergieverbrauch hat. Dies bewirkt eine steigende mittlere Raumtemperatur, ohne dass die Nutzer dies unmittelbar angestrebt haben.
- 3) *Komfortsteigerung durch Wohnflächenerweiterung*
Im Zuge der Modernisierung wird häufig die beheizte Wohnfläche erweitert, etwa durch Dachausbau oder Anbau. Im Ergebnis steigt der Energiebedarf. Wird der veränderte Energieverbrauch nach Sanierung mit dem Ist-Zustand und -verbrauch vor der Sanierung verglichen, entsteht der Eindruck, die Maßnahmen hätten nur wenig gebracht.⁶
- 4) *Anpassung von Verhalten und Bewusstsein nach Modernisierung unzureichend*
Vor allem aus zwei Gründen kommt es dazu, dass der Nutzereinfluss nach einer Modernisierung nicht hinreichend angepasst wird:
Zum einen kann das Problembewusstsein für verbrauchssenkende Maßnahmen wie Nachtabsenkung und bewusstes Lüften nachlassen, wenn der Heizenergieverbrauch und die damit verbundenen Kosten insgesamt abnehmen.
Zum anderen kann das Fehlen einer hinreichenden Einweisung in komplexe Haustechnik, etwa in Form von Lüftungsanlagen und elektronischen Raumtemperatursteuerungen, dazu führen, dass Nutzer gar nicht in der Lage sind, ihr Heiz- und Lüftungsverhalten anzupassen bzw. die Technik ihren Bedürfnissen entsprechend zu bedienen.

Prebound-Effekte

- 5) *Energieverbrauch vor der Maßnahme geringer als erwartet*
Für den unsanierten Zustand wurde ein zu hoher Energieverbrauch angenommen. Gerade bei unsanierter Bausubstanz ist der Energieverbrauch vor Sanierung oft deutlich niedriger als erwartet. Häufig geht dies auf sparsames Verhalten mit niedrigen Raumtemperaturen und Teilbeheizung zurück, das wiederum durch die hohe Belastung durch die Heizkosten verursacht ist.
- 6) *Überhöhte Berechnungen des Ist-Zustandes durch Software*
In Programmen zur theoretischen Berechnung des Ist-Energieverbrauches werden häufig Verbrauchswerte berechnet, die über den beobachteten realen Verbräuchen liegen. In Folge dessen werden meist auch Einsparpotenziale zu hoch berechnet und angegeben.

Produkt- und Maßnahmenmängel

⁶ Zu diesem Effekt kommen noch andere Effekte, wie die zu beobachtende tendenzielle Vergrößerung der Wohnfläche pro Kopf, die auf eine Kombination aus dem Streben nach Komfortverbesserungen und Folgen des demografischen Wandels zurückzuführen ist.

7) *Qualitätsdefizite bei Produkten (Wertkette)*

Die Qualität der Materialien und Produkte entspricht nicht den Angaben oder die eingesetzten Produkte sind dem zu sanierenden Objekt nicht optimal angepasst. Hier können zum Beispiel unrealistische Herstellerangaben und Produktbeschreibungen vorliegen, ungünstige Werksvoreinstellungen bei Heizungsanlage und Umwälzpumpe oder Abweichungen der tatsächlichen U-Werte der verwendeten Dämmstoffe und Fenster von der Planung des Architekten oder Energieberaters.

8) *Qualitätsdefizite bei der Umsetzung/Ausführung (Dienstleistungskette)*

Die Qualität der durchgeführten Maßnahmen entspricht nicht der Norm, dem Stand der Technik oder gesetzlichen Vorgaben und senkt damit deren Wirksamkeit als Energieeffizienzmaßnahme. Beispiele sind das Fehlen eines hydraulischen Abgleichs, Mängel in der Heizlastberechnung und der Anpassung der Heizleistung oder fehlende Kontrollen der Bauteilübergänge und potenziellen Wärmebrücken sowie Mängel bei der Erfüllung der Dichtheitsanforderungen und der verwendeten Baumaterialien. Auch unzureichende Qualitätskontrollen oder Fortbildungsdefizite beim ausführenden Betrieb sowie der Sanierungs- oder Bauleitung können zu Effizienzmängeln führen.

4) Folgen für die Energieberatung

Effizienzdämpfer sind ernst zu nehmen, stellen aber keine unvermeidbaren Rückschläge dar, die die Bemühungen um höhere Energieeffizienz grundsätzlich in Frage stellen würden. Sie zeigen jedoch Grenzen der rein ingenieurtechnischen Berechnungen auf und müssen in der Energieberatung zum Beispiel bei Diskussionen um Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen mitbedacht werden. Einsparversprechungen mit genauen Bezifferungen der zu erreichenden Verbrauchswerte verbieten sich vor diesem Hintergrund.

Die Bedeutung des Nutzerverhaltens für den Einsparerfolg muss mit dem Verbraucher offen besprochen werden. Mit einer genauen Aufklärung über erfolgende Änderungen in der Gebäudetechnik und -physik soll ihm eine optimale Anpassung seines Verhaltens an die neue Situation ermöglicht werden.

