

TEXTE

55/2018

Mit Suffizienz mehr Klimaschutz modellieren

TEXTE 55/2018

EVUPLAN des Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie

Forschungskennzahl 37EV 16 124 0

Mit Suffizienz mehr Klimaschutz modellieren

Relevanz von Suffizienz in der Modellierung, Übersicht
über die aktuelle Modellierungspraxis und Ableitung
methodischer Empfehlungen

Zwischenbericht zu AP 2.1 „Möglichkeiten der
Instrumentierung von Energieverbrauchsreduktion durch
Verhaltensänderung“

von

Carina Zell-Ziegler und Dr. Hannah Förster
Öko-Institut e.V., Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin

Abschlussdatum:

Juli 2018

Redaktion:

Fachgebiet I 1.1, Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien und –szenarien,
Ressourcenschonung
Daniel Eichhorn

Fachgebiet I 2.4, Energieeffizienz
Matthias Weyland

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2018

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Mit Suffizienz mehr Klimaschutz modellieren

Es gibt mehrere Wege zum Klimaschutz. Mit einigen davon, wie etwa Effizienzprogrammen und dem Ausbau erneuerbarer Energien sind wir relativ vertraut. Diese Studie betrachtet mit Suffizienzstrategien einen dritten Weg, der ebenfalls ein hohes Potenzial besitzt, zum Klimaschutz beizutragen. Der Fokus der Studie liegt dabei auf der Modellierung von Suffizienz und stringentem Klimaschutz in längerfristigen Szenarien.

Neben einer Literaturlauswertung zum Thema Modellierung von Suffizienz sowie einer Übersicht über die derzeit gängige Modellierungspraxis anhand von 16 deutschen und weiteren nationalen Klimaschutzszenarien europäischer Länder wurden Thesen zum Thema Suffizienz in der Modellierung aufgestellt. Diese diskutierten bei einem Fachgespräch am UBA Vertreterinnen und Vertreter aus 12 deutschen Organisationen. Aus der Kombination der Erkenntnisse der Literaturlauswertung und des Fachgesprächs konnten erste Empfehlungen für die Modellierung von Suffizienz formuliert werden. Diese Empfehlungen richten sich an alle, die mit quantitativen Klimaschutzmodellen und -szenarien arbeiten.

Sie beinhalten neben modelltechnischen Empfehlungen zu methodischen Anforderungen drei Schwerpunkte:

1. Die Modellierung sollte beim Thema Suffizienz Möglichkeitsräume aufspannen. Dafür sollen die nötigen Modelle entwickelt werden. Durch den Vergleich der Ergebnisse verschiedener Modelle können hilfreiche Entscheidungsgrundlagen für die Politik geliefert werden.
2. Des Weiteren sollte die Parametrisierung von Suffizienz in Modellen idealerweise durch eine frei verfügbare und wissenschaftlich fundierte Datenbank verbessert und vereinheitlicht werden.
3. Zudem sollte die Kommunikation zum Thema Suffizienz verbessert werden. Dabei können neue Narrative helfen, die Ergebnisse in anschauliche Bilder übersetzen.

Abstract: Improving climate protection modelling with sufficiency

There are many ways to approach climate protection. Increasing energy efficiency and the expansion of renewable energies are two relatively familiar ways. This study investigates a third way – sufficiency strategies – that also exhibits a great potential to contribute to climate protection. The study focuses on existing longer-term scenarios with stringent climate protection goals and how sufficiency is included when modelling these scenarios.

Besides a literature evaluation on the subject of modelling sufficiency and an overview of current modelling practice in 16 German and other national climate protection scenarios in European countries, theses on the subject of sufficiency in modelling were derived. During an expert meeting at the Federal Environment Agency (UBA) in Dessau, the theses were discussed by representatives from 12 German organizations familiar with modelling climate protection scenarios. Combining all the above findings, initial recommendations for the modelling of sufficiency were formulated. These recommendations are aimed at all those who work with modelling quantitative climate protection scenarios.

In addition to technical model recommendations on methodological requirements, the recommendations focus on three important aspects:

1. Modelling exercises should allow for exploring possible solution pathways in the field of sufficiency. The necessary models are to be developed for this purpose. By comparing the results derived by different models, helpful bases for policy decisions can be provided.
2. The calibration of sufficiency in models should be improved and standardized. Ideally this is facilitated by means of a freely available and scientifically sound database.

3. Communication on the importance of sufficiency should be improved. For example, narratives should be developed and the results should be translated into vivid images.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Ziele und Vorgehen	10
2 Suffizienz in Klimaschutzszenarien – Hintergründe und Relevanz.....	11
2.1 Hintergründe & Begriffsbestimmungen.....	11
2.2 Warum Suffizienz wichtig und nötig ist.....	13
3 Methodik und Ergebnisse.....	15
3.1 Möglichkeiten zur Integration von Suffizienz in Modelle	15
3.2 Übersicht über Modellierungspraxen	17
3.2.1 Vorgehen.....	17
3.2.2 Grundgesamtheit der gesichteten Szenarien und Auswertung anhand der Kriterien	19
3.2.3 Beschreibung der ausgewählten Szenarien.....	20
3.2.3.1 Klimaschutzszenario 2050, Szenario KS 95	20
3.2.3.2 Scénario négaWatt 2017-2050	21
3.2.4 Überblick über die Suffizienzmaßnahmen.....	22
3.2.4.1 Klimaschutzszenario 2050, Szenario KS 95	22
3.2.4.2 Scénario négaWatt 2017-2050	24
3.2.4.3 Berücksichtigung der methodischen Anforderungen in den ausgewählten Szenarien	25
3.2.4.4 Exkurs: Suffizienz in weiteren Studien.....	26
3.2.4.5 Fazit.....	27
3.3 Erkenntnisse aus einem Modellierungsfachgespräch	28
3.3.1 Thesendiskussion	28
3.3.2 Hemmnisse bei der Modellierung von Suffizienzmaßnahmen und Vorbehalte der Modellierenden.....	30
4 Empfehlungen an die Modellierung.....	32
4.1 Methodische Empfehlungen	32
4.2 Empfehlungen allgemeiner / strategischer Art.....	33
5 Fazit und weiterer Forschungsbedarf.....	36
6 Quellenverzeichnis	38
A Annex: Thesen zum Fachgespräch am 19.03.2018	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	THG-Emissionen nach Sektoren im KS 95.....	21
Abbildung 2:	Reduzierung des Endenergieverbrauchs im Scénario négaWatt 2017-2050 durch Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen.....	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bereiche und mögliche Stellschrauben für Suffizienz	15
Tabelle 2:	Auswahlkriterien für Grundgesamtheit der untersuchten Szenarienstudien	18
Tabelle 3:	Grundgesamtheit gesichteter Studien und Bewertung der Szenarien nach Kriterien.....	19
Tabelle 4:	Identifizierte Suffizienzmaßnahmen im KS 95.....	22
Tabelle 5:	Identifizierte Suffizienzmaßnahmen im Scénario négaWatt.....	24
Tabelle 6:	Berücksichtigung der möglichen Stellschrauben für Suffizienz in den zwei betrachteten Szenarien.....	25

Abkürzungsverzeichnis

BIP	Bruttoinlandsprodukt
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
pkm	Personenkilometer
Pkw	Personenkraftwagen
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt

1 Ziele und Vorgehen

Im Rahmen des UBA-Projektes „Möglichkeiten der Instrumentierung von Energieverbrauchsreduktion durch Verhaltensänderung“ spannt die vorliegende Studie den Bogen zwischen der Betrachtung und Instrumentierung von Suffizienz und der Modellierung von Klimaschutzszenarien.

Ziel ist es, das Bewusstsein und die Fähigkeit für den Einbezug von Suffizienz in der Modellierung von Klimaschutzszenarien zu erhöhen. Dazu werden in Kapitel 4 Empfehlungen für die Modellierung formuliert.

Um diese herzuleiten, erläutert Kapitel 2 Hintergründe und Relevanz von Suffizienz, und definiert wichtige Begriffe. Kapitel 3 widmet sich der Analyse: Es fasst die Ergebnisse der Literaturlauswertung und der Diskussion des Fachgespräches zusammen.

Die Literatur wurde zunächst daraufhin untersucht ob, und wenn ja, wie Suffizienz in stringenten Klimaschutzszenarien abgebildet wurde. Insbesondere erfolgte diese Analyse, um einen Überblick über den Stand des Einbezugs von Suffizienz in die Modellierung nationaler Klimaschutzszenarien europäischer Länder zu gewinnen. Die Ergebnisse finden sich in Abschnitt 3.2.

Im Rahmen eines Fachgespräches wurden am UBA mit 19 Vertreterinnen und Vertretern aus 12 deutschen Organisationen¹ Thesen zur Suffizienz diskutiert (Fachgespräch 2018). Die Einschätzungen und Diskussionspunkte der Teilnehmenden sind in Abschnitt 3.3 dokumentiert.

Kapitel 4 formuliert auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse Empfehlungen für die Modellierung. Dabei wird zwischen methodischen und allgemeinen / strategischen Empfehlungen unterschieden.

Zum Schluss (Kapitel 5) wird ein kurzes Fazit gezogen und weitere Forschungsfragen formuliert.

¹ Neben den Auftraggeber_innen und den Auftragnehmer_innen nahmen Personen aus Ministerien sowie öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen am Fachgespräch teil. Darüber hinaus erfolgten bilaterale Gespräche mit weiteren Expertinnen und Experten, die nicht am Fachgespräch teilnehmen konnten.

2 Suffizienz in Klimaschutzszenarien – Hintergründe und Relevanz

2.1 Hintergründe & Begriffsbestimmungen

Im Lichte des Paris Abkommens (UNFCCC 2015) und europäischer und nationaler Klima- und Energieziele (siehe z.B. BMUB 2017) wird deutlich, dass stringenter Klimaschutz elementar ist. Er ist notwendig, um innerhalb der ökologischen Tragfähigkeit der Erde zu bleiben.

Langfristige Klima- und Energieziele beziehen sich häufig auf eine Emissionsminderung der Treibhausgase im Jahr 2050 gegenüber 1990. Für diesen langen Zeithorizont ist es sehr schwer abzuschätzen, wie sich Gesellschaft, Politik und Ökonomie entwickeln werden. Das ist selbst dann der Fall, wenn von einer „business as usual“-Entwicklung ausgegangen wird. Gründe sind unter anderem Unsicherheiten hinsichtlich künftiger Entwicklungen äußerer Faktoren (z.B. Wirtschaftsindikatoren, Bevölkerung, Energiepreise, Monatsmitteltemperaturen usw.). Noch anspruchsvoller ist es folglich, geeignete und akzeptierte Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen für eine Zielerreichung zu finden.

Szenarien stellen ein Werkzeug dar, künftige Veränderungen und deren Auswirkungen auf Basis verschiedener Annahmen zu prüfen. In Naegler et al. (2016) wird anschaulich beschrieben, was Szenarien leisten können:

„[Szenarien] beschreiben dabei auf konsistente Weise die mögliche zukünftige Entwicklung des Systems unter bestmöglicher Berücksichtigung des aktuellen Wissens bezüglich des Systems, d. h. der internen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der Systemkomponenten, aber auch die Abhängigkeit der Systementwicklung von äußeren Faktoren. Damit liefern Szenarien Leitplanken für zentrale technisch-strukturelle, energiepolitische, ökonomische und gesellschaftliche Weichenstellungen, die einen zielgerichteten Transformationsprozess flankieren müssen.“

Szenarien, die stringente² Klimaschutzziele erreichen, sind daher wichtige Werkzeuge zur Analyse notwendiger Veränderungen hin zu einer klimaverträglichen Gesellschaft.

Wird die Zielerreichung mit Maßnahmen und politischen Instrumenten³ hinterlegt, können unterschiedliche Strategien angewandt werden: Effizienz- und Konsistenzstrategien sind dabei eher technischer Natur (z.B. Effizienzsteigerungen bei der Produktion von Gütern oder der Einsatz erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung).

Suffizienzstrategien hingegen setzen bei der Änderung von Konsummustern an – wie beispielsweise der Konsum pflanzlicher statt tierischer Proteine oder der Verzicht auf Flugreisen und das Umsteigen auf alternative Fortbewegungsmittel, wie z.B. die Bahn.

Bilharz (2008) empfiehlt für alle Strategien die Unterscheidung in „Big Points“ und „Key Points“, wobei „Big Points“ Strategien sind, die ein hohes Einsparpotenzial haben und „Key Points“ solche, die strategisch wichtig sind, damit die gesellschaftliche Transformation in Richtung Nachhaltigkeit gelingen kann.

Suffizienz kann daher sowohl dazu beitragen, relativ große Emissionsminderungspotentiale zu heben, als auch strategisch wichtige Veränderungen hin zu einer klimaverträglichen Gesellschaft

² Im Kontext dieser Studie definieren wir ein Szenario als stringent, wenn es die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 % gegenüber dem Jahr 1990 mindert.

³ Zur Definition und Abgrenzung von Maßnahme und Instrument siehe Kapitel 2.1 weiter unten .

zu bewirken. Der Begriff **Suffizienz** leitet sich vom lateinischen „sufficere“ ab, was genügen / ausreichen bedeutet.

Unserem Suffizienzverständnis liegt die Definition aus Fischer et al. (2013), Kapitel 2.4 zu Grunde:

„Unter Suffizienz verstehen wir Änderungen in Konsummustern, die helfen, innerhalb der ökologischen Tragfähigkeit der Erde zu bleiben, wobei sich Nutzenaspekte des Konsums ändern.“

Hierzu ist anzumerken, dass die im zweiten Teil der Definition genannten Nutzenaspekte eher qualitativ zu interpretieren sind (z.B. Variante B hat den Nutzen Fitness statt Bequemlichkeit in Variante A) und keiner monetären Bewertung (Nutzen Variante B ist um X niedriger als Nutzen der Variante A) entsprechen.

Des Weiteren ist hinzuzufügen, dass das Empfinden der Konsummuster- oder Nutzenänderung subjektiv ist und sowohl negativ – zum Beispiel als Verzicht – oder positiv – zum Beispiel als Vereinfachung – wahrgenommen werden kann. So gehen auch die häufig genutzten Umschreibungen von Suffizienz in unterschiedliche Richtungen: Negative Assoziationen sind etwa Ökodiktatur, Technikfeindlichkeit oder eine Rückkehr ins Mittelalter (siehe Fischer et al. 2013). Positive Assoziationen sind unter anderem „das richtige Maß“ / Maß halten, Genügsamkeit, Entrümpelung oder „Befreiung vom Überfluss“, siehe auch Fischer et al. (2013) und Paech (2012).

Eine trennscharfe Abgrenzung zwischen Suffizienz und Effizienz ist nicht in jedem Fall möglich. So kann z.B. die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sowohl als Suffizienz als auch als Effizienz interpretiert werden. Die Verlagerung beinhaltet sowohl Aspekte von Nutzenänderung als auch von Effizienzsteigerung (siehe auch Fischer et al. 2013, Samadi et al. 2017 bzw. Fachgespräch 2018). Im vorliegenden Papier geht es bei der Abgrenzung von Suffizienz daher um signifikante Verhaltensänderungen.

Eine ausführliche Diskussion zur Definition und zu Aspekten von Suffizienz findet sich auch in Samadi et al. (2017). Weitere Überlegungen zu Suffizienz sind in einem Thesenpapier des ifeu (Brischke 2014) beschrieben.

Weitere wichtige Definitionen beleuchten den Unterschied zwischen einer Maßnahme und einem Instrument. Hierfür bildet Fischer et al. (2016), Kapitel 1.3 die Grundlage:

*„Wir bauen auf dem Technischen Regelwerk CEN/CLC TR 16103:2010 und dem europäischen Projekt EMEEES auf, das harmonisierte Methoden für die Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen entwickelte. Dort wird eine **Energieeffizienzmaßnahme** definiert als eine Aktivität, die normalerweise zu einer überprüfbaren, messbaren oder abschätzbaren Verbesserung der Energieeffizienz führt. Analog definieren wir eine **Energieeinsparmaßnahme** als Aktivität, die normalerweise zu einer überprüfbaren, messbaren oder abschätzbaren Energieeinsparung führt, und verwenden den Begriff **Maßnahme** als Oberbegriff für beide. Eine **Maßnahme** kann technisch oder verhaltensbasiert sein.“*

*„**Instrument (oder Politikinstrument)** nennen wir im Einklang mit der Verwendung in der Politikwissenschaft einen staatlichen Eingriff mit dem Ziel, Interventionen umzusetzen, die die Implementierung von Maßnahmen fördern.“*

Auch wenn sich diese Definitionen auf Energieeffizienz beziehen, können sie genauso für Suffizienz angewandt werden. **Suffizienzmaßnahmen** sind demnach Aktivitäten, die zu einer überprüfbaren, messbaren oder abschätzbaren Verringerung von Umweltauswirkungen führen.

Im Gegensatz dazu sind **Suffizienzinstrumente** staatliche Eingriffe mit dem Ziel, Interventionen umzusetzen, die die Implementierung von Suffizienzmaßnahmen fördern.

Zuletzt sollen noch Begriffe aus dem Modellierungsalltag definiert werden:

Modelle sind vereinfachte Darstellungen der Realität. Sie operieren auf Basis festgelegter funktionaler Zusammenhänge, die das abzubildende System (z.B. Energiesystem) und dessen Dynamiken und Interdependenzen abbilden. Damit ein Modell Ergebnisse liefert, muss das zu untersuchende Szenario mit Hilfe von Inputdaten in Modellsprache übersetzt und gemäß der funktionalen Definitionen verarbeitet werden.

Inputdaten sind Informationen, die ein Modell benötigt, um die definierten funktionalen Zusammenhänge berechnen zu können. Diese Inputdaten umfassen beispielweise Annahmen über die künftige Entwicklung der Bevölkerungsgröße, der Energiepreise oder der Wohnfläche pro Kopf.

Die Bilanzgrenze eines Modells gibt an, welche Teile eines Systems berücksichtigt werden, und welche nicht. Zweitere liegen dann außerhalb der Bilanzgrenze. Z.B. kann ein Modell die Bilanzgrenze „Straßenverkehr“ aufweisen. Dann bleiben Verkehre außerhalb der Straße unberücksichtigt, obwohl beide möglicherweise miteinander wechselwirken. Je nach Bilanzgrenze des Modells müssen unterschiedliche Inputdaten berücksichtigt werden. Ein Modell, das nur den Landwirtschaftssektor abbildet, braucht nicht notwendigerweise Annahmen bezüglich der Wohnfläche pro Kopf, während ein Modell, das den Gebäudebestand abbildet, möglicherweise genau diese Information benötigt.

2.2 Warum Suffizienz wichtig und nötig ist

Die Relevanz von Suffizienz für ambitionierten Klimaschutz und die Notwendigkeit für ihre Einbeziehung in stringente Klimaschutzszenarien bildet die Grundlage der vorliegenden Studie.

Unsere Einschätzung beruht insbesondere auf der Beobachtung, dass der Fokus der deutschen Klimaschutzbestrebungen bisher auf der Förderung von Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen durch entsprechende Instrumente liegt – bislang jedoch ohne signifikante Emissionsminderungen. Kuhnhenh (2017) führt dies unter anderem darauf zurück, dass Effizienz- und Konsistenzstrategien an wirtschaftspolitischen Zielsetzungen und etablierten Konsummustern scheitern. Diese Gründe wirken auch gegen den Einsatz von Suffizienzstrategien.

In Fischer et al. (2013) werden drei weitere Gründe genannt, warum Effizienz- und Konsistenzstrategien nicht ausreichen, um innerhalb der ökologischen Tragfähigkeit der Erde zu bleiben.

Erstens sind das Rebound-Effekte bei Effizienz. Diese können einen großen Teil der erzielten Einsparungen zu Nichte machen, oder sogar Einsparungen überkompensieren. Es wird auch angemerkt, dass es bei Suffizienz ebenfalls Reboundeffekte geben kann und diese nicht ausschließlich ein Problem von Effizienzstrategien sind. Hinzu kommt bei Effizienzstrategien, dass diese oft mit einer Steigerung des Outputs auf Produktionsseite einhergehen⁴. Dies wirkt sich ebenfalls dämpfend auf ursprünglich erreichte Einsparungen aus.

Zweitens hinterfragen Fischer et al. (2013) die Versprechen der Konsistenzstrategie. Der scheinbar unbegrenzt mögliche Konsum im Einklang mit der Natur setzt voraus, dass

⁴ Der zusätzliche Absatz in Form von Konsumsteigerungen schlägt sich in Form von Wirtschaftswachstum volkswirtschaftlich nieder. Das Argument, dass unseren Gesellschaften eine Tendenz zum Wirtschaftswachstum eingeschrieben ist und die Suffizienz-Strategie daher strukturell unterlaufen wird, kann an dieser Stelle nicht ausgeführt werden. Ausführlicher dazu bspw. Santarius 2015.

Technologien „ohne Nebenwirkungen“⁵ marktreif und verfügbar sind. In der Praxis bleibt dies weiterhin eine noch nicht gelöste Herausforderung.

Drittens führen sie an, dass durch den Anstieg der Weltbevölkerung und weltweit steigende Konsumansprüche Effizienz und Konsistenz in Zukunft nicht mehr ohne Suffizienz auskommen werden, um Klimaschutzziele zu erreichen.

Zuletzt führen Fischer et al. (2013) die Vorteile von Suffizienzstrategien gegenüber Effizienz- und Konsistenzstrategien an und zeigen, dass Suffizienz keine „Notlösung“ sein muss. Vorteile ergeben sich insbesondere daraus, dass Suffizienzmaßnahmen oft deutlich kostengünstiger für den Einzelnen und die Gesellschaft sind. Zudem ergeben sich aus Verhaltensänderungen kaum umfangreiche Infrastrukturmaßnahmen wie der Bau von Stromnetzen oder die oben beschriebenen „Nebenwirkungen“ wie Biodiversitätsverluste. Damit ist Suffizienz prinzipiell weniger konfliktträchtig für eine Gesellschaft.

Zusätzliche Argumente werfen Samadi et al. (2017) und Kuhnhehn (2017) auf. Insbesondere merken sie an, dass die Annahmen hinter Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen oft unrealistisch sind, da z.B. eine zeitnahe Verfügbarkeit und Akzeptanz neuer Technologien vorausgesetzt wird, keine Reboundeffekte berücksichtigt werden oder auf (Energie-)Importe gesetzt wird, um die Klimaschutzziele eines Landes zu erreichen. Ihr Fazit lautet daher, dass Suffizienz unbedingt nötig zur Zielerreichung sei.

Das aus unserer Sicht überzeugendste Argument für Suffizienz ist, dass sie ein großes Potenzial hat, Emissionen einzusparen und damit in großem Maße zur Erreichung der Klimaschutzziele beizutragen. Beispielhaft sei hier auf die Potenzialanalysen in Fischer et al. (2016) verwiesen.

⁵ Nebenwirkungen können z.B. sein: Biodiversitätsverlust, vermehrter Verbrauch seltener Metalle, die Notwendigkeit für sichere Lagerstätten.

3 Methodik und Ergebnisse

3.1 Möglichkeiten zur Integration von Suffizienz in Modelle

Tabelle 1 zeigt, welche Ideen und Möglichkeiten es gibt, Suffizienz in schon vorhandene Modelle zu integrieren. Sie gibt einen aus der Literatur zusammengestellten Überblick über relevante Parameter bzw. Stellschrauben für Suffizienz in zentralen Bereichen bzw. Sektoren. Die Informationen dienen dazu, die in den kommenden Abschnitten analysierten Szenarien systematisch auf das Vorhandensein von Suffizienz untersuchen zu können.

Je nach Definition der funktionalen Zusammenhänge innerhalb eines Modells können auch andere Parameter eine Rolle spielen. Daher ist diese Tabelle als exemplarisch zu verstehen. Des Weiteren wird hier nur eine Auswahl direkter Instrumente dargestellt. Weitestgehend nicht berücksichtigt wurden sektorübergreifende Instrumente, wie etwa eine Energiebesteuerung auf Basis des Energiegehaltes und der CO₂-Intensität. Indirekte Instrumente, die z.B. über veränderte Rahmenbedingungen wirken, spielen in der weiteren Auswertung noch eine Rolle, sind jedoch auf Grund ihrer indirekten Wirkungsweise ebenfalls nicht als mögliche Stellschrauben aufgeführt.

Zu den Parametern werden Bereiche / Sektoren, Bedürfnisfelder, mögliche Messgrößen, Suffizienzmaßnahmen und Beispiele für Suffizienzinstrumente genannt. Die Abgrenzung der Bereiche / Sektoren erfolgt hier bewusst nicht nach CRF-Kategorien⁶, da eine Zuordnung innerhalb der Modelle erfolgt, je nach deren individuellem Zuschnitt. Daher werden die Veränderungen in Bedürfnisfeldern dargestellt.

Tabelle 1: Bereiche und mögliche Stellschrauben für Suffizienz

Bereich bzw. Sektor	Bedürfnisfeld	Parameter	Suffizienzmaßnahme für Veränderung des Parameters	Beispiele für Suffizienzinstrumente
Verkehr	Mobilität	Neuzulassungen Pkw (Anzahl pro Jahr; Anzahl Pkw je 1.000 Einwohner) ⁷	Weniger Nachfrage nach MIV / Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr	Besteuerung Pkw; Änderung Entfernungspauschale; Energiesteuern; Pkw-Maut; Erhöhte Taktfrequenz ÖPNV; Besteuerung Firmenwagen; Tempo 30 in Städten
		Größe Pkw (Hubraum, Pkw-Modell)	Nutzung kleinerer Pkw / Nutzung einer bedarfsorientierten Pkw-Größe	Teurerer Parkraum für größere Pkw; Fahrbahnnutzung für nicht-bedarfsorientierte Pkw-Größe eingeschränkt
		Zurückgelegte Strecke (Kilometer/ Person)	Reduzierung der zurückgelegten Fahrstrecken	Förderung Heim- und Telearbeit; Umbau zur „Stadt der kurzen Wege“

⁶ In Klimaschutzenszenarien werden in der Regel alle Sektoren berücksichtigt, die Treibhausgase verursachen, womit nahezu alle Sektoren der Wirtschaft betroffen sind. Die Definitionen der Sektoren erfolgt nach bestimmten Konventionen, z.B. dem Common Reporting Format (CRF) der IPCC Guidelines (siehe z.B. UNFCCC 2018b), u.a. auch um den Berichtspflichten der EU (siehe Europäische Union (EU) 18.06.2018) und des UNFCCC (siehe UNFCCC 2018a) nachzukommen.

⁷ In UBA (2017a) beträgt die Zielgröße zum Beispiel 150 Pkw je 1.000 Einwohner.

Bereich bzw. Sektor	Bedürfnisfeld	Parameter	Suffizienzmaßnahme für Veränderung des Parameters	Beispiele für Suffizienzinstrumente
		Flugbewegungen (Anzahl Kurz-/Mittel-/Langstreckenflüge pro Jahr, Anzahl pkm pro Jahr)	Reduktion privater und geschäftlicher Flugreisen	Erhöhung Luftverkehrssteuer, Verringerung der Subvention von Flugbenzin
Landwirtschaft	Ernährung	Tierzahlen (Anzahl Tiere je Nutztierart je ha, kg Fleischverzehr je Person und Jahr)	Reduzierung des Fleisch- und Milchkonsums	Änderung Transferzahlungen an die Landwirte; Flächenbindung der Tierhaltung (maximale Tierzahl pro Hektar); Höhere Stickstoff-Grenzwerte; Grünlandumbruchverbot; Pflicht, alles Futter selbst anzubauen; Futtermittelsteuer; Erhöhung Mehrwertsteuer auf Fleisch; Änderung Transferzahlungen an die Landwirte
		Lebensmittelabfall (kg je Haushalt und Jahr)	Reduktion von Lebensmittelabfällen: Bewusster Lebensmittel einkaufen, bessere Planung der Mahlzeiten	Medienkampagnen, Abfalltagebuch; Produzenten-Händler-Kooperationen zur Abfallvermeidung
Gebäude	Wohnen & Bau	Heiztemperatur (Grad Innentemperatur)	Wohnungen weniger stark beheizen	
		Wohnfläche (m ² pro Person)	Wohnfläche pro Kopf verringern	Förderprogramm zur Teilung oder zum Tausch von Wohnraum; Besteuerung Wohnraum
		Warmwasserverbrauch (Liter pro Haushalt und Jahr)	Weniger Warmwasser nutzen	
		Warmwassertemperatur (Grad Celsius)	Warmwassertemperatur reduzieren	

Bereich bzw. Sektor	Bedürfnisfeld	Parameter	Suffizienzmaßnahme für Veränderung des Parameters	Beispiele für Suffizienzinstrumente
		Elektrische Geräte (Anzahl je Haushalt; Größe der Geräte; Nutzungsintensität in Stunden/Tag)	Reduktion Mehrfachausstattung / Teilen von Geräten / Gerätegröße dem Bedarf anpassen / Begrenzung der Nutzungsintensität	Stromkundenkonto; Feebate-System ⁸ ; Pflicht der Ausweisung von Lebenszykluskosten und der Lebensdauer des Produkts; Verschrottungsprämie; Förderung von sharing-Angeboten / von Reparaturservices
		Stromverbrauch (kWh pro Haushalt und Jahr)	Reduzierung des elektrischen Wäschetrocknens / Reduzierung des Fernsehkonsums	

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2015; Fischer et al. 2016; Samadi et al. 2017

3.2 Übersicht über Modellierungspraxen

3.2.1 Vorgehen

Um einen Überblick über Suffizienz in der Modellierung von Klimaschutzszenarien zu erhalten, erfolgte eine schrittweise Analyse:

1. Als erstes wurden – auch in Abstimmung mit dem Auftraggeber – Auswahlkriterien entwickelt, die bei der Sichtung der Literatur zur Anwendung kamen. Ziel war die Auswahl ausschließlich relevanter Studien. Die Kriterien sind in Tabelle 2 genannt und begründet.
2. In einem zweiten Schritt erfolgte eine Sammlung von Szenariestudien, die auf Basis eines ersten vorläufigen Screenings den Anforderungen entsprechen könnten, siehe Tabelle 3.
3. Diese Literatursammlung wurde hinsichtlich des Vorhandenseins und der Beschreibung von Suffizienz gesichtet. Das bedeutet, dass Suffizienz entweder explizit genannt und mit Maßnahmen oder Instrumenten hinterlegt ist oder dass Maßnahmen oder Instrumente beschrieben werden, die unter Suffizienz nach Kapitel 2.1 einzuordnen sind.
4. Danach wurde die Literatursammlung anhand der Auswahlkriterien bewertet. Studien, die allen geforderten Kriterien entsprachen, wurden identifiziert.
5. Auf Basis der Erkenntnisse von Schritt 4 wurden zwei Szenarien ausgewählt, die die umfassendste Beschreibung von Suffizienz beinhalten und deren Veröffentlichung noch nicht zu lange in der Vergangenheit liegt, siehe Kapitel 3.2.3.
6. Die beiden ausgewählten Szenarien wurden genau analysiert und die beinhalteten Suffizienzmaßnahmen in Kapitel 3.2.4 dargestellt.
7. In einem letzten Schritt wurden die gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen des Fachgespräches im März 2018 am UBA diskutiert.

⁸ Ein Feebate-System kombiniert Rabatte mit Gebühren. In diesem Kontext würden Geräte, die bestimmte Kriterien erfüllen, mit Rabatten belegt, während Geräte, die diese Kriterien nicht erfüllen, mit einer Zusatzabgabe belastet werden. Siehe dazu auch Fischer et al. (2016), Kapitel 6.6.2.

Tabelle 2: Auswahlkriterien für Grundgesamtheit der untersuchten Szenarienstudien

Thema	Kriterium	Begründung
Stringenz	angestrebte THG-Neutralität (mind. 80-95% Emissionsminderung gegenüber 1990)	Je stringenter die Emissionsminderungen, desto wahrscheinlicher spielt Suffizienz eine Rolle.
Zeithorizont	2050	Kurzfristigere Ziele können und werden in Szenarienstudien meist durch das Ausschöpfen technischer Potenziale erreicht. Instrumente und Maßnahmen zu Verhaltensänderungen sind daher eher in längerfristigen Szenarienstudien zu vermuten.
Modellierung	Wurde das Szenario modelliert?	Rein qualitative Beschreibungen der Szenarien stellen kein in sich konsistentes Szenario sicher. Nur durch eine sektorale Modellierung des Szenarios können alle relevanten Aspekte zur THG-Minderung und deren Effekte abgebildet werden.
Sektoren	Abdeckung möglichst aller relevanten Sektoren	Emissionsminderungen aller Sektoren sind notwendig, um stringente Klimaziele zu erreichen. Daher sollte dies auch durch die Szenarien reflektiert werden.
Szenariotyp	Zielszenario	Ein Zielszenario gibt das Emissionsminderungsziel vor, das dann durch eine Vielzahl von Maßnahmen und Instrumenten erreicht wird. Eine Fortschreibung oder Weiterentwicklung von Maßnahmen (Maßnahmenszenario) kann zwar dazu beitragen, dass stringente Klimaziele erreicht werden. In diesem Fall wäre dies allerdings ein Ergebnis und kein Ziel. Da bisher kaum Suffizienzinstrumente implementiert sind und somit kaum in Maßnahmenszenarios enthalten sein dürften, ist es wahrscheinlicher, diese in Zielszenarien anzutreffen.
Veröffentlichungsdatum	Veröffentlichung bis Ende Januar 2018	Da die Projektlaufzeit begrenzt ist, können nur bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlichte Szenarien berücksichtigt werden.

Quelle: eigene Darstellung

Ein weiteres, in Tabelle 2 nicht genanntes Kriterium zur Auswahl der Szenarien war, dass es sich um ein nationales Szenario handelt. Grund hierfür ist, dass die Szenarien vergleichbar sein sollen und daher zu heterogene Szenarien für einzelne Regionen nicht geeignet erschienen. Meist liegt der Fokus regionaler Szenarien auch auf einem bestimmten Sektor, wie das Szenario zum Thema Niedrigenergie-Wohnsiedlungen von Katrin Pfäffli (Pfäffli et al. 2013), so dass es ohnehin am Kriterium zur möglichst vollständigen Sektorabdeckung gescheitert wäre. Zudem sollen die Empfehlungen für die Dekarbonisierung und Modellierung gesamter Volkswirtschaften genutzt werden, so dass auch aus diesem Grund regionale Szenarien nicht im Fokus der Analyse standen.

Auch globale Szenarien, die eine integrierte Betrachtung aller Länder oder für Ländergruppen darstellen, wurden in der vorliegenden Analyse nicht betrachtet. Dieser Fokus auf internationalen Interdependenzen war nicht Fokus des Projektes. Dem höheren Analyseaufwand und den komplexeren / diverseren Empfehlungen kann in Folgeprojekten Rechnung getragen werden. Außerdem kann auf die Analyse globaler Energieszenarien von Samadi et al. (2017) verwiesen werden.

Der Fokus auf regionale Szenarien könnte eine interessante Ergänzung der vorliegenden Studie sein. Schmitt et al. (2015) haben dazu Klimaschutzkonzepte von 32 Kommunen und Regionen

sowie Masterpläne „100% Klimaschutz“ von 19 Kommunen und Regionen ausgewertet und fanden eine Vielzahl an Politiken und Maßnahmen zur Förderung und Ermöglichung von Suffizienz in Kommunen.

3.2.2 Grundgesamtheit der gesichteten Szenarien und Auswertung anhand der Kriterien

Die Gesamtheit der gesichteten Szenarien ist in Tabelle 3 dargestellt. Diese beinhaltet eine Auswertung gemäß der Kriterien aus Tabelle 2 und eine Übersicht zum Vorhandensein und Einbezug von Suffizienz. Insgesamt wurden 16 Studien und Veröffentlichungen aus sieben Ländern gesichtet, die prinzipiell den Anforderungen entsprechen könnten.

Von ihnen entsprachen die acht mit * markierten Szenarien in Tabelle 3 allen festgelegten Kriterien. Auf Basis der oben beschriebenen Auswertung zum Vorhandensein und der Beschreibung von Suffizienz (Schritt 3) fällt die Auswahl für eine vertiefte Betrachtung auf folgende zwei Szenarien (fett gedruckt in Tabelle 3):

- ▶ Für Deutschland die Studie „Klimaschutzszenario 2050“ und das darin enthaltene Szenario „KS 95“: Ein Zielszenario mit 95%-iger Emissionsminderung gegenüber 1990 (Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2015), sowie
- ▶ für das europäische Ausland das „Scénario négaWatt 2017-2050“ aus Frankreich mit Netto-Null-Emissionen im Jahr 2050 (Association négaWatt 2017a).

Tabelle 3: Grundgesamtheit gesichteter Studien und Bewertung der Szenarien nach Kriterien

Land	Studientitel	Szenarioname	Stringenz: THG-Neutralität angestrebt	Zeithorizont: mind. 2050	Modelliert?	Sektorabdeckung hinreichend	Szenariotyp: Zielszenario	Veröffentlichung bis 31.01.2018 (Veröffentlichungsjahr)	Suffizienzmaßnahmen beschrieben	
DE	Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht	KS 95*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2015)	ja	
	Politiksznarien VIII	Mit erweiterten Maßnahmen Szenario (MEMS)	nein	nein	ja	ja	nein	nein (2018 (erwartet))	nein	
	Projektionsbericht 2017	Mit weiteren Maßnahmen Szenario (MWMS)	nein	nein	ja	ja	nein	ja (2017)	nein	
	Transformationsprozess zum treibhausgasneutralen und ressourcenschonenden Deutschland	GreenEe*		ja	ja	ja	ja	ja	ja (2017)	teilweise
		Green		ja	ja	ja	ja	ja	nein (2018 (erwartet))	NA
		GreenMe		ja	ja	ja	ja	ja	nein (2018 (erwartet))	NA
		GreenLife		ja	ja	ja	ja	ja	nein (2019 (erwartet))	ja
		GreenSupreme		ja	ja	ja	ja	ja	nein (2019 (erwartet))	NA
Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland	95% Szenario		ja	ja	ja	ja	ja	nicht vollständig (Ergebnisse des 95% Szenario noch nicht)	NA	

Land	Studientitel	Szenarioname	Stringenz: THG-Neutralität angestrebt	Zeithorizont: mind. 2050	Modelliert?	Sektorabdeckung hinreichend	Szenariotyp: Ziel-szenario	Veröffentlichung bis 31.01.2018 (Veröffentlichungsjahr)	Suffizienzmaßnahmen beschrieben
								verfügbar	
	Treibhausgas-neutrales Deutschland im Jahr 2050	THGND 2050*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2014)	teilweise
	BDI-Klimapfade der Industrie	NA*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2018)	nein
FI	Energy and Climate Roadmap 2050	Change*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2014)	nein
FR	Stratégie nationale bas carbone	NA	ja	ja	nein	ja	ja	ja (2015)	NA
	Scénario négaWatt 2017-2050	Scénario négaWatt*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2017)	ja
IT	Pathways to deep decarbonisation in Italy	Demand Reduction Scenario*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2015)	nein
PL	2050.pl The journey to the low-emission future	Modernisation Scenario	nein	ja	ja	nein	nein	ja (2013)	nein
SE	The Climate Act	-	ja	nein	nein	NA	ja	ja (2018)	NA
UK	The Clean Growth Strategy	-	ja	ja	nein	ja	ja	ja (2017)	nein
	Pathways to deep decarbonisation in the United Kingdom	Reduced Demand Scenario*	ja	ja	ja	ja	ja	ja (2015)	teilweise
	Zero Carbon Britain. Making it Happen	Zero carbon Britain	ja	ja	nein	ja	ja	ja (2017)	ja

Anmerkung: mit * gekennzeichnete Studien erfüllen alle Kriterien (ausgenommen der rechten Spalte zur Beschreibung der Suffizienzmaßnahmen); NA = nicht verfügbar; Quellen: Association négaWatt 2017a, 2017b; Fraunhofer ISI et al.; Fraunhofer ISI et al. 2017; UBA 2017b; Ministry of Employment and Economy Energy and the Climate, Finland 2014; Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2015; Centre for Alternative Technology 2017; low-emission Poland 2050 2013; Virdis et al. 2015; THEMA 2016; UBA 2013; Gerbert et al. 2018; Bundesregierung 2017; HM Government of the United Kingdom 2017; Government of Sweden 2018; Pyc et al. 2015

3.2.3 Beschreibung der ausgewählten Szenarien

3.2.3.1 Klimaschutzszenario 2050, Szenario KS 95

Im Auftrag des Bundesumweltministeriums haben Öko-Institut und Fraunhofer-ISI im Szenario „Klimaschutzszenario 95“ (kurz „KS 95“) detaillierte Berechnungen unternommen, um zu zeigen, dass Deutschland sein Klimaschutzziel von 95 % Emissionsminderung bis 2050 gegenüber 1990 erreichen kann.

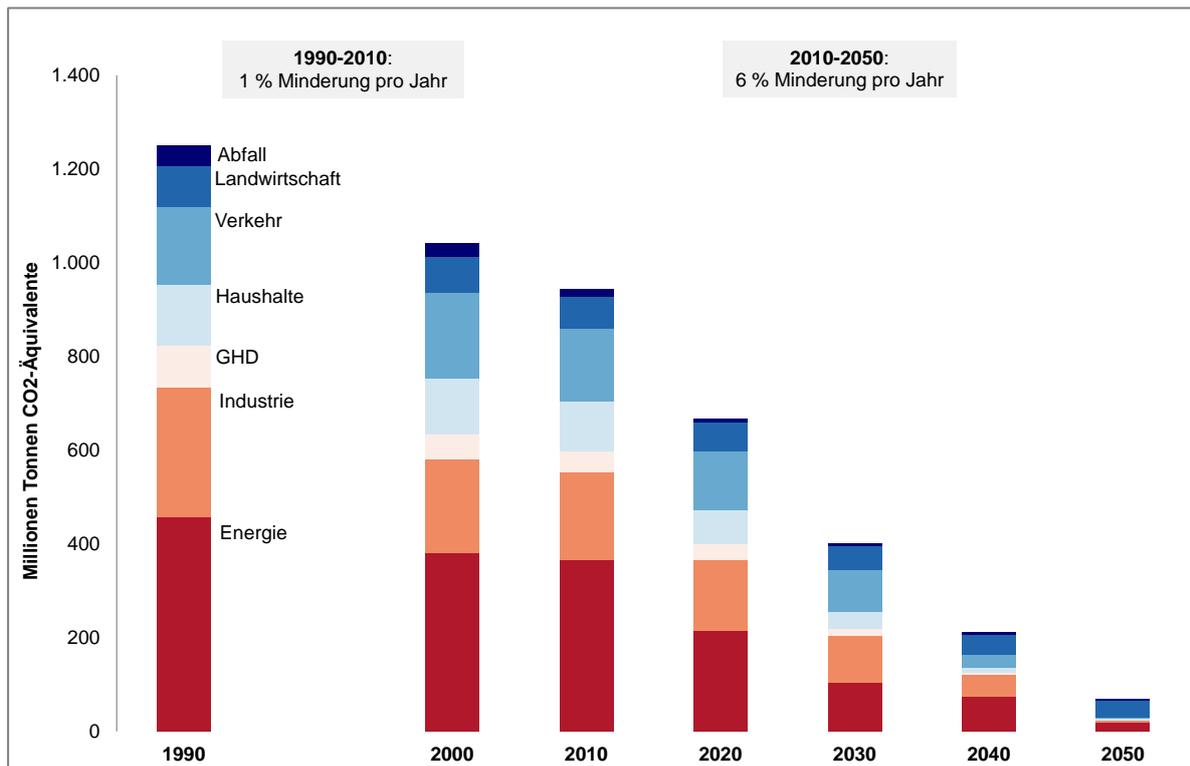
Die Modellierung des KS 95 erfolgte auf Basis einer Kombination der unterschiedlichen Modelle beider Institute (siehe Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2015). Ein Integrationsmodul (EnUSEM) führte die Ergebnisse der Modelle zusammen und erlaubte so eine detaillierte Emissionsberechnung. Gemäß den Berichtspflichten in der EU und unter UNFCCC zu Treibhausgasemissionsprojektionen wurden alle Sektoren abgebildet.

Das KS 95 ist ein Zielszenario: für das Jahr 2050 ist eine mindestens 95-prozentige Emissionsminderung vorgegeben. Die Summe der Emissionen aller Sektoren muss diesem Zielwert entsprechen. Dafür werden die Parameter in den jeweiligen Sektoren entsprechend gewählt. Die notwendigen Emissionsminderungen werden dabei durch Veränderungen der Parameter erreicht. Diese Veränderungen werden durch Maßnahmen und Instrumente

ausgelöst. Das KS 95 beschreibt die angenommenen Maßnahmen und Instrumente je Sektor detaillierter.

Insgesamt müssen alle Sektoren Beiträge zur stringenten Emissionsminderung leisten. Da die Möglichkeiten zur Minderung aber unterschiedlich hoch sind, sind die Beiträge nicht gleichverteilt. So wird etwa – im Gegensatz zu heute – der Landwirtschaftssektor in 2050 einen höheren Emissionsbeitrag als andere Sektoren haben (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: THG-Emissionen nach Sektoren im KS 95



Quelle: Öko-Institut (2018)

3.2.3.2 Scénario négaWatt 2017-2050

Der gemeinnützige Verband und Think Tank „négaWatt“ wurde 2001 gegründet. Das Ziel des Zusammenschlusses zahlreicher Expertinnen und Experten mit unterschiedlichen Hintergründen ist es, aufzuzeigen, wie eine nachhaltige Zukunft für Frankreich – insbesondere im Bereich Energieversorgung – aussehen kann. NégaWatt veröffentlicht seitdem in unregelmäßigen Abständen Studien zur ambitionierten THG-Emissionsminderung in Frankreich. Eine erste Studie erschien im Jahr 2003, gefolgt von Updates in den Jahren 2006 und 2011. Die neueste Studie „Scénario négaWatt 2017-2050“ wurde im Januar 2017 veröffentlicht.

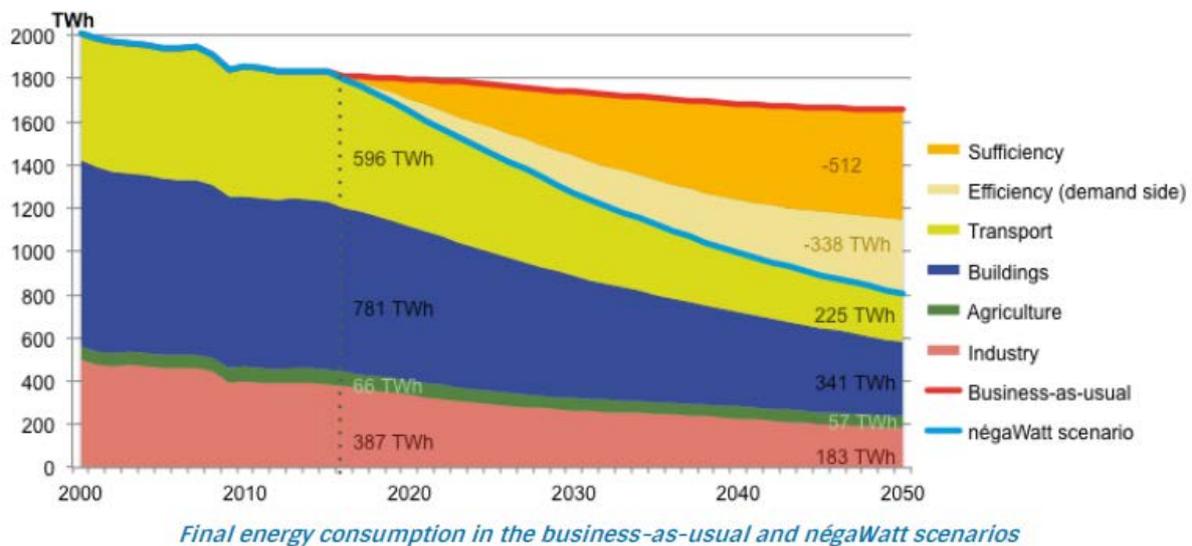
Das dort beschriebene Zielszenario zeigt auf, wie im Zusammenspiel aller Sektoren eine Dekarbonisierung in Frankreich bis zum Jahr 2050 erreicht werden kann. Im Ergebnis („Netto-Null-Emissionen“) verursachen die Sektoren Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und Energiewirtschaft dann zwar noch Emissionen – diese werden jedoch durch die Senke im LULUCF-Sektor komplett ausgeglichen. Die Sektoren Landwirtschaft und LULUCF werden nicht explizit im Szenario négaWatt modelliert. Die Autoren der Studie greifen dafür auf die Studie „Afterres2050“ aus dem Jahr 2016 zurück (solagro 2016). Durch die Kopplung der verwendeten Modelle und die Zusammenführung der Ergebnisse können alle THG-Emissionen Frankreichs einbezogen werden.

Die Emissionsbetrachtung findet für ein business-as-usual-Szenario und vergleichend dazu für das „négaWatt“ Szenario statt. Neben der Betrachtung von Treibhausgasemissionen werden auch der Ressourcenbedarf modelliert sowie Arbeitsplatz- und ökonomische Effekte des Szenarios.

Das „Scénario négaWatt 2017-2050“ legt – zumindest kommunikativ – einen großen Wert auf Suffizienz und nennt diese als Strategie bei allen Betrachtungen stets zuerst. Die Intensität von Suffizienz im Szenario liegt etwa auf dem Niveau des KS 95 (siehe Abschnitt 3.2.3.1). In Abbildung 2 ist der Endenergieverbrauch im business-as-usual-Szenario zu sehen sowie die Reduktion, die durch Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen bis 2050 möglich ist.

Abbildung 2: Reduzierung des Endenergieverbrauchs im Scénario négaWatt 2017-2050 durch Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen

Energy trends



Quelle: Association négaWatt (2017b)

3.2.4 Überblick über die Suffizienzmaßnahmen

3.2.4.1 Klimaschutzszenario 2050, Szenario KS 95

Im KS 95 konnten sechs Suffizienzmaßnahmen in drei Bedürfnisfeldern identifiziert werden. Lediglich im Verkehrsbereich sind Suffizienzmaßnahmen im Modell durch eine Wirkungskette abgebildet. Die Wirkungskette wird indirekt über veränderte Rahmenbedingungen ausgelöst. Welche konkreten Elemente die Wirkungskette beinhaltet, wird angedeutet, kann jedoch nicht detailliert ausgeführt werden, da die Studie darüber keine weiteren Aussagen macht. Alle anderen Suffizienzmaßnahmen bleiben ohne Instrumentierung (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Identifizierte Suffizienzmaßnahmen im KS 95

Bedürfnisfeld	Beschreibung der Suffizienzmaßnahme	Hinterlegung mit Instrument?	ggf. Beschreibung der Wirkungskette
Wohnen	Senkung der Innenraumtemperatur in Wohngebäuden um 1 Grad (von 20°C auf 19°C)	nein	

Bedürfnisfeld	Beschreibung der Suffizienzmaßnahme	Hinterlegung mit Instrument?	ggf. Beschreibung der Wirkungskette
Wohnen / Konsum	Geringere Ausstattungsraten der privaten Haushalte mit elektrischen Haushaltsgeräten, Beleuchtung und Klimaanlage als in weniger ambitionierten Szenarien	nein	
Mobilität	Reduzierung des Motorisierungsgrades auf 43 % im Jahr 2050 von 52 % im Jahr 2010	Indirekt: veränderte Rahmenbedingungen	Durch Steigerung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrs bei gleichzeitig höheren Kosten für den MIV (u.a. durch eine höhere Mineralölsteuer) wird der Pkw-Besitz weniger attraktiv
Mobilität	Erhöhung des Besetzungsgrads der Pkw	Indirekt: veränderte Rahmenbedingungen	Zusammenspiel verschiedener Faktoren: veränderte Wahrnehmung der Umweltfolgen des motorisierten Individualverkehrs, Verteuerung des MIV (u.a. durch eine höhere Mineralölsteuer), bessere technologische Umsetzung der Durchführbarkeit von Fahrgemeinschaften durch Vernetzung, ebenfalls Rückgang des Motorisierungsgrades bzw. des Pkw-Besitzes (siehe Punkt oben)
Mobilität	Verlagerung des Modal Split zu Gunsten des ÖPNV sowie des Rad- und Fußverkehrs	Indirekt: veränderte Rahmenbedingungen	Höhere Energiesteuern und Kosten fossiler Kraftstoffe, Pkw-Maut, Verringerung des Motorisierungsgrades, Förderung des öffentlichen Verkehrs, Förderung des Radverkehrs, Stadtumbau für mehr kurze Wege
Ernährung	Reduktion des Fleischkonsums um durchschnittlich 60% gegenüber aktuellen Zahlen (Erhebung bezieht sich auf die Jahre 2005-2006) auf wöchentlich 300 g entsprechend der Empfehlung der deutschen	Nein, es wird ein Instrumentenmix vorgeschlagen. Dieser beinhaltet fiskalische Politikinstrumente wie eine Erhöhung des Mehrwertsteuersatzes für tierische Produkte. Darüber hinaus einen Aktionsplan	

Bedürfnisfeld	Beschreibung der Suffizienzmaßnahme	Hinterlegung mit Instrument?	ggf. Beschreibung der Wirkungskette
	Gesellschaft für Ernährung (DGE)	„Gemeinschaftsverpflegung“, sowie Bildungsprogramme und Informationskampagnen	

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2015)

3.2.4.2 Scénario négaWatt 2017-2050

Im Scénario négaWatt konnten sieben Suffizienzmaßnahmen in drei Bedürfnisfeldern identifiziert werden, die teilweise sehr ähnlich denen des KS 95 sind. Nur die Maßnahme zur Stabilisierung des Wohnraumbedarfs ist mit einem Instrument hinterlegt, zwei weitere Maßnahmen im Verkehrsbereich sind indirekt über veränderte Rahmenbedingungen instrumentiert, siehe Tabelle 5. Auch hier werden, wie oben, die konkreten Schritte, die die Wirkungskette beinhaltet, angedeutet, jedoch nicht detailliert ausgeführt, da die Studie darüber keine weiteren Aussagen macht.

Tabelle 5: Identifizierte Suffizienzmaßnahmen im Scénario négaWatt

Bedürfnisfeld	Beschreibung der Suffizienzmaßnahme	Hinterlegung mit Instrument?	ggf. Beschreibung der Wirkungskette
Wohnen	Stabilisierung des Wohnraumbedarfs bei 42 m ² /Person	ja	Einführung von Maßnahmen zum Teilen von Wohnraum; kompaktere Stadtplanung
Wohnen / Konsum	Nutzung von weniger und kleineren Geräten, Verringerung der Nutzungsintensität und Steigerung der Nutzungsdauer der Geräte; Teilen von Geräten	nein	
Mobilität	Verringerung der zurückgelegten Wege	Indirekt: veränderte Rahmenbedingungen	Bessere Raumplanung, Stadt der kurzen Wege, Bevorzugung von Heim-/Telearbeit
Mobilität	Steigerung des Besetzungsgrads von Pkw von heute 1,6 auf 1,8 im Jahr 2050	nein	
Mobilität	Verlagerung des Modal Split zu Gunsten des ÖPNV sowie des Rad- und Fußverkehrs	Indirekt: veränderte Rahmenbedingungen	Förderung ÖPNV sowie Rad- und Fußverkehr
Ernährung	Halbierung Fleischkonsum bis 2050	nein	
Ernährung	Reduzierung von Lebensmittelabfällen	nein	

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Association négaWatt (2017a)

3.2.4.3 Berücksichtigung der methodischen Anforderungen in den ausgewählten Szenarien

Tabelle 6 zeigt, ob die Stellschrauben, die in Abschnitt 3.1 vorgestellt wurden, in den beiden betrachteten Szenarien genutzt wurden oder nicht.

Tabelle 6: Berücksichtigung der möglichen Stellschrauben für Suffizienz in den zwei betrachteten Szenarien

Bedürfnisfeld	Stellschraube für Suffizienz	Nutzung im KS 95 / Kommentar	Nutzung im Scénario négaWatt / Kommentar
Wohnen	Wohnungen weniger stark beheizen	ja	nein
Wohnen	Wohnfläche pro Kopf verringern	nein, sie steigt sogar	ja
Wohnen	Weniger Warmwasser nutzen	nein	nein
Wohnen	Warmwassertemperatur reduzieren	nein	nein
Wohnen / Konsum	Reduktion Mehrfachausstattung / Teilen von Geräten / Gerätegröße dem Bedarf anpassen / Begrenzung der Nutzungsintensität	ja	ja
Wohnen / Konsum	Reduzierung des elektrischen Wäschetrocknens / Reduzierung des Fernsehkonsums	nein	Nicht klar, allgemein werden Geräte weniger genutzt
Mobilität	Weniger Nachfrage nach MIV / Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr	ja	ja
Mobilität	Nutzung kleinerer Pkw / Nutzung einer bedarfsorientierten Pkw-Größe	nein	nein
Mobilität	Reduzierung der zurückgelegten Fahrstrecken	nein	ja
Mobilität	Reduktion privater und geschäftlicher Flugreisen	nein, Nachfrage steigt bis 2050 (für nationalen und internationalen Flugverkehr)	Nicht erwähnt
Ernährung	Reduzierung des Fleischkonsums	ja	ja

Bedürfnisfeld	Stellschraube für Suffizienz	Nutzung im KS 95 / Kommentar	Nutzung im Scénario négaWatt / Kommentar
Ernährung	Reduktion von Lebensmittelabfällen	nein	ja

Quelle: eigene Darstellung

Keines der beiden betrachteten Szenarien nutzt die möglichen Stellschrauben für Suffizienzmaßnahmen über alle Sektoren hinweg. Im ambitionierten KS 95 werden für zwei mögliche Stellschrauben die Parameter sogar erhöht (Wohnfläche und Nachfrage privater Flugreisen).

3.2.4.4 Exkurs: Suffizienz in weiteren Studien

In den anderen Szenarien aus Tabelle 3 ist Suffizienz nicht, oder nur kurz umrissen betrachtet worden, ohne dass auf eine Verankerung in den Modellen geschlossen werden kann. Daher erfolgt an dieser Stelle nur eine kurze Nennung der Bereiche, in denen Suffizienzmaßnahmen/-annahmen oder -instrumente eine Rolle spielen:

Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten (UBA 2017b): Im GreenEE Szenario wird von veränderten Ernährungsgewohnheiten, insbesondere von einem geringeren Fleischkonsum ausgegangen, wie von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlen. Auch andere Anpassungen im Bereich Ernährung werden in der Studie beschrieben: *„Eine ausgewogene, saisonale, regionale und wenig vorverarbeitete Ernährung kann einen wichtigen Beitrag sowohl zum Klimaschutz als auch zur Ressourcenschonung leisten.“* (UBA 2017b, S. 63). Darüber hinaus wird auch verändertes Mobilitätsverhalten unterstellt (UBA 2017b, S. 11). Die weiteren Szenarien Green, GreenMe, GreenLife und GreenSupreme lagen zum Untersuchungszeitraum nicht vor.

Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050 (UBA 2013): Die Studie macht ihren Umgang mit Suffizienz explizit: *„Verhaltensänderungen wie Entwicklung und Verbreitung anderer Lebensstile oder die Entwicklung veränderter Konsummuster werden in dieser Studie weitgehend nicht unterstellt, auch wenn sie aus Sicht des Umweltbundesamtes aus Nachhaltigkeitsgründen für wünschenswert und notwendig gehalten werden. Der Schwerpunkt der Studie liegt damit bewusst auf dem Einsatz technischer Lösungen“* (UBA 2013, S. 6). Die Suffizienzmaßnahmen, die dennoch identifiziert werden konnten, schreiben daher eher beobachtbare Trends fort und bilden aus heutiger Sicht wahrscheinliche Entwicklungen ab (UBA 2013, S. 28). Sie sind nicht mit Instrumenten hinterlegt. Die Maßnahmen umfassen die Veränderung der Ernährungsgewohnheiten, insbesondere die Reduzierung des Fleischkonsums entsprechend den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (UBA 2013, S. 19), die Vermeidung (und Verlagerung) von Verkehr, sowie die Annahme, dass sich Lebensmittelabfälle um die Hälfte verringern lassen (UBA 2013, S. 23).

Pathways to deep decarbonisation in the United Kingdom (Pye et al. 2015): Im Rahmen dieser Studie wurden einige Dekarbonisierungsszenarien berechnet; darunter ein „reduced demand scenario“ (R-DEM). In diesem wird durch stärkere Besteuerung von Autos die gewünschte Reduktion des MIV erreicht. Außerdem verringert sich das Wachstum des internationalen Flugverkehrs durch höhere Kosten emissionsintensiver Fortbewegungsarten (Pye et al. 2015, S. 20). Damit werden für ausgewählte Bereiche im Mobilitätssektor sowohl Suffizienzmaßnahmen als auch -instrumente hinterlegt.

Zero Carbon Britain. Making it Happen (Centre for Alternative Technology 2017): Für diese Studie wurde nicht modelliert, stattdessen werden Entwicklungen beschrieben. Es wurden

Annahmen getroffen, die als hilfreich und notwendig für die Erreichung des postulierten Ziels (vollständige Dekarbonisierung) zu sehen sind. Diese Annahmen werden durch Literaturrecherche gestützt. Explizite Hinweise auf Suffizienzmaßnahmen finden sich nur im Bereich Ernährung. Es wird davon ausgegangen, dass eine Veränderung der Ernährungsgewohnheiten und eine Reduktion des Überkonsums dazu führen, dass weniger Fleisch und Milch konsumiert werden (Centre for Alternative Technology 2017, S. 56). Suffizienzinstrumente werden nicht vorgeschlagen.

3.2.4.5 Fazit

Die Analyse der derzeit angewandten Modellierungspraxis zeigte, dass Suffizienz bisher nur bei einem Bruchteil der stringenten Klimaschutzszenarien eine Rolle spielt (in 7 von 16 Studien wird Suffizienz teilweise oder in den meisten Sektoren betrachtet). Häufig tauchen keine Suffizienzmaßnahmen in den Szenarien auf. In anderen Fällen wurde Suffizienz nicht explizit erwähnt, jedoch implizit angenommen, z.B. durch Trends, die fortgeschrieben wurden.

Insbesondere zeigte die Analyse, dass Suffizienzmaßnahmen derzeit nur im Ausnahmefall mit Instrumenten hinterlegt und durch Wirkungsketten begründet werden. Diese Feststellung machten auch Samadi et al. (2017) bei der Analyse globaler Szenarien. Gründe für den Nicht-Einbezug von Suffizienz werden meist nicht benannt.

Interessant ist, dass in den beiden detaillierter analysierten Szenarien fast die gleiche Anzahl, sowie etwa gleich tiefgreifende Suffizienzmaßnahmen angenommen wurden. Insbesondere überrascht dies, da das Scénario négaWatt kommunikativ einen sehr starken Fokus auf die Einbeziehung von Suffizienz legt. Dies erfolgt im KS 95 so nicht.

Ebenfalls ist interessant, dass die angenommenen Suffizienzmaßnahmen in den beiden genauer analysierten Szenarien dieselben Bedürfnisfelder betreffen und teilweise gleich oder ähnlich parametrisiert wurden. Dies betrifft die Halbierung des Fleischkonsums, die geringere Geräteausstattung in den Haushalten, die Steigerung des Besetzungsgrades der Pkw und die Verlagerung im Modal Split. Im Bereich Wohnen ergeben sich Unterschiede. Einmal wird der Hebel der Reduktion der Heiztemperatur als Suffizienzmaßnahme genutzt, einmal die Stabilisierung der Wohnfläche. Im KS 95 steigt die Wohnfläche hingegen sogar, siehe auch Tabelle 6.

Auffällig ist, dass im Mobilitätsbereich mehr und öfter Suffizienzmaßnahmen als in anderen Bereichen angenommen werden. In diesem Bedürfnisfeld scheint die Schwelle, Verhaltensänderungen anzunehmen, nicht so hoch zu sein wie in anderen Bedürfnisfeldern. Auch für den internationalen und kommunalen Bereich gilt diese Feststellung, wie Samadi et al. (2017) und Schmitt et al. (2015) bestätigen.

Aus der Analyse lässt sich insgesamt ableiten, dass bislang keine durchgängigen Konsummusteränderungen für die Zukunft angenommen werden – die Annahmen zu Verhaltensänderungen in den Szenarien also nur einzelne Bereiche oder ausgewählte Gewohnheiten betreffen.

3.3 Erkenntnisse aus einem Modellierungsfachgespräch

Am 19.03.2018 diskutierten bei einem Fachgespräch am UBA Vertreterinnen und Vertreter aus 12 deutschen Organisationen. Dabei lag das Augenmerk auf Thesen zu Suffizienz in Klimaschutzszenarien (siehe Annex), sowie den Hemmnissen zur Verankerung von Suffizienz in Modellen. Die Erkenntnisse aus dem Fachgespräch werden im Folgenden differenziert nach Thesendiskussion (Abschnitt 3.3.1) und Hemmnissen (Abschnitt 3.3.2) zusammengefasst. Dabei greift die Darstellung der Hemmnisse die sich zum Teil überlappenden Argumente aus der Thesendiskussion auf und ergänzt und systematisiert sie.

3.3.1 Thesendiskussion

Die Teilnehmenden wurden aufgefordert, die Thesen (Liste siehe Annex) zu kommentieren. Die Diskussionspunkte werden nachfolgend kurz dargestellt. Diskussionsbeiträge, die Empfehlungen beinhalteten, sind direkt in Kapitel 4 eingeflossen und tauchen daher an dieser Stelle nicht auf. Die Erkenntnisse beinhalten auch Informationen aus zwei Interviews mit weiteren Expertinnen, die nicht am Fachgespräch teilnehmen konnten (Scheffler 2018; Gores 2018):

- ▶ Suffizienzmaßnahmen würden teilweise punktuell genutzt, um die Zielerreichung des Sektors sicherzustellen. Dabei sei fraglich, ob realistische Eintrittswahrscheinlichkeiten angenommen würden. Es sei einerseits nicht zielführend, Suffizienzmaßnahmen mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit anzunehmen, auch wenn die Emissionsminderungspotenziale auf den ersten Blick hoch erscheinen (dies ist ein Punkt, der in der Literatur auch an Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen kritisiert wird, siehe Kapitel 2.2). Andererseits könnten nötige und wichtige Diskussionen angestoßen werden, wenn Suffizienz zunächst die Lücke zum Ziel schließt und damit als prinzipielle Option sichtbar gemacht wird.
- ▶ Die Diskussionen und Vorbehalte beim Thema „Modellierung von Verhaltensänderungen“ seien unverhältnismäßig, da zum Beispiel Systemgrenzen und Verlagerungseffekte auch bei Effizienz und Konsistenz eine Rolle spielten. Außerdem unterscheidet sich die Modellierbarkeit von Suffizienz nicht wesentlich von der Modellierbarkeit von Effizienz- oder Konsistenz. In allen drei Bereichen sei die Parametrisierung oft schwer.
- ▶ Einige Teilnehmende argumentieren, dass die Modelle flexibel genug seien, um den Anforderungen von Suffizienzmodellierung gerecht zu werden. Je nach Ziel der Modellierung könne ein passendes Modell gewählt / generiert werden. Es gäbe nicht „das“ Modell oder „die“ Szenarien, sondern die Modellierung könne auf die Fragestellung im jeweiligen Kontext eingehen. Zudem könne man theoretisch in die meisten Modelle Konsum- und Nachfrageänderungen (zum Beispiel durch Anpassung der Preise oder Preiselastizitäten) einbauen. Darüber hinaus gäbe es spezifische Techniken für Verhaltensmodellierung. Auch bei den Annahmen zur Durchdringung von Technologien gäbe es die Herausforderung, dass man nicht wisse, wie Individuen tatsächlich auf Veränderungen reagierten, dies sei also kein spezifisches Problem von Suffizienz.
- ▶ Andere Teilnehmende weisen jedoch darauf hin, dass die existierenden Modelle eher technische und physikalische Aspekte abbildeten als die Frage, wie Individuen „funktionierten“. Sie seien daher nicht wirklich dafür geeignet, Verhaltensänderungen abzubilden. Sie seien oft für bestimmte Fragestellungen entwickelt worden und könnten nicht so einfach weitergehende Anforderungen integrieren. Leider sei in den Ausschreibungen für Modellierungsprojekte oft kein Budget vorgesehen, neue Modelle zu

entwickeln, so dass eine Anpassung an die nötige Komplexität zur Abbildung von Suffizienz aktuell nicht umsetzbar sei. Neue Forschungsfragen könnten somit nur schwer implementiert werden. Eine Abschätzung wie sich Entwicklungen, die man aus der Vergangenheit kennt, in der Zukunft fortsetzen, sei zudem extrem schwer.

- ▶ Ob Suffizienz überhaupt nötig sei, hänge von verschiedenen Faktoren ab, etwa dem angestrebten Emissionsreduktionsgrad oder der Annahme von Kompensationsmöglichkeiten. Weniger stringente Zielwerte machten Suffizienz daher weniger notwendig.
- ▶ Zudem sei die Notwendigkeit für Suffizienz in den verschiedenen Sektoren unterschiedlich. Im Bereich Ernährung / Landwirtschaft, in welchem biologische Prozesse relevant sind, sei Suffizienz eher nötig. In anderen Sektoren wie Mobilität und Wärmeversorgung weniger, da prinzipiell mehr technische Optionen zur Verfügung stünden. Im Sektor Industrie bestünde die Schwierigkeit darin, dass sich ein geringerer Konsum nicht unbedingt auf die Produktion auswirken müsse, sondern dass auch die Produktion für den Export eine Rolle spiele.
- ▶ Die Frage der Notwendigkeit von Suffizienz beziehe immer die Kostenfrage mit ein: Man könne die Ziele immer auch ohne Suffizienz erreichen, die Frage sei jedoch, wie hoch dann die gesellschaftlichen Kosten seien. Szenarien hätten bei dieser Abwägung die Rolle, durch Simulation verschiedener denkbarer Kombinationen an Maßnahmen, einen Möglichkeitsraum aufzuspannen, der verschiedene Optionen und deren Kosten aufzeigt.
- ▶ Es wird die These aufgestellt, dass Klimaziele zwar ausschließlich durch Effizienz und Konsistenz erreichbar sein könnten, dies jedoch das gleichzeitige Erreichen der Nachhaltigkeitsziele viel unwahrscheinlicher mache, wenn beispielsweise Ressourcenziele, soziale Ziele, Flächennutzungsziele und die nötige Klimaanpassung einbezogen würden.
- ▶ Generell sei es riskant, Trends fortzuschreiben und zu modellieren, da sie sich schnell ändern könnten (Stichwort Unsicherheit) und daher, ohne Berücksichtigung von Bandbreiten in den Ergebnissen, nicht wirklich belastbar seien.
- ▶ Ein Zwang zur Instrumentierung sei kritisch. Zunächst sei es wichtig aufzuzeigen, wie hoch das Potenzial von Suffizienzmaßnahmen ist. Dann sollte gezeigt werden, welche Maßnahmen nötig seien, bzw. „Key Points“ und „Big Points“ darstellten. Eine Instrumentierung ist dafür zunächst nicht notwendig. Diese kann im Nachhinein in der politischen Diskussion erfolgen.
- ▶ Die Vorsicht bei ökologisch motivierten Instrumenten und Maßnahmen zur Verhaltensänderung ist überproportional. Es gibt viele staatliche Regulierungen, die Zwänge darstellen. Man sollte keine Angst haben, Suffizienz offensiver zu fordern.
- ▶ Gerade weil keine Akzeptanz vorhanden sei (siehe dazu u.a. Gerbert et al. 2018), müsse Suffizienz modelliert werden, um über sie und Ausgestaltungsmöglichkeiten zu diskutieren.
- ▶ Die Hinterlegung und Darstellung von Wirkungsketten sei einerseits entscheidend, um die Relevanz von Suffizienz belastbar abbilden zu können. Die Aufstellung von Wirkungsketten sei jedoch andererseits sehr herausfordernd, da diese meist komplex seien, insbesondere durch die schlecht einschätzbaren Zeiträume zwischen der Einführung eines Instrumentes (wie einer Informationskampagne) und der Verhaltensänderung. Verhaltensänderungen können darüber hinaus durch mehrere Sachverhalte ausgelöst werden, was die Zuordnung zu einem Instrument erschwert (z.B. Verhaltensänderung im Freundes- oder Bekanntenkreis, Lesen eines Zeitungsartikels und Aufmerksam werden auf ein

Förderprogramm). Natürlich könne Suffizienz auch durch Ordnungsrecht durchgesetzt werden. In diesem Fall seien Wirkungsketten relativ einfacher aufzustellen.

- ▶ In sehr globalisierten Sektoren wie dem Landwirtschaftssektor müsste durch Nutzung entsprechender globaler Modelle den internationalen Verflechtungen Rechnung getragen werden, um gute Wirkungsketten aufzustellen. Dies ist jedoch aktuell nicht realistisch.
- ▶ Eine Herausforderung in der Modellierung von Suffizienz liege in der schlechten Datenverfügbarkeit, zum Beispiel durch Ex-Post-Evaluation, die nach Ansicht der Teilnehmenden noch ganz am Anfang stünde.

3.3.2 Hemmnisse bei der Modellierung von Suffizienzmaßnahmen und Vorbehalte der Modellierenden

In diesem Abschnitt werden die in Kapitel 3.3.1 diskutierten Hemmnisse systematisiert dargestellt und am Anfang des jeweiligen Absatzes kurz als Überschrift zusammengefasst.

Hemmnis 1: Vorbehalte bei der Parametrisierung von Verhaltensänderungen.

Beim Fachgespräch (2018) wurde mehrfach angesprochen, dass es unverhältnismäßige Vorbehalte beim Thema Parametrisierung von Verhaltensänderungen zu geben scheint. Diese seien jedoch aus wissenschaftlicher Sicht nicht gerechtfertigt, da beispielsweise Unsicherheiten ebenso bei der Parametrisierung und Modellierung von Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen gelten. Zudem werden die Klimaschutzpotenziale von Suffizienzmaßnahmen oft sehr kritisch gesehen, was zu einer mangelnden Akzeptanz von Szenarien mit Suffizienz führe. Hingegen sei im Bereich der Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen die Modellierung schon etablierter. Hier haben sich Annahmen über Potenziale entwickelt, die nicht mehr so stark hinterfragt werden. Aufgrund der fehlenden Erfahrungen in der Parametrisierung von Suffizienz wird diese in Szenarien teilweise nicht explizit berücksichtigt. Solange Potenzialbandbreiten nicht umfassend exploriert wurden, liegt es nahe anzunehmen, dass von Modelliererinnen und Modellierern ein „Schönrechnen“ befürchtet wird: Suffizienz wird zur Zielerreichung in (stringenten) Szenarien angenommen, aber nicht explizit instrumentiert bzw. mit Maßnahmen hinterlegt. In diesem Sinne funktioniert sie als „Lückenfüller“ zur Zielerreichung.

Hemmnis 2: Der Begriff Suffizienz wird mit Verzicht assoziiert.

Ein weiteres Hemmnis ist wahrscheinlich der Begriff Suffizienz, beziehungsweise die häufig vorherrschende Assoziation des Begriffs mit Verzicht, also mit etwas negativem, sozial und politisch unerwünschtem. Die für Suffizienz zugängliche Zielgruppe unter den Auftraggeber_innen ist daher möglicherweise noch sehr klein, entsprechende Forschungsmittel rar gesät. Aus diesen Gründen herrscht bisher an vielen Instituten ein Mangel an Erfahrung bei der Modellierung von Suffizienz.

Hemmnis 3: Mangelnde Datenverfügbarkeit.

Jenseits der zum Teil unbegründeten Vorbehalte vor der Parametrisierung von Suffizienz (siehe Hemmnis 1) kann die Datenverfügbarkeit ein Hemmnis darstellen. Die Schwierigkeit bei der Modellierung von Suffizienz ist es, Evaluierungen, belastbare Trends, längere Zeitreihen oder sonstige Anhaltspunkte zusammenzutragen, die eine belastbare Parametrisierung ermöglichen. Hinzu kommt, dass die Wirkungsketten, die zu Verhaltensänderungen führen, sehr komplex sein können, so dass es schwierig ist, in der Literatur für genau die zu modellierenden Fälle Daten oder Evaluierungen zu finden. Des Weiteren sind Daten oft sehr verstreut in diversen Literaturquellen, was die Aufbereitung, Vergleichbarkeit und Nutzbarkeit erschwert.

Hemmnis 4: Schwer einschätzbare Zeiträume und multikausale Verbindungen zwischen Auslöser und Wirkung.

Ein weiteres Hemmnis zum Thema Wirkungsketten sind die teils schwer einschätzbaren Zeiträume zwischen einem Instrument (wie einer Informationskampagne) und der Verhaltensänderung. Verhaltensänderungen erfolgen oft nicht rational und werden meist durch eine Kombination von Triggern ausgelöst. Diese Überschneidungen stellen eine weitere Erschwernis dar.

Hemmnis 5: Modellierung von individuellem Verhalten ist herausfordernd.

Auch auf Modellseite gibt es Hemmnisse: Die existierenden Modelle bilden bisher oft physikalische Aspekte ab. In diesen Fällen ist der funktionale Zusammenhang zwischen Input und Output klar beschreibbar. Die Frage, wie Individuen reagieren, ist funktional schwieriger abzubilden, weil davon ausgegangen werden sollte, dass Individuen nicht immer rational – und somit „berechenbar“ – handeln.

Hemmnis 6: Budgetrestriktionen behindern tiefgreifende Modellweiterentwicklungen.

Da in den Modellierungsprojekten oft kein Budget für tiefgreifende Modellweiterentwicklungen vorhanden ist, können Modelle nur sehr langsam angepasst werden. Daher können sie häufig nicht ad hoc dazu eingesetzt werden, Forschungsfragen in Zusammenhang mit Suffizienz zufriedenstellend zu modellieren. Hinzu kommt, dass die Systemgrenzen der Modelle (zwischen den Sektoren oder bezüglich der geographischen Abdeckung) oft nicht ausreichend sind, um die komplexen Prozesse hinter Suffizienzinstrumenten und -maßnahmen adäquat abzubilden.

Hemmnis 7: Ökonomische Effekte von Suffizienz sind unsicher.

Auch in Bezug auf die quantitative Abbildung von Kosten von Suffizienzinstrumenten und -maßnahmen bestehen Hemmnisse. Es bestehen Unsicherheiten bei der Auswirkung von Suffizienz auf Nutzen im mikroökonomischen Sinne sowie auf der makroökonomischen Ebene, etwa auf die Entwicklung des BIP.

4 Empfehlungen an die Modellierung

Auf Basis der oben gewonnenen Erkenntnisse werden im Folgenden erste methodische und strategische Empfehlungen formuliert. Diese Empfehlungen richten sich an alle, die mit quantitativen Klimaschutzmodellen und -szenarien arbeiten.

4.1 Methodische Empfehlungen

Zunächst wird empfohlen die in Tabelle 1 aufgezeigten Möglichkeiten zur Verankerung von Suffizienz in Modellen in jedem Fall zu prüfen und zumindest gedanklich zu berücksichtigen. Dabei sollte das Ziel sein, Suffizienz möglichst konsistent in allen Bedürfnisfeldern entsprechend der Szenariodefinition zu berücksichtigen. Ein Weglassen zentraler Parametrisierungen von Suffizienz sollte in den Studien zumindest begründet werden.

Bei der Berücksichtigung der Stellschrauben und Bereiche für Suffizienz aus Tabelle 1 sollte aus unserer Sicht wie folgt vorgegangen werden:

1. **Begründung / Herleitung** für Suffizienz formulieren. Dafür insbesondere wissenschaftliche Literaturquellen nutzen.
2. Je Stellschraube / Suffizienzmaßnahme **relevante Parameter identifizieren** und dokumentieren, warum diese relevant sind und welche Richtungsänderung für Suffizienz nötig ist. Darüber hinaus sollten mögliche Datenquellen für die Parameter identifiziert und dokumentiert werden.
3. **Maßnahmen im Modell verankern**. Dies erfolgt durch Kalibrierung (wenn sie schon im Modell vorhanden waren) bzw. Ergänzung der Parameter⁹ in die Modellberechnungen (wenn sie neu eingeführt werden und sich damit funktionale Zusammenhänge ändern). Über die entsprechenden funktionalen Zusammenhänge des gegebenen Modells wirken sie so auf die Variablen (Outputgrößen). Die Kalibrierung der Höhe, sowie der zeitlichen Veränderung der Parameter erfolgt wo möglich auf Basis wissenschaftlicher Literatur (z.B. Ex-Post Evaluierungen von Politiken und Maßnahmen). Möglicherweise kann eine Kalibrierung auch aus politischen Zielen abgeleitet werden. In anderen Fällen muss sie durch Modellierexpertise in einem sukzessiven Prozess bestimmt werden.
4. Das Aufstellen und Beschreiben von **Wirkungsketten** kann dabei helfen, die Parameter bzw. ihre Höhe und ihren zeitlichen Verlauf zu konkretisieren, zu plausibilisieren und transparent zu machen.

Zudem sollten folgende methodische Empfehlungen umgesetzt werden:

- ▶ Alle angenommenen Maßnahmen, egal welcher Maßnahmengruppe sie zuzuordnen sind, sollen gut begründet werden. Zudem sollten Grenzen der Vorhersehbarkeit und Modellierbarkeit transparent benannt werden.
- ▶ Studien sollten Empfehlungen liefern, wie die Eintrittswahrscheinlichkeit von Maßnahmen (zum Beispiel zur Erreichung eines politischen Ziels) gesteigert und gesichert werden kann. Dies umzusetzen verbleibt dann Aufgabe der Politik.
- ▶ Es sollte dokumentiert werden, an welcher Stelle besondere Herausforderungen in der Modellierung von Verhalten bestehen. Dies ist wichtig, da Individuen nicht immer rational auf Veränderungen äußerer Umstände reagieren, und an dieser Stelle die Beziehung

⁹ Eine Ergänzung von Parametern macht eine Veränderung funktionaler Zusammenhänge nötig. Demnach kann dies als Modellweiterentwicklung verstanden werden. Je umfangreicher die Ergänzung von Parametern, desto zeitintensiver die Weiterentwicklung.

zwischen Input und Output verschiedenen Unsicherheiten unterliegt. Diese Dokumentation sollte sowohl für Suffizienz- als auch für Effizienz- und Konsistenzmaßnahmen erfolgen, da auch in die Modellierung letzterer Verhaltensannahmen einfließen, häufig aber nicht mehr reflektiert werden.

4.2 Empfehlungen allgemeiner / strategischer Art

Neben methodischen Empfehlungen ist generell anzumerken, dass Suffizienz zum Erreichen der Klimaschutzziele und entsprechend in der Modellierung von Klimaschuttszenarien in der Zukunft eine größere Rolle spielen sollte. Grund hierfür ist insbesondere, dass Suffizienzmaßnahmen ein großes Potenzial für THG-Einsparungen sowie das Erreichen weiterer Umweltziele haben. Je nach Bereich / Sektor und Suffizienzinstrument lassen sich manche Umweltziele zudem gesamtwirtschaftlich günstiger erreichen.

Zudem sollten durch die Modellierung von Suffizienz – als Ergänzung zu Effizienz und Konsistenz – zusätzliche Pfade für Klimaschutz aufgezeigt werden. Diese müssen teilweise sehr bald eingeschlagen werden. Dieser Handlungszwang kann durch eine umfassende Modellierung aller möglichen Klimaschutzoptionen, also Konsistenz, Effizienz und Suffizienz, aufgezeigt werden.

Die allgemeinen / strategischen Empfehlungen fokussieren daher auf die drei Schwerpunkte, die sich im Fachgespräch herauskristallisierten:

Empfehlung 1: Möglichkeitsräume aufspannen

Gerade bei Fragestellungen zum Thema Suffizienz erscheint es hilfreich zu sein, einen „Was wäre, wenn XYZ?“-Ansatz für die Modellierung zu wählen. Dabei sollten XYZ durch eine Vielzahl an Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen gefüllt werden. Die politische Machbarkeit und gesellschaftliche Akzeptanz sollte dabei zunächst nicht die Auswahl der Maßnahmen bestimmen. Vielmehr sollte es darum gehen, wertfrei zu explorieren, welche Effekte bei unterschiedlichen Maßnahmen/-kombinationen projiziert werden.

Dieses Vorgehen bedeutet in der Praxis: Eine Vielzahl von Szenarien oder Simulationen mit unterschiedlichen Annahmen, Maßnahmen und Ausgestaltungsmöglichkeiten der Suffizienz werden berechnet und miteinander verglichen. So kann ein Gefühl für die Größenordnungen gewonnen werden, was helfen kann „Big Points“ und „Key Points“ und den Bedarf entsprechender Instrumentierung zu identifizieren.

Für eine solche Identifikation können gröbere Modelle hilfreicher sein als sehr detaillierte. In größeren Modellen kann das Augenmerk zudem stärker auf Interdependenzen zwischen den Sektoren und internationale Verflechtungen gelegt werden. Dies ist für ein Explorieren von „Big Points“ und „Key Points“ unter Zeit- und Budgetrestriktionen hilfreich.

Die Durchsetzbarkeit des Modellierten und das gesamtwirtschaftliche Optimum sollten dabei zunächst keine Rolle spielen: Priorität sollte sein, dass ein Möglichkeitsraum aufgespannt wird, in dem sich die zu entwickelnden politischen Instrumente und umzusetzenden Maßnahmen bewegen können. Welche der Instrumente und Maßnahmen aus der Vielzahl der gerechneten Szenarien dann akzeptier- und umsetzbar erscheinen, sollte im Anschluss detailliert diskutiert und analysiert werden.

Durch diesen Ansatz werden wichtige Fragestellungen in den Vordergrund gestellt: Sollen die Klimaschutzziele durch Verhaltensänderung oder ggf. teure und ebenfalls konfliktträchtige technische Maßnahmen erzielt werden? Wie viel Suffizienz trauen wir der Gesellschaft zu? Wieviel Suffizienz ist prinzipiell nötig? Mit welchen Mitteln erreichen wir sie? Daraus ergibt sich übergeordnet auch die generelle Frage, wie wir in Zukunft leben wollen.

Das Aufspannen von Möglichkeitsräumen verhindert, dass nur wenige Szenarien von einigen Institutionen als Entscheidungsgrundlage im Raum stehen, welche auf Grund unterschiedlicher Rahmendaten möglicherweise nicht miteinander vergleichbar sind. Darüber hinaus ermöglicht es einen breiteren Diskurs zu Instrumenten und Maßnahmen.

Da dieser Ansatz nicht der aktuell gängigen Praxis der politikberatenden Modellierung entspricht, bräuchte es hierfür zunächst eine Finanzierung. Diese kann im Optimalfall in einem Angebot (wenn auch nur als optionales Arbeitspaket) Berücksichtigung finden. Wahrscheinlicher ist es, dass andere Finanzierungswege gefunden werden müssen. Das BMBF-Programm zur Sozialökologischen Forschung (SÖF) könnte eine mögliche Förderquelle darstellen. Wichtig ist, dass die Förderung nicht nur eine Modellentwicklung abdeckt, die in der Lage ist, die Möglichkeitsräume aufzuzeigen, sondern auch inter- und transdisziplinär ausgestaltet ist, sowie eine gute und verständliche Kommunikation der Ergebnisse beinhaltet.

Empfehlung 2: Parametrisierung auf feste Beine stellen

Damit Suffizienz gut modelliert werden kann, sollte die Parametrisierung auf feste Beine gestellt werden. Diese Empfehlung ist zugleich methodischer Natur.

Hierzu sollte am besten eine Datenbank – die frei zugänglich und nutzbar ist – mit folgenden Elementen aufgebaut werden:

- ▶ Liste der Maßnahmen mit den größten Suffizienz- und strategischen Potenzialen für eine gesellschaftliche Transformation („Big Points“ und „Key Points“);
- ▶ Übersicht über vorhandene Evaluierungsergebnisse (zum Beispiel Blanck et al. 2014; Bundesregierung 2017; Fischer et al. 2016; Fischer et al. 2013; Schumacher et al. 2017; Andor und Fels 2017) sowie Erläuterungen zu den Daten, damit klar ist, für welche Bedingungen (Rahmenannahmen etc.) sie gelten und in welchem inhaltlichen Kontext sie daher weiter genutzt werden können;
- ▶ Übersicht über weitere Daten und Offenlegung der angenommenen Rahmendaten (wie Einzel- und Metastudien zu Nachfrage-/Preis-Elastizitäten, Bevölkerungsentwicklung, BIP, Energiepreise, Wohnfläche/Person etc.). Dies kann einen ersten Schritt Richtung Harmonisierung und Vergleichbarkeit der Studienergebnisse darstellen;
- ▶ Liste zu Datenlücken und konkreten Datenanforderungen, so dass diese verhaltenswissenschaftlich geklärt werden können, ggf. über Aufträge;
- ▶ Vorschläge für politische Instrumente (mit einer Analyse der Vor- und Nachteile);
- ▶ Beispiele für Wirkungsketten zu den Instrumenten, damit die Belastbarkeit der Instrumente und Maßnahmen erhöht werden kann.

Eine Herausforderung für diese, wie jede, Datenbank ist, dass kontinuierlicher Betrieb und die Pflege finanziert werden müssen.

Empfehlung 3: Gute Kommunikation zahlt sich aus

Die Klammer um Suffizienzmodellierung muss gute Kommunikation sein. Diese fängt bei der Kommunikation zwischen Auftraggeber_innen und -nehmer_innen an, geht über prozessbegleitende Kommunikation, beispielsweise im Rahmen einer partizipativen

Szenarientwicklung¹⁰, und mündet in der Formulierung von Narrativen und der Übersetzung der Ergebnisse in anschauliche Bilder¹¹.

Kommunikation in diesem Zusammenhang ist kein Selbstzweck, sondern dient dem besseren Verständnis von Suffizienz, dem Abbau vorherrschender Vorbehalte und Hemmnisse, sowie der Schaffung von Akzeptanz für Suffizienz. Letzteres sollte als Designaufgabe begriffen und bearbeitet werden. Zudem sollte versucht werden, Suffizienzstrategien positiv zu kommunizieren, etwa mit Hilfe ihrer nutzenstiftenden Co-Benefits.

Insbesondere die Absprachen mit den Auftraggeber_innen sind essentiell. Erwartungen an die Modelle, etwa dass diese bezifferbare Ergebnisse mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit produzieren, sollten reflektiert werden. Auftraggeber_innen können Ergebnisse eher akzeptieren, wenn früh Einvernehmen hergestellt wurde über die Notwendigkeit und die Nutzung von Suffizienzmaßnahmen, den sinnvollen Möglichkeitsraum für Suffizienz (wie auch für die anderen Strategien) sowie die endogen und exogen vorgegebenen Parameter. Zudem erleichtert eine solche Absprache die spätere Kommunikation der Ergebnisse.

Sensitivitätsrechnungen mit und ohne Suffizienz können helfen, die Suffizienzpotenziale besser einzuschätzen. Auch hierzu sollte gemeinsam mit den Auftraggeber_innen Klarheit hergestellt werden, da in Sensitivitätsrechnungen zeitliche und finanzielle Auswirkungen für Konsument_innen eine Rolle spielen. Zudem ist es vorteilhaft, sich gleich am Anfang mit den Auftraggeber_innen Gedanken über die Narrative des Szenarios zu machen.

Weiterhin ist auch eine verständliche Definition von Suffizienz sehr wichtig für die Kommunikation. Der Begriff Suffizienz muss dabei nicht im Vordergrund stehen. Er bezeichnet letztlich eine analytische Kategorie, die projektintern sinnvoll ist, für die man in der öffentlichen Kommunikation aber eine andere Sprache finden kann. Zudem sollte überlegt werden, wie die entsprechenden Instrumente für Suffizienz gut kommuniziert werden könnten.

¹⁰ Siehe hierzu als Beispiel die Studie „Low Carbon City Wuppertal 2050“ (Wuppertal Institut 2012)

¹¹ Siehe hierzu als Beispiel die Infografiken „Klimaverträglich leben im Jahr 2050“ in Öko-Institut (2018)

5 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Die vorliegende Studie hat Folgendes gezeigt:

- ▶ Suffizienz und ihre Einbeziehung in die Modellierung stringenter Klimaschutzszenarien ist wichtig, da sie ein hohes Potenzial zum Klimaschutz besitzt. In manchen Feldern bietet sie die Chance, diese mit geringen gesellschaftlichen Kosten umzusetzen. Es ist nötig, sich mit Suffizienz zu beschäftigen, da alle denkbaren Klimaschutzoptionen beleuchtet und ausgeschöpft werden müssen, um gesteckte, stringente Klimaschutzziele zu erreichen.
- ▶ Suffizienz wird derzeit häufig nicht in der Modellierung stringenter Klimaschutzszenarien berücksichtigt. Dies gilt sowohl auf deutscher, europäischer, als auch auf internationaler Ebene. Grund hierfür sind zum einen diverse Vorbehalte, etwa bezüglich der Systemgrenzen, Verlagerungseffekte und Modellierbarkeit von Suffizienz. Diese spielen bei näherer Betrachtung jedoch auch bei Effizienz- und Konsistenzstrategien eine Rolle, so dass allein auf Suffizienz fokussierende Einwände ungerechtfertigt erscheinen. Es existieren jedoch auch „technische“ Hemmnisse für die Modellierung von Suffizienz, wie unflexible Modelle, fehlende Daten und mangelnde Expertise.
- ▶ In Studien, die für einige Sektoren Suffizienzmaßnahmen vorsehen, werden diese häufig zur Zielerreichung genutzt. Meist ist jedoch keine Instrumentierung hinterlegt, die zur Umsetzung der Maßnahmen führt, oder es wird nicht auf die Notwendigkeit einer Instrumentierung hingewiesen. Der Sektor Mobilität enthält überdurchschnittlich viele der identifizierten Suffizienzmaßnahmen.
- ▶ Um diese Lücke zwischen der Notwendigkeit, Suffizienz in die Modellierung einzubeziehen und der aktuellen Praxis zu schließen und um vorherrschende Hemmnisse zu adressieren, wurden Empfehlungen formuliert, siehe Kapitel 4.

Die Analysen in dieser Studie ergaben, dass es noch einige offene Forschungsfragen gibt, die in Zukunft adressiert werden sollten:

- ▶ Es sollte in Szenarienstudien kontinuierlich aufgezeigt werden, was Suffizienz leisten kann. Insbesondere Suffizienzpotenziale mit positiven Anreizen sollten hervorgehoben werden. Dazu sind Studien zur Exploration von Bandbreiten von Suffizienzpotenzialen notwendig. Parallel dazu sollte Forschung bezüglich geeigneter Instrumente (insbesondere solchen, die positive Anreize setzen) mit gleichzeitiger Berücksichtigung von verbundenen Wirkungsketten stattfinden. In jedem Fall empfiehlt es sich, diese Forschung interdisziplinär auszurichten und speziell verhaltenswissenschaftliche und (sozial-)psychologische Expertise einzubinden.
- ▶ Die vorgeschlagene Datenbank zu Suffizienz sollte aufgebaut und sukzessive gefüllt werden. Hierzu ist eine enge Kopplung von Forschung und Modellierung nötig.
- ▶ Forschung zur konkreten Modellierungspraxis und der praktischen Verankerung von Suffizienz in Modellen wäre sehr hilfreich. Hierzu sind vergleichende Studien, explorierende Testmodellierungen und das Aufzeigen guter Praxisbeispiele sehr hilfreich, um Modelliererinnen und Modellierern Wege aufzuzeigen, wie Suffizienz in Modellen verankert werden kann.
- ▶ Der Fokus der vorliegenden Analyse lag auf nationalen Szenarien. Weitere Analysen zur Einbeziehung von Suffizienz in die Modellierung, insbesondere in kommunalen und regionalen Szenarien erscheinen zielführend, um die ganze Bandbreite der aktuellen

Modellierungspraxis überblicken zu können. Wie Schmitt et al. (2015) aufzeigen (siehe Kapitel 3.2.1), wird Suffizienz in regionalen Szenarien – zumindest für ausgewählte Sektoren – verstärkt betrachtet, so dass eine tiefergehende Analyse sinnvoll erscheint.

- ▶ In sehr globalisierten Sektoren wie dem Landwirtschaftssektor müssten entsprechende globale Modelle entwickelt werden, die den internationalen Verflechtungen Rechnung tragen.

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass Suffizienz in der Modellierung stringenter Klimaschutzszenarien relevant ist, bisher aber nicht umfassend berücksichtigt wird. Wie oben dokumentiert gibt es dafür eine Vielzahl von (komplexen) Gründen. Die Entwicklung eines Leitfadens zur systematischen Integration von Suffizienz in Klimaschutzszenarien könnte daher hilfreiche Unterstützung bieten. Damit so ein Leitfaden zielführend unterstützt, muss er entlang der Bedürfnisse der Modellierinnen und Modellierer formuliert werden und „deren Sprache sprechen“. Er sollte alle relevanten Bereiche (Bedürfnisfelder / Sektoren) abdecken. Es wird daher unbedingt geraten, bei der Entwicklung des Leitfadens genügend Zeit für eine Reihe von Gesprächen mit Modellierungsexpertinnen und -experten einzuplanen um sicherzustellen, dass ihren Bedürfnissen Rechnung getragen wird.

6 Quellenverzeichnis

- Andor, Mark Andreas; Fels, Katja Marie (2017): Energiesparen durch verhaltensökonomisch motivierte Maßnahmen? Ein systematischer Literaturüberblick zur Stellungnahme „Verbraucherpolitik für die Energiewende“ (Energiesysteme der Zukunft). Online verfügbar unter https://energiesysteme-zukunft.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/pdf/ESYS_Materialien_Verbraucherpolitik.pdf, zuletzt geprüft am 10.07.2018.
- Association négaWatt (2017a): Scénario négaWatt 2017-2050. Dossier de synthèse. Association négaWatt.
- Association négaWatt (2017b): The 2017-2050 négaWatt Scenario. Executive Summary. Association négaWatt.
- Bilharz, Michael (2008): "Key Points" nachhaltigen Konsums. Marburg: Metropolis (Wirtschaftswissenschaftliche Nachhaltigkeitsforschung, 4).
- Blanck, Ruth; Bürger, Veit; Dehoust, Günter; Emele, Lukas; Hennenberg, Klaus; Hermann, Hauke et al. (2014): Wissenschaftliche Analysen zu klimapolitischen Fragestellungen. Quantifizierung der Maßnahmen für das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Öko-Institut. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/oekodoc/2208/2014-754-de.pdf>.
- BMUB (2017): Klimaschutz in Zahlen: Klimaziele Deutschland und EU. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_in_zahlen_klimaziele_bf.pdf.
- Brischke, Lars-Arvid (2014): Was verstehen wir unter Suffizienz? Thesenpapier im Rahmen des Projektes „Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“. ifeu. Berlin.
- Bundesregierung (2017): Projektionsbericht 2017 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013. Online verfügbar unter http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/projections/envwqc4_g/170426_PB_2017_-_final.pdf.
- Centre for Alternative Technology (2017): Zero Carbon Britain: Making it Happen. Powys.
- Europäische Union (EU) (18.06.2018): Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 über ein System für die Überwachung von Treibhausgasemissionen sowie für die Berichterstattung über diese Emissionen und über andere klimaschutzrelevante Informationen auf Ebene der Mitgliedstaaten und der Union und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 280/2004/EG. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* (165), S. 13–40. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0525&from=EN>.
- Fachgespräch (2018): Suffizienz in Klimaschutzszenarien. Fachgespräch im Rahmen des Projektes „Möglichkeiten der Instrumentierung von Energieverbrauchsreduktion durch Verhaltensänderung“. Öko-Institut; ifeu. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau, 19.03.2018.
- Fischer, Corinna; Blanck, Ruth; Brohmann, Bettina; Cludius, Johanna; Förster, Hannah; Heyen, Dirk Arne et al. (2016): Konzept zur absoluten Verminderung des Energiebedarfs: Potenziale, Rahmenbedingungen und Instrumente zur Erreichung der Energieverbrauchsziele des Energiekonzepts. Umweltbundesamt (UBA) (Climate Change, 17/2016).
- Fischer, Corinna; Griebhammer, Rainer; Barth, Regine; Brohmann, Bettina; Brunn, Christoph; Heyen, Dirk Arne et al. (2013): Mehr als nur weniger - Suffizienz: Begriff, Begründung und Potenziale (Öko-Institut Working Paper, 2/2013). Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/oekodoc/1836/2013-505-de.pdf>.

Fraunhofer ISI; consentec; ifeu (2017): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Modul 0: Zentrale Ergebnisse und Schlussfolgerungen Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Karlsruhe, Aachen, Heidelberg.

Fraunhofer ISI; consentec; ifeu; MFIVE; TU Wien: Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Modul 1: Hintergrund, Szenarioarchitektur und übergeordnete Rahmenparameter Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 2017.

Gerbert, Philipp; Herhold, Patrick; Burchardt, Jens; Schönberger, Stefan; Rechenmacher, Florian; Kirchner, Almut et al. (2018): Klimapfade für Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesverbandes der deutschen Industrie (BDI). Boston Consulting Group (BCG); prognos. Online verfügbar unter <https://e.issuu.com/embed.html#2902526/57478058>.

Gores, Sabine (2018): Modellierung von Suffizienz, 13.04.2018. E-Mail.

Government of Sweden (2018): The Climate Act. Online verfügbar unter <http://www.government.se/press-releases/2018/01/as-of-today-sweden-has-a-new-climate-act/>.

HM Government of the United Kingdom (2017): The Clean Growth Strategy. Leading the way to a low carbon future. Building our Industrial Strategy. London.

Kuhnhen, Kai (2017): Wachstumsrücknahme in Klimaschutzszenarien. konzeptwerk neue ökonomie (Analyse).

low-emission Poland 2050 (2013): 2050.pl. The journey to the low-emission future. Hg. v. Maciej Bukowski. low-emission Poland 2050. Warschau.

Ministry of Employment and Economy Energy and the Climate, Finland (2014): Energy and Climate Roadmap 2050. Report of the Parliamentary Committee on Energy and Climate Issues on 16 October 2014. Ministry of Employment and Economy Energy and the Climate, Finland.

Naegler, Tobias; Szarka, Nora; Henning, Hans-Martin; Brendel, Rolf; Niepelt, Raphael; Taubert, Franziska; Fishedick, Manfred (2016): Transformationsszenarien für das deutsche Energiesystem. Die Rolle von Szenarien für die Transformation des Energiesystems. In: *FVEE Themen*, S. 6–10.

Öko-Institut (2018): Klimaverträglich leben im Jahr 2050. Hg. v. Öko-Institut. Berlin.

Öko-Institut; Fraunhofer ISI (2015): Klimaschutzszenario 2050 – 2. Endbericht. Berlin.

Paech, Niko (2012): Befreiung vom Überfluss. Auf dem Weg in die Postwachstumsökonomie. München: oekom verlag.

Pfäffli, Katrin; Züger, Yvonne; Hartl, Roger; Noger, Philipp; Ricman, Sven; Bänninger, Hans et al. (2013): Wohnsiedlungen auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft. Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Fachstelle nachhaltiges Bauen. Zürich. Online verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/hbd/Deutsch/Hochbau/Weitere%20Dokumente/Bauen-2000-Watt/Grundlagen-Studienergebnisse/NB/2013/2013-11-Wohnsiedlungen-2KW-Schlussbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 18.04.2018.

Pye, Steve; Anandarajah, Gabriel; Fais, Birgit; McGlade, Christophe; Strachan, Neil (2015): Pathways to deep decarbonization in the United Kingdom. SDSN-IDDRI. Online verfügbar unter http://deepdecarbonization.org/wp-content/uploads/2015/09/DDPP_GBR.pdf.

Samadi, Sascha; Gröne, Marie-Christine; Schneidewind, Uwe; Luhmann, Hans-Jochen; Venjakob, Johannes; Best, Benjamin (2017): Sufficiency in energy scenario studies: Taking the potential benefits of lifestyle changes into account. In: *Technological Forecasting & Social Change* 2017 (124), S. 126–134. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.013>.

Santarius, Tilman (2015): Der Rebound-Effekt. Ökonomische, psychische und soziale Herausforderungen für die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch. Marburg: Metropolis (Wirtschaftswissenschaftliche Nachhaltigkeitsforschung, 18).

Scheffler, Margarethe (2018): Modellierung von Suffizienzmaßnahmen in der Landwirtschaft, 15.03.2018. Telefonat.

Schmitt, Corinna; Leuser, Leon; Brischke, Lars-Arvid; Duscha, Markus; Jacobsen, Sirkka (2015): Suffizienz-Maßnahmen und -politiken in kommunalen Klimaschutzkonzepten und Masterplänen – ein Überblick. Arbeitspapier im Rahmen des Projektes „Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“. ifeu. Heidelberg, Berlin. Online verfügbar unter https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/2015.09_ifeu-Schmitt-Leuser-Brischke-Duscha-Jacobsen_Suffizienz-Ma%C3%9Fnahmen-und-Politiken.pdf.

Schumacher, Katja; Zell-Ziegler, Carina; Repenning, Julia (2017): Evaluierung der Nationalen Klimaschutzinitiative. Evaluierungszeitraum 2012-2014. Gesamtbericht. Im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Online verfügbar unter <https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/Gesamtbericht%20NKI-Evaluation%202012-2014.pdf>.

solagro (2016): Le scénario Afterres 2050. version 2016.

THEMA (2016): Stratégie nationale bas carbone Une évaluation macroéconomique.

UBA (2013): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Climate Change, 07/2014).

UBA (2017a): Die Stadt für Morgen. Umweltschonend mobil – lärmarm – grün – kompakt – durchmischt. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/20170505_stadt_von_morgen_2_auflage_web.pdf.

UBA (2017b): Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau.

UNFCCC (2015): Paris Agreement. Online verfügbar unter http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.

UNFCCC (2018a): Preparation of NCs and BRs. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/support-for-developing-countries/modalities--procedures-and-guidelines>.

UNFCCC (2018b): Use of the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories and revision of the UNFCCC reporting guidelines for Annex I Parties to the Convention. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-convention/greenhouse-gas-6>.

Virdis, Maria Rosa; Gaeta, Maria; Cian, Enrica de; Martini, Chiara (2015): Pathways to deep decarbonization in Italy. SDSN-IDDR.

Wuppertal Institut (2012): Low Carbon City Wuppertal 2050. Abschlussbericht. Wuppertal. Online verfügbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4679/file/4679_LCC_Wuppertal_2050.pdf.

A Annex: Thesen zum Fachgespräch am 19.03.2018

Die folgenden Thesen wurden im Fachgespräch (siehe Abschnitt 3.3) als Input zur Diskussion gestellt:

Themenbereich Legitimation & Akzeptanz

1. Zur Erreichung stringenter Klimaziele in Szenarien ist Suffizienz notwendig. Getroffene Annahmen zu Suffizienz in Szenarien müssen offen gelegt werden.
2. Wenn es keinen eigenständigen und ausreichenden Trend in Richtung Suffizienz gibt, ist es notwendig darzulegen, durch welche Instrumente diese Veränderungen im Modell ausgelöst werden.
3. Suffizienz erfordert die Änderung von Konsummustern. Dagegen gibt es ethische Bedenken, aber: Das Vorsorge- und das Schadensprinzip legitimieren politische Instrumente, die Konsummusteränderungen der Bevölkerung bewirken.
4. Die öffentliche Akzeptanz für Suffizienz muss gesteigert werden. Um Akzeptanz für die Idee von Suffizienz oder konkrete Suffizienzmaßnahmen zu schaffen, ist eine differenzierte, zielgruppenspezifische Kommunikation mit unterschiedlichen Begrifflichkeiten und Kerninhalten erforderlich.

Themenbereich Modellierung

5. Es gibt Hemmnisse für die Verankerung von Suffizienz in der Modellierung.
 - a) Es existiert die Erwartung an Modelle, bezifferbare Ergebnisse mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit zu produzieren.
 - b) Modellweiterentwicklung ist pfadabhängig und damit oft träge.
 - c) Bisher gibt es relativ wenig empirische Daten zur Parametrisierung von Verhalten. Das ist für die Modellierung von Suffizienz, aber auch von Konsistenz und Effizienz relevant.
 - d) Modelle sind bisher nur begrenzt in der Lage, komplexe Wirkungsketten und Akteurspräferenzen abzubilden.
 - e) Methoden zur Verankerung von Suffizienzinstrumenten existieren und müssen gezielt weiterentwickelt werden.
6. Wenn Suffizienzinstrumente hinterlegt werden, sollten Wirkungsketten angegeben werden, um die Ergebnisbelastbarkeit zu erhöhen.
 - f) Es ist wichtig, die Vorlaufzeiten von der Entscheidung bis zur Wirkung zu berücksichtigen.
 - g) Ex-post-Evaluierungen von Instrumenten können zur Aufstellung guter Wirkungsketten beitragen.
7. Ein frühzeitiger und stärkerer Dialog zwischen den Auftraggeber_innen und Szenarienentwickler_innen über die Wirkungsketten ist notwendig. Dadurch können Politik und Szenarienentwickler_innen stärker miteinander verzahnt und somit die Wahrscheinlichkeit einer politischen Umsetzung erhöht werden.