

Grundlagenbericht

Stromverschwendung durch Betrieb ohne Nutzen



© Marco Verch

Projektteam EBP Schweiz AG

Mercedes Rittmann-Frank
Lukas Lanz
Jasmin Schmid
Sabine Perch-Nielsen

Begleitgruppe BFE

Frédéric Renkens
Adrian Grossenbacher
Simone Marchesi
Paul Stadler

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Zusammenfassung

Diese Studie wurde im Auftrag des BFE zur Beantwortung des Postulats Nr. 21.4561 des Nationalrats erarbeitet, welches den Bundesrat beauftragt, in einem Bericht das Energiesparpotenzial des "Betriebs ohne Nutzen" (BoN) zu erfassen, sowie Massnahmenvorschläge und Anreizmechanismen zu dessen Vermeidung vorzulegen. Wir definieren BoN dabei als Betriebszustand von Verbrauchsanlagen, in dem der Energieverbrauch in einem Missverhältnis zum erwünschten Nutzen steht.

Basierend auf Literaturrecherchen, Interviews mit Fachpersonen und einem Expertenworkshop zeigt die Studie folgendes auf:

- Die Stromverschwendung durch BoN in den Sektoren Haushalte, Dienstleistungen und Industrie beträgt auf Basis der durchgeführten Analyse konservativ geschätzt mindestens 4.3 TWh oder 8 % des Gesamtstromverbrauchs.
- Das quantifizierbare Potenzial verteilt sich auf die Sektoren Haushalte (1.8 TWh), Dienstleistungen (1.8 TWh) und Industrie (0.7 TWh) und betrifft sehr unterschiedliche Verwendungszwecke. Die Studie zeigt dazu eine erste Auslegeordnung und Quantifizierung.
- Neue vielversprechende Massnahmen zur weiteren Vermeidung des BoN sind zahlreich vorhanden (z.B. die Einführung eines neuen Programms für grosse Mehrfamilienhäuser). Es besteht jedoch insbesondere grosses Potenzial bei der Optimierung bereits bestehenden Instrumente.
- Eine besonders hohe Wirkung auf die Reduktion des BoN hätten gemäss Experteneinschätzung unter anderem eine Umsetzung des MuKE n Moduls 8 (Betriebsoptimierung) über alle Kantone, eine generelle Neuausrichtung und Neugewichtung von Energieeffizienzaspekten im SIA-Normenwerk oder die Aufnahme von Standards zur Reduktion des BoN in der Energieeffizienzverordnung. Die Umsetzung dieser Massnahmen durch den Bund ist jedoch schwierig bis sehr schwierig, da die Kompetenz bei anderen Akteuren liegt.
- Daneben gibt es auch verschiedene «low hanging fruits» mit beträchtlicher Wirkung, aber geringerem Aufwand und einfacherer Umsetzung. Der Bund könnte zum Beispiel Anforderungen zur Betriebsoptimierungen als zusätzliches Förderkriterium bei bestehenden Förderprogrammen stellen oder den Aspekt des BoN stärker in den Standardabläufen bestehender Beratungen verankern.

Résumé

Cette étude a été élaborée sur mandat de l'OFEN en vue de préparer la réponse au postulat n° 21.4561 du conseiller national Kurt Egger, qui charge le Conseil fédéral de présenter dans un rapport le potentiel d'économies d'énergie que recèlent les appareils qui tournent inutilement (« exploitation sans utilité ») et de proposer des mesures et des mécanismes incitatifs qui permettraient d'éviter ce gaspillage. Nous définissons l'exploitation sans utilité comme un état de fonctionnement des installations électriques dans lequel la consommation d'énergie est disproportionnée par rapport à l'utilité souhaitée.

Partant de recherches bibliographiques, d'entretiens avec des spécialistes et d'un atelier d'experts, l'étude suggère ce qui suit :

- Sur la base de l'analyse effectuée, le gaspillage d'électricité dû à l'exploitation sans utilité dans les secteurs des ménages, des services et de l'industrie s'élève, selon une estimation conservatrice, à au moins 4,3 TWh par an, soit 8 % de la consommation totale d'électricité.
- Le potentiel quantifiable se répartit entre les secteurs des ménages (1,8 TWh), des services (1,8 TWh) et de l'industrie (0,7 TWh) et concerne des utilisations très différentes. L'étude propose un premier état des lieux et une première quantification.
- De nombreuses nouvelles mesures prometteuses sont à disposition pour poursuivre la réduction de l'exploitation sans utilité (p. ex. l'introduction d'un nouveau programme pour les grands immeubles collectifs). Mais il existe surtout un grand potentiel d'optimisation des instruments existants.

- Selon l'estimation des experts, une mise en œuvre du module 8 du MoPEC (optimisation de l'exploitation) dans tous les cantons, une réorientation générale et une nouvelle pondération des aspects liés à l'efficacité énergétique dans les normes SIA ou l'intégration de normes visant à réduire l'exploitation sans utilité dans l'ordonnance sur les exigences relatives à l'efficacité énergétique (OEEE) auraient notamment un effet particulièrement important sur la réduction de l'exploitation sans utilité. La mise en œuvre de ces mesures par la Confédération est toutefois difficile, voire très difficile, car la compétence est aux mains d'autres acteurs.
- Par ailleurs, il existe différents « low hanging fruits » dont l'impact est considérable et dont la mise en œuvre est plus simple et moins coûteuse. La Confédération pourrait par exemple poser des exigences en matière d'optimisation de l'exploitation comme critère d'encouragement supplémentaire dans le cadre des programmes d'encouragement existants ou ancrer davantage l'aspect de l'exploitation sans utilité dans les procédures standard des services de conseil existants.

Sintesi

Lo studio è stato commissionato dall'UFE in risposta al postulato n. 21.4561 del Consigliere Nazionale Kurt Egger, che ha richiesto al Consiglio Federale di elaborare un rapporto sul potenziale di risparmio energetico derivante dal "funzionamento a vuoto", e di proporre misure e incentivi per ridurre tali sprechi. Il funzionamento a vuoto è definito come uno stato di operatività degli impianti elettrici in cui il consumo energetico risulta sproporzionato rispetto all'utilità desiderata.

Basandosi su ricerche di letteratura, interviste con esperti del settore e un workshop di specialisti, lo studio ha evidenziato quanto segue:

- Una stima prudenziale indica che gli sprechi energetici dovuti al funzionamento a vuoto nei settori delle economie domestiche, dei servizi e industriale ammontano ad almeno 4,3 TWh all'anno, corrispondenti a circa l'8% del consumo totale di energia elettrica.
- Il potenziale di risparmio energetico è distribuito tra il settore delle economie domestiche (1,8 TWh), il settore dei servizi (1,8 TWh) e l'industria (0,7 TWh), con usi molto eterogenei. Lo studio fornisce una panoramica e una quantificazione preliminare di questo potenziale.
- Diverse nuove misure promettenti sono disponibili per ridurre ulteriormente l'energia inutilmente consumata (come l'introduzione di programmi specifici per grandi complessi residenziali). Tuttavia, emerge un notevole margine di ottimizzazione anche per quanto riguarda l'uso degli strumenti già esistenti.
- Gli esperti hanno sottolineato che l'applicazione del Modulo 8 del MoPEC (ottimizzazione dell'esercizio) in tutti i cantoni, un riorientamento generale delle norme SIA con un maggiore peso sugli aspetti di efficienza energetica, e l'introduzione di regolamenti specifici per ridurre il funzionamento a vuoto nell'Ordinanza sull'efficienza energetica (OEEne), potrebbero avere un impatto rilevante. Tuttavia, l'attuazione di tali misure risulta complessa, poiché la competenza spetta a vari attori al di fuori della Confederazione.
- D'altra parte, vi sono diverse misure di efficientamento definite "low hanging fruits", che, pur richiedendo minori risorse e sforzi, possono generare impatti significativi. Il governo federale potrebbe, ad esempio, integrare l'ottimizzazione dell'esercizio come criterio aggiuntivo per l'accesso ai programmi di sostegno esistenti, o ancorare più saldamente l'aspetto del funzionamento a vuoto all'interno dei processi standard già utilizzati nei servizi di consulenza energetica.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	6
1.1	Ausgangslage und Ziel der Studie.....	6
1.2	Begriffe.....	6
1.3	Systemgrenze.....	8
2.	Vorgehen.....	9
2.1	Vorgehensweise bei der Quantifizierung des BoN.....	9
2.2	Erarbeitung der Massnahmenempfehlungen.....	10
3.	Stromverbrauch durch BoN und Reduktionspotenzial.....	11
3.1	Stromverbrauch in allen Sektoren.....	11
3.2	Übersicht BON in allen Sektoren.....	12
3.3	Sektor Haushalte.....	14
3.4	Sektor Dienstleistungen.....	17
3.5	Sektor Industrie.....	19
3.6	Mögliche Vertiefungen.....	22
4.	Bisherige Massnahmen zur Reduktion des BON.....	24
4.1	Übersicht.....	24
4.2	Kurzbeurteilung der Massnahmen.....	25
5.	Hemmnisse zur Reduktion des BoN.....	29
6.	Mögliche Massnahmen.....	31
7.	Schlussfolgerungen.....	39

Anhang

A1	Literaturverzeichnis.....	42
A2	Übersicht Literaturrecherche.....	45
A3	Interviewleitfaden.....	47
A4	Beteiligte Fachpersonen.....	48

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage und Ziel der Studie

Am 9. Mai 2022 nahm der Nationalrat das Postulat Nr. 21.4561 von Kurt Egger an. Der Nationalrat beauftragt den Bundesrat, das Potenzial der Energieverschwendung im «Betrieb ohne Nutzen» (folgend BoN) zu erfassen und Vorschläge zur Vermeidung vorzulegen. Zur Beantwortung des Postulats wurde EBP beauftragt, den vorliegenden Grundlagenbericht zu erarbeiten, der die Entwicklung und das weitere Reduktionspotenzial des BoN aufzeigt, unter Berücksichtigung der Kompetenzen des Bundes.

Das Konzept des BoN wurde bisher nicht einheitlich definiert und die Relevanz des BoN in der Schweiz wurde bisher noch nicht systematisch über verschiedene Sektoren und Verwendungszwecke hinweg untersucht. Das übergeordnete Ziel dieser Studie ist entsprechend, den Begriff BoN zu präzisieren, das Ausmass des BoN im Bereich Strom in der Schweiz grob abzuschätzen und das Feld für mögliche neue Massnahmen, weitere Vertiefungen und Nachfolgestudien abzustecken.

Die konkreten Ziele der Studie sind:

- Der aktuelle Stromverbrauch durch BoN und das weitere Potenzial zur Reduktion des BoN ist in den Sektoren Haushalte, Dienstleistung und Industrie erfasst.
- Aktuelle Massnahmen zur Reduktion des BoN und die wichtigsten bestehenden Hemmnisse sind für alle Sektoren beschrieben.
- Empfehlungen zur weiteren Reduktion des Stromverbrauchs durch BoN und für inhaltliche Vertiefungen sind formuliert, unter Berücksichtigung der Zuständigkeiten von Bund und Kantonen.

1.2 Begriffe

Betrieb ohne Nutzen (BoN)

Wir definieren BoN als einen Betriebszustand von Verbrauchsanlagen, in dem der Energieverbrauch in einem Missverhältnis zum erwünschten Nutzen steht. Dieser Zustand führt zu einem unnötigen Energieverbrauch. Um den Zustand zu beschreiben und abzugrenzen, unterscheiden wir vier Betriebszustände (siehe Abbildung 1):

- Aus-Zustand
- Teilbetrieb mit Nutzen (Standby)
- Betrieb ohne Nutzen
- Betrieb mit Nutzen

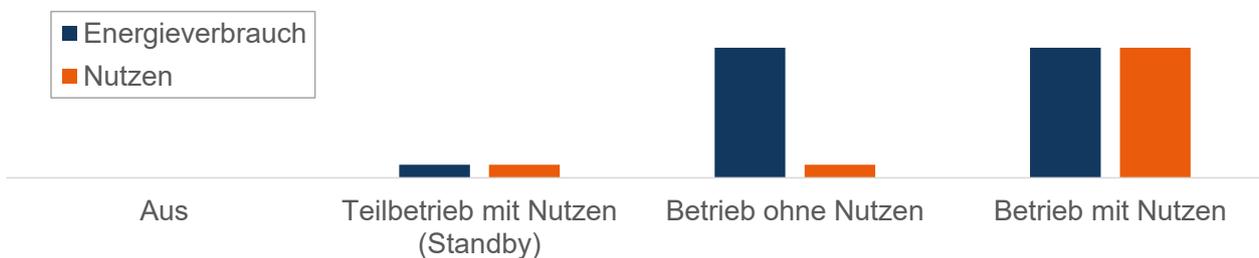


Abbildung 1: Schematische Illustration verschiedener Betriebszustände

Im Aus-Zustand wird nahezu keine Energie verbraucht. Auf der anderen Seite gibt es den Betrieb mit Nutzen, wo der Energieverbrauch gross ist (Normalbetrieb bei Teil- bis Vollast), gleichzeitig aber auch der erwünschte Nutzen erbracht wird (z.B. Bereitstellung von Wärme, Kälte, Luftstrom, Antrieb oder eines Produkts). Verbrauch und Nutzen stehen in diesem Zustand im Verhältnis zueinander. Dazwischen unterscheiden wir zwei Betriebszustände: Der Standby-Zustand kann als Teilbetrieb mit Nutzen angesehen werden – der Nutzen ist tief (z.B. rasche Bereitschaft der Anlage), jedoch auch der dafür notwendige Energieverbrauch. Verbrauch und Nutzen stehen ebenfalls in Verhältnis zueinander. Demgegenüber steht der Betrieb

ohne Nutzen: Der Zustand, in dem eine Verbrauchsanlage im Normalbetrieb bei Teil- oder Volllast ist, ohne jedoch den erwünschten Nutzen des Betriebs zu erbringen (siehe Übersicht in Tabelle 1).

Betriebszustand	Energieverbrauch	Nutzen	Beispiele
Aus-Zustand	kein (oder sehr kleiner) Verbrauch	kein erwünschter Nutzen	Vom Stromnetz getrennte oder manuell ausgeschaltete Geräte
Teilbetrieb mit Nutzen (Standby)	kleiner Verbrauch (Standby-Verbrauch)	(kleiner) erwünschter Nutzen (Bereitschaft, Kommunikation, ...)	Schnellerer Wechsel von Geräten in Betriebsmodus, Komponenten einer Gebäudeautomation
Betrieb ohne Nutzen	grosser Verbrauch (Teil- bis Volllast)	kein erwünschter Nutzen (ausser Standby-Funktionen)	Beleuchtung oder Lüftung ausserhalb Nutzungszeitraums
Betrieb mit Nutzen	grosser Verbrauch (Teil- bis Volllast)	(grosser) erwünschter Nutzen (Wärme, Kälte, Luftstrom, Antrieb, Produkt, ...)	Beleuchtung oder Lüftung innerhalb Nutzungszeitraums

Tabelle 1: Definition und Abgrenzung verschiedener Betriebszustände

Die Abgrenzung von Betrieb mit Nutzen und Betrieb ohne Nutzen ist dann sehr klar, wenn der erwünschte Nutzen einer Verbrauchsanlage klar nicht erbracht wird. Eine Beleuchtung hat z.B. den Zweck, einen Raum für einen Menschen ausreichend zu beleuchten. Wenn niemand im Raum ist, handelt es sich um einen BoN. Schwieriger ist die Abgrenzung in Situationen, in denen der erwünschte Nutzen nur teilweise erbracht wird (z.B. auf Normalbetrieb ausgelegtes System von Umwälzpumpen, von denen in einem Gebäude mit Wohn- und Geschäften am Wochenende nur einige wenige ausreichen würden). In diesen Fällen gibt es einen fließenden Übergang von Betrieb mit Nutzen (Energie und Nutzen stehen im Verhältnis) zu Betrieb ohne Nutzen (Energie und Nutzen stehen im Missverhältnis).

Betriebliche Optimierung

Betriebliche Optimierung sehen wir als ein Überbegriff für Verbesserungen des Verhältnisses von Energieverbrauch und erwünschtem Nutzen. Wir unterscheiden drei Mechanismen zur betrieblichen Optimierung:

1. Senkung Verbrauch

Durch die Senkung des Verbrauchs kann in allen Betriebszuständen mit kleinerem Energieverbrauch der gleiche Nutzen erzielt werden (siehe Abbildung 2). Dies beinhaltet insbesondere den Ersatz von ineffizienten Geräten durch neue Geräte höherer Effizienzklasse, den Ersatz überdimensionierter Systemkomponenten durch besser dimensionierte Komponenten (z.B. Pumpen) oder die Anpassung des Systems an den effektiv verwertbaren Nutzen (z.B. Reduktion Dampfproduktion auf den Teil, der tatsächlich als Dampf benötigt wird).



Abbildung 2: Illustration der energetischen Optimierung durch Senkung des Verbrauchs

2. Steigerung Nutzen

Durch Steigerung des Nutzens kann in allen Betriebszuständen mit gleichem Energieverbrauch¹ ein höherer Nutzen erzielt werden (siehe Abbildung 3). Dies beinhaltet insbesondere die Erhöhung der Auslastung von

¹ In Realität kann je nach Fall auch der Energieverbrauch leicht zunehmen, z.B. durch den Einsatz zusätzlicher Systemkomponenten für die Nutzung von Abwärme. Entscheidend ist, dass durch eine Massnahme zur Steigerung des Nutzens der Nutzen ungleich stärker erhöht wird als der Energieverbrauch.

Anlagen (z.B. mehr Wäsche pro Waschgang einer Waschanlage durch Verbesserung der Waschmittel), die Verbesserung der betrieblichen Abläufe (z.B. erhöhter Output von Produktionsanlagen durch optimaleren Einsatz der Anlagen) oder die Rückgewinnung von überschüssiger Energie (z.B. Abwärmenutzung).

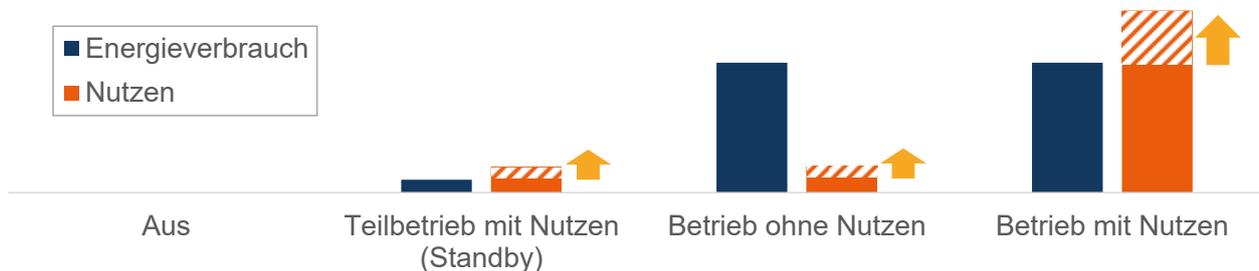


Abbildung 3: Illustration der energetischen Optimierung durch Steigerung des Nutzens

3. Reduktion Betrieb ohne Nutzen

Die Reduktion des BoN meint den zeitlich optimalen Betrieb von Verbrauchern und damit die Vermeidung von Situationen im diesem Betriebszustand (siehe Abbildung 4). Dies beinhaltet insbesondere folgende zwei unterschiedlichen Massnahmentypen, die die Dauer des BoN vermindern können:

- Technisch gesteuerte Reduktionen, z.B. durch Gebäudeautomation, Präsenzmelder, smarte Gerätesteuerungen, usw.
- Durch den Menschen gesteuerte Reduktionen, z.B. durch Verhaltensänderungen (z.B. aktives Licht löschen beim Verlassen eines Raumes) oder Suffizienzmassnahmen (z.B. Senkung der Heiztemperatur dafür Tragen warmer Kleidung im Winter)



Abbildung 4: Illustration der energetischen Optimierung durch Reduktion von BoN

1.3 Systemgrenze

Die Bestimmung des Stromverbrauchs durch BoN und des bestehenden Reduktionspotenzials im Rahmen dieser Studie zielt darauf ab, den nationalen Stromverbrauch im Betriebszustand «Betrieb ohne Nutzen» gemäss obiger Definition zu quantifizieren (grüner Balken bei «Betrieb ohne Nutzen»). Die Vermeidung von Stromverbrauch im Betriebszustand «Teilbetrieb mit Nutzen» (Standby) wird bewusst davon abgegrenzt und ist nicht Fokus dieser Studie. Die Systemgrenze ist dabei wie folgt definiert:

- Geographische Systemgrenze: Die gesamte Schweiz wird betrachtet.
- Energieträger: Der Fokus liegt auf Elektrizität.
- Sektoren: Die Sektoren Haushalte, Dienstleistung und Industrie werden im Rahmen der Studie untersucht. Mobilität und Landwirtschaft sind nicht Teil dieser Studie.
- Betriebliche Optimierung: Fokus auf Reduktion des Betriebs ohne Nutzen (Mechanismus 3). Die Senkung des Verbrauchs oder Erhöhung des Nutzens (Mechanismen 1 und 2) sind nicht Teil dieser Studie.
- Kompetenz: Im Vordergrund stehen Massnahmen des Bundes oder andere Massnahmen mit nationaler Relevanz.

2. Vorgehen

Das Vorgehen für diese Studie kann grob in die Quantifizierung des BoN (siehe Kap. 2.1 und Abbildung 5) und in die Erarbeitung möglicher Massnahmen (siehe Kap. 2.2 und Abbildung 6) unterteilt werden.

2.1 Vorgehensweise bei der Quantifizierung des BoN

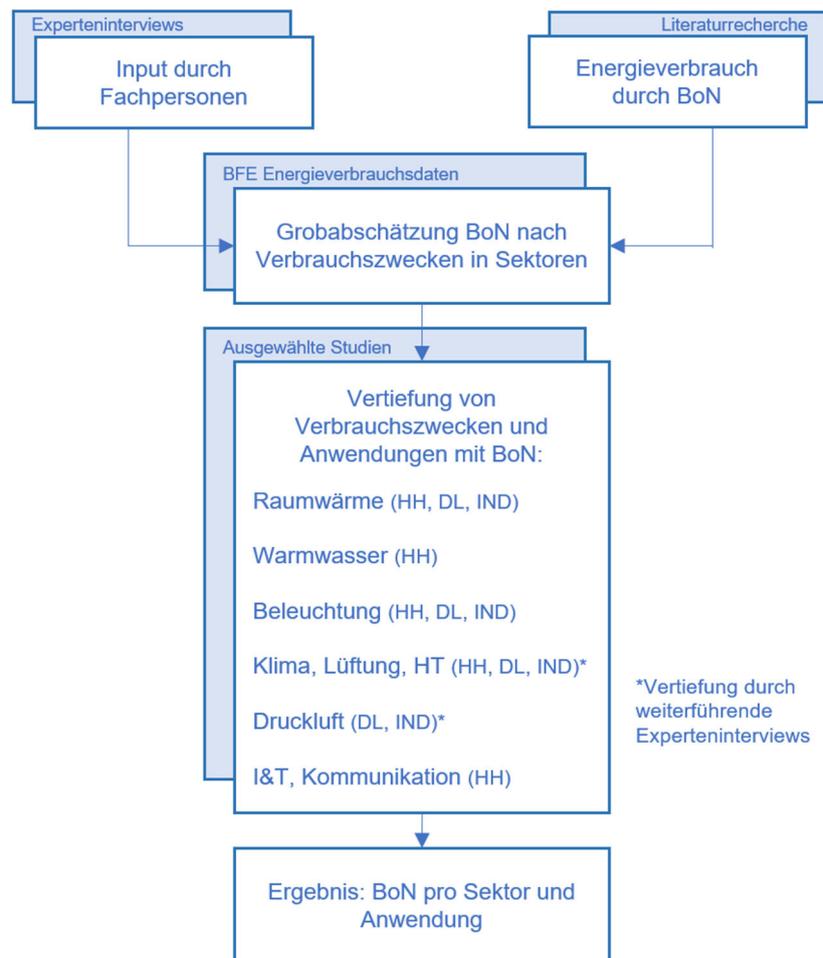


Abbildung 5: Vorgehensweise und Arbeitsmethoden bei der Quantifizierung des BoN

Für die Quantifizierung wurde eine Literaturrecherche im Themenbereich des BoN durchgeführt, um den aktuellen Kenntnisstand zu erfassen. Dazu wurden mittels Internetrecherche nach den Begriffen «Betrieb ohne Nutzen», «BoN», «Potenzial», «Energie», «Nachfrage», «Konsum», «Verhaltensänderung», «Smart», «Steuerung», «Kontrolle», «intelligent», «Automation», «Effizienz», «Suffizienz», «Schweiz» und ihren Kombinationen gesucht. Zunächst wurde primär nach Ergebnissen zur Schweiz gesucht, diese Suche jedoch danach auf den gesamten deutschsprachigen Raum ausgeweitet (Details zur Literaturrecherche siehe Anhang A1).

Anschliessend wurden Interviews mit Energiefachleuten aus dem Haushalts-, Dienstleistungs- und Industrieresektor durchgeführt (Interviewleitfaden siehe Anhang A3 / Informationen zu den befragten Personen siehe Anhang A4). Im Sinne einer Top-Down-Analyse schätzten die Expertinnen und Experten für alle Verwendungszwecke den heutigen Verbrauch durch BoN und das verbleibende Reduktionspotenzial ab. Als grundlegendes Mengengerüst diente die Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken. Basierend darauf wurden alle Fachleute in jedem Verwendungszweck bei den ihnen bekannten Sektoren nach den wichtigsten Kategorien und Verbrauchern mit BoN und nach dem geschätzten

Anteil des BoN befragt. Aus den Informationen aus Literatur und Interviews erarbeiteten wir eine Grob­schätzung des Energieverbrauchs des BoN in allen Verwendungszwecken und Sektoren.

Die Verwendungszwecke und Anwendungen, die laut Interviews und Literatur den grössten Verbrauch durch BoN aufweisen und das grösste Potenzial zur Reduktion haben, vertieften wir zuletzt durch weiterführende Literaturrecherchen, gezielte Interviews mit weiteren Fachpersonen und quantitativen Hochrechnungen.

2.2 Erarbeitung der Massnahmenempfehlungen

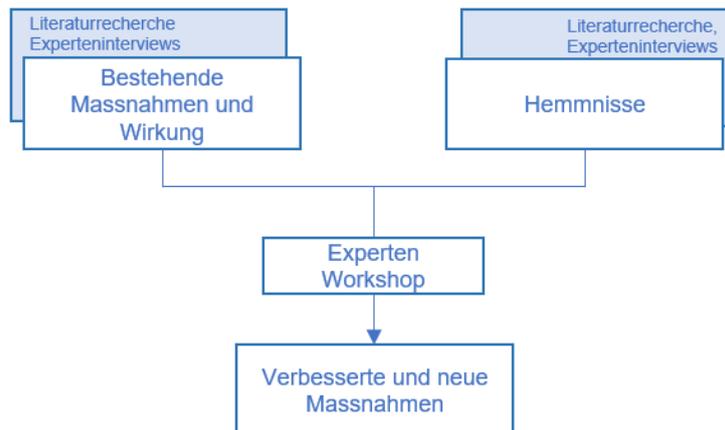


Abbildung 6: Vorgehensweise und Arbeitsmethoden bei der Erarbeitung der Massnahmenempfehlungen

In der Literaturrecherche für die Quantifizierung des BoN sammelten wir auch Informationen zu bestehenden Massnahmen zur Reduktion des BoN und Hemmnissen, die der Reduktion des BoN im Weg stehen.

Ergänzend zum Energieverbrauch befragten wir die Expertinnen und Experten auch, wie sich die bestehenden Massnahmen seitens Bund auf den Verbrauch durch BoN auswirken und welche Verbesserungspotenziale bei den bestehenden Instrumenten bestehen. Zudem holten wir von den Fachpersonen ab, welche Hemmnisse aus ihrer Sicht der Reduktion des BoN im Weg stehen. Der komplette Interviewleitfaden ist in Anhang A3 dokumentiert.

Zuletzt evaluierten wir Ergebnisse zu den Reduktionspotenzialen des BoN, Massnahmen und Hemmnissen und zogen Schlussfolgerungen. Daraus formulierten wir in einem Experten-Workshop mögliche Anpassungen zu bestehenden Massnahmen und mögliche neue Massnahmen zur weiteren Reduktion des BoN (Informationen zu den Workshopteilnehmenden siehe Anhang A4).

3. Stromverbrauch durch BoN und Reduktionspotenzial

3.1 Stromverbrauch in allen Sektoren

Der jährliche Gesamtenergieverbrauch der Sektoren Haushalte (HH), Dienstleistungen (DL) und Industrie (IND) beträgt 148 TWh. Davon entfallen 54 TWh auf den Elektrizitätsverbrauch [1]. Der Grossteil der Energiemenge wird vom Haushaltssektor konsumiert. Alle drei Sektoren verbrauchen in etwa die gleiche Menge an Strom (siehe Abbildung 7).

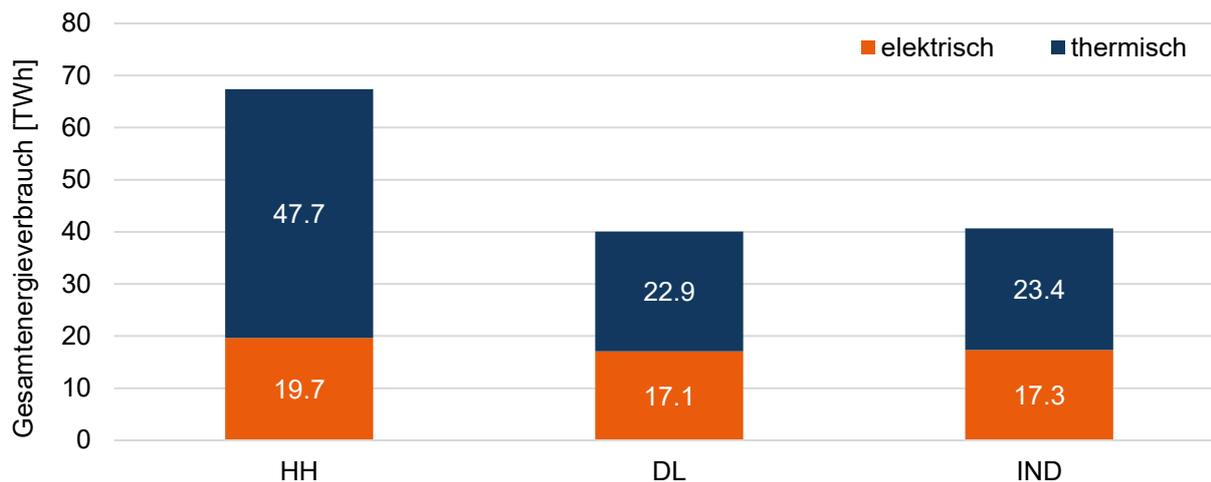


Abbildung 7: Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs (elektrisch und thermische Energie) nach Sektor HH: Haushalt, DL: Dienstleistung und IND: Industrie.

Der Stromverbrauch in den Sektoren wird nach den folgenden Verwendungszwecken aufgeschlüsselt:

Verwendungszweck	Haushalte	Dienstleistung	Industrie
Raumwärme	Elektroheizungen, elektrische Wärmepumpen		
Warmwasser	elektrische Wärmepumpenboiler, elektrische Boiler		
Prozesswärme	Kochen, Geschirrspüler	Warmwasser durch elektr. und therm. Energieträger, Kochherde, Steamer	Wärmeverbrauch (therm. /elektrisch erzeugt) für industrielle und gewerbliche Prozesse, Stromverbrauch Küche
Klima, Lüftung und Hautstechnik	Steuerung, Umwälz- und Zirkulationspumpen	Kühlung, Klimaanlage, Lüftungen, Pumpen, Antennenverstärker, andere Anlagen (Waschmaschinen, Tumbler, Tiefkühlgeräte), inkl. MFH, Zweit- & Ferienwohnungen	Steuerung, Umwälz- und Zirkulationspumpen, Raumklimatisierung, Kühlung
Unterhaltungs-, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)	TV- und Radiogeräte, Computer inkl. Peripherie (Monitore, Drucker), (Mobil-)Telefone	IKT Büro, IKT Rechenzentren, IKT Infrastruktur	IKT Infrastruktur
Beleuchtung	Beleuchtung	inkl. Strassenbeleuchtung, Ausserbeleuchtung	Beleuchtung
Antriebe und Prozesse	Waschen, Trocknen, Kühlen, Gefrieren	Lifte und Fahrtreppen, diverse Gebäudetechnik, Gewerbliche Kälte, Wäsche, Druckluft, Melkmaschinen, industrielle Fertigungsprozesse, mechanische Prozesse, u.a.	Steuerung, Druckluft, Melkmaschinen, Förderbänder, industrielle Fertigungsprozesse, mechanische Prozesse, Kälteanlagen, Pumpen, usw.
Sonstige	Übrige Elektrogeräte	Strassentunnels, Schneekanonen, Übrige	Sonstige

Tabelle 2: Beschreibung der Verwendungszwecke gemäss BFE-Studie [1]

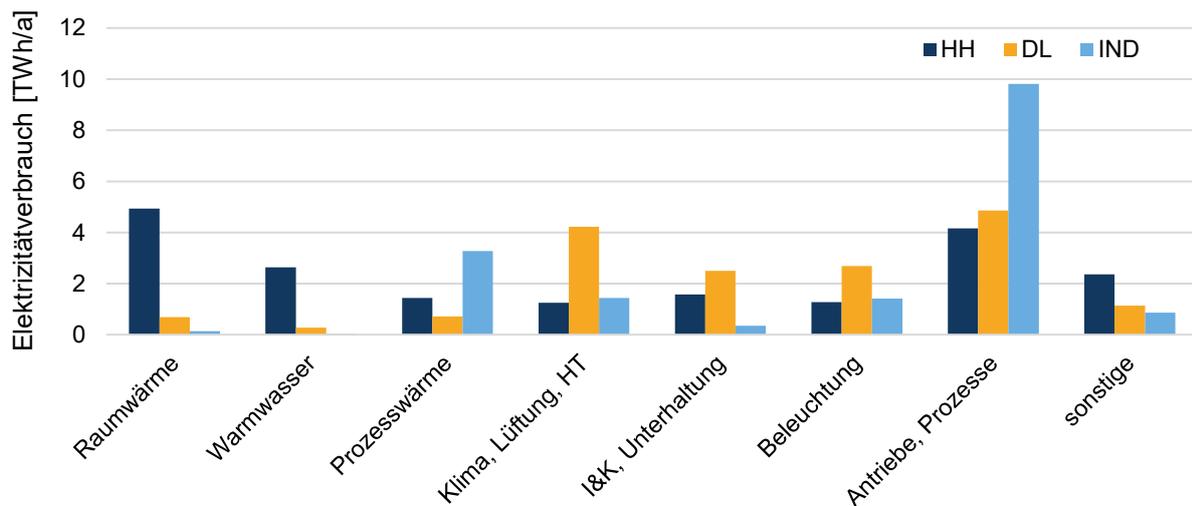


Abbildung 8: Stromverbrauch nach Verwendungszweck in den Sektoren HH: Haushalt, DL: Dienstleistung und IND: Industrie und nach Verbrauchszwecken [1]

Abbildung 8 zeigt den Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken und Sektor. Der Sektor Haushalte dominiert im Verwendungszweck Raumwärme mit 5 TWh, welches rund 25% des Stromverbrauchs in diesem Sektor ausmacht. Der Verbrauch für Antriebe und Prozesse ist in allen Sektoren recht hoch, vor allem in der Industrie, wo er 57% des Stromverbrauchs ausmacht. Der Anwendungsbereich Klima-, Lüftungs- und Gebäudetechnik ist im Dienstleistungssektor mit ca. 4 TWh ist der zweit grösste Verbraucher. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der BFE-Studie [1] der Stromverbrauch für die gemeinsam genutzte Gebäudeinfrastruktur der Mehrfamilienhäuser nicht den Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet wird.

3.2 Übersicht BON in allen Sektoren

Das Hauptziel dieser Studie ist es, die Bereiche mit dem grössten Potenzial für die Einsparung von Stromverschwendung durch den BoN zu identifizieren. Durch Literaturrecherche und Experteninterviews wurden die folgenden Bereiche identifiziert, in denen beträchtliche Mengen an Strom durch den BoN verschwendet und in dieser Studie quantifiziert werden:

- Raumwärme und Warmwasser
- Beleuchtung
- Klima, Lüftung, HT
- Druckluft im Verwendungszweck Antrieb, Prozesse

Darüber hinaus wird vermutet, dass in allen Branchen Stromverschwendung durch den BoN im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (I&K), Unterhaltung stattfindet. Dieser Bereich wird in dieser Studie nur für den Haushaltsektor abgeschätzt, nicht für die Sektoren Dienstleistung und Industrie, da es bisher keine verlässliche Quelle für eine Quantifizierung gibt. Die übrigen Verwendungszwecke wurden aus Ressourcengründen nicht betrachtet. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse und der Energieverbrauch des BoN nach Bereichen ist in Abbildung 9 dargestellt.

TWh	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Klima, Lüftung, HT	IKT	Beleuchtung	Antriebe, Prozesse	Total
Haushalt	0.95	0.32		0.04	0.15	0.32		1.78
Dienstleistung	0.14			0.94		0.66	0.07	1.81
Industrie				0.22		0.27	0.19	0.68
Total	1.09	0.32		1.20	0.15	1.25	0.26	4.27

Tabelle 3: Übersicht des Stromverbrauchs durch Betrieb ohne Nutzen (BoN) in verschiedenen Sektoren. Die grauen Felder kennzeichnen noch zu quantifizierende Potenziale.

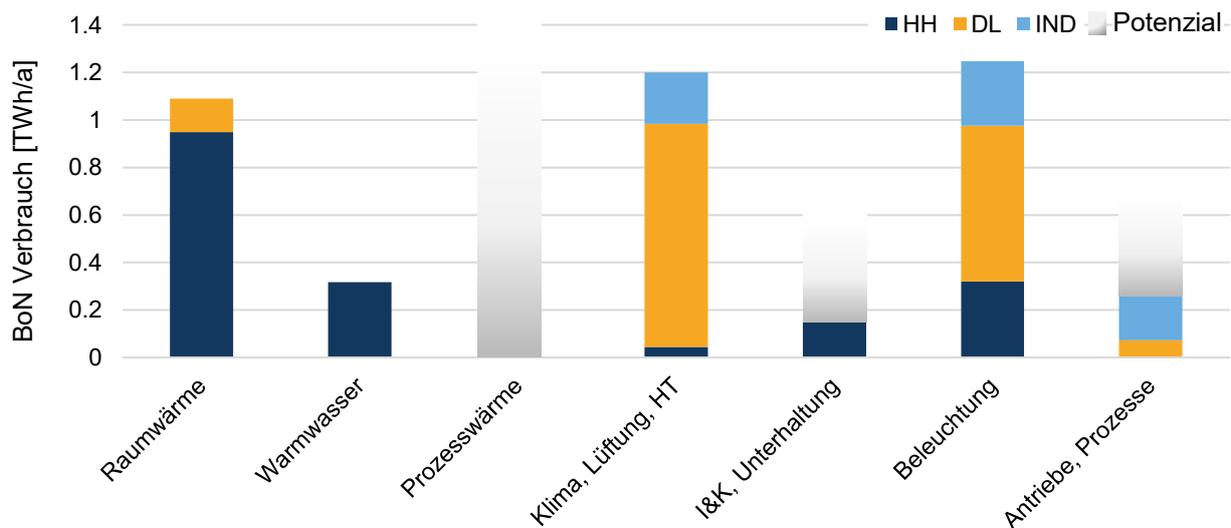


Abbildung 9: Geschätzte Stromverschwendung durch BoN in nach Verwendungszweck für die Sektoren HH: Haushalte, DL: Dienstleistungen und IND: Industrie. Grauer Balken veranschaulicht nicht erfasstes Potenzial.

Der BoN wird vor allem in den Bereichen Beleuchtung sowie Klima- und Lüftungstechnik als gross eingeschätzt. Es wird vermutet, dass es ein grosses Potenzial im Bereich Prozesswärme und Antriebe gibt. Deshalb wird empfohlen, sich in diesem Bereich mit einer anschliessenden separaten Studie zu vertiefen.

Im Haushaltssektor wurde der BoN-Verbrauch auf etwa 1.8 TWh pro Jahr geschätzt. Der grösste Verbrauch wird bei der Raumwärme gesehen, die elektrisch bereitgestellt wird. Der Rest wird durch den BoN in den Bereichen Beleuchtung, Warmwasser, Klima, Lüftung und HT und I&K und Unterhaltung verursacht.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Dienstleistungssektor jährlich ebenfalls etwa 1.8 TWh Energie ohne Nutzen verbraucht. Dies betrifft vor allem die Bereiche Klima, Lüftung, Haustechnik mit einem Beitrag von knapp 1 TWh. Der zweitwichtigste Bereich ist die Beleuchtung. Betrieb ohne Nutzen wird auch bei der Anwendung von Druckluft gesehen, die im Verwendungszweck Antriebe und Prozesse enthalten ist.

Der geschätzte Verbrauch des BoN in der Industrie liegt bei ca. 0.7 TWh pro Jahr. Aufgrund der grossen Vielfalt des Sektors wurden in dieser Studie Querschnittstechnologien wie Klima, Lüftung und Haustechnik sowie Beleuchtung zur Abschätzung herangezogen. Darüber hinaus findet sich BoN auch in der Anwendung Druckluft, die dem Verwendungszweck Antriebe und Prozesse zugeordnet ist. In dieser Studie wurden prozessspezifische Potenziale nicht betrachtet, der tatsächliche BoN-Verbrauch im Industriesektor liegt laut Experten vermutlich wesentlich höher.

Die Studie schätzt somit einen Stromverbrauch durch den BoN von insgesamt ca. 4.3 TWh, was ca. 8% des gesamten Stromverbrauchs (54 TWh) in den Sektoren Haushalte, Dienstleistungen und Industrie in der Schweiz entspricht. Da sich die Studie auf 6 von 8 Verwendungszwecken konzentriert, für welche Daten und Erfahrungen vorliegen, ist davon auszugehen, dass das Potenzial weitaus höher ist. Insbesondere in den Sektoren Dienstleistung und Industrie wird ein grösseres Potenzial vermutet. Zum Beispiel liegen für diese Bereiche keine Daten zum BoN in I&K und Unterhaltung vor. Im Bereich Industrie ist es sehr wahrscheinlich, dass zusätzlicher BoN in den Verwendungszwecken Antriebe, Prozesse sowie Prozesswärme anfällt.

3.3 Sektor Haushalte

Der Gesamtenergieverbrauch im Haushaltssektor beträgt insgesamt 67 TWh, wobei der Stromverbrauch rund 30% ausmacht (20 TWh) [1]. Die Aufteilung des Stromverbrauchs nach Verwendungszweck ist in Abbildung 10 dargestellt, die dazu gehörenden durchschnittlichen BoN-Anteile und ihre Varianz ist in Abbildung 11 aufgeführt und beides in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Durch die Multiplikation der geschätzten BoN-Anteile mit den Elektrizitätsverbräuchen nach Verwendungszwecken konnte das BoN-Potenzial im HH-Sektor in absoluten Zahlen ermittelt werden (Abbildung 12).

HH	Raumwärme	Warmwasser	Klima, Lüftung, HT	IKT	Kochherde	Beleuchtung	Antriebe, Prozesse	Sonstige Elektrogeräte	Total
Stromverbrauch [TWh]	4.94	2.64	1.25	1.58	1.44	1.28	4.17	2.36	19.67
BoN [TWh]	0.94	0.32	0.04	0.15		0.32			1.78
Anteil	19%	12%	4%	9%		25%			9%

Tabelle 4: Übersicht des Stromverbrauchs nach Verwendungszweck und dem Stromverbrauch, der durch den Betrieb ohne Nutzen (BoN) anfällt im Haushaltssektor. Der prozentuale Anteil beschreibt, wie viel des gesamten Stromverbrauchs jedes Verwendungszwecks durch BoN verursacht wird.

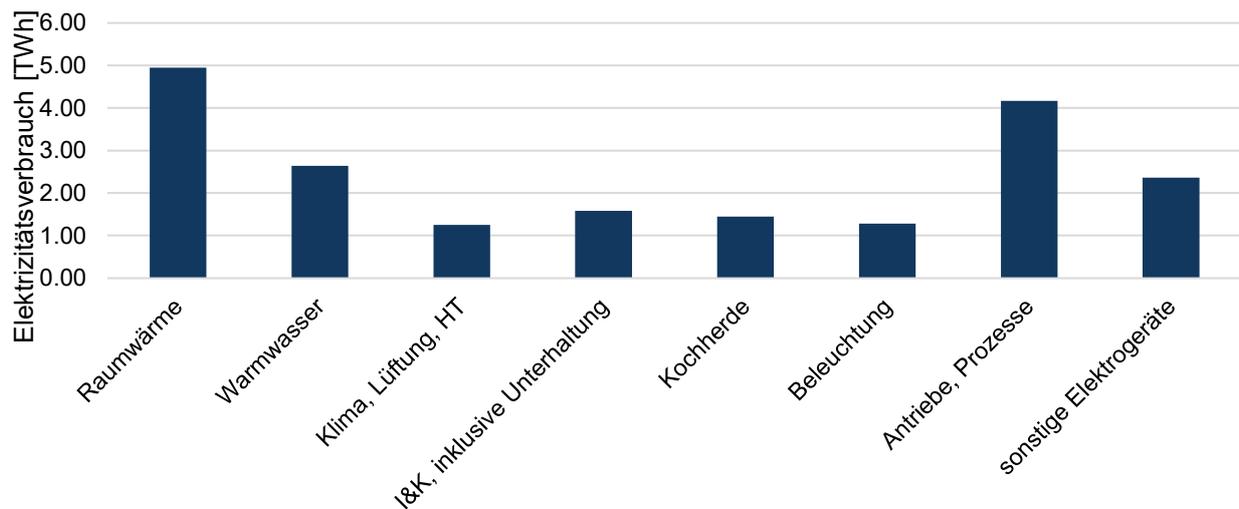


Abbildung 10: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszweck im Haushaltssektor (BFE 2022 [1]).

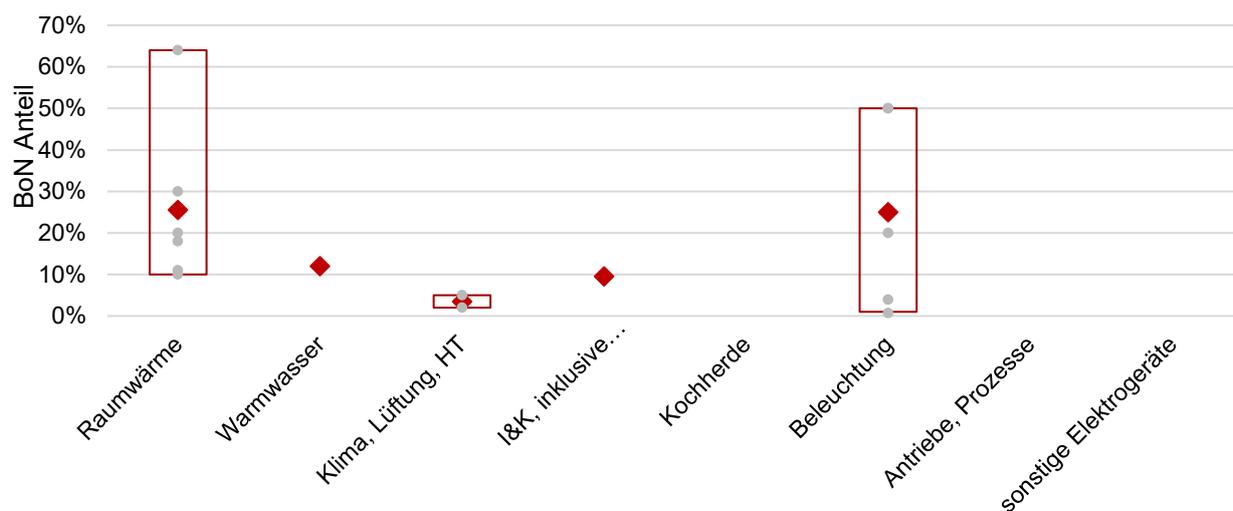


Abbildung 11: Der Prozentsatz des Betriebs ohne Nutzen für die Verwendungszwecke wird durch eine rote Raute dargestellt, während die roten Kästen den Bereich der Streuung des BoN-Anteils gemäss Literatur und Experteninterviews anzeigt.

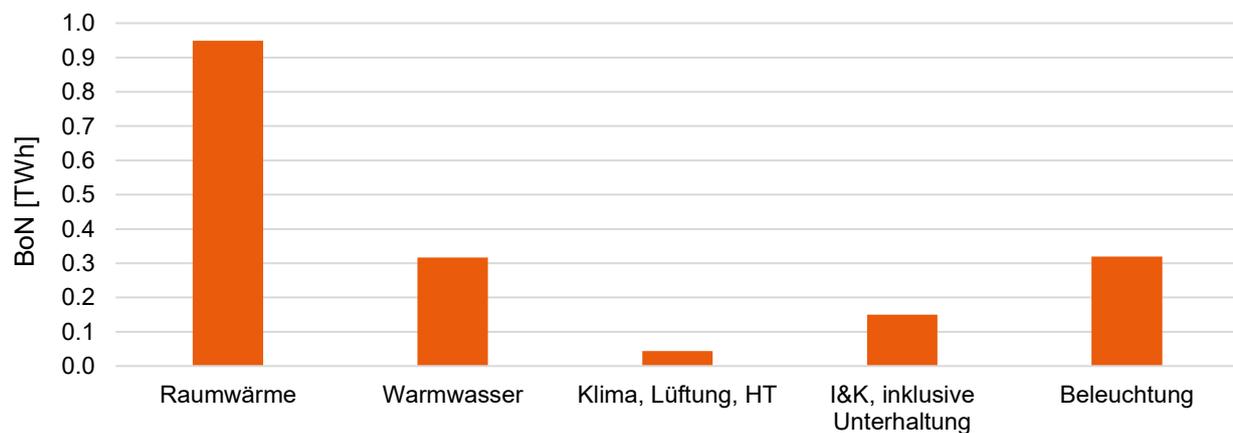


Abbildung 12: Stromverbrauch durch Betrieb ohne Nutzen in fünf Verwendungszwecken des Haushaltssektor.

Die **Raumwärme** im Haushaltssektor verbraucht insgesamt 64% und entspricht 46 TWh des Gesamtenergieverbrauchs. 5 TWh davon werden durch elektrische Widerstandsheizungen oder Wärmepumpen bereitgestellt und sind für ein Viertel des Stromverbrauchs im HH-Sektor verantwortlich. Es gibt bei der Raumwärme ein deutliches Optimierungspotenzial, das vor allem auf den Hauptenergieträger, den thermischen Energieträger, einen grossen Einfluss hat. Experten gehen davon aus, dass durch Betriebsoptimierung zwischen 10-20% der gesamten Wärmebereitstellung eingespart werden kann. Von diesen Einsparungen entfällt ein Teil auf den Stromverbrauch (ca. 1/4) und der grössere Teil auf die eigentliche Wärmeerzeugung (ca. 3/4). Dies ergibt sich aus Optimierungen bei der Einstellung des Wärmeerzeugers (thermisch oder elektrisch) sowie bei der Wärmeverteilung, welche die elektrischen Komponenten einschliesst und hier dem Verwendungszweck Klima, Lüftung und HT zugeordnet wird. Weiterhin findet man in der Literatur für das Raumklima BoN-Reduktionspotenziale von 20 bis 25% durch geändertes Nutzerverhalten (z.B. Vermeidung von gekippten Fenstern bei laufender Heizung) [2]. Das Beheizen von ungenutzten Zweit- oder Ferienwohnungen wird hier dem DL-Sektor zugerechnet. In dieser Studie wird der Stromverbrauch durch den BoN im Bereich der Raumwärme daher auf einen Mittelwert von 20% oder 950 GWh geschätzt (siehe Abbildung 12). Besonders im Angesicht der Elektrifizierung der Heizungen in der Zukunft ist die Betrachtung dieses Potenzials wichtig.

Warmwasser wird in der Schweiz zu etwa 30% elektrisch bereitgestellt und ist damit verantwortlich für den Verbrauch von rund 2.6 TWh/a. In der Literatur finden sich dazu primär Angaben zu Reduktionspotenzial durch suffizientes Verhalten (z.B. duschen statt baden oder Hände kalt waschen). Gemäss unserer Definition zählt dies nicht als BoN, da ein zusätzlicher Nutzen in Form von Komfort entsteht. Gemäss TopTen gibt es in der Schweiz noch 1 Million Elektroboiler, die einen Verbrauch von 2 TWh haben und einen thermischen

Verlust von 15% [3]. Daraus ergibt sich ein geschätzter Verbrauch von ca. 317 GWh durch den Betrieb ohne Nutzen für die Warmwasserbereitung.

Der Stromverbrauch der Hilfsenergie für den Betrieb der Heizanlagen und die Wärmeverteilung ist dem Verwendungszweck **Klima, Lüftung und Haustechnik** zugeordnet. Dieser beträgt rund 1.2 TWh/a. Der Stromverbrauch für die gemeinsam genutzte Gebäudeinfrastruktur der Mehrfamilienhäuser ist nicht den Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugeordnet. BoN entsteht z.B., wenn Umwälzpumpen nicht an die Jahreszeiten angepasst werden und im Sommer weiterlaufen. In der Literatur wird hier ein BoN-Potenzial von 2% bis 20 % angegeben, wobei sich der hohe Wert auf komplexere Häuser und Mehrfamilienhäuser bezieht. Bei Einfamilienhäusern ist das Potenzial aufgrund des eher niedrigen Komplexitätsgrades geringer und wird auf 4% geschätzt. Der Verbrauch der Mehrfamilienhäuser im Sektor Dienstleistung zugeordnet wird. Es wird ein Verbrauch von 44 GWh durch den BoN im Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik geschätzt. Nach Meinung der Experten ist dies ein Mindestwert, da der tatsächliche Anteil von BoN höher vermutet wird. Denn es gibt weitere Anwendungen mit BoN, die hier nicht berücksichtigt wurden, wie z.B. Heizbänder an Warmwasserleitungen, beheizte Garageneinfahrten, beheizte Jacuzzis und Whirlpools und Dachrinnenheizungen. Eine quantitative Erfassung dieser Daten ist derzeit nicht verfügbar und konnte daher nicht in das BoN-Potenzial einbezogen werden.

Vereinzelt wurde in den Interviews auch BoN in Komponenten **der Informations- und Kommunikationstechnologie** (I&K), wie z. B. Modems, erwähnt. Diese verursachen einen Verbrauch von rund 1.6 TWh/a des jährlichen Stromverbrauchs der Haushalte. Viele dieser Komponenten bleiben ständig verfügbar, auch wenn sie stundenlang nicht genutzt werden. Die Tatsache, dass ihre Zahl in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen hat macht es eventuell interessant, das Potenzial des BoN zu vertiefen. Netzwerke und Server allein verbrauchten 2020 rund 127 GWh Strom [4] und Modems 500 GWh. Gemäss einem Experten sollen Modem-Geräte, welche zu dem Verbrauchszweck gehören, zu 30% nicht genutzt werden. Somit gibt es in diesem Bereich wohl rund 150 GWh BoN.

Ein grosses Potenzial für Stromeinsparungen durch Verringerung des BoN wird bei der **Beleuchtung** gesehen. Sie ist verantwortlich für 1.3 TWh/a und macht damit 6% des Stromverbrauchs der Haushalte aus. Diese Anwendung umfasst auch die Beleuchtung in Mehrfamilienhäusern in Gemeinschaftsbereichen wie Fluren, Aussenbeleuchtung, Kellern und Waschräumen. Auch wenn die alten Leuchtmittel in den letzten Jahren durch effizientere ersetzt wurden, gibt es noch Optimierungsmöglichkeiten. Allein durch optimierte Sensorik könnten laut einer Studie der Schweizer Licht Gemeinschaft SLG 50 GWh eingespart werden [5]. Weitere Einsparungen sind durch die Anpassung der Helligkeit möglich. Der Austausch durch effizientere Leuchtmittel führt oft zu einer Überbeleuchtung, da die aktuellen Leuchtmittel bei gleicher Leistung heller sind. In der Literatur wird ein BoN-Wert zwischen 1% und 50% angegeben, wobei die Experten eher zu 50% bei MFH tendieren. Der BoN wird hier mit einem Durchschnittswert von 25%, respektive 320 GWh geschätzt.

Zusammengefasst wurde in der Wärmebereitstellung von Raumwärme und Warmwasser der grösste Stromverbrauch durch den BoN gefunden. Insgesamt wird die Stromverschwendung durch BoN im Haushaltssektor auf 1.8 TWh geschätzt, was 7% des Stromverbrauchs in diesem Sektor entspricht. Die grosse Herausforderung bei der Energieoptimierung im Haushaltsbereich liegt im umfangreichen Mengengerüst von etwa 4.7 Millionen Wohneinheiten [6], das erreicht werden muss. Ein Vorteil besteht jedoch darin, dass die Massnahmen sich wiederholen und im Vergleich zum komplexen Industriesektor leicht replizierbar sind.

3.4 Sektor Dienstleistungen

Der Gesamtenergieverbrauch im Dienstleistungssektor im Jahr 2022 beträgt 40 TWh². Der Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser ist mit 55 % am höchsten und wird hauptsächlich durch thermische Energieträger gedeckt (bis 84%). Für alle anderen Zwecke wird hauptsächlich Elektrizität verwendet. Nur zum Kochen werden auch thermische Energiequellen genutzt. Vom Gesamtenergieverbrauch dieses Sektors sind 40%, also 17.1 TWh elektrischen Ursprungs. Die Aufteilung des Stromverbrauchs im Dienstleistungssektor nach Verwendungszweck, zusammen mit dem geschätzten BoN-Anteil und seiner Verteilung ist in Abbildung 13 und 14 dargestellt. Durch die Multiplikation der geschätzten BoN-Anteile mit den Elektrizitätsverbräuchen nach Verwendungszwecken wird das BoN-Potenzial im DL-Sektor in absoluten Zahlen ermittelt (Abbildung 15).

DL	Raumwärme	Warmwasser	Klima, Lüftung, HT	IKT	Prozesswärme	Beleuchtung	Antriebe, Prozesse	Sonstige	Total
Stromverbrauch [TWh]	0.69	0.28	4.22	2.50	0.72	2.69	4.86	1.14	17.11
BoN [TWh]	0.14		0.94			0.66	0.07		1.81
Anteil	20%		22%			24%	2%		10%

Tabelle 5 Übersicht des Stromverbrauchs nach Verwendungszweck und dem Stromverbrauch, der durch den Betrieb ohne Nutzen (BoN) im Dienstleistungssektor anfällt. Der prozentuale Anteil beschreibt, wie viel des gesamten Stromverbrauchs jedes Verwendungszwecks durch BoN verursacht wird.

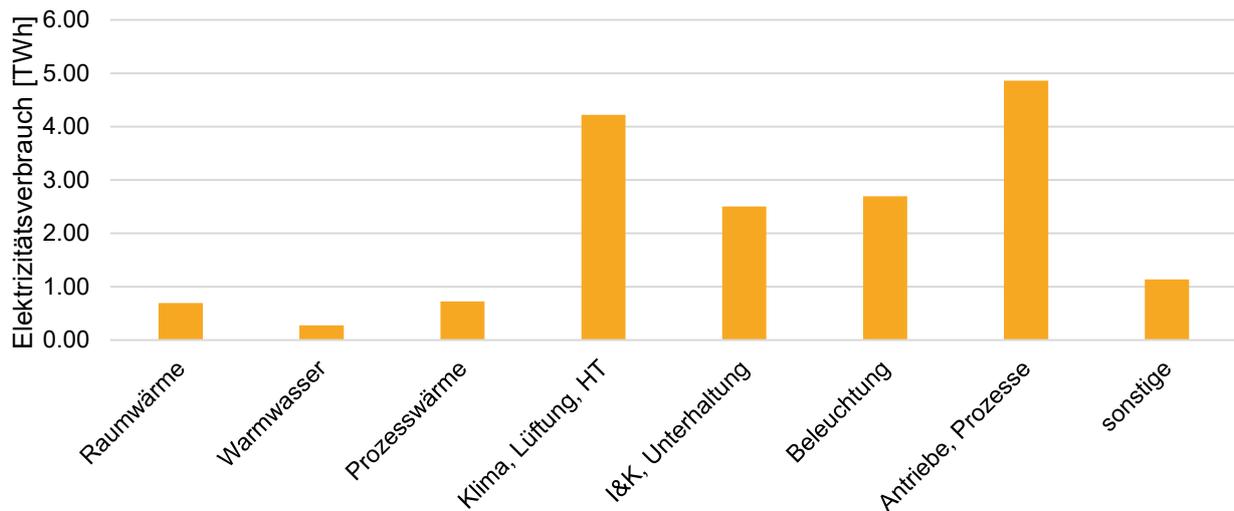


Abbildung 13: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszweck im Dienstleistungssektor (BFE 2022).

² inklusiv Landwirtschaft, dieser Bereich wird in dieser Studie nicht weiter vertieft und mit einem Energieverbrauch von 4TWh (1 TWh_{elektrisch}) vorerst vernachlässigt. Es wird eine detaillierte Analyse für die Landwirtschaft empfohlen, in den 4 TWh wird nicht der Treibstoffverbrauch oder den Wärmeverbrauch ausserhalb von Gebäuden angegeben wird, wo es höchstwahrscheinlich BoN gibt.

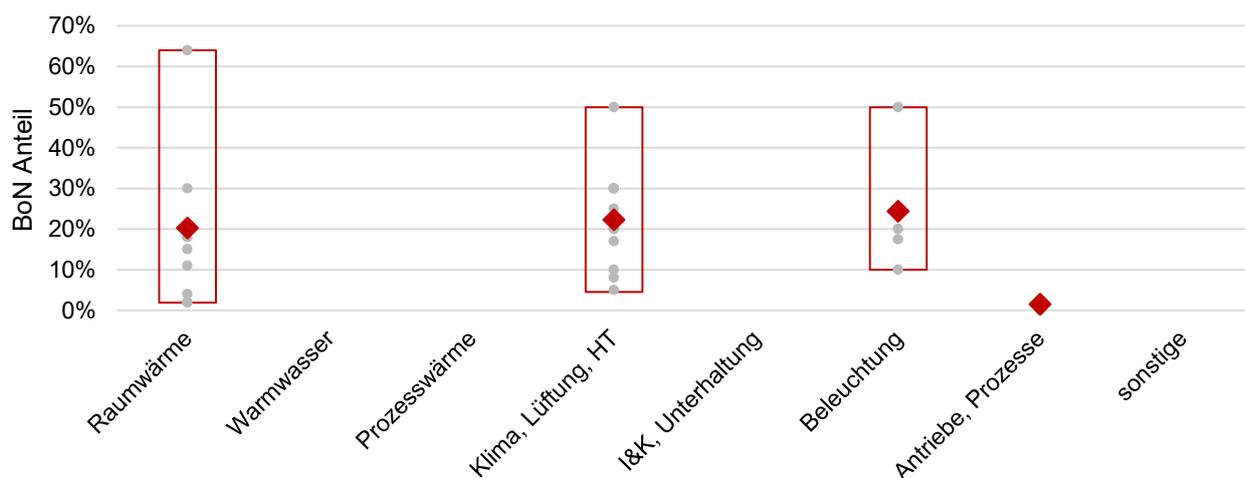


Abbildung 14: Der Prozentsatz des Betriebs ohne Nutzen für die Verwendungszwecke wird durch eine rote Raute dargestellt, der rote Kasten gibt die Verteilung des BoN-Anteils gemäss der diversen Aussagen aus der Literatur und Experteninterviews (je grauer Punkt).

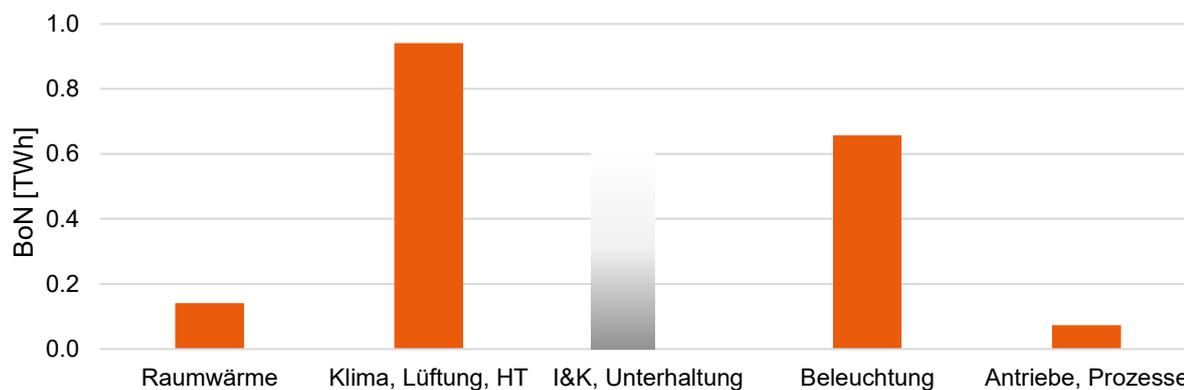


Abbildung 15: Energieverbrauch durch Betrieb ohne Nutzen in den Verwendungszwecken des Dienstleistungssektor. Grauer Balken als Platzhalter aufgrund fehlender quantitativer Grundlagen.

Die elektrisch generierte **Raumwärme** verbraucht im DL-Sektor rund 690 GWh, was 4% des Energieverbrauchs für die Raumwärme entspricht. Wie im Haushaltssektor schätzen Experten, dass auch im DL-Sektor durch eine optimierte Betriebsführung etwa 10-20% der gesamten Wärme eingespart werden können. Die Einsparungen verteilen sich auf den Stromverbrauch (ca. 1/4) und die eigentliche Wärmeerzeugung (ca. 3/4), wobei die Optimierungen die Einstellungen des Wärmeerzeugers (thermisch oder elektrisch) sowie die Wärmeverteilung mit elektrischen Komponenten betreffen.

Bei der Nutzung der Raumheizung besteht nach Aussagen der Experten besonders in Schulen, Kindergärten und Bürogebäuden ein Einsparungspotenzial durch die Reduktion des Heizens während der Ferienzeiten oder an Wochenenden, an denen kein Betrieb stattfindet. In der Literatur findet man beispielsweise für ein Hochschulgebäude ein BoN-Potenzial von 2% bei der Raumwärme [7]. Da bei diesem Gebäudetyp aufgrund der längeren ungenutzten Zeiten wohl eher mehr BoN entsteht als bei sonstigen DL-Gebäuden. Im DL-Sektor wird ein BoN-Potenzial von 20 % für Raumwärme geschätzt, was 141 GWh entspricht. Auch Zweit- und Ferienwohnungen werden dem Dienstleistungssektor zugeordnet. Gemäss einer BFE-Studie von 2017 könnten bei diesen rund 336 GWh Strom pro Jahr eingespart werden indem mittels Fernsteuerung bei Leerstand die Heizungen abgesenkt würden [8]. Dieser Wert wurde bei Klima, Lüftung und Haustechnik dazugezählt, da die Anzahl Wärmepumpen noch vernachlässigbar ist.

Ein weiteres Potenzial für die betriebliche Optimierung im Bereich der Gebäudeautomation liegt im Bereich der **Beleuchtung**. Für diesen Verwendungszweck werden 2.7 TWh/a, also 16% des Stromverbrauchs dieses Sektors verwendet. Expertenaussagen zufolge besteht hier bis zu 50% Potenzial für die Reduktion des Stromverbrauchs durch den Einsatz von Bewegungssensoren. Gemittelt mit Zahlen aus der Literatur (17%

Sparpotenzial durch Sensoren [5]) ergibt sich ein BoN-Potenzial von 24%, also rund 660 GWh/a. Zudem wurde oft das Problem der Überbeleuchtung angesprochen. Häufig werden alte Lampen durch neue, hellere ersetzt. In den meisten Fällen wird nicht darauf geachtet, den optimalen Helligkeitszustand zu erreichen, der durch moderne, effiziente Lampen bei geringerem Stromverbrauch als bei alten Leuchtmitteln erzielt werden kann. Stattdessen erfolgt oft einfach der Austausch eines alten Leuchtmittels durch ein neues, effizienteres, mit gleicher Leistung.

Ein erhebliches betriebliches Optimierungspotenzial im Dienstleistungssektor liegt im Bereich der Wärmeverteilung, die dem Verwendungszweck **Lüftung, Klima und Haustechnik** zugeordnet ist. Dieser Bereich ist 4.2 TWh/a für ein Viertel des Stromverbrauchs im DL-Sektor verantwortlich. Hier besteht Verbesserungspotenzial durch Energieverschwendung, z.B. durch nicht saisonal geschaltete Pumpen, die laufen, obwohl der Wärmeerzeuger nicht in Betrieb ist. In grossen Gebäuden wie Bürogebäuden, Schulen, Sportanlagen und Kindergärten, spielt auch die Lüftung eine wichtige Rolle und wird wie die Heizungsanlage oft ausserhalb der Nutzungszeiten oder in Ferienzeiten betrieben oder belüftet sogar unbenutzte Räume. Nach einer Studie der Stadt Zürich wird in Verwaltungsgebäuden und Schulen die Hälfte des Stroms ausserhalb der Betriebszeiten verbraucht. Bei Pflege- und Altersheimen ist es wegen der längeren Betriebszeiten rund ein Fünftel [7]. Ein grosser Teil dieses Stroms wird für die Gebäudetechnik verwendet. Aus den Literaturquellen und den Experteninterviews ergibt sich ein BoN-Potenzial von ca. 22% bzw. ca. 0.94 TWh.

Ein weiterer relevanter Verwendungszweck im DL-Sektor sind die **Antriebe und Prozesse**. Sie sind verantwortlich für einen Stromverbrauch von 4.8 TWh/a. Beispiele für Verbraucher in diesem Bereich sind Lifte, gewerbliche Kühlschränke oder Waschmaschinen. Ein wichtiges System dieses Bereichs, welches viel BoN hat, sind Druckluftkompressoren. Obwohl sie nicht flächendeckend verbreitet sind, finden sie auch im Dienstleistungsbereich Anwendung. Beispiele hierfür sind in Werkstätten, in denen sie für pneumatische Werkzeuge wie Bohrmaschinen und Schleifmaschinen eingesetzt werden. Darüber hinaus kommen Druckluftkompressoren auch in medizinischen Geräten wie in Zahnarztstühlen zum Einsatz. Druckluft ist ein bekanntes System, bei dem durch Leckagen Verluste in Höhe von ca. 15 % des für die Erzeugung von Druckluft benötigten Stroms entstehen [9]. Unter der Annahme, dass ca. 10 % des Stromverbrauchs im DL-Sektor von Druckluftkompressoren verbraucht werden, ergibt sich ein Anteil von ca. 2% oder ca. 70 GWh am Stromverbrauch des BoN im DL-Sektor.

Insgesamt wird im DL-Sektor 1.8 TWh Energieverschwendung durch BoN geschätzt, was 11% des Stromverbrauchs in diesem Sektor entspricht. Im Bereich I&K, Unterhaltung wird BoN vermutet, wurde aufgrund fehlender Datengrundlage nicht quantifiziert und als Platzhalter in Abbildung 15 dargestellt.

3.5 Sektor Industrie

Der Industriesektor umfasst 12 Branchen und verbraucht insgesamt 40.7 TWh Energie. Die meiste Energie, nämlich 68% (27.6 TWh) wird für die Wärmebereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme verwendet, davon werden 24 TWh durch thermische Energieträger gedeckt. Der gesamte Elektrizitätsverbrauch in der Industrie beträgt 17.3 TWh und ist nach Verwendungszweck, zusammen mit dem geschätzten BoN-Anteil und seiner Varianz in Abbildung 16 dargestellt. Durch die Multiplikation der geschätzten BoN-Anteile mit den Elektrizitätsverbräuchen nach Verwendungszwecken wird das BoN-Potenzial im Industrie Sektor in absoluten Zahlen ermittelt (Abbildung 18).

Ind	Raumwärme	Warmwasser	Klima, Lüftung, HT	IKT	Prozesswärme	Beleuchtung	Antriebe, Prozesse	Sonstige	Total
Stromverbrauch [TWh]	0.14	0.03	1.44	0.36	3.28	1.42	9.81	0.86	17.33
BoN [TWh]			0.22			0.27	0.19		0.68
Anteil			15%			19%	2%		4%

Tabelle 6 Übersicht des Stromverbrauchs nach Verwendungszweck und dem Stromverbrauch, der durch den Betrieb ohne Nutzen (BoN) im Industriesektor anfällt. Der prozentuale Anteil beschreibt, wie viel des gesamten Stromverbrauchs jedes Verwendungszwecks durch BoN verursacht wird.

Die grösste Herausforderung besteht in der Heterogenität dieses Sektors. Jede Branche ist durch spezifische Merkmale und Prozesse geprägt, die sich sogar innerhalb des Sektors von Unternehmen zu Unternehmen unterscheiden. Zum Beispiel bietet in der Metallverarbeitungsbranche die elektrische Beheizung von galvanischen Bädern oder Metallfräsmaschinen ein Potenzial zur betrieblichen Optimierung. Diese Massnahmen sind jedoch nicht auf andere Branchen übertragbar.

Ein weiterer entscheidender Punkt ist zu beachten: In Betrieben, in denen der Energiepreis einen erheblichen Anteil an den Produkten ausmacht, wie in der Metall- oder NE-Metallbranche, der Zement- und Betonbranche, wurden bereits zahlreiche Optimierungen umgesetzt. In anderen Sektoren, wie beispielsweise der Lebensmittelbranche, könnte jedoch noch vermehrt Energieverschwendung auftreten, da Energie lange Zeit nicht im Fokus des Kerngeschäfts stand. Somit gibt es branchenspezifisch unterschiedliche Potenziale zur Reduktion von Energieverschwendung durch BoN.

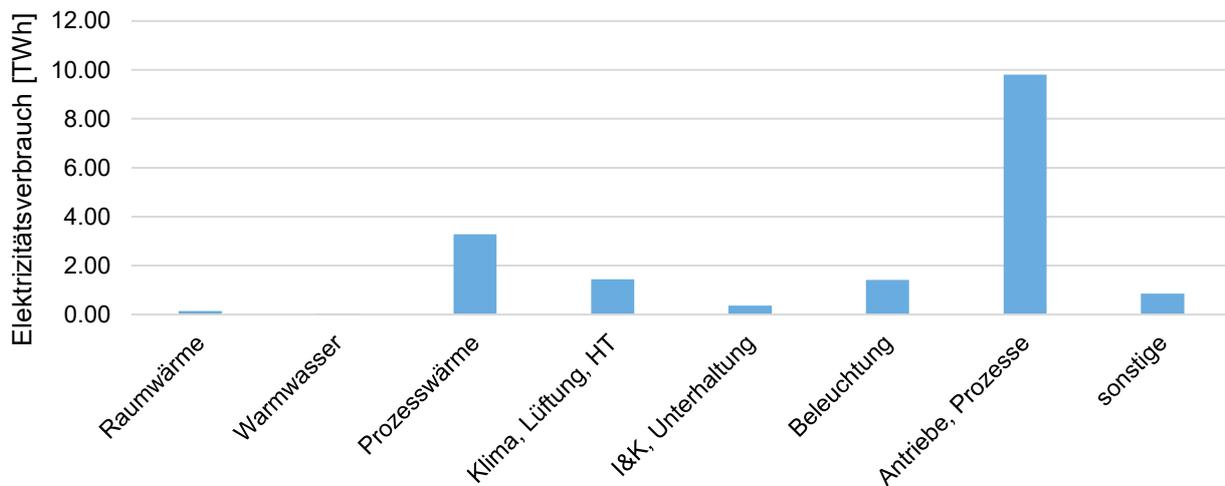


Abbildung 16: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszweck im Industriesektor (BFE 2022).

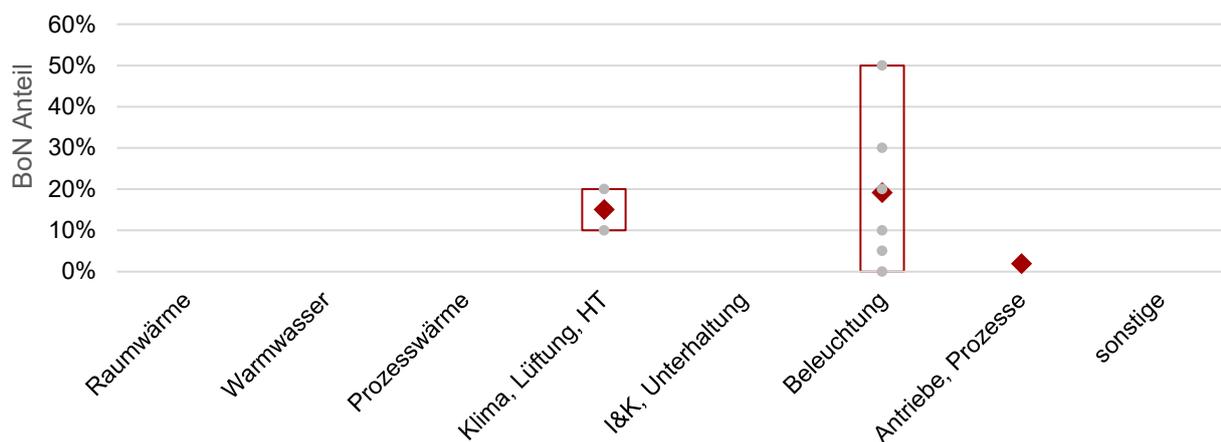


Abbildung 17: Der Prozentsatz des Betriebs ohne Nutzen für die Verwendungszwecke wird durch eine rote Raute dargestellt, während die roten Kästen die Verteilung des BoN-Anteils gemäss Literatur und Experteninterviews zeigen (graue Punkte)

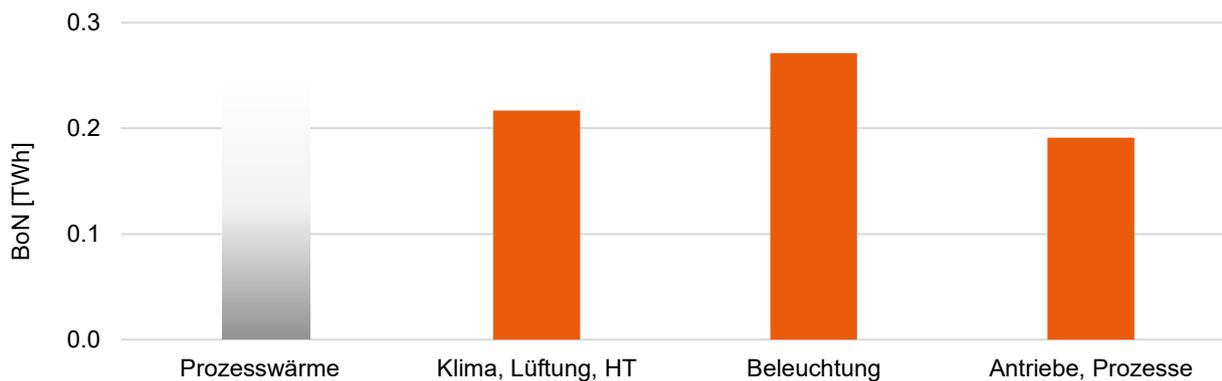


Abbildung 18: Energieverbrauch durch Betrieb ohne Nutzen in den Verwendungszwecken des Industriesektors. Grauer Balken als Platzhalter aufgrund fehlender quantitativer Grundlagen.

Aufgrund des geringen Stromverbrauchs für die Bereitstellung von **Raumwärme und Warmwasser** werden diese Verwendungszwecke hier nicht weiter betrachtet.

Wie in Abbildung 16 dargestellt, spielt die elektrische Wärmebereitstellung lediglich im Anwendungsbereich der **Prozesswärme** eine Rolle. Die Wärmebereitstellung in der Industrie erfolgt zu 13% (3.3 TWh) elektrisch, während der Rest durch thermische Energieträger sichergestellt wird. Nach Aussagen von Experten besteht ein erhebliches Energieeinsparpotenzial durch betrieboptimierte Effizienzsteigerungen oder sogar durch die Reduzierung von Betrieb ohne Nutzen. Beispielsweise wird oft das zentrale Heizsystem in der Versorgungsebene bei zu hohen Temperaturen betrieben, und in manchen Fällen wird unnötig Dampf erzeugt, obwohl die meisten Prozesse Temperaturen unter 100°C erfordern. Dies führt dazu, dass der Dampf heruntergemischt wird, was energetisch nicht sinnvoll ist. Ein weiteres Beispiel ist das kontinuierliche Heizen von Becken, auch wenn sie nicht in Gebrauch sind. Diese Prozesse erfordern jedoch eine branchenspezifische Analyse, die im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt werden kann. Eine Beurteilung des Betriebs ohne Nutzen gestaltet sich in diesem Kontext jedoch schwierig, da sie stark von den spezifischen Prozessen abhängt. In den Interviews wurden daher keine allgemeinen Schätzungen der elektrischen Prozesse mit BoN abgegeben. Es wird daher empfohlen in einer separaten Folge-Studie BoN in Prozesswärme branchenspezifisch auf BoN zu untersuchen.

Es wurden branchenübergreifende Querschnittstechnologien identifiziert, die Potenzial zur Reduzierung von Stromverschwendung bieten, wie zum Beispiel die **Beleuchtung**. Leuchtmittel verbrauchen rund 8% des Stroms in diesem Sektor, also rund 1.4 TWh/a. Der Anteil BoN in Beleuchtungsanlagen wurde von den Experten unterschiedlich bewertet, je nachdem, in welchen Branchen und Unternehmen die befragten Energieberater tätig waren. Einige meinten, es sei bereits alles optimiert, andere meinten, es gebe mindestens 50% Optimierungspotenzial. Im Energiemonitoring-Bericht des BFE von 2022 werden rund 270 GWh Einsparpotenzial durch optimierte Sensorik bei Industriegebäuden angegeben. Für die vorliegende Studie wird ein durchschnittlicher BoN-Wert von 19% und 271 GWh angenommen.

Eine weitere Querschnittsanwendung ist die Gebäudetechnik, insbesondere die Lüftung, die mit höherer Intensität oder Kapazität als eigentlich notwendig betrieben wird oder ausserhalb der Nutzungszeiten aktiv ist und optimiert werden kann. In der Industrie spielt ausserdem auch die Kältetechnik eine Rolle, bei der ebenfalls Potenzial für Optimierungen gesehen wird. **Klima, Lüftung und Haustechnik** verbraucht im Industriesektor 1.4 TWh etwa gleich viel wie die Beleuchtung. Insgesamt wurde hier ein Energieeinsparungspotenzial in der Wärme- und Kälteverteilung von 15% oder 217 GWh ermittelt.

9.8 TWh und damit 57 % der elektrischen Energie wird im Industriesektor für **Antriebe und Prozesse** verwendet. Eine der wichtigsten Querschnittstechnologien mit viel Potenzial durch Energieoptimierung ist das Druckluftsystem, das vielseitig in Maschinen wie Pressen, Spritzgussmaschinen und Fördersystemen eingesetzt wird. Ebenso spielen industrielle Automatisierungssysteme wie Roboter eine entscheidende Rolle.

Energieberater sehen hier noch erhebliches Optimierungspotenzial, sei es durch Unwissen über den tatsächlichen Druckluftverbrauch im Prozess sowie die Menge, die durch Leckagen verloren geht, die einen Verlust von 30% ausmachen. Gemäss einer Studie [9] gibt es in der Schweiz 160'000 Druckluftkompressoren. Dies bedeutet, dass etwa jeder zweite Betrieb über mindestens einen Kompressor verfügt. Für diese Anwendung wird eine Einsparung durch BoN-Reduktion von 190 GWh angegeben, was 2% des Stromverbrauchs in dieser Anwendung entspricht.

Insgesamt werden in der Industrie 4% des Stroms durch den Betrieb ohne Nutzen von Querschnittstechnologien verschwendet, was einer Einsparung von rund 0.7 TWh durch derzeit verfügbare technische Massnahmen entspricht. Das Potenzial für Stromeinsparungen in der Industrie durch BoN wird jedoch wesentlich höher eingeschätzt, wobei eine sektorspezifische Studie, die auch den thermischen Energieverbrauch betrachtet, dringend empfohlen wird.

3.6 Mögliche Vertiefungen

Der in diesem Kapitel gegebene Übersicht über den Verbrauch von BoN zeigt, dass sowohl der Verbrauch als auch das Potenzial zur Verringerung von BoN immer noch stark unterschätzt werden. Um die quantitativen Schätzungen des Verbrauchs durch BoN zu vertiefen und die betroffenen Anwendungen und Prozesse besser zu verstehen, empfehlen wir mögliche vertiefende Studien. Wir schlagen insbesondere die folgenden Themenbereiche vor, in denen ein hohes Potenzial für BoN vermutet wird:

- Untersuchung der elektrischen und thermischen Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Wasserspeicher im Dienstleistungssektor (inkl. Mehrfamilienhäuser und Zweit- und Ferienwohnungen).
- Untersuchung des Bereichs I&K, Unterhaltung in allen Sektoren. Eine Bottom-up Analyse wird empfohlen, um eine quantitative Aussage treffen zu können. Es wäre interessant, den Energieverbrauch durch BoN und Standby zu analysieren und auch das Potenzial für Betriebsoptimierungsmassnahmen.
- Branchenspezifische Untersuchungen gezielt zu BoN mit elektrischen und thermischen Energieverbrauch in allen Verwendungszwecken im Sektor Industrie. Es wird vorgeschlagen mit den Branchen anzufangen, die viel Energie verbrauchen, beispielsweise der Lebensmittel- oder Chemie/Pharmabranche.
- Untersuchung von Energieeinsparungspotenziale in der Prozesswärme (elektrisch, thermisch) in der Industrie. Es wird vorgeschlagen ein Leitfaden dazu zu entwickeln.

Schlussfolgerungen aus der Analyse des heutigen Stromverbrauchs durch den BoN

- Insgesamt wurde ein Energieverbrauch durch BoN von mindestens 4.3 TWh abgeschätzt in den Sektoren Haushalt (1.8 TWh), Dienstleistung (1.8 TWh) und Industrie (0.7 TWh).
- Folgende Querschnittstechnologien wurden in allen Bereichen betrachtet:
 - Der Energieverbrauch des BoN bei Beleuchtung wurde in allen drei Sektoren analysiert und beläuft sich auf 1.3 TWh, was einem Anteil von 23% am Gesamtenergieverbrauch für Beleuchtung entspricht. Insbesondere im Dienstleistungssektor besteht ein erhebliches Energieeinsparpotenzial.
 - Der Anteil des BoN im Verwendungszweck Lüftung, Klimatisierung und Haustechnik wurde auf 1.2 TWh geschätzt, was einem Anteil von 17% am Gesamtenergieverbrauch für Lüftung, Klimatisierung, HT entspricht. Dieser entsteht hauptsächlich im Wärmeverteilsystem, das elektrische Geräte wie Pumpen umfasst und teilweise ausserhalb der Betriebszeiten weiterläuft. Das grösste Potenzial zur Energieeinsparung liegt im Dienstleistungssektor.
 - Die elektrische Wärmebereitstellung für Raumwärme wurde für den Haushalts- und Dienstleistungssektor betrachtet. Die Wärmeerzeuger sind heutzutage immer noch nicht optimal eingesetzt, weshalb es auch BoN gibt, welcher 1.1 TWh ausmacht. Dies entspricht 19% des Stromverbrauchs für die elektrische Raumwärmebereitstellung in allen drei Sektoren. Es ist daher umso wichtiger, mit der

fortschreitenden Elektrifizierung der Raumwärme das Potenzial zur Reduktion des BoN in dieser Anwendung zu nutzen.

- Bei Druckluftsystemen ist BoN in Form von Leckagen ein grosses und bekanntes Problem. Wir schätzen eine Energieverschwendung von 0.3 TWh in den Sektoren Dienstleistung und Industrie.
- Im Bereich Information, Kommunikation, Unterhaltung schätzen wir für den Haushaltssektor die Energieverschwendung des BoN durch I&K auf 0.2 TWh. Wir empfehlen, diesen Bereich weiter zu untersuchen und die Energieverschwendung durch BoN im DL- und Industriesektor abzuschätzen.
- Diese Abschätzungen basieren auf bestehenden Grundlagen, sowie Interviews mit Fachleuten und betrachten nur Querschnittstechnologien. Die tatsächlichen Werte werden vor allem in den Sektoren Dienstleistung und Industrie viel höher geschätzt und Vertiefungen im Bereich Antriebe und Prozesse sowie Prozesswärme sind empfehlenswert.
- Die Untersuchungen zeigen, dass der BoN-Verbrauch und dessen Reduktionspotenzial noch stark unterschätzt werden und weitere Vertiefungen in den folgenden Themenbereichen empfohlen werden: Studie zur Wärmebereitstellung im Dienstleistungssektor, Mehrfamilienhäuser und Zweit- und Ferienwohnungen, Studie zu Informations- und Kommunikationstechnologien in allen Sektoren und branchenspezifische Analysen zu BoN im Industriesektor.

4. Bisherige Massnahmen zur Reduktion des BON

4.1 Übersicht

Eine breite Palette von bestehenden Massnahmen hat zum Ziel, den Schweizer Stromverbrauch zu senken (siehe Tabelle 7). Die Massnahmen zielen alle in erster Linie darauf ab, bei ihren Zielgruppen und Wirkungsbereichen den Stromverbrauch zu senken und den Nutzen zu steigern (Wirkungsmechanismen 1 und 2, siehe Abschnitt 1.2). Bei keiner der Massnahmen liegt der Fokus explizit auf der Reduktion des BoN (Wirkungsmechanismus 3)³. Bei fünf bestehenden Massnahmen sind Aspekte zur Reduktion des BoN explizite Bestandteile (Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme, MuKE n Modul 8, SIA 2048, nationale Energiesparkkampagne und Vorschrift Smartmeter). Bei den anderen Massnahmen wird eine Reduktion des BoN teilweise als Nebeneffekt erreicht.

Bisherige Massnahmen	Wirkungsmechanismen			Sektor			Art	
	Senkung Verbrauch	Steigerung Nutzen	Reduktion BoN	HH	DL	IND	Verbindlichkeit	Zuständigkeit
1. Förderprogramm Stromeffizienz (ProKilowatt)	X	X	(X)	X	X	X	freiwillig	Bund
2. Zielvereinbarungen für Unternehmen (Befreiung CO ₂ -Abgabe/Netzzuschlag, Grossverbraucherartikel)	X	X	(X)		X	X	verpflichtend	Bund (ZV), Kantone (GVA)
3. Energieberatung für KMU (PEIK)	X	X	(X)		X	X	freiwillig	Bund
4. Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme (ehemals ProAnalySys)	X	X	X			X	freiwillig	Bund
5. Förderung Energie-Analysen (Optimierung Energieströme von Prozesswärme/-kälte mittels Pinch-Analyse)	X	X				X	freiwillig	Bund
6. Kantonale Vorschriften Betriebsoptimierung (Pflicht zur Betriebsoptimierung, Modul 8 der MuKE n 2014)	X	X	X		X	X	verpflichtend	Kantone
7. Merkblatt SIA 2048 «Energetische Betriebsoptimierung»	X	X	X	X	X	X	freiwillig	SIA (Mitwirkung Bund/Kantone)
8. Nationale Energiesparkkampagne	X	X	X	X	X	X	freiwillig	Bund
9. Hilfsmittel EnergieSchweiz (Programme, Ratgeber, Broschüren, Leitfäden)	X	X	(X)	X			freiwillig	Bund
10. Vorschriften Geräteeffizienz (Energieeffizienzverordnung EnEV)	X		X	X	X	X	verpflichtend	Bund
11. Vorschrift Smartmeter (Stromversorgungsgesetz StromVG)			X	X	X	X	verpflichtend	Bund

Tabelle 7: Übersicht der untersuchten bisherigen Massnahmen (Anmerkung: X → Massnahme beeinflusst Wirkungsmechanismus/Sektor direkt, (X) → Massnahme beeinflusst Wirkungsmechanismus/Sektor indirekt bzw. als Nebeneffekt der eigentlichen Absicht)

³ Ein Spezialfall bildet die geltende Vorschrift zur Einführung von Smartmeters (Massnahme 11). Ihr Ziel ist nicht hauptsächlich betriebliche Optimierung, sondern weitere Motive (Integration Flexibilitäten, Kommunikation, Intelligenz und Steuerbarkeit Netz, ...) – sie reduziert jedoch als einzige Massnahme hauptsächlich den BoN (Wirkungsmechanismus 3).

4.2 Kurzbeurteilung der Massnahmen

Im Folgenden werden die Massnahmen beschrieben und basierend auf den Einschätzungen der befragten Expertinnen und Experten kurz beurteilt.

1. Förderprogramm Stromeffizienz (ProKilowatt)

ProKilowatt ist das Förderprogramm des Bundes zur Senkung des Stromverbrauchs und fördert gemäss den für die Wettbewerblichen Ausschreibungen gegebenen gesetzlichen Grundlagen ausschliesslich unwirtschaftliche Massnahmen mit einer Paybackzeit von mehr als 4 Jahren. Es unterstützt Effizienzmassnahmen, die den Stromverbrauch reduzieren, mit einem Förderbeitrag von bis zu 30% der Investitionskosten [10].

Kurzbeurteilung: Die Meinung zum Nutzen von ProKilowatt für die Reduktion des BoN ging bei den Interviews auseinander. Bezogen auf Reduktion des BoN wird ProKilowatt von gewissen Experten als förderlich eingeschätzt, da die Förderprogramme hohe Standards von Geräten und System voraussetzen (z.B. SIA-Grundsätze bei der Beleuchtung, die zum Ziel haben, BoN zu minimieren). Wenn diese Standards effektiv umgesetzt werden, führt dies zu einem energetisch recht optimierten System, in dem als Nebeneffekt auch wenig BoN entsteht. Die Mehrheit der befragten Expertinnen und Experten schätzte die Wirkung von ProKilowatt auf den BoN jedoch als gering ein. Der Grund dafür ist, dass nur Massnahmen gefördert werden, die sich erst nach mehr als vier Jahren amortisieren. Deshalb liegt der Schwerpunkt meistens auf dem Austausch von Geräten oder Systemkomponenten anstatt auf der oft wirtschaftlicheren Optimierung bestehender Systeme. Andererseits erfolgt die Förderung erst, wenn die Planung eines Systems bereits erfolgt ist und die Offerten für den Förderantrag eingereicht wurden. So kommt ProKilowatt zu spät im Prozess dazu, um den BoN in die Planung zu integrieren. Die Wirkung auf den BoN könnte gemäss den Fachpersonen stark erhöht werden, wenn der Aspekt der Reduktion des BoN über eine vorgängige Beratung oder Information in die Planung eingebracht werden könnte (z.B. über eine standardisierte Checkliste) und wenn die Gesuchstellenden nach Umsetzung des geförderten Projekts weiter begleitet und kontrolliert würden.

2. Zielvereinbarungen für Unternehmen

Unternehmen schliessen Zielvereinbarungen mit dem Bund ab, um die Rückerstattung des Netzzuschlags und/oder der CO₂-Abgabe beantragen zu können (Energiegesetz Art. 39 ff, CO₂-Gesetz Art. 31/32). Teilweise sind Zielvereinbarungen auch im Rahmen kantonaler Grossverbraucherartikel vorgeschrieben (Modul L der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich): Die Anforderungen sind fast in sämtlichen Kantonen gesetzlich verankert, der Vollzug ist bei rund der Hälfte der Kantone bereits eingespielt und der Abschluss von Zielvereinbarungen weit [11]. Durch die Zielvereinbarungen wird der Energieverbrauch durch die Umsetzung von energetischen Massnahmen reduziert [10].

Kurzbeurteilung: Die Ergebnisse der Interviews zeigen eine erhebliche Varianz in den Aussagen. Obwohl BoN-Massnahmen formell in den Zielvereinbarungen etabliert sind, äusserten die meisten Befragten, dass die Flughöhe der Zielvereinbarungen für die Identifizierung des BoN zu hoch sei. In der sehr begrenzten Zeit der Beratungsgespräche können kaum gezielten Messungen durchgeführt werden, so dass die Erkennung von BoN stark von der individuellen Erfahrung und Kompetenz des jeweiligen Beraters abhängt. Es wurde hervorgehoben, dass im heutigen Zielvereinbarungsprozess der BoN nur durch eine erfahrene Beratungsperson zuverlässig erkannt wird. Im Gegensatz dazu betonte ein Interviewpartner, dass Zielvereinbarungen auch sehr effektiv sein können, wenn das Unternehmen für die Zielvereinbarung durch eine erfahrene Energiebezugsperson begleitet wird, die über mehr Erfahrung als das interne Betriebspersonal verfügt. Der Prozess der Zielvereinbarung erreicht also in der Summe eine Reduktion des BoN – die Wirkung könnte aber durch Optimierung des Prozesses und gezielte Schulung der Beratungspersonen erhöht werden.

3. Energieberatung für KMU (PEIK)

PEIK ist das Energieberatungsangebot von EnergieSchweiz für KMU. Damit können KMU ihre Energiesparpotenziale erkennen und mit wirtschaftlichen Massnahmen angehen. Die Hälfte der Beratungskosten werden dabei von PEIK übernommen [12].

Kurzbeurteilung: Die Energieberatungen im Rahmen von PEIK sind vom Aufwand und Inhalt her vergleichbar mit den Beratungsgesprächen im Rahmen der Zielvereinbarungen. Entsprechend gelten ähnliche Einschätzungen wie bei den Zielvereinbarungen auch hier – der BoN wird bei der Beratung nicht systematisch entdeckt. Einerseits kommt dazu, dass die Umsetzung von identifizierten betrieblichen Optimierungen nicht wie bei Zielvorgaben mit finanziellen Anreizen wie der potenziellen Rückerstattung von Abgaben verbunden ist. Auf der anderen Seite richtet sich PEIK an KMU, wo die Systeme tendenziell kleiner sind als bei Unternehmen mit Zielvereinbarungen. Gemäss Experteneinschätzung lassen sich Potenziale zur Reduktion des BoN bei kleinerer Firmengrösse einfacher eruieren. Deshalb ist die Wirkung auf BoN ähnlich einzuschätzen wie bei den Energieberatungen im Rahmen von Zielvereinbarungen.

4. Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme

Das Förderprogramm Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme (ehemals ProAnalySys) richtet sich an Industrie- und Dienstleistungsunternehmen mit einem jährlichen Stromverbrauch von mehr als 0.5 GWh. Es unterstützt sie finanziell bei der Durchführung von Feinanalysen bei elektrischen Antriebssystemen in industriellen Prozessen und bei der Umsetzung von Effizienzmassnahmen [13].

Kurzbeurteilung: Das Förderprogramm Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme wird als sehr relevant für die Reduktion des BoN eingeschätzt, da die Antriebssysteme ganzheitlich angeschaut werden – unter anderem mit einem Blick auf die Reduktion des BoN. Das Ziel des Programms ist zwar hauptsächlich, überdimensionierte Systeme zu identifizieren und zu optimieren – dabei wird jedoch auch den Aspekten des BoN Rechnung getragen. Für die zuverlässige Identifikation des BoN ist gemäss den Befragten allerdings viel Wissen bei der entsprechenden Beratung nötig. Es wird deshalb als kritisch angesehen, dass es bei diesem eher neuen Programm noch wenige erfahrene Beratungspersonen gibt. Das Förderprogramm ist weniger etabliert als andere Instrumente, weshalb die Wirkung noch begrenzt ist.

5. Förderung Energie-Analysen

Das Förderprogramm Pinch-Analyse richtet sich an grosse Produktionsunternehmen, die Wärme für ihre Prozesse brauchen, Kühlungsbedarf haben oder Abwärme nutzen. Es unterstützt sie finanziell bei der Durchführung einer Grobanalyse zur Klärung des Potenzials, bei der Umsetzung der effektiven Pinch-Analyse (Analyse der Wärmeströme und deren sinnvollen Nutzung), sowie bei der Begleitung der Umsetzung eruiert Effizienzmassnahmen [14].

Kurzbeurteilung: Das Förderprogramm fokussiert auf Wärme- und Kälteströme. Der Stromverbrauch ist nur am Rand betroffen – zudem fokussiert die Analyse stark auf die Senkung des Energieverbrauchs und die Erhöhung des Nutzens (Mechanismen 1 und 2), nicht auf die Reduktion des BoN (Mechanismus 3).

6. Kantonale Vorschrift Betriebsoptimierung

Das freiwillige Modul 8 der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2014 schreibt bei Nichtwohnbauten mit einem Stromverbrauch von über 200'000 kWh innerhalb dreier Jahre nach Inbetriebsetzung eine Betriebsoptimierung der Gebäudetechnikanlagen vor. Diese sollen durch die Betriebsoptimierung auf dem aktuellsten Stand der höchsten Energieeffizienz betrieben werden, jeweils angepasst an die Nutzungsbedürfnisse [15].

Kurzbeurteilung: Das Modul Betriebsoptimierung ist für die Reduktion des BoN in bestehenden Nichtwohnbauten hochrelevant. Es wurde bisher in acht Kantonen eingeführt (BE, BS, GE, LU, NE, SH, TG, ZH) – dabei teilweise mit inhaltlichen Abschwächungen gegenüber dem Wortlaut in den MuKE 2014. Über die konkrete Wirkung auf den BoN sind keine schriftlichen Grundlagen bekannt.

7. Merkblatt SIA 2048 «Energetische Betriebsoptimierung»

Das Normenwerk des SIA legt Standards für Bau und Betrieb von Gebäuden und Gebäudetechnik fest. Das Merkblatt SIA 2048 «Energetische Betriebsoptimierung» definiert Grundsätze, Vorgehen und stellt Checklisten zur Verfügung [16].

Kurzbeurteilung: In Merkblatt 2048 ist das Thema BoN in den Grundsätzen der energetischen Betriebsoptimierungen explizit erwähnt (Ziffer 3.3.2.1: «Ausschalten, wenn ein Betrieb ohne Nutzen erkannt wird»). Die direkte Wirkung ist beschränkt, da das Merkblatt nur die Grundlagen legt, aber keine Anreize oder eine

gesetzliche Verpflichtung für eine Betriebsoptimierung setzen kann, dies liegt in der Zuständigkeit der Kantone. Zudem hätte das Merkblatt noch grosses Potenzial, um breiter bekannt gemacht und eingesetzt zu werden.

8. Nationale Energiesparkampagne

Die nationale Energiesparkampagne von EnergieSchweiz («Energie ist knapp. Verschwenden wir sie nicht») richtet sich an Endverbraucherinnen und Endverbraucher und bietet Tipps und Hinweise zum Energie sparen [17].

Kurzbeurteilung: Die Kampagne fördert allgemein die Sensibilisierung für Energieverschwendung und beinhaltet insbesondere für Haushalte viele konkrete Tipps, die sich um das Nutzerverhalten drehen und damit direkt eine Reduktion des BoN ansprechen. Gleichzeitig handelt es sich um eine Sensibilisierungskampagne, deren Reichweite und Wirkung begrenzt ist.

9. Hilfsmittel EnergieSchweiz

Die Hilfsmittel von EnergieSchweiz (Programme, Ratgeber, Infobroschüren, Leitfäden, Faktenblätter, etc.) liefern zielgerichtete Informationen für die Steigerung der Energieeffizienz, insbesondere in Haushalten [18].

Kurzbeurteilung: Die meisten Hilfsmittel von EnergieSchweiz zielen nicht explizit oder gar nicht auf eine Reduktion des BoN ab. Der Fokus liegt klar auf der Senkung des Energieverbrauchs und der Erhöhung des Nutzens (Mechanismen 1 und 2). Eine Ausnahme mit explizitem Fokus auf die Reduktion des BoN (Mechanismus 3) bildet zum Beispiel das Programm «MakeHeatSimple», das auf die Installation von Fernbedienungssystemen für Heizungsanlagen abzielt. Gemäss den befragten Beratungspersonen erweist sich die Wirkung als beschränkt, da das aktive Einholen der auf den BoN bezogenen Informationen über die Website von EnergieSchweiz eine sehr starke Eigenmotivation seitens der Zielgruppen voraussetzt.

10. Vorschriften Geräteeffizienz

In der Energieeffizienzverordnung werden Mindestanforderungen an den Energieverbrauch und die Energieeffizienz für Geräte, Fahrzeuge und Anlagen in Betrieb, Standby- und Aus-Zustand definiert. Sie bezieht sich mehrheitlich auf europaweit geltende Verordnungen der EU oder der EG [19].

Kurzbeurteilung: Die Verordnung hat per Definition die Senkung des Energieverbrauchs (Mechanismus 1) zum Ziel, da es um Mindeststandards an Haushalts- und Bürogeräte Geräte geht.

11. Vorschrift Smartmeter

Im Stromversorgungsgesetz (Art. 17a StromVG) und in der Stromversorgungsverordnung (Art. 8a und Art. 31e StromVV) ist die Einführung intelligenter Messsysteme im Strombereich (Smartmeters) geregelt. Bis 2027 müssen 80 % aller Zähler Smartmeters sein [20], [21].

Kurzbeurteilung: Die Einführung von Smartmeters unterstützt die Energieeffizienz. Ein Smartmeter allein jedoch vermag nicht die Energieeffizienz bei Verbrauchern zu verbessern, erst die digitale Auswertung, Visualisierung und das ins Verhältnissetzen der Daten führt zu namhaften Einsparungen. Während in der Vorstudie des BFE eine durchschnittliche Einsparung von ca. 2% angenommen wurde zeigen neuere Erkenntnisse Einsparungen von 6%-10%. Dies allerdings nur wenn die Daten der Smartmeter intelligent ausgewertet werden. Entsprechend liess das BFE auch ein Digitale Instrument zur Smartmeter Datenanalyse zur Verfügung stellen (PERLAS). Die grosse Herausforderung ist bisher, dass Verteilnetzbetreiber den Endverbrauchern ihre Smartmeter Daten nicht zur Verfügung stellen.

Bisherige Massnahmen	Wirkung auf Reduktion BoN	Kommentar
1. Förderprogramm Stromeffizienz (ProKilowatt)	●●○○○	Hohe Standards in Programmen führen z.T. zu Reduktion des BoN, Fokus aber klar auf unwirtschaftlichen Stromeffizienzmassnahmen und damit auf dem Ersatz als auf der Optimierung von bestehenden Systemen.
2. Zielvereinbarungen für Unternehmen (Befreiung CO ₂ -Abgabe/Netzzuschlag, Grossverbraucherartikel)	●●●○○	Wirkung auf Reduktion BoN stark abhängig von individueller Erfahrung und Kompetenz Energieberatung – könnte optimiert werden
3. Energieberatung für KMU (PEIK)	●●●○○	Ähnliche Wirkung wie bei Energieberatungen im Rahmen von Zielvereinbarungen
4. Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme (ehemals ProAnalySys)	●●●○○	Wirkungsvoll (Systeme auch mit Blick auf BoN analysiert), aber noch wenig etabliert
5. Förderung Energie-Analysen (Optimierung Energieströme von Prozesswärme/-kälte mittels Pinch-Analyse)	●○○○○	Stromverbrauch nur am Rand betroffen, zudem starker Fokus auf Senkung Verbrauch und Erhöhung Nutzen, nicht auf Reduktion BoN
6. Kantonale Vorschrift Betriebsoptimierung (Pflicht zur Betriebsoptimierung, Modul 8 der MuKEN 2014)	●●●○○	Für Reduktion des BoN in bestehenden Nichtwohnbauten hochrelevant, aber wenig etabliert
7. Merkblatt SIA 2048 «Energetische Betriebsoptimierung»	●○○○○	BoN explizit verankert, Wirkung aber beschränkt, da wenig Anreize für Umsetzung
8. Nationale Energiesparkkampagne	●●○○○	BoN wird direkt angesprochen, Reichweite und Wirkung der Sensibilisierung jedoch begrenzt
9. Hilfsmittel EnergieSchweiz (Programme, Ratgeber, Infobroschüren, Leitfäden)	●●○○○	BoN z.T. thematisiert, Wirkung beschränkt, da hohe Bereitschaft der Zielgruppen vorausgesetzt
10. Vorschriften Geräteeffizienz (Energieeffizienzverordnung EnEV)	○○○○○	Setzt Mindeststandards für Verbrauch von Geräten, BoN bisher jedoch nicht in allen Sektoren und allen Geräten berücksichtigt.
11. Vorschrift Smartmeter (Stromversorgungsgesetz StromVG)	●●●○○	Wirkungsvoll, da Smartmeters über Auswertungen und Visualisierungen Einsparungen bewirken

Tabelle 8: Wirkung der untersuchten bisherigen Massnahmen. (●●●●● starke Wirkung, ○○○○○ keine Wirkung auf die Reduktion des BoN)

Schlussfolgerungen aus der Analyse bisheriger Massnahmen zur Reduktion des BoN

- Es besteht heute eine breite Palette von Massnahmen mit dem Ziel, den Schweizer Stromverbrauch zu senken.
- Keine der bestehenden Massnahmen fokussiert alleinig und spezifisch auf die Reduktion des BoN. Die meisten Massnahmen haben zusätzlich zu anderen Wirkungsmechanismen der betrieblichen Optimierung einen indirekten Effekt auf die Reduktion des BoN.

- Einige der Massnahmen adressieren bereits heute direkt den Aspekt des BoN und sind entsprechend wirkungsvoll. Sie sind jedoch noch wenig etabliert.
- Der Sektor Haushalte ist nur bei rund der Hälfte der untersuchten Massnahmen in der Zielgruppe. Sämtliche dieser Massnahmen haben zudem bisher eine geringe bis sehr geringe Wirkung auf die Reduktion des BoN.
- Zusammenfassen sind viele bestehende Massnahmen noch nicht wirkungsvoll auf die Reduktion des BoN ausgerichtet. Insbesondere der Haushaltssektor wird von den bestehenden Massnahmen bezüglich der Reduktion von BoN nur schwach abgedeckt.
- Die Wirkung bestehender Massnahmen könnte stark erhöht werden, wenn einerseits jene Massnahmen mit hoher Wirkung auf die Reduktion des BoN bekannter gemacht werden und andererseits die Reduktion des BoN in den übrigen Massnahmen stärker verankert wird.

5. Hemmnisse zur Reduktion des BoN

Basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche und den Interviews bestehen verschiedene Hemmnisse, die der Reduktion des BoN im Weg stehen (siehe Tabelle 9). Die Hemmnisse sind innerhalb der Gruppen nach Relevanz geordnet, die meisterwähnten Aspekte sind in fetter Schrift hervorgehoben.

Informations- und Wissensdefizite	<ul style="list-style-type: none"> – Fehlendes Systemdenken, mangelndes Wissen über Energiesparmöglichkeiten <ul style="list-style-type: none"> – System ausserhalb der Nutzungszeit wird nicht beachtet – Ungenutzte / selten genutzte Räume werden nicht beachtet (inkl. Zweitwohnungen) – Fehlende Zusammenarbeit mit Herstellern – Fehlende Kenntnisse über Geräte – Der eigene Energieverbrauch ist den wenigsten bekannt (HH)
Psychologische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> – Fehlende Motivation der Mitarbeitenden des Managements – Mangelndes Durchhaltevermögen (langer Prozess) – Bedenken bezüglich Sparerfolgen – Bedenken bezüglich Zukunft des Unternehmens – Geräte werden zur Sicherheit überdimensioniert – Bedenken bzgl. Performance neuer Geräte / Anlagen – Beharrung auf Gewohnheiten und Routinen – Angst vor Konsumeinschränkungen (HH) – Einschätzung, dass individueller Beitrag zum Umweltschutz gering ist (HH) – Zu grosse Distanz zwischen Ursache (Nutzerverhalten) und Wirkung (Energieeinsparung) durch Form der Rechnungstellung (HH)
Technische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> – Bestehende Systeme sind schwer anzupassen – Umsetzung betriebstechnisch nicht möglich – Überdimensionierte Geräte – Fehlende Automation – Fehlende Tools, die Stromlastgang anzeigen, fehlende Sankeys
Finanzielle Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> – Fehlende Liquidität – Zu hohe Investitionskosten – (Vermeintlich) fehlende Wirtschaftlichkeit / lange Amortisationszeiten – Priorisierung anderer Investitionen – Zu tiefe Energiekosten
Systemische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> – Mangel an Zeit und Ressourcen bei Personen, die für die energetische Betriebsoptimierung zuständig sind

- Vermieter-Mieter-Dilemma (fehlende Anreize bei der Vermieterin, Massnahmen umzusetzen; Entscheidungskompetenz für Reduktion des BoN nicht bei der Mieterin, die von tieferen Energiekosten profitieren würde)
- Betreiber-Experte-Dilemma (fehlende Anreize bei Experten, sämtliches Wissen weiterzugeben; fachliche Kompetenz für Reduktion des BoN nicht beim Betreiber, der profitieren würde)
- Kompetenz- und Nachwuchsproblem in der Gebäudetechnikbranche
- Lange Entscheidungskette in Unternehmen
- Die personelle Zuständigkeit für Energiefragen innerhalb von Unternehmen ist nicht geregelt
- Interessenskonflikte innerhalb von Unternehmen
- Reklamationsvermeidung (Immobilienverwaltungen richten Komfortlevel auf höchsten Anspruch aus)
- Normenwerk der SIA wird von Planerinnen und Planern nicht genügend konsequent berücksichtigt (z.B. im Bereich der Beleuchtung)

Regulatorische Hemmnisse

- Teils wird nur Ersatz und nicht Optimierung von Geräten gefördert
- Fehlende Vorschriften für den BoN bei Geräten (wie für Effizienz)
- Beleuchtung und Arbeitssicherheit: Ständige Ausleuchtung von gewissen Bereichen erfordert (z.B. Einstellhallen)
- Zu wenig thematisiert in SIA 2048
- Viele Vorgaben und Standards betonen Komfort stärker als Energieeffizienz

Tabelle 9: Hemmnisse, die die Reduktion des BoN erschweren. Die fettgedruckten Punkte wurden am häufigsten genannt.

Schlussfolgerungen aus der Analyse der Hemmnisse zur Reduktion des BoN

- Bei den Hemmnissen, die die Reduktion des BoN behindern, geht es insbesondere um fehlendes Wissen, fehlende Motivation und fehlende zeitliche und personelle Ressourcen zur Umsetzung von wirkungsvollen Massnahmen. Diese Hemmnisse können mehrheitlich mit verstärkter und besser auf das Thema BoN ausgerichteter Information und Beratung abgebaut werden.
- Gleichzeitig bestehen diverse relevante Hemmnisse in finanziellen Bereichen: Finanzielle Anreize sind wichtig, um unwirtschaftliche Massnahmen zur Reduktion des BoN zu fördern und verantwortliche zu einer verstärkten Umsetzung zu bewegen. In gewissen kapitalintensiven Fällen könnte auch die Unterstützung bei der Finanzierung ein relevantes Hemmnis abbauen.
- Mit einer optimierten Information, Beratung und finanzieller Unterstützung könnten auch vermehrt technisch gesteuerte Reduktionen wie z.B. Gebäudeautomation oder smarte Gerätesteuern eingesetzt und entsprechende technische Hemmnisse abgebaut werden.
- Weitere relevante systemische Hemmnisse (z.B. Betreiber-Experte-Dilemma, Umsetzung SIA-Normenwerk) oder regulatorische Hemmnisse (z.B. schwacher Fokus auf BoN in Förderprogrammen und Vorschriften) könnte durch Anpassung bestehender Instrumente oder neue Massnahmen adressiert werden.

6. Mögliche Massnahmen

Aus der Analyse der bisherigen Massnahmen und der Hemmnisse zur Reduktion des BoN lassen sich folgende Handlungsbereiche ableiten, die die Reduktion des BoN verstärken würden:

- Bestehende Massnahmen sollten explizit auch auf die Reduktion des BoN ausgerichtet werden, z.B. durch Adressierung in Information, Beratung und Förderung.
- Bestehende Massnahmen mit potenziell grosser Wirkung auf die Reduktion des BoN sollten weiter etabliert werden.
- Um neue Impulse und Stossrichtungen zu setzen, sollten gewisse Lücken bei der Reduktion des BoN mittels spezifischer Anpassungen oder neuer Massnahmen adressiert werden (z.B. Verstärkung der Instrumente im Sektor Haushalte, neue spezifische Förderungen, Einführung und konsequente Umsetzung von Vorschriften).

Aus diesen Überlegungen ergeben sich aus unserer Sicht konkret nachfolgende mögliche Anpassungen bei bestehenden Massnahmen (siehe Tabelle 10) und mögliche neue Massnahmen zur weiteren Reduktion des BoN (siehe Tabelle 11).

Als Grundlage für eine nachfolgende Priorisierung der Aktivitäten seitens Bund und Kantone ergänzen wir die Beschreibungen mit einer Bewertung und identifizieren die jeweils adressierten Sektoren und spezifischen Zielgruppen. Die Bewertung berücksichtigt folgende Aspekte:

- *Wirkung*: Qualitative Experteneinschätzung zur Wirkung der Massnahme auf die verstärkte Reduktion des BoN (Punkteskala, ●○○○○ tief – ●●●●● hoch)
- *Aufwand*: Qualitative Experteneinschätzung zum finanziellen Aufwand der Massnahme (gering: z.B. schnell umsetzbare Informationsmassnahme – hoch: z.B. längerfristiges Förderprogramm)
- *Umsetzung*: Qualitative Experteneinschätzung zur Schwierigkeit der Umsetzung der Massnahme (einfach: Umsetzung in eigener Kompetenz des Bundes machbar – schwierig: Umsetzung nicht in Kompetenz des Bundes, kann nur beeinflusst werden).

Mögliche Anpassungen bei bestehenden Massnahmen

	Bewertung			Adressierte Sektoren und Zielgruppen
	Wirkung	Aufwand	Umsetzung	
	●○○○ (tief) – ●●●● (hoch)	(gering/mittel/ hoch)	(einfach/mittel/ schwierig)	
BoN stärker bei ProKilowatt verankern				adressierte Sektoren: HH / DL / IND
<p>Anforderungen zur Betriebsoptimierung bei bestehenden Förderprogrammen stellen</p> <p>– Dieser Aspekt könnte in bestehenden ProKilowatt-Programmen stärker verankert werden, in dem die nachträgliche (Erst-)Optimierung, Begleitung und Kontrolle des laufenden Systembetriebs als zusätzliches Förderkriterium gefordert wird (wie bei der Beleuchtung heute schon umgesetzt).</p>	●●●○	gering	einfach	Installateure, Endverbraucherinnen und -verbraucher aller Sektoren, Immobilienverwaltungen
<p>Explizites ProKilowatt-Programm mit Fokus auf den BoN fordern/fördern</p> <p>– Im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen für ProKilowatt könnte explizit zu Eingaben von Programmen zum Thema BoN eingeladen werden.</p> <p>– Diese Programme würden sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass sie spezifisch auf Wirkungsmechanismus 3 der betrieblichen Optimierung (Reduktion des BoN) fokussieren würden, z.B. durch Förderung von Steuerung oder Automation.</p> <p>– Vergangenes Beispiel: Förderung von intelligenten Heizungssteuerungen in Programm 6-Pg935 «ProChilewatt»</p> <p>– Herausforderung ist hierbei BoN-Massnahmen mit einer Paybackzeit von mehr als 4 Jahren zu definieren</p>	●●●○	hoch	schwierig	Programmiträgerschaften
<p>Anforderung an Reduktion des BoN bei anderen ProKilowatt-Programmen stellen</p> <p>– Explizite Anforderungen an die Reduktion des BoN bei weiteren ProKilowatt-Programmen stellen, wie jetzt schon bei der Massnahme Beleuchtung gestellt werden.</p> <p>– Innerhalb der Programme könnte dies z.B. umgesetzt werden, indem Sensorik bei neuer LED-Beleuchtung eingefordert wird oder indem eine erhöhte Förderung in Aussicht gestellt wird für die Berücksichtigung des Aspekts des BoN (z.B. Basisförderung bei effizienter Lüftung / erhöhte Förderung bei intelligent gesteuerter Lüftung).</p>	●●●○	mittel	einfach	Energiefachleute, Endverbraucherinnen und -verbraucher aller Sektoren, Immobilienverwaltungen
<p>Aspekt des BoN schon früh in der Planung einbeziehen</p> <p>– Da Projekte nach Gesucheingabe oft nicht mehr gross verändert werden können, müsste der Aspekt des BoN bereits früher im Planungsprozess explizit einbezogen werden.</p> <p>– Innerhalb der Programme könnte dies z.B. umgesetzt werden, indem eine Information, Beratung oder Überprüfung hinsichtlich BoN (und anderer Aspekte) durch eine entsprechend geschulte Fachperson bereits vor der Genehmigung des Gesuchs durchgeführt wird (z.B. im Rahmen einer Art Vorprüfung oder Grobanalyse wie bei anderen Förderinstrumenten üblich).</p>	●●○○	mittel	einfach	Energiefachleute, Endverbraucherinnen und -verbraucher aller Sektoren, Immobilienverwaltungen
<p>Nicht nur Endverbraucherinnen und -verbraucher, sondern auch Energiefachleute fördern</p> <p>– Um das bestehende Hemmnis des Betreiber-Experte-Dilemmas zu reduzieren, könnte nicht nur die Umsetzung von betrieblichen Optimierungen gefördert, sondern zusätzlich auch die Beratungsdienstleistung der begleitenden Energiefachleute.</p>	●●○○	mittel	einfach	Energiefachleute

Mögliche Anpassungen bei bestehenden Massnahmen

	Bewertung			Adressierte Sektoren und Zielgruppen
	Wirkung	Aufwand	Umsetzung	
	●○○○ (tief) – ●●●● (hoch)	(gering/mittel/ hoch)	(einfach/mittel/ schwierig)	
BoN stärker bei Zielvereinbarungen und PEIK verankern				adressierte Sektoren: DL / IND
<p>Aspekt des BoN stärker in den heutigen Standardabläufen der Beratungen verankern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Um die Energiefachleute bei der Identifizierung von Prozessen mit BoN zu unterstützen, könnten die relevantesten und häufigsten Quellen explizit in den Handbüchern, Fragebögen und Checklisten der Energieberatungen verankert werden. – Standardmässig untersucht werden könnten insbesondere die eruierten thematischen Schwerpunkte, wie z.B. Beleuchtung, Lüftung, Klima, Haustechnik oder die Suche nach Leckagen bei Druckluftsystemen. – Es könnten auch gezielte Methoden zur Eruiierung des BoN verstärkt in die Beratungen integriert werden (z.B. gezielte Messungen von häufig betroffenen Systemen und Prozessen). 	●●●●○	mittel	einfach	Energiefachleute, Unternehmen
<p>Aspekt des BoN in der Ausbildung von Energiefachleuten verankern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Basiskurse für Energiefachleute könnten um den Aspekt des BoN ergänzt werden. – Der Besuch einer entsprechenden Schulung könnte als Grundlage für die Akkreditierung eingefordert werden. – Dabei ist wichtig, die Hürde zur Akkreditierung nicht viel grösser zu machen, damit keine potenziell Interessierten vom evtl. erhöhten Aufwand bei der Ausbildung abgeschreckt werden. 	●●●●○	mittel	einfach	Energiefachleute
<p>Organisatorische Aspekte in der Beratung verankern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Um organisatorische Hemmnisse zu mindern, könnten allfällige Probleme fehlender zeitlicher oder personeller Ressourcen, langer Entscheidungsketten oder unklarer Zuständigkeiten im Rahmen der Beratungen explizit thematisiert werden. 	●○○○○	gering	einfach	Energiefachleute, Unternehmen
Feinanalysen für elektrische Antriebssysteme stärker etablieren				adressierte Sektoren: IND
<p>Angebot erfahrener Energiefachleute vergrössern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Das Angebot erfahrener Energiefachleute ist noch begrenzt. Es könnte z.B. durch eine Intensivierung der Ausbildung oder stärkeren Bekanntmachung bei Fachpersonen anderer Beratungsprogramme vergrössert werden. 	●●●●○	hoch	einfach	Energiefachleute
<p>Bekanntheit dieses Förderprogramms steigern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Das Instrument wäre sehr wirkungsvoll, ist aber noch wenig bekannt. Es könnte über weitere Kanäle des Bundes stärker beworben werden. 	●●●○○	mittel	einfach	Unternehmen
Pflicht zur Betriebsoptimierung in Nichtwohnbauten (MuKEN Modul 8) vermehrt umsetzen				adressierte Sektoren: DL / IND
<p>Auf Umsetzung von MuKEN Modul 8 in allen Kantonen hinwirken</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Pflicht zur Betriebsoptimierung in Nichtwohnbauten ist ein potenziell sehr wirkungsvolles Instrument zur Reduktion des BoN, das jedoch erst in acht Kantonen umgesetzt ist. – Die Kompetenz für die Einführung liegt bei den Kantonen. 	●●●●●	gering	schwierig	Kantone, Unternehmen, Immobilienverwaltungen

Mögliche Anpassungen bei bestehenden Massnahmen

	Bewertung			Adressierte Sektoren und Zielgruppen
	Wirkung	Aufwand	Umsetzung	
	●○○○ (tief) – ●●●● (hoch)	(gering/mittel/ hoch)	(einfach/mittel/ schwierig)	
Potenzial des Normenwerks der SIA zur Reduktion des BoN stärker nutzen				adressierte Sektoren: HH / DL / IND
<p>Aspekte der betrieblichen Optimierung und speziell der Reduktion des BoN stärker im SIA-Normenwerk verankern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Über Mitarbeit in sämtliche Gremien (Kommissionen, Fachräte und Arbeitsgruppen) könnte darauf hingewirkt werden, dass energetische Betriebsoptimierungen eingefordert werden (z.B. dass Bauherrschaften Projekte nicht nur bis zum Bauabschluss, sondern inklusive Betriebsphase (Phase 6 «Bewirtschaftung» nach SIA 112) vergeben müssen.) – Über Mitarbeit in sämtliche Gremien (Kommissionen, Fachräte und Arbeitsgruppen) könnte darauf hingewirkt werden, dass langfristig Aspekte der Energieeffizienz gegenüber Aspekten des Komforts an Gewicht gewinnen (z.B. hohe Standards bei spezifischem Wärme-/Kältebedarf, bei Vorlauferhitzer von Warmwasserrohren, bei Dimensionierung von Warmwasserspeichern, bei Vorschriften bezüglich Legionellenschutz in Warmwasserspeichern, bei Warmwasseranschluss in Waschküchen, etc.). 	●●●●	gering	schwierig	Installateure, Energiefachleute
<p>Bekanntheit des bestehenden SIA Merkblatts 2048 «Energetische Betriebsoptimierung» steigern</p> <ul style="list-style-type: none"> – Das Merkblatt wäre eine hilfreiche bestehende Grundlage für die systematische Ausschöpfung von betrieblichen Optimierungen, darunter auch Massnahmen zur Reduktion des BoN. Es wird jedoch noch nicht genügend verwendet. – Der Bund könnte es noch stärker in bestehenden Beratungsprogrammen als Standardgrundlage verankern (vergleiche oben). Zudem könnte das Instrument über weitere Kanäle des Bundes beworben werden, analog zu mittlerweile etablierten Effizienzmassnahmen. 	●●○○○	gering	einfach	Installateure, Energiefachleute
BoN stärker in nationalen Energiesparkampagnen und Hilfsmitteln von EnergieSchweiz verankern				adressierte Sektoren: HH / DL / IND
<p>Potenzial zur Reduktion des BoN in Zweitwohnungen stärker ausschöpfen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zweitwohnungen haben als nur partiell genutzte Gebäude ein hohes Potenzial zur Reduktion des BoN. Der Bund adressiert dieses mit einer Informations- und Sensibilisierungskampagne für mehr Fernsteuerungen von Raumheizungen in Zweit- und Ferienwohnungen («MakeHeatSimple»). – Zur Steigerung der Bekanntheit und Reichweite der Kampagne könnten wichtige Akteure in Tourismusgemeinden neu/erneut kontaktiert werden, der Förderbeitrag pro Gemeinde erhöht werden oder die Information über weitere Kanäle des Bundes in einer (erneuten) Offensive beworben werden. 	●●○○○	hoch	mittel	Installateure, Energiefachleute, Endverbraucherinnen und -verbraucher Immobilienverwaltungen, Gemeinden
<p>Bestehende Hilfsmittel mit expliziten Hinweisen zum Aspekt des BoN ergänzen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bestehende Hilfsmittel könnten systematisch auf mögliche Ergänzungen oder Präzisierungen hinsichtlich der Reduktion des BoN geprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Zudem sollte im Zuge dessen geprüft werden, ob es hinsichtlich den relevantesten Verbraucher Lücken gibt, die mit neuen Hilfsmitteln adressiert werden sollten (z.B. Lüftung, Druckluft, etc.) 	●○○○○	gering	einfach	Installateure, Energiefachleute, Endverbraucherinnen und -verbraucher aller Sektoren, Immobilienverwaltungen

Mögliche Anpassungen bei bestehenden Massnahmen	Bewertung			Adressierte Sektoren und Zielgruppen
	Wirkung	Aufwand	Umsetzung	
	●○○○ (tief) –	(gering/mittel/	(einfach/mittel/	
	●●●● (hoch)	hoch)	schwierig)	
BoN in der Energieeffizienzverordnung (EnEV) verankern				adressierte Sektoren: HH / DL / IND
Standards zur Reduktion des BoN in Energieeffizienzverordnung aufnehmen	●●●●	gering	(sehr) schwierig	Gerätehersteller
– Die Energieeffizienzverordnung könnte durch spezifische Vorgaben zu technischen Steuerungen zur Reduktion des BoN ergänzt werden (z.B. Elemente von Sensorik, Automation, Regelung oder Steuerung). So könnten Gerätehersteller stärker in die Pflicht genommen werden.				
– Die Umsetzung ist sehr schwierig, da die Schweizer Gesetzgebung mit der europäischen Gesetzgebung harmonisiert ist.				

Tabelle 10: Mögliche Anpassung bestehender Massnahmen im Hinblick auf eine weitere Reduktion des BoN

Mögliche neue Massnahmen	Bewertung			Adressierte Sektoren und Zielgruppen
	Wirkung	Aufwand	Umsetzung	
	●○○○ (tief) – ●●●● (hoch)	(gering/mittel/ hoch)	(einfach/mittel/ schwierig)	
BoN in Gebäuden mit Wohn- und Mischnutzung stärker adressieren				Adressierte Sektoren: HH / DL
<p>Neues Programm «PEIK für grosse Mehrfamilienhäuser» einführen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ein Beratungsprogramm für Mehrfamilienhäuser ähnlich den PEIK-Beratungen für KMUs könnte angeboten werden. Der Fokus könnte insbesondere auf die eruierten thematischen Schwerpunkte gelegt werden, wie z.B. Beleuchtung, Lüftung, Klima oder Haustechnik. – Bezüglich der benötigten Erfahrungen und Fachpersonen würden Synergien mit den bestehenden Beratungsprogrammen entstehen. 	●●●○	hoch	mittel	Endverbraucherinnen und -verbraucher im Haushaltssektor, Unternehmen, Immobilienverwaltungen
<p>Auf Umsetzung einer Pflicht zur Betriebsoptimierung bei grossen Mehrfamilienhäusern (wie MuKE Modul 8) hinwirken</p> <ul style="list-style-type: none"> – Eine Erweiterung des MuKE Modul 8 von Nichtwohnbauten auf grosse Mehrfamilienhäuser könnte angestrebt werden – dies hätte eine hohe Wirkung zur Reduktion des BoN. – Die Kompetenz für die Einführung liegt jedoch bei den Kantonen. 	●●●●	gering	schwierig	Endverbraucherinnen und -verbraucher im Haushaltssektor, Unternehmen, Immobilienverwaltungen
Potenzial der Herstellerfirmen zur Reduktion des BoN stärker nutzen				Adressierte Sektoren: HH / DL / IND
<p>Runder Tisch zum Thema «BoN» mit Geräteherstellern organisieren</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ein runder Tisch könnte den Erfahrungsaustausch zwischen Geräteherstellern und die gemeinsame Erarbeitung von Zielen und Massnahmen begünstigen, wie «energylight». 	●●○○	gering	einfach	Gerätehersteller
Potenzial von Smart Meter zur Reduktion des BoN stärker nutzen				Adressierte Sektoren: HH / DL / IND
<p>Sensibilisierungskampagne zu Smart Meter umsetzen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der Bund könnte im Zuge des Smartmeter-Rollouts gemeinsam mit Energieversorgungsunternehmen die Umsetzung einer Sensibilisierungskampagne umsetzen, mit dem Ziel, das Potenzial zur Reduktion des BoN bei Endverbrauchern mit Smart Meter stärker auszuschöpfen. 	●○○○	gering	mittel	Endverbraucherinnen und -verbraucher in allen Sektoren, Unternehmen
<p>Daten von Smartmetern für Energieberatung nutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gemeinsam mit EVU könnte der Bund auf einen möglichst hohen Nutzen der Daten von Smart Meter hinarbeiten, z.B. dass die Verbrauchsdaten bei möglichst vielen EVU explizit erhoben werden (Beispiel: Die Services Industriels de Genève (SIG) besucht aktiv Haushalte und erhebt Verbrauchsdaten und Einsparpotenzial u.a. auch zu Aspekten des BoN) und die Daten evtl. gar akkreditierten Energiefachleuten für Beratungen zur Verfügung gestellt werden. – Dies wäre insbesondere bei grossen MFH und Verbrauchern aus den Sektoren DL und IND wirkungsvoll. Die Massnahme müsste jedoch bezüglich Einhaltung von Datenschutzrichtlinien geprüft werden. 	●●●○	mittel	mittel	Endverbraucherinnen und -verbraucher in allen Sektoren, Unternehmen

Mögliche neue Massnahmen	Bewertung			Adressierte Sektoren und Zielgruppen
	Wirkung	Aufwand	Umsetzung	
	●○○○ (tief) –	(gering/mittel/	(einfach/mittel/	
	●●●● (hoch)	hoch)	schwierig)	
Weitere Hebel zur Reduktion des BoN fördern				Adressierte Sektoren: HH / DL / IND
As-a-service-Geschäftsmodelle fördern – As-a-service-Geschäftsmodelle, d.h. die Nutzung von Dienstleistungen statt des Kaufs von Produkten, führen oft zu betrieblichen Optimierungen (durch alle drei verschiedene Wirkungsmechanismen). Dies, da der Anbieter der Dienstleistung ein inhärentes Interesse daran, die Betriebskosten möglichst zu minimieren. – Der Bund könnte dies neu spezifisch fördern, z.B. im Rahmen etablierter Gefässe wie EnergieSchweiz.	●●○○○	mittel	mittel	Endverbraucherinnen und -verbrauche im Haushaltssektor

Tabelle 11: Mögliche neue Massnahmen im Hinblick auf eine weitere Reduktion des BoN

Schlussfolgerungen aus der Analyse möglicher Massnahmen

- Die Möglichkeiten, um die Reduktion des BoN zu verstärken, sind vielfältig.
- Es besteht ein relevantes Potenzial, nicht nur bei den neuen Massnahmen, sondern insbesondere auch bei der Anpassung bestehender Instrumente.
- Eine besonders hohe Wirkung hätten unter anderem eine Umsetzung des MuKE n Moduls 8 (Betriebsoptimierung) über alle Kantone, eine generelle Neuausrichtung und Neugewichtung von Energieeffizienzaspekten im SIA-Normenwerk oder die Aufnahme von Standards zur Reduktion des BoN in der Energieeffizienzverordnung. Die Umsetzung dieser Massnahmen ist jedoch schwierig bis sehr schwierig, da die Kompetenz bei Kantonen, SIA-Gremien oder gar der europäischen Gesetzgebung liegt und der Bund daher nur indirekt auf eine verstärkte Verankerung der Reduktion des BoN hinwirken kann.
- Daneben gibt es jedoch low hanging fruits – Massnahmen mit beträchtlicher Wirkung, die mit geringem Aufwand und in eigener Kompetenz durch den Bund umgesetzt werden können. Der Bund könnte zum Beispiel Anforderungen zur Betriebsoptimierung als zusätzliches Förderkriterium bei bestehenden Förderprogrammen stellen oder den Aspekt des BoN stärker in den Standardabläufen bestehender Beratungen verankern.
- Neue vielversprechende Massnahmen wären z.B. die Einführung eines Beratungsprogramms für grosse Mehrfamilienhäuser, die Umsetzung einer Pflicht zur Betriebsoptimierung bei grossen Mehrfamilienhäusern (analog MuKE n Modul 8) oder die Verbesserung der verfügbaren Datengrundlagen für betriebliche Optimierung (z.B. durch Bereitstellung von Smartmeterdaten via EVU, sofern Datenschutzrichtlinien eingehalten werden können). Diese Massnahmen sind jedoch kostenintensiver und/oder schwieriger umzusetzen.

7. Schlussfolgerungen

Diese Studie wurde im Auftrag des BFE zur Beantwortung des Postulats Nr. 21.4561 von Nationalrat Kurt Egger erarbeitet, welches den Bundesrat beauftragt, in einem Bericht das Potenzial des Energieverbrauchs des "Betriebs ohne Nutzen" zu erfassen sowie Massnahmenvorschläge und Anreizmechanismen zu dessen Vermeidung vorzulegen.

Definition Betrieb ohne Nutzen

Diese Studie hat zunächst den Begriff vom Betrieb ohne Nutzen wie folgt geschärft: BoN wird als Betriebszustand (Zustand) von Verbrauchsanlagen definiert, in dem der Energieverbrauch in einem Missverhältnis zum erwünschten Nutzen steht. Dieser Zustand führt zu einem unnötigen Energieverbrauch. Um eine genaue Beschreibung des Sachverhalts zu erlauben, werden vier Betriebszustände ausdifferenziert:

- Aus-Zustand: kein Energieverbrauch und kein erwünschter Nutzen
- Standby: Teilbetrieb mit geringem Verbrauch und (geringem) erwünschten Nutzen
- Betrieb mit Nutzen: grosser Verbrauch und erwünschter Nutzen
- Betrieb ohne Nutzen: grosser Verbrauch und kein erwünschter Nutzen

Stromverbrauch durch Betrieb ohne Nutzen

Im Rahmen der Studie wurde eine Kombination aus Literaturrecherche und Experteninterviews eingesetzt, um den aktuellen Stand des BoN zu erfassen und den Stromverbrauch in verschiedenen Sektoren grob abzuschätzen. Anschliessend wurden die Bereiche mit dem höchsten Verbrauch und dem grössten Einsparpotenzial näher untersucht.

Der Gesamtstromverbrauch des BoN wurde auf mindestens 4.3 TWh oder 8% des Gesamtstromverbrauchs der Sektoren Haushalte, Dienstleistungen und Industrie geschätzt. Das quantifizierbare Potenzial verteilt sich auf die Sektoren Haushalte (1.8 TWh), Dienstleistungen (1.8 TWh) und Industrie (0.7 TWh). Innerhalb dieser Sektoren wurden verschiedene Querschnittstechnologien betrachtet. Die Analyse ergab, dass die Beleuchtung einen Anteil von 1.3 TWh am Gesamtstromverbrauch hat, wobei vor allem im Dienstleistungssektor erhebliche Einsparpotenziale bestehen. Die Bereitstellung von Raumwärme durch elektrische Heizsysteme trägt mit 1.1 TWh zum BoN bei, insbesondere in Haushalten und im Dienstleistungssektor. In den Sektoren Dienstleistungen und Industrie führen Leckagen in Druckluftsystemen zu einer Energieverschwendung von etwa 0.3 TWh. Im Bereich Information, Kommunikation und Unterhaltung schätzen wir den BoN-Verbrauch im Haushaltssektor auf 0.2 TWh.

Diese Schätzungen basieren auf vorhandenen Daten und Interviews und sind konservativ. Es wird davon ausgegangen, dass die tatsächlichen Werte insbesondere im Dienstleistungs- und Industriesektor deutlich höher liegen könnten. Aus diesem Grund werden vertiefende Analysen zu Antrieben, Prozessen und Prozesswärme dringend empfohlen. Die Untersuchungen zeigen, dass der BoN-Verbrauch und sein Reduktionspotenzial noch unterschätzt werden und laut Expertenschätzung das Potenzial noch etwa zwischen 6 und 7 TWh liegt. Es werden weitere Studien zu Themen wie Wärmebereitstellung im Dienstleistungssektor, Informationstechnologie in allen Sektoren und branchenspezifische Analysen im Industriesektor dringend empfohlen. Zudem wurde hier das technische Potenzial betrachtet – eine wirtschaftliche Betrachtung des Potenzials ist noch erforderlich.

Hemmnisse zur Reduktion des BoN

Die Hemmnisse, die die Reduktion des BoN behindern, sind vielfältig. Ein Mangel an Wissen, Motivation sowie zeitlichen und personellen Ressourcen erschwert die Umsetzung wirksamer Massnahmen. Gleichzeitig spielen finanzielle Hemmnisse eine entscheidende Rolle. Finanzielle Anreize sind notwendig, um unwirtschaftliche Massnahmen zur Reduktion des BoN zu fördern und Verantwortliche zu einer verstärkten Umsetzung zu bewegen. In einigen Fällen könnten finanzielle Unterstützungsmöglichkeiten bei der Umsetzung kapitalintensiver Massnahmen eine relevante Hürde beseitigen.

Um technische Hürden abzubauen, fehlen optimierte Informationsbereitstellung und Beratung um technisch gesteuerte Reduktionsmassnahmen wie Gebäudeautomation oder smarte Gerätesteuerungen verstärkt einzusetzen.

Weitere relevante Hemmnisse sind systemischer oder regulatorischer Natur. Beispiele hierfür sind das Betreiber-Experte-Dilemma und die Umsetzung von SIA-Normen sowie ein schwacher Fokus auf BoN in Förderprogrammen und Vorschriften.

Insgesamt ist ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich, der auf Informationsvermittlung, finanzielle Anreize, technische Innovationen und regulatorische Anpassungen setzt, um die Hemmnisse für die wirksame Reduktion des BoN zu überwinden und die Energieeffizienz nachhaltig zu steigern.

Untersuchungen bestehender Massnahmen

Bei den Experteninterviews wurden bestehende Massnahmen zur Reduktion von BoN sowie mögliche Hemmnisse erfasst. Ausserdem wurde analysiert, wie sich bestehende Massnahmen auf BoN auswirken und welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen.

Die Untersuchungen ergab, dass einige wenige Massnahmen bereits direkt auf BoN abzielen, diese Massnahmen jedoch noch wenig etabliert sind. Die Mehrzahl der Massnahmen zielt auf eine Reduktion des Stromverbrauchs ab. Die meisten Massnahmen haben neben anderen Optimierungsmechanismen einen indirekten Einfluss auf die BoN-Reduktion. Im Haushaltssektor zielen nur etwa die Hälfte der untersuchten Massnahmen auf die Reduktion von BoN ab, ihre Wirkung ist bisher gering. Insgesamt sind viele der bestehenden Massnahmen noch nicht effektiv auf die Reduktion von BoN ausgerichtet. Dies gilt insbesondere für den Haushaltssektor, der nur bei etwa der Hälfte der untersuchten Massnahmen Zielgruppe ist. Zudem haben diese auf Haushalte ausgerichteten Massnahmen nur eine geringe Wirkung auf BoN. Die Wirkung bestehender Massnahmen könnte stark erhöhet werden, wenn einerseits jene Massnahmen mit hoher Wirkung auf die Reduktion des BoN bekannter gemacht werden und andererseits die Reduktion des BoN in den übrigen Massnahmen stärker verankert wird.

Empfehlungen zur weiteren Reduktion des BoN

Abschliessend wurden in einem Expertenworkshop Anpassungen bestehender Massnahmen sowie neue Vorschläge zur weiteren Reduktion von BoN diskutiert. Es zeigte sich, dass insbesondere bei der Optimierung bereits bestehenden Instrumente grosses Potenzial besteht.

Eine besonders hohe Wirkung auf die Reduktion des BoN hätten gemäss Experteneinschätzung unter anderem eine Umsetzung des MuKE n Moduls 8 (Betriebsoptimierung) über alle Kantone, eine generelle Neuausrichtung und Neugewichtung von Energieeffizienzaspekten im SIA-Normenwerk oder die Aufnahme von Standards zur Reduktion des BoN in der Energieeffizienzverordnung. Die Umsetzung dieser Massnahmen ist jedoch schwierig bis sehr schwierig, da die Kompetenz bei Kantonen, SIA-Gremien oder gar der europäischen Gesetzgebung liegt und der Bund daher nur indirekt auf eine verstärkte Verankerung der Reduktion des BoN hinwirken kann

Daneben gibt es jedoch verschiedene low hanging fruits – Massnahmen mit beträchtlicher Wirkung, die mit geringem Aufwand und in eigener Kompetenz durch den Bund umgesetzt werden können. Der Bund könnte zum Beispiel digitale Werkzeuge entwickeln oder unterstützen, die eine SmartMeter-Datenauswertung zulassen und den Endverbrauchern personalisierte Energiespartipps geben. Ein erster Schritt wurde bereits durch das BFE dafür mit der Entwicklung PERLAS gemacht, welche noch bekannter gemacht werden muss. Er könnte auch Anforderungen zur Betriebsoptimierungen als zusätzliches Förderkriterium bei bestehenden Förderprogrammen stellen oder den Aspekt des BoN stärker in den Standardablauf bestehender Beratungen verankern. Damit würde die explizite Betrachtung des BoN in bestehenden Abläufen und Prüfungen gefördert.

Neue vielversprechende Massnahmen wären z.B. die Einführung eines neuen Programms im Stil von PEIK für grosse Mehrfamilienhäuser, die Umsetzung einer Pflicht zur Betriebsoptimierung bei grossen Mehrfamilienhäusern (analog MuKE n Modul 8). Diese Massnahmen sind jedoch kostenintensiver und schwieriger umzusetzen.

Fazit

Die Stromverschwendung durch BoN ist ein bedeutendes Thema, da es ein erhebliches technisches Potenzial zur Stromeinsparung von mindestens 8% in den Sektoren Haushalte, Dienstleistungen und Industrie birgt. Eine sektorspezifische Vertiefung des BoN ist jedoch ratsam, insbesondere in den Bereichen Dienstleistungen und Industrie, in denen ein noch grösseres Potenzial vermutet wird. Detaillierte Studien sind erforderlich, um die genauen Einsparungsmöglichkeiten zu identifizieren.

Obwohl es in der Schweiz bereits viele Massnahmen zur Stromeinsparung gibt, zielen diese oft eher auf die Betriebsoptimierung ab und berücksichtigen die BoN nicht explizit, sondern erzielen nur indirekte Effekte. Dies insbesondere, da es bei BoN häufig um das Verhalten von Nutzenden geht. Dies kann nur durch explizite Beratung und Information oder durch massgeschneiderte technische Massnahmen wie intelligente Steuerungen wirksam verändert oder beeinflusst werden. Um das Potenzial vollständig auszuschöpfen, wäre es daher sinnvoll, BoN in bestehenden und neu geschaffenen Instrumenten stärker in den Fokus zu rücken und gezielt zu adressieren.

A1 Literaturverzeichnis

- [1] BFE, „Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2021 nach Verwendungszwecken“, 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/energieverbrauch-nach-verwendungszweck.html/>
- [2] Stadt Zürich, „Schlussbericht: Nutzerverhalten beim Wohnen – Analyse, Relevanz und Potenzial von Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs (Effizienz und Suffizienz)“, 2011. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.galkom.ch/assets/downloads/Bericht%20Nutzerverhalten.pdf>
- [3] TopTen, „Ratgeber Wärmepumpenboiler“. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.topten.ch/private/adviser/ratgeber-warmepumpenboiler>
- [4] BFE, „Faktenblatt Stromverbrauch Elektrogeräte 2020“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/69112.pdf>
- [5] EnergieSchweiz und BFE, „Stromverbrauch für Beleuchtung in der Schweiz 2012 bis 2021“, 2021, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/74433.pdf>
- [6] BFS, „Bau- und Wohnungswesen“. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/wohnungen.html>
- [7] Gasser, S., Simon, M., Sprecher, F., und Würmli, Ch., „Betrieb ohne Nutzen (BoN) – Analyse des Stromverbrauches in städtischen Gebäuden“, Stadt Zürich, 2011. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/bauen-fuer-2000-watt/grundlagen-studienergebnisse/archiv-studien/2011/2011-08-egt-betrieb-ohne-nutzen.html>
- [8] C. Winkler und C. Walther, „Fernsteuerung von Raumheizungen in Zweitwohnungen“, *BFE*, 2017, [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8809>
- [9] EnergieSchweiz und BFE, „Elektrizitätsbedarf für die Druckluft in der Schweiz“, 2014. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/7661>
- [10] ProKiloWatt, „ProKilowatt, was ist das?“, ProKilowatt. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.prokw.ch/de/>
- [11] BFE und Konferenz Kantonalen Energiedirektoren EnDK, „Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2023“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/publikationen.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVibGJlYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTE0Mzk=.html>
- [12] PEIK Energieberatung für KMU, „PEIK-Energieberatung für KMU – wir unterstützen Sie beim Energiesparen“, PEIK Energieberatung für KMU. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://peik.ch/>
- [13] act Cleantech Agentur Schweiz und BFE, „Wie viel Strom könnten Ihre Produktionsanlagen einsparen?“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9595>
- [14] EnergieSchweiz und BFE, „Ein intensiver Blick auf Wärme und Kälte in der Industrie“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8357>
- [15] Konferenz Kantonalen Energiedirektoren EnDK, „Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN) 2014, Nachführung 2018 – aufgrund geänderter Normen“, 2018. [Online].

Verfügbar unter: https://www.endk.ch/de/ablage/grundhaltung-der-endk/MuKE2014_d-2018-04-20.pdf/download

- [16] SIA, „Merkblatt SIA 2048 - Energetische Betriebsoptimierung“, 2015. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://shop.sia.ch/collection%20des%20normes/architecte/sia%202048/d/D/Product/>
- [17] „Die aktuelle Lage in der Schweiz“, UVEK. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.nicht-verschwenden.ch/de/startseite/>
- [18] EnergieSchweiz und BFE, „Energieeffizienz im Haushalt“, EnergieSchweiz. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energieschweiz.ch/haushalt/>
- [19] BFE, „Standby und Netzgeräte“. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/effizienz/energieetiketten-und-effizienzanforderungen/elektronische-geraete/standby-und-netzgeraete.html>
- [20] *Bundesgesetz über die Stromversorgung; Stromversorgungsgesetz; StromVG*, Bd. 734.7. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2007/418/de>
- [21] *Stromversorgungsverordnung; StromVV*, Bd. 734.71. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2008/226/de>
- [22] Jakob, M., Catenazzi, G., Melliger, M., Forster, R., Martius, G., und Ménard, M., „Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik. Grundlagen für ein Potenzial- und Massnahmenkonzept der Gebäudetechnik zur Reduktion von Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen“, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/publikationen.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVibGljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvODE0Nw==.html>
- [23] Stadt Zürich, „Suffizienzpfad Energie – Das Beispiel Wohnen“, 2012. [Online]. Verfügbar unter: https://www.local-energy.swiss/dam/jcr:311b8646-8555-4f8a-895b-683fc60f37d1/Suffizienzpfad_StadtZuerich_2012.pdf
- [24] Brunner, C. U., Bernhard Brechbühl, H. Glauser, J. Nipkow, und U. Steinemann, „Betrieb ohne Nutzen – BON im Dienstleistungssektor“, 2009, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=62598&Load=true>
- [25] Energo ©, „energo - Mit energo©ADVANCED 15% Energie und Kosten sparen“. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energo.ch/de/dienstleistungen/advanced/>
- [26] Gasser, S. und Simon, M., „Betrieb ausserhalb der Nutzungszeit (BaN)– Analyse Amtshaus III“, Stadt Zürich, 2012. Zugegriffen: 13. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/bauen-fuer-2000-watt/grundlagen-studien-ergebnisse/archiv-studien/2012/2012-09-egt-betrieb-ausserhalb-nutzungszeit.html>
- [27] Stadt Zürich, „Suffizienzpfad Energie für Schulbauten“, 2014. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/hbd/Deutsch/Hochbau/Weitere%20Dokumente/Bauen-2000-Watt/Grundlagen-Studienergebnisse/NB/2014/2014-02-Suffizienz-in-Schulbauten-Schlussbericht.pdf>
- [28] Menti, U., „'Standby-Verbrauch' von Dienstleistungsgebäuden“, BFE, 1999. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=64375&Load=true>
- [29] S. Studer, R. Züst, L. Weiss, und B. Wellig, „Energieeffiziente Produktionsmaschinen, Planungshilfen für die MEM-Industrie: Vermeiden von «Betrieb ohne Nutzen»“, 2012. [Online]. Verfügbar unter: https://www.swissmem.ch/fileadmin/user_upload/Content/Energieeffizienz/Planungshilfen_Teilprojekt2-d.pdf

- [30] Energiestiftung, „Faktenblatt Energie Effizienz“, 2012. [Online]. Verfügbar unter: https://energiestiftung.ch/files/energiestiftung/publikationen/downloads/energiethemen-energieeffizienz/02_ses_faktenblatt_energie_effizienz.pdf
- [31] Brüniger, R., „Energieforschungsprogramm 2008-2011 – Elektrizitätstechnologien und -anwendungen“, 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9114>
- [32] EnergieSchweiz und BFE, „Massnahmenblätter Energiesparen“, 2023 2022. Zugegriffen: 14. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/suche?keywords=744&x=1>

A2 Übersicht Literaturrecherche

	Haushalte	Dienstleistungssektor	Industrie
Energieverbrauch BoN (AS2)	<p>Heizabsenkung bei Zweit-/Ferienwohnungen 11%-64% pro Gebäude je nach Typ & Nutzung [8]</p> <p>Energetische Betriebsoptimierung & Gebäudeautomation, Kälte: 9 GWh/a, Anpassung Betriebszeit Lüftung 16 GWh/a, BoN Beleuchtung 9 GWh/a [22]</p> <p>Nutzerverhalten: Raumklima 20-25%, Warmwasser 18-30%, Beleuchtung und Betriebseinrichtungen 20-50% [2]</p> <p>Suffizientes Verhalten: 10-18% [23]</p>	<p>2.4 TWh/a [24]</p> <p>Bis zu 15% [25]</p> <p>Verwaltungsgebäude 13% (einfache Massnahmen); über 50% des Stromverbrauchs städtischer Gebäude ausserhalb Nutzungszeit [26]</p> <p>Anpassung Betriebszeit Lüftung Büros 8 GWh/a, Schulen 3 GWh/a; eBO und GA Kälte Büros 11 GWh/a, Schulen 3 GWh/a; Beleuchtung Büros 34 GWh/a, Schulen 22 GWh/a [22]</p> <p>Schulen: 25-30% (Neubau), 40% (Altbau) (suffizientes Handeln, inkl. Mobilität); Betriebszeiten 10-20%, Nutzerverhalten 2-8% [27]</p> <p>25% [28]</p>	<p>Grösstes Potenzial in «Prozessabhängiger Funktion» [29]</p> <p>Betriebsoptimierung 5 TWh/a, mit Verhaltensänderung nochmals markant höher [30]</p> <p>Anpassung des Betriebs der Anlage an tatsächlichen Bedarf (ein/aus/drehzahlvariable Antriebe) 15-40%, Energetische Prozessoptimierung 5-50% [31]</p>
Instrumente/Massnahmen (AS3)		<p>Zeitliche Anpassung an Bedarf (Automatik) [24]</p> <p>Anpassung an verminderten Bedarf [24]</p> <p>Erkennung der Präsenz von Personen [24]</p>	<p>[29]: Kurze Aufwärmzeiten, unbewegte Achsen ohne Leistungsaufnahme, einfaches Ein- und Ausschalten, Minimierung unproduktiver Zeiten, energieoptimierte Parametersätze, dynamische Energieoptimierung, automatische Wahl des Betriebszustands, Druckluftsystemverluste minimieren, bedarfsgerechte Kühlung/Schmierung, Auslegung hydraulischer Systeme, Abstimmung des Druckniveaus von Hydraulikkomponenten, steuerbare Peripherie</p> <p>[30]: Anreiz für effizienten Stromverbrauch (z.B. Strom-/Energieleistungsabgabe, Anreizmechanismus für Netzbetreiber, Bonus-Malus-Effizienzfonds für Grossverbraucher, subsidiäre Anreize)</p> <p>[32]: Energieverbrauch ungenutzter Räume senken, Brennerleistung dem effektiven Bedarf anpassen, Teilstränge des Leitungsnetzes abkoppeln oder Druckluftanlage ausserhalb Betriebszeiten ausschalten, Beleuchtungsstärke dem effektiven Bedarf anpassen, Bewegungs-/Tageslichtsensor/Präsenzmelder, Server nicht unter 27°C kühlen und Energiesparfunktion einstellen, Heizung im Sommer aus, Lüftung an Nutzung und Raumvolumen anpassen</p>

Tabelle 12: Aussagen der Literatur zum BoN in den drei Sektoren bezüglich Energieverbrauch und zu Instrumenten und Massnahmen

Als Grundlage für die Quantifizierung des Reduktionspotenzials von BoN wurden in einer Literaturrecherche 18 Quellen ausgewertet. Die Verfügbarkeit von Literatur zu diesem Thema ist jedoch begrenzt, was eine umfassende Datensammlung und -analyse erschwert. Die bestehenden Daten sind noch sehr lückenhaft und uneinheitlich. Auch wurden bei der Recherche keine aktuellen Daten mit ausreichender Qualität gefunden.

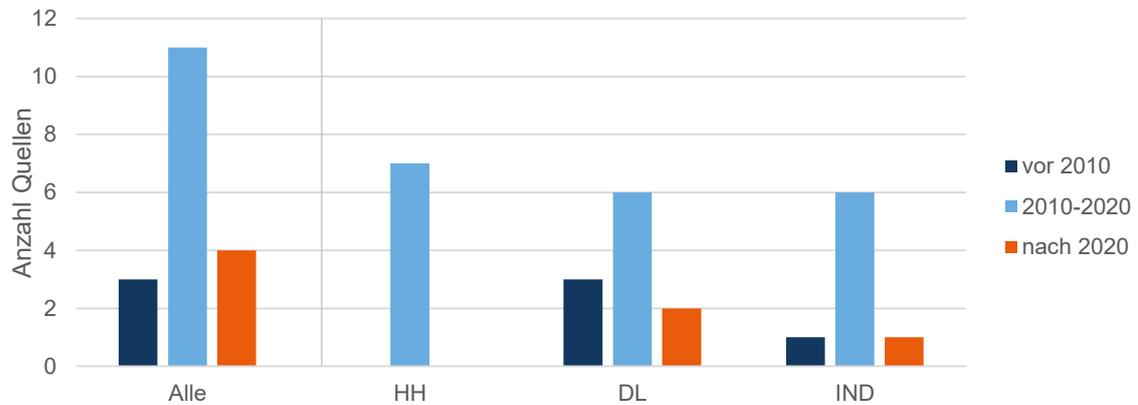


Abbildung 19: Verteilung der Literaturquellen nach Publikationsjahr und Sektor, zu welchem sie Aussagen machen

Während sich viele Quellen auf spezifische technische Bereiche beziehen, treffen vereinzelte Quellen sektorenübergreifende Aussagen. Eine der wohl bekanntesten BoN-Studien von 2009 berechnete in allen Sektoren in der Schweiz einen Energieverbrauch durch BoN von 9.4 TWh/a [24].

A3 Interviewleitfaden

Ziel/ Hintergrund	Frage
<i>Einführung, kurzer Umriss des Projekts.</i>	Ziel des Projektes: <ul style="list-style-type: none"> – Übersicht BON in Bereichen HH, DL, IND – Es geht um Abstecken des Feldes, Grundlage für weitere Vertiefungen – Übersicht bestehende Massnahmen – Sammlung von Hemmnissen – Ausarbeitung von Empfehlungen
	Ziel des Interviews: <ul style="list-style-type: none"> – Validierung Daten und Abschätzung zu BON und Potenzial – Sammlung von Hemmnisse – Empfehlungen
<i>Definition BON einführen</i>	<i>(Folie mit BON Grafik und Definition vorstellen)</i> Verstehen Sie die Definition von BON und sind Sie mit ihr einverstanden?
<i>Bestätigung des Bereichs</i>	In welchem Bereich (HH,DL, IND) haben Sie mit BON Erfahrung?
<i>Wird ein Experte zu mehreren Sektoren befragt, werden ihm die Fragen zu einem Sektor vollständig gefragt und dann geht man zum nächsten Sektor.</i>	
<i>Folie: Grafik mit Stromverbrauch nach Verwendungszwecke im Sektor [HH,DI,Ind] . Abschätzung BON</i>	Die Grafik zeigt den elektrischen Verbrauch im [HH,DL,IND] Sektor, aufgeteilt nach den Verwendungszwecken. In Prozent oder Gigawattstunden (GWh) ausgedrückt, wie schätzen Sie den BON-Verbrauch in den verschiedenen Verwendungszwecken des Sektors ein? Welche Überlegungen oder Faktoren fliessen in Ihre Schätzung des BON-Verbrauchs ein?
<i>Abschätzung pot. BON (qualitativ abschöpfbares Potenzial)</i>	Ihrer Einschätzung nach, durch welche Aspekte das Potenzial bestmöglich ausgeschöpft werden kann (also ist es Geräte-/Systemeffizienz, oder Reduktion BoN, etc...). wie viel Potenzial gibt es noch für die Reduktion von Energieverschwendung durch Optimierung von BON in den verschiedenen Bereichen/Kategorien/Branchen?
<i>Einschätzung bestehenden Massnahmen</i>	Gibt es politische Massnahmen, die den Verbrauch in diesen Bereichen beeinflusst haben? <i>(Übersicht Massnahmen zeigen)</i> Welche Massnahmen sind besonders wichtig? Was funktioniert gut? Gibt es spezifische Branchen oder Kategorien, auf die sich diese Massnahmen besonders beziehen oder die für die Umsetzung besonders relevant sind?
<i>Hemmnisse</i>	Welche Herausforderungen könnten bei der Umsetzung dieser Massnahmen in den relevanten Bereichen auftreten, und wie können diesen begegnet werden? Wo braucht es neue Impulse?
<i>Empfehlungen neue Massnahmen</i>	Mit welchen Instrumenten/Massnahmen könnte BON weiter reduziert werden? Welche Massnahmen/Instrumente betreffen Bund und Kantone?
	Gibt es noch weitere Personen, die sich mit BoN beschäftigt haben, die wir befragen sollten?
<i>Abschluss</i>	Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

A4 Beteiligte Fachpersonen

Fachperson	Organisation	Expertise in Sektoren		
		HH	DL	IND
Eric Bush	TopTen	X	X	
Stefan Gasser	S.A.F.E.	X	X	
Daniel Imgrüth	Schnyder Ingenieure	X	X	
Robert Uetz	Amstein+Walthert		X	X
Yannik Riesen	Planair		X	X
Adrian Zimmermann	Enerprice		X	X
Silvana Kerfoot-Roberts	Weisskopf Partner		X	X
Gregor Hunziker	DM Energieberatung		X	X
Christoph Hauser	EBP Schweiz		X	X
Sabine Perch-Nielsen	EBP Schweiz	X	X	X
Peter de Haan	EBP Schweiz	X	X	X

Tabelle 13: Beteiligte Fachpersonen in Interviews und Workshop