Die Ausführungsqualität als mögliche Problemquelle ist in Energieberatungen zu betonen, und Modernisierer müssen möglichst viel Hilfestellung und Rüstzeug erhalten, um entstehende Produkt- und Maßnahmenmängel sowie Prebound-Effekte früh erkennen und vermeiden zu können.

Wichtige Empfehlung an jeden Sanierer ist eine Verbrauchskontrolle nach Durchführung einer Maßnahme. Sie ist Grundlage dafür, dass eventuell zu gering ausfallende Einsparungen überhaupt entdeckt werden, ihre Gründe gefunden werden und das Problem nach Möglichkeit behoben werden kann.

Darüber hinaus kann die Energieberatung der Verbraucherzentrale NRW mit ihrem alltäglichen Zugang zu den Effizienzdämpfer-Problematiken ein wertvoller Praxispartner für die Forschung sein und übernimmt eine wichtige Sensorfunktion im realen Sanierungsgeschehen.

5) Forderungen

Als Konsequenz aus dem skizzierten Wissensstand und der Beeinträchtigung eines Teilbereichs der Energiewende durch die geschilderten Effizienzdämpfer ergeben sich auch vor dem Hintergrund der langjährigen Erfahrung der Verbraucherzentrale NRW in der unabhängigen Energieberatung folgende Forderungen an Forschung, Industrie, Handel, Handwerk und Politik:

- **Der Rebound-Effekt** und weitere die Effizienz dämpfende Effekte sind noch nicht hinreichend wissenschaftlich beleuchtet und **sollten verstärkt erforscht werden**. Als fruchtbarer Ansatz für künftige Studien bietet sich eine Forschung im engen Kontakt mit Partnern aus der Beratungspraxis an. Dabei sind klare Definitionen erforderlich für eine einheitliche Sprache im inter-/transdisziplinären Dialog und für die Vermeidung von Irritationen im Kontakt mit Praxisakteuren, Politik und Medien. Die Grenzen bei der Aussagekraft des Rebound-Begriffs, der Messbarkeit, der Kausalität und der vereinfachten Darstellung des Effekts müssen erforscht und transparent gemacht werden. Dies ist nicht allein mit technischen Methoden zu leisten, sondern erfordert eine transdisziplinäre und sozialwissenschaftliche Herangehensweise. Mögliche Fragstellungen könnten sein:
 - *Wo liegt die Grenze zwischen Grundbedürfnissen und Komfort?
(Definition der Suffizienzschwelle und dynamische Perspektiven dieser Schwelle)*
 - *Wie groß sind die Informationsdefizite über eine bedarfsgerechte Nutzung?
(Bei Umzug in Neubau, sanierten Altbau oder eine andere Mietwohnung)*
 - *Wie groß sind die Potenziale der Berücksichtigung von präventiven Ansätzen in der technologischen Entwicklung und auf dem Markt?*
 - *Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Qualitätsstandards, technologischer Entwicklung und Nutzerbedürfnissen?*
 - *Wie können möglichst realitätsnahe Experimente entwickelt und die Diffusion zwischen Grundlagen- und anwendungsnaher Forschung befördert werden?*
 - *Wie kann transdisziplinär die Schnittstelle Technik-(Dienstleister)-Nutzer nutzergerecht optimiert werden?*
 - *Welche psychologischen Konsumeffekte ergeben sich nach technischem Fortschritt – etwa wenn mit LED das Leuchtmittel das Lampendesign überlebt?*
 - *Sind Grundannahmen und Nutzerparameter in bestehenden Normen und Regelwerken realistisch und zeitgemäß?*
- **Einsparversprechen von Anbietern und Handel** sind von möglichst vielen unabhängigen Stellen zu überprüfen und gegebenenfalls öffentlich als überhöht zu kritisieren.
- Von Herstellern, Einzelhandel und insbesondere dem Handwerk ist zu fordern, dass mehr Wert auf seriöse Werbeversprechen, **Weiterbildung und Qualität** gelegt wird. Dies ist unabdingbar, damit die technisch möglichen und gesetzlich vorgegebenen Einsparpotenziale auch in der Praxis realisiert werden.
- Für das Erreichen von Energiesparzielen sind in der Kette von Berater bzw. Hersteller über Dienstleister bis hin zum Nutzer **verstärkt Qualitätskontrollen und Transparenz-Instrumente** erforderlich. Einerseits sollte mit unabhängigem Monitoring die Maßnahmenqualität erhöht werden. Andererseits können innovative Feedback-Instrumente die Nutzer als Akteure in die Effizienzverbesserung einbeziehen und sie zu Veränderungen anregen oder ihnen zumindest die Selbstkontrolle erleichtern.

- Durch **genaue Wirkungsanalysen etwa von Förderprogrammen** sollten Effekte umgesetzter Einsparmaßnahmen genauer untersucht werden. So könnten politische Instrumente in ihrer Wirkung eingeschätzt und gegebenenfalls angepasst werden. Mögliche Stellschrauben wären etwa zusätzliche Bedingungen bei der Gewährung von Fördergeldern oder strengere Kontrollen.
- Die Rolle des Rebound-Arguments in der politischen Diskussion inklusive der Gefahr des **Missbrauchs als Argument gegen die allgemeine Sinnhaftigkeit von Effizienzmaßnahmen** ist zu untersuchen und offenzulegen.