

# Smart Readiness Indikator Bewertungsschema und Chancen für intelligente Gebäude

SRI Austria

A. Knotzer, J. Fechner,  
T. Zelger, A. Berger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**8/2020**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe  
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

### **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in  
dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik  
Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:  
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

# Smart Readiness Indikator Bewertungsschema und Chancen für intelligente Gebäude

SRI Austria

DI Armin Knotzer  
AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

DI Johannes Fechner  
17&4 Organisationsberatung

DI Thomas Zelger  
FH Technikum Wien

Dr. Angela Berger  
Technologieplattform Smartgrids Austria

Gleisdorf und Wien, November 2019

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm Stadt der Zukunft des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm Haus der Zukunft auf und hat die Intention Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung von allen betroffenen Bereichen wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMK publiziert und elektronisch über die Plattform [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und AnwenderInnen eine interessante Lektüre.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



# Inhaltsverzeichnis

---

|   |    |
|---|----|
| Kurzfassung .....   | 9  |
| Abstract .....  | 10 |
| 1. Ausgangslage und Ziel .....  | 11 |
| 1.1. EU Vorgaben aus EPBD 2018.....   | 11 |
| 1.2. Interpretation der „Smart Readiness“ international.....                        | 12 |
| 1.3. Interpretation einer SRI Bewertung durch die VITO Studien .....                | 13 |
| 1.4. Nationale Studien und Vorarbeiten .....  | 15 |
| 1.5. Motivation und Ziele SRI Austria .....   | 16 |
| 2. Projektinhalt .....  | 19 |
| 2.1. Stakeholdereinbindung, Austausch mit VITO-Konsortium.....                      | 19 |
| 2.1.1. SRI Austria Befragungsergebnisse und Interview-Statements.....               | 19 |
| 2.1.2. VITO/EU Befragungsergebnisse und Annahmen für VITO Berechnungsmethodik ..... | 23 |
| 2.2. Unterstützende Masterarbeiten .....  | 23 |
| 2.3. Markt- und Wirkungsanalyse .....   | 25 |
| 2.3.1. Die Methode Logic-Model.....   | 25 |
| 2.3.2. Problemanalyse .....   | 25 |
| 2.3.3. Input .....  | 27 |
| 2.3.4. Wirkmodell .....   | 30 |
| 2.3.5. Schlussfolgerungen aus dem Logic-Model .....                                 | 33 |
| 2.3.6. Spezielle Fragen zur Wirkungsanalyse .....                                   | 34 |
| 2.4. Stärken und Herausforderungen bei der methodischen Herangehensweise.....       | 39 |
| 3. Ergebnisse.....  | 41 |
| 3.1. Was sind „smarte Technologien“ im Sinne des SRI? .....                         | 41 |
| 3.1.1. Technologiefokussierung auf Basis des EU/VITO-Vorschlags.....                | 41 |
| 3.1.2. Sichtweisen auf smarte Technologien.....                                     | 42 |
| 3.2. Einleitung Vorschlag SRI Austria.....  | 46 |
| 3.3. Säule 1: Flexibilität, Lastverschiebung.....                                   | 47 |
| 3.4. Säule 2: Bewertung von intelligenten Ausrüstungsmerkmalen .....                | 50 |
| 3.5. Säule 3: Ausrichtung am Bedarf der NutzerInnen/BewohnerInnen von Gebäuden..... | 54 |
| 3.6. Gesamtbewertung SRI Austria .....  | 56 |
| 3.7. Einpassung in das Programm „Stadt der Zukunft“ .....                           | 58 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 4.   | Schlussfolgerungen.....                        | 59 |
| 4.1. | Erkenntnisse und weiterführende Arbeiten.....  | 59 |
| 4.2. | Verwertungs- und Verbreitungsaktivitäten ..... | 60 |
| 5.   | Ausblick und Empfehlungen.....                 | 62 |
| 6.   | Verzeichnisse.....                             | 63 |
| 6.1. | Abbildungsverzeichnis.....                     | 63 |
| 6.2. | Tabellenverzeichnis .....                      | 64 |
| 6.3. | Literaturverzeichnis.....                      | 64 |

# Kurzfassung

## **Ausgangssituation/Motivation**

Die EU-Kommission möchte auf Basis des „Clean Energy for All Europeans“ Maßnahmenpakets von 2016 im Gebäudebereich intelligente Technologien mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien und mit Energieeffizienz verschränken. Dazu soll auch die Bewertung der „smart readiness“ durch einen Indikator beitragen, um die Gebäude fit für die zukünftigen Anforderungen in erneuerbaren Energienetzen und die Bedürfnisse der NutzerInnen zu machen. Die Europäische Kommission hat daher im Juni 2018 eine Änderung der Gebäuderichtlinie beschlossen, und einen „Smart Readiness Indicator“ (SRI) eingeführt. Derzeit erstellt ein Konsortium um das Flemish Institute for Technological Research NV (“VITO”) einen Vorschlag zur Berechnungsmethodik für die EU-Kommission. Die Einführung desselben ist für die Mitgliedsstaaten vorerst optional.

## **Inhalte und Zielsetzungen**

Die Vorbereitung einer nationalen Spezifizierung des SRI sowie die Definition von wichtigen Punkten in einem SRI aus der Sicht Österreichs waren Inhalte dieses Projektes. Im Austausch mit dem Projekt IEA EBC Annex 67 zur Energieflexibilität von Gebäuden, den zuständigen Personen der DG Energy, vor allem dem VITO-Konsortium und den nationalen Stakeholdern wurde der Vorschlag eines SRI Austria ausgearbeitet.

## **Methodische Vorgehensweise**

Österreichische Technologieanbieter, Energiedienstleister, ExpertInnen und weitere relevante Stakeholder wurden zu ihren Meinungen und zu Potentialen smarterer Technologien befragt, ein Technologiescreening, eine Wirkungsanalyse und Klassifikation möglicher Technologien und Services durchgeführt. Diese Arbeiten wurden durch Recherchen zu Studien und Position Papers im Bereich Smart Grids und intelligente Wärmenetze und -versorgung in Gebäuden sowie durch Masterarbeiten ergänzt. Verschiedene, die „smartness“ betreffende, Technologien und Dienstleistungen im Gebäude wurden gelistet und bewertet. Ein aktueller Stand der Diskussion zu einem „Intelligenzfähigkeitsfaktor“ für Gebäude auf EU- und nationaler Ebene wurde recherchiert und zusammengefasst. Marktstudien zu intelligenter Gebäudetechnik und Nutzung der Energieflexibilität wurden für eine Wirkanalyse miteinbezogen.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Das Ergebnis ist eine Grundlage für die nationale politische Entscheidung, einen SRI auf fundierter Basis einzuführen oder bewusst nicht umzusetzen. Das vorliegende Projekt konzipierte einen österreich-spezifischen Smart Readiness Indikator als Bewertungsschema für intelligente Gebäude als Erweiterung des Energieausweises, unter Beachtung der EU-Basis aber eigenständiger Schwerpunktsetzung, die auf drei Säulen fußt.

## **Ausblick**

Die EU will nach derzeitigem Informationsstand bis zum Herbst 2020 einen Beschluss zur Methodik eines SRI zustande bringen. Dieser soll in den Energieausweis integriert und optional von den Mitgliedsstaaten übernommen werden. Die Mitgliedsstaaten, die den SRI dann als erste einführen und evaluieren, werden auch in einer Arbeitsgruppe der EU zum SRI teilnehmen, die an der Weiterentwicklung arbeitet. Österreich wird sich jedenfalls in die Diskussion weiter aktiv einbringen und dann entscheiden, ob es an der Einführung eines gemeinsamen SRI mitwirkt oder eigene Wege geht.

# Abstract

## Starting point/Motivation

On the basis of the 2016 released "Clean Energy for All Europeans" package of measures in the building sector, the EU Commission intends to interlink intelligent technologies with a high proportion of renewable energies and energy efficiency. In addition, the evaluation of "smart readiness" should be supported by an indicator in order to make the buildings fit for the future requirements of renewable energy networks and the needs of the users. The European Commission has therefore amended the existing Buildings Directive (EPBD 2010) in 2018 and introduced a "Smartness Indicator". A consortium around the Flemish Institute for Technological Research NV ("VITO") is currently preparing a proposal for its calculation for the European Commission. However, the implementation or concretization still lies with the individual states.

## Contents and Objectives

The preparation of a national specification of the "Smart Readiness Indicator" (SRI) for Austria was in the focus of this project. In cooperation with the international project IEA EBC Annex 67 on the energy flexibility of buildings, the responsible persons of the DG Energy, the VITO consortium and the national stakeholders, the proposal of a SRI Austria has been developed.

## Methods

Austrian technology providers, energy service providers, experts and other relevant stakeholders have been asked about their opinion and the potential of smart technologies. A technology screening, an impact analysis and classification of possible technologies and services was carried out, and the influence of / on national regulations examined. Relevant knowledge on technologies related to Smart Buildings was covered by the consortium itself.

The technology screening and the impact analysis was complemented by research on studies in the field of smart grids and intelligent heat networks and supply in buildings as well as by targeted master theses. Various "smartness" technologies and services in the building were listed and evaluated. The current state of discussion on an "intelligence factor" for buildings at EU and national level has been researched and summarized. Economic and market studies on smart building technology and energy flexibility were included for an impact analysis.

## Results

The main result is a sound basis and support for the national political decision to introduce a SRI or deliberately not to implement it. The SRI proposal is based on the integration into the process of issuing energy certification. The present project conceived an Austria-specific Smart Readiness Indicator as a rating scheme for intelligent buildings, taking into account the EU-VITO study but with an independent focus on three specific pillars.

## Prospects/Suggestions for future research

The EU intends to bring about a decision on the methodology of an SRI by the autumn of 2020. This should be integrated into the energy pass and optionally taken over by the member states. Of course, the Member States that first introduce and evaluate the SRI will also participate in an EU working group on the SRI, which is working on further development. Anyhow, Austria will continue to play an active part in the discussion and then decide whether to participate in the introduction of the SRI or to go its own way.

# 1. Ausgangslage und Ziel

Die großflächige Integration dezentraler Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen wird häufig als Schlüsseltechnologie für ein nachhaltiges Energiesystem gesehen, mit dem Energiearmut und der Klimawandel gemindert werden sollen. In vielen Ländern geht der wachsende Anteil erneuerbarer Energiequellen (EE) mit einer umfassenden Elektrifizierung der Nachfrage einher, z.B. das Ersetzen von traditionellen Autos durch Elektrofahrzeuge oder das Ersetzen von Heizsystemen mit fossilen Brennstoffen wie Gas- oder Ölkessel durch Wärmepumpen. Der erforderliche Ausbau von (Niedertemperatur-) Fernwärmenetzen, die aus erneuerbaren Quellen gespeist werden, stellt auch hier neue Anforderungen.

Diese Veränderungen, sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite, stellen das Management von Energiesystemen vor neue Herausforderungen, wie z.B. die Variabilität und der eingeschränkten Kontrollierbarkeit der Energieversorgung aus erneuerbaren Energiequellen oder den zunehmenden Lastschwankungen im Tagesverlauf. Infolgedessen würde die Energiewende die Versorgungssicherheit gefährden. Gebäude können ihre Energieflexibilität nutzen, um nachteilige Effekte dieser Bedarfs-/Angebots-Diskrepanz auszugleichen. Dazu und um weitere Dienstleistungen wie den Markteintritt Energie produzierender Gebäude (Prosumer) zu ermöglichen, bedarf es intelligenter Gebäudetechnologien und -steuerungssysteme, die in Zukunft mehr Einfluss als derzeit haben werden. Diese „smarten“ Technologien, welche die „smartness“ von Gebäuden erhöhen sollen haben nun auch Eingang in die Gesetzgebung seitens der EU gefunden.

## 1.1. EU Vorgaben aus EPBD 2018

**Die EU-Gebäuderichtlinie sieht in den Änderungen von 2018 (EU, 2018) einen Smart Readiness Indicator (SRI) vor, der zeigen soll, wie intelligent ein Gebäude in Bezug auf bestimmte Ausrüstungsmerkmale (intelligente Zähler, Automationssysteme u.ä.) auf ein weitgehend dekarbonisiertes, erneuerbares Energiesystem vorbereitet ist, und dabei auch seine Gesamtenergieeffizienz und -leistung verbessert.**

Der SRI soll eine Bewertung darstellen, die aus energiepolitischer und volkswirtschaftlicher Sicht für Österreich vorteilhaft ist. Er soll bevorzugt in den Energieausweis integriert werden und die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien für energetisch sinnvolle Zwecke in Gebäuden bewerten.

Den EU-Mitgliedsstaaten wird es vorerst freigestellt ob der Indikator z.B. im Energieausweis und in Inseraten integriert und verwendet wird. Österreich kann diesen „Intelligenzfähigkeitsindikator“, wie er ins Deutsche übersetzt heißt, also weitgehend ignorieren, oder ihn versuchen aktiv (mit) zu gestalten. Letzteres wurde aus den Ergebnissen in diesem Projekt als zielführend erachtet. Auch, sich mit dem Thema „smartness“ von Gebäuden von öffentlicher Seite zu beschäftigen, denn neue Technologien wie z.B. PV-Speicherintegration, dezentrale Strom-Ladeinfrastruktur für elektrische Fahrzeuge, Regel- und Smart Home-Systeme und entsprechende Geschäftsmodelle werden sich weitverbreiten. Es gilt für den SRI neben dem technologischen und wirtschaftlichen ebenso den klimapolitischen und volkswirtschaftlichen Nutzen abzuschätzen.

Die Methodik des SRI soll sich auf drei Hauptmerkmale eines Gebäudes stützen:

1. „Fähigkeit, die Gesamtenergieeffizienz und den Betrieb des Gebäudes aufrechtzuerhalten, indem der Energieverbrauch, beispielsweise durch die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, angepasst wird.
2. Fähigkeit, den Betriebsmodus auf den Bedarf der Bewohner abzustimmen, wobei gebührend auf Benutzerfreundlichkeit, die Aufrechterhaltung eines gesunden Raumklimas und die Fähigkeit, den Energieverbrauch aufzuzeichnen, zu achten ist.
3. Flexibilität des Gesamtenergiebedarfs eines Gebäudes, einschließlich seiner Fähigkeit, die Teilnahme an der aktiven und passiven sowie an der impliziten und expliziten Laststeuerung in Bezug auf das Netz zu ermöglichen, zum Beispiel durch Flexibilität und Kapazitäten zur Lastverschiebung.

Die Methode muss einfach, transparent und für Verbraucher, Eigentümer, Investoren und Marktteilnehmer im Bereich Laststeuerung leicht verständlich sein.“ (EU, 2018)

Dass ein Gebäude seinen Betrieb an den Bedarf der BewohnerInnen und des Netzes anpasst, und dabei die Gesamtenergieeffizienz verbessert, als auch den Energieverbrauch an die Nutzung erneuerbarer Energien anpasst, birgt an sich schon ein paar Widersprüchlichkeiten. Man denke nur an die große Menge an PV-Strom am Tag eines zukünftigen Sommers, die dann zumindest für den Abend gespeichert werden muss, dabei aber Speicherverluste anfallen, welche die Gesamteffizienz im Gebäude reduzieren anstatt diese zu verbessern, wohl aber die Nutzung Erneuerbarer erhöhen hilft. Alleine den Energiebedarf an die -Produktion anzupassen wird bei großen erneuerbaren Energiemengen in Zukunft nicht reichen, und damit kommen eben Speicher- oder Umwandlungsverluste beim Wechsel von Energieträgern (Fuel-Switch) ins Spiel. Klingt also nicht einfach, was mit dem SRI gewünscht wird – aber natürlich können Ziele vorerst hoch gesteckt werden.

## 1.2. Interpretation der „Smart Readiness“ international

Abseits der Aktivitäten der EU-Kommission gibt es seit etwa 5 Jahren verstärkt Positionspapiere und Aktivitäten, das Thema „Smart Buildings“ zu umreißen und thematisch zu positionieren. So wurde in einem RHEVA Artikel (Wouters and Laustsen, 2017) zum Thema SRI in einer möglichen EPBD-Überarbeitung Folgendes geschrieben: „It is clear that such smartness can provide large savings as such solutions constantly enhance and at the same time get cheaper.“ Das heißt, schon früh wurde erwartet, dass die Energieeffizienz durch die „smartness“ gesteigert werden kann. Diese These wurde auch in einem Positionspapier der EuroACE (2017) mit dem Satz: „A Smart Building is a building where high energy efficiency, cost effectiveness and performance are assured“ unterstrichen. Das heißt, sowohl ExpertInnen aus dem Gebäudebereich als auch die EU sehen die „smartness“ eines Gebäudes immer in Zusammenhang mit einer hohen Energieeffizienz.

Da geht die Definition, die ein gemeinsamer Workshop von ExpertInnen in Deutschland (Energiewendebauen, 2018) erarbeitet hat, schon weiter: „Ein smartes Gebäude hat einen hohen Nutzerkomfort, ist einfach bedienbar, ist lernfähig, beinhaltet Sektorkopplung (Wärme/Strom/Kälte/Verkehr) und passt sich an variable Anforderungen an.“ Und ein weiterer RHEVA Artikel (Kurnitski und Hogeling, 2018) übt dann schon erste Kritik an einem Vorschlag der SRI Bewertung durch ein Konsortium rund um VITO/Belgien (VITO, 2018) als eine reine Bewertung von potenziellen „Smart Services“ in Gebäuden ohne wirklich quantitativen Indikator: „In the design

phase, quantitative assessment for instance with energy and indoor climate simulation tools, would be natural way for the performance assessment.“ Die Autoren berufen sich auch auf das im IEA EBC Annex 67 erarbeitete Position Paper (Annex 67, 2018), das ebenfalls auf diese Lücke in der Bewertung hinweist.

Aus internationalen Diskussionen und Artikeln wie diesen ist klar erkennbar, dass der Weg der von der EU bzw. vom Konsortium rund um VITO auch in der laufenden Studie (VITO, 2019) eingeschlagen wurde nicht nur Zustimmung erfährt. Potenziell smarte Services in einem Gebäude nach ihrem Vorhandensein, ihrer Funktionalität in Bezug auf bestimmte Wirkungsbereiche wie Energieeffizienz und Komfort zu listen und zu raten ist und war vielen nicht genug. Vielmehr sollte ein SRI zumindest zusätzlich Demand Response Potenziale und gute Komfortbedingungen quantitativ ausweisen können, beispielsweise durch Simulationen, die quantitative Aussagen dazu treffen können.

Es gab aber auch neuere Studien wie die des Green-with-it Netzwerks in Deutschland (green-with-it, 2018) die zeigten, dass die Nachrüstung mit intelligenter Gebäudeausstattung in bestehenden Gebäuden energetische Vorteile bringt, wenn mit den BewohnerInnen gemeinsam neue Gebäude- und Energienutzungskonzepte erarbeitet und technisch umgesetzt werden. Hier könnte Smart Readiness mit Energieeffizienz verbunden werden.

### **1.3. Interpretation einer SRI Bewertung durch die VITO Studien**

**Die EU DG Energy lässt derzeit einen „Smart Readiness Indicator“ (SRI) von einem europäischen Konsortium um VITO/Belgien als Teil der 2018 beschlossenen und überarbeiteten EU-Gebäuderichtlinie ausarbeiten, um der Wichtigkeit von IKT-Lösungen im Gebäude der Zukunft Rechnung zu tragen.**

Das Konsortium aus VITO, EnergyVille und Waide Strategic Efficiency (VITO, 2019) arbeitet derzeit mit Hochdruck an der Fertigstellung der Berechnungsmethodik in einer sogenannten „Topical Group B“ mit verschiedenen Stakeholdern, die allesamt publik gemacht wurden. In dieser Gruppe gab es regen Austausch in sechs Online Meetings und persönliche Zusammenreffen im Rahmen von Stakeholdermeetings am 26.03.2019 und am 09.10.2019 in Brüssel.

Die Grundlage für die Berechnungsmethodik bildet ein **Technologie- und Dienstleistungskatalog**, der hauptsächlich auf Normen, z.B. EN 15232, und ExpertInnenwissen basiert. Dieser wurde bereits Ende August 2018 als Ergebnis der 1. VITO-Studie (VITO, 2018) veröffentlicht. Dieser Katalog bildete auch für SRI Austria die Grundlage für die Festlegung der zu bewertenden Technologien und Dienstleistungen (siehe Kapitel 3.4). Folgender Vorschlag zur Berechnung des SRI für ein bestimmtes Gebäude in **vier Schritten** liegt derzeit am Tisch – ein Tool dazu wird ebenfalls derzeit mit allen Interessierten getestet:

A. Es gibt für jedes „Service“ (Technologie oder -Dienstleistung) innerhalb der derzeit vorgeschlagenen 9 Energieanwendungsbereiche bzw. „Domains“ (Heizung, Kühlung, Warmwasser, Lüftung, Beleuchtung, dynamische Gebäudehülle, Elektrizität, E-Mobile, Monitoring und Steuerung) des Katalogs mindestens 2 und maximal 5 Funktionalitätsstufen („functionality levels“ 0 bis 4). Die Festlegung welche Funktionalitätsstufe eines bestimmten „Service“ in einem Gebäude angetroffen bzw. geplant wird, soll durch eine/n AuditorIn bzw. ExpertIn für das „Expert Assessment“ oder durch technisches Personal von Bauträgern/Gebäudeeigentümern im einfachen Online-Self-Check getroffen werden.

B. Diese Festlegung der Funktionalitätsstufe für das jeweilige „Service“ zieht eine vorgegebene Bewertung dieses „Service“ auf 7 Wirkungsbereiche oder „Impact Criteria“ nach sich, das sind derzeit die 7 Bereiche „Energy saving, Flexibility for grid and storage, Comfort, Convenience, Health, Maintenance and fault prediction and Information to occupants“. Diese Bewertung besteht aus einer 7-Punkteskala (-3 bis +3), je nachdem ob die Wirkung der Service-Funktionalität unterdurchschnittlich gering oder sehr hoch ist.

C. Zur Berechnung der Summenbewertung für einen dieser 7 Wirkungsbereiche in Prozent wird die Summe der Punkte aus den bewerteten Services geteilt durch die Summe der maximal erreichbaren Punkte aus den bewerteten Services. Dieser Schritt soll unterschiedliche Gewichtungen für einzelne Services und auch Domains untereinander berücksichtigen können.

D. Die Gesamtbewertung aus den 7 Wirkungsbereichen soll einerseits zu drei EPBD-kompatiblen Wirkungsgruppen „Energy savings and operation“, „Respond to user needs“ und „Energy flexibility“ zusammengefasst, und diese zu je einem Drittel auf einen Gesamt-SRI-Wert gewichtet werden.

Der SRI soll in **drei Detaillierungs-Stufen** erstellt werden können:

1. Stufe/Method A „Simplified online quick scan“ (eine Art Online-Selbsteinschätzung bzw. „SRI light“)
2. Stufe/Method B „Expert SRI assessment“ (von einer/m AuditorIn/ExpertIn durchzuführen)
3. Stufe/Method C „In use smart building performance“ (in Zukunft über zentrales Gebäudemanagementsystem automatisch über Realdatenbewertung erstellter SRI inkl. Benchmarking; derzeit nicht im Fokus der VITO-Konsortiums-Studie)

Zur Entwicklung der 3. Stufe aber auch für zukünftige Aktualisierungen der Stufe 1. und 2. wird derzeit eine „Topical Group C“ zur Weiterverfolgung dieses Ansatzes gegründet, die noch interessierte Mitglieder und ExpertInnen sucht. Alle Elemente im Zusammenhang mit einer datengesteuerten Bewertung, z.B. methodische Anforderungen (Benchmarking der Intelligenz, Umgang mit qualitativen SRI-Einflüssen wie Wohlbefinden), technologische Anforderungen (Datenformate, Disaggregation von Daten zum Extrahieren der Smartness-Aspekte, erforderliche Steuerungsinfrastruktur usw.) und andere Aspekte wie Datenschutzbedenken und Cybersicherheit, sollen in dieser Gruppe diskutiert werden. Ein Prozess zur Aktualisierung der Methoden A und B, z.B. Aktualisieren des Servicekatalogs durch Hinzufügen oder Entfernen von Domains, Services oder Funktionalitätsstufen soll erarbeitet werden.

Prinzipiell wird dieser Vorschlag von den meisten beteiligten Stakeholdern und der EU begrüßt und unterstützt. Diskussionspunkte zu diesen 4 Schritten und der Methodik zuletzt auf EU-Ebene waren:

- Die genaue Ausformulierung der 7 Wirkungsbereiche („Impact Criteria“)
- Die Gruppierung der 7 Wirkungsbereich-Bewertungen in Anlehnung an die drei Hauptmerkmale des SRI aus dem Anhang der EPBD 2018 und zu einem durchschnittlichen SRI inklusive der Gewichtung der jeweiligen Bereiche
- Die Gewichtung der Services innerhalb der Domains und der einzelnen Domains innerhalb bestimmter Gebäudetypen und 5 Klimaten in Bezug auf die 7 Wirkungsbereiche

- Zu bewertende Gebäudetypen – derzeit stehen Wohn-, Büro-, Bildungsgebäude und Gebäude für das Gesundheitswesen im Fokus – und ob Neubau und Sanierungen mit gleicher Methodik bewertet werden sollten

Die Methodik des VITO-Konsortiums erlaubt es, Relevanz und Prioritäten in verschiedenen Technologie- und Dienstleistungs-Bereichen der Smart Readiness von Gebäuden zu setzen. Die weiter oben angesprochenen Gewichtungen der Domains und Services wären durch die Methodik gut national zu variieren und damit geeignet, nationale Schwerpunkte zu setzen.

Die Bewertungsmethodik seitens VITO/der EU bewertet derzeit allerdings nur die Ausstattung mit Technologien und Services, sagt aber nichts über die Performance derselben beim Betrieb im Gebäude aus. Sie setzt keine Schwerpunkte zur Erhöhung der Energieflexibilität bei der Bewertung der Services, was viele Stakeholder national und international kritisierten. Mittelfristig wäre die Einführung eines SRI über die automatische Bewertung von Realdaten als „In use smart building performance“ (siehe 3. Stufe SRI oben) sicherlich die interessanteste Variante nach der VITO/EU-Methodik. Dabei müsste aber auch die Berechnungsmethodik des Energieausweises insgesamt überdacht bzw. für Realdatenhereinnahme geöffnet werden. Das ist derzeit nicht absehbar und seitens vieler Behörden- und LändervertreterInnen in Österreich nicht gewünscht.

#### **1.4. Nationale Studien und Vorarbeiten**

Studien und Artikel, die direkt die Smart Readiness von Gebäuden in Österreich adressierten, gab es zu Beginn des vorliegenden Projektes nicht, wohl aber viele Arbeiten zur Energieflexibilität von Energiesystemen und Gebäuden, die ja Teil der Smart Readiness sein sollte. Die meisten Forschungsprojekte und Artikel bisher lieferten Beiträge dazu, wie das gesamte Energiesystem organisiert werden kann, um im Interesse der KundInnen effizientere und nachhaltig marktbasiertere Lösungen zu liefern. Energieflexibilität von Endverbrauchern wie Gebäuden wird eher als zu aggregierendes Service, das der effizienten und nachhaltigen Organisation des Gesamtsystems dient, gesehen (siehe z.B. Lugmaier und Kupzog, 2010).

Energieflexibilität kann aus Sicht der Gebäudebetreiber oder -besitzer folgendermaßen verwendet werden (Pichler, 2014):

- Zur Eigenverbrauchsoptimierung bzw. Maximierung des Eigenverbrauchanteils
- Zur Optimierung der Energiekosten anhand von Lastprognosen
- Zum Verkauf von Flexibilität auf Anfrage an externe Systeme
- Für Netzdienstleistungen und Notfallmanagement anhand von z.B. Prioritätssignalen

Im Fokus der Energieflexibilität, wie sie in den Projekten bisher meist verstanden wird, stehen die Maßnahmen, die durch eine aktive Steuerung geplante Änderungen der Stromnachfrage bewirken, das heißt es geht um die Beeinflussung des Strombedarfs (Mair, 2015). Dies hat mit der in der EBBD verstandenen „smartness“ von Gebäuden wenig zu tun. Im Rahmen des Projektes „Load Shift“ des JKU Linz wurde festgestellt: „Demand Response ist von Maßnahmen zu einem energetisch effizienteren Einsatz von Strom zu unterscheiden (strategic conservation)“ (Kollmann, 2014) – man spricht also rein von Strom-, nicht auch Wärmeanwendungen, und auch davon, dass Energieflexibilitätsnutzung nicht automatisch Energieeffizienz bedeutet, was die EPBD aber mit dem SRI fordert.

In der Studie „Stromzukunft Österreich 2030“ werden Szenarien der Stromerzeugung mit Erneuerbaren Energieträgern für 2030 analysiert (Haas et al., 2017). Die Energieflexibilität von Gebäuden oder deren „smartness“ spielt dort aber keine Rolle, eher Faktoren wie der weitere Ausbau der internationalen Übertragungsnetze und der dadurch besser gelingende Ausgleich am Angebot von Erneuerbaren Energieträgern, oder die Ausrichtung der Beladung von Elektrofahrzeugen am PV-Angebot.

Im Projekt PowerPack Immobilie (FMA, 2019) wurde untersucht, welche wirtschaftlichen und ökologischen Potenziale in der Energie-Flexibilität liegen, abgestimmt auf den Bedarf der GebäudenutzerInnen und der Energienetze. Es gab im Rahmen von SRI Austria einen Austausch mit dem Projektteam um die Erwartungen des Konsortiums an einen SRI zu besprechen.

Märzinger und Österreicher (2019) haben in einem Artikel als einzige bisher versucht, der derzeitigen SRI-Entwicklung auf europäischer Ebene, einen einfachen, aber gut aus dem Energieausweis und ein paar einfachen weiteren Daten zu Speichersystemen im Gebäude abzuleitenden SRI entgegenzustellen. Dieser bewertet vor allem die Anbindung eines Gebäudes an Energienetze und die Möglichkeiten der Speicherbe- und Entladung um netzdienlichen Betrieb zu erhalten.

## 1.5. Motivation und Ziele SRI Austria

Das Transition-Szenario des Umweltbundesamts für das Jahr 2050 zeigt, dass unter der sehr optimistischen Annahme einer realisierten Reduzierung des gesamten Energiebedarfs auf etwas mehr als die Hälfte die Erneuerbaren Energien immer noch verdoppelt werden müssen. Die Potentiale dafür werden derzeit vorwiegend im Ausbau der volatilen Energietechnologien Windkraft und PV gesehen - in Abbildung 1 unter „sonstige Erneuerbare“ dargestellt.

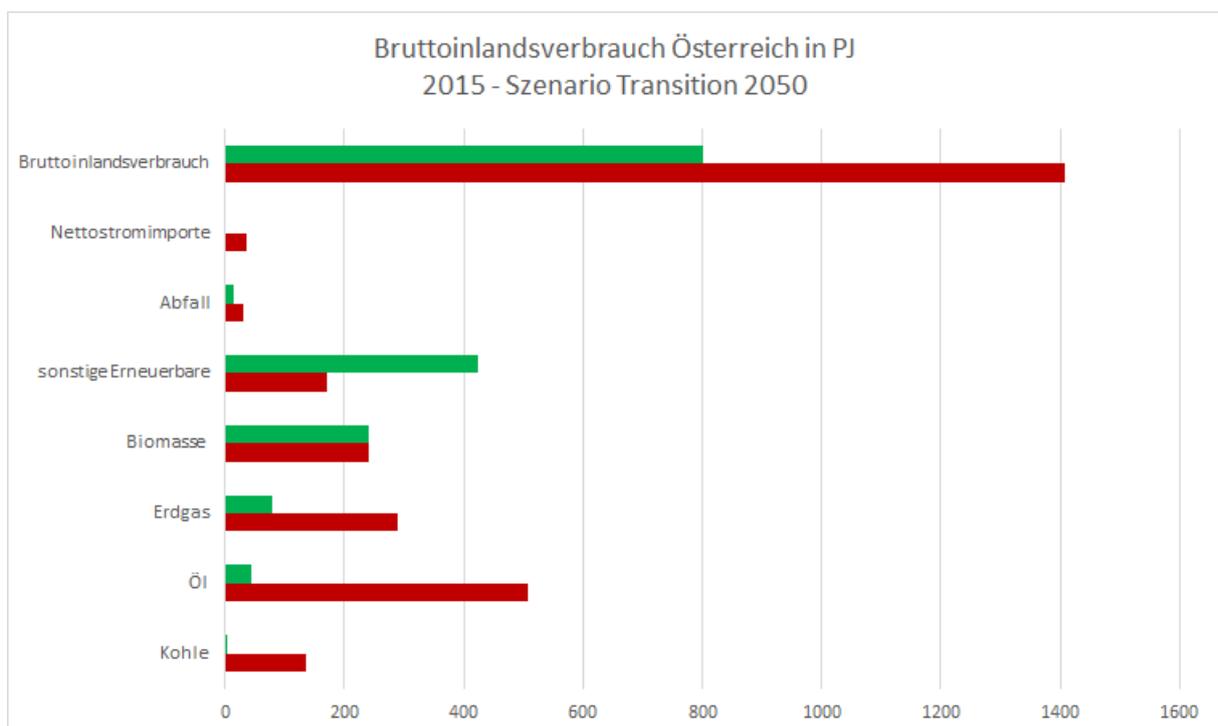


Abbildung 1 Bruttoinlandsverbrauch an Energie in Österreich im Jahr 2015 und in einem Transition Szenario des Umweltbundesamtes für 2050, Darstellung J. Fechner

Um diese fluktuierende Energieversorgung der Zukunft bestmöglich zu bedienen, sollten die Gebäude jedenfalls ihre Energieflexibilität einsetzen und ihren Bedarf besser an die Energieerzeugung anpassen können. Dazu muss ein SRI beitragen.

Ziel war es jedenfalls, die nationale Spezifizierung des „Smart Readiness Indicators“ für Österreich vorzubereiten und zu konzipieren, einen auf Stakeholderdiskussion und Auftraggeberabstimmung basierenden Vorschlag für einen möglichen Umsetzungsprozess in Österreich zu präsentieren.

Folgende Schritte wurden dabei gesetzt:

1. Sammlung und Gruppierung von Studien, Positionspapieren, Entwicklungen, Technologien, Services (Dienstleistungen), Geschäftsmodelle und Use Cases zum flexiblen und intelligenten Gebäude
2. Listung und Gewichtung (Rating) derselben über Anforderungen von ExpertInnen, Herstellern, Systementwicklern und Stakeholdern aus Workshops und Interviews
3. Vorschlag über die rechnerische Größe des „Smart Readiness Indicators“ mittels Technologiegewichtung (Anknüpfung EU-VITO-Studie) und/oder physikalische Berechnung von „smartness“ im Betrieb von Gebäuden (Anknüpfung an IEA EBC Annex 67, Masterarbeiten)
4. Potentialabschätzung für den Nutzen energetisch wie wirtschaftlich im Rahmen einer Wirkungsanalyse

**Hauptergebnis sollte eine Entscheidungsgrundlage und Unterstützung für die nationale politische Umsetzung eines SRI Austria und eine mögliche Einbindung in den Prozess der Energieausweiserstellung und -handhabung sein.**

Der Fokus bei der Technologiebewertung und Folgenabschätzung lag natürlich auf dem System Gebäude selbst. Die Entwicklung einer „smartness“ wurde umfassend gesehen und bezog Schnittstellen zu umgebenden Gebäuden im Cluster sowie Strom- und Nah- bzw. Fernwärmenetze z. B. über Technologie-Funktionalitäten mit ein. Weiters wurde bei der Erarbeitung eines Vorschlags grundlegend beachtet, dass ein Gebäude nicht schon „smart“ ist, wenn die eingebauten Geräte „smart ready“ sind. Das Gesamtenergiesystem eines Gebäudes muss soweit intelligent vernetzt sein, dass die Regelung diese „smart readiness“ der Einzelteile zu einer Gesamt-Intelligenz verbinden und für Energieeffizienz oder maximale Nutzung von erneuerbaren Energiequellen gewährleisten kann. Genau das sind die Punkte, auf die bei den smarten Technologien und ihrer Bewertung für „smart readiness“ im vorliegenden Projekt Wert gelegt wurde.

Geplante und erreichte Detail-Ergebnisse:

- Sammlung der relevanten smarten Technologien und Dienstleistungen mit Schwerpunkt Wohn- und Büro-/Dienstleistungsgebäude (siehe D2) inkl. Definition und Klärung der Ebene, für den ein SRI gelten soll, nämlich für Gebäude gleicher Nutzung
- Anforderungen und Kriterien seitens der Stakeholder und Zielgruppen, gegliedert nach möglichen Anspruchsgruppen (vom Gebäudeeigentümer bis EVU), eingebettet in EU-relevante und nationale rechtliche Rahmenbedingungen, aktuelle Studien

- Liste mit Gliederung und Gewichtung der smarten Komponenten, Gebäude-Technologien, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle die für Österreich relevant sind, um thermisch-energetische und NutzerInnen-komfort-relevante „smartness“ in Gebäuden herzustellen bzw. diese technisch oder wirtschaftlich zu gewährleisten. Sie umfasst Stromanwendungen allgemein, Kühlen, Heizen, Warmwasser, E-Mobilität, Regelungssysteme – sie ist Teil des SRI Vorschlags in Säule 2
- Analyse physikalischer Indikatoren die z.B. auf verringertem Energieverbrauch/CO<sub>2</sub>-Reduktion im Betrieb intelligenter Gebäude-Regelung basieren – aufgrund der Analyse wurde eine Entscheidung der Integration von physikalischen Indikatoren im SRI getroffen
- Vorschlag für einen, nach Anforderungen von Stakeholdern abgeklärten, in den Energieausweis oder andere Gebäudebewertungssysteme integrierbaren Indikator inkl. Berechnungsvorschlag. Darauf basierend wären auch Fördermaßnahmen möglich, die die „Smartness“ eines Gebäudes unterstützen
- Begleitmaßnahmen für die Steigerung der Anpassungsfähigkeit und Chancennutzung des heimischen Marktes mit expliziter KMU-Fokussierung aus der Markt- und Wirkungsanalyse – hier wurde besonders auf das Publik machen des SRI als Teil eines Gebäudebewertungssystems gesetzt über Bewusstseinsbildung durch Veranstaltungen, ExpertInnen-Gespräche und Artikel
- Aufbau von Kooperationen mit BMVIT, BMNT, OIB, klimaaktiv Bauen und Sanieren, klimaaktiv Bildung, Fachhochschulen, etc. zur nachhaltigen Etablierung einer Methodik

## 2. Projektinhalt

Im Folgenden werden die angewendeten Methoden in der Umsetzung des Arbeitsprogramms und die Grundlagen für die Erstellung eines SRI Vorschlags beschrieben.

### 2.1. Stakeholdereinbindung, Austausch mit VITO-Konsortium

Zur Einbindung und Beteiligung der Stakeholder an der nationalen SRI Diskussion wurden zuerst Fragestellungen für eine Onlinebefragung und für Interviews in der Zielgruppe ausgearbeitet. Dann wurden von den Projektpartnern gemeinsam definierte relevante Zielgruppen und Stakeholder identifiziert, gelistet und persönlich kontaktiert. Online, am Telefon, in Workshops, in Technologiegesprächen und Interviews wurden dann Antworten und Einschätzungen zum SRI gesammelt.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Einbeziehung des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB), der Energiebeauftragten der Bundesländer (KLEA), der Energieberatungsstellen und der zuständigen MinisteriumsvertreterInnen gelegt. Auch seitens des VITO-Konsortiums und der EU wurden Stakeholderbefragungen und Konsultationen durchgeführt.

Dieses Kapitel widmet sich der Ergebnisse der nationalen und EU-weit durchgeführten Stakeholderanalysen. Der Austausch in Österreich und auch eine Feedbackschleife mit ExpertInnen am Ende des Projektes funktionierte sehr gut, was nicht bedeutete, dass seitens LändervertreterInnen bzw. LandesenergiereferentInnen, OIB-VertreterInnen und anderen Stakeholdern Einigkeit zum Thema SRI und Energieausweis herrschte.

#### 2.1.1. SRI Austria Befragungsergebnisse und Interview-Statements

Die Befragungen von Stakeholdern in Österreich fanden zwischen dem 11. November 2018 und dem 11. Juni 2019 online und in Form von Interviews statt. Dazu wurde ein Fragenkatalog im Konsortium, sowie eine Online Umfrage in SurveyMonkey im Oktober und November 2018 erstellt, und zum ersten Mal am 19.11.2018 beim klimaaktiv Round Table in Wien beworben. 17 Fragen in deutscher Sprache generierten insgesamt 85 antwortende Stakeholder in den etwa 6 Monaten. Im Folgenden werden einige der Ergebnisse der Befragung und einige Zitate der Stakeholder zusammengefasst.

Die antwortenden Stakeholder kamen zu 17% aus der Gruppe der Technologiehersteller, Innungen, Kammern, zu 16% aus Energieversorgern, zu 20% aus Politik/Verwaltung und zu 47% aus anderen Gruppen wie EndverbraucherInnen, Wissenschaft, Beratung etc. Erstaunlich war das Ergebnis zur Frage, wie die Befragten grundsätzlich zur Einführung eine SRI stehen würden – etwa 87% waren für die Einführung (Abbildung 2). Bei mehr als der Hälfte war „Smart Readiness“ im Arbeitsumfeld schon einmal Thema, und zwei Drittel wünschten sich, dass Österreich bei der Erstellung eine Vorreiterrolle einnimmt (Abbildung 3 und Abbildung 4).

Q1 Wie stehen Sie grundsätzlich zur Einführung eines Smart Readiness Indikators - sind Sie dafür, oder dagegen?

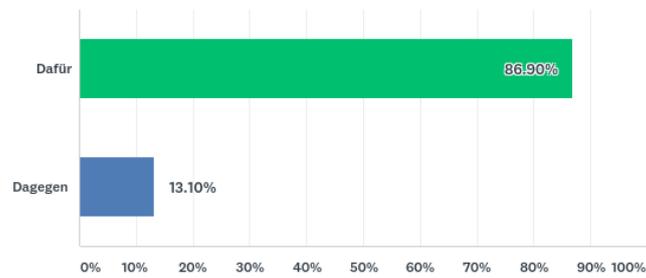


Abbildung 2 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung für oder gegen die Einführung eines SRI

Q2 Ist "Smart Readiness" in Ihrem Arbeitsumfeld schon einmal Thema gewesen?

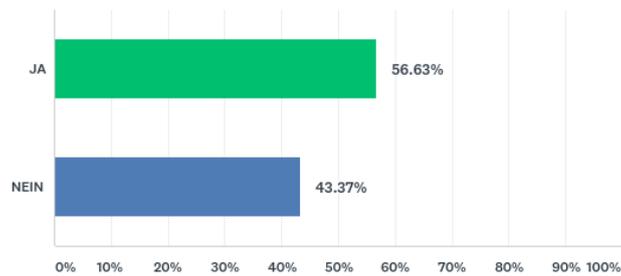


Abbildung 3 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zur Bekanntheit der „Smart Readiness“ als Thema

Q15 Wie sollte sich Österreich bezüglich des SRI in Europa positionieren?

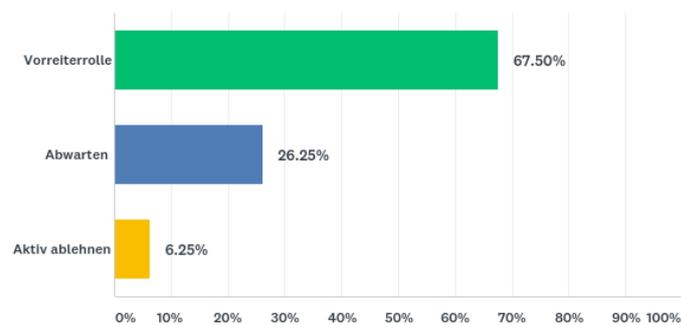


Abbildung 4 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung wie sich Österreich bei der Einführung eines SRI verhalten soll

Zur Frage, welche Anreize es bräuchte um mehr „smarte“ Energieanwendungen in die Gebäude zu bringen, nannten nahezu drei Viertel der antwortenden Stakeholder attraktive, flexible Tarife, kompetente PlanerInnen, Information und Beratung als wichtigste Punkte. Als Barrieren gaben mehr

als zwei Drittel Datenschutz, Ablehnung von Übertechnisierung und Kosten versus leistbares Wohnen an (Abbildung 5).

Q14 Welche technischen, organisatorischen oder sozialen Barrieren bestehen bei "smarten" Energieanwendungen in Gebäuden?

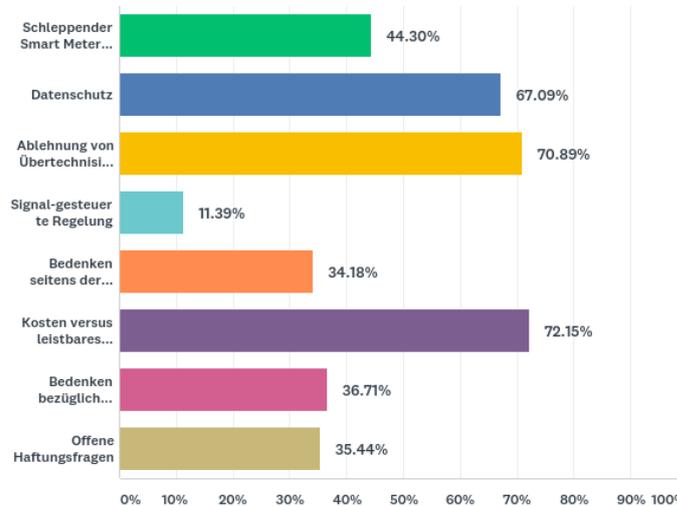


Abbildung 5 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zu den Barrieren die bei „smarten“ Energieanwendungen bestehen

In den Antworten zur Automation, die für die „Smart Readiness“ herangezogen werden sollte, wurden mit der zentralen Steuerung, Monitoringsystemen und den Smart Metern mit etwa 80% Zustimmung der Stakeholder vor allem übergeordnet wichtige Gebäudesteuerungssysteme, und weniger einzelne wie Beleuchtungssteuerung für die Bewertung ausgewählt (Abbildung 6). Diese Fokussierung auf das Wichtige im Gebäudesystem zeigt sich auch in den Interviews.

Q5 Welche Automationsausstattung in Wohn-/Bürogebäuden sollten für die Bewertung der "Smart Readiness" herangezogen werden?

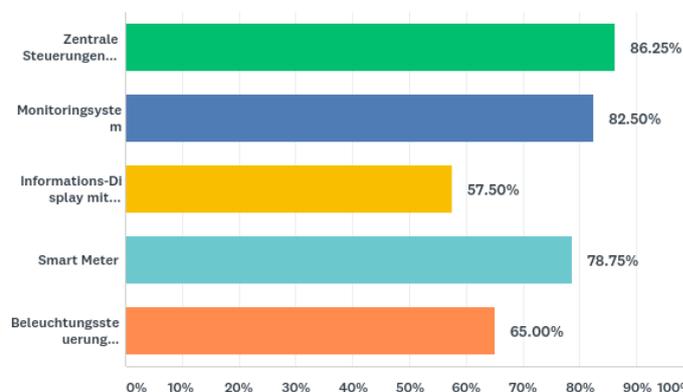


Abbildung 6 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zur Bewertung der Automationsausstattung in Wohn-/Bürogebäuden

Zur Frage, welche eigene Ideen es zur Erarbeitung der Methodik eines SRI gibt, gab es sehr viele Rückmeldungen, in Interviews wie auch online. Hier einige der deklarierten und nicht deklarierten Statements:

„Ich würde auf Basis der im Gebäude verfügbaren Energie-Flexibilitäten (Lastverschiebung + Speicher) ein entsprechendes Bewertungsschema bewerkstelligen.“ (11.02.2019)

„Eine Staffelung bezüglich der Energiebedarfsrelevanz der in den SRI einbezogenen Elemente einziehen.“ (20.12.2018)

„Daraus eine Zertifizierung entwickeln, die angibt, wie hoch der tatsächliche Anteil an erneuerbaren Energieträger zu jedem Zeitpunkt.“ (14.11.2018)

„Elektronische Vernetzung und Steuerung der Haushalte/Arbeitsplätze führt nicht per se zu einem smarteren Gebäude, sie KANN andererseits aber hilfreich sein. Das Wichtigste wäre nicht der verlockende technische Aspekt, sondern der soziale Aspekt, um "smarte" Gebäude wirklich smart werden zu lassen.“ (17.12.2018)

„Die steuerbare Energiemenge muss bewertbar ausgewiesen sein (was, wann, wie viel...).“ (27.02.2019)

„1. Standard entwickeln 2. Audit durch unabhängige, qualifizierte Person 3. Transparenter, verständlicher SRI-Ausweis mit SRI-Profil.“ (29.05.2019)

„Eingebaute Elektronik alleine zu bewerten kann es nicht sein, sonst bringen wir die Obsoleszenz aus anderen Bereichen in den Baubereich.“ (Sebastian Spaun, 22.02.2019)

„Sollte sehr für zentral eingebaute „Hardware“ sein, die damit beurteilt werden soll, nicht für variable Einbauten.“ (Roland Kapferer, 22.02.2019)

„Datenschutz Zustimmung ist sehr wichtig, überhaupt wenn die Endverbraucher am Netz hängen.“ (Wolfgang Streicher, 22.02.2019)

„Der Energieausweis sollte auf Bauphysik abgespeckt werden, aber reale Messdaten integrieren können.“ (Christian Heschl, 08.02.2019)

„Es ist auch wichtig, Wartung, Benutzerfreundlichkeit, Nutzungsänderung usw. zu berücksichtigen. Je mehr technische Gebäudeausrüstung im Einsatz ist, desto mehr Wartung und Kontrolle ist erforderlich mit Folgekosten dafür.“ (Roland Zipfel, 04.10.2019)

„Marktrelevanz ist mit Ja zu beurteilen, aber es sollte auf wesentlich Dinge wie Heizung in Wohngebäuden oder Kühlung in Bürogebäuden fokussiert werden.“ (Edgar Chum, 12.02.2019)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Interesse am Thema generell hoch war, weil im Zuge der Digitalisierung aller Lebensbereiche das System Gebäude natürlich einen interessanten Teilaspekt darstellt. Dass in Österreich die Energieeffizienz der Gebäude dank verschiedener Programme und Initiativen wie Haus der Zukunft oder Aktivitäten der IG Passivhaus etc. einen sehr hohen Stellenwert hat, wurde auch aus den Rückmeldungen zum SRI für den Energieausweis sehr offensichtlich. Die Allermeisten wünschen sich mit dem SRI eine unterstützende positive Bewertung passiver, langlebiger und nachhaltiger Gebäude-Technologien die in Zukunft stärker als bisher für Speicher-, Eigenverbrauchs- und netzdienliche Zwecke verwendet werden, nicht aber eine Bewertung kurzfristiger variabler „Intelligenztechnologien“ ohne Nachweis ihres tatsächlichen Nutzens.

### 2.1.2. VITO/EU Befragungsergebnisse und Annahmen für VITO Berechnungsmethodik

Im Rahmen der 2. VITO-Studie (VITO, 2019) wurde vor einem Stakeholdermeeting in Brüssel am 26.03.2019 eine 2-wöchige Stakeholderbefragung, ebenfalls online, durchgeführt. Es wurde zwar nicht bekannt, wie viele Personen genau teilnahmen, es waren aber etwa 100 Personen. Ergebnis war, dass sich Mehrheiten für die folgenden Aussagen gefunden haben:

- Ein mögliches SRI Zertifikat sollte auch Empfehlungen enthalten, wie ein SRI-Wert bzw. die Smart Readiness eines Gebäudes gesteigert werden könnte.
- Es sollte eine „light“ und eine detaillierte Version der Bewertung eines SRI geben. Die „light“ Version könnte für Wohngebäude, für Sanierungen oder unbedingt gemacht werden, die detaillierte eher für komplexere und neuere Gebäude. Die „light“ Version könnte selbst, die detaillierte von ExpertInnen erstellt werden.
- Die Zeit für die Bewertung eines Gebäudes von etwa 1.000 m<sup>2</sup> Fläche wurde zwischen einem halben bis einen Tag geschätzt.
- Es soll nicht nur ein Gesamtwert, sondern auch die einzelnen Werte der Wirkungsbereiche ersichtlich und nachvollziehbar sein.
- Die Berechnungsmethodik sollte an die verschiedenen Gebäudearten Wohn-/Nichtwohngebäude und das jeweilige Klima anpassbar sein. Es sollte auch unterschiedliche Gewichtungen für verschiedene Nichtwohngebäudetypen geben.
- Die Methodik sollte auch offen für zusätzliche Services zur Bewertung bei bestimmten Nichtwohngebäudetypen sein.

### 2.2. Unterstützende Masterarbeiten

Vor allem um die physikalische Bewertung von Flexibilität und Smartness in Gebäuden und Quartieren, sowie die Bewertung des Einflusses von zukünftigen Netzsignalen auf die „Smartness“ zu analysieren, wurden 4 Masterarbeiten parallel zum Projekt durchgeführt, und von FH Technikum, FH Joanneum und AEE INTEC betreut.

Folgende Arbeiten wurden dabei betreut und Erkenntnisse daraus in die Erarbeitung des SRI Austria eingeflochten:

**Florian Posch: Energieflexibilität Bürogebäude - Physikalische Einflussfaktoren und deren Auswirkungen.** 1. Betreuer: DI Dr. Ewald Hasler, FH Joanneum, 2. Betreuer: DI Dr. Karl Höfer, AEE INTEC. Graz, 2019

Kurzbeschreibung: Die Dauer einer Lastverschiebung und die Menge an Energie, welche verschoben werden kann, geben Aufschluss über das Ausmaß der Energieflexibilität. Unter Anwendung des Gebäudesimulationsprogramms IDA ICE wird ein bestehendes Bürogebäude realitätsnah dargestellt. Es folgt eine Variantenstudie, um hinsichtlich der Energieflexibilität Potenziale zu finden. Zunächst werden Anpassungen der Konstruktion und des Dämmstandards getroffen. Anschließend wird mithilfe von Temperaturintervallen aufgezeigt, welchen Einfluss Komfortanforderungen auf die Energieflexibilität haben. Anhand eines Vergleichs der Ergebnisse kann abschließend festgestellt werden, welche Gebäudekonfiguration sich am flexibelsten verhält.

**Ursula Vrabl: Energieflexibilität von Gebäuden - Charakterisierung eines Wohnkomplexes in Graz.**

1. Betreuer: DI Dr. Ewald Hasler, FH Joanneum, 2. Betreuer: DI Dr. Karl Höfer, AEE INTEC. Graz, 2019

Kurzbeschreibung: Um eine aus einer Forschungskoooperation vorgeschlagene Methodik zur Charakterisierung der Energieflexibilität anzuwenden, werden in der folgenden Arbeit ein Grundgebäude und 3 unterschiedliche Varianten des Gebäudes simuliert und charakterisiert. Bei der Grundvariante handelt es sich um ein fünfstöckiges Gebäude mit Passivhausstandard in Holz-Lehmbauweise mit 20 Wohneinheiten in Graz. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass die Charakterisierung der Energieflexibilität durch die Anzahl an Stunden, welche ein System zeitlich verzögert betrieben werden kann, mit der Menge an verschiebbarer Energie und die potenziellen Einsparungen eindeutige Ergebnisse liefern kann.

**Julian Witzeneder: Optimierung von Energieflexiblen Gebäuden sowie Anwendung der IEA Annex 67 - Methodik am Beispiel des Projekts Werft2Grid in Korneuburg.**

1. Begutachter: DI Thomas Zelger, FH Technikum Wien, 2. Begutachter: DI Armin Knotzer, AEE INTEC. Berchtesgaden, 03.12.2018

Kurzbeschreibung: Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Nutzung von Energieflexibilität für Wohngebäude im Passivhausstandard in Korneuburg, Niederösterreich. Bei Voranalyse zwölf verschiedener, strombasierter Wärmebereitstellungsarten stellt sich heraus, dass eine zentrale Sole- / Wasserwärmepumpe mit direkter Kühlung über die besten Grundvoraussetzungen zur Nutzung der Energieflexibilität verfügt. Durch die Nutzung der Energieflexibilität steigt der Hilfsstrombedarf im Vergleich zu der Variante ohne Flexibilität um 36 % auf 15,6 kWh/m<sup>2</sup>a. Der Netzstromanteil am gesamten Strombedarf zu Zeiten ohne Überschuss kann von 63 % auf 41 % verkleinert werden. Der Anteil am Hilfsstrombedarf zum Heizen / Kühlen kann durch die Energieflexibilität von 93 % auf 22 % gesenkt werden. Der Grad an selbstgenutztem Photovoltaikstrom steigt von 50 auf 55 %. All dies führt zu einer Verkleinerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 24 % auf 34,1 tCO<sub>2</sub>eq. Der Komfort der BewohnerInnen wird durch die Energieflexibilität nicht negativ beeinträchtigt und erreicht in allen untersuchten Gebieten die Höchstklasse. Der Koeffizient der Energieflexibilität bzw. Speicherung beträgt über das ganze Jahr 63 %.

**Jakob Schulz: Energieflexible und netzdienliche Gebäude - Entwicklung und Analyse dynamischer Freigabesignale zur zukünftigen Regelung energieflexibler und netzdienlicher Gebäude auf Basis stromnetzbasierter Parameter.**

1. Begutachter: DI Thomas Zelger, FH Technikum Wien, 2. Begutachter: DI Armin Knotzer, AEE INTEC. Wien, 09.09.2019

Kurzbeschreibung: Die thermische Simulation eines Mehr-Zonen-Büro-Modells mittels IDA ICE zeigt, dass bei Einbindung einer Demand-Response fähigen Regelung und unter Berücksichtigung parameterabhängiger Freigabesignale sowie der Einhaltung des thermischen Komforts gemäß EN 15251, deutliche Lastverschiebungen möglich sind. Auf Basis des Day-Ahead Preises als Freigabesignal sind gegenüber eines Referenzmodells trotz gestiegenem Energiebedarf Kosteneinsparungen von bis zu 8,3 % möglich. Zieht man die die CO<sub>2</sub>-Intensität der Stromaufbringung als Freigabesignal heran, so ermöglicht diese CO<sub>2</sub>-Einsparungen in einer Höhe von bis zu 12,2 %. Keiner der untersuchten Parameter ermöglicht es simultan sowohl Kosten- als auch CO<sub>2</sub>-Einsparungen auf Basis eines Freigabesignals zu erzielen.

Aus den Masterarbeiten wurde vor allem das Potenzial erkennbar, das Energieflexibilität unter bestimmten Voraussetzungen wie verschiedenen Netzsignalen und Gebäudevarianten hat. Daher wurde vor allem später auch mehr Gewicht in Säule 1 des SRI Austria Vorschlags gelegt.

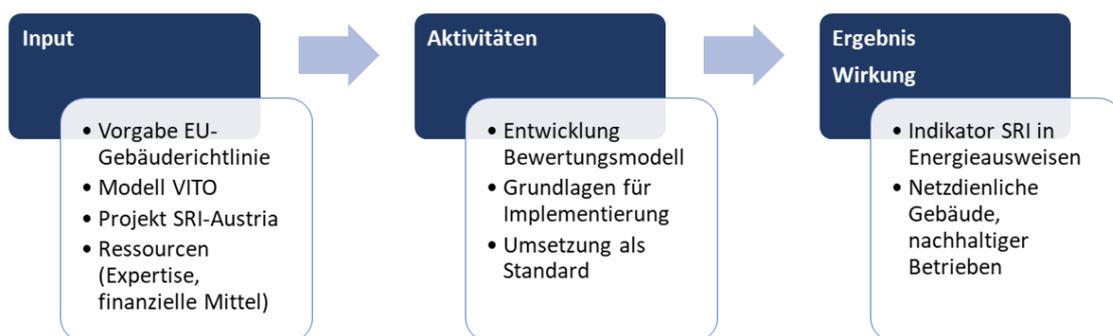
## 2.3. Markt- und Wirkungsanalyse

Nutzen und Markt für Integration in Energieausweis, alternative Möglichkeiten der Einführung eines SRI, erwartbare Investitionen und Einsparungen oder Mehrverbrauch?

### 2.3.1. Die Methode Logic-Model

*Strukturierung von Wirkungen auf unterschiedlichen Interventionsebenen mit unterschiedlichem Zeithorizont sowie der vielfältigen Wirkungswege und der Ursache-Wirkungszusammenhänge*

Ein Logic-Model basiert auf einem vereinfachten Wirkmodell (Abbildung 7), basierend auf einer Problemanalyse und der Annahme, dass bestimmte Inputs eine messbare Wirkung erzeugen. Die Plausibilität der Annahmen wird überprüft. Die Wirkungen werden dabei unterschieden als Output und Outcomes. Output kann dabei z.B. im Rahmen eines Projektes direkt beeinflusst und gesteuert werden, Outcomes hingegen werden von weiteren Einflüssen außerhalb des Projektsystems bestimmt. Demnach kann die Methodik für die Ermittlung eines SRI-Indikators als Output gesehen werden, erwartete Einsparungen an Energie sind dagegen als Outcome zu sehen, genauso wie weitere ökonomische, technologische, soziale und ökologische Effekte.



Wirkmodell: Ein Indikator für Smart Readiness, implementiert im Energieausweis, bewirkt, dass Gebäude vermehrt netzdienlich und nachhaltiger betrieben werden.

Abbildung 7 Wirkmodell SRI Austria

### 2.3.2. Problemanalyse

Vom Projektteam erkannte Probleme (Abbildung 8) wurden in einen Zusammenhang gestellt. Hier werden 4 unterschiedliche Ebenen dargestellt. Zweck dieser Darstellung ist es, einen Ist-Soll-

Vergleich zu ermöglichen und herauszufinden, wo ein SRI entsprechend dem Projektmodell Austria einen Beitrag zur Lösung leisten kann: insbesondere indem Fehlendes bereitgestellt wird.

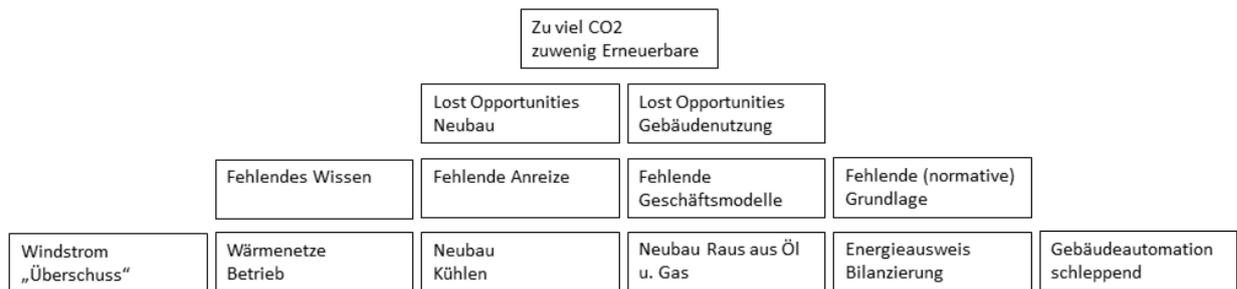


Abbildung 8 Die vier unterschiedlichen Ebenen der Problemanalyse für SRI Austria

**Windstrom Überschuss:** Ca. 300 GWh/a Windstrom sind derzeit aus der Ökostromförderung gefallen. Ein Teil dieser Strommenge wird zu Zeiten produziert, wo an der Strombörse sehr niedrige Preise bezahlt werden. Seitens dieser Stromproduzenten besteht großes Interesse an einem Markt, auf dem Strom flexibel angeboten werden kann. (Information Roman Prager, WEB; 04.10.2019)

**Wärmenetze Betrieb:** Die Kapazität von Wärmenetzen stößt bei der vorgesehenen Ausweitung und dann, wenn fossile Kraftwärme zunehmend zurückgefahren werden soll, an Grenzen. Der Betrieb kann sowohl durch eine Absenkung der Rücklaufemperatur als auch durch Lastverschiebungen optimiert werden, mangels geeigneter Informationen, Vorgaben und Rahmenbedingungen wird dieses Potenzial bisher erst in wenigen Projekten genutzt.

**Neubau Kühlen:** Bei Dienstleistungsgebäuden ist Kühlung bereits Standard, auch im Wohnbau kann die Sommertauglichkeit mit den normativen Vorgaben nicht mehr gewährleistet werden, zunehmend wird Kühlung nachgerüstet, deren Abwärme zur weiteren Aufheizung der Siedlungen führt.

**Neubau Raus aus Öl und Gas:** Der Ausstieg aus Öl ist recht weit gediehen, zum Erreichen der Klimaziele muss aber auch der Ausstieg aus Gas vorbereitet werden. Oft fehlt es an attraktiven Konzepten insbesondere zum Einsatz von Wärmepumpen. Deren Einsatz empfiehlt sich vor allem im Neubau, während Fernwärme eher im Bestand verdichtet werden sollte.

**Energieausweis Bilanzierung:** Diese berücksichtigt das dynamische Verhalten von Gebäuden bisher nicht. Daraus resultierende Unterschiede bzgl. des Ausmaßes der Umweltbelastung (Zeitpunkt des Energiebezuges – Produktionsbedingungen) werden nicht dargestellt.

**Gebäudeautomatisation schleppend:** Im Unterschied zu Dienstleistungsgebäuden ist der Einsatz von Gebäudeautomatisation im Wohnbau noch gering. (Ob das ein Problem ist, wird unterschiedlich eingeschätzt.) Zusätzlich verläuft der Smart Meter Rollout schleppend.

**Fehlendes Wissen:** Die Vorteile von Gebäudeautomation und elektronischer Datenaufzeichnung werden von den GebäudeeigentümerInnen und -NutzerInnen bisher nicht ausreichend erkannt. (VITO)

**Fehlende Anreize:** Förderungen berücksichtigen einen netzdienlichen Betrieb bisher nicht, es gibt auch keine rechtlichen Anforderungen.

**Fehlende Geschäftsmodelle** für Energieverbrauch, der auf das Angebot der Strom- und Wärmeversorger zeitlich (z.B. viertelstündlich) abgestimmt ist, sind bisher die Ausnahme.

**Lost opportunities Gebäudenutzung:** Mangels Wissens werden mögliche Energieeinsparungen nicht realisiert und die wirtschaftlichen Vorteile nicht lukriert. Die Vorbereitung auf die zunehmend relevante Flexibilisierung des Verbrauchs wird nicht ausreichend unterstützt.

**Lost opportunities Neubau:** Der Betrieb von Gebäuden als Energiespeicher und als zeitflexibler Konsument bietet ein sehr relevantes, aber bisher kaum genutztes Potenzial für einen stabilen Netzbetrieb basierend auf volatilen Energiequellen. Bauteilaktivierung als alleiniges System für Heizen und Kühlen ist dabei besonders vorteilhaft, diese muss aber von Anfang an konzipiert werden, sie kann kaum nachgerüstet werden.

**Zu viel CO<sub>2</sub>, zu wenig Erneuerbare:** Österreich braucht mehr Beiträge, um seine Klimaverpflichtungen zu erfüllen. Der Gebäudesektor soll seine Emission laut mission2030 um etwa 3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr reduzieren.

### 2.3.3. Input

Als Input sind alle Ressourcen zu sehen, die für die Aktivitäten erforderlich sind, um die erwarteten Wirkungen zu erzielen.

Die Grundlagen aus der Gebäuderichtlinie sowie die Beschreibung des Modells der EU finden sich im Projektbericht, Kapitel 1.1 und 1.3. Für die Wirkungsanalyse wurden darüber hinaus folgende Quellen herangezogen:

- Online-Survey (kurze Zusammenfassung siehe unten, und Kapitel 2.1.1)
- Dokumentenanalyse (siehe Projektbericht Kapitel 1, Literaturverzeichnis)
- Erkenntnisse aus Interviews, die bei unterschiedlichen Gelegenheiten mit diversen Stakeholdern geführt wurden. Wissenschaftlich, Projekterfahrungen, Interessensvertretungen (siehe Kapitel 2.1 Stakeholdereinbindung)
- Die protokollierten Ergebnisse der Projekt-Workshops (siehe Kapitel 4) wurden ausgewertet
- Expertise des Projektkonsortiums

Für die Implementierung und breite Umsetzung sind beträchtliche Ressourcen erforderlich. Aussagen und Abschätzungen dazu finden sich später unter dem Punkt ‚Spezielle Fragen zur Wirkungsanalyse‘.

Die Inputdaten sind die Grundlage für den Vorschlag SRI Austria, der im Sinne dieser Wirkungsanalyse als Wirkmodell bezeichnet wird.

#### Online-Survey

Die Umfrage wurde parallel zum Projektverlauf durchgeführt, eingeladen wurden Stakeholder, InteressensvertreterInnen und ExpertInnen, also Personen mit einem Bezug zu den Themen Energie

und Gebäude. Das Ergebnis zeigt damit die Einschätzungen und Erwartungen von 85 Personen, die sich mit derartigen Thematiken beruflich befassen und die ein gewisses Interesse haben, sonst hätten sie nicht teilgenommen. Die Ergebnisse können daher kein Bild über die Haltung der (später betroffenen) Bevölkerung geben.

Grundsätzlich befürworten 87 % der antwortenden Personen die Einführung eines SRI. Österreich sollte hier auch eine Vorreiterrolle einnehmen, dafür gab es 68 % Zustimmung.

### Q3 Welche HKLS-Anwendungen/-ausstattungen in Wohn-/Bürogebäuden sollten für die Bewertung der "Smart Readiness" herangezogen werden?

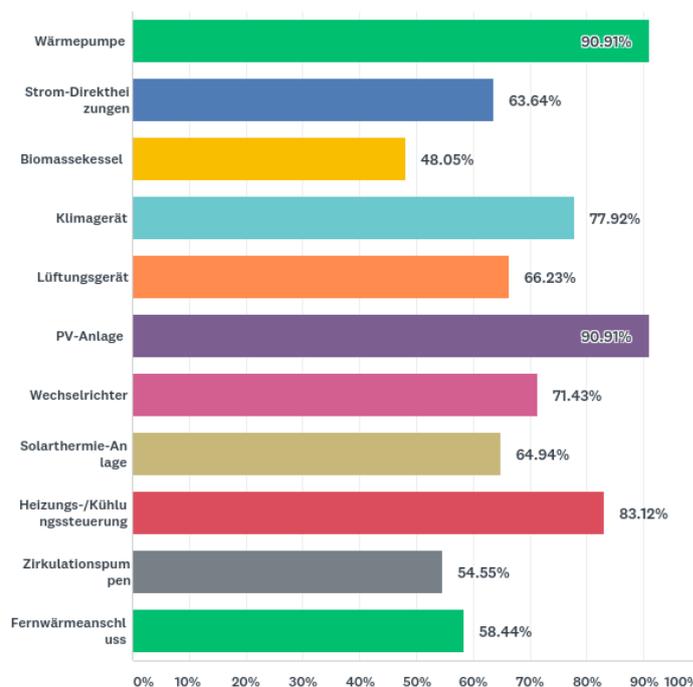


Abbildung 9 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zu den HKLS-Anwendungen, die zur Bewertung für SRI herangezogen werden sollten

Als Haustechnik, die in die Bewertung einbezogen werden sollte, wurden Wärmepumpen und PV von jeweils 91 % genannt, gefolgt von Heizungs-/Kühlungssteuerung (Abbildung 9). Zur Frage, wer Nutzen aus einem SRI ziehen würde, zeigt sich, dass hier vor allem die Energiewirtschaft genannt wurde, gefolgt von den Herstellern der entsprechenden Produkte (Abbildung 10).

### Q10 Wer kann aus der Einführung eines SRI Nutzen generieren?

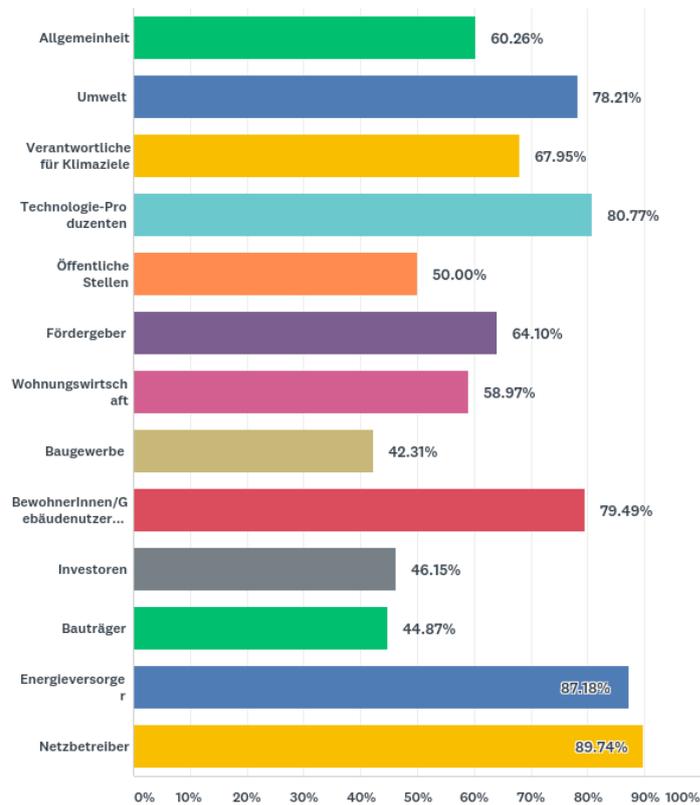


Abbildung 10 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung wer einen Nutzen aus einem SRI zieht

Die Marktwirksamkeit eines SRI wird in Zusammenhang mit dem Energieausweis von etwa 50% der antwortenden Stakeholder als „mehr oder sehr“ relevant gesehen, aber von den anderen 50% als nur „etwas bis gar nicht“ (Abbildung 11).

### Q12 Der SRI ist als Teil des Gebäude-Energieausweises geplant. Wird die Bewertung damit marktrelevant?

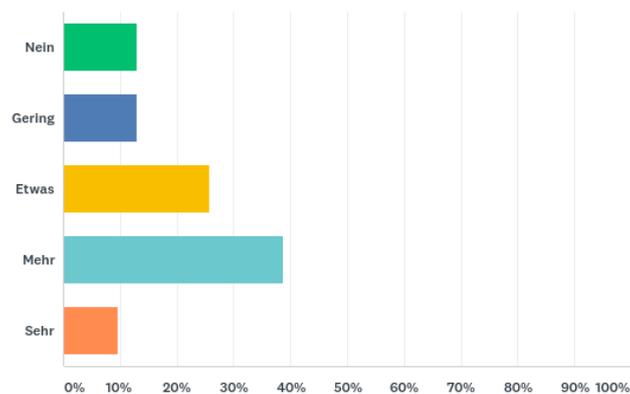


Abbildung 11 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zum Thema ob ein SRI im Energieausweis marktrelevant ist

#### 2.3.4. Wirkmodell

Das Wirkmodell geht von folgender Annahme aus:

Die Gebäude werden zu Stabilisatoren der Energieversorgung.

SRI-Austria, implementiert im Energieausweis, trägt dazu bei, dass Gebäude vermehrt netzdienlich und nachhaltiger betrieben werden.

Diese Wirkung wird erzielt, indem

- InvestorInnen, BetreiberInnen und NutzerInnen Information und eine Bewertung zur Verfügung steht.
- Es wird angenommen, dass in der Folge die Vorteile eines netzdienlichen Gebäudebetriebes, der Gebäudeautomatisation und der entsprechenden technischen Gebäudeausrüstung erkannt werden.
- Durch entsprechende Planungsvorgaben werden Gebäude zunehmend „smart ready“.
- Eine gute SRI-Bewertung wird marktwirksam, sowohl angebots- als auch nachfrageseitig.

##### 1. Wirkungen

###### Output

- Rating: *“This indicator will allow for rating the smart readiness of buildings, i.e. the capability of buildings (or building units) to adapt their operation to the needs of the occupant, also optimizing energy efficiency and overall performance, and to adapt their operation in reaction to signals from the grid (energy flexibility). (VITO, 2018)*

###### Outcomes:

- Bewusstsein und Vertrauen: *“The smart readiness indicator should raise awareness amongst building owners and occupants of the value behind building automation and electronic monitoring of technical building systems and should give confidence to occupants about the actual savings of those new enhanced functionalities.” (VITO, 2018)*
- Impacts: als mittelbare Wirkung werden Effekte erwartet, die nach der Realisierung von Bauprojekten entsprechend den SRI-Qualitäten auftreten und die in unterschiedlichen Kategorien bewertet bzw. quantifiziert werden können. Mittelfristig wäre eine Erfassung dieser Effekte über die Energieausweisdatenbanken möglich.

Zu den unter Kap. 2.3.2. Problemanalyse dargestellten Herausforderungen werden durch die Implementierung eines SRI folgende Beiträge erwartet:

Ad) Fehlendes Wissen: Die Vorteile von Gebäudeautomatisation und elektronischem Monitoring werden von den GebäudeeigentümerInnen und Bewohnenden durch eine standardisierte Darstellung und Bewertung besser erkannt.

Ad) Fehlende Anreize: Förderungen könnten in Zukunft für einen netzdienlichen Betrieb auf Grundlage der SRI-Bewertung vergeben werden.

Ad) Fehlende Geschäftsmodelle: Genauere Angaben im Energieausweis zu erforderlichen Leistungen und Flexibilisierungspotenzialen sind eine Grundlage für die Ausweitung von innovativen Geschäftsmodellen der Strom- und Wärmeversorger.

Ad) Fehlende normative Grundlagen: SRI Austria liefert dazu eine Diskussionsgrundlage

## 2. Plausibilität des Wirkmodells

Die Plausibilität, dass die Einführung eines SRI die beabsichtigten Wirkungen erfüllen kann und wird, wurde wie folgt abgeschätzt (Zusammenschau von Inputs, siehe oben):

**Marktwirkung:** Die Annahme, dass Gebäude zu Stabilisatoren der Energieversorgung werden, wird z.B. durch die Potentiale, die das Branchenprojekt PowerPack Immobilie ermittelt hat, gestützt (Abbildung 12).



Abbildung 12 Potentiale der Anwendung smarter Technologien, Ergebnisse des Branchenprojekts PowerPack Immobilie (FMA, 2019)

Welche Wirkung der von der EU vorgesehene SRI auf den Markt haben wird, wird von den befragten Stakeholdern unterschiedlich beurteilt.

Große Erwartungen zeigen sich in der FM Branche, der SRI wird dabei als Instrument zur Verbreitung gesehen:

*Die voranschreitende Digitalisierung im Bau- und Gebäudesektor trägt schon jetzt zu wesentlichen Veränderungen bei. Viele der genannten Technologien werden zukünftig als Standard gelten, wodurch weitere Kostenreduktionen zu erwarten sind. Mit Hilfe intelligenter Optimierungsalgorithmen und Steuerungen lassen sich deren vielfältige Potentiale ausnutzen. Für Facility ManagerInnen eröffnen sich bis dato unbekannte Geschäftsfelder; auch neue Berufsfelder entstehen, beispielsweise in der Planung, Instandhaltung und Betreuung von Immobilien.*

Es wurde allerdings mehrfach darauf hingewiesen, dass die Energieausweise schon bisher eher als Notwendigkeit denn als vertrauenswürdige und individuell relevante Informationsquelle gesehen werden.

Generell sehen VertreterInnen der Wohnungswirtschaft sowie viele in den Wohnbau- und EnergiereferentInnenabteilungen der Länder *eine Entwicklung, die ihnen immer weitere Anforderungen auferlegt*. In diesem Fall sollen Probleme der Energiewirtschaft im Zusammenhang mit der Energiewende von der Wohnungswirtschaft gelöst werden. Daher ist aus diesem Marktsegment bis auf weiteres auch eine ablehnende Haltung zur Einführung eines SRI in der geplanten Form zu erwarten.

Von Seiten des Konsumentenschutzes wurde gewarnt, dass ein SRI nicht dazu führen soll, *dass die reichere Bevölkerung in smarten und hoch effizienten Gebäuden wohnt und die, die sich das smarte Wohnen nicht leisten können, hohe Energiekosten tragen müssen*.

Eine grundsätzliche Aushandlung zur Frage, wer trägt welche Kosten und wer hat welchen Nutzen, erscheint dringend erforderlich.

Marktwirkung sehen einige Hersteller von Gebäudeautomatisation im Zusammenhang mit den steigenden Wünschen nach Sicherheit im Wohnbereich mittels Gebäudetechnik.

**Awareness:** Die Annahme, dass mit dem SRI die Vorteile eines netzdienlichen Gebäudebetriebes, der Gebäudeautomatisation und der entsprechenden technischen Gebäudeausrüstung erkannt werden, wird nur geteilt, wenn die Informationen nicht in aggregierter Form ankommt und mit dem tatsächlichen Zustand des Gebäudes übereinstimmt.

*Ein Energieausweis wird in der Regel dann erstellt, wenn ein Gebäude neu errichtet, verkauft oder saniert wird. Dies geschieht normalerweise in relativ großen Abständen. Das bedeutet, wenn eine Bewertung eines Gebäudes auf Basis eines Energieausweises erstellt wird, beschreibt dies das Gebäude für die nächsten Jahre/Jahrzehnte. Wenn nun der SRI Bestandteil des Energieausweises wird, wie geht man mit Änderungen in beispielsweise der elektrischen Einrichtung um? Wer berücksichtigt die Anpassungen, wenn zusätzliche Lasten hinzu/wegkommen, oder vorhandene durch neue getauscht werden (Dies beeinflusst die Bewertung nach Angabe der Lasten [W])? Die Zusammensetzung der elektrischen Einrichtung in einem Gebäude wird sich wesentlich schneller ändern, als beispielsweise ein Heiz-/Dämm-/Kühlsystem.*

Die Fokussierung auf einen Gesamtwert erscheint nicht zielführend, die Ausweisung von klar erkennbaren Qualitäten oder Potentialen, die mit dem Gebäude grundsätzlich verbunden sind, könnte hingegen Wirkung erzeugen; zum Beispiel nutzbare Speicherkapazitäten.

**Optimierung:** Die Annahme, *“This indicator will allow for rating the smart readiness of buildings, i.e. the capability of buildings (or building units) to adapt their operation to the needs of the occupant, also optimizing energy efficiency and overall performance, and to adapt their operation in reaction to signals from the grid (energy flexibility)”* muss relativiert werden:

Die Menschen haben sehr unterschiedliche Vorstellungen, was die Technisierung von Gebäuden betrifft, die Bandbreite reicht von Ablehnung (auch Boykott) bis zu höchster Akzeptanz, womit erwartet werden kann, dass nur ