

Im Auftrag Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Auswirkungen eines subsidiären Verbots fossiler Heizungen

Grundlagenbericht für die Klimapolitik nach 2020

Schlussbericht
Zürich, 8. Juni 2017

Rolf Iten, Alexander Wunderlich, Donald Sigrist INFRAS
Martin Jakob, Giacomo Catenazzi, Ulrich Reiter TEP Energy

Impressum

Auswirkungen eines subsidiären Verbots fossiler Heizungen

Grundlagenbericht für die Klimapolitik nach 2020

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Schlussbericht

Zürich, 8. Juni 2017

SubsidiaeresHeizungsverbot_170608.docx

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt

Auftragnehmer

INFRAS Forschung und Beratung, Binzstrasse 23, CH-8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

TEP Energy, Rotbuchstr.68, CH-8037 Zürich

Tel. +41 43 500 71 71

Autoren

Rolf Iten, Alexander Wunderlich, Donald Sigrist INFRAS

Martin Jakob, Giacomo Catenazzi, Ulrich Reiter TEP Energy

Begleitgruppe

Silvia Ruprecht (Projektleitung, Sektion Klimapolitik BAFU)

Roger Ramer (Sektion Klimapolitik BAFU)

Carla Gross (Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung BAFU)

Claudio Menn (Sektion Gebäude BFE)

Inhalt

Zusammenfassung	5
1. Ausgangslage	16
2. Ziele und Fragestellungen	17
2.1. Ziele	17
2.2. Fragestellungen	17
2.3. Ausgestaltung des subsidiären Verbots	18
3. Methodisches Vorgehen	21
3.1. Szenariodesign	22
3.2. Gebäudeparkmodellrechnungen	26
3.3. Ökonomische Auswirkungsanalysen	30
4. Wirtschaftlichkeitsbeurteilung und Szenarienanalysen mit dem Gebäudeparkmodell	34
4.1. Wirtschaftlichkeit der Heizanlagen im Quervergleich	34
4.2. Ausnahmefälle	38
4.3. Szenarioentwicklungen zu Energiebezugsflächen, Anzahl Heizsystemen, Endenergie und CO ₂ -Emissionen	39
4.3.1. Szenarioentwicklungen Energiebezugsflächen	40
4.3.2. Szenarioentwicklungen Heizsysteme	42
4.3.3. Szenarioentwicklungen Endenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	45
4.4. Szenarioentwicklungen der Verbotsfälle	48
5. Ökonomische Auswirkungen	51
5.1. Branchen und Unternehmen	52
5.2. Auswirkungen auf Eigentümer- und Mieterschaften von Wohnbauten	57
5.3. Regionale Auswirkungen	60
5.4. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen	62
6. Vollzug	68
6.1. Ausgestaltung des Vollzugs	68
6.2. Mögliche Ausweichreaktionen und Umgehungsmöglichkeiten	69

6.3.	Vollzugsaufwand	70
7.	Wichtigste Ergebnisse im Überblick	72
Annex		76
A.1	Sensitivität Energiepreise	76
A.2	Detailbeschreibung GPM	77
A.3	Weitere Resultate GPM	79
A.4	Methodik der gesamtwirtschaftlichen Analysen	86
A.5	Datengrundlagen der ökonomischen Auswirkungsanalyse	90
A.6	Ergebnisse der ökonomischen Auswirkungsanalyse	92
A.7	Grundlagen und Annahmen der Branchenwirkungen	96
A.8	Grundlagen der Auswirkungsanalyse auf Eigentümer- und Mieterschaften	101
Literatur		102

Zusammenfassung

Ausgangslage und Ziele

Der Bundesrat hat in seiner Vernehmlassungsvorlage zur Klimapolitik nach 2020 Ende August 2016 vorgeschlagen, das Gebäudeprogramm bis 2025 zu befristen und durch eine Erhöhung des Maximalsatzes der CO₂-Abgabe und die Weiterentwicklung von technischen Vorschriften abzulösen. Die Konferenz der Kantonsregierungen (KdK) und die Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) haben sich das langfristige Ziel gesetzt, bis 2050 die CO₂-Emissionen aus Gebäuden um mindestens 80 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken¹. Dazu sollen die kantonalen Vorschriften im Gebäudebereich laufend verschärft werden. Der Bundesrat hat in der Vernehmlassungsvorlage (VNL 2016) zudem eine subsidiäre Massnahme vorgeschlagen: Wenn das Zwischenziel für die CO₂-Emissionen von Gebäuden von durchschnittlich minus 51 Prozent in den Jahren 2026 und 2027 gegenüber 1990 trotz des vorgesehenen Massnahmenmixes verfehlt wird, erlässt der Bundesrat ein grundsätzliches Verbot für den Einbau von fossilen Heizsystemen bei Neubauten sowie beim vollständigen Ersatz fossiler Heizungen bei bestehenden Bauten. Ob das Zwischenziel erreicht ist, wird laut dem Vernehmlassungsvorschlag mit Hilfe der CO₂-Statistik im Jahr 2028 festgestellt. Bei Zielverfehlung würde das Verbot 2029 in Kraft treten.

Die Auswirkungen eines solchen Verbots werden in der vorliegenden Studie vertieft untersucht – und zwar im Vergleich zu einer Referenzentwicklung, in der die klimapolitischen Ziele für den Gebäudesektor ohne das Verbot erreicht werden. Dieses methodische Vorgehen begründet sich darin, dass grundsätzlich nicht von einem Verfehlen der klimapolitischen Ziele ausgegangen wird: Entweder wird das Ziel mit dem vorgesehenen Massnahmenmix erreicht und das Verbot tritt nicht in Kraft (Referenzszenario) oder die Zielerreichung wird mit dem subsidiären Verbot fossiler Heizungen sichergestellt (Verbotsszenarien). Die Studie charakterisiert und quantifiziert die Auswirkungen auf betroffene Akteure (Bauherr- resp. Eigentümerschaften, Branchen und Unternehmen etc.), die sich in den Verbotsszenarien im Vergleich zum Referenzszenario ergeben.

Bei den Verbotsszenarien wird zum einen von einem generellen Verbot für die Nutzung von fossilen Energieträgern in Heiz- und Warmwassersystemen bei Neubauten sowie beim vollständigen Ersatz fossiler Heizungen in bestehenden Bauten ausgegangen (Energieträgerverbot, nicht Technologieverbot), wobei fossile Energien für gewisse zu begründende Ausnah-

¹ Zum Zeitpunkt der Beauftragung der Studie im Jahr 2016 wurde von den Kantonen (KdK und EnDK) noch das Ziel von einer Emissionsreduktion um -90% definiert, daher beziehen sich die Ergebnisbetrachtungen zu den Szenarien auf diesen Zielwert.

men erlaubt bleiben (vgl. Fussnote 2). Zum anderen wird zusätzlich ein Verbotsszenario analysiert, in dem nur Ölheizungen vom Verbot betroffen (ausser in begründeten Ausnahmen) sind.

Welche Szenarien werden untersucht?

Es werden ein Referenzszenario, zwei Verbotsszenarien und eine Sensitivität untersucht (Tabelle 1). Beim Referenzszenario handelt es sich um ein Zielszenario, dem der in der Vernehmlassung 2016 vorgesehene Massnahmenmix zugrunde liegt. Damit und mit Verweis auf die unterstellten Rahmenbedingungen bzgl. Energiepreisen wird in den Jahren 2026 und 2027 der Zielwert von minus 51 Prozent gegenüber 1990 erreicht, so dass 2029 kein Verbot eingeführt werden muss (Subsidiarität des Verbots). Nebst den Zwischenzielen wird im Referenzszenario zudem der Absenkpfad für die CO₂-Emissionen des Gebäudesektors in Richtung der langfristigen Zielsetzung im Jahr 2050 eingehalten (-80% bis -90% bis 2050 CO₂-Emissionen im Vergleich zu 1990 gemäss VNL 2016). Den Rahmen dafür stecken im Zeitablauf bis 2050 insbesondere folgende Massnahmen:

- die Weiterführung des Gebäudeprogramms bis 2025 mit einer Erhöhung der Fördermittel auf 450 Mio. CHF pro Jahr ab 2018 (gemäss Energiestrategie 2050),
- die flächendeckende und konsequente Umsetzung der Mustervorschriften der Kantone (MuKEN 2014), welche u.a. für Raumheizung und Warmwasser beim Wärmeerzeugerersatz in bestehenden Bauten mit Wohnnutzung einen Mindestanteil von 10% erneuerbare Energien fordern (siehe MuKEN 2014 Teil F) sowie weitere Verschärfungen der MuKEN bis 2050,
- ein Anstieg der Markt- und Endkonsumentenpreise der Energieträger: von 7 bis 8 Rp/kWh für Heizöl und rund 10 Rp/kWh für Erdgas in 2015 auf 19 Rp/kWh für Heizöl und 16 Rp/kWh für Erdgas bis 2050 (inkl. des Anstiegs der CO₂-Abgabe auf den in der Vernehmlassung vorgeschlagenen Maximalwert von 240 CHF/t CO₂ bis 2030, welcher danach konstant bis 2050 gehalten wurde) sowie ein Anstieg der Strompreise von 20 Rp/kWh (2015) auf 25 Rp/kWh bis 2050.

Bei den Verbotsszenarien wird angenommen, dass die Zwischenziele 2026/2027 verfehlt werden, insbesondere, weil der Teil F der MuKEN 2014 nicht flächendeckend umgesetzt wird. Der Vergleichbarkeit halber wird in allen Verbotsszenarien (ausser bei der Sensitivität) mit denselben Energiepreisen und derselben CO₂-Abgabe gerechnet, wobei sowohl Energiepreise als auch CO₂-Abgabe im Vergleich zu heute höher liegen. Als Ergänzung zu Verbotsszenario 1 (Tabelle 1) wird zusätzlich ein Sensitivitätsszenario mit tieferen Energiemarktpreisen für fossile Energieträger gerechnet (in 2050 liegen die Preise für Heizöl rund 40% tiefer, für Erdgas rund 20% tiefer und für Strom rund 10% tiefer als im Verbotsszenario 1), um die Bedeutung dieses wichtigen Einflussfaktors aufzuzeigen. Ab 2029 wird in den Verbotsszenarien die Nutzung fossiler Energieträger für Raumheizung und Warmwasser bei Neubauten oder vollständigem Heizungs-

ersatz abgesehen von zu begründenden Ausnahmefällen verboten. Hierbei handelt es sich nicht um ein Technologie-, sondern um ein Energieträgerverbot; die Nutzung von biogenen Brennstoffen (Biogas- und -heizöl) in bisher fossil betriebenen Heizungen bleibt erlaubt. Zudem wird in den Verbotsszenarien angenommen, dass biogene Energieträger im Sinn einer flankierenden Massnahme auch zur Erfüllung des Teils F der MuKEn 2014 eingesetzt werden können. Dies im Gegensatz zum Referenzszenario: in diesem wird der Vergleichbarkeit halber von der heutigen Praxis in den kantonalen Gesetzgebungen ausgegangen (biogene Energieträger sind zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen, d.h. für die Umsetzung der MuKEn 2014 nicht zugelassen).

Tabelle 1: Übersicht der wesentlichen Annahmen zum Szenariorahmen

Szenario	Verbot fossiler Heizungsersatz	Ausnahmeregelungen (VNL 2016; vgl. Fussn. 2)	Biogas/Bioheizöl zur Einhaltung gesetzlicher Anforderungen anrechenbar?	Energiepreise	Zielverfehlung (VNL 2016)
Referenzszenario	Nein (nicht nötig, da Ziele erreicht werden)	(nicht relevant)	Nicht anrechenbar für Erfüllung MuKEn 2014 (analog zur heutigen Praxis der kant. Gesetzgebung)	Hoch	Nein
Verbotsszenario 1	Ja	Ja	Erlaubt	Hoch	Ja (2026/2027)
Sensitivität	Ja	Ja	Erlaubt	Tief	Ja (2026/2027 und 2050)
Verbotsszenario 2	Ja, aber nur für Ölheizungen	Ja	Erlaubt	Hoch	Ja (2026/2027)

Tabelle TEP Energy, INFRAS. Quelle: TEP Energy, INFRAS.

Wie wurden die Analysen durchgeführt?

Im ersten Teil der Studie werden die erwähnten Szenarien mit dem Gebäudeparkmodell (GPM) von TEP Energy untersucht (vgl. Kapitel 3.2.). Diese Modellrechnungen zeigen auf, wie viele Heizanlagen bei einer Zielverfehlung 2026/2027 vom subsidiären Verbot betroffenen wären und wie sich diese auf Eigentümer und Mieter verteilen. Auf Basis der relativen Wirtschaftlichkeit werden die Marktanteilsentwicklungen von Heizanlagen und die damit verbundenen Investitions- und Jahreskosten (aggregiert und mit derselben Datenbasis auch auf Ebene der Einzelanlagen) berechnet. Damit ergeben sich die Auswirkungen eines Verbots auf die Energienachfrage und die CO₂-Emissionen.

Darauf aufbauend werden im zweiten Teil die ökonomischen Auswirkungen auf Branchen und Unternehmen (inkl. Gewerbe- und Dienstleistungsgebäude), Eigentümer und Mieterschaft

ten von Wohnbauten (in Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern), Regionen sowie die Gesamtwirtschaft analysiert. Die Analyse der Auswirkungen auf Wertschöpfung und Beschäftigung auf Ebene Branchen und Gesamtwirtschaft erfolgt mit einem partialanalytischen Schätzmodell von INFRAS. Die übrigen Auswirkungen werden anhand von ergänzenden Analysen der GPM-Ergebnisse sowie weiterer Daten abgeschätzt (vgl. Kapitel 3.3).

Wie entwickeln sich die Heizsysteme in den Szenarien?

Die Berechnungen mit dem GPM zeigen, dass die Marktanteile von erneuerbaren Heizsystemen in allen Szenarien stark ansteigen. Unter günstigen Rahmenbedingungen ist die Einführung eines Verbots also nicht nötig. Gründe sind die flächendeckende Einführung der MuKEn 2014 ab 2020 sowie nachfolgende Verschärfungen und die zunehmend bessere Wirtschaftlichkeit von erneuerbaren im Vergleich zu fossilen Heizsystemen. Die zunehmende Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wird durch Gebäudeerneuerungen (welche die technischen Voraussetzungen für Erneuerbare verbessern), durch einen Anstieg der Energiepreise (inkl. CO₂-Abgabesätze) und weiterhin (moderat) sinkende Kosten und steigende Wirkungsgrade der erneuerbaren Heizsysteme begründet.

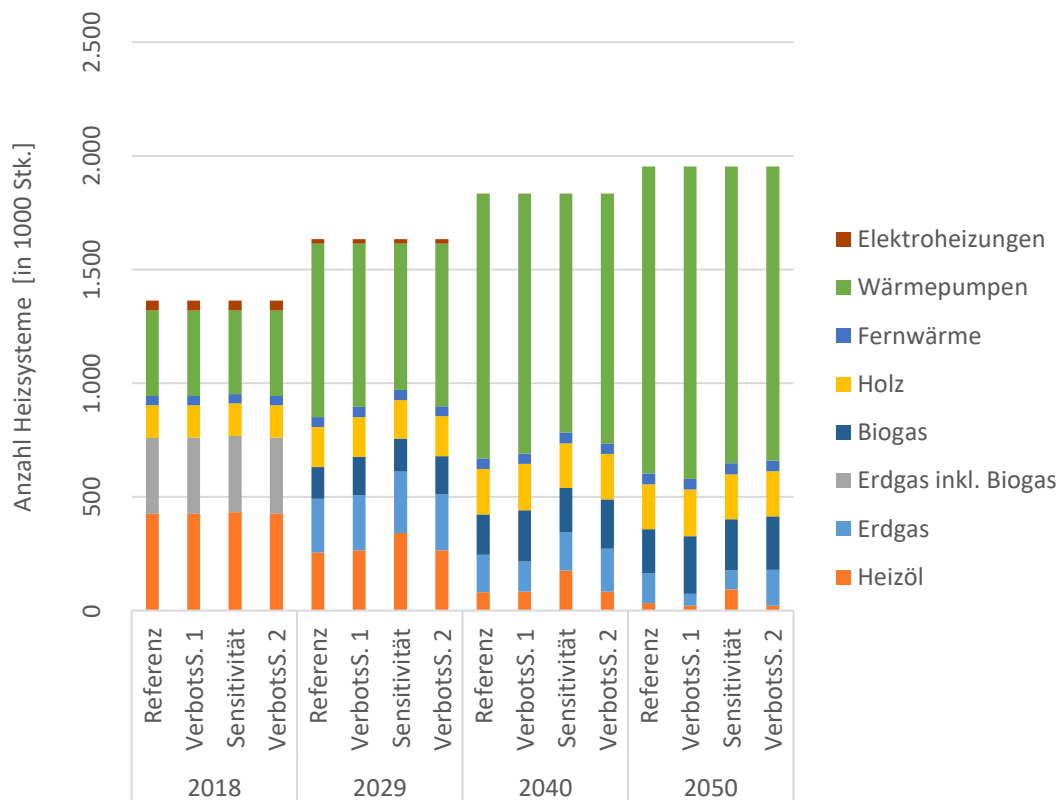
Diese positiven Einflussfaktoren gelten in unterschiedlichem Ausmass für alle Szenarien und setzen sich bis 2050 fort und begünstigen vor allem die Wärmepumpen. In allen Szenarien führt dies entsprechend zu einem starken Ausbau von Wärmepumpen. Im Referenzszenario beispielsweise ist deren Anzahl im gesamten Gebäudebestand im Jahr 2050 mehr als 3.5mal höher als im Jahr 2018. Ebenfalls eine starke Steigerung ist beim Biogas zu verzeichnen. Dies ist zu begründen durch die Abnahme der Preisdifferenz zwischen Biogas und Heizöl/Erdgas, da keine CO₂-Abgabe auf Biogas berücksichtigt wird. Konkret wird mit einem Anstieg von heute unter 0.5% auf einen Bestandsanteil von bis zu 10% im Jahr 2050 gerechnet. Auch die Anzahl der Holzheizungen nimmt zu (+40% bis 2050). Bei den fossilen Anlagen kommt es entsprechend zu einem starken Rückgang.

Die Gesamtbetrachtung der Ergebnisse in Abbildung 1 zeigt, dass die Unterschiede auf der Zeitachse (z.B. zwischen 2018 und 2050) wesentlich grösser sind als zwischen den verschiedenen Szenarien in einem bestimmten Jahr (z.B. 2050). Dies gilt sowohl bei der Betrachtung der Anzahl Anlagen pro Heizsystemart als auch bei der energetischen Betrachtung je Technologieträger gemessen in TWh (siehe Bericht Kap. 4.3 bzw. 4.3.3). Vor diesem Hintergrund fallen bei der Detailbetrachtung der Verbotsszenarien folgende Punkte auf (Abbildung 1):

- Im Verbotsszenario 1, in welchem Öl- und Gasheizungen verboten sind, geht v.a. das Erdgas deutlich weiter zurück als im Referenzszenario. Dieser weitere Rückgang wird durch eine höhere Anzahl Biogas-betriebener Anlagen mehr als kompensiert, d.h. Erdgas und Biogas zusammen liegen im Verbotsszenario 1 höher als im Referenzszenario.

- Im Verbotsszenario 2, in dem das Verbot nur mit Erdöl betriebene Heizsysteme betrifft, bleibt die Anzahl Erdgasanlagen ungefähr gleich hoch wie im Referenzszenario, jedoch deutlich höher als im Verbotsszenario 1, in dem auch Erdgas verboten wird.
- Der Anteil Biogas nimmt in beiden Verbotsszenarien zu und liegt im Jahr 2050 leicht höher als im Referenzszenario. Der Grund liegt unter anderem in der verbesserten Wirtschaftlichkeit für Biogas, da sich die Preise für Biogas den Preisen für die fossilen Energieträger stark annähern.
- In den beiden Verbotsszenarien bewirkt neben dem Verbot auch die verbesserte Wirtschaftlichkeit der nicht fossilen Systeme, so dass der Anteil von Erdöl und Erdgas sogar geringer ist als aufgrund der spezifizierten Ausnahmefälle² zu erwarten wäre. In einigen dieser Ausnahmefälle können die Mehrinvestitionskosten durch geringere Energiekosten kompensiert werden.
- Im Vergleich zum Verbotsszenario 1 haben sowohl Erdöl als auch Erdgas bei der Sensitivität mit tieferen Energiepreisen eine höhere Bedeutung. Der Grund liegt in der in diesem Fall vergleichsweise verbesserten Wirtschaftlichkeit der fossilen Anlagen.

Abbildung 1: Anzahl der im gesamten Gebäudebestand installierten Heizsysteme für die 4 Szenarien



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Wie viele Gebäude beziehungsweise Heizanlagen sind vom Verbot betroffen?

Vom Verbot sind einzelne fossile Heizanlagen betroffen, nicht jedoch Fernwärmenetze und Nahwärmeverbunde. Betroffen von einem subsidiären Verbot wären entsprechend grundsätzlich alle Bauherrschaften, die ohne das Verbot ab 2029 immer noch ein fossiles Heizsystem installieren würden. Davon abzuziehen sind diejenigen, die eine Ausnahmeregelung bewilligt erhalten.² Die Anzahl der vom Verbot tatsächlich betroffenen Fälle (siehe Abbildung 3), die aufgrund des Verbots die Wahl ihres Energieträgers anpassen müssten, ergibt sich aus der Differenz der Anzahl installierter Heizsysteme zwischen dem tatsächlichen Verlauf des jeweiligen Verbotsszenarios und dem hypothetischen – in der Analyse nicht weiter dargestellten – Szenario «Zielverfehlung».

- Im Verbotsszenario 1 sind zwischen 2029 und 2050 insgesamt rund 120'000 Fälle betroffen. Dies entspricht ca. 7 % des gesamten Anlagenbestands bzw. rund einem Viertel des fossilen Anlagenbestands von 2029 (die anderen Dreiviertel würden auch ohne Verbot von fossil auf erneuerbar wechseln). Dabei handelt es sich mehrheitlich um Erdgas-Systeme, insgesamt sind ca. 5mal mehr Erdgas- als Heizöl-Systeme betroffen. Gründe für die geringere Betroffenheit von Erdöl sind die Wirtschaftlichkeit und die möglichen Alternativen: Aufgrund der verhältnismässig schlechteren Wirtschaftlichkeit von Heizölanlagen gegenüber Erdgas- und anderen Heizungen sinkt die Anzahl Heizölsysteme bereits im Referenzszenario auch ohne Verbot bis 2050 auf rund 10% des Bestandes von 2018. Umgekehrt steht beim Erdgas mit der Möglichkeit, Biogas zu nutzen, eine akzeptable Alternative ohne Zusatzinvestitionen zur Verfügung, und bei einer hohen CO₂-Abgabe wird Biogas zunehmend wirtschaftlich.
- In der Sensitivität mit tieferen Energiepreisen ist die gesamte Anzahl der betroffenen Heizsysteme um den Faktor 2.5 höher als im Verbotsszenario 1. Insgesamt sind im Betrachtungszeitraum 2029 bis 2050 rund 280'000 Anlagen vom Verbot betroffen (17 % des gesamten Anlagenbestands bzw. 57 % des fossilen Anlagenbestands des Jahres 2029). Da bis 2029 im Vergleich zum Referenzszenario vermehrt fossile Heizsysteme wieder durch solche ersetzt werden (kein Energieträgerwechsel), sind nach Einführung des subsidiären Verbots

² Der Gesetzesvorschlag (Stand Vernehmlassungsvorlage 2016) sieht vor, dass unter bestimmten Voraussetzungen bei bestehenden Bauten eine fossile Lösung weiterhin erlaubt sein soll. Namentlich aus zwei Gründen: tiefer Energieverbrauch (z.B. Minergie-Standard für Gebäudeerneuerungen) und unzumutbar hohe Kosten. Die Inanspruchnahme der Ausnahmeregelung ist wie folgt einzuschätzen:

- Weil bei sehr gut gedämmten Gebäuden die nicht-fossilen Alternativen bei den unterstellten Rahmenbedingungen tendenziell wirtschaftlich relativ attraktiv sind, ist davon auszugehen, dass in diesen Fällen die Ausnahmeregelung eher nicht in Anspruch genommen wird (es sei denn, der zweite, nachfolgende Ausnahmegrund trifft zu).
- Unzumutbarkeit bei ausserordentlichen Umständen (technische und finanzielle Gründe, Schutz überwiegender öffentlicher Interessen) betrifft v.a. Einschränkungen bzgl. Platz, Lärmschutz und Nutzungsmöglichkeiten von Umweltwärme durch Wärmepumpen. Letztere Punkte betreffen v.a. den dicht bebauten Raum in Innenstädten (Kernzonen, Blockrandbebauungen etc.). Weil diese in hohem Ausmass mit leitungsgebundenen Energieträgern versorgt sind (oder noch entsprechend erschlossen werden), ist insgesamt nicht von einer hohen Anzahl tatsächlich in Anspruch genommener Ausnahmeregelungen auszugehen (eher weniger als 10% des heutigen fossilen Anlagenbestands).

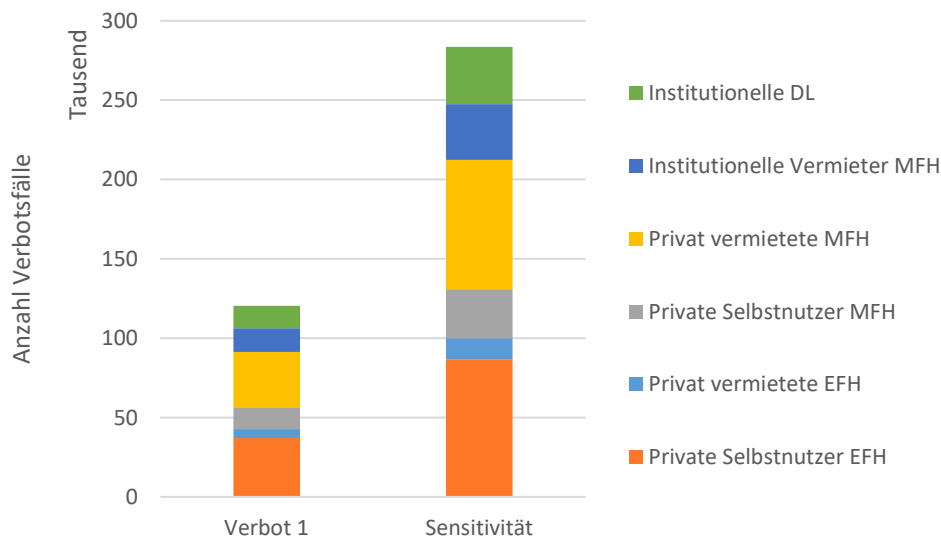
mehr Heizsysteme betroffen und müssten entsprechend auf erneuerbare Systeme umgestellt werden.

- Beim Verbotsszenario 2 sind insgesamt nur rund 21'000 Heizölsysteme (bzw. 8 % des entsprechenden Bestands des Jahres 2029) betroffen. Grund für die geringe Zahl: Ölheizungen werden auch im Referenzszenario aus wirtschaftlichen Gründen und wegen der Mustervorschriften der Kantone (MuKE) weitgehend ersetzt, und Erdgasheizungen sind in diesem Szenario nicht verboten.

Wie teilen sich die betroffenen Gebäude auf verschiedene Eigentümer und auf Mieter auf?

Beim Erdgas hält sich die Anzahl effektiv betroffener Einfamilienhaus- und Mehrfamilienhaus-Eigentümer mit je etwa 41'000 bzw. 48'000 Fällen bis 2050 ungefähr die Waage (siehe Abbildung 2). Gemessen an ihrer flächen-, energie- oder emissionsseitigen Bedeutung sind die Eigentümer von Mehrfamilienhäusern (MFH) am stärksten vom subsidiären Verbot betroffen. Ausgehend von der Anzahl Verbotsfälle ergibt sich die Anzahl der betroffenen Mieter: Weil die grosse Mehrheit davon in MFH wohnt, ist deren Anzahl mit rund 660'000 Personen insgesamt über die Zeitperiode 2029 bis 2050 (bzw. rund 30'000 Personen pro Jahr) viel höher als jene der rund 13'000 betroffenen Mieter in Einfamilienhäusern. Nebst den Wohngebäuden sind in der Abbildung 2 auch die betroffenen Nicht-Wohngebäude dargestellt.

Abbildung 2: Anzahl Verbotsfälle in der Zeitperiode 2029 bis 2050, aufgeteilt nach Eigentümer- und Gebäudetyp im Verbotsszenario 1 und in der Sensitivitätsbetrachtung



Institutionelle Dienstleistungsbetriebe werden aufgrund der unbekannten Verteilgrößen nicht nach Mietern und Vermietern unterschieden.

Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Bei den vom Verbot betroffenen Anlagen überwiegen die Erneuerungen von Bestandsanlagen gegenüber Neubauten. Erstere machen rund 90% der Verbotsfälle aus. Die übrigen rund 10% der Verbotsfälle betreffen die Neubauten.

Mit welchen Mehr- oder Minderkosten hätten die betroffenen Haushalte im Fall eines Verbots zu rechnen?

Vor der Beurteilung aus gesamtwirtschaftlicher Sicht (siehe unten) werden die Mehr- oder Minderkosten zunächst aus Sicht von konkret vom Verbot betroffenen Eigentümern und Mietern beurteilt. Es werden die Jahreskosten (Lebenszykluskosten) von Anlagen, die nicht-fossile Energieträger nutzen (Wärmepumpen, biogene Brennstoffe), mit solchen, die Erdöl oder Erdgas verwenden, verglichen. Hierbei ist zwischen EigenheimbesitzerInnen, MFH-EigentümerInnen sowie MieterInnen von MFH-Wohnungen zu unterscheiden. Im EFH-Bereich stehen bereits heute und umso mehr künftig kostengünstige Ersatz- und Alternativvarianten zu fossilen Heizsystemen zur Verfügung, wenn die gesamten Jahreskosten betrachtet werden. Dies betrifft insbesondere Wärmepumpen (WP), wo höhere Investitionskosten durch geringere Energiekosten während der Lebensdauer der Anlage mehr als kompensiert werden. Bei Biogas- und Holzheizungen liegen die Jahreskosten bei den unterstellten Rahmenbedingungen (namentlich bzgl. Energiepreisen und CO₂-Abgabe) in ähnlicher Grössenordnung wie diejenigen der fossilen Systeme, vor allem ab 2029. Unterstützend wirkt dabei auch der künftige Rückgang des mittleren Endenergieverbrauchs aufgrund der sukzessiven energetischen Erneuerung der Gebäude (unterstützt durch hohe Energiepreise und die erwähnten energiepolitischen Massnahmen). Je nach konkreter Situation entsteht bei den EFH-Eignern also nur eine geringe Belastung - oder gar eine Entlastung von ein bis zwei Tausend Franken pro Jahr.

Die wirtschaftliche Belastung von MFH-Mietenden ist differenziert zu betrachten. Je nach Möglichkeit am betreffenden Standort können im Vergleich zu fossilen Anlagen entweder Minderkosten (z.B. wenn eine Luft-WP möglich ist) oder Mehrkosten entstehen (z.B. wenn keine Luft-WP möglich ist und keine leitungsgebundenen Energieträger verfügbar sind). Diese Mehrkosten können pro typische Wohnung derzeit zwischen CHF 15.– bis gut CHF 40.– pro Monat betragen. Zum Zeitpunkt der potenziellen Wirksamkeit des Verbots (ab 2029) wird sich die Energieeffizienz der Gebäude weiter verbessern, so dass die Mehrkosten noch leicht tiefer ausfallen werden bzw. keine Mehrkosten mehr zu erwarten sind. Auch bei den MFH-Neubauten würden bei einem subsidiären Verbot in der Regel keine wirtschaftliche Belastung für MFH-Bauherren entstehen, namentlich, weil Lösungen mit Wärmepumpen, ein Fernwärmean-

schluss, die Biogasnutzung etc. i.d.R. kostengünstiger zu realisieren sind als fossile Lösungen oder weil der ökologische Mehrwert auf der Ertragsseite wirksam gemacht werden kann.³

Wie hoch sind die zusätzlichen Kosten für Unternehmen und Branchen und welche Effekte sind dadurch zu erwarten?

Bei den Kosten für Unternehmen ist zwischen Branchen auf der Nachfrageseite (Gebäude nutzende) und solchen auf der Angebotsseite (Energie liefernde oder Energiedienstleistungen anbietende) zu unterscheiden.

Auf der Nachfrageseite des Wärmemarkts sind in den Verbotsszenarien im Vergleich zum Referenzszenario keine relevanten zusätzlichen Belastungen für Unternehmen als Gebäudenutzer und zu erwarten. Dies gilt sowohl für wenig wärmeintensive Branchen aus den Bereichen Bürogebäude, Ausbildung o. ä. als auch für wärmeintensivere Branchen z. B. aus dem Gesundheitswesen. Die in den Verbotsszenarien ggü. dem Referenzszenario veränderten Investitionen in Heizsysteme liegen im Promillebereich der Branchen-Bruttowertschöpfung.

Verschiebungseffekte können im Wärmemarkt auf der Angebotsseite auftreten: Je nach Szenario fließen die Einnahmen aus dem Energieabsatz in unterschiedliche Energiebranchen (z.B. Heizöl-, Biogas- oder Elektrizitätsbranche). Zum Teil kann es im Vergleich zum Referenzszenario relativ starke Änderungen der Bruttowertschöpfung der Erdgas-, Brennstoff/Heizöl- oder Biogas-Branchen bis zu mehreren Prozenten geben. Aufgrund der starken Zunahme der Anzahl Wärmepumpen nimmt der Stromabsatz zu, wobei die Unterschiede zwischen den Szenarien gering sind.

Sind unterschiedliche Auswirkungen auf die Regionen zu erwarten?

Bei den regionenspezifischen Auswirkungen wurden 4 Typen unterschieden, welche die Kantone und deren entsprechenden Gebäudebestand nach definierten Kriterien gruppieren: urban (umfasst rund 23% der EBF), touristisch (11% der EBF), ländlich (57% der EBF), und andere Regionen (10% der EBF). Die relativen Unterschiede zwischen den Regionentypen hängen insbesondere von den Anteilen Ein- und Mehrfamilienhäuser, der Verfügbarkeit von leitungsgebundenen Energieträgern, der Häufigkeit von Ausnahmesituationen und dem Preisniveau bzw. Kosten von verschiedenen Ersatzlösungen, welche sich zwischen den Regionentypen unterscheiden, ab. Insgesamt sind die resultierenden Unterschiede gering.

³ Entsprechend sind die Marktanteile von fossilen Anlagen bei Neubauten bereits heute schon sehr gering.

Welche gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sind zu erwarten?

Die Auswirkungen der Verbotsszenarien auf die Bruttowertschöpfung und Beschäftigung im Vergleich zum Referenzszenario sind im Jahresdurchschnitt sehr moderat. Die leicht negativen Auswirkungen machen jeweils nur rund 0.01% bis 0.02% an der Schweizer Bruttowertschöpfung (BWS) bzw. an den Beschäftigungszahlen in Vollzeitäquivalenten aus. Der gesamtwirtschaftliche Effekt (Wertschöpfung und Beschäftigung) ist dementsprechend generell sehr gering. Insgesamt ist unter dem Referenzszenario im Vergleich zu den Verbotsszenarien eine leicht positivere Wertschöpfungs- und Beschäftigungsentwicklung zu erwarten. Im Sensitivitätsszenario mit den tieferen Energiepreisen ist im Vergleich zum Referenzszenario eine etwas negativere Entwicklung zu erwarten (rund 0.03% bis 0.07% weniger BWS und Beschäftigte), weil weniger in Wärmedämmung und erneuerbare Heizsysteme investiert wird.

Mit welchem Vollzugsaufwand wäre zu rechnen?

Der zu erwartende zusätzliche Vollzugsaufwand dürfte sich in einem tragbaren Rahmen halten. Es wird davon ausgegangen, dass zusätzlicher Aufwand vor allem durch die Bearbeitung von Ausnahmegesuchen entsteht. Wir schätzen den durchschnittlichen jährlichen Vollzugsaufwand für alle Kantone grob auf insgesamt eine halbe bis eine ganze Million CHF. Es ist jedoch möglich, dass es in einzelnen Jahren (insbesondere zu Beginn des Verbots) zu einer stärkeren Belastung durch überdurchschnittlich viele Gesuche für Ausnahmeregelungen kommen kann. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der immer geringeren Bedeutung fossiler Heizsysteme mittel- bis längerfristig Vollzugstätigkeiten reduziert werden können. Dadurch entsteht bei den Vollzugsakteuren beim Kanton, bei den Gemeinden und den Feuerungskontrolleuren eine Reduktion des notwendigen Aufwands, was auch zu einer entsprechenden Entlastung bei den BesitzerInnen der Heizanlagen führen dürfte.

Fazit

Die Studie zeigt, dass die anvisierten CO₂-Reduktionsziele von Bund und Kantonen von 80% bis 90% im Jahr 2050 gegenüber 1990 ohne subsidiäres Verbot der fossilen Heizsysteme grundsätzlich erreichbar sind. Dafür braucht es jedoch günstige Voraussetzungen. Unterstellt wurden insbesondere geeignete gesetzliche Rahmenbedingungen (Teil F der MuKEn 2014) und deren konsequente und flächendeckende Umsetzung und Weiterentwicklung, ein Anstieg der Energiepreise inklusive CO₂-Abgabe auf CHF 240.– pro Tonne CO₂ (bis 2030) sowie der Einsatz von Förderungsmassnahmen (allerdings begrenzt bis Mitte der 2020er Jahre). Zudem braucht es die Bereitschaft der Eigentümer, unter diesen Bedingungen tatsächlich von konventionellen fossilen Energieträgern zu erneuerbaren zu wechseln. Bzgl. der verschiedenen Szenarien können folgende Schlussfolgerungen festgehalten werden:

- Unabhängig davon, ob das subsidiäre Verbot für alle fossilen Heizungen (Verbotsszenario 1) oder nur für Ölheizungen (Verbotsszenario 2) mit den avisierten Ausnahmeregelungen gilt, kann die angestrebte Emissionsreduktion von -80 bis -90% bis 2050 mit beschränkten Zusatzkosten und geringen Unterschieden in den ökonomischen Auswirkungen im Vergleich zum Referenzszenario erzielt werden.
- Das Sensitivitätsszenario zeigt, dass bei tieferen Energiepreisen die Zielerreichung schwieriger ist und deutlich mehr Anlagen vom Verbot betroffen sind. Das Ziel von -80 % Emissionen kann mit dem subsidiären Verbot aber auch in diesem Szenario erreicht werden (jedoch nicht -90%).
- Es empfiehlt sich deshalb, dass der Regulator für günstige Rahmenbedingungen sorgt, wie das in der VNL Vorlage 2016, dem revidiertem Energiegesetz und den kantonalen Vorschriften vorgesehen ist. Mit einer konsistenten Umsetzung der vorgesehenen Massnahmen ist die Zielerreichung ohne Verbot gemäss Referenzszenario realistisch, wenn sich die Energiepreise wie angenommen entwickeln. Positiv zur Zielerreichung würde sich zudem die Anerkennung biogener Energieträger zur Erfüllung des Teils F der MuKEn 2014 auswirken.

1. Ausgangslage

Der Bundesrat schlägt in der Vernehmlassungsvorlage zur Klimapolitik nach 2020 vor, die Fördermassnahmen im Gebäudebereich bis 2025 zu befristen und durch eine Erhöhung des Maximumsatzes der CO₂-Abgabe und die Weiterentwicklung von technischen Vorschriften abzulösen. Die Konferenz der Kantonsregierungen (KdK) und die Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) haben sich das langfristige Ziel gesetzt, bis 2050 die CO₂-Emissionen aus Gebäuden um mindestens 80 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken⁴. Dazu sollen die kantonalen Vorschriften im Gebäudebereich laufend verschärft werden. Abgeleitet von diesem langfristigen Ziel wird im Vorschlag für ein CO₂-Gesetz post 2020 ein CO₂-Absenkpfad für den Gebäudebereich definiert. Dieser Absenkpfad soll durch die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, das Gebäudeprogramm sowie die kantonalen Instrumente erreicht werden. Der Bundesrat hat Ende August 2016 in seiner Vernehmlassungsvorlage für die Klimapolitik post 2020 (VNL 2016) zudem eine subsidiäre Massnahme vorgeschlagen: Wenn das Zwischenziel für die Reduktion der CO₂-Emissionen aus Gebäuden von durchschnittlich 51 Prozent in den Jahren 2026 und 2027 gegenüber 1990 trotz des vorgesehenen Massnahmenmixes verfehlt wird, erlässt der Bundesrat ein grundsätzliches Verbot für den Einbau von fossilen Heizsystemen bei Neubauten sowie beim vollständigen Ersatz fossiler Heizungen bei bestehenden Bauten (Details siehe Kap. 2.2). Ob das Zwischenziel erreicht ist, wird laut dem Vernehmlassungsvorschlag mit Hilfe der CO₂-Statistik im Jahr 2028 festgestellt. Bei Zielverfehlung würde das Verbot 2029 in Kraft treten.

Diese Massnahme wird in der vorliegenden Studie detailliert untersucht. Eine erste Abschätzung verschiedener CO₂-Emissionspfade im Gebäudebereich aufgrund eines Verbots fossiler Heizungen wurde durch Prognos 2016 erarbeitet. Und eine erste – primär qualitative – Beurteilung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines solchen Verbots wurde im Rahmen des Syntheseberichts zur volkswirtschaftlichen Beurteilung der klimapolitischen Massnahmen für die Zeit nach 2020 vorgenommen, welcher auch als Grundlage für die Vernehmlassungsvorlage diente⁵. Die vorliegende Studie wurde im Auftrag des Bundesamts für Umwelt erarbeitet. Sie macht anknüpfend an die Einschätzungen im VOBUSynthesebericht vertiefte Aussagen zu den Auswirkungen eines subsidiären Heizungsverbots.

⁴ Zum Zeitpunkt der Beauftragung der Studie wurde von den Kantonen (KdK und EnDK) noch das Ziel von einer Emissionsreduktion um -90% definiert, daher beziehen sich die Ergebnisbetrachtungen in Kapitel 4.3 zusätzlich auf diesen Zielwert.

⁵ vgl. <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-da-ten/volkswirtschaftlichebeurteilungderklimapolitischenmassnahmenpost.pdf.download.pdf/volkswirtschaftlichebeurteilungderklimapolitischenmassnahmenpost.pdf>

2. Ziele und Fragestellungen

2.1. Ziele

Ziel der Studie ist es, vertiefte, detaillierte und nach Zielgruppen differenzierte Aussagen zu den Auswirkungen eines subsidiären Verbots von fossilen Heizungen zu erarbeiten. Nachdem in Prognos (2012) die Auswirkungen eines solchen Verbots auf die direkten energiebedingten CO₂-Emissionen aus Gebäuden bis 2050 untersucht wurden, liegt der Fokus in der vorliegenden Studie dabei auf der Charakterisierung und Quantifizierung der direkt betroffenen Akteure sowie auf den Kosten und Nutzen, die ein subsidiäres Verbot fossiler Heizungssysteme für diese im Vergleich mit einer Referenzentwicklung mit sich bringen würde.

Es werden konkrete Fragestellungen zu den mengenmässigen und ökonomischen Auswirkungen untersucht (siehe Kap.2.2). Die Konkretisierung der Ausgestaltung des subsidiären Verbots gemäss Informationsstand Ende 2016, dem Zeitpunkt der Studieneerarbeitung, bildet dafür den Ausgangspunkt (Kap. 2.3).

2.2. Fragestellungen

In der Studie werden drei Frageblöcke behandelt:

1. Mengenmässige Auswirkungen im Gebäudepark und Wirtschaftlichkeit im Einzelfall (Kapitel 4)

- Wie viele Gebäude bzw. Heizanlagen sind voraussichtlich betroffen, wenn der Zielwert verfehlt wird und das subsidiäre fossile Heizungsverbot 2029 in Kraft tritt? Wie teilen sich diese in Öl- bzw. Gasheizungen auf?
- Wie viele Gebäude bzw. Heizanlagen werden unter die Ausnahmeregelungen fallen?
- Wie teilen sich die vom subsidiären Verbot betroffenen Gebäude bzw. Heizanlagen auf Unternehmen und Haushalte und auf verschiedene Eigentümer (Private, Institutionelle) auf?
- Wie viele Mieter dürften betroffen sein?
- Wie entwickeln sich die Wachstumsraten, die Marktanteile und die Wirtschaftlichkeit von erneuerbaren Heizsystemen bis 2030 und anschliessend bis 2050 aufgrund des heutigen Stands und der absehbaren Entwicklungen?

2. Ökonomische Auswirkungen (Kapitel 5)

- Welche gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Verbotsszenarien sind im Vergleich zur Referenzentwicklung zu erwarten?
- Wie hoch sind die im Vergleich zur Referenzentwicklung zusätzlichen Kosten für Anschaffung, Installation und Betrieb von erneuerbaren Heizsystemen in der Periode 2030 bis 2050?

- Welche Effekte sind dadurch auf die Branchen zu erwarten? Mit welcher Grössenordnung von Zusatzkosten ist zu rechnen?
- Mit welchen zusätzlichen Kosten hätte ein durch das Verbot betroffener durchschnittlicher Haushalt zu rechnen?
- Welche regionalen Auswirkungen sind aufgrund unterschiedlicher struktureller Voraussetzungen (urbane, ländliche und touristische Regionen) zu erwarten?

3. Vollzugsfragen (Kapitel 6)

- Wie könnte der Vollzugsprozess zweckmässig ausgestaltet werden?
- Mit welchen Ausweichreaktionen und Umgehungsverhalten müsste gerechnet werden?
- Welche Einschätzungen zu kantonalen Vollzugskosten können vorgenommen werden?

2.3. Ausgestaltung des subsidiären Verbots

Mit Verweis auf den Wortlaut des CO₂-Gesetz-Entwurfs gemäss Vernehmlassungsvorlage sowie des erläuternden Berichts (Bundesrat 2016) sowie in Absprache mit dem Auftraggeber gehen wir von folgenden Eckpunkten der Ausgestaltung des Verbots und der Ausnahmeregelungen aus:

Verbot

Es gilt ein grundsätzliches Verbot für den Einbau von fossilen Heizsystemen bei Neubauten sowie beim vollständigen Ersatz fossiler Heizungen bei bestehenden Bauten. Das Verbot hat subsidiären Charakter und würde frühestens ab 2029 in Kraft treten, falls mit den anderen klima- und energiepolitischen Massnahmen von Bund und Kantonen sowie dem technischen Fortschritt der vorgegebene Zielwert nicht eingehalten werden kann. In diesem Bericht wird zusätzlich ein Szenario analysiert, in dem nur Ölheizungen vom Verbot betroffen sind und Gasheizungen weiterhin erlaubt sind. Wir gehen von folgenden Präzisierungen aus:

- **Anwendungsfall:** Wie bereits durch Prognos (2016) angenommen, soll selbst ein einfacher Brennerersatz nicht mehr möglich sein. Dies entspricht einer strengen Auslegung von «vollständiger Ersatz fossiler Heizungen bei bestehenden Bauten».
- **Art des Verbots:** Es handelt sich nicht um ein Technologieverbot, sondern um ein Energieträgerverbot: Vom Verbot betroffen sind Heizsysteme, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden. Werden bisherige oder neue Heizsysteme mit Biogas oder biogenem Heizöl betrieben, sollen aus einem technischen Gesichtspunkt entsprechende Heizsysteme nach wie vor erlaubt bleiben. D.h. Heizsysteme, die Biogas oder Biodiesel nutzen, sind vom Verbot ausgenommen. Aus der technischen Perspektive entspricht dies dem Wortlaut der Vorlage. Zu bemerken ist, dass bisher im kantonalen Vollzug im Gebäudebereich bei den Energievor-

schriften keine Massnahmen umgesetzt wurden, die auch nicht-technische Aspekte des Betriebs von Heizungen miteinbeziehen (auch die MuKE 2014 sehen keine Berücksichtigung des Bezugs von biogenen Brennstoffen vor). Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich der kantonale Vollzug z.B. gemäss Gebäudepolitik 2050 (EnDK 2016) bis zum Zeitpunkt der Wirksamkeit des Gesetzes (frühestens 2029) weiterentwickelt und auch nicht-technische (z.B. vertragliche oder zertifikatsbasierte) Lösungen möglich sein werden.

- **Betroffenheit:** Mit Verweis auf den Wortlaut des CO₂-Gesetz-Entwurfs sowie des erläuternden Berichts (Stand Vernehmlassungsvorlage VNL August 2016) betrifft das Verbot ausschliesslich dezentrale Heizungen in Gebäuden. Damit sind Wärmezentralen (z.B. Holzheizkraftwerke mit fossilem Spitzenkessel) sowie industrielle Heizungen zur Erzeugung von Prozesswärme vom Verbot ausgeschlossen. Mit Verweis auf die „finanziellen Gründe“ bei den Ausnahmeregelungen müssten fossile Spitzenkessel bei erneuerbar betriebenen Wärmezentralen zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung aus Gründen der Wirtschaftlichkeit in vielen Fällen weiterhin erlaubt sein (gegebenenfalls könnten Grenzwerte für den fossilen Deckungsanteil definiert werden).

Ausnahmeregelung

Gemäss Entwurf CO₂-Gesetz sowie dem erläuternden Bericht zur Vernehmlassungsvorlage 2016 (VNL 2016) soll unter bestimmten Voraussetzungen bei bestehenden Bauten eine fossile Ersatzlösung weiterhin erlaubt sein. Es werden zwei Fälle unterschieden:

- Zum einen sind gut wärmegedämmte Bestandsgebäude mit einem geringen Energiebedarf (z.B. Erfüllung des Minergie-Standards) von einem Verbot ausgenommen.
- Zum anderen kann unter ausserordentlichen Umständen ein Verbot einer fossilen Ersatzlösung aus technischen und finanziellen Gründen⁶ oder aufgrund des Schutzes überwiegender öffentlicher Interessen als nicht zumutbar erachtet werden. Dies könnte z.B. für folgende Konstellation zutreffen: Eine leitungsgebundene Energieinfrastruktur (Nah- oder Fernwärmenetze, Gasnetz) und nicht-fossile Energiequellen sind am Gebäudestandort nicht verfügbar oder deren Nutzung ist aufgrund gesetzlicher Bestimmungen oder aus technischen Gründen nicht möglich oder mit hohen Kosten verbunden.⁷ Denkbar sind in der Praxis z.B. folgende Fälle:

6 Hohe Kosten können entstehen z.B. durch bauliche Anpassungsarbeiten (z.B. Lärmschutz), durch einen hohen Aufwand bei der Erschliessung von Wärmequellen, durch gegebenenfalls erforderliche Anpassungsmassnahmen auf Seite der Wärmeverteilung und/oder durch bivalente Systeme (Kombination von erneuerbaren und fossilen Heizsystemen). Technische Gründe können je nach Situation z.B. Luft-Wärmepumpe wegen Lärm-/Denkmalschutz, Erdsonde wegen Grundwasserschutz, PV wegen Denkmalschutz oder ästhetischen Gründen einen Ersatz durch erneuerbare Energieträger erschweren oder verunmöglichen.

7 Das für die Ausnahmeregelung relevante Kostenkriterium bezieht sich auf anlageseitige, investive Kosten; hohe Energiekosten z.B. wegen hoher Energiepreise, z.B. von erneuerbaren Energieträgern berechtigten nicht zu fossilen Ausnahmelösungen.

- Städtische Kernzonen, mit Ortsbildschutz (keine PV/Solaranlage oder Luft-Wärmepumpe erlaubt), in Gebieten mit hoher lokaler Luftschadstoffbelastung (keine Holzfeuerungen), im Grundwasserschutzgebiet (keine Erdsonden-Wärmepumpen), ohne leitungsgebundene Energieinfrastruktur, kein Angebot mit Bioheizöl.
- Gebäude mit Elektrodirekt- oder dezentraler Elektrospeicherheizung ohne hydraulische Wärmeverteilung und jahreszeitlich eingeschränkter Nutzung, falls diese zu ersetzen sind und ein Einbau eines Systems mit erneuerbaren Energien mit hohen Kosten verbunden wäre (z.B. aufgrund einer entsprechenden Verschärfung der MuKE nach 2020).

Im Gesetzesentwurf sind zudem mögliche Ausnahmeregelungen bei Neubauten erwähnt. Dies könnte z.B. für Erdgas-WKK-Anlagen im Zusammenhang mit grösseren Neubauten gelten, die in gewissen Kantonen Teil der Energieplanung sind.

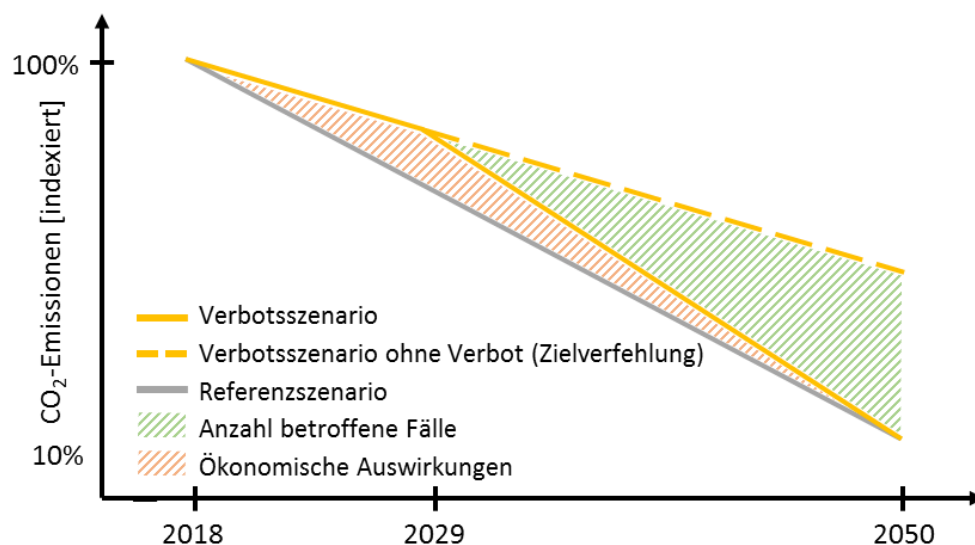
3. Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen ist in drei aufeinander aufbauende Bausteine gegliedert und basiert auf folgendem Bewertungsansatz:

- Durchführung von Bottom-up Modellrechnungen für ein Referenzszenario, zwei Verbotsszenarien mit analogen Preisen wie in der Referenz und eine Sensitivität (Verbotsszenario mit tieferen Energiepreisen, siehe Abschnitt 3.1). Zur Schätzung der Anzahl Verbotsfälle wird auf sogenannte Szenarien mit «Zielverfehlung ohne Verbot» zurückgegriffen, welche im weiteren Verlauf dieser Studie nicht vertieft dargestellt werden (siehe grüne Fläche in der schematischen Übersicht in Abbildung 3).
- Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen auf die Akteursgruppen im Einzelnen und auf aggregierter Ebene (auf der Grundlage einer gemeinsamen Datenbasis) sowie Diskussion von Vollzugsfragen. Die wirtschaftlichen Auswirkungen des subsidiären Verbots auf aggregierter Ebene ergeben sich als Differenz zwischen dem tatsächlichen Verlauf des jeweiligen Verbotsszenarios und dem definierten Referenzszenario, siehe orange Fläche in Abbildung 3).
- Erarbeitung der Synthese mit den wichtigsten Folgerungen und einer Gesamtwürdigung (siehe Kapitel 7).

Im Folgenden stellen wir die methodischen Bausteine für die Kernelemente Szenarienanalysen und Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen dar.

Abbildung 3: Schematische (nicht massstabsgetreue) Darstellung der CO₂-Emissionen aus den Szenario-Modellrechnungen und der daraus abzuleitenden Ermittlung der relevanten Ergebnisse (Anzahl betroffene Fälle und ökonomische Auswirkungen)



Grafik TEP Energy.

3.1. Szenariodesign

Die Auswirkungen eines subsidiären Verbots werden innerhalb eines modellgestützten Szenariorahmens analysiert. Dieser sieht den Vergleich von zwei Verbotsszenarien mit einem Referenzszenario vor, einschliesslich einer Sensitivitätsbetrachtung, welche von tieferen Energiepreisen bis 2050 ausgeht. Die wesentlichen Annahmen des Szenariorahmens sind in Tabelle 2 beschrieben.

Im Referenzszenario sollen die Emissionsziele in den Jahren 2026 und 2027 erreicht werden und 2029 muss kein Verbot eingeführt werden (siehe Abbildung 4 für die Darstellung der historischen CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebereich, basierend auf der Gesamtenergiestatistik und der zu erreichenden Zielwerte gemäss Vorgaben des BAFU). Nebst den Zwischenzielen wird im Referenzszenario zudem der Absenkpfad in Richtung der langfristigen Zielsetzung im Jahr 2050 eingehalten. Die szenarioabhängigen Parameter betreffen:

- Verfügbarkeit von Heiztechnologien, z.B. Einsatz von Biogas als Standardlösung zur Erfüllung des Teil F „Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugersersatz“ der MuKEN 2014⁸, in den Verbotsszenarien und in der Sensitivität,
- subsidiäres Verbot von fossilen Technologien in den Verbotsszenarien und dem Sensitivitätsszenario,
- die anteilige Umsetzung der MuKEN im Gebäudebereich (in den Verbotsszenarien inkl. Sensitivität werden nur 90% der Gebäudesanierungen nach MuKEN 2014 umgesetzt, da angenommen wird, dass nicht alle Kantone die Basispakete vollständig umsetzen bzw. vollständig vollziehen),
- die Bereitschaft der Eigentümer, Effizienzmassnahmen umzusetzen und erneuerbare Energien einzusetzen (bei den Verbotsszenarien inkl. Sensitivität annahmegemäss etwas geringer).

Für das Verbotsszenario 1 wird zusätzlich eine Sensitivität gerechnet, welche sich in Bezug auf die Energiepreise für fossile Energieträger und Strom unterscheidet. Dementsprechend wird Verbotsszenario 1 einmal mit den Energiepreisen des Referenzszenarios gerechnet und einmal mit tiefen Energiepreisen (Sensitivität)⁹, insbesondere für Öl und Gas (entsprechende Annah-

⁸ In der MuKEN 2014, Teil F ist vorgesehen, dass beim Ersatz einer fossil betriebenen Heizung in bestehenden Bauten mit Wohnnutzung 10% des Energiebedarfes durch erneuerbare Energie erzeugt werden muss. Dies soll für alle Gebäude gelten, welche schlechter sind als die Gebäudeenergieausweisklasse D des GEAK. Zur vereinfachten Umsetzung dieser Vorschrift werden 11 Standardlösungen angeboten.

⁹ Bei tiefen Energiepreisen für fossile Energieträger wird auf Grund einer damit verbundenen höheren Wirtschaftlichkeit davon ausgegangen, dass im Sensitivitätsszenario bis 2029 mehr fossile Heizanlagen installiert werden gegenüber dem Referenzszenario. Dadurch liegen die zu erwartenden CO₂-Emissionen im Jahr 2029 höher als in den Verbotsszenarien 1 und 2. Auf Grund des höheren Emissions-Niveaus im Jahr 2029 bei der Sensitivitätsbetrachtung, kann dieses Szenario als Proxy für eine Entwicklung herangezogen werden, in welchem die CO₂-Emissionen wesentlich von den politischen Zielsetzungen abweichen.

men sind im Anhang A.1 dokumentiert). Im Verbotsszenario 2 wird das subsidiäre Verbot nur für Ölheizungen eingeführt, Erdgasfeuerungen bleiben in diesem Szenario weiterhin erlaubt.

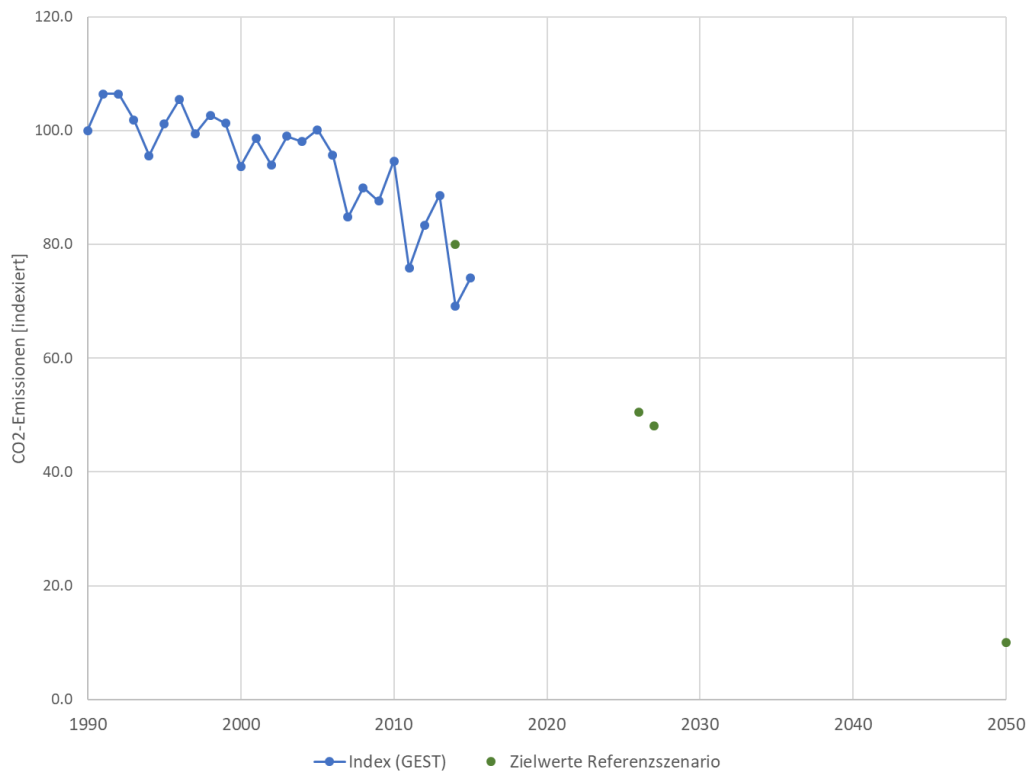
Die Szenariorechnungen zur Entwicklung des Gebäude- und Heizungsbestandes werden mit dem Gebäudeparkmodell (GPM) erstellt (siehe Erläuterungen im folgenden Abschnitt 3.2 sowie im Anhang A.2).

Tabelle 2: Übersicht der wesentlichen Annahmen zum Szenariorahmen

Szenario	Verbot fossiler Heizungsersatz	Ausnahme-regelungen (VNL 2016; vgl. Fussnote 2)	Biogas/Bioheizöl zur Einhaltung gesetzlicher Anforderungen erlaubt?	Ener-gie-preise	Zielverfeh-lung (VNL 2016)
Referenzszenario	Nein (nicht nötig, da Ziele erreicht werden)	(nicht relevant)	Nicht anrechenbar für Erfüllung MuKE 2014 (analog zur heutigen Praxis der kant. Gesetzgebung)	Hoch	Nein
Verbotsszenario 1	Ja	Ja	Erlaubt	Hoch	Ja (2026/2027)
Sensitivität	Ja	Ja	Erlaubt	Tief	Ja (2026/2027 und 2050)
Verbotsszenario 2	Ja, aber nur für Ölheizungen	Ja	Erlaubt	Hoch	Ja (2026/2027)

Tabelle TEP Energy, INFRAS. Quelle: TEP Energy, INFRAS.

Abbildung 4: Historische Entwicklung der gebäudebezogenen CO₂-Emissionen basierend auf der Gesamtenergiestatistik (Index GEST) und die zu erreichenden Zielwerte für das Referenzszenario (gemäss VNL 2016)



Öl- und Gasverbrauch der Sektoren Haushalte und Dienstleistungen gemäss Gesamtenergiestatistiken (GEST) (Versionen, wie sie für die Ex-post Analysen des BFE zur Anwendung kommen) für den Index der historischen Emissionen, Vorgabe durch BAFU für die Zielwerte (Zwischen- und Endziele).

Grafik TEP Energy. Quelle: Gesamtenergiestatistik und Modellberechnungen TEP Energy.

Bei den Verbotsszenarien inkl. Sensitivität wird davon ausgegangen, dass die Emissionsziele im Durchschnitt der Jahre 2026 und 2027 nicht erreicht werden und daher ab 2029 ein subsidiäres Verbot für fossile Heizanlagen in Kraft tritt. Ausgenommen vom Verbot sind Gasfeuerungen, welche nachweislich nur Biogas verbrennen. Weitere Ausnahmeregelungen sind zulässig, insofern die in Abschnitt 2.3 beschriebenen Kriterien erfüllt sind.

Innerhalb dieses Szenarienrahmens sind szenarioabhängige und -unabhängige Einflussfaktoren relevant, die den Entwicklungspfad bis zum Zeithorizont bis 2050 beeinflussen. Die wesentlichen Szenario-unabhängigen Modellparameter betreffen die erwartete wirtschaftsdemographische Entwicklung, die zukünftig zu erwartenden Bau- und Effizienzstandards sowie die für das Gebäudeprogramm eingesetzten Mittel.

Als Grundlage für die wirtschaftsdemographischen Rahmendaten bis 2030 wird eine Entwicklung basierend auf BAFU (2016, Szenario WEM) angenommen. Über diesen Zeithorizont

hinaus werden die Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung auf BFS (2015) abgestützt und extrapoliert. Tabelle 3 zeigt eine Zusammenfassung der Annahmen:

Tabelle 3: Rahmenannahmen für Szenarioanalysen

Modellparameter	Annahmen
Wirtschaftsdemographische Entwicklung	
Wohnbevölkerung	7.8 Mio. in 2010, 10.5 Mio. in 2050 (BFS 2015; zum Vergleich: im Szenario WWB der BFE-Energieperspektiven (Prognos 2012) und entsprechend in Prognos (2016) wird für 2050 von 9.0 Mio. ausgegangen)
BIP pro Kopf	77.7 kCHF im Jahr 2010, 86.1 kCHF im Jahr 2030 und 94.5 CHF im Jahr 2050 (zu Preisen von 2013)
EBF	Gemäss Bevölkerungsentwicklung und eigener Annahme zur Fläche pro Kopf: 736 Mio. m ² in 2010 (inkl. Industriegebäude), 1066 Mio. m ² in 2050 (über alle Gebäudetypen betrachtet +10% pro Kopf) ¹⁰
Entwicklung Bau- und Effizienzstandards	
Energievorschriften, technisch ökonomischer Fortschritt	▪ Einführung der MuKE 2014 im Jahr 2020 ▪ Fortlaufender techno-ökonomischer Fortschritt (basierend u.a auf weiteren MuKE-Verschärfungen, ohne jedoch explizite Veränderung zu MuKE 2025 zu treffen) ▪ Erhöhte Anforderungen an Wärmedämmungen für den Erhalt von Fördergeldern
Mittel Gebäudeprogramm	▪ Total Gebäudeprogramm ab 2018: Rund 400 Mio. CHF pro Jahr ▪ Förderung wird ab 2020 schrittweise abgebaut

Tabelle TEP Energy.

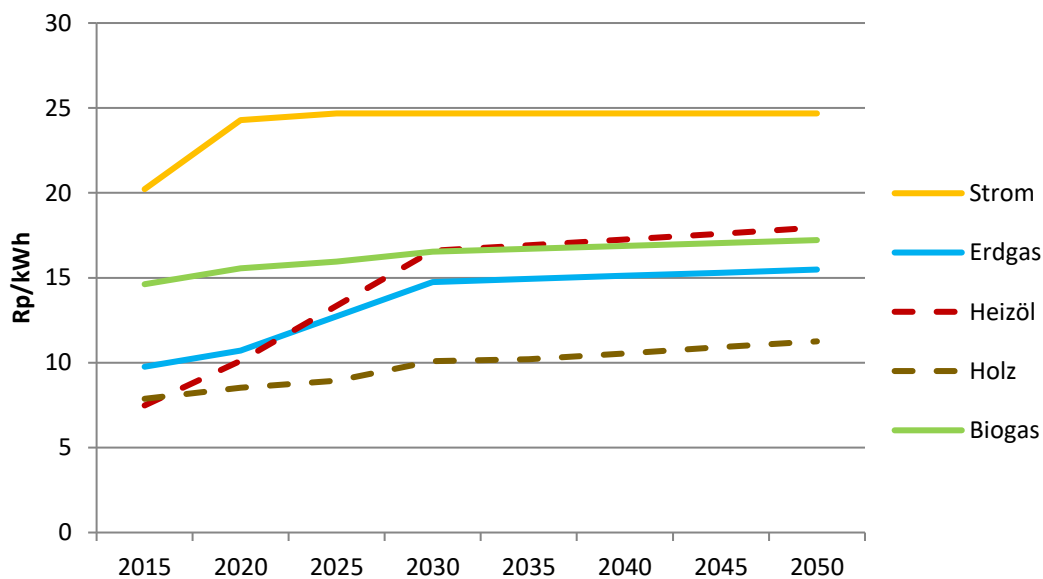
In Bezug auf die Entwicklung der Energiepreise (siehe Abbildung 5) wurde von folgendem Ansatz und Grundlagen ausgegangen:

- Entwicklung der Grosshandelspreise der fossilen Energieträger gemäss EU Referenzszenario 2016 (EU Reference Scenario 2016 – Energy, transport and GHG emissions trends to 2050) analog des WEM-Szenario von BAFU (2016),
- Entwicklung der Strom-Grosshandelspreise gemäss PWC/EnergyBrainPool (2015) bis 2025 und Fortschreibung bis 2050,
- Fossile Energieträger: Erhöhung der CO₂-Abgabe auf 120 CHF/t ab 2018, danach linear ansteigend auf 240 CHF/t bis 2030, danach konstant 240 CHF/t bis 2050

¹⁰ Zum Vergleich: bei den Energieperspektiven wurde von +15% pro Kopf zwischen 2010 und 2050 ausgegangen (alle Gebäudekategorien)

- Preisentwicklung erneuerbare Energieträger Biomasse und Biogas: Biomassepreise als Trendfortschreibung der historischen Entwicklung; Biogaspreise als fixer Aufpreis auf den Grosshandels- und damit auf den Konsumentenpreis von Erdgas (+7 Rp/kWh),
- Strom: Einführung einer Abgabe von 5Rp/kWh ab 2025 gemäss Vorlage für ein Klima- und Energielenkungssystem, Variante 1 („WWB -30% Zielerreichung“),¹¹
- Umrechnung von Gross- auf Endverbraucherpreise gemäss Preismodell TEP zur Berücksichtigung von Steuern, Abgaben, Verteil- und Lieferkosten,
- Im Fall der Sensitivität wurde namentlich für die fossilen Energieträger von deutlich weniger hohen Preisen ausgegangen (rund 20% tiefere Preise für Erdgas; rund 40% tiefere Preise für Heizöl und rund 10% tiefere Preise für Strom in 2050; siehe Abbildung 21 im Anhang A.1).

Abbildung 5: Entwicklung Energiepreise im Referenzszenario und Verbotsszenario 1 und 2 (hohe Energiepreise) für Endverbraucher



Grafik TEP Energy. Quelle: TEP Energy.

3.2. Gebäudeparkmodellrechnungen

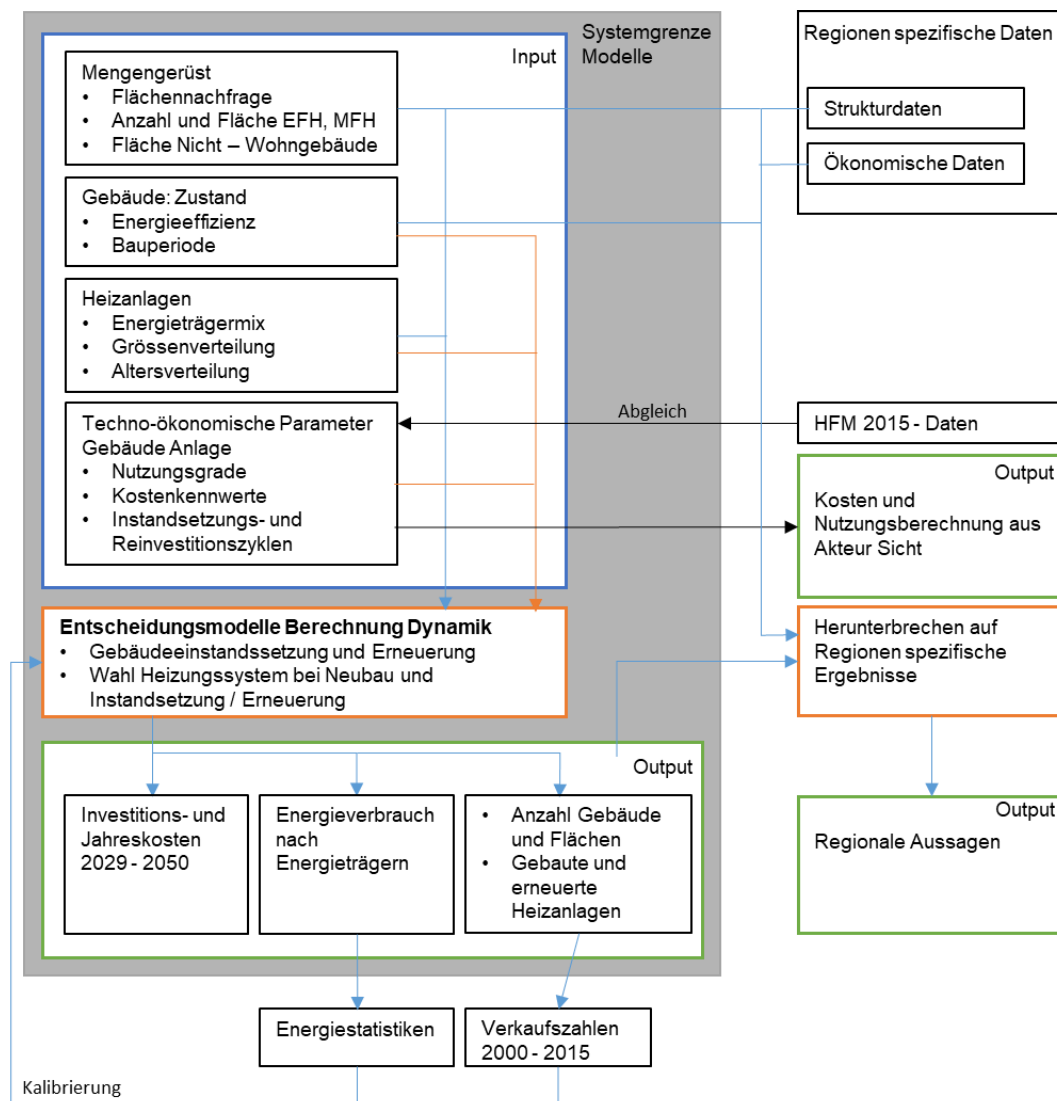
Ein Grossteil der gebäudebezogenen quantitativen Fragen wird mit dem Bottom-up Gebäudeparkmodell (GPM) von TEP Energy beantwortet (siehe Jakob et al. 2016 für eine detaillierte Dokumentation). Dies betrifft namentlich die szenariobezogenen Rechnungen zur Anzahl vom subsidiären Verbot betroffener Gebäude bzw. Heizanlagen, Eigentümer und Mieter, die Wachs-

¹¹ Hierbei handelt es sich aus Sicht der Fragestellung der Studie um eine konservative Annahme. Falls die Strompreise weniger stark ansteigen, z.B. weil keine Lenkungsabgabe eingeführt wird, würde sich die Wirtschaftlichkeit der WP noch weiter verbessern.

tumsraten und Marktanteilsentwicklungen von Heizanlagen und die damit verbundenen Investitions- und Jahreskosten (aggregiert und mit derselben Datenbasis auch auf Ebene der Einzelanlagen) sowie die Auswirkungen auf die Endenergienachfrage und die CO₂-Emissionen.

Die Systemgrenzen der Modellrechnungen und die berücksichtigten Einflussfaktoren sind schematisch in Abbildung 6 abgebildet.

Abbildung 6: Übersicht über das Gebäudeparkmodell und die projektrelevanten Schnittstellen und Datenquellen



Grafik TEP Energy. Quelle: TEP Energy.

Der Endenergieverbrauch pro Energieträger ergibt sich als Summenprodukt verschiedener Einflussfaktoren (Summanden), welche nach verschiedenen Merkmalen differenziert werden (sie-

he Tabelle 4 für eine Erläuterung der Einflussfaktoren und der Differenzierungsmerkmale, in der Gleichung sind die entsprechenden Indizes der Einfachheit halber nicht dargestellt):

$$\text{Endenergieverbrauch pro Energieträger} = \frac{\sum \text{Mengengerüst} * \text{spezifischer Wärmebedarf} * \text{Energieträgermarktanteil} * \text{Anlagennutzungsgrad}}{\text{Anlagennutzungsgrad}}$$

Der spezifische Wärmebedarf, d.h. der Wärmebedarf pro m², hängt im Wesentlichen vom Gebäudetyp, von der Bauperiode sowie vom energetischen Erneuerungszustand ab und entsprechend wird auch das Mengengerüst, d.h. die beheizte Fläche, nach diesen Merkmalen differenziert (siehe Tabelle 4). Beim Energieträgermarktanteil wird zwischen Neubauten und Anlagenerneuerungen unterschieden. Aus historischen Gründen ergibt sich dadurch auch eine unterschiedliche Verteilung im Startjahr der Betrachtung.

Tabelle 4: Übersicht der Faktoren zur Berechnung des Endenergieverbrauchs und der Kriterien, welche zur Definition der Faktoren berücksichtigt werden

Faktor	Ausprägung und Differenzierungsmerkmale
Mengengerüst	Energiebezugsfläche (EBF) pro Gebäudetyp, Bauperiode, Zustand
Spezifischer Wärmebedarf	Nutzwärmebedarf pro Gebäudetyp, Bauperiode, Zustand
Energieträgermarktanteil	Anteile der verschiedenen Heizanlagentypen bzw. Energieträger bei Neubauten und im Fall von Anlagenerneuerungen (letztere abhängig von bereits installiertem System)
Anlagennutzungsgrad	Nutzungsgrad pro Kesselalter bzw. Installationszeitpunkt und Energieeffizienz des Gebäudes (namentlich relevant bei Wärmepumpen)

Tabelle TEP Energy. Quelle: TEP Energy.

Diese Faktoren werden nach verschiedenen Merkmalen differenziert (die wichtigsten sind oben angegeben) und unterliegen im Zeitablauf Veränderungen, welche im Modell vereinfacht ausgedrückt wie folgt berücksichtigt werden:

<i>Mengengerüst:</i>	Abgang durch Abriss, Ersatzneubau, Zubau durch Neubauten
<i>Spezifischer Wärmebedarf</i>	Wärmebedarf $Q_{h_{ww}}$ gemäss SIA 380/1 (2009), abhängig von Bauperiode und Erneuerungszustand, beeinflusst durch die Erneuerungstätigkeit (Instandsetzung vs. energetische Erneuerung) in Abhängigkeit von Instandsetzungszyklen und Energiepreisen.
<i>Energieträgermarktanteil:</i>	Marktanteil bei Neubauten und bei Erneuerungen (in Abhängigkeit von Instandsetzungszyklen und Zeitpunkt der letzten Erneue-

rung) in Abhängigkeit der techno-ökonomischen Anlagenparameter (Investitions-, Unterhalts-, Energiekosten) und der Energiepreise.

Anlagennutzungsgrad: Anlageninstandsetzung und -erneuerung in Abhängigkeit des Installationszeitpunkts und der Gebäudeenergieeffizienz (Vorlauftemperatur der Heizung).

Im Gebäudeparkmodell werden die Heizanlagen- und Energieträgerwahl sowie die Entscheidung, Effizienzmassnahmen umzusetzen, durch ein ökonomisches Entscheidungsmodell abgebildet, in welchem die energiebezogenen Investitions- und Betriebskosten berücksichtigt werden.¹² Nebst den Betriebskosten, welche durch Energiepreise und Abgaben beeinflusst werden, verändern sich auch die Investitions- und Kapitalkosten im Zeitablauf, dies aufgrund des anzunehmenden techno-ökonomischen Fortschritts (ähnlich wie in Jakob 2008 und Jakob 2007 für die Vergangenheit aufgezeigt). Dieser beeinflusst auch die Entwicklung von technischen Parametern der betrachteten Massnahmen und Systeme (z.B. die thermischen Eigenschaften von Wärmedämmungen und Fenstern sowie die Nutzungsgrade von Heizanlagen).

Diese techno-ökonomischen Parameter der Effizienzmassnahmen und Heizanlagen des Gebäudeparkmodells bieten gleichzeitig die Grundlagen für die Bewertung der Szenarien bzgl. Investitionskosten sowie der laufenden Kosten und dienen zu diesem Zweck auch als Eingangsgrösse in das Schätzmodell von INFRAS.

Für das vorliegende Projekt wurde das GPM dahingehend erweitert, dass regionsspezifische Aussagen zur Entwicklung der Endenergienachfrage und der Wahl der Energieträger und Heizsysteme getroffen werden können. Dazu wurden die Gebäudekohorten den einzelnen Gemeindetypen und Kantonen zugeordnet, basierend auf Angaben von gemeindespezifischen Statistiken des BFS (BFS 2016a-c). Darüber hinaus wurden die Kantone je einem von vier wie folgt definierten Regionentypen zugeordnet:

¹² Dabei werden die Nutzenfunktion der jeweils einem Eigentümer zur Verfügung stehenden Optionen miteinander verglichen, um so die Wahlwahrscheinlichkeit zu berechnen. In die Nutzenfunktion fliessen zum einen die energiebezogenen Investitions- und Betriebskosten ein und zum anderen Präferenzen und spezifische Zahlungsbereitschaften, z.B. für erneuerbare Energien oder für den Umstand das Heizsystem nicht wechseln zu müssen.

Tabelle 5: Beschreibung der Regionentypen, zusammengefasst auf Basis der Gemeindetypologien der Schweiz

Regionentyp	Beschreibung	Zugehörige Kantone
URBAN	Kantone mit mehr als 80% der einwohnergewichteten Anzahl der Gemeinden des Typs „Zentren“, „suburbane Gemeinden“ oder „einkommensstarke Gemeinden“.	ZH, ZG, GE, NW, BS
TOURISTISCH	Kantone mit mehr als 20% der einwohnergewichteten Anzahl der Gemeinden, welche als „touristische Gemeinden“ klassifiziert sind.	GR, VS, OW
LÄNDLICH	Kantone, bei denen mehr als 80% der einwohnergewichteten Anzahl der Gemeinden als «periurbane Gemeinden, ländliche Pendlergemeinden, agrar-gemischte Gemeinden oder agrarische Gemeinden» klassifiziert sind.	BE, LU, UR, SZ, FR, SO, BL, AR, AI, AG, TG, TI, VD, JU
ANDERE	Alle anderen Kantone werden diesem Regionentyp zugerechnet.	GL, SH, SG, NE

Tabelle TEP Energy. Quelle: Gemeindetypologien der Schweiz (BFS 2016c).

Weitere Details zum Gebäudeparkmodell finden sich in Anhang A.2 und in Jakob et al. 2016.

3.3. Ökonomische Auswirkungsanalysen

Die ökonomische Auswirkungsanalyse basiert auf den Ergebnissen der GPM-Szenario-Rechnungen zu Investitionen in Heizanlagen und Wärmedämmungen und den damit verbundenen Auswirkungen auf Endenergienachfrage, Energiekosten und Emissionsentwicklung. Im Rahmen der GPM-Szenario-Rechnungen werden die Investitionen gemäss dem Prinzip der Lebenszyklusbetrachtung auf deren technisch-wirtschaftliche Nutzungsdauer umgelegt. Eine spezielle Herausforderung stellt dabei einerseits der mehr als 10 Jahre entfernte Zeitpunkt für den Kern der Analysen und andererseits die Methodik des Szenarienvergleichs dar:

- Aufgrund der langen Amortisations- und Nutzungszeiten wirken sich die Investitionen in einem bestimmten Jahr auf eine lange daran anknüpfende Periode aus. Beispielsweise wirken sich die Unterschiede zwischen den Szenarien vor der Einführung des Verbots auf die Periode nach dessen Einführung aus (Unterschied zwischen Investitionszeitpunkt und Abschreibungs- und Nutzungszeiträumen). Aufgrund des Vergleichs von Szenariogrössen, welche oft nahe beieinanderliegen, können sich Unsicherheiten bei den entsprechenden Differenzbetrachtungen aus arithmetischen Gründen bzw. gemäss den Regeln der Fehlerfortpflanzung überproportional auswirken.
- Grundsätzlich wären künftig anfallende Kosten und Nutzen auf den heutigen Zeitpunkt zu diskontieren. Die zukünftigen Kosten werden im Rahmen dieser Analyse jedoch vereinfachend nicht diskontiert, um die Nachvollziehbarkeit der Berechnungen und Ergebnisse pro Periode zu verbessern.

Verglichen werden die Verbotsszenarien mit dem Referenzszenario. Die GPM-Modellrechnungen liefern erstens die Entwicklungen der Investitionen sowie die damit verbundenen Abschreibungen und Verzinsungen und zweitens die dadurch im Gebäudepark resultierenden Endenergienachfrage und Energiekosten. Der Hauptfokus liegt auf dem Vergleich zwischen Verbotsszenario 1 mit hohen Energiepreisen (gleiche Energiepreise wie im Referenzszenario) und dem Referenzszenario.

Im Folgenden werden die methodischen Eckpunkte für die berücksichtigten Wirkungsbereiche dargestellt.

Auswirkungen auf Unternehmen und Branchen

Die Wirkungsanalysen werden für verschiedene Unternehmensgruppen durchgeführt:

- Branchen und Unternehmen als Nachfrager: Auswirkungen auf Unternehmen, als Gebäudeeigentümer oder Mieter,
- Branchen und Unternehmen als Anbieter im Wärmeanlagenmarkt: Heimische Branchen als Anbieter im Wärmeanlagenmarkt,
- Energieunternehmen: Auswirkungen auf Gasversorger, Ölhändler, Stromversorger, heimische Holzenergiewirtschaft oder Biogasproduzenten.

Die Analyse basiert auf den mit dem GPM durchgeführten Modellrechnungen, welche die Investitionskosten, die entsprechenden Jahreskosten (Annuitäten) sowie die gesamten Energiekosten nach Marktsegmenten liefern. Zudem werden für die Abschätzung der Wirkungen auf Unternehmen und Branchen, Analysen mit dem INFRAS-Schätzmodell für die branchenspezifische Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkungen durchgeführt¹³.

Auswirkungen auf Eigentümer- und Mieterschaften von Wohnbauten

Ausgangspunkt sind die Schätzungen der Anzahl der betroffenen Objekte und der Kostenfolgen nach Segmenten (Gebäudenutzung, Gebäudetyp, Art der Eigentümerschaft, siehe Kap. 4) auf Basis des Wirtschaftlichkeitsmoduls des GPM. Basierend auf dieser Grundlage werden Ad-hoc-Analysen für typische Fälle durchgeführt (siehe Kapitel 5). Darauf aufbauend werden die finanziellen Auswirkungen (Kosten/Nutzen) auf Eigentümer- und Mieterschaften in den verschiedenen Segmenten abgeschätzt. Die Relevanz der Kostenwirkungen für Mieterschaften wird anhand von überschlagsmässigen Rechnungen mit den aktuellen Daten der Haushalterhebung

¹³ Vgl. z.B. INFRAS 2014: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG. Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2013, Bern 2014. Mehr Informationen zum INFRAS-Schätzmodell folgen in Abschnitt 5.4 zu den «gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen» und in Annex A.4.

(HABE) des BFS abgeschätzt (vgl. Kapitel 5.2). Dabei werden Annahmen zur Kosten-Überwälzbarkeit auf Mieter getroffen¹⁴.

Derzeit und in naher Zukunft ist zudem bei wertvermehrenden Investitionen in erneuerbare Energien von (je nach kantonaler Regelung unterschiedlichen) steuerlichen Vorteilen auszugehen. Steuerliche Vorteile für die Eigentümer werden aus folgenden zwei Gründen nicht in der Analyse berücksichtigt: (1) es ist derzeit nicht absehbar, ob diese nach der Einführung eines Verbots fossiler Anlagen für Anlagen mit erneuerbaren Energiequellen bestehen bleiben (die in diesem Fall den Standard darstellen würden) und (2) weil die steuerlichen Vorteile je nach Einkommenssituation der Eigentümer sehr unterschiedlich sind, was für die Analyse aufwändige Differenzierungen erfordern würde.

Regionale Auswirkungen

Zur Beantwortung der aus regionalwirtschaftlicher Perspektive relevanten Fragen werden die Analyseergebnisse regional differenziert:

- Die relevanten Auswirkungen sind strukturell bedingt (Anteile Einfamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH), Verteilung Wirtschaftsbranchen, etc.). Entsprechend werden die regionalspezifischen Auswirkungen nicht geographisch (z.B. nach Kanton) untersucht, sondern in Bezug auf Strukturmerkmale basierend auf Gemeindetypen des Bundesamts für Statistik. Zu diesem Zweck werden die Kantone in die vier Regionentypen Urban, Touristisch, Ländlich und Andere eingeteilt (siehe Tabelle 5).
- Die Quantifizierung der regionenspezifischen Auswirkungen erfolgt für die identifizierten relevanten Bereiche und der gewählten „Typologie“ (Urban/ Touristisch/ Ländlich/ Andere). Die Basis bilden die vorangehenden Arbeitsschritte für die Differenzbetrachtung zwischen dem Verbotsszenario 1 und dem Referenzszenario. Die Quantifizierung der finanziellen Auswirkungen (Kosten und Nutzen) erfolgt mittels entsprechender Strukturdaten des Bundesamts für Statistik (BFS 2016c und BFS 2016d; Anzahl EFH, MFH und DL pro Gemeindetyp und die Besitzerstruktur), indem die diesbezüglich differenzierten gesamtschweizerischen Modelldaten proportional auf die einzelnen Regionentypen heruntergebrochen werden.

Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen

Grobschätzungen der Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft basieren auf einer auf die Fragestellung angepassten Version des partialanalytischen INFRAS-Schätzmodells (Annex A.4). Das

¹⁴ Je nach Quelle können Anteile von 50-70% der Mehrkosten als überwälzbar ausgewiesen werden (vgl. econcept 2015). Dies betrifft vor allem Pakete von Sanierungen, die insbesondere auch die Gebäudehülle inkludieren. Bei geringen Mehrkosten und punktuellen Teilsanierungen sind die überwälzbaren Mehrkosten über detaillierte Berechnungen auszuweisen. Dies gilt gemäss Spühler (2008) namentlich für Heizanlagen, welche erneuerbare Energien nutzen.

Modell eignet sich für die Schätzung der ökonomischen Auswirkungen energiepolitischer Massnahmen (Förderprogramme, Vorschriften, Energiepreisänderungen vgl. INFRAS 2014, 2012, 2011 und 2010). Umweltnutzen werden dabei im Modell nicht betrachtet. Es werden die Auswirkungen der Verbotsszenarien sowie der Sensitivitätsbetrachtung im Vergleich zum Referenzszenario analysiert. Ausgangspunkt ist der mit dem GPM ermittelte unterschiedliche Investitionspfad sowie die Wirkungen auf die Nachfrage von Strom, Heizöl, Erdgas, Biogas, Fernwärme und Holz. Auf dieser Basis werden Aussagen zu folgenden Effekten abgeleitet:

- Investitionsbedingte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, die aufgrund der unterschiedlichen Investitionspfade entstehen,
- «Betriebliche» Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, die aufgrund des veränderten Bedarfs an Energieträgern (mehr/weniger Umsätze) während der Lebensdauer der alternativ installierten Heizsysteme jährlich anfallen.

Auswirkungen auf den Vollzug der Kantone

Die Anzahl der vom Verbot und von den Ausnahmeregelungen betroffenen Fälle stellt die wichtigste Determinante für den Vollzugsaufwand dar. Von Bedeutung ist dabei insbesondere die Ausgestaltung des Verbots, namentlich bezüglich der Ausnahmeregelungen sowie auch die Ausgestaltung des Vollzugs. Mittels einer groben Prozessanalyse werden die notwendigen Aktivitäten für den Vollzug identifiziert. Der Vollzugsaufwand wird auf diesen Grundlagen grob abgeschätzt.

4. Wirtschaftlichkeitsbeurteilung und Szenarienanalysen mit dem Gebäudeparkmodell

Sowohl für die Szenariorechnungen mit dem Gebäudeparkmodell (Kap. 4.3) als auch für die Berechnung der aggregierten ökonomischen Auswirkungen (5) bildet die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Energiesysteme im Einzelfall eine entscheidende Grundlage. Eine entsprechende Analyse ist im Kap. 4.1 dargestellt. Die Ergebnisse dieser Wirtschaftlichkeitsanalysen bilden auch die Grundlage für die Abschätzung der quantitativen Relevanz der Ausnahmefälle (4.2), welche ihrerseits auch eine Eingangsgrösse in die Szenariorechnungen darstellen. Deren Ergebnisse sind im Kap. 4.3 für verschiedene Kenngrössen dargestellt, darunter die Entwicklung der Anzahl Heizanlagen pro Szenario. Durch die Differenzbildung zwischen den verschiedenen Verbotsszenarien mit dem Referenzszenario ergibt sich die Anzahl betroffener Fälle, siehe Kap. 4.4).

4.1. Wirtschaftlichkeit der Heizanlagen im Quervergleich

Sowohl für die Entwicklung des künftigen Heizanlagenbestandes als auch für die Beurteilung der wirtschaftlichen Belastung eines Verbots von fossilen Anlagen sind die aktuellen und erwarteten Kosten der jeweiligen Heizungssysteme von ausschlaggebender Bedeutung. In den folgenden Abschnitten werden die im GPM berücksichtigten Jahreskosten detailliert aufgeführt. Diese setzen sich zusammen aus den Investitionen (Kapitalkosten inkl. Abschreibungen), den Energiekosten für die verwendeten Energieträger sowie die Betriebs- und Unterhaltskosten. Hierbei wird unterschieden zwischen Heizsystemen für Neubauten und solchen, die im Bestand erneuert werden. Im letzteren Fall wird zwischen einer Instandsetzung mit gleichbleibendem Energieträger und einer energetischen Erneuerung, d.h. einem Energieträgerwechsel oder der Nutzung eines zusätzlichen Energieträgers, unterschieden. In ersterem Fall (Instandsetzung mit gleichbleibendem Energieträger), liegen die Kosten tiefer, weil weniger Planungs- und Anpassungsarbeiten anfallen als im zweiten Fall (Erneuerung inkl. Energieträgerwechsel): bei einem Wechsel auf erneuerbare Energien wird mit zusätzlichen Kosten für Planung, Rückbau der bestehenden fossilen Anlage und für bauliche und gebäudetechnische Anpassungsarbeiten gerechnet.

Die relative Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Heizsysteme hängt zudem von der Grösse (Leistung) der Anlagen ab, weshalb im Modell auf den energetischen Gebäudeerneuerungszustand Bezug genommen und nachfolgend zwischen den verschiedenen Gebäudetypen wie Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern und Dienstleistungsbauten differenziert wird. Für ein bestehendes Einfamilienhaus mit einer typischen EBF von 180 m² werden in Abbildung 7 die Jahreskosten der wichtigsten Heizsysteme in Abhängigkeit des Erneuerungsjahrs aufge-

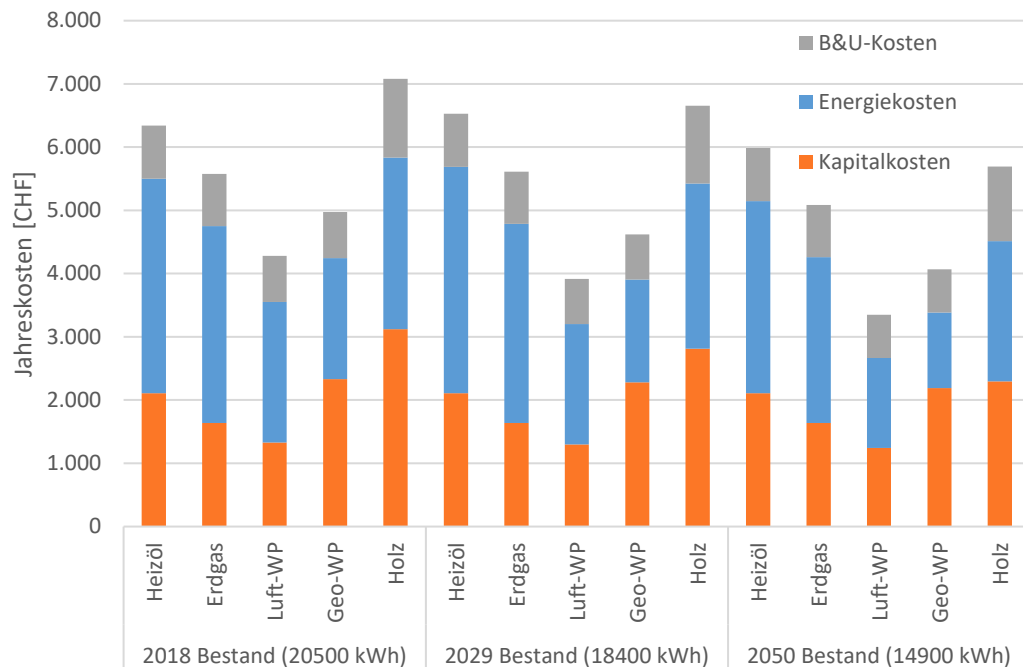
führt¹⁵. Dabei zeigt sich, dass bereits 2018 Wärmepumpensysteme im Mittel die kostengünstigste Variante darstellen (auch ohne finanzielle Förderung), da insbesondere die Energiekosten wesentlich geringer sind als bei fossilen Systemen. Im gezeigten Beispiel liegen die Energiekosten im Jahr 2018 zwischen ca. CHF 1900.– (Strom für Wärmepumpen) und ca. CHF 3300.– (Kosten Heizöl). Diese Differenz vermag auch im Fall der WP mit Geothermienutzung durch Erdsonden die leicht höheren Kapitalkosten zu kompensieren.

Zu begründen ist dieses Ergebnis im EFH-Bereich namentlich durch sogenannte Skaleneffekte in Abhängigkeit der Leistung. Dabei variieren die einzelnen Kostenkomponenten (wie z.B. für Anschlusskosten, Sondenbohrungen, etc.) in Abhängigkeit der Grösse der beheizten Fläche unterschiedlich. Im unteren Leistungsbereich von neuen und effizienten EFH haben Wärmepumpen besonders hohe relative Vorteile. Mit steigender Leistung steigen dann insbesondere die Investitionskosten von Erdsonden-WP relativ gesehen stärker an als die Kosten von fossilen Heizanlagen. Im oberen Leistungsbereich können als Alternativen z.B. Luft- oder Wasser-WP oder Lösungen mit thermischen Verbunden zur Anwendung kommen. Dies betrifft namentlich urbane Räume mit hoher Wärmenachfragedichte oder die Nutzung von konzentriert vorliegenden Wärmequellen (z.B. Kehrlichtverbrennungsanlagen, Rechenzentren, Industriebetriebe, Abwasserreinigungsanlagen, Seen, Flüsse, siehe z.B. Jakob et al. 2012).

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit für die Periode nach der möglichen Einführung des subsidiären Verbots wurde insbesondere für die neueren (nicht-fossilen) Anlagentypen eine Kostendegression unterstellt (siehe Abbildung 7). Diese ist mit Skalen- und Lerneffekten zu begründen und bei Holzanlagen sowie bei WP jedoch relativ moderat (minus 0.2% pro Jahr), um diesbezüglich annahmenseitig konservativ zu bleiben. Eine deutlichere Verschiebung ergibt sich durch die bis 2050 weiter zunehmende Steigerung des Anteils an energetisch erneuerten Gebäuden, welche die Investitions- und Energiekosten sichtbar reduzieren, was die relative Wirtschaftlichkeit v.a. der WP weiter verbessert, weil sich dadurch auch deren Nutzungsgrade erhöhen (siehe BFE-Studie Jakob et al. 2016 zu den Gebäudetechnikpotenzialen, Anhang A.2).

¹⁵ Kombi-Systeme wie Heizöl mit Solarwärme oder ähnliche, sind in dieser Abbildung der besseren Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt, werden aber im Modell als Heiztechnologien berücksichtigt.

Abbildung 7: Kostenstruktur für die Erneuerung von Heizsystemen in bestehenden Einfamilienhäusern

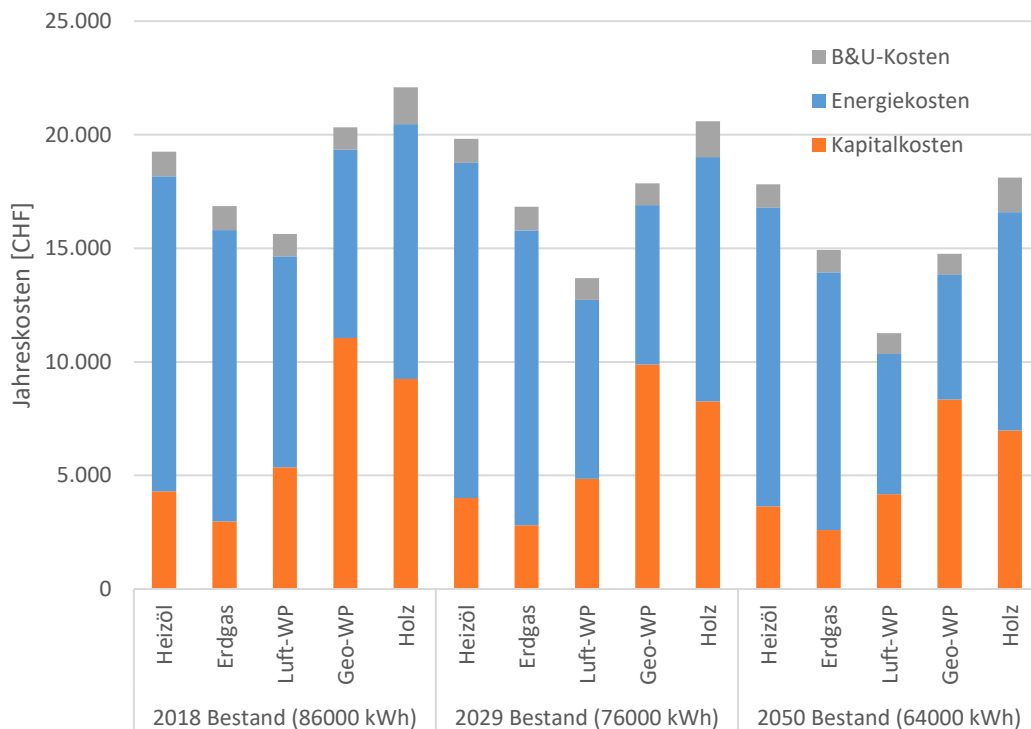


Kostenstruktur (Kapitalkosten, Energiekosten und Betriebs- und Unterhaltskosten) für die Erneuerung von Heizsystemen in bestehenden Einfamilienhäusern (180 m² EBF, Energiepreise gemäss Referenzszenario, mittlerer jährlicher Nutzenergiebedarf der Bestandsgebäude).

Grafik und Berechnungen TEP Energy

Für Einfamilienhäuser liegen die Jahreskosten bei Neubauten (siehe Anhang Abbildung 23) um rund 35% (Erdgasheizungen) bis über 40% (Heizölsysteme und Wärmepumpen) tiefer als bei Erneuerungen im Bestand. Die Jahreskosten im Bestand liegen vor allem aufgrund der geringeren Effizienz der Gebäudehülle und den damit verbundenen höheren Energiekosten höher als bei Neubauten (im dargestellten Fallbeispiel wird für 2018 nicht von einer Totalsanierung ausgegangen). Ein grösserer Leistungsbedarf und höhere Planungs- und Anpassungskosten für die Heizsysteme sind weitere Gründe für die höheren Jahreskosten im Bestandsfall.

Abbildung 8: Kostenstruktur für Erneuerungen von Heizsystemen in Mehrfamilienhäusern



Kostenstruktur (Kapitalkosten, Energiekosten und Betriebs- und Unterhaltskosten) für Erneuerungen von Heizsystemen in Mehrfamilienhäusern (1000 m² EBF, Energiepreise gemäss Referenzszenario, mittlerer jährlicher Nutzenergiebedarf der Bestandsgebäude).

Grafik und Berechnungen TEP Energy

Bei den MFH ändert sich das Verhältnis zwischen den Energiekosten im Vergleich zu den Kapitalkosten und der Anteil der Energiekosten überwiegt, wie die exemplarische Darstellung für ein MFH mit 1000 m² EBF in Abbildung 8 zeigt. Für die Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit sind die energetischen Betriebskosten, d.h. die Jahresnutzungsgrade (JNG) und v.a. die Annahmen zu den relativen Energiepreisen, entsprechend von noch grösserer Bedeutung. Folgende Fazits können für die zwei Extremfälle Neubau und unsanierter Bestand festgehalten werden:

- Bei Neubauten, weisen die beiden WP-Typen im Vergleich zu den fossilen Systemen bereits 2018 eine deutlich bessere Wirtschaftlichkeit im Sinn von tiefen Jahreskosten auf (weniger als 4000 CHF/Jahr im Vergleich zu gegen 6000 CHF/Jahr (siehe Anhang Abbildung 24).
- Bei einem bestehenden MFH mit eher tiefem WP-Jahresnutzungsgrad und tiefen Energiepreisen schneiden WP im Vergleich zu fossilen Systemen aus einer Lebenszykluskostenbetrachtung etwas weniger gut ab. Dies trifft v.a. auf Geothermie-Erdsonden-WP zu. Bei einem

Preisniveau wie im Referenzszenario unterstellt, ist die Luft-WP im Vergleich zu den fossilen Systemen bei solchen bestehenden MFH noch konkurrenzfähig, die Geothermie-Sonden-WP hingegen nicht (siehe Abbildung 8).

Anzumerken ist zudem, dass bei den Geothermie-WP keine Zusatzkosten für die Regenerierung des Erdreichs (z.B. durch passive Gebäudekühlung, Solarkollektoren oder Abwärme) angenommen wurden. Solche Kosten könnten insbesondere dann anfallen, wenn im Bereich MFH und DL-Gebäude nicht nur vereinzelt, sondern flächendeckend Erdsonden-WP eingesetzt würden (siehe Wagner et al. 2014). Auch bei den Luft-WP könnten sich im Vergleich zum generischen Fall gewisse Mehrkosten ergeben, z.B. für den Schallschutz von aussen liegenden Wärmetauschern oder für den Bau von Luftkanälen.¹⁶ Auch wenn solche Mehrkosten die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu den fossilen Anlagen verschlechtern würden, ergäbe sich kein komplett neues Bild, da bei den MFH die Energie- die Kapitalkosten mehrheitlich dominieren.

Im Anhang 1.A.3 sind weitere Kostenvergleiche dargestellt (namentlich für Neubauten) und im Kap. 5.2 werden die wirtschaftlichen Auswirkungen separat für die MFH-Eigentümer- und Mieterschaften von Wohnbauten ausgewiesen.

4.2. Ausnahmefälle

Bezugnehmend auf die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalysen (Kap.4.1) und die Ausführungen zur Ausgestaltung des subsidiären Verbots (Kap. 2.3) wird auf der Grundlage von Gebäude- und Strukturdaten die quantitative Relevanz der Ausnahmefälle grob abgeschätzt (siehe Tabelle 6: Schätzung der Ausnahmeregelungen für Heizöl und Erdgas-Systeme). Es ist davon auszugehen, dass Ausnahmeregelungen vor allem in folgenden Fällen relevant sind:

- Städtische Kernzonen, Zonen mit Ortsbildschutz in Grundwasserschutzzonen und ohne Verfügbarkeit von leitungsgebundenen Energieträgern:
 - Erdsonden sind nicht erlaubt,
 - Die Installation von Luft-Wärmepumpen ist mit höheren Kosten verbunden oder aus Platzgründen (Blockrandbebauung, Altstadtssituation) oder aus ästhetischen Gründen nicht möglich (betrifft namentlich Luftkanäle und die Aufstellung von Aussenwärmetauscher),
 - Holzheizungen sind mit hohen Kosten verbunden.

Wenn Biogas auch bei einem Verbot für fossile Heizungen eine zulässige Möglichkeit darstellt, Heizenergie zu erzeugen (was unterstellt wurde), betrifft die beschriebene Situation v.a. kleine

¹⁶ Im urbanen Raum könnten Herausforderungen, die sich bei der Einzelgebäudebetrachtung ergeben, durch thermische Verbunde gelöst werden (siehe z.B. Jakob et al. 2014). Entsprechende Lösungen konnten im Rahmen dieser Studie nicht in die Wirtschaftlichkeitsvergleiche einbezogen werden.

und mittlere Gemeinden ohne Gasversorgung und ohne Fernwärmeversorgung in diesen Zonen. Innerhalb dieser Gemeinden bestehen diese Zonen in der Regel aus Gebäuden der Bauperiode vor 1920, und teilweise Gebäuden der Bauperiode bis 1947.

Im Mittel wird der Anteil an Ausnahmefällen auf etwa 10 % geschätzt. In den Stadtkantonen mit einer guten Verfügbarkeit der leitungsgebundenen Energieträger Gas und Fernwärme und guten Voraussetzungen für die Erstellung von Nahwärmeverbunden ist der max. Anteil für Heizöl tiefer (ca. halb so gross, siehe Tabelle 6: Schätzung der Ausnahmeregelungen für Heizöl und Erdgas-Systeme). In touristischen Kantonen (gemäss Definition in Tabelle 5) wird der Anteil Ausnahmefälle wesentlich höher geschätzt (etwa doppelt so hoch, d.h. 20 %), dies v.a. wegen der Gebiete ohne Gasnetz.

Tabelle 6: Schätzung der Ausnahmeregelungen für Heizöl und Erdgas-Systeme bei Erneuerungen bzw. Neubauten

	Stadtkantone und finanzstarke Kantone	Touristische Kantone	Ländliche Kantone	Restliche Kantone
Ausnahmeregelung Öl	5%	20%	15%	10%
Ausnahmeregelung Erdgas	10%	10%	10%	10%

Tabelle TEP Energy. Quelle: TEP Energy.

Es zeigt sich, dass auf die Ausnahmeregelung im Fall von gut wärmegeämmten Bestandsgebäuden (im Modell) eher nicht zurückgegriffen wird. Dies ist u.a. durch den Umstand zu begründen, dass in solchen Gebäuden die Voraussetzungen für Wärmepumpen grundsätzlich gut sind (geringe Vorlauftemperaturen) und solche Lösungen in diesem Fall aus wirtschaftlichen Gründen vorteilhaft sind. Ausnahmen sind auch bei gut gedämmten Gebäuden eher mit den Kriterien der Verfügbarkeit der Wärmequellen oder den Kosten des Einbaus von Anlagen mit erneuerbaren Energiequellen zu begründen.

4.3. Szenarioentwicklungen zu Energiebezugsflächen, Anzahl Heizsystemen, Endenergie und CO₂-Emissionen

Um die Auswirkungen des subsidiären Verbots, welche methodisch aus der Differenz verschiedener Szenarien berechnet werden, möglichst transparent und nachvollziehbar darzustellen, werden in diesem Kap. 4.3 die Ergebnisse der GPM-Berechnungen für eine Auswahl von wichtigen Indikatoren für die Szenarien im Einzelnen wiedergegeben:

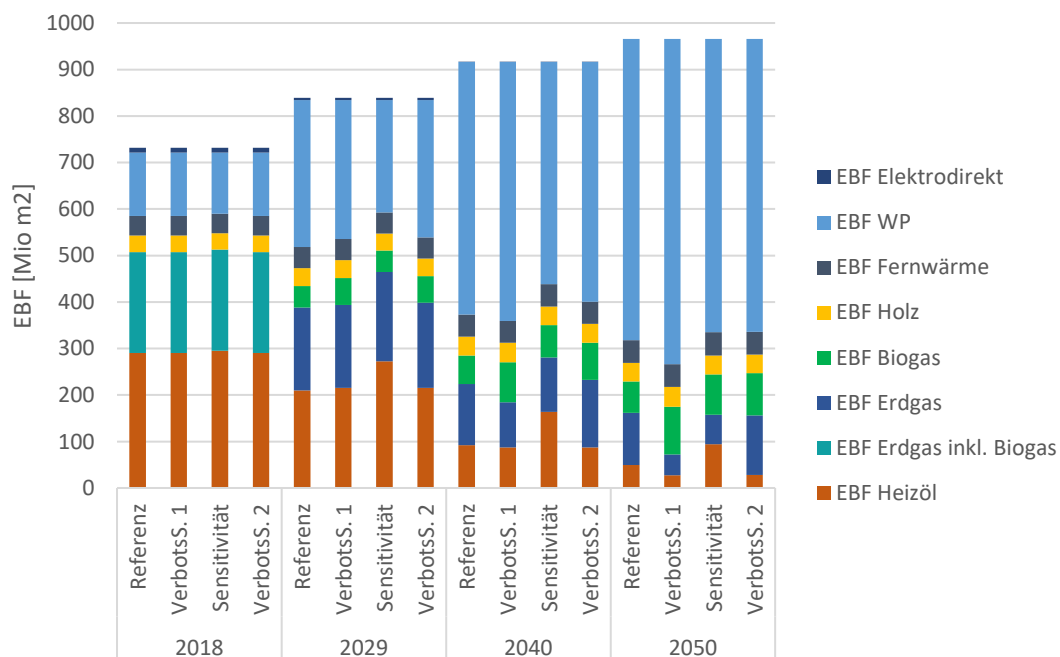
- Energiebezugsflächen: Zeigt die Relevanz eines wichtigen Wachstumstreibers auf und ermöglicht die Unterscheidung zwischen Neubau und Bestand.

- Anzahl Heizsysteme: Dieser Indikator ist zentral aufgrund der gegebenen Fragestellung. Die Gesamtanzahl wird, im Gegensatz zur energie- und emissionsseitigen Bedeutung, durch die Einfamilienhäuser dominiert.
- Endenergie und CO₂-Emissionen: ermöglicht den Vergleich zwischen der energiewirtschaftlichen und der emissionsseitigen Bedeutung.

4.3.1. Szenarioentwicklungen Energiebezugsflächen

Basierend auf der erwarteten Bevölkerungs- und Erwerbsquotenentwicklung (BFS 2015) wird im Modell von einer wesentlichen Zunahme der beheizten Flächen ausgegangen (siehe Abbildung 9). Aufgrund der Zunahme der EBF um mehr als ein Drittel steigt die Gesamtzahl der Heizanlagen entsprechend an.

Abbildung 9: Entwicklung der EBF (ohne Industriegebäude) bis 2050. Die Gesamtfläche entwickelt sich Szenario-unabhängig



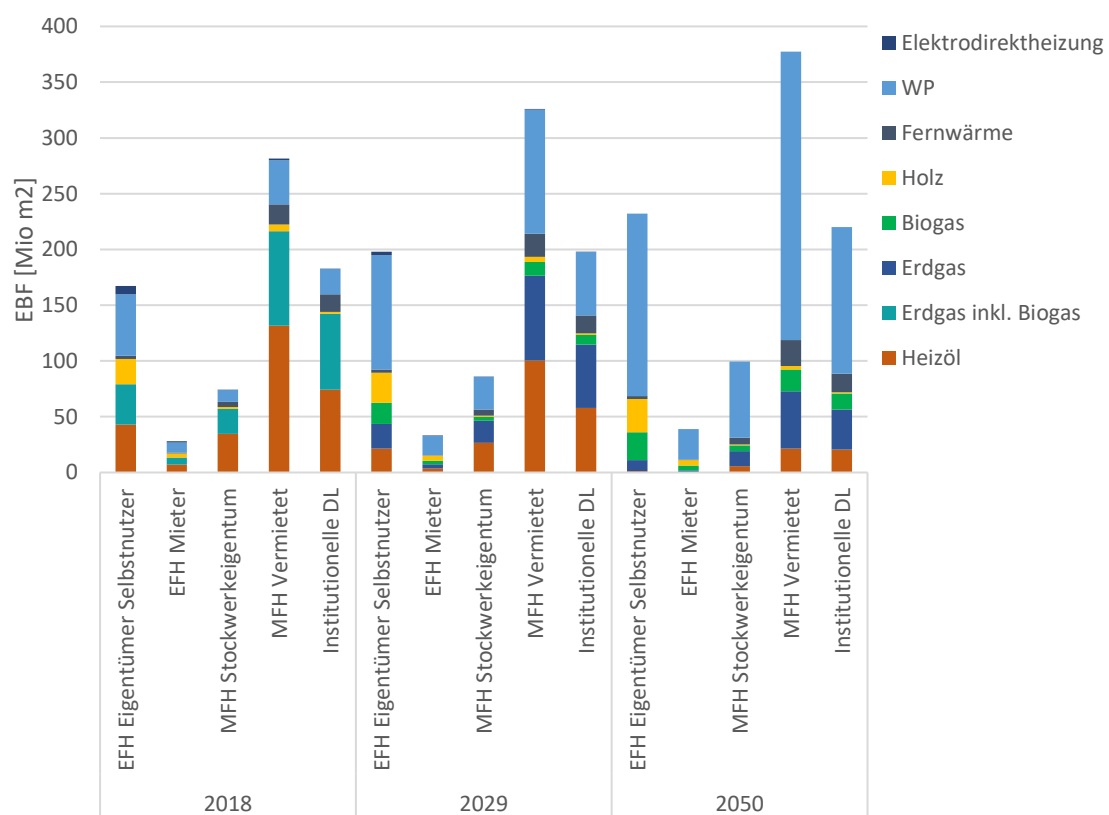
Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Dabei wurden die Wachstumsraten für die verschiedenen Gebäudetypen als veränderlich im Zeitverlauf hinterlegt. Annahmen hierfür sind unterschiedliche Trends, welche das Wachstum der EFH-, MFH- und DL-Flächen beeinflussen: Im Wohnbereich steigt die Fläche pro Kopf bis 2050 noch etwas an, während dem sie im DL-Sektor in den meisten Branchen pro Beschäftigten konstant bleibt oder gar sinkt (z.B. durch intensivere Nutzungen). Innerhalb des Wohnsektors

nimmt die spezifische Fläche pro Wohneinheit bzw. pro Person bei den EFH etwas stärker zu als bei MFH-Wohnungen (aus ökonomischen und aus strukturellen Gründen). In den Szenarien nimmt die EBF annahmengenässig bis 2050 bei EFH um ca. 38% zu, während die EBF für MFH um 34% wächst und die Dienstleistungsflächen nur um ca. 20% zunehmen (siehe Abbildung 10). Aus Abbildung 10 ist auch ersichtlich wie sich das Verhältnis der EBF nach eingesetzten Technologien je Nutzungstyp über den Zeitverlauf ändert. Während im Jahr 2018 im MFH-Bereich (vermietet) WP einen Anteil von ca. 17% der EBF beheizen, steigt dieser Anteil bis 2050 auf knapp 70%. Die Zunahme der mit WP beheizten Flächen im EFH-Bereich geht in 2018 von einem höheren Anteil (rund 30%) aus.

Darüber hinaus wurden die relativen Anteile der Eigentumsstruktur für einen bestimmten Gebäudetyp im Rahmen dieses Projekts als konstant angenommen, da keine Aussagen zu einer zukünftigen Entwicklung vorliegen (z.B. Anteil Mieter am Bestand der MFH-EBF).

Abbildung 10: EBF der verschiedenen Gebäude- und Nutzungstypen disaggregiert nach Art der Heizanlage im Referenzszenario



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

4.3.2. Szenarioentwicklungen Heizsysteme

Eine der wesentlichen Grundfragen der Analyse betrifft die Entwicklung der Heizanlagen über die Betrachtungsperiode. Die Anzahl der Heizanlagen ist in Abbildung 11 für den gesamten Gebäudepark Schweiz und in Abbildung 12 für die MFH dargestellt.

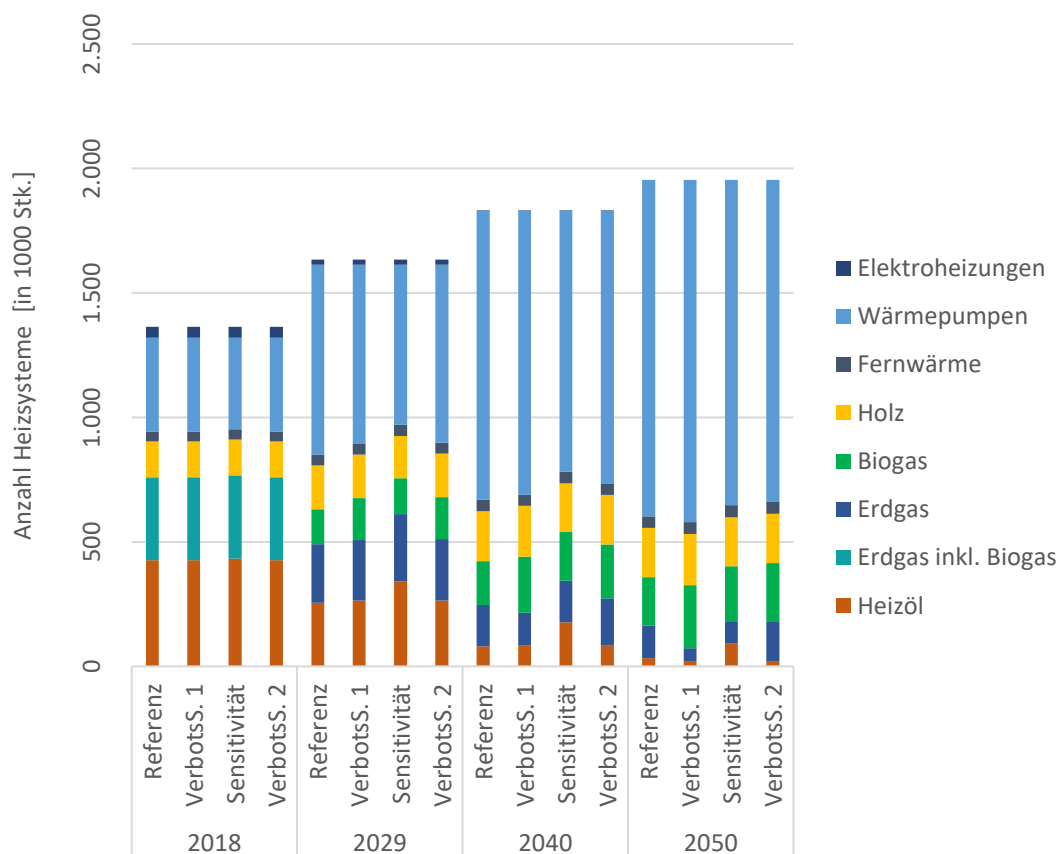
Für alle Szenarien gilt, dass aufgrund der berücksichtigten Änderung der Einführung der MuKEn 2014 ab 2020 und aus Wirtschaftlichkeitsgründen (inkl. Förderungs- und CO₂-Abgabeeffekte) gemäss den durchgeführten Modellrechnungen bereits bis 2029 die Marktanteile und die Wachstumsraten von erneuerbaren Heizsystemen stark ansteigen. Dies führt namentlich zu einem starken Ausbau von Wärmepumpen (im Referenzszenario beispielsweise ist die Anzahl WP im Jahr 2050 mehr als 3.5mal grösser als 2018), und auch Biogas und Holz verzeichnen sichtbare Zunahmen. Dies ist sowohl auf MUKEN 2104 (Teil F „Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugerersatz“) als auch auf die Wirkung der CO₂-Abgabe zurück zu führen, namentlich beim Biogas, dessen Wirtschaftlichkeit sich bei einer hohen CO₂-Abgabe gegenüber Öl und Gas markant verbessert. Bei den fossilen Anlagen ergibt sich als Folge davon ein starker Rückgang. Festzuhalten ist, dass die Unterschiede auf der Zeitachse (z.B. zwischen 2018 und 2050) wesentlich grösser sind als zwischen den verschiedenen Szenarien in einem bestimmten Jahr (z.B. 2050). Grund: der Unterschied bei den Rahmenbedingungen zwischen heute und die nächsten Jahrzehnte ist wesentlich grösser als der Unterschied zwischen den Szenarien.

In Bezug auf die Unterschiede zwischen den Szenarien können folgende Ergebnisse festgehalten und begründet werden:

- Im Verbotsszenario 1 (vollständiges Verbot) nehmen die fossilen Energieträger bis 2029 etwas weniger stark ab als im Referenzszenario (um minus 190'000 Anlagen anstatt um minus 200'000 Anlagen), danach aufgrund des Verbots etwas stärker. Durch das Verbot kommt, im Vergleich zum Referenzszenario, vor allem dem Biogas eine höhere Bedeutung zu, welche im Verbotsszenario als MuKEn F Lösung erlaubt ist und im Referenzszenario nicht. Die übrigen Heizsysteme, v.a. WP, haben im Verbotsszenario 1 am Ende der Betrachtungsperiode eine vergleichbare Bedeutung von 1.4 Mio. Anlagen (nur WP) wie im Referenzszenario.
- Im Sensitivitätsfall (tiefere Preise für Fossile) hat Heizöl im Jahr 2029 und als Folge davon bis 2050 eine höhere Bedeutung als im Referenzszenario, dies aufgrund einer relativ besseren Wirtschaftlichkeit von Ölanlagen bei tiefen Energiepreisen und weil in gut zwanzig Jahren nicht alle Anlagen komplett ersetzt werden. Als Folge davon nimmt die Anzahl WP im Szenarienvergleich am wenigsten zu, sie haben jedoch auch im Sensitivitätsfall die höchste zahlenmässige Bedeutung (1.3 Mio. Anlagen 2050).
- Im Verbotsszenario 2 (Erdgas vom Verbot ausgenommen) ist die Anzahl Erdgasheizungen leicht höher als im Referenzszenario (plus 30'000 Anlagen in 2050), weil Erdgas im Verbotsszenario 2 definitionsgemäss erlaubt bleibt. Im Referenzszenario sind vor allem Wirt-

schaftlichkeitsgründe und MuKEn 2014 (insbesondere der Teil F „Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugersersatz“) für die Entwicklung verantwortlich. Im Verbotsszenario 2 spielt für die Ölheizungen nebst der Wirtschaftlichkeit auch das subsidiäre Verbot eine gewisse Rolle (ähnlich wie im Verbotsszenario 1) und Heizöl hat einen leicht geringeren Anteil wie in der Referenz (2050 minus 10'000 Anlagen). Die Gründe für den starken Rückgang im Vergleich zu heute sind dieselben wie im Referenzszenario (Wirtschaftlichkeit, MuKEn). Zudem ist im Verbotsszenario 2 auch eine Verschiebung in Richtung Biogas festzustellen (welches in den Verbotsszenarien auch für die Erfüllung der Anforderung der MuKEn 2014, Teil F „Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugersersatz“) zugelassen ist.

Abbildung 11: Anzahl der im gesamten Gebäudebestand installierten Heizsysteme für die 4 Szenarien



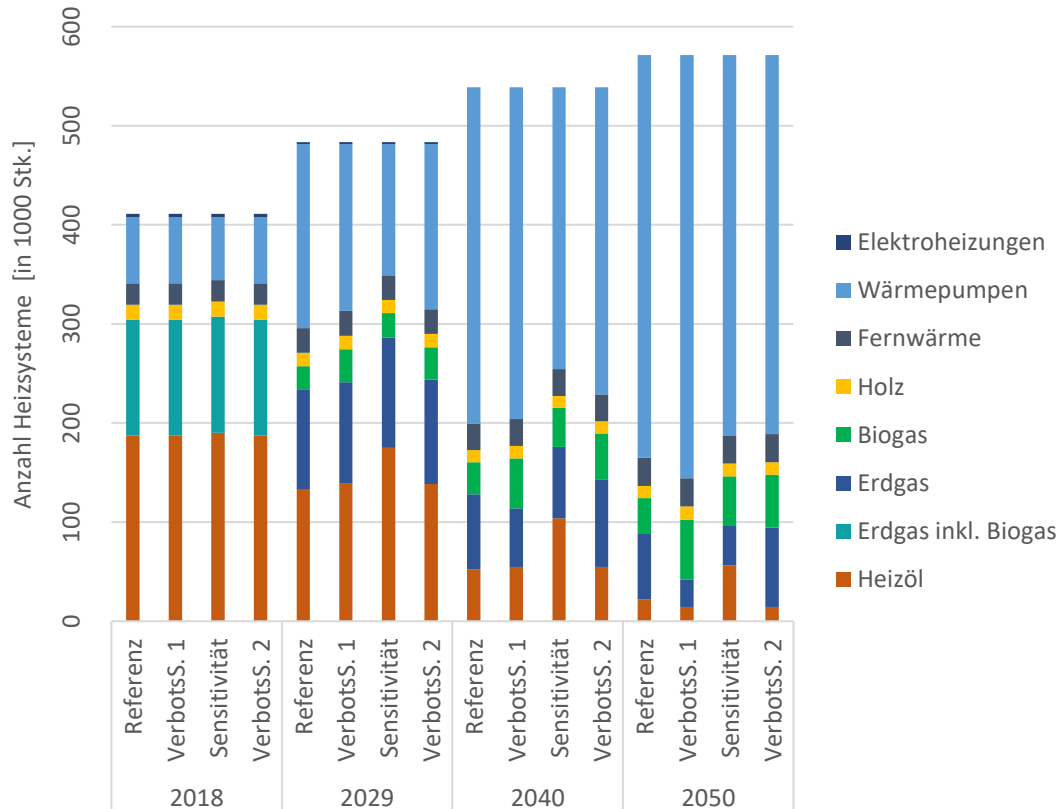
Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Je nach Gebäudekategorie haben die verschiedenen Energieträger eine unterschiedliche Bedeutung. Bei den Mehrfamilienhäusern und im Dienstleistungsbereich (MFH und DL) haben im Jahr 2018 fossile Energieträger in allen Szenarien eine grössere relative Bedeutung als bei Einfamilienhäusern (Abbildung 12 für MFH und Abbildung 22 in Annex 1.A.3 für EFH). Bei MFH

werden 2018 ca. 46% der Gebäude mit Heizöl geheizt, während es im schweizerischen Mittel ca. 31% sind (dies weil bei den EFH die nicht-fossilen Systeme eine höhere Bedeutung haben. Nach den Modellergebnissen liegt der gesamte fossile Anteil (Heizöl und Erdgas) heute bzw. im Jahr 2018 bei ca. 70% bei MFH und DL und bei ca. 40% bei EFH. Zu begründen ist dies mit der historischen Ausstattung des Gebäudebestands und der Neubauten der jüngeren Vergangenheit durch einen hohen Anteil an nicht-fossilen Heizungen im EFH-Bereich, dies namentlich mit der relativen Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Heizsysteme, welche sich mit sinkender Wärmeleistung verschiebt (siehe Abschnitt 0).

Auch 2029, dem Jahr der möglichen Einführung des subsidiären Verbots von fossilen Heizanlagen, sind deren Anteile bei MFH und Dienstleistungsgebäuden dadurch deutlich höher als bei EFH und entsprechend sind in diesem Bereich auch mehr Gebäude betroffen. Je nach Szenario variieren die fossilen Anteile (Heizöl + Erdgas) zwischen 48% (Referenzszenario) bis zu 59% (Sensitivität). Dies bedeutet, dass bei den MFH potenziell ein grösserer relativer Anteil vom Verbot betroffen ist.

Abbildung 12: Anzahl installierter Heizsysteme in Mehrfamilienhäusern für die 4 Szenarien

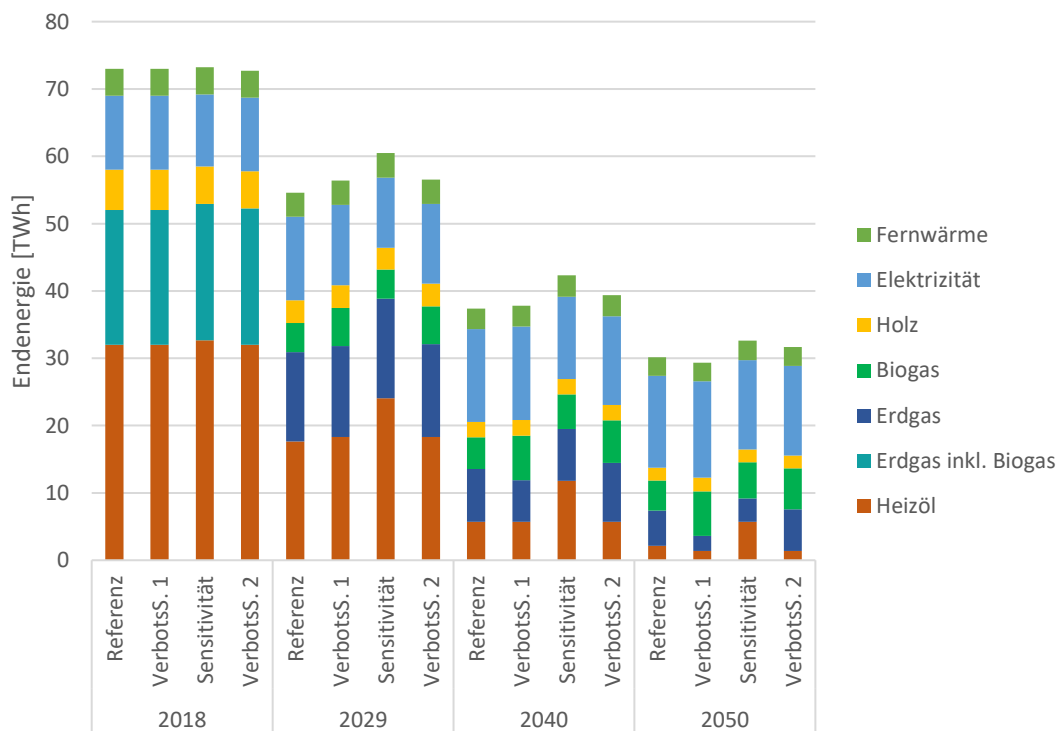


Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

4.3.3. Szenarioentwicklungen Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen

Basierend auf den dargestellten Entwicklungen für die EBF und die Anzahl der Heizsysteme wird der Endenergieverbrauch errechnet (siehe Abbildung 13, ohne Berücksichtigung der Umweltwärme). Hier zeigt sich im Verlauf der betrachteten Zeitperioden die Einflüsse der energetischen Erneuerungsmassnahmen und der energieeffizienten Neubauten sowie durch die Nutzung von Umweltwärme, welche zu einem starken Rückgang der kommerziellen Endenergienachfrage führen (-58% in 2050 gegenüber 2018 im Referenzszenario). Hervorzuheben ist hierbei der Beitrag der durch Wärmepumpen genutzten Umweltwärme: Wird die Endenergie inkl. Umweltwärme betrachtet, ergibt sich eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 28 % im Referenzszenario für das Jahr 2050 (siehe Anhang Abbildung 26).

Abbildung 13: Endenergieverbrauch in den 4 Szenarien aller Gebäudetypen (ohne Umweltwärme)



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

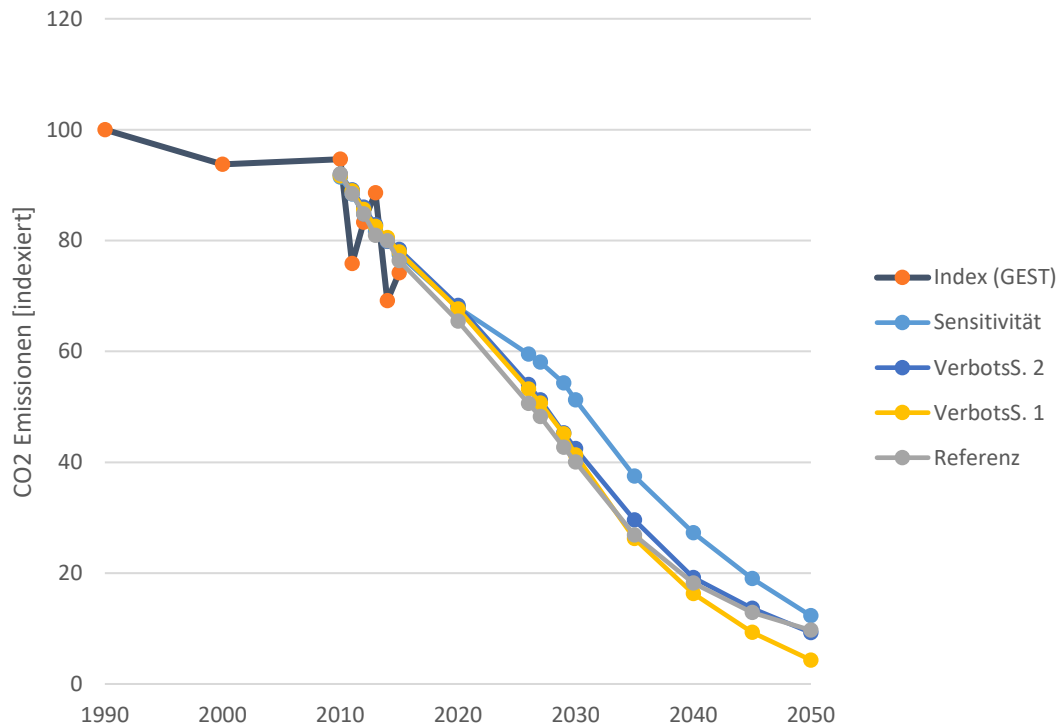
In der Darstellung ist aber auch der Einfluss des subsidiären Verbots erkennbar, das nach 2029 zu einer stärkeren Reduktion der fossilen Endenergienachfrage führt. Liegt der fossile Endenergieverbrauch im Jahr 2029 (gesamt 32 TWh) im Verbotsszenario 1 (vollständiges Verbot) noch um ca. 3% höher als im Referenzszenario zum gleichen Zeitpunkt, sinkt diese Endenergienach-

frage im Jahr 2050 im Verbotsszenario 1 auf Grund des subsidiären Verbotes auf ca. 4 TWh und damit rund 50% unter die fossile Nachfrage im Referenzszenario.

In der Sensitivitätsanalyse mit tiefen Energiepreisen liegt die fossile Endenergienachfrage im Jahr 2029 (gesamt 39 TWh) ca. 26% höher und im Jahr 2050 ca. 24% höher als im Referenzszenario (mit hohen Energiepreisen). Grund dafür ist unter anderem, dass wegen der besseren Wirtschaftlichkeit bei hohen Energiepreisen gebäudehüllenseitige Effizienzmassnahmen häufiger und auf der Zeitachse früher umgesetzt werden und damit eine höhere Effizienzwirkung erzielt werden kann, als bei tiefen Energiepreisen.

Entsprechend der Entwicklung der eingesetzten Heizsysteme und dem entsprechenden Endenergieverbrauch pro Energieträger entwickeln sich die CO₂-Emissionen bei allen Szenarien bis 2050 stark rückläufig (siehe Abbildung 14). Im Verbotsszenario 1 (vollständiges Verbot) unterschreiten die Emissionen ab ca. 2035 den Emissionspfad des Referenzszenarios als Folge des subsidiären Verbotes, welches ab 2029 im Vergleich zum Referenzszenario zu einem rascheren Ersatz der fossilen Anlagen führt (fossile Energie darf nur noch in Ausnahmefällen genutzt werden). Im Verbotsszenario 2, in dem die Nutzung Erdgas zu Heizzwecken noch erlaubt bleibt, sinken die Emissionen erst am Ende der Zeitachse bis 2050 auf das Niveau des Referenzpfades. In der Sensitivität liegen die Emissionen entsprechend der höheren fossilen Endenergienachfrage bei rund 85% und damit über dem Zielwert.

Abbildung 14: Indexierte CO2 Emissionen der Szenarien im modellierten Zeithorizont



Die historischen CO2-Emissionen basieren auf dem Endenergieverbrauch gemäss Gesamtenergiestatistik (GEST) und sind als Index (GEST) dargestellt. Die Werte ab 2018 basieren auf den Berechnungen mit dem Gebäudeparkmodell.

Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Bei der Beurteilung der Unterschiede zwischen den Szenarien ist zwischen den Perioden vor bzw. nach der Einführung des Verbots zu unterscheiden:

- In der Periode zwischen 2018 bis 2029 sind die etwas höher liegenden Emissionspfade der Verbotsszenarien 1 und 2 und in der Sensitivität zurückzuführen auf die angenommene geringere Umsetzungsintensität der gesetzlichen Rahmenbedingungen (MuKEN) und die angenommene geringere (Zahlungs-)Bereitschaft der Gebäudeeigentümer, Effizienzmassnahmen umzusetzen und erneuerbare Energien einzusetzen. Bei der Sensitivätsbetrachtung liegen die Emissionen bis 2029 höher als im Referenzszenario, da die tiefen Energiepreise zu weniger Effizienzmassnahmen und einer weniger starken Verbreitung der erneuerbaren Energien führen.
- Die gesamte Endenergie (einschliesslich Umweltwärme) nimmt im Referenzszenario bis 2029 um rund 11% auf 73 TWh ab und liegt damit bis zu 3%-Punkte tiefer als in den Verbotsszenarien, da in diesen Szenarien geringere Sanierungsmassnahmen umgesetzt werden.

Nach 2029 und durch die Umsetzung des subsidiären Verbotes werden die CO₂-Emissionen im Verbotsszenario 1 im Vergleich zum Referenzszenario etwas rascher und vor allem gegen Ende der Betrachtungsperiode weitergehend reduziert. Bei der Sensitivität mit tieferen Energiepreisen werden die Emissionen nach der Einführung des Verbots in etwa parallel zum Referenzszenario reduziert, bis 2050 um ca. 88% gegenüber 1990. Dies bedeutet, dass das ursprüngliche in der VNL 2016 formulierte Ziel von -90% auch mit dem subsidiären Verbot knapp verfehlt wird, dies wegen der tieferen Energiepreise für fossile Energien und des damit verbundenen höheren Emissionsniveaus zwischen 2026 und 2029 (siehe Abbildung 14).

- Das Ziel einer Emissionsreduktion um mindestens 80% gemäss KdK und EnDK wird hingegen in allen Szenario-Analysen erreicht.
- Bei tiefen Energiepreisen und keinem subsidiären Verbot würde der Zielwert jedoch deutlich verfehlt (vgl. auch Anhang Abbildung 28). Auch bei ungünstiger preislicher Entwicklung ist die Zielerreichung möglich, es braucht aber weitergehende Massnahmen als die bisherigen, wie ein Verbot fossiler Heizungen.
- Bis 2050 sinkt die gesamte Endenergienachfrage (einschliesslich Umweltwärme) im Referenzszenario um rund 27% und liegt damit bei rund 60 TWh. Die gesamte Endenergienachfrage in den Verbotsszenarien liegt insgesamt rund 1-3% höher in 2050 als im Referenzszenario, wiederum aufgrund der geringeren Umsetzung von energetischen Sanierungsmassnahmen.

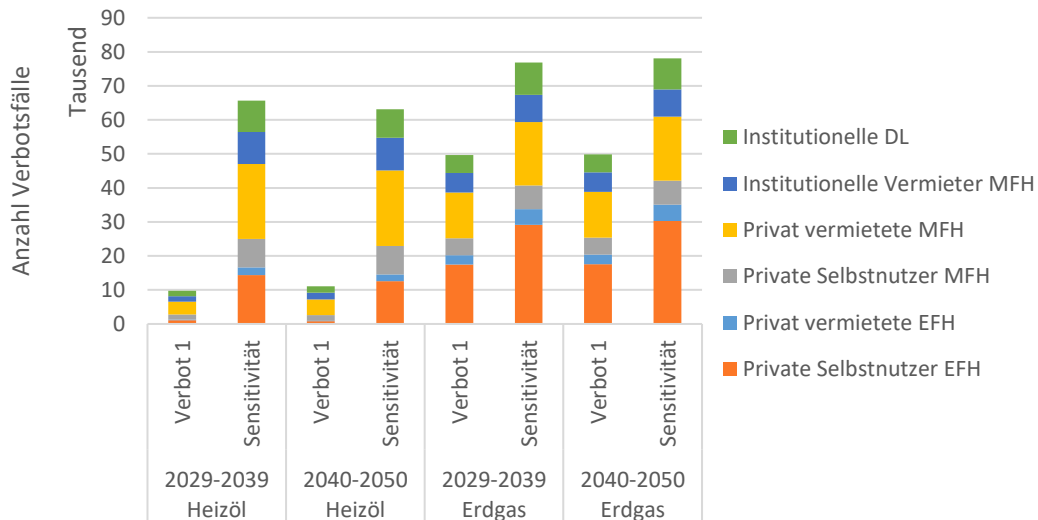
4.4. Szenarioentwicklungen der Verbotsfälle

Anzahl der Verbotsfälle

Im Jahr 2029 sind alle zu diesem Zeitpunkt installierten Heizanlagen sowie alle Bauherren von Neubauten potenziell vom Verbot betroffen. Das Verbot greift de facto nicht sofort bei dessen Einführung, sondern erst bei vollständigen Erneuerungen (und bei Neubauten ab dem Einführungszeitpunkt). Die Anzahl der effektiv vom Verbot betroffenen Fälle, die aufgrund des Verbots die Wahl ihres Energieträgers tatsächlich anpassen müssten, ergibt sich in der Folge aus der Differenz der Anzahl installierter Heizsysteme zwischen dem tatsächlichen Verlauf des Verbotsszenarios und dem hypothetischen Verlauf der Verbotsszenarien (siehe Abbildung 3). Die Anzahl der vom subsidiären Verbot effektiv betroffenen Fälle ist für die Heizsysteme «Öl» und «Gas» in Abbildung 15 aufgeführt¹⁷:

¹⁷ Bei DL wird nicht zwischen Mietern und Vermietern unterschieden, da keine gesicherte statistische Datenbasis für das Ausgangsjahr vorhanden ist.

Abbildung 15: Anzahl Verbotsfälle in den Zeitperioden 2029 bis 2039 und 2040 bis 2050, aufgeteilt nach Energieträgern und Gebäudetyp



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Bei den Verbotsfällen überwiegen bei den betroffenen Anlagen die Bestandsanlagen, welche ca. 88-90% (in der ersten bzw. zweiten Zeitperiode) der Verbotsfälle betreffen. Die verbleibenden ca. 10-12% der Verbotsfälle betreffen die Neubauten (siehe Abbildung 27 im Anhang). Ausgehend von der Anzahl Verbotsfälle kann auch auf die Anzahl der betroffenen Mieter geschlossen werden. Ausgehend von einer mittleren MFH-Grösse mit 6 Wohnungen je rund 2 Mietern pro Wohnung wären im Verbotsszenario 1 (vollständiges Verbot) rund 660'000 Mieter betroffen. Der Anteil der betroffenen EFH-Mieter liegt bei ca. 13'000 Mietern und damit wesentlich tiefer.

Es können folgende Feststellungen abgeleitet werden:

- Im Verbotsszenario 1 werden zwischen 2029 und 2050 insgesamt rund 120'000 Verbotsfälle ausgewiesen, wobei diese mehrheitlich Erdgas-Systeme betreffen, insgesamt ca. 4.8-mal mehr als Heizöl-Systeme. Aufgrund der verhältnismässig schlechteren Wirtschaftlichkeit von Heizölanlagen gegenüber Erdgasheizungen sinkt die Anzahl Heizölsysteme bis 2050 bereits im Referenzszenario auf 8% des Bestandes von 2018.
- Beim Verbotsszenario 2 sind insgesamt nur rund 21'000 Heizölsysteme betroffen (wie im Verbotsszenario 1), da Erdgassysteme in diesem Szenario nicht verboten sind. Auf Grund der geringen Unterschiede zwischen den Szenarien (Referenz- und Verbotsszenario 2) ergibt sich diese geringe Anzahl Verbotsfälle. Basierend auf der Modellsystematik stösst man hier je-

doch an die Grenzen der Berechnungsmethodik, daher werden für das Verbotsszenario 2 die Fallzahlen nicht weiter nach Sub-Kategorien analysiert.

- In der Sensitivitätsanalyse (tiefere Energiepreise) ist die gesamte Anzahl der betroffenen Heizsysteme um den Faktor 2.5 höher als im Verbotsszenario 1. Insgesamt sind im Verbotszeitraum 2029 bis 2050 rund 280'000 Anlagen von insgesamt rund 2 Mio. Heizanlagen in der Schweiz vom Verbot betroffen. Da bis 2029 im Vergleich zum Referenzszenario vermehrt in fossile Heizsysteme investiert wird,¹⁸ sind nach Einführung des subsidiären Verbotes mehr Heizsysteme betroffen und müssten entsprechend auf erneuerbare Systeme umgestellt werden. Dabei sind in der Sensitivitätsanalyse insgesamt etwa gleich viele Heizöl- wie Erdgassysteme betroffen, je nach Periode jedoch unterschiedlich viele (siehe Abbildung 15). Zu begründen ist dies mit der Wirtschaftlichkeit der fossilen Heizsysteme, dem jeweiligen Anlagenbestand in den unterschiedlichen Gebäudetypen (grösserer Anteil Heizölanlagen im MFH-Bereich als Erdgassysteme mit abnehmender Tendenz aufgrund der schlechteren Wirtschaftlichkeit von Heizölsystemen) und der Altersverteilung der bestehenden Heizsysteme zum jeweiligen Zeitpunkt.

Unterschiede bei Gebäudetypen

Im Vergleich zu den übrigen Gebäudetypen sind die MFH und ihre Eigentümer und Nutzer im Verhältnis zur jeweiligen EBF überproportional vom subsidiären Verbot betroffen. Während MFH ca. 42% der EBF umfassen, sind je nach Szenario und Heizsystem zwischen 43% und 75% der Verbotsfälle im Bereich der MFH zu erwarten. Diese weisen wie in Abbildung 12 dargestellt, in 2018 und 2029 einen überproportionalen Anteil an fossilen Heizsystemen aus und sind entsprechend bei einem Ersatz nach Ende der Lebenszeit dieser Anlagen vom Verbot betroffen.

¹⁸ Basierend auf den tieferen Preisen der fossilen Energieträger, der damit verbundenen reduzierten Effizienzmassnahmen und dem geringeren Energieträgerwechsel

5. Ökonomische Auswirkungen

Basis für die ökonomischen Auswirkungsanalysen bilden die unterschiedlichen Investitionspfade und der sich unterscheidende Endenergieverbrauch (nach Energieträger) im Szenarienvergleich. Die verwendeten Daten stammen aus den Szenarienanalysen mit dem GPM. Es werden drei Zeitperioden unterschieden, die je 11 Jahre umfassen. 2018-2028 bildet die Periode vor der allfälligen Einführung des Verbots ab. Danach werden zwei weitere Perioden unterschieden, 2029-2039 und 2040-2050, welche die Zeit nach der Verbotseinführung abbilden. Unterschiede innerhalb der ersten Periode sind folglich nicht auf das Verbot, sondern auf die Annahmen zu den Rahmenbedingungen der Szenarien zurückzuführen (Unterschiede im Referenzszenario zu den Verbotsszenarien 1 (vollständiges Verbot) und 2 (Gasheizungen vom Verbot ausgenommen) und der Sensitivität mit tieferen Energiepreisen, vgl. Kapitel 3.1). Die Berechnungen basieren auf den Summen der einzelnen Jahre innerhalb einer Periode.

Nachfolgend werden zunächst die direkten Auswirkungen des subsidiären Verbots fossiler Heizungen für verschiedene Gruppen dargestellt. Dazu werden wiederum die Verbotsszenarien (und die Sensitivität) mit dem Referenzszenario verglichen. Kapitel 5.1 bis 5.3 beschreiben die Be- bzw. Entlastungen durch die sich verändernden Investitionen in Heizsysteme für Branchen und Unternehmen, Mieter und Eigentümer sowie verschiedene Regionen. Auf der Stufe der Analyse von direkter Betroffenheit sind insbesondere die ausgelösten Investitionen in Heizungssysteme relevant.¹⁹ Die Unterschiede zwischen den Szenarien sind relativ gering, daher wird keine Nettobetrachtung der Auswirkungen auf die verschiedenen Gruppen gemacht, sondern auf die Belastung durch die Bruttokosten fokussiert. Zur Bestimmung der Effekte auf Energieunternehmen wird die veränderte Endenergienachfrage betrachtet.

Abschliessend werden in Kapitel 5.4 die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen beschrieben. Bei der Analyse der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen vergleichen wir die Nettoeffekte der Verbotsszenarien im Vergleich zum Referenzszenario. Dazu werden nebst den szenarienbezogenen Investitionen in Heizungssysteme und den Energiekosten, auch die entsprechenden Investitionen in die Wärmedämmung berücksichtigt.

¹⁹ Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der -kosten sind nicht nur von Heizungsinstallationen abhängig, sondern werden auch durch Wärmedämmungsinvestitionen beeinflusst. Die Entscheidung, mehr oder weniger in Wärmedämmung zu investieren, ist nicht direkt mit der Betroffenheit durch das Verbot in Verbindung zu bringen. Diese Entscheidung hängt mehr mit den insgesamt unterstellten Rahmenbedingungen der Szenarien zusammen.

5.1. Branchen und Unternehmen

Branchen und Unternehmen als Gebäudenutzer

Die Analyse der mit dem GPM erzielten Resultate zeigt, dass sich die annualisierten Bruttokosten für Heizungsinstallationen für Unternehmen als Gebäudenutzer je nach Szenario unterschiedlich entwickeln (vgl. Annex A.7, Tabelle 24 bis Tabelle 33). In den meisten Fällen liegen die Unterschiede dieser Kosten gegenüber dem Referenzszenario pro Branche bei rund 1% oder weniger. Lediglich im Bereich der öffentlichen Hand steigen die annualisierten Bruttokosten für Heizungsinstallationen in beiden Verbotsszenarien und der Sensitivität auf mehrere Prozent gegenüber dem Referenzszenario an. In den Verbotsszenarien wird von den Unternehmen (DL) etwas weniger in Heizungssysteme investiert als im Referenzszenario. In der Sensitivitätsbetrachtung ist dies jedoch umgekehrt (vgl. Annex A.5, Tabelle 19 und Tabelle 20). Es zeigt sich, dass keine relevanten Belastungen für einzelne Branchen als Gebäudenutzer durch die Verbotseinführung zu erwarten sind. Gemessen an der jeweiligen Branchen-Bruttowertschöpfung machen die Differenzen in den annualisierten Bruttokosten für Heizungsinstallationen einen Anteil von lediglich 0.001% bis 0.007% aus (vgl. Tabelle 7). Es scheint demnach keine Branche mit einem spezifischen, strukturellen Risiko zu geben, welche durch das Verbot einer signifikant höheren Kostenbelastung ausgesetzt wäre. Im Einzelfall sind in ungünstigen Situationen stärkere Belastungen denkbar, wobei diese Fälle durch die Ausnahmeregelungen abgedeckt werden können.

Tabelle 7 zeigt, als Durchschnittsbetrachtung, die Anteile der Kosten an der Bruttowertschöpfung der betrachteten Branchen beispielhaft für den Vergleich des Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario. Die Grössenordnung und die Verteilung auf die Branchen sind im Verbotsszenario 2 und in der Sensitivitätsbetrachtung praktisch identisch, wie im Verbotsszenario 1 und werden hier deshalb nicht separat ausgewiesen.

Tabelle 7: Anteil der annualisierten Bruttokosten für Heizsysteminvestitionen (Durchschnittswerte pro Periode) an der Branchen-Bruttowertschöpfung

Änderung im Verbotsszenario 1 ggü. Referenzszenario, relativ zur BWS der Branchen

	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	0.000%	0.001%	0.002%
Gastgewerbe	0.000%	0.000%	0.001%
Finanzen & Versicherungen	0.000%	0.000%	0.000%
Öffentliche Verwaltung	0.000%	0.001%	0.002%
Bildung & Schulen	0.000%	0.003%	0.007%
Gesundheit & Soziales	0.000%	0.000%	0.001%
Andere Dienstleistungen	-0.002%	0.003%	0.005%

Erwartete Entwicklung der Bruttowertschöpfung (BWS +1% pro Jahr) für den betrachteten Zeithorizont berücksichtigt (vgl. Tabelle 22 und Tabelle 23, Annex A.7).

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy, Berechnungen INFRAS (Details in Annex A.7).

Für Dienstleistungs- und Nicht-Wohngebäude (DL) zeigt sich im Verbotsszenario 1 ein anderer Effekt des Verbots, als bei Wohngebäuden (vgl. Tabelle 19, Annex A.5). Die Heizsysteminvestitionen in Dienstleistungsgebäuden fallen in der zweiten Periode um 3% und in der dritten Periode um 1% höher aus als im Referenzszenario (ggü. rund -0.5% bei Wohngebäuden). Generell wird auch hier verstärkt in Wärmepumpen und in Biogas investiert. Wärmepumpen haben in grösseren Bauten – durch die etwa gleichbleibenden spezifischen Kosten für Erdsonden weniger Skalierungseffekte, als z.B. bei grösser dimensionierten Heizkesseln – höhere Kosten zur Folge als z.B. in Einfamilienhäusern. Je nach Erneuerungsaufwand und den spezifischen Rahmenbedingungen können unterschiedliche Kostenanteile auf Mieter überwältzt werden (vgl. Fussnote 14, Seite 32). Da die Unternehmen als Mieter von den Energieeinsparungen profitieren, stellt dies generell keine relevante Belastung für Unternehmen dar. Insbesondere bei Wärmepumpen wird die finanzielle Belastung im Betrieb durch die Heizsystemeffizienz kleiner. Umgekehrt müssen Unternehmen jedoch die höheren Energiekosten tragen, wenn weniger in Wärmedämmung und in weniger effiziente Heizsysteme investiert wird.

Branchen und Unternehmen als Heizsystemanbieter

Die Resultate zu den ökonomischen Auswirkungen auf die Branchen des Heizsystemmarktes basieren auf den Berechnungen mit dem INFRAS-Schätzmodell (vgl. Annex A.4). Der massgebliche Effekt wird durch die sich in den Szenarien unterscheidenden Investitionen in Heizsysteme hervorgerufen. Betroffen sind dabei insbesondere die Bau-, Beratungs-/Planungs- sowie die Maschinen- und Heizungs-Branchen. Es werden die Mittelabflüsse ins Ausland durch den Kauf von importierten Produkten und Dienstleistungen (sowie enthaltene Vorleistungsimporte) berücksichtigt.

Die Entwicklung der gesamten Bruttoinvestitionen in Heizungssysteme nach Technologie ist in Tabelle 19 und Tabelle 20 in Annex A.5 aufgeführt. In beiden Verbotsszenarien und auch in der Sensitivätsbetrachtung wird vor der Verbotseinführung generell weniger in Heizungstechnologien investiert. Die gesamten Investitionsflüsse in Heizungssysteme entwickeln sich in den beiden Verbotsszenarien ähnlich wie im Referenzszenario, wobei sich die technologiespezifischen Investitionspfade unterscheiden. Die Sensitivätsbetrachtung zeigt eine umgekehrte Entwicklung. Den betroffenen Branchen fliessen, je nach Szenario, rund 20 bis 40 Millionen CHF pro Jahr mehr oder weniger zu, als im Referenzszenario (vgl. Tabelle 8). Nach Einführung des Verbots nähern sich die Heizsysteminvestitionen im Verbotsszenario 1 dem Niveau im Referenzszenario an. Im Sensitivitätsszenario wird aufgrund der höheren Anzahl Verbotsfälle²⁰ so-

20 Die höhere Anzahl Verbotsfälle führt zu mehr Systemwechsel, anstelle von einer Erneuerung des bestehenden Systems.

wie der veränderten relativen Wirtschaftlichkeit²¹ mehr in Heizungssysteme investiert, als im Referenzszenario. Ab 2040 wird in diesem Fall auch mehr in grössere Wärmepumpensysteme investiert.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Auswirkungen für Branchen als Anbieter von Heizungssystemen

Differenzen der jährlichen Heizungsinvestitionen ggü. dem Referenzszenario [Mio. CHF/a]

Szenario	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Verbotsszenario 1: Hohe Energiepreise	-50	-	-
Sensitivität: Tiefe Energiepreise	-20	20	70
Verbotsszenario 2: Nur Ölheizungsverbot	-50	-20	-

Aufgeführt sind die durchschnittlichen Mehr- oder Minderinvestitionen in Heizungssysteme pro Jahr, zwischen den Szenarien gegenüber dem Referenzszenario.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Die Abweichungen der gesamten Investitionen in Heizungssysteme nach der Verbotseinführung bewegen sich je nach Szenario in einem Rahmen von maximal -0.5% bis +2% gegenüber dem Referenzszenario. In Bezug auf den gesamten heimischen Wärmeanlagenmarkt mit einem jährlichen Umsatz²² von 2 bis 3 Milliarden CHF ist dieser Effekt vernachlässigbar. Die Unterschiede der Investitionen in Heizsysteme zwischen den Szenarien liegen umgerechnet bei unter einem Promille der Branchen-Bruttowertschöpfung (vgl. Annex A.7, Tabelle 33).

Die Investitionsunterschiede sind in dieser Grössenordnung wenig massgebend für die Wirkungen auf Branchen oder Unternehmen generell. Viel mehr zum Tragen kommen daher die Effekte, die durch die Technologiewahl entstehen. Direkt durch das Verbot betroffen sind Öl- und Gasheizungen, wobei Gasheizungen mit Biogas erlaubt bleiben (Verbotsszenario 1 und Sensitivität) oder auch generell erlaubt bleiben (Verbotsszenario 2). Für einzelne Unternehmen, vor allem, wenn sie auf einzelne Technologien spezialisiert sind, können somit grössere Effekte entstehen. So entstehen beispielsweise im Verbotsszenario 1 positive Effekte für Wärmepumpenspezialisten und negative Effekte für Ölheizungsspezialisten gegenüber dem Referenzszenario. Die Entwicklung der Heizsysteminvestitionen nach Technologie in der Sensitivitätsbetrachtung (Annex A.5, Tabelle 20) zeigt, dass die Verschiebungen von Investitionsströmen in andere Technologien insbesondere von den Energiepreisen (inkl. CO₂-Abgabe) dominiert werden. Die Wirtschaftlichkeit weist in der Praxis eine gewisse Streubreite auf und das Verbot wirkt demnach v.a. auf Fälle, bei denen die Wirtschaftlichkeit im konkreten Fall nicht

²¹ Relative Wirtschaftlichkeit von Heizungssysteminvestitionen im Vergleich zu Wärmedämmungsinvestitionen wird besser, wegen tieferen Energiepreisen im Sensitivitätsszenario. Insbesondere wird deshalb mehr in Heizöl investiert, als im Referenzszenario.

²² Jährlicher Umsatz durch Heizungssysteminvestitionen in der Schweiz gemäss GPM.

gegeben ist und auf Eigentümer, welche trotz gegebener Wirtschaftlichkeit (aus der Jahrekos-tenoptik) nicht zu einem Umstieg weg von den fossilen Energieträgern bereit sind.

Energieunternehmen

Die Veränderungen der Energieträgernachfrage durch Heizsystemwechsel beeinflussen massgeblich, welche Branchen und Energieunternehmen mehr oder weniger von den unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Szenarien und der Sensitivitätsbetrachtung profitieren. Die veränderte Entwicklung der Endenergienachfrage nach Energieträger und Szenario ist in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Veränderung der Endenergienachfrage im Szenarienvergleich gegenüber dem Referenzszenario

Energie- träger	Verbotsszenario 1			Sensitivität			Verbotsszenario 2		
	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040-2050
Total	2%	3%	-1%	5%	12%	12%	2%	4%	5%
Heizöl	2%	3%	-10%	12%	56%	138%	2%	3%	-10%
Erdgas	2%	-6%	-37%	5%	7%	-14%	2%	7%	15%
Holz	0%	2%	5%	0%	-2%	0%	0%	0%	0%
Fernwärme	1%	1%	1%	1%	3%	4%	1%	1%	1%
Elektrizität	-2%	-2%	3%	-8%	-14%	-8%	-2%	-4%	-3%
Biogas	18%	35%	44%	-1%	4%	15%	18%	31%	35%

Differenzen aus dem Szenarienvergleich zwischen Verbots- und Referenzszenario, relativ zum Referenzszenario (aus den Summen der Differenzen über eine Periode berechnet) sowie die relative Abweichung in der Sensitivitätsbetrachtung zum Referenzszenario. Positive Werte bedeuten eine erhöhte Endenergienachfrage im betreffenden Szenario gegenüber dem Referenzszenario. Negative Werte beschreiben demzufolge, dass z.B. im Verbotsszenario 1, in der Periode zwischen 2040 und 2050, 37% weniger Energie in Form von Erdgas, als im Referenzszenario, nachgefragt wird.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Die Energieversorgungsunternehmen in der Schweiz sind gemäss BFS (2016a) für ca. 1.3% der Bruttowertschöpfung bzw. gut 8 Mia. CHF (Zahlen für 2014) verantwortlich. Im Gegensatz zum Wärmeanlagenmarkt sind die Effekte für Energieunternehmen stärker spürbar. Tabelle 10 zeigt die veränderte Bruttowertschöpfung im Szenarienvergleich, relativ zur Branchen-Bruttowertschöpfung. Je nach Szenario fliessen die Einnahmen für den Energieabsatz in andere Energiebranchen (wegen Investitionen in andere Technologien). Tabelle 9 zeigt die teilweise spürbaren Änderungen der Bruttowertschöpfung der Erdgas-, Brennstoff/Heizöl- oder Biogas-Branchen von bis zu mehreren Prozenten.

Tabelle 10: Veränderung der Bruttowertschöpfung relevanter Energiebranchen gegenüber dem Referenzszenario

	Verbotsszenario 1			Sensitivität			Verbotsszenario 2		
Branchen	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050
Energieunternehmen									
Elektrizität und Gas	-0.4%	-0.4%	0.4%	-2.0%	-4.2%	-2.6%	-0.4%	-0.7%	-0.4%
Brennstoffe (Heizöl)	0.2%	0.2%	-0.2%	1.0%	2.1%	1.8%	0.2%	0.2%	-0.2%
Energieholz und Biogas	1.0%	2.5%	3.3%	0.0%	0.1%	0.9%	1.0%	2.1%	2.4%

Auszug der abgebildeten Branchen im INFRAS Modell zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen. Die Berechnungen berücksichtigen die importbereinigten Geldflüsse aus Energiekosten zu den verschiedenen Branchen, basierend auf Jahresmitteln der Differenzen zwischen den Energiekosten im Szenarienvergleich, d.h. jeweils Differenz ggü. dem Referenzszenario. Die Änderungen der Bruttowertschöpfung pro Branche und Periode (Mittelwerte pro Periode) wurde gegenüber der Bruttowertschöpfung der Branchen aus dem Jahr 2014 bewertet, gemäss BFS (2016a). Es wurden keine Kosten diskontiert.

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS Modellberechnungen.

Nachfolgend sind erwartete Gewinner und Verlierer im Vergleich zum Referenzszenario genannt:

- Im Verbotsszenario 1 profitieren Unternehmen, die mit Biogas handeln, am stärksten (gegenüber dem Referenzszenario). Dabei ist zu beachten, dass dies auch mit den im Verbotsszenario 1 günstigeren Rahmenbedingungen für Biogas (vgl. Kapitel 3.1) zu begründen ist. In der dritten Periode erzielen Erdgas- und Heizölunternehmen klar geringere Umsätze, als im Referenzszenario. Der Effekt des Verbots wird durch die Nutzungsdauer der bestehenden Anlagen und durch die Investitionszyklen erst verzögert sichtbar.
- Weil in der Sensitivitätsbetrachtung im Vergleich zum Referenzszenario bis zum Zeitpunkt der Einführung des Verbots weniger von Öl auf andere Energieträger gewechselt wird, stehen Heizölhändler im Quervergleich besser da. Erdgas- und Elektrizitätsunternehmen erreichen deshalb im Vergleich zum Referenzszenario geringere Umsätze.
- In Verbotsszenario 2 stehen Biogas- und Erdgasunternehmer im Quervergleich zu Elektrizitäts- und Heizölunternehmen besser da, weil aufgrund der Ausnahmeregelung für Erdgas weniger Eigentümer auf Wärmepumpen und andere erneuerbare Energiequellen wie z.B. Holz umsteigen. In Bezug auf die Bruttowertschöpfung wirkt sich die erhöhte Erdgasnachfrage nicht sichtbar aus, da der Effekt durch den hohen Importanteil beim Erdgas geringer ausfällt. Die Nachfrageeinbusse bei Elektrizität in Kombination mit dem höheren Inlandproduktionsanteil dominiert daher den Effekt für die in Tabelle 10 zusammengefassten Branchen Elektrizität und Erdgas.

5.2. Auswirkungen auf Eigentümer- und Mieterschaften von Wohnbauten

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen auf Eigentümer und Mieter von Wohnbauten dargestellt und zwar auf zwei Ebenen, nämlich auf aggregierter Ebene und auf individueller Ebene.

Zunächst wird dazu die generelle Betroffenheit von Eigentümer- und Mieterschaften von Wohnbauten durch die veränderten Heizsysteminvestitionen, analog zur Analyse von Unternehmen als Gebäudenutzer, auf aggregierter Ebene beschrieben. In diesen Fall besteht der Vergleich in der Differenz Verbotsszenario minus Referenzszenario. Die Analyse auf aggregierter Ebene lässt jedoch keine Aussagen zur Nettobelastung auf der Stufe von einzelnen Haushalten und der Belastung von Mietern und Eigentümern zu, die im konkreten Fall vom Verbot betroffen sind (also diejenigen Eigentümer, die aufgrund eines Verbots von einem fossilen auf einen anderen Energieträger umstellen müssen). Eine solche Betrachtung erfolgt in einem zweiten Teil (Kosten der nicht-fossile Anlagen abzüglich der Kosten der fossilen Anlagen). Dafür werden die im Modell hinterlegte Handlungslogik und die finanziellen Aspekte im konkreten Fall eines Heizungersatzes berücksichtigt. Bei dieser fallspezifischen Betrachtung werden den Heizsysteminvestitionen auch die entsprechenden Veränderungen der Betriebskosten (insbesondere der Energiekosten) gegenübergestellt.

Resultate der Szenarienanalyse auf aggregierter Ebene

In den Verbotsszenarien sind die annualisierten Bruttokosten für Heizsysteminvestitionen niedriger für die verschiedenen Besitzer- und Nutzergruppen von Wohnbauten. Einzig in der Sensitivitätsbetrachtung fallen diese Kosten leicht höher aus, als im Referenzszenario (insbesondere in der dritten Periode). Insgesamt bleiben die Unterschiede der annualisierten Bruttokosten für Heizungsinvestitionen nach der Verbotseinführung zwischen den Szenarien gering (0.1% bis 0.4% bei EFH und 0.1% bis 3% bei MFH, siehe Tabelle 34 in Annex A.8 für die absoluten Werte). Wobei die Kostenunterschiede in den Verbotsszenarien für MFH-Stockwerkeigentümer und Mieter in Mehrfamilienhäusern mit 1% bis 3% am grössten sind. Es handelt sich dabei um Minderkosten für diese Akteure, da weniger in Heizungssysteme investiert wird.²³ Daraus resultieren jedoch höhere Energiekosten für die Bewohner (dies wird weiter unten, im Abschnitt zur Einzelfalldiskussion behandelt). Lediglich in der Sensitivitätsbetrachtung ist im Bereich der MFH mit 1-2% und bei EFH mit 0.3-0.4% höheren annualisierten Bruttokosten für Heizsysteminvestitionen als im Referenzszenario zu rechnen.

²³ Im Verbotsszenario ist Biogas, welches anlagenseitig keine Zusatzinvestitionen bedingt, als Standardlösung der MuKE n erlaubt, zusätzlich erfolgen die Investitionen im Verbotsszenario später und damit aufgrund des techno-ökonomischen Fortschritts kostengünstiger, v.a. bei den WP, siehe Kapitel 4.1.

Bis im Jahr 2050 sind im Verbotsszenario 1 rund 120'000 Verbotsfälle zu erwarten und die Mehrkosten im Vergleich zum Referenzszenario liegen auf Grund der höheren Investitionskosten für die Mieter in Mehrfamilienhäusern (total rund 50'000 Fälle) insgesamt bei rund 120 Mio. CHF. Dies unter der Annahme, dass die Mehrkosten auf Grund der Umstellung im Mittel bei 4'000 CHF pro Erneuerungsfall betragen und 60% der Mehrkosten überwält werden können. Für die EFH-Mieter liegen die analogen Mehrkosten im Bereich von insgesamt 14 Mio. CHF. Im Verbotsszenario 2 wird auf Grund der geringen Fallzahl der Verbote auf eine Ausweitung der Kostenteiler verzichtet. In der Sensitivätsbetrachtung liegen die Mehrkosten für Mieter unter der gleichen Mehrkostenannahme von 4000 CHF pro Erneuerungsfall in MFH insgesamt bei rund 280 Mio. CHF. Im Einfamilienhausbereich insgesamt bei rund 36 Mio. CHF. Diesen Mehrkosten aufgrund der Investition in erneuerbare Systeme werden aber in der Nettobetrachtung (siehe Einzelfälle unten) für den Mieter durch tiefere Energiekosten mehrheitlich kompensiert. In Relation zu den gesamten Heizsysteminvestitionen, in den zwei Perioden nach der Verbotseinführung, von rund 63 Mia CHF ist dieser Effekt auf aggregierter Ebene, mit einem Anteil von weniger als 0.5%, wenig relevant.

Diskussion von Einzelfällen

Aufgrund der im Kap. 4.1 dargestellten Wirtschaftlichkeitsanalysen kann festgehalten werden, dass EFH-Eigentümer, die vom Verbot von fossilen Heizanlagen betroffen wären, nur einer geringen kostenseitigen Belastung ausgesetzt wären. Dies sofern an ihrem Standort eine Wärmepumpenlösung gesetzlich erlaubt und technisch mit vertretbarem Aufwand machbar wäre. Davon kann in der Regel ausgegangen werden, namentlich auch im Fall von Neubauten, in dessen Fall die wirtschaftliche Belastung noch geringer ist als im Bestandsfall (siehe Abbildung 23 im Annex A.3).

Im Einfamilienhausbereich bewohnen rund 85% der Eigentümer (BFS 2016d) ihre Liegenschaft selbst. Sie tragen entsprechend die Kosten für energetische Erneuerungen und nicht-fossile Heizanlagen, profitieren jedoch auch selbst von geringeren Energiekosten. Dabei entsteht bei den EFH-Eignern nur eine geringe Belastung oder gar eine Entlastung von ein bis zwei Tausend Franken pro Jahr. Der Befund für eine geringe wirtschaftliche Belastung der EFH-Eigentümer und Bauherren gilt auch bei den Energiepreisannahmen der Sensitivität.

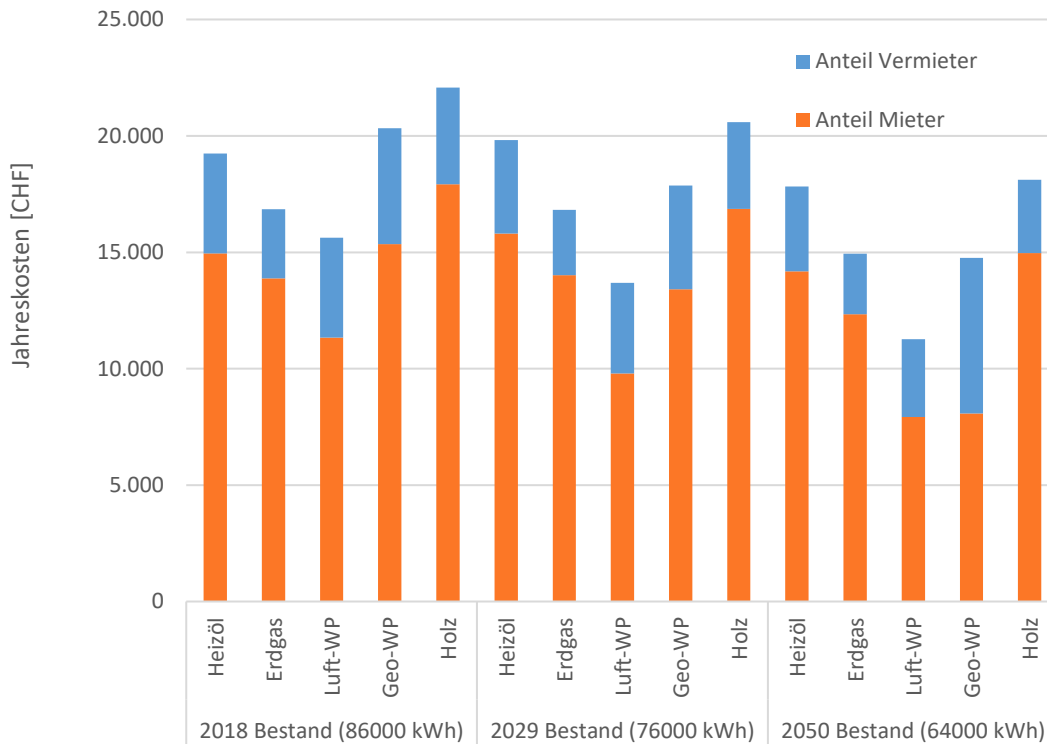
Bei vermieteten EFH und insbesondere im MFH-Bereich hängen die Belastungen stark von der Aufteilung der Investitionskosten auf Mieter und Vermieter ab. Dabei liegt bei Mehrfamilienhäusern der Eigentümeranteil mit rund 20% deutlich tiefer als bei den EFH. Die entsprechenden Investitionskosten werden durch die Eigentümer selbst getragen. Bei den verbleibenden rund 80% kann wiederum ein Teil der Investitionskosten an die Mieter überwält werden.

Aufgrund der im Mietrecht geltenden bzw. üblichen Überwälzungsregeln ist dies getrennt für Bestands- und Neubauten zu beurteilen.

- Aus Sicht der Vermieter von bestehenden MFH-Wohnungen sind je nach Verteilschlüssel der überwälzbaren Investitionen vom Vermieter auf den Mieter unterschiedliche Kostenanteile zu erwarten. Im dargestellten Fallbeispiel (siehe Abbildung 16) gehen wir davon aus, dass der Vermieter die Instandsetzungs- und Erneuerungskosten von fossilen Heizanlagen nicht auf die Mieter überwälzen kann, weil diese keinen Mehrwert darstellen. Bei den Systemen mit erneuerbaren Energieträgern entsteht jedoch ein Mehrwert, der grundsätzlich überwälzt werden kann²⁴. Als Mehrwert anerkannt werden typischerweise die Mehrkosten gegenüber den häufigsten Systemen, d.h. gegenüber fossilen Anlagen (Spühler 2008, econcept 2015). Weil dies im Einzelfall zu belegen ist (im Gegensatz zu generellen energetischen Sanierungen mit mehr oder weniger etablierten Überwälzungssätzen) und die verbleibenden Kosten beim Vermieter in ähnlicher Höhe liegen wie bei fossilen Systemen (ca. 4200 CHF bis 5300 CHF für Heizsysteme in MFH mit 1000 m² EBF), sind Eigentümer eher wenig motiviert, auf erneuerbare Energieträger zu wechseln. In Randregionen können die Kosten möglicherweise aufgrund der Marktsituation (geringe Nachfrage, geringes Mietzinsniveau) nicht genügend überwälzt werden.
- Die wirtschaftliche Belastung von MFH-Mietenden ist differenziert zu betrachten. Je nach Möglichkeit am betreffenden Standort können im Vergleich zu fossilen Anlagen entweder Minderkosten (z.B. wenn eine Luft-WP möglich ist) oder Mehrkosten entstehen (z.B. wenn keine Luft-WP möglich ist und keine Fernwärme verfügbar ist, siehe Abbildung 16). Diese Mehrkosten (z.B. Umstellung von Erdgas auf Geo-WP oder Holz gegenüber Heizöl) können derzeit zwischen ca. CHF 1000 und 3000 pro Jahr für ein MFH von 1000 m² EBF, d.h. jährlich ca. 200 bis 500 CHF/Wohnung bzw. CHF 15 bis gut 40 CHF pro Monat, was als moderat bezeichnet werden kann. Dabei wird berücksichtigt, dass die Mieter von den reduzierten Kosten für die Energieträger profitieren und damit ein Teil der Mehrbelastung durch die Kostenüberwälzung kompensiert werden kann. Zum Zeitpunkt der potenziellen Wirksamkeit des Verbots wird sich die Energieeffizienz der Gebäude weiter verbessern, so dass die Mehrkosten wegen geringerer zu installierender Leistungen noch leicht tiefer ausfallen werden bzw. keine Mehrkosten mehr zu erwarten sind.

²⁴ Im Gegensatz zum Steuerrecht, welches auch den ökologischen Mehrwert anerkennt (und den Abzug von entsprechenden Kosten zulässt), wird im Mietrecht v.a. auf den wirtschaftlichen Mehrwert abgestützt. Dieser ergibt sich, v.a. bei den WP und im Fall der unterstellten relativen Energiepreise, aufgrund tieferer laufender Energiekosten.

Abbildung 16: Verteilschlüssel der Jahreskosten auf Mieter und Vermieter am Beispiel einer Heizungserneuerung im MFH-Bestand (1000m² EBF)



Grundlage: Beim Ersatz von fossilen Systemen können keine Mehrkosten an die Mieter überwält werden, bei den übrigen Systemen ein Teil.

Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

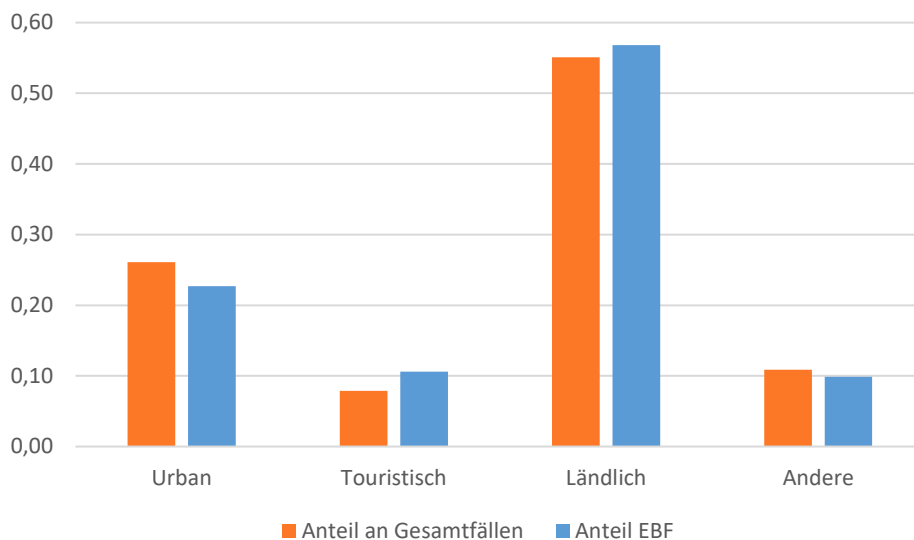
- Bei neuen MFH können die Mietpreise grundsätzlich frei festgelegt werden, d.h. es stellt sich keine Überwälzungsfrage (siehe Abbildung 25 im Anhang). Massgebend bei der Festlegung des Mietzinses sind die Kosten auf der einen Seite und die Zahlungsbereitschaft der Mietenden auf der anderen Seite. Weil bei MFH-Neubauten Lösungen mit WP i.d.R. kostengünstiger zu realisieren sind als fossile Lösungen, würde bei einem subsidiären Verbot keine wirtschaftliche Belastung für MFH-Bauherren entstehen.

5.3. Regionale Auswirkungen

In dieser Studie wurde auch untersucht, welche regionalen Unterschiede bezüglich der Anzahl der Verbote bzw. der wirtschaftlichen Auswirkungen festzustellen sind. Die Resultate zeigen, dass die Unterschiede zwischen den Regionen bzgl. der relativen Anzahl der betroffenen Systeme als gering erachtet werden können. Grundsätzlich wird erwartet, dass der Anteil an den gesamten Verbotsfällen in einer Region demjenigen der Energiebezugsfläche (EBF-Anteil) folgt.

Im Verbotsszenario 1 ist die Anzahl der betroffenen Fälle für die Regionentypen „Urban“ und „Andere“ proportional leicht höher (siehe Abbildung 17). Bei den beiden anderen untersuchten Regionentypen (Touristisch und Ländlich) liegt die Anzahl der betroffenen Fälle leicht tiefer, als aufgrund der EBF-Anteile erwartet werden kann. Dies hängt mit der höheren Einsatzdichte von Erdgas insbesondere im urbanen Raum zusammen, da diese im Verbotsszenario 1 stärker betroffen sind als Heizölanlagen.

Abbildung 17: Anteil der gesamten Verbotsfälle im Verbotsszenario 1 in den verschiedenen Regionentypen, im Vergleich zum jeweiligen totalen EBF-Anteil (Mittelwert des Bestands 2029-2050)



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Die regionsspezifischen Auswirkungen auf die annualisierten Investitionskosten in Heizsysteme auf aggregierter Ebene sind in Tabelle 11 dargestellt (Verbotsszenario 1 und Sensitivitätsbetrachtung gegenüber Referenzszenario).²⁵

²⁵ Die Anzahl der Verbotsfälle im Verbotsszenario 2 ist zu tief für eine verlässliche Auswertung der Daten bzgl. regionenspezifischen Differenzierungen.

Tabelle 11: Regionsspezifische Auswirkungen bezüglich der annualisierten Investitionskosten für Heizsysteme im Vergleich zum Referenzszenario.

Annualisierte Kosten	Verbotsszenario 1			Sensitivität		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Urban	-0.8%	-0.9%	-0.1%	-0.6%	-0.3%	1.0%
Touristisch	-0.5%	-0.6%	0.0%	-0.3%	-0.2%	1.0%
Ländlich	-0.5%	-0.7%	-0.3%	-0.2%	0.0%	0.7%
Andere Regionen	-0.7%	-0.9%	-0.5%	-0.3%	-0.4%	0.2%

Die Berechnungen beruhen auf den Differenzen der annualisierten Investitionskosten für Heizsysteme im Verbotsszenario und in der Sensitivitätsbetrachtung gegenüber dem Referenzszenario. Angegeben sind die relativen Änderungen gegenüber dem Referenzszenario.

Das Verbotsszenario 2 wird nicht dargestellt, da die Anzahl Fälle in dieser Analyse keine regionale Aufschlüsselung zulässt.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Das Verbot führt zu relativ geringen Änderungen der Kosten für Heizungssysteme im Vergleich zum Referenzszenario (annualisierte Investitionskosten). Die Unterschiede sind dabei strukturell bedingt (z.B. Sanierungsumfang, Ausnahmen und die Wirtschaftlichkeit der Ersatzlösungen), eine genauere Analyse der Unterschiede ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich.

5.4. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen

Die Resultate der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen basieren auf der Analyse mittels dem INFRAS-Schätzmodell (vgl. Kapitel 3.3.). Nachfolgend werden zunächst die Inputdaten für die Modellanalyse in Tabelle 12 aufgeführt und kurz diskutiert.

Inputdaten für die Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen

Tabelle 12 zeigt die Differenzen zwischen den Verbotsszenarien und dem Referenzszenario auf aggregierter Ebene. Abgebildet sind jeweils die Summen über die drei betrachteten 11-Jahres-Perioden, für die Resultate des Vergleichs von Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario sowie einer Sensitivitätsbetrachtung zu den Energiepreisen (Sensitivität - mit tiefen Energiepreisen²⁶) und dem Verbotsszenario 2 (nur Ölheizungsverbot). Negative Werte für Investitionen bedeuten, dass im Verbotsszenario weniger investiert wird, als im Referenzszenario. Daraus resultieren in der Regel höhere Energiekosten für die Energieverbraucher, da weniger in Wärmedämmung und in effizientere Heizsysteme investiert wird. Einen Jahresmittelwert wür-

²⁶ Zum Vergleich der Energiekosten wird die Endenergienachfrage des Referenzszenarios mit den tiefen Energiepreisen, die in der Sensitivitätsbetrachtung verwendet wurden, bewertet. Dadurch können die Energiekosten der Sensitivität mit denjenigen des Referenzszenarios verglichen werden. Ansonsten würden die Unterschiede durch die Energiepreisdifferenzen dominiert werden.

de man durch die Division der absoluten Periodenwerte durch 11 Jahre erhalten. Wenn Resultate als Durchschnittswerte oder Jahreszahlen angegeben werden, wird spezifisch darauf hingewiesen.

Insgesamt wird aus Tabelle 12 ersichtlich, dass die Unterschiede zwischen den Szenarien relativ gering sind. Die Differenzen in den gesamten Investitionen in verschiedene Heizungssysteme, in Wärmedämmung und der Energiekosten bewegen sich im tiefen einstelligen Prozentbereich der gesamten Investitionen bzw. Energiekosten der jeweiligen Betrachtungsperiode. Entsprechend sind auch die Unterschiede in den ökonomischen Auswirkungen der Szenarien relativ gering. Etwas detaillierter können die Zahlen unter Beizug von Tabelle 19 und Tabelle 20 in Annex A.5 interpretiert werden:

- Im Verbotsszenario 1 wird im Vergleich mit dem Referenzszenario in der Periode, vor dem Verbot, weniger in Wärmepumpen und Wärmedämmung, dafür mehr in Heizöl- und Erdgasheizungen investiert. Nach Inkrafttreten des Verbots werden die Investitionen in fossile Heizsysteme entsprechend reduziert und vor allem auf Biogasheizungen umgelagert. Es wird ausserdem stärker als im Referenzszenario in Wärmepumpen und in Holzheizungen investiert. Insgesamt bewegen sich die Heizungsinvestitionen in der zweiten und dritten Periode auf dem Niveau des Referenzszenarios, jedoch verteilen sich diese auf unterschiedliche Energieträger. Dasselbe gilt für Investitionen in Wärmedämmung, wobei diese leicht über dem Niveau des Referenzszenarios liegen. Insgesamt, über alle drei Perioden gesehen, wird im Verbotsszenario 1 weniger in Heizungssysteme und in Wärmedämmung investiert, als im Referenzszenario.
- Im Verbotsszenario 2 sieht es ganz ähnlich aus, während in der Sensitivität mehr in Heizungssysteme, dafür aber entsprechend weniger in Wärmedämmung investiert.

Diese Ergebnisse der GPM-Analysen werden im Folgenden als Input für die Analyse der ökonomischen Auswirkungen der gesamtwirtschaftlichen Nettoeffekte, verwendet.

Tabelle 12: Inputdaten für die ökonomische Auswirkungsanalyse - Investitionen und Energiekosten (Referenzszenario und Differenzbetrachtungen)

Heizsysteminvestitionen [Mio.CHF]			
	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Referenzszenario (absolut)	29'000	35'000	35'000
Unterschiede zum Referenzszenario (Differenzen):			
Verbotsszenario 1	-500	-10	-20
Sensitivität – tiefe Energiepreise	-200	200	800
Verbotsszenario 2	-500	-200	40
Wärmedämmungsinvestitionen [Mio.CHF]			
	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Referenzszenario (absolut)	69'000	74'000	76'000
Unterschiede zum Referenzszenario (Differenzen):			
Verbotsszenario 1	-200	300	100
Sensitivität – tiefe Energiepreise	-1'500	-900	-100
Verbotsszenario 2	-200	500	300
Energiekosten [Mio.CHF]			
	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Referenzszenario (absolut)	98'000	88'000	68'000
Unterschiede zum Referenzszenario (Differenzen):			
Verbotsszenario 1	1'580	1'800	-100
Sensitivität – tiefe Energiepreise *	1'620	3'400	3'000
Verbotsszenario 2	1'580	2'900	2'500

Abgebildet sind die absoluten Werte der Referenzentwicklung sowie die Unterschiede der Investitionen in Heizsysteme (aller Technologien) und Wärmedämmung sowie die Differenz der Energiekosten im Verbotsszenario 1 und 2 sowie in der Sensitivitätsbetrachtung gegenüber dem Referenzszenario. Es wird explizit kein Total angegeben, da die einfache Addition dieser Werte keine Aussage über die Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft zulässt.

Eine vollständige Übersicht der Datengrundlagen für die Analyse der ökonomischen Auswirkungen ist in Annex A.5, Tabelle 19 zu finden.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Analyse der Auswirkungen

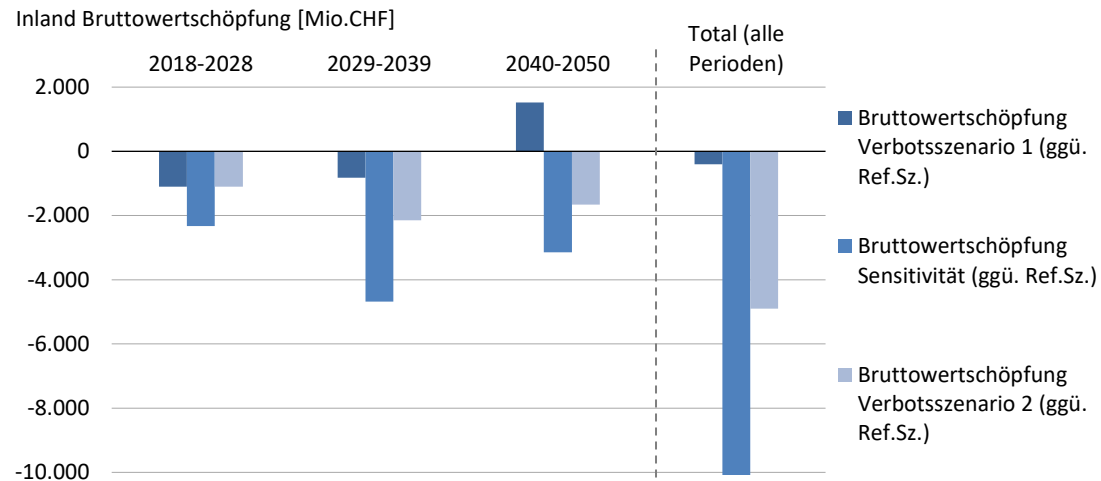
Abbildung 18 und Abbildung 19 zeigen die Schätzungen der gesamtwirtschaftlichen Nettoeffekte auf die Bruttowertschöpfung und die Beschäftigung pro Periode und als Total über alle Perioden. Zur Beurteilung der Relevanz dieser Effekte werden diese Werte der gesamten Schweizer Bruttowertschöpfung und der Anzahl Beschäftigten in Vollzeitäquivalenten aus dem Jahr 2015 gegenübergestellt. Die geschätzten Differenzen der Bruttowertschöpfung und Beschäftigung pro Jahr²⁷ sind gering und machen jeweils nur rund 0.01% bis 0.02% (maximal 0.07% in der Sensitivitätsbetrachtung) an der gesamten Schweizer Bruttowertschöpfung bzw. an den Be-

²⁷ Für die Berechnung werden die in den Abbildungen dargestellten Summen über eine Periode durch 11 Jahre geteilt, damit ein Jahresmittelwert resultiert.

schäftigungszahlen in Vollzeitäquivalenten aus²⁸. Der gesamtwirtschaftliche Nettoeffekt ist dementsprechend generell sehr gering. Auffallend ist die über alle Perioden vergleichsweise stärkere, zu erwartende negative Entwicklung im Sensitivitätsszenario im Vergleich zum Referenzszenario. Die Hauptgründe dafür liegen darin, dass im Sensitivitätsszenario (mit den tieferen Energiepreisen) weniger in Wärmedämmung und erneuerbare Heizsysteme investiert wird, was sich im Vergleich zu den beiden Verbotsszenarien insgesamt stärker negativ auf die inländische Wertschöpfung und Beschäftigung auswirken würde. Der positive Aufhol- und in der dritten Periode sogar Überholtrend im Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario ist auf den stark positiven Effekt der Substitution von Erdgas durch Biogas zu erklären. Diese Ergebnisse werden nachfolgend noch vertiefter erläutert. Die Energieträgerwahl spielt eine entscheidende Rolle, da sich deren Importanteile und die daraus im Inland resultierenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte z.T. stark unterscheiden (vgl. Annex A.4).

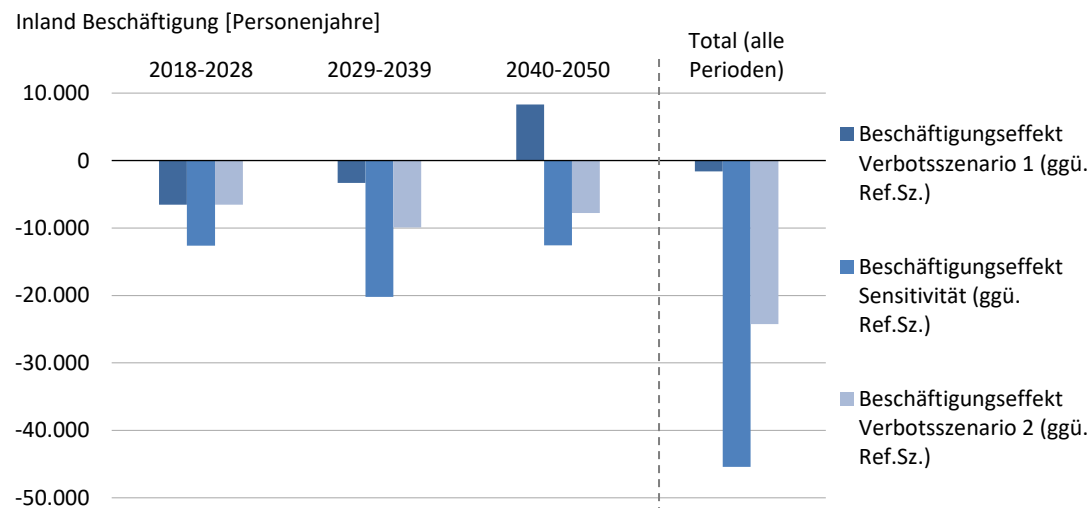
Detailliertere Ergebnisse, aufgeteilt nach den verschiedenen modellierten Effekten im INF-RAS-Schätzmodell, sind in Abbildung 29 bis Abbildung 34 in Annex A.6 dargestellt. Ebenfalls in Annex A.6, werden in Tabelle 21 beispielhaft die in Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellten Resultate erläutert.

28 Im Jahresmittel ergeben sich daraus für die Verbotsszenarien 1 und 2 weniger als 100 Mio. CHF (maximal 400 Mio. CHF in der Sensitivität) weniger Bruttowertschöpfung oder 700 (maximal 1800 Personenjahre in der Sensitivität) weniger Beschäftigte pro Jahr. Diese Werte wurden mit Werten des BFS (2016b) für Beschäftigte (rund 3.9 Mio. VZÄ) und BFS (2016) für Bruttowertschöpfung (rund 620 Mia. CHF) verglichen.

Abbildung 18: Gesamtwirtschaftliche Nettoeffekte auf die inländische Bruttowertschöpfung

Unterschiede der gesamten resultierenden Bruttowertschöpfung (BWS) im Szenarienvergleich (Verbotsszenario 1 / Sensitivität / Verbotsszenario 2 gegenüber dem Referenzszenario (Ref.Sz.)). Die Ergebnisse zeigen jeweils die Summen über die betrachteten 11-Jahresperioden sowie das Total über die alle drei Perioden. Das Total (alle Perioden) bildet die Summe über 33 Jahre ab. Der Vergleich der finanziellen Wirkungen und der ausgelösten Beschäftigungswirkungen beruht auf Preisen 2014/2015 (vereinfachend ohne Diskontierung von in der Zukunft liegenden Einnahmen oder Ausgaben).

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Abbildung 19: Gesamtwirtschaftliche Nettoeffekte auf die inländische Beschäftigung

Unterschiede der gesamten resultierenden Beschäftigungswirkung im Szenarienvergleich (Verbotsszenario 1 / Sensitivität / Verbotsszenario 2 gegenüber dem Referenzszenario (Ref.Sz.)). Die Ergebnisse zeigen jeweils die Summen über die betrachteten 11-Jahresperioden sowie das Total über die alle drei Perioden. Das Total (alle Perioden) bildet die Summe über 33 Jahre ab. Der Beschäftigungseffekt im Vergleich des Verbotsszenario 1 mit dem Referenzszenario ist dabei in der Summe über alle Jahre gleich Null. Der Vergleich der finanziellen Wirkungen und der ausgelösten Beschäftigungswirkungen beruht auf Preisen 2014/2015 (ohne Diskontierung von in der Zukunft liegenden Einnahmen oder Ausgaben).

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Die Periode vor der Verbotseinführung bis 2029 ist in beiden Verbotsszenarien sowie in der Sensitivitätsbetrachtung geprägt durch geringere Investitionen in Wärmedämmung und in Heizsysteme aller Technologien. Diese Entwicklung führt zu höheren Energiekosten (was die Konsumenten von Energie finanziell stärker belastet) und einer höheren Nachfrage nach fossilen Energieträgern (mit hohen Importanteilen, was zu einem stärkeren Mittelabfluss ins Ausland führt). Insbesondere in der Sensitivitätsbetrachtung macht sich dieser Effekt stark bemerkbar. Die zweite und dritte Periode zeigen stärkere Unterschiede zwischen den Szenarien. Die Gründe liegen in der unterschiedlichen Entwicklung der Investitionen in Wärmedämmung sowie in unterschiedliche Technologien, zum einen aufgrund der unterschiedlichen – v.a. preislichen – Rahmenbedingungen der Szenarien und zum anderen wegen der durch das Verbot zusätzlich veränderten Entscheidungssituation. Investitionen in fossile Heizsysteme haben einen stärkeren Mittelabfluss ins Ausland durch den Energieimport zur Folge. Demgegenüber stehen die effizienteren Wärmepumpen und erneuerbaren Energieträger mit einem höheren Inlandwertschöpfungsanteil. Daher zeigt sich insbesondere in der dritten Periode des Vergleichs zwischen Verbotsszenario 1 und dem Referenzszenario ein positiver Wertschöpfungseffekt im Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario. Der positive Effekt ist mit den Unterschieden in der Wahl des Heizungssystems, respektive des Energieträgers zu begründen. Der verstärkte Zubau von Biogas betriebenen Heizungssystemen hat einen positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekt im Inland (Substitution von importiertem Erdgas durch inländisch produziertes Biogas). Der Grund für den höheren Anteil von Biogasheizungssystemen im Verbotsszenario 1 im Vergleich zum Referenzszenario liegt in der gesetzten Rahmenbedingung für das Verbotsszenario, dass Biogas als Standardmassnahme für die Erfüllung der Anforderung der MuKE 2014, Teil F „Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugerersatz“ zulässig ist. In diesem Fall ist ein Gasbrennerersatz und der Wechsel von Erdgas zu Biogas eine im Vergleich sehr günstige Heizungserneuerungsoption. Der positive Effekt ist somit nicht auf das Verbot an sich zurückzuführen, sondern auf eine veränderte regulatorische / energiepolitische Rahmenbedingung zwischen dem Verbotsszenario 1 und dem Referenzszenario im Sinn einer flankierenden Massnahme.

6. Vollzug

6.1. Ausgestaltung des Vollzugs

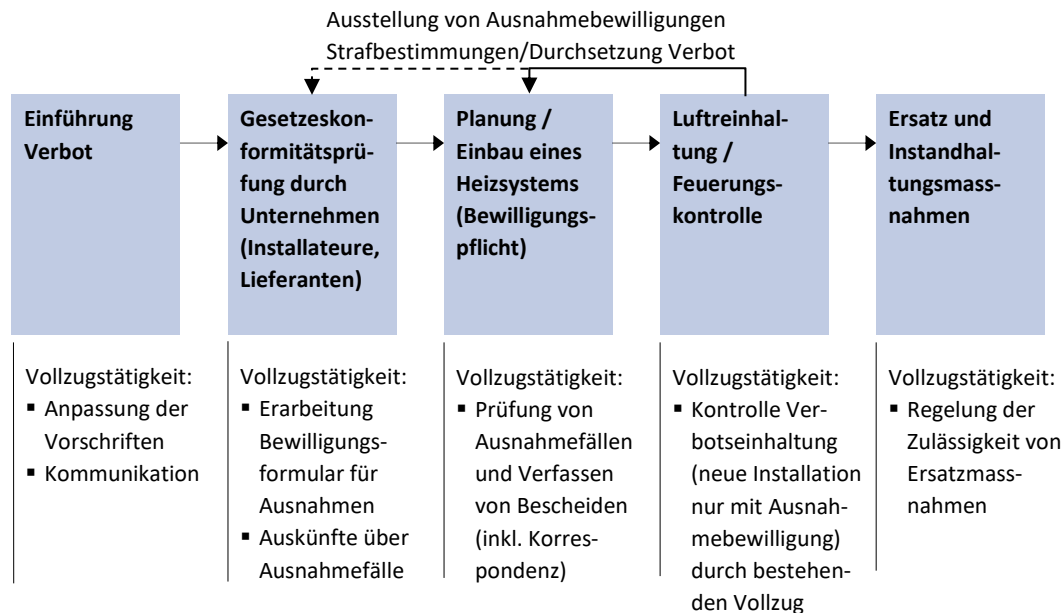
Der Vollzug des subsidiären Verbots obliegt den Kantonen. Aufgrund der Einführung eines Verbots können zwei direkt vollzugsrelevante Bereiche identifiziert werden:

- **Kontrolle und Durchsetzung:** Die Kontrolle der Einhaltung des Verbots sowie dessen Durchsetzung bei Missachtung.
- **Ausnahmefälle:** Die Prüfung von Gesuchen und die Erteilung von Ausnahmegewilligungen.

Es wird von folgenden Annahmen und Prämissen zur Ausgestaltung des Vollzugsprozesses ausgegangen (siehe Abbildung 20 mit den identifizierten Aktivitäten):

- Klare Ausgestaltung des Verbots, der Bestimmungen über Ausnahmen und der damit verbundenen Kommunikation im Vorfeld und bei der Einführung des Verbots.
- Hersteller und Installateure werden in die Pflicht genommen, indem sie bei der Prüfung der Gesetzeskonformität einbezogen werden. Zudem können sie die Kunden über mögliche Optionen und Ausnahmeregelungen informieren.
- Die Kontrolle des Verbots erfolgt dreistufig im Rahmen bereits laufender Prozesse:
 - Stufe 1: Gesuch für eine Ausnahmegewilligung im Rahmen der in vielen Kantonen bereits geltenden Bewilligungspflicht bei Energieträgerwechseln,
 - Stufe 2: Prüfung der Gesetzeskonformität, d.h. des Vorliegens einer Ausnahmegewilligung, durch Unternehmen (Installateure, Lieferanten),
 - Stufe 3: Kontrolle der korrekten Umsetzung des Verbots im Rahmen der periodischen Feuerungskontrollen.
- Die Regeln und Formulare für Ausnahmege-suche beinhalten alle notwendigen Informationen und sind klar für den Antragssteller (insbesondere bezüglich der Definition von Ausnahmefällen und der benötigten Beilagen/Bescheinigungen).

Abbildung 20: Ausgestaltung des Vollzugsprozesses und der damit verbundenen Tätigkeit



Grafik INFRAS. Quelle: Analyse INFRAS/TEP Energy.

6.2. Mögliche Ausweichreaktionen und Umgehungsmöglichkeiten

Bei gegebener Festlegung der Ausnahmeregelungen und einer kohärenten Anwendung derselben könnte die Wirkung des subsidiären Verbots und seines Vollzugs in der Praxis durch legale Ausweichreaktionen und illegale Umgehungsmöglichkeiten gemindert werden:

- Mögliche Ausweichreaktionen bestehen in der Nutzung des verfügbaren Spielraums der Gesetzesbestimmung und dessen Vollzug. Die Inkraftsetzung der Gesetzesbestimmungen zum subsidiären Verbot erfolgt voraussichtlich um 2020 und damit mehrere Jahre vor der möglichen Einsetzung des Verbots, welches erst nach Feststellung des Emissionsstands 2026 und 2027 im Jahr 2029 in Kraft treten würde. Damit steht den Gebäudeeigentümern im Prinzip eine relativ grosse Zeitspanne zur Verfügung, um Ausweichreaktionen zu planen. Es könnte z.B. eine vorzeitige Instandsetzung der fossilen Anlage, namentlich des Brenners, in den Jahren vor 2029 vorgenommen werden. Dies ist vor allem für Anlagen, die im Jahr 2029 ein Alter von 15 oder mehr Jahren erreichen, von Relevanz, d.h. für Anlagen, die bei einem Planungshorizont von zehn Jahren im Jahr 2019 ein Alter von 5 Jahren oder mehr aufweisen. Dies betrifft potenziell einen sehr hohen Anteil des Anlagenbestands. Auch wenn den Eigentümern ein kürzerer Planungshorizont von nur 5 Jahren unterstellt wird, ist der Anteil der Anlagen mit Ausweichpotenzial recht hoch. Es betrifft potenziell diejenigen, welche 2024 ein Alter von 10 oder mehr Jahren aufweisen. Bezugnehmend auf verfügbare Altersverteilungsstatistiken könnte dies durchaus rund 40% bis 50% des Anlagenbestands betreffen. Ein-

schränkend ist zu erwähnen, dass diese Ausweichreaktionen nur attraktiv sind, wenn die Anlagenbesitzer erwarten, dass fossile Heizsysteme nach Einführung des Verbots immer noch einen preislichen Vorteil haben.

- Umgehungsmöglichkeiten: Hierbei handelt es sich um die illegale Umgehung des Verbots z.B. durch den Import von Brennern und Kesseln aus dem Ausland. Auch diese Umgehungsmöglichkeit ist im Auge zu behalten und durch einen stringenten Vollzug zu kontrollieren.

6.3. Vollzugsaufwand

Die Abschätzung des Vollzugsaufwands geht von der in Kap. 6.1 skizzierten Ausgestaltung aus und ist für die einzelnen Umsetzungsschritte wie folgt zu beurteilen:

- Kontrolltätigkeit: Die Kontrolle der Verbotseinhaltung, die mit den bestehenden Vollzugsinstrumenten der Luftreinhalteverordnung (Feuerungskontrolle) einhergeht, ist mit geringem direkten Zusatzaufwand verbunden. Dieser besteht im Wesentlichen darin, das Ergebnis der Kontrolle zu dokumentieren und der kantonalen Vollzugsstelle zu melden.
- Durchsetzung bei Missachtung: Ein Vollzugsaufwand im Fall von Missachtungen des Verbots entsteht in Form von Verfügungen und sich daraus ableitenden Rechtsfällen.
- Die Prüfung von Ausnahmefällen: Eine geeignete Kommunikation und Klarheit des Verbots und der Bestimmungen über Ausnahmen führen dazu, dass nur ein kleiner Anteil der effektiv gestellten Gesuche nicht zulässig sind und abgelehnt werden müssen.
- Der durch die Prüfung von Ausnahmegesuchen entstehende Aufwand hängt massgeblich von der Qualität des Gesuchsformulars und der Klarheit bezüglich der zugelassenen Ausnahmefälle ab.
- Eine grobe Kostenschätzung des Vollzugsaufwands für die Prüfung von Ausnahmefällen ist in Tabelle 13 ausgeführt. Zu berücksichtigen ist, dass zu diesem Aufwand der Vollzugsaufwand für den Umgang mit fehlbaren Investoren kommt. Dieser Aufwand hängt von der konkreten Umsetzung des Verbots ab und ist zum heutigen Zeitpunkt schwierig abschätzbar. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass dieser Aufwand bei einer wenig konsequenten Umsetzung eine ähnliche Grössenordnung erreicht wie der in Tabelle 13 geschätzte Vollzugsaufwand.

Tabelle 13: Kostenschätzung Vollzugsaufwand für die gesamte Schweiz

Szenario	Anzahl Verbotsfälle	Anzahl Ausnahmefälle	Jährliche Vollzugskosten
	Anzahl Verbotsfälle über Betrachtungszeitraum 2029 bis 2050	Durchschnittliche Anzahl Ausnahmefälle pro Jahr [Spannbreite pro Jahr]	Durchschnittliche Vollzugskosten pro Jahr (schweizweit, gerundet)
Verbotsszenario 1 (Ref.Preise)	120'000 Verbotsfälle	590 Ausnahmefälle von 2029 bis 2050 pro Jahr [520-640 pro Jahr]	513'000 CHF/a (entspricht 2.5 VZÄ)
Sensitivität (tiefe Preise)	280'000 Verbotsfälle	1400 Ausnahmefälle von 2029 bis 2050 pro Jahr [1000-2200 pro Jahr]	1'250'000 CHF/a (entspricht 6.5 VZÄ)
Verbotsszenario 2 (nur Ölheizungsverbot)	21'000 Verbotsfälle	130 Ausnahmefälle von 2029 bis 2050 pro Jahr [100-160 pro Jahr]	110'000 CHF/a (entspricht 0.5 VZÄ)

- Anzahl Verbotsfälle gemäss Szenariorechnungen (Kapitel 4)
- Die Anzahl Ausnahmefälle wird über den Anteil ausnahmeberechtigter Gebäude an den Verbotsfällen bestimmt (rund 10%), d.h. die Verbotsfälle umfassen 90% der unter das Verbot fallenden Gebäude.
- Arbeitsproduktivität öffentliche Hand rund 200'000 CHF/VZÄ, 230 Arbeitstage pro Jahr (Ferien und Feiertage abgezogen), Geschätzter Kostensatz: 870 CHF/Tag
- Aufwand pro Gesuch (max.) 1 Tag, es wird kein Eskalationsaufwand mit zusätzlichem Aufwand im schweizerischen Rechtssystem berücksichtigt.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellberechnungen TEP Energy, Aufwandschätzung INFRAS.

Der zu erwartende zusätzliche Vollzugsaufwand dürfte sich unter den genannten Prämissen in einem tragbaren Rahmen halten. Es ist jedoch möglich, dass es in einzelnen Jahren (insbesondere zu Beginn des Verbots) zu einer stärkeren Belastung durch überdurchschnittlich viele Gesuche kommen kann. Im Gegenzug ist davon auszugehen, dass aufgrund der immer geringeren Bedeutung fossiler Heizsysteme Vollzugstätigkeiten reduziert werden können. Dadurch entsteht bei den Vollzugsakteuren beim Kanton, bei den Gemeinden und den Feuerungskontrolleuren eine Reduktion des notwendigen Aufwands, was zu einer entsprechenden Entlastung bei den Eigentümern führen dürfte.

7. Wichtigste Ergebnisse im Überblick

Szenarioentwicklung und mengenmässige Bedeutung des Verbots

Um die Auswirkungen des subsidiären Verbots der Nutzung fossiler Energien in Heizanlagen zu prüfen, wurden zwei Verbotsszenarien und eine Sensitivität definiert und mit einem Referenzszenario verglichen. Die Einführung eines subsidiären Verbots ist vorgesehen, sollte sich das Referenzszenario nicht realisieren. Es wurden zwei Ausgestaltungsszenarien untersucht: Im Verbotsszenario 1 wird der Einbau (in Neubauten und Ersatz in bestehenden Bauten) von fossilen Öl- und Gasheizungen verboten, im Verbotsszenario 2 nur der Einbau fossiler Ölheizungen. Für das Verbotsszenario 1 wurde zudem eine Sensitivität mit weniger stark ansteigenden Energiepreisen gerechnet. Die Modellrechnungen für die verschiedenen Szenarien zeigen, dass die gesetzten CO₂-Emissionsreduktions-Zwischenziele und das Ziel am Ende des Betrachtungshorizontes von -90% im Jahr 2050 auf verschiedene Arten erreicht werden können.

Folgende Ergebnisse möchten wir hervorheben:

- Das Referenzszenario entspricht einem Zielerreichungsszenario. Die Ziele können bei geeigneten Rahmenbedingungen ohne Verbot erreicht werden. Dabei sind insbesondere die Förderungen (bis 2025), die kantonalen Vorgaben (Teil F der MuKE 2014) und deren konsequenter Umsetzung, die Entwicklung der Energiepreise, die CO₂-Abgabe und die Investitionsbereitschaft der Eigentümer wichtig. Zu beachten ist, dass in diesem Szenario die in der Realität möglichen Zusatzkosten aufgrund schwieriger Umstände zum Beispiel bei der Installation von Heizsystemen, die erneuerbare Energie nutzen (speziell Wärmepumpen), nicht berücksichtigt sind. Eine Zielerreichung kann in der Realität ohne Verbot deshalb schwieriger sein als dies aufgrund der Modellanalysen zu erwarten wäre.
- Werden die Zwischenziele mit dem Massnahmenmix nicht erreicht und das subsidiäre Verbot tritt in Kraft, so können die Emissionsziele bis 2050 (gemäss VNL 2016) grundsätzlich ebenfalls erreicht werden, wobei sie bei der Sensitivität mit tieferen Energiepreisen knapp verfehlt werden. Das von den Kantonen neu definierte Ziel von mindestens -80% wird jedoch auch in diesem Szenario erreicht. Bei der Zielerreichung spielt insbesondere eine stringente Umsetzung der MuKE 2014 und die zukünftige Entwicklung derselben sowie der technisch-ökonomische Fortschritt im Markt eine wesentliche Rolle. In den Szenariorechnungen wird davon ausgegangen, dass die Kantone die MuKE 2014 bis 2020 vollständig implementieren und im Wesentlichen umsetzen. Von Relevanz ist ebenfalls der vermehrte Einsatz von Biogas in allen Szenarien, welcher dazu beiträgt, die Emissionsziele zu erreichen.
- Tritt das subsidiäre Verbot in Kraft, sind die Auswirkungen – gemessen an der Referenzentwicklung mit einem ebenfalls sehr starken Umbau der Energieversorgung im Gebäudebe-

reich – sowohl aus Sicht der Branchen, der Eigentümer und des Vollzugs moderat. Die Anzahl der vom Verbot betroffenen Anlagen und Eigentümer²⁹ ab dem Jahr 2029 befindet sich in den beiden Verbotsszenarien in einer «durchführbaren» Grössenordnung. Im Verbotsszenario 1 (vollständiges Verbot fossiler Heizungen) mit hohen Energiepreisen, bei dem die Entwicklung sehr nahe am Referenzpfad liegt, sind es rund 120'000 Fälle über 22 Jahre, d.h. rund 5'500 Fälle pro Jahr. Im Vergleich zum Gesamtanlagebestand von rund 2 Mio. Heizanlagen in 2050. Beim Verbotsszenario 2 (nur fossiles Heizöl verboten) sind es 21'000 Fälle über 22 Jahre. Im Fall der Sensitivität mit tiefen Energiepreisen ist eine höhere Anzahl von rund 280'000 Fällen insgesamt, oder rund 13'000 Fällen pro Jahr vom Verbot betroffen. Pauschal geschätzt wird bei rund 10% dieser Fälle (oder 590 Fällen pro Jahr im Verbotsszenario 1) von den Eigentümern eine Ausnahmeregelung beantragt.

- Aus energiewirtschaftlicher Sicht ist festzuhalten, dass die Unterschiede zwischen dem Ausgangsjahr und dem Ende des Betrachtungshorizonts im Jahr 2050 wesentlich höher sind als die Unterschiede zwischen den Szenarien (siehe Kapitel 4.3.3). Es ist generell ein deutlicher Rückgang der gesamten Endenergienachfrage (inkl. Umweltwärme) für Wärmezwecke um rund 30% bis 2050 (Referenzszenario) und eine starke Substitution der fossilen Energieträger durch erneuerbare erforderlich, um die gesetzten Emissionsziele zu erreichen (Rückgang der fossilen Endenergienachfrage von rund 50 TWh in 2018 auf 7 TWh in 2050 im Referenzszenario). Die Szenarien unterscheiden sich bzgl. Endenergienachfrage in einem gewissen Ausmass, aber nicht entscheidend und bzgl. Energieträgerstruktur im Jahr 2050 vor allem in Bezug auf die Anteile von Erdgas und Biogas sowie Strom für Wärmepumpen (in der Sensitivität hat auch Öl noch eine etwas höhere Bedeutung). Die gesetzten Ziele sind ambitioniert. Ob sie mit einer konsequenten Umsetzung der kantonalen MuKEn sowie der nationalen Massnahmen oder (bei Zwischenzielverfehlung) anschliessend mit einem Verbot angestrebt werden, scheint weniger bedeutend.

Ökonomische Auswirkungen:

Zusammenfassend sind folgende Ergebnisse zu erwähnen:

- Es sind keine relevanten Belastungen für eine bestimmte gebäudenutzende Branche durch die Verbotseinführung zu erwarten. Die in den Szenarien veränderten Investitionen in Heizsysteme (und auch in Wärmedämmung) liegen im Promillebereich der Branchen-Bruttowertschöpfung.
- Auch bzgl. der ökonomischen Auswirkungen gilt, dass die grössten Veränderungen zwischen heute und 2050 stattfinden und weniger zwischen den Szenarien bei einem gegebenen Zeit-

²⁹ Das sind diejenigen Eigentümer, welche ohne Verbot bei fossilen Heizsystemen geblieben wären.

punkt. Die grössten Verschiebungseffekte zwischen den Szenarien können in der Energiebranche auftreten: Je nach Szenario fliessen die Einnahmen aus dem Energieabsatz in unterschiedliche Energiebranchen. Zum Teil kann es relativ starke positive oder negative Änderungen der Bruttowertschöpfung der Erdgas-, Brennstoff/Heizöl- oder Biogas-Branchen von 2% bis 4% geben (aufgrund der Importanteile von fossilen Energieträgern und deren Substituierung durch z.B. Biogas).

- Bei der Beurteilung der Kostenbelastung der Haushalte ist zwischen Eigenheimbesitzern und Bewohnern von MFH-Wohnungen zu unterscheiden. Im EFH-Bereich stehen kostengünstige Varianten zur Verfügung. Insgesamt entsteht bei den EFH-Eignern entsprechend nur eine geringe Belastung oder gar eine Entlastung durch ein Verbot fossiler Heizungen. Die wirtschaftliche Belastung von MFH-Mietenden ist differenziert zu betrachten: Je nach Möglichkeit am betreffenden Standort können im Vergleich zu fossilen Anlagen entweder Minderkosten oder Mehrkosten entstehen. Diese Mehrkosten können für eine Durchschnittswohnung auf CHF 15.– bis gut CHF 40.– pro Monat geschätzt werden, was als moderat bezeichnet werden kann. Zum Zeitpunkt der potenziellen Wirksamkeit des Verbots (ab 2029) wird sich die Energieeffizienz der Gebäude weiter verbessert haben, so dass die Mehrkosten noch leicht tiefer ausfallen werden bzw. keine Mehrkosten mehr zu erwarten sind.
- Die Modellberechnungen zu den regionalen Auswirkungen zeigen, dass anzahlmässig der urbane und der ländliche Regionentyp am stärksten betroffen sind. Dies ist insbesondere auf die vergleichsweise höhere Gesamtanzahl von Gebäuden in den genannten Regionentypen zurückzuführen. Das Verbot führt insgesamt zu relativ geringen Unterschieden der annualisierten Kosten für Heizsysteme zwischen den Regionen im Vergleich der verschiedenen Szenarien zum Referenzszenario. Die Unterschiede sind dabei strukturell bedingt (z.B. Anteile Ein- und Mehrfamilienhäuser, Verfügbarkeit von leitungsgebundenen Energieträgern, Häufigkeit von Ausnahmesituationen und Preisniveau bzw. Kosten der Ersatzlösungen, welche sich zwischen den Regionentypen unterscheiden).
- Die Veränderung der Bruttowertschöpfung und Beschäftigung in den Verbotsszenarien, im Vergleich zum Referenzszenario, sind sehr moderat und machen jeweils nur rund 0.01% (maximal 0.05%) an der jährlichen Schweizer Bruttowertschöpfung bzw. an den Beschäftigungszahlen in Vollzeitäquivalenten aus. Der gesamtwirtschaftliche Effekt ist dementsprechend generell sehr gering. Insgesamt ist in den Verbotsszenarien im Vergleich zum Referenzszenario eine leicht negativere Entwicklung zu erwarten. Im Sensitivitätsszenario, mit den tieferen Energiepreisen, ist eine stärkere negative Entwicklung im Vergleich zum Referenzszenario zu erwarten. Dies, weil weniger in Wärmedämmung und erneuerbare Heizsysteme investiert wird, was sich im Vergleich insgesamt leicht negativ auf die inländische Wertschöpfung und Beschäftigung auswirkt. Der Hauptgrund liegt darin, dass Investi-

onen in fossile Heizsysteme, durch die in der Betriebsphase resultierende Nachfrage nach importierten Energieträgern, einen stärkeren Mittelabfluss ins Ausland zur Folge haben. Demgegenüber haben Wärmepumpen und Heizsysteme, die mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden, einen höheren Inlandwertschöpfungsanteil.

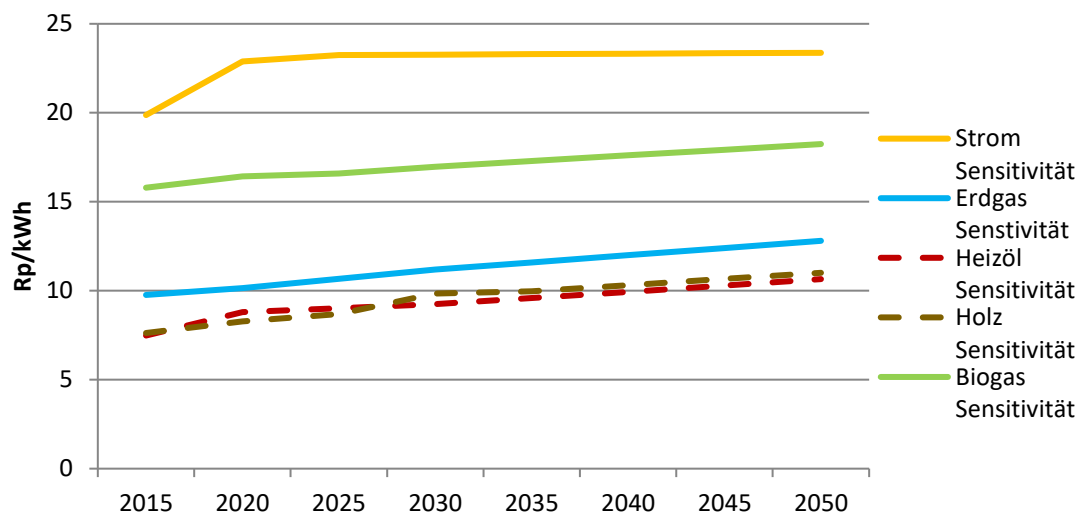
Ausgestaltung und Vollzug

Eine zweckmässige Ausgestaltung der Massnahme mit einem Fokus auf geeignete Ausnahmeregelungen sowie allenfalls ergänzende flankierende Massnahmen sind wichtig. Der zu erwartende zusätzliche Vollzugsaufwand dürfte sich unter einer zweckmässigen Ausgestaltung, mit CHF 500'000.– (Verbotsszenario 1) bis CHF 1'250'000.– (Sensitivitätsszenario), in einem tragbaren Rahmen halten.

Annex

A.1 Sensitivität Energiepreise

Abbildung 21: Tiefe Energiepreise berücksichtigt in der Sensitivitätsanalyse des Verbotsszenarios, abgeleitet von WEM-Szenario mit abgeschwächter Preisentwicklung.



Grafik TEP Energy. Quelle: TEP Energy.

A.2 Detailbeschreibung GPM

Bei dem Gebäudeparkmodell handelt es sich um ein Bottom-up Modell, welches den Endenergieverbrauch pro Energieträger und damit die CO₂-Emissionen sowie andere auswertbare Grössen wie Anzahl Gebäude, Kosten etc. simuliert (vereinfacht ausgedrückt über ein Summenprodukt verschiedener Einflussfaktoren, welche sich im Zeitablauf verändern).

Das Gebäudeparkmodell basiert auf einem sogenannten Repräsentantenansatz (siehe Jakob et al. 2016), mit welchem der Heterogenität und den verschiedenen Konstellationen (bzgl. Gebäudetyp, Zustand, Energiesystem, Eigentübertyp etc.) Rechnung getragen wird. Mit dem Modell werden fragestellungsspezifische Auswertungen durchgeführt. In Bezug auf die vorliegende Fragestellung sind folgende Erläuterungen zu Differenzierung und Datenfundierung von Relevanz:

- Beim **Mengengerüst** handelt es sich typischerweise um Energiebezugsflächen, welche nach verschiedenen Kriterien differenziert werden. Für die vorliegende Fragestellung ist namentlich zwischen Wohngebäuden (Ein- und Mehrfamilienhäuser) und verschiedenen Nicht-Wohngebäudekategorien³⁰ sowie zwischen Gebäuden und Heizanlagen unterschiedlicher Grösse (als wichtiger Einflussfaktor auf die Kosten der Anlagen), Alter (als Treiber für die Erneuerungs- und Substitutionsraten) und Energieeffizienz (relevant für die Anlagengrösse und auch als Kriterium für Ausnahmen der Verbotsausgestaltung) zu unterscheiden. Das Mengengerüst im GPM basiert auf dem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) und dem Betriebs- und Unternehmensregister (BUR), was zum einen eine Zuordnung zwischen Gebäudetypen und Wirtschaftsbranchen (12 Gebäudetypen und 15 Branchen) und zum anderen eine regionale Differenzierung ermöglicht. Beim BUR und beim GWR (im Bereich Wohngebäude) handelt es sich um amtliche Statistiken, welche bzgl. der wichtigsten Attribute regelmässig aktualisiert werden und welche einen Bezug zu regions- und raumspezifischen Charakteristiken enthalten (z.B. Gemeindetyp, Wirtschaftsräume etc.)
- Die **Modellierung des Energieträgermarktanteils** basiert zum einen auf der bestehenden Altersverteilung der Anlagen (differenziert nach Gebäudetyp und Bauperiode) und zum anderen in Abhängigkeit von Instandsetzungszyklen und den erwähnten techno-ökonomischen Parametern. Die Wahl des Heizsystems im Fall eines Neubaus und einer Anlagenerneuerung erfolgt mittels eines ökonomischen Entscheidungsmodells, welches fallspezifisch die Investitionskosten (inkl. Anpassungskosten, z.B. bei einem Energieträgerwechsel), die Jahreskosten und weitere Parameter (z.B. Präferenz, bei einem bewährten System zu bleiben, Zahlungsbereitschaft für erneuerbare Energien) berücksichtigt. Dieser integrierte Ansatz ermöglicht:

³⁰ Dies sind namentlich Bürogebäude, Gebäude des Gross- und Detailhandels, Spitäler, Heime, Schulen und Universitäten, Gebäude des und weitere (u.a. aus den Bereichen Verkehrs- und Nachrichtenwesens, des Sports, der Kultur etc.)

- die Ex-post Analyse der vergangenen Entwicklung und die entsprechende Eichung des Modells: Vergleichsbasis für die ab dem Modelljahr 2000 vorliegende Eichung der Modelle³¹ bilden die Energiestatistiken, die Ex-post Analysen des BFE (Prognos, TEP et al. 2009-2016a, b), die Marktanteilshebungen von Wüest und Partner (Wüest & Partner 2015)³² sowie die Statistik der Heizanlagen und Brennerverkaufszahlen. Das Bezugsjahr 1990 wird mittels Back-Casting geeicht:
- die Abbildung von spezifischen Szenarien (Definition siehe Kapitel 3.3.) und Eigentümerverhalten (z.B. Vorzug oder Verzögerung von Instandsetzungen und Erneuerungen),
- die Bilanzierung von fallspezifischen Kostenvergleichen aus Akteurssicht (Investitions- und Lebenszykluskosten pro Gebäudekategorie und -zustand etc.) sowie von aggregierten Szenariokosten (Mio. CHF Investitionskosten und Jahreskosten). Durch den Vergleich mit dem Referenzfall ohne subsidiäres Verbot können die Vermeidungskosten in Form von Mehr- (oder Minder-) kosten berechnet werden, je in Abhängigkeit der Energiepreise und der CO₂-Abgabe (inkl. Rückverteilung der Erträge).

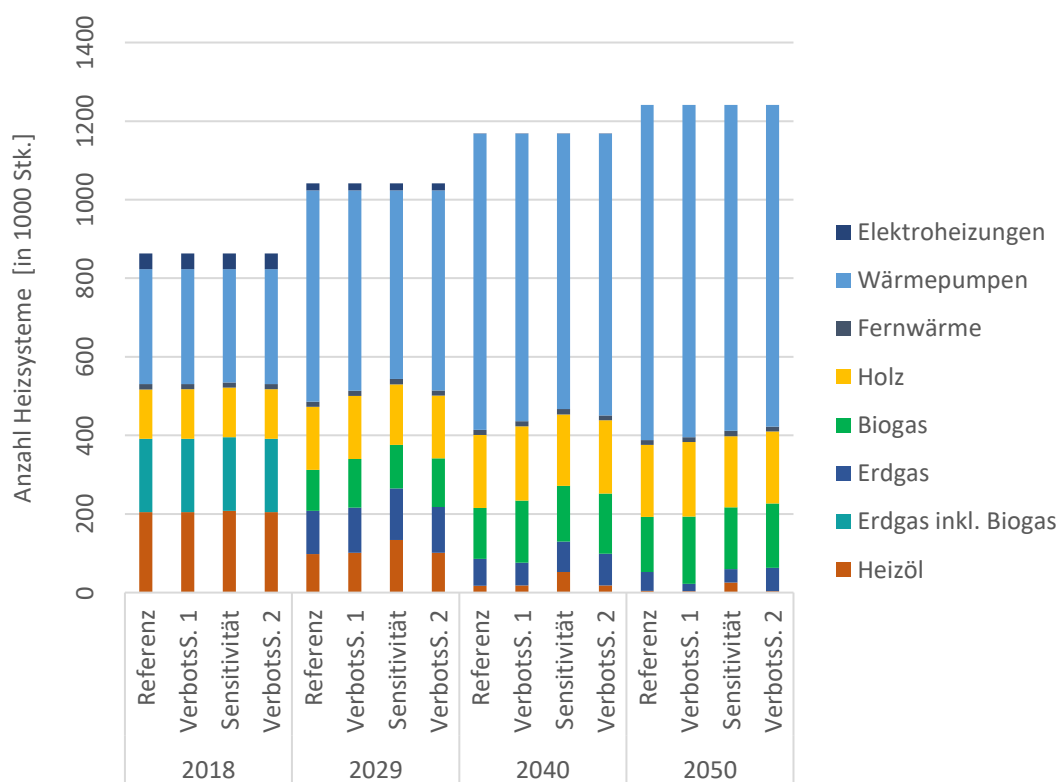
Die konkreten Arbeiten mit dem Modell sowie die vor- und nachgelagerten Arbeiten sind im Kap. 3 beschrieben.

31 Durchgeführt im Rahmen der Ex-post-Analysen des BFE

32 Unter Berücksichtigung der Umrechnung der kostenbasierten Daten aus der Studie von Wüest und Partner in technologiebasierte Anteile mittels Technologiepreisen gemäss BAFU 2015

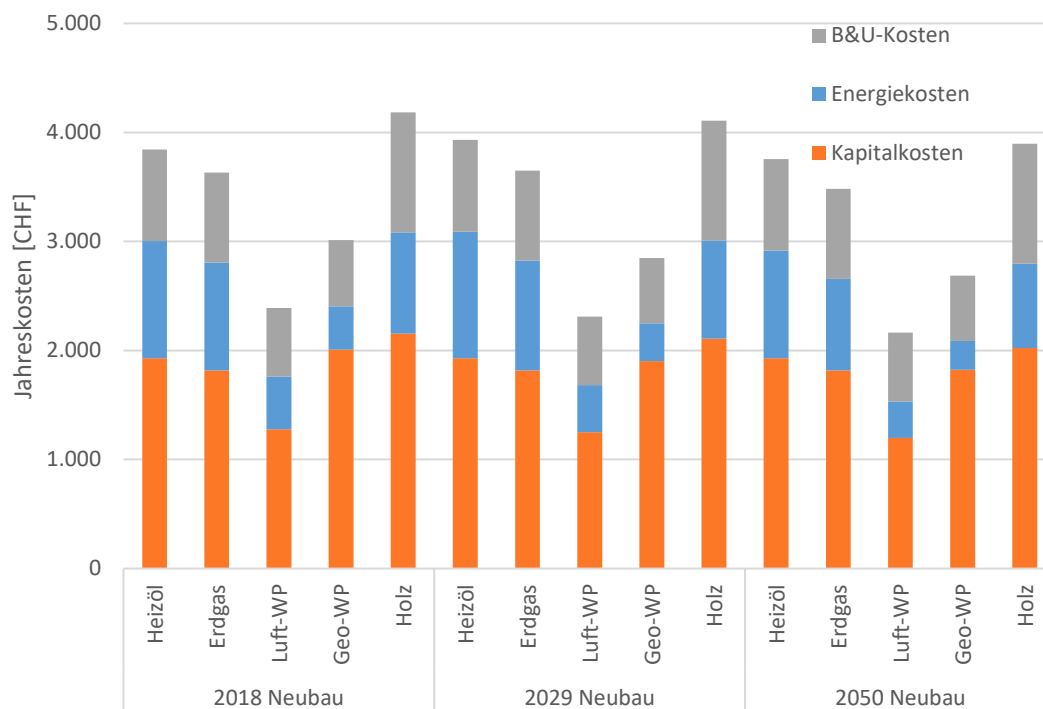
A.3 Weitere Resultate GPM

Abbildung 22: Anzahl installierter Heizsysteme in 1000, in Einfamilienhäusern für die 4 Szenarien.



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

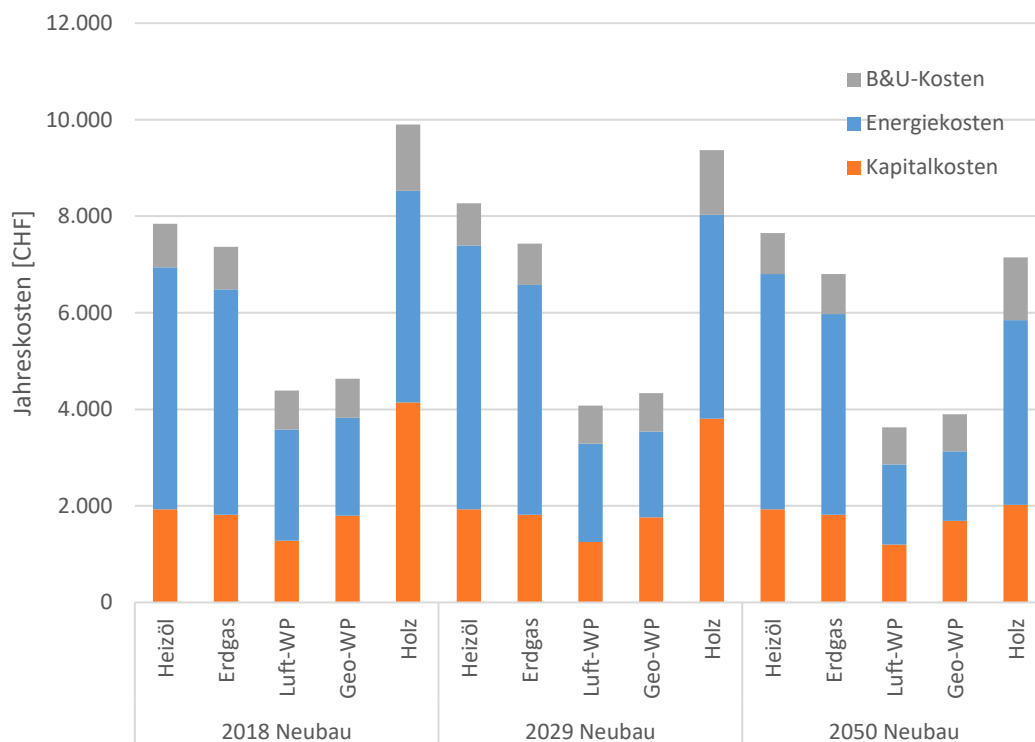
Abbildung 23: Kostenstruktur für Heizsysteme in neu gebauten Einfamilienhäusern



Kostenstruktur (Kapitalkosten, Energiekosten und Betriebs- und Unterhaltskosten) für Heizsysteme in neu gebauten Einfamilienhäusern (180 m² EBF, Energiepreise gemäss Referenzszenario, mittlerer jährlicher Nutzenergiebedarf der Neubauten).

Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

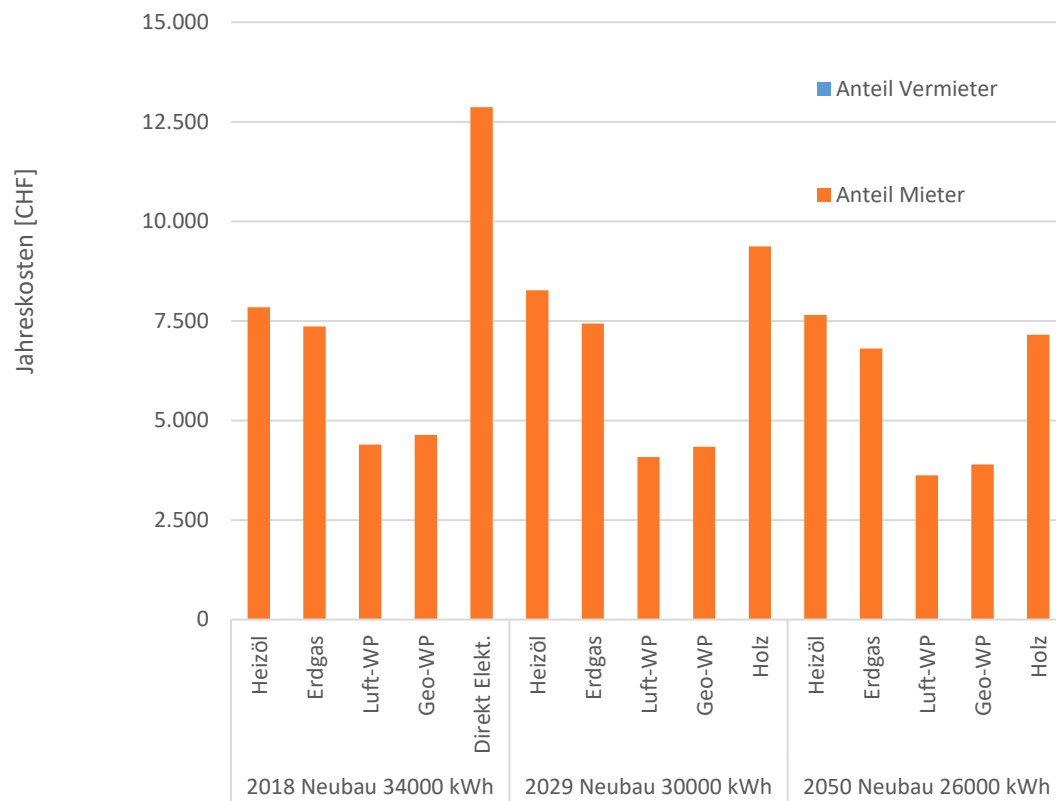
Abbildung 24: Kostenstruktur für Heizsysteme in neu gebauten Mehrfamilienhäusern



Kostenstruktur (Kapitalkosten, Energiekosten und Betriebs- und Unterhaltskosten) für Heizsysteme in neu gebauten Mehrfamilienhäusern (1000 m² EBF, Energiepreise gemäss Referenzszenario, mittlerer jährlicher Nutzenergiebedarf der Neubauten).

Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

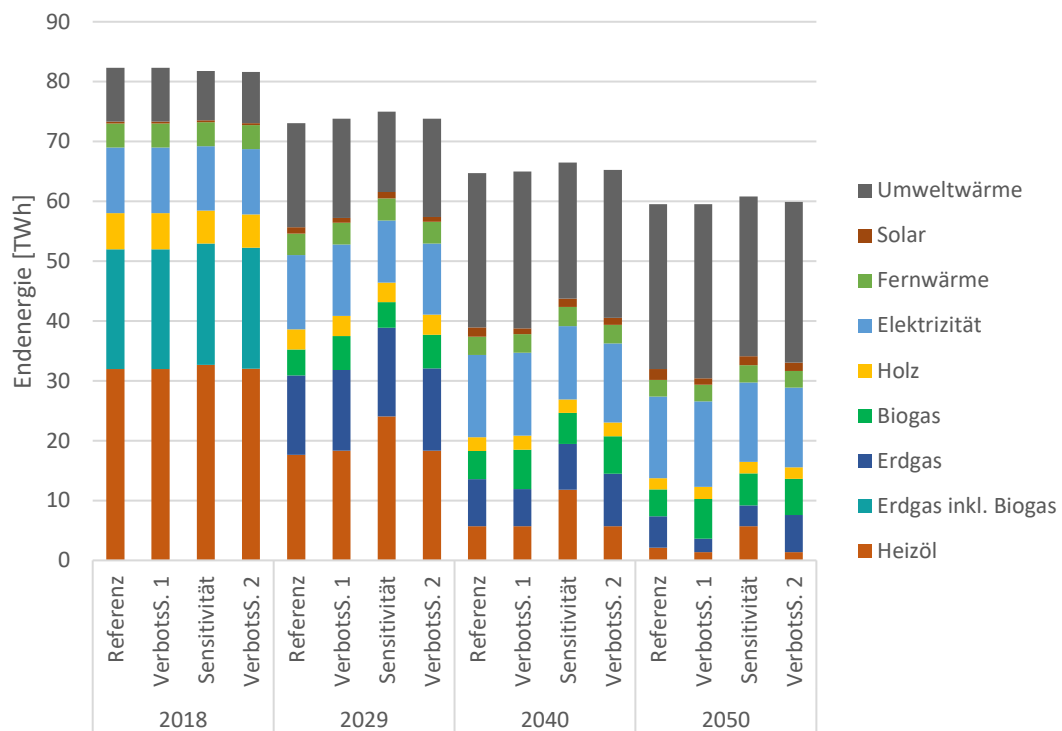
Abbildung 25: Mittlere Verteilung der Jahreskosten auf Mieter und Vermieter in Neubauten MFH



Mittlere Verteilung der Jahreskosten auf Mieter und Vermieter in Neubauten MFH (je nach Heizsystem und Kanton unterschiedlich; MFH mit 1000 m² EBF, Energiepreise gemäss Referenzszenario, mittlerer jährlicher Nutzenergiebedarf der Neubauten).

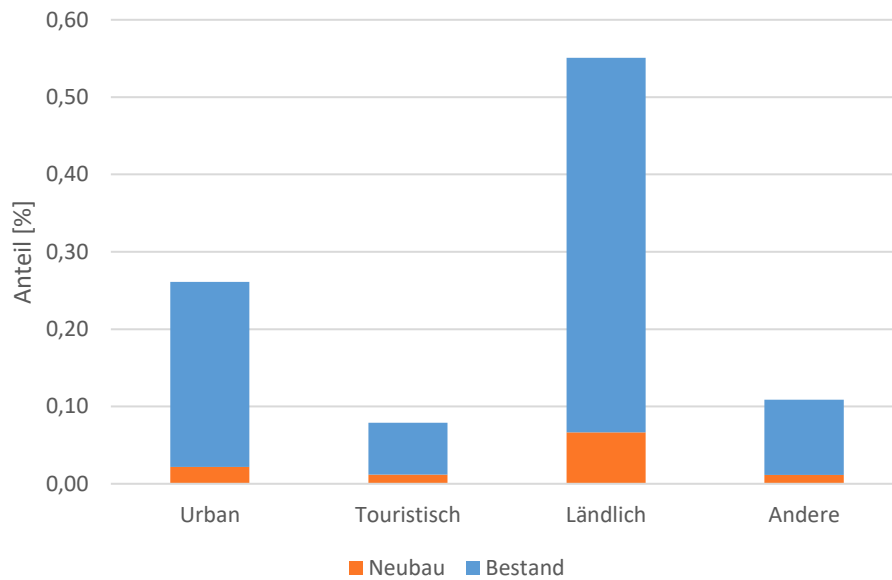
Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Abbildung 26: Endenergienachfrage nach Heizsystemen, einschliesslich Umweltwärme



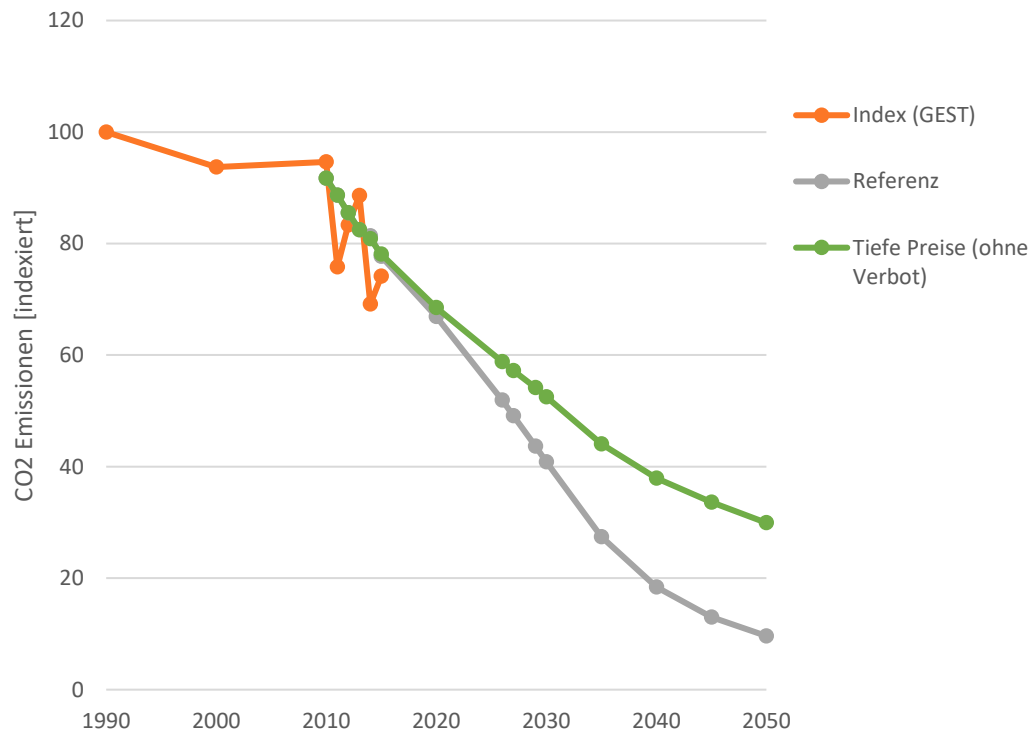
Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Abbildung 27: Anteil der Verbotsfälle im Verbotsszenario 1 betreffend Neubauten und Bestandsanlagen, unterschieden nach den 4 Regionentypen



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Abbildung 28: Emissionen aus dem tiefen Preisszenario ohne Verbot im Vergleich zum Referenzszenario (hohe Energiepreise) ohne Verbot



Grafik TEP Energy. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

A.4 Methodik der gesamtwirtschaftlichen Analysen

Die Abschätzungen zu den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen basieren auf einem partial-analytischen Ansatz. Dieser Ansatz eignet sich insbesondere für volkswirtschaftliche Analysen von spezifischen Massnahmen. Es werden dabei die Verbotsszenarien in einer komparativ-statischen Analyse mit dem Referenzszenario verglichen.

Tabelle 14: Partial-analytisches Modell (INFRAS Schätzmodell) zur Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen (Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Szenarienvergleich)

	«Positive» Effekte ³³	«Negative» Effekte
«Investitions-effekte»	Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch Mehr- oder Minderinvestitionen im Szenarienvergleich	Effekte durch Mittelabfluss (oder Mittelzufluss) zur Finanzierung der Mehrinvestitionen (oder Minderinvestitionen)
«Betriebsphaseneffekte»	Jährlich anfallende Einkommenseffekte (oder Ausgabeneffekte) bei Energiebezügen, durch gesteigerte oder verringerte Energiekosten (aufgrund des veränderten Bedarfs an Energieträgern während der Lebensdauer der alternativ installierten Heizsysteme)	Verschiebungseffekt der Endenergienachfrage durch Mittelabfluss oder -zufluss im Energiesektor und für verschiedene Energieträger (mehr/weniger Umsätze), wegen der veränderten absoluten und relativen Energieträgernachfrage

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS.

Da der Analysezeitraum in der Zukunft liegt, mussten für die Grundlagen einige Annahmen getroffen werden. Die wichtigsten sind kurz in Tabelle 15 zusammengefasst.

³³ Positive und negative Effekte können im vorliegenden Szenariodesign wechseln. Grund sind die Differenzbetrachtungen gegenüber dem Referenzszenario.

Tabelle 15: Grundlagen und Annahmen zur gesamtwirtschaftlichen Betrachtung

Thema	Grundlage / Annahmen
Arbeitsproduktivität	Die Arbeitsproduktivität pro Branche wird verwendet, um Beschäftigungseffekte zu ermitteln. Für die Analyse wurde eine Sensitivitätsbetrachtung der Auswirkungen einer Berücksichtigung des zu erwartenden Arbeitsproduktivitätswachstums gemacht. Der Effekt ist jedoch von untergeordneter Bedeutung für die Ergebnisse. Er wurde daher für die Abschätzungen nicht weiter berücksichtigt.
Importanteile	Eine wichtige Einflussgrösse auf die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sind die Importanteile der Produkte und Dienstleistungen der Branchen und der Schweizer Wirtschaft insgesamt. Die Anteile werden für die durchgeführten Betrachtungen auf dem heutigen Niveau konstant gehalten.
Szenarienvergleich	Beim Szenarienvergleich werden die Differenzen zum Referenzszenario betrachtet. Daraus resultiert z.B. auch eine höhere oder tiefere Endenergienachfrage pro Energieträger, welche wiederum zu Mehr- oder Minder-Ausgaben/-Einnahmen für verschiedene Akteure führen. Zur Bewertung dieser Unterschiede müssen dieselben Energiepreise verwendet werden, da ansonsten vor allem Zustandsunterschiede, basierend auf unterschiedlich hohen Energiepreisen, aufgezeigt werden würden. Im Vergleich zwischen dem Verbotsszenario mit tiefen Energiepreisen und dem Referenzszenario wird die Endenergienachfragedifferenz daher mit den tiefen Energiepreisen bewertet.
Multiplikatorwirkung	Multiplikatorwirkungen und sekundäre Effekte werden nicht berücksichtigt.

Tabelle INFRAS.

Tabelle 16: Berechnungsgrundlagen - Relevante Branchen- und Importanteile von Energieträgern

Energieträger	Elektrizität + Gas		Brennstoffe + Treibstoffe		Maschinen, Fahrzeuge und Metallbearbeitung		Elektrotechnik, Elektronik		Baugewerbe		Energieholz / Biogas		Beratung, Planung, Informatik		übrige Dienstleistungsbranche (Gastgewerbe, Immobilien)		Rest	
		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]		Importanteil [%]
Heizöl	0	0	100	80	0	40	0	30	0	10	0	20	0	5	0	5	0	20
Erdgas	100	80	0	80	0	40	0	30	0	10	0	20	0	5	0	5	0	20
Holz	0	10	0	80	0	40	0	30	0	10	100	20	0	5	0	5	0	20
Fernwärme	10	10	0	80	0	40	0	30	0	10	15	20	0	5	0	5	75	20
Elektrizität	100	10	0	80	0	40	0	30	0	10	0	20	0	5	0	5	0	20
Biogas	20	60	0	80	0	40	0	30	0	10	80	60	0	5	0	5	0	20

Abgebildete Branchen im INFRAS Schätzmodell, mit Annahmen zu Branchenanteilen und spezifischen Importanteilen. Alle Angaben in [%].

Mit teilweise bis zu rund 7 TWh Biogasverbrauch pro Jahr, bewegt man sich in den Szenarien am oberen Rand des ökonomischen Potenzials für Biogas in der Schweiz bis 2050. Die Schätzungen dieses Potenzials liegen zwischen 2 und 8 TWh pro Jahr (vgl. http://www.energie360.ch/fileadmin/files/Events/3_Pr%C3%A4sentation_Erfa-Tag_Zukunft-Biogas-CH_Dietiker.pdf). Wegen dem in den Szenarien teilweise starken Nachfrageanstieg an Biogas und dem geschätzten Potenzial wird ein höherer Importanteil für Biogas angenommen.

Tabelle INFRAS.

Tabelle 17: Berechnungsgrundlagen - Relevante Branchen- und Importanteile bei Investitionen in Heizungssysteme und Wärmedämmung

Investitionen in	Elektrizität + Gas Importanteil [%]		Brennstoffe + Treibstoffe Importanteil [%]		Maschinen, Fahrzeuge und Metallbearbeitung Importanteil [%]		Elektrotechnik, Elektronik Importanteil [%]		Baugewerbe Importanteil [%]		Energieholz / Biogas Importanteil [%]		Beratung, Planung, Informatik Importanteil [%]		übrige Dienstleistungsbranche Importanteil [%]		Rest Importanteil [%]	
Heizungssysteme	0	15	0	80	30	40	15	30	35	10	0	20	10	5	0	5	10	20
Wärmedämmung	0	15	0	80	25	40	5	30	50	10	0	20	10	5	0	5	10	20

Abgebildete Branchen im INFRAS Schätzmodell. Alle Angaben in [%]

Tabelle INFRAS.

Tabelle 18: Berechnungsgrundlagen - Abgeildete Branchen im INFRAS Modell.

Branchen (kombiniert)	Bruttowertschöpfung [Mio. CHF]	Arbeitsproduktivität (gerundet) [CHF]
Energieversorgung (Branche 35)	8'167	300'000
Brennstoffe, Treibstoffe (Schätzung INFRAS / e3me)	3'700	170'000
Metall, Maschinen und Fahrzeuge (Branchen: 24/25/28/29)	22'938	130'000
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (Branche 26+27)	29'902	210'000
Bauhauptgewerbe (Branche: 41-43)	33'296	100'000
Energieholz / Biogas (Branche: 16)	3'122	80'000
Beratung, Planung, Informatik (Branchen: 62-63 + 69-71 + 73-75)	52'295	140'000
Übrige Dienstleistungen (Gastgewerbe, Immobilien) (Branchen: 56 +68)	13'424	80'000
Total alle Branchen	622'748	180'000

Die Werte basieren auf Kombinationen der Branchen gemäss BFS (2016a), Produktionskonto und Arbeitsproduktivität nach Branchen (2014prov).

Tabelle INFRAS.

A.5 Datengrundlagen der ökonomischen Auswirkungsanalyse

Tabelle 19: Bruttoinvestitionen und Energiekosten für das Referenzszenario und das Verbotsszenario 1 mit gleichen Energiepreisen wie im Referenzszenario (hohe Preise)

Entwicklung im Referenzszenario (zusammengefasst in 3 Analyse-Perioden)				Änderung im Verbotsszenario 1 gegen- über dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise)		
Bruttoinvestitionen nach Gebäudetyp [Mio. CHF]				Änderung [%]		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Heizsysteme						
Total	29'000	35'000	35'000	-1.7%	0.0%	0.0%
EFH	17'000	20'000	20'000	-0.5%	-0.3%	0.0%
MFH	9'000	12'000	11'000	-4.4%	-0.5%	-0.4%
DL	3'000	3'000	3'000	-0.5%	3.2%	1.2%
Wärmedämmung						
Total	69'000	74'000	76'000	-0.2%	0.4%	0.2%
EFH	21'000	21'000	22'000	0.0%	1.0%	0.5%
MFH	37'000	42'000	43'000	-0.4%	0.3%	0.2%
DL	11'000	11'000	11'000	0.0%	-0.5%	-0.6%
Subventionen Wärmedämmung				keine Subventionen im Verbotsszenario		
EFH	400	-	-			
MFH	600	-	-			
DL	300	-	-			
Gesamte Bruttoinvestitionen nach Technologie [Mio. CHF]				Änderung [%]		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	29'000	35'000	35'000	-1.7%	0.0%	0.0%
Heizöl	2'000	1'000	1'000	18.9%	-16.6%	-43.0%
Erdgas	3'000	3'000	3'000	10.1%	-43.6%	-62.9%
Holz	4'000	4'000	4'000	-0.5%	3.6%	4.1%
Fernwärme	200	200	200	7.4%	-3.0%	-1.2%
Elektrodirektheizung	-	-	-	N/A	N/A	N/A
Wärmepumpen	16'000	23'000	22'000	-9.8%	3.7%	6.4%
Solar	1'000	1'000	2'000	-25.1%	-43.7%	-38.5%
Biogas	3'000	3'000	4'000	30.9%	30.9%	30.4%
Energiekosten nach Gebäudetyp (Bestand) [Mio. CHF]				Änderung [%]		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	98'000	88'000	68'000	1.6%	2.1%	-0.2%
EFH	30'000	25'000	20'000	1.9%	3.4%	2.7%
MFH	45'000	42'000	32'000	1.8%	2.7%	0.3%
DL	23'000	21'000	16'000	0.8%	-0.6%	-4.5%
Energiekosten nach Technologie (Bestand) [Mio. CHF]				Änderung [%]		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	98'000	88'000	68'000	1.6%	2.1%	-0.2%
Heizöl	33'000	21'000	7'000	2.3%	3.4%	-9.8%
Erdgas	21'000	18'000	11'000	1.9%	-6.6%	-36.6%
Holz	4'000	2'000	2'000	0.4%	1.8%	4.9%
Fernwärme	3'000	3'000	3'000	0.8%	1.0%	1.0%
Elektrizität	30'000	36'000	37'000	-2.5%	-1.7%	2.6%
Biogas	6'000	8'000	8'000	18.2%	34.8%	44.1%
Endenergienachfrage [TWh]				Änderung [%]		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	710	500	370	1.9%	2.5%	-0.5%
Heizöl	280	130	40	2.1%	3.4%	-9.7%
Erdgas	180	120	70	1.8%	-6.5%	-36.5%
Holz	50	30	20	0.4%	1.8%	4.9%
Fernwärme	40	40	30	0.8%	1.0%	1.0%
Elektrizität	130	150	150	-2.4%	-1.7%	2.6%
Biogas	40	50	50	18.2%	34.8%	44.1%

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy, Auswertungen INFRAS.

Tabelle 20: Abweichungen der Bruttoinvestitionen und Energiekosten in der Sensitivitätsbetrachtung mit tiefen Energiepreisen und im Verbotsszenario 2 (nur Ölheizungsverbot) mit hohen Energiepreisen

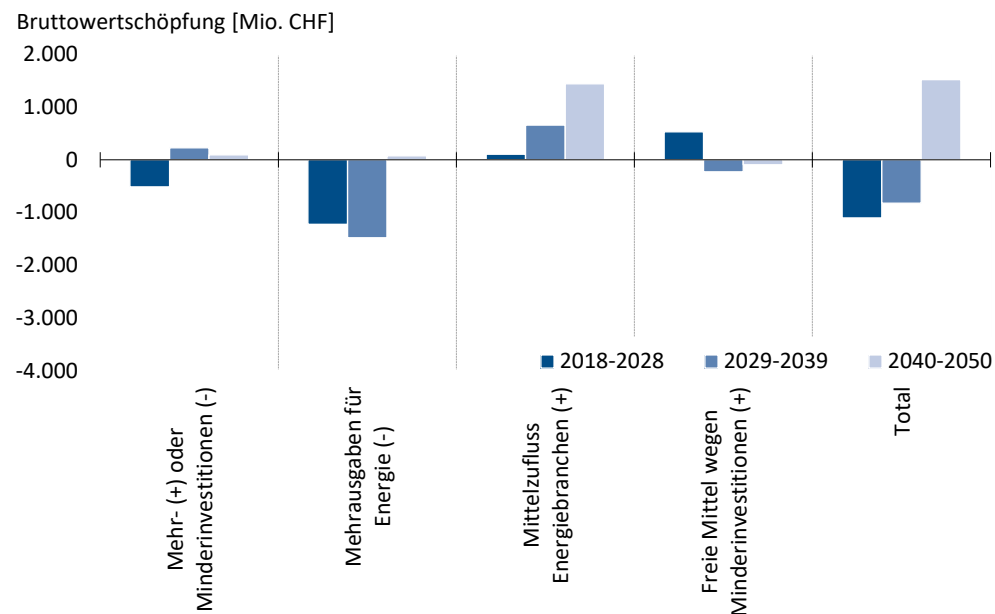
Bruttoinvestitionen nach Gebäudetyp	Änderung in der Sensitivitätsbetrachtung gegenüber dem Referenzszenario (tiefe Energiepreise) *			Änderung im Verbotsszenario 2 (Ölheizungsverbot) gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohle Energiepreise)		
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Heizsysteme						
Total	-0.8%	0.6%	2.1%	-1.7%	-0.5%	0.1%
EFH	0.7%	0.0%	0.6%	-0.5%	0.2%	0.6%
MFH	-3.1%	0.9%	4.1%	-4.4%	-1.7%	-0.7%
DL	-2.5%	2.9%	4.8%	-0.5%	-0.1%	-0.2%
Wärmedämmung						
Total	-2.1%	-1.2%	-0.1%	-0.2%	0.7%	0.4%
EFH	-2.0%	-0.6%	-0.1%	0.0%	1.1%	0.8%
MFH	-2.2%	-1.2%	0.0%	-0.4%	0.7%	0.3%
DL	-2.1%	-2.2%	-0.4%	0.0%	0.1%	0.5%
Subventionen Wärmedämmung						
EFH	keine Subventionen im Verbotsszenario			keine Subventionen im Verbotsszenario		
MFH						
DL						
Gesamte Bruttoinvestitionen nach Technologie						
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	-0.8%	0.6%	2.1%	-1.7%	-0.5%	0.1%
Heizöl	159.6%	119.3%	91.3%	18.9%	-16.8%	-43.1%
Erdgas	39.0%	-24.2%	-45.7%	10.1%	18.6%	16.9%
Holz	-6.6%	0.0%	0.1%	-0.5%	0.3%	0.1%
Fernwärme	53.9%	25.2%	18.8%	7.4%	2.2%	0.9%
Elektrodirektheizung	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wärmepumpen	-27.6%	-3.0%	4.1%	-9.8%	-4.0%	-2.0%
Solar	2.7%	-26.1%	-25.2%	-25.1%	-17.4%	-21.7%
Biogas	-0.6%	16.8%	14.8%	30.9%	23.2%	21.6%
Energiekosten nach Gebäudetyp (Bestand)						
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	1.9%	4.6%	5.0%	1.6%	3.3%	3.7%
EFH	2.3%	4.2%	4.4%	1.9%	3.8%	4.2%
MFH	2.0%	5.6%	6.5%	1.8%	4.3%	5.5%
DL	1.3%	3.1%	2.7%	0.8%	0.9%	-0.2%
Energiekosten nach Technologie (Bestand)						
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	1.9%	4.6%	5.0%	1.6%	3.3%	3.7%
Heizöl	12.5%	56.4%	138.3%	2.3%	3.3%	-9.7%
Erdgas	4.6%	7.1%	-13.8%	1.9%	6.8%	14.8%
Holz	-0.3%	-2.0%	-0.4%	0.4%	0.0%	0.0%
Fernwärme	1.0%	2.9%	4.3%	0.8%	1.0%	1.0%
Elektrizität	-8.2%	-14.0%	-7.6%	-2.5%	-4.3%	-3.3%
Biogas	-0.5%	4.3%	14.9%	18.2%	31.5%	34.5%
Endenergienachfrage						
	2018-2028	2029-2039	2040-2050	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Total	4.6%	12.2%	11.6%	1.9%	4.4%	5.3%
Heizöl	12.5%	56.4%	138.3%	2.1%	3.4%	-9.6%
Erdgas	4.6%	7.1%	-13.8%	1.8%	6.8%	14.8%
Holz	-0.3%	-2.0%	-0.4%	0.4%	0.0%	0.0%
Fernwärme	1.0%	2.9%	4.3%	0.8%	1.0%	1.0%
Elektrizität	-8.2%	-14.0%	-7.6%	-2.4%	-4.3%	-3.3%
Biogas	-0.5%	4.3%	14.9%	18.2%	31.5%	34.5%

* Zum Vergleich der Energiekosten wird die Endenergienachfrage des Referenzszenarios mit den tiefen Energiepreisen der Sensitivitätsbetrachtung bewertet.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy, Auswertungen INFRAS.

A.6 Ergebnisse der ökonomischen Auswirkungsanalyse

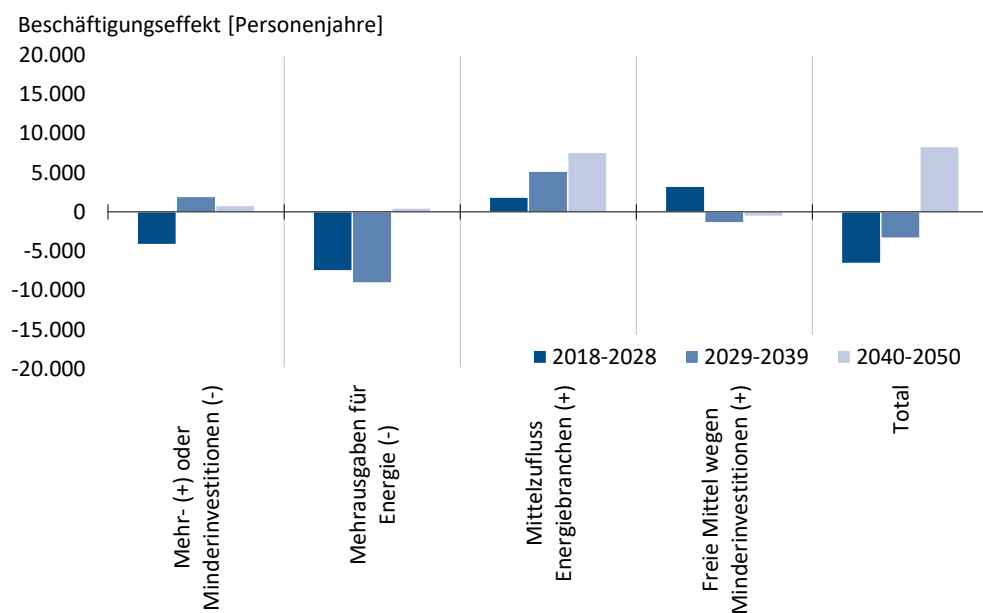
Abbildung 29: Teilwirkungen und Total der Bruttowertschöpfungseffekte (Verbotsszenario 1)



Vergleich Verbotsszenario 1 (mit hohen Energiepreisen) zum Referenzszenario.

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Abbildung 30: Teilwirkungen und Total der Beschäftigungseffekte (Verbotsszenario 1)



Vergleich Verbotsszenario 1 (mit hohen Energiepreisen) zum Referenzszenario.

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Erläuterungen zu den Aussagen der Abbildungen sind in nachfolgender Tabelle zu finden.

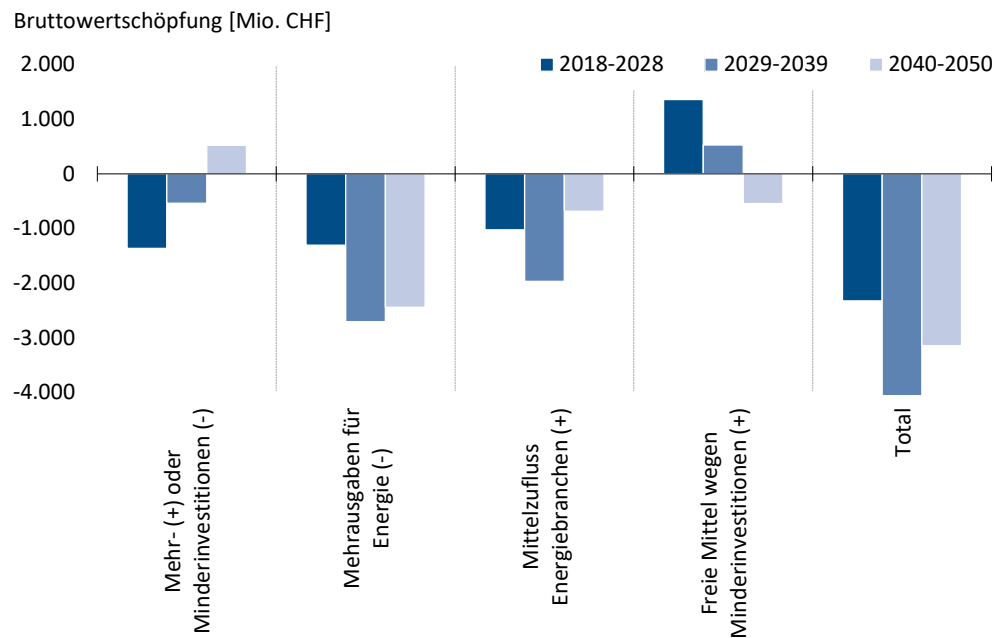
Tabelle 21: Erläuterungen zu den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen (Abbildung 29 und Abbildung 30, Verbotsszenario 1 ggü. Referenzszenario).

	«Positive» Effekte	«Negative» Effekte	Nettobilanz
«Investitionseffekte»	Mehr verfügbare Mittel (+0.1%), da gesamthaft weniger in Wärmedämmung und Heizsysteme investiert wird. Periode 1: +1% Periode 2: +/-0% Periode 3: +/-0%	Geringerer Mittelzufluss (-0.1%) für die Branchen, die bei Investitionen in Wärmedämmung und Heizsysteme betroffen sind. Periode 1: -1% Periode 2: +/-0% Periode 3: +/-0%	Finanzielle Wirkungen durch Investitionen heben sich über die drei Perioden in etwa auf und haben keine relevanten Veränderungen der inländischen Wertschöpfung oder Beschäftigung zur Folge
«Betriebsphaseneffekte»	Biogas, statt Heizöl und Erdgas, mit positiver finanzieller Wirkung für die inländische Wirtschaft (+1%). Verbot bewirkt eine Verlagerung in Beschäftigungsintensivere Energiebranchen mit höherem Inlandwertschöpfungsanteil. Periode 1: +/-0% Periode 2: +2% Periode 3: +4.5%	Höhere Betriebskosten / Energieausgaben, dadurch weniger frei verfügbare Mittel für Energiekonsumenten (-1%). Periode 1: -1.5% Periode 2: -2% Periode 3: +/-0%	Die steigende Nachfrage an inländischen Energieträgern hat positive Auswirkungen auf die inländische Wertschöpfung und Beschäftigung

Die Tabelle beschreibt die in Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellten Resultate im Hinblick auf die sich gegenüberstehenden Effekte. Es werden somit Aussagen zum Unterschied im Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario gemacht. Absolute Werte beschreiben die Differenz zwischen den Szenarien, relative Werte stellen die Abweichung normiert auf das Referenzszenario dar. Weitere Erläuterungen zu den verschiedenen Effekten und dem Modellansatz sind in Annex A.4 zu finden.

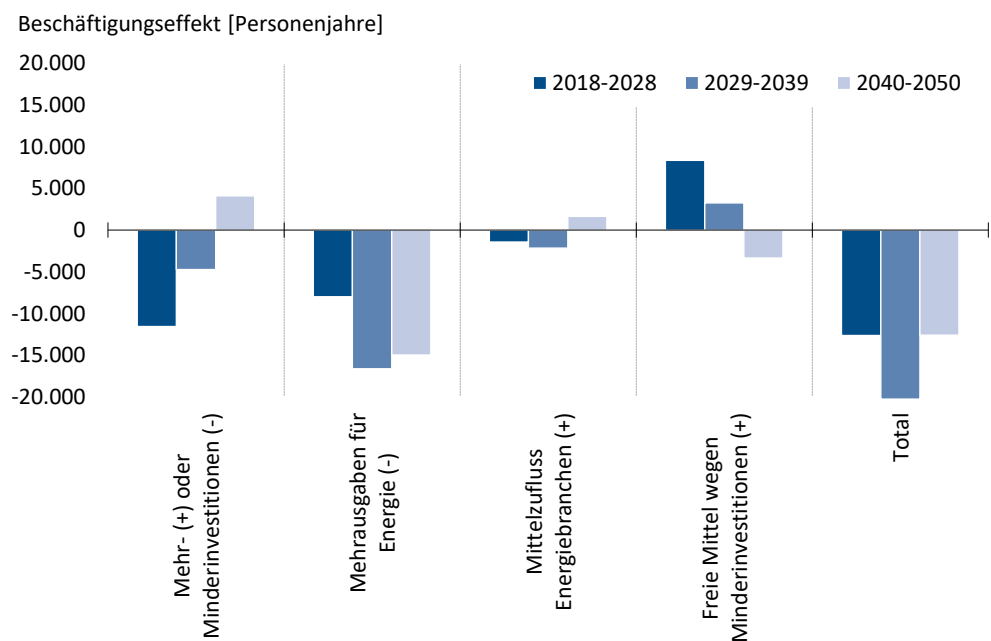
Der Vergleich der finanziellen Wirkungen und der ausgelösten Beschäftigungswirkungen beruht auf Preisen 2014/2015 (ohne Anpassungen des Preisniveaus oder der Diskontierung von in der Zukunft liegenden Einnahmen oder Ausgaben).

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Abbildung 31: Teilwirkungen und Total der Bruttowertschöpfungseffekte (Sensitivität: tiefe Energiepreise)

Vergleich der Sensitivität mit tiefen Energiepreisen zum Referenzszenario.

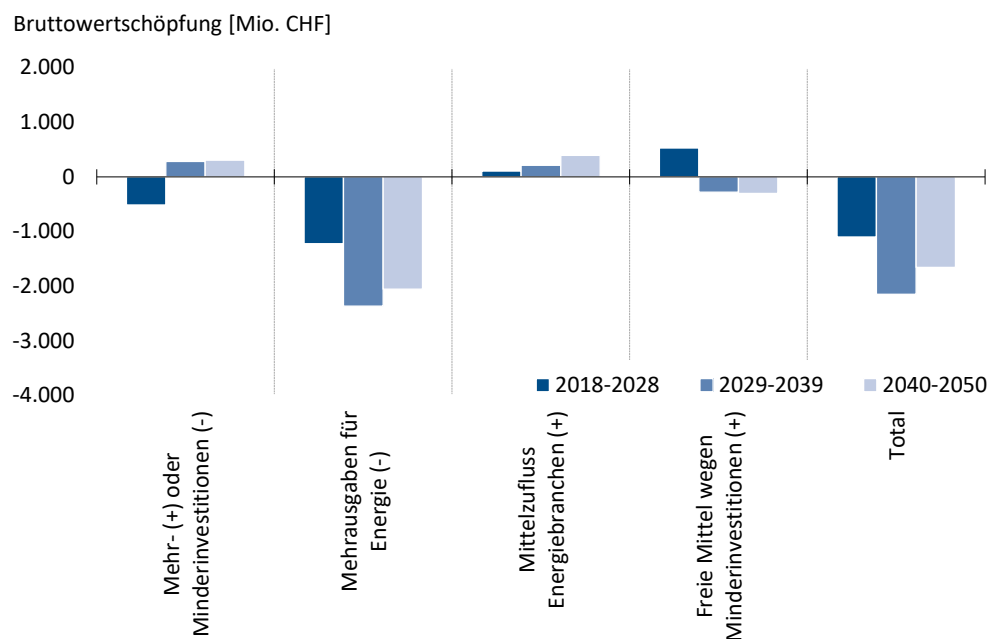
Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Abbildung 32: Teilwirkungen und Total der Beschäftigungseffekte (Sensitivität: tiefe Energiepreise)

Vergleich der Sensitivität mit tiefen Energiepreisen zum Referenzszenario.

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

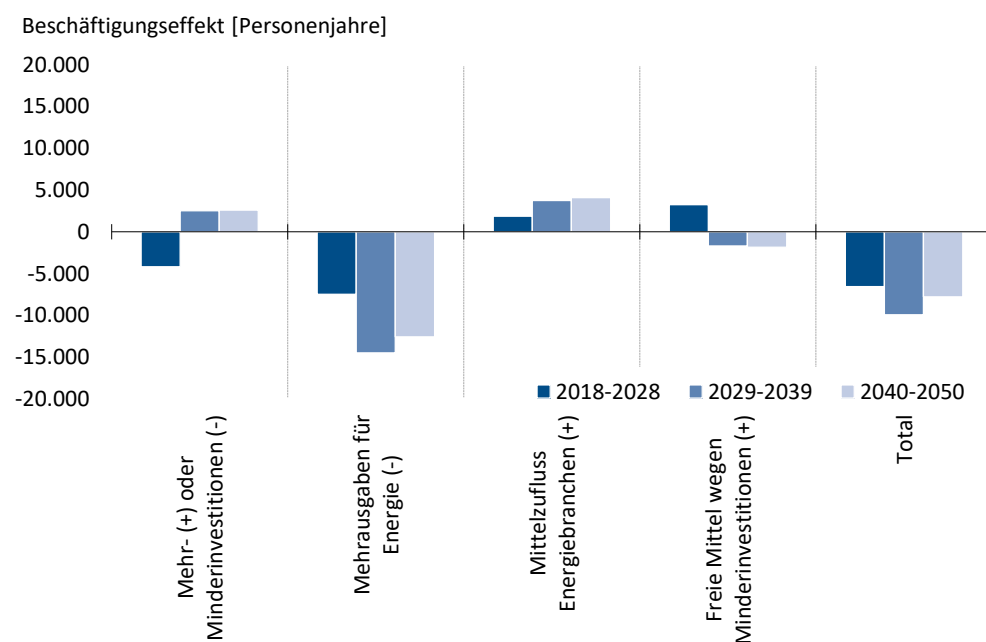
Abbildung 33: Teilwirkungen und Total der Bruttowertschöpfungseffekte (Verbotsszenario 2: Nur Ölheizungsverbot)



Vergleich des Szenarios nur Ölheizungsverbot (Verbotsszenario 2) zum Referenzszenario.

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

Abbildung 34: Teilwirkungen und Total der Beschäftigungseffekte (Verbotsszenario 2: Nur Ölheizungsverbot)



Vergleich des Szenarios nur Ölheizungsverbot (Verbotsszenario 2) zum Referenzszenario.

Grafik INFRAS. Quelle: INFRAS Modellrechnungen.

A.7 Grundlagen und Annahmen der Branchenwirkungen

Tabelle 22: Berechnungsgrundlagen - Bruttowertschöpfung (BWS) nach Branchen

Branche	BWS 2014p	BWS Summe aus NOGA Branchen	
	[Mio. CHF]		
Handel	85'934	46 & 47	Grosshandel & Detailhandel
Gastgewerbe	11'013	55 & 56	Beherbergung & Gastronomie
Finanzen & Versicherungen	61'333	64 & 65	Erbringung von Finanzdienstleistungen & Versicherungen
Öffentliche Verwaltung	67'175	84	Öffentliche Verwaltung
Bildung & Schulen	9'665	72 & 85	Forschung und Entwicklung & Erziehung und Unterricht
Gesundheit & Soziales	47'212	86 & 87 - 88	Gesundheitswesen & Heime und Sozialwesen
Industrie & Gewerbe	-	-	-
Andere Dienstleistungen	9'368	94 - 96	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen

Tabelle INFRAS. Quelle: BFS (2016a), Produktionskonto nach Branchen (50 Branchen).

Tabelle 23: Berechnungsgrundlagen - Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Branchen

Branche	2023	2034	2045
	[Mio. CHF]	[Mio. CHF]	[Mio. CHF]
Handel	93'985	104'856	116'985
Gastgewerbe	12'045	13'438	14'992
Finanzen & Versicherungen	67'079	74'838	83'494
Öffentliche Verwaltung	73'469	81'967	91'448
Bildung & Schulen	10'571	11'793	13'157
Gesundheit & Soziales	51'636	57'608	64'272
Industrie & Gewerbe	-	-	-
Andere Dienstleistungen	10'245	11'430	12'752

Basisjahr 2014, gemäss BFS (2016). Entwicklung BWS: Wachstum um 1% pro Jahr. Abgebildet sind die Werte für die Jahre 2023, 2034 und 2045, welche jeweils den Mittelwert der Betrachteten Perioden repräsentieren.

Tabelle INFRAS. Quelle: EcoPlan (2014).

Tabelle 24: Änderung der annualisierten Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen nach Branchen (Verbotsszenario 1)

Änderung im Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise)

Branchen	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	-0.1%	1.7%	2.8%
Gastgewerbe	-0.2%	0.2%	0.6%
Finanzen & Versicherungen	0.1%	1.3%	1.3%
Öffentliche Verwaltung	0.0%	4.8%	6.9%
Bildung & Schulen	0.1%	0.9%	1.9%
Gesundheit & Soziales	-0.2%	-0.3%	1.1%
Andere Dienstleistungen	-0.4%	0.4%	0.6%

Tabelle 25: Änderung der annualisierten Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen nach Branchen (Sensitivität)

Änderung in der Sensitivitätsbetrachtung gegenüber dem Referenzszenario (tiefe Energiepreise)

Branchen	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	-0.7%	0.4%	3.0%
Gastgewerbe	-1.0%	-1.2%	1.0%
Finanzen & Versicherungen	-4.8%	-3.4%	-1.2%
Öffentliche Verwaltung	-0.1%	3.5%	5.3%
Bildung & Schulen	-1.2%	-0.7%	1.9%
Gesundheit & Soziales	-0.9%	-0.5%	1.8%
Andere Dienstleistungen	-0.9%	0.1%	1.6%

Tabelle 26: Änderung der annualisierten Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen nach Branchen (Verbotsszenario 2)

Änderung im Verbotsszenario 2 gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise, nur Ölheizungsverbot)

Branchen	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	-0.1%	-0.2%	-0.3%
Gastgewerbe	-0.2%	-0.1%	0.3%
Finanzen & Versicherungen	0.1%	0.1%	-0.5%
Öffentliche Verwaltung	0.0%	2.1%	3.3%
Bildung & Schulen	0.1%	-0.2%	-0.4%
Gesundheit & Soziales	-0.2%	-0.2%	-0.5%
Andere Dienstleistungen	-0.4%	-0.6%	-0.6%

Tabelle 27: Änderung der Energiekosten nach Branchen (Verbotsszenario 1)

Änderung im Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise)

Branchen	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	0.9%	-0.6%	-4.6%
Gastgewerbe	0.9%	0.4%	-2.5%
Finanzen & Versicherungen	0.5%	-1.4%	-5.8%
Öffentliche Verwaltung	0.6%	-2.9%	-9.2%
Bildung & Schulen	0.8%	-0.4%	-3.8%
Gesundheit & Soziales	0.6%	0.1%	-2.4%
Andere Dienstleistungen	0.7%	-1.2%	-5.8%

Tabelle 28: Änderung der Energiekosten nach Branchen (Sensitivität)

Änderung in der Sensitivitätsbetrachtung gegenüber dem Referenzszenario (tiefe Energiepreise)

Branchen	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	1.3%	3.6%	3.6%
Gastgewerbe	1.4%	3.2%	2.6%
Finanzen & Versicherungen	2.4%	5.1%	6.3%
Öffentliche Verwaltung	0.1%	1.2%	0.4%
Bildung & Schulen	1.4%	2.9%	2.6%
Gesundheit & Soziales	1.1%	2.6%	2.9%
Andere Dienstleistungen	1.2%	3.2%	1.8%

Tabelle 29: Änderung der Energiekosten nach Branchen (Verbotsszenario 2)

Änderung im Verbotsszenario 2 gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise, nur Ölheizungsverbot)

Branchen	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Handel	0.9%	1.2%	0.5%
Gastgewerbe	0.9%	1.2%	0.2%
Finanzen & Versicherungen	0.5%	0.4%	-1.0%
Öffentliche Verwaltung	0.6%	-1.4%	-5.1%
Bildung & Schulen	0.8%	1.2%	0.5%
Gesundheit & Soziales	0.6%	0.8%	0.5%
Andere Dienstleistungen	0.7%	0.7%	-0.6%

Tabelle 30: Änderung der annualisierten Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen der Branchen nach Energieträger (Verbotsszenario 1)

Änderung im Verbotsszenario 1 gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise)			
Heizsystemtechnologie	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Heizöl	1%	-6%	-43%
Erdgas	1%	-17%	-57%
Holz	1%	10%	22%
Fernwärme	1%	-4%	-15%
Wärmepumpen	-1%	7%	15%
Biogas	3%	13%	22%

Tabelle 31: Änderung der annualisierten Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen der Branchen nach Energieträger (Sensitivität)

Änderung in der Sensitivitätsbetrachtung gegenüber dem Referenzszenario (tiefe Energiepreise)			
Heizsystemtechnologie	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Heizöl	43%	85%	94%
Erdgas	9%	3%	-33%
Holz	-8%	-2%	12%
Fernwärme	15%	33%	9%
Wärmepumpen	-20%	-18%	1%
Biogas	-18%	-20%	-2%

Tabelle 32: Änderung der annualisierten Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen der Branchen nach Energieträger (Verbotsszenario 2)

Änderung im Verbotsszenario 2 gegenüber dem Referenzszenario (gleiche/hohe Preise, nur Ölheizungsverbot)			
Heizsystemtechnologie	2018-2028	2029-2039	2040-2050
Heizöl	1%	-6%	-43%
Erdgas	1%	2%	4%
Holz	1%	3%	0%
Fernwärme	1%	1%	-2%
Wärmepumpen	-1%	0%	3%
Biogas	3%	7%	10%

Tabelle 33: Veränderung der Bruttowertschöpfung relevanter Branchen im Wärmeanlagenmarkt gegenüber dem Referenzszenario

	Verbotsszenario 1			Sensitivität			Verbotsszenario 2		
Branchen	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050
Wärmeanlagenmarktrelevante Branchen									
Maschinen, Fahrzeuge und Metallbearbeitung	-0.04%	-0.02%	0.00%	-0.04%	-0.02%	0.03%	-0.04%	-0.04%	-0.02%
Elektrotechnik, Elektronik	-0.03%	-0.02%	0.00%	-0.03%	-0.04%	-0.02%	-0.03%	-0.03%	-0.03%
Baugewerbe	-0.06%	-0.02%	0.00%	-0.05%	-0.04%	0.02%	-0.06%	-0.05%	-0.03%
Beratung, Planung, Informatik	-0.02%	-0.03%	0.00%	-0.03%	-0.06%	-0.05%	-0.02%	-0.04%	-0.04%

Auszug der abgebildeten Branchen im INFRAS Modell zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen. Die Berechnungen beruhen auf den Jahresmitteln der Investitionen in Heizsysteme im Szenarienvergleich (und in der Sensitivitätsbetrachtung), d.h. jeweils Differenz ggü. dem Referenzszenario. Diese Änderungen der Bruttowertschöpfung pro Branche und Periode (Jahresmittel pro Periode) wurden gegenüber der Bruttowertschöpfung der Branchen aus dem Jahr 2014 bewertet, gemäss BFS (2016a). Es wurden keine Kosten diskontiert.

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS Modellberechnungen.

A.8 Grundlagen der Auswirkungsanalyse auf Eigentümer- und Mieterschaften

Tabelle 34: Veränderte annualisierte Bruttokosten von Heizsysteminvestitionen nach Gebäudetyp und Besitzerstruktur in [Mio. CHF] (Differenzen gegenüber Referenzszenario)

	Verbotsszenario 1			Sensitivität			Verbotsszenario 2		
[Mio.CHF]	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050	2018- 2028	2029- 2039	2040- 2050
Total	-125	-268	-100	-60	-44	263	-125	-327	-176
EFH (Eigentümer)	-15	-43	-35	24	64	54	-15	-23	37
EFH (Mieter)	-2	-6	-5	3	9	7	-2	-3	5
EFH (Vermieter)	-0	-1	-1	1	1	1	-0	-1	1
MFH (Eigentümer, Stockwerk)	-22	-53	-29	-14	-26	16	-22	-61	-44
MFH (Mieter)	-66	-162	-89	-42	-79	48	-66	-186	-133
Private MFH Vermieter	-11	-23	-3	-7	-6	44	-11	-33	-25
Institutionalisierte MFH Vermieter	-5	-10	-1	-3	-3	19	-5	-14	-11
Nicht-Wohngebäude (Eigentümer, Selbstnutzer)	-1	5	10	-3	-1	11	-1	-1	-1
Nicht-Wohngebäude (Mieter)	-3	25	51	-17	-4	60	-3	-4	-5
Nicht-Wohngebäude (Vermieter)	-0	2	3	-1	-0	4	-0	-0	-0

Differenzen aus dem Szenarienvergleich zwischen Verbots- und Referenzszenario (aus Differenzen der Summen über Perioden berechnet) sowie Sensitivitätsbetrachtung.

Tabelle INFRAS. Quelle: Modellrechnungen TEP Energy.

Literatur

- BAFU 2015:** Empfehlungen für Projekte und Programme in den Bereichen Komfort und Prozesswärme – Anhang F zur Mitteilung Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland. BAFU Geschäftsstelle Kompensation, Bern, März (Version 2).
- BAFU 2016:** Synthesebericht: Volkswirtschaftliche Beurteilung der klimapolitischen Massnahmen post 2020.
- BFS 2015:** Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2015-2045. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 2015.
- BFS 2016a:** Produktionskonto nach Branchen (50 Branchen). Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 2016.
- BFS 2016b:** Beschäftigungsstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 2016.
- BFS 2016c:** Die Raumgliederung der Schweiz, [be-b-00.04-rgs-01-2016.xls], Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 2016.
- BFS 2016d:** Gebäude- und Wohnungsstatistik (seit 2009), Neuchâtel, Bundesamt für Statistik 2016.
- Bundesrat 2016:** Klimapolitik der Schweiz – Erläuternder Bericht zur Vernehmlassungsvorlage
- econcept 2015:** Nachhaltige Gebäudeerneuerung in Etappen - SANETAP
- Ecoplan 2014:** Datengrundlage Produktivitätsveränderung. Zur Verfügung gestellt von Ecoplan, für die BFE-Studie: «Abfederungsmassnahmen für energie- und treibhausgasintensive Unternehmen im Rahmen eines Klima- und Energielenkungssystems» Projekt «November 2014.
- EnDK 2016:** Gebäudepolitik 2050 - Ein Leitbild der EnDK zur langfristigen Entwicklung der interkantonalen Gebäudepolitik, Bern 2016
- INFRAS/EPFL 2016:** Emissions scenarios without measures 1990-2030, Zürich/Lausanne 2016
- INFRAS 2015:** Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015), Bern 2015
- INFRAS 2014:** Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG. Wirkungsanalyse kantonalen Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2013, Bern 2014
- INFRAS 2012:** Wirkung kantonalen Energiegesetzes, Analyse der Auswirkungen gemäß Art. 20 EnG Aktualisierung für das Jahr 2012, Bern 2012
- INFRAS 2011:** Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2010. Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung, Bern 2011
- Jakob M., Catenazzi G., Forster R., Kaiser Th., Martius G., Nägeli, C., Reiter U., Sunarjo B. 2016:** Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA Effizienzpfad. TEP Energy in Zusammenarbeit mit Lemon Consult i.A. Bundesamt für Energie, Bern, Juni

- Jakob M. et al.:2014:** .Konzept Energieversorgung 2050 - Szenarien für eine 2000-Watt-kompatible Wärmeversorgung für die Stadt Zürich. TEP Energy in Zusammenarbeit mit ETH Zürich (Lehrstuhl Nachhaltiges Bauen) im Auftrag des Energiebeauftragten und des Amts für Hochbauten (AHB) der Stadt Zürich, Zürich
- Jakob M., Gross N. et al., 2010:** Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten. Eine Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen. TEP Energy, Meier+Steinauer und HSLU i.A. Stiftung Klimarappen. Zürich, Juni.
- Jakob M., Gross N., Flury K., Martius G., Sunarjo B.: 2012:** Konzept Energieversorgung 2050 für die Stadt Zürich – Auf dem Weg zu einer 2000-Watt-tauglichen Wärmeversorgung. TEP Energy in Zusammenarbeit mit ETH Zürich (Lehrstuhl Nachhaltiges Bauen) im Auftrag des Energiebeauftragten und des Amts für Hochbauten (AHB) der Stadt Zürich, Zürich.
- Jakob M. Ott W. Bolliger R. von Grünigen S. Kallio S. Chabanova H. Nägeli C. 2014:** Integrated strategies and policy instruments for retrofitting buildings to reduce primary energy use and GHG emissions (INSPIRE). TEP Energy GmbH, econcept AG
- Jakob M., Bolliger R., von Grünigen S., Kallio S., Ott W., Nägeli C., Chabanova H. 2014:** Integrierte Strategien und Politikinstrumente für Umbauten zur Senkung des Primärenergieverbrauchs und der THG Emissionen (INSPIRE) - Dokumentation zum INSPIRE-Tool. TEP Energy und econcept im Auftrag Bundesamt für Energie, Stadt Zürich (Amt für Hochbauten), Interessengemeinschaft privater, professioneller Bauherren (IPB), Credit Suisse, Allreal, Reuss Engineering (Implenia), W. Schmid AG, Belimo, Siemens Schweiz, Zürcher Kantonalbank (ZKB), Zürich.
- Jakob 2008:** Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich. Studie im Auftrag von INFRAS, im Rahmen der Wirkungsanalyse 2007. Zürich.
- Jakob 2007:** Essays in Economics of Energy Efficiency in Residential Buildings - An Empirical Analysis. Diss. ETH No 17157. Zurich.
- Prognos 2012:** Die Energieperspektiven für die Schweiz 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050, im Auftrag des BFE. Basel.
- Prognos 2016:** CO₂-Emissionspfad im Gebäudebereich aufgrund eines Verbots fossiler Heizungen, im Auftrag des BAFU, Basel.
- Prognos, TEP et al. 2009-2015b:** Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2015 nach Verwendungszwecken. Prognos, TEP, INFRAS i.A. BFE. Bern (Ausgabe 2016 unveröffentlicht).
- Prognos, TEP et al. 2009-2016a:** Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2015 nach Bestimmungsfaktoren - Synthesebericht. Prognos, TEP, INFRAS i.A. BFE. Bern (Ausgabe 2016 unveröffentlicht).
- PWC, energybrainpool (2015):** Strompreise in der Schweiz 2016 bis 2025, Zürich, Dezember.

Rütter + Partner und TEP 2013: Volkswirtschaftliche Massnahmenanalyse zur Energiestrategie 2050- Vertiefte Abklärungen zur Massnahme. Effizienzvorschriften für Elektrogeräte, i.A. SECO, Bern.

Spühler 2008: Die Mehrleistungen des Vermieters. In: HEV 8/2008

TEP Energy, Amstein + Walthert 2015: Bestandesaufnahme Energie- und CO₂-Daten Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO₂-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen, im Auftrag des BAFU, Bern.

TEP Energy, Amstein + Walthert, INFRAS 2015: Wirtschaftliche Wirkung des Gebäudeprogramms, im Auftrag des BFE, Zürich.

VNL 2016: Klimapolitik der Schweiz - Erläuternder Bericht zur Vernehmlassungsvorlage, Stand 31. August 2016, UVEK, Bern.

Wagner R., et al. (2014): Erdsondenpotenzial in der Stadt Zürich, Schlussbericht. Weisskopf Partner GmbH i.A. Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik. Zürich, Mai

Wüest + Partner 2015: Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2001-2014 – Aktualisierung 2015, im Auftrag des BFE, Zürich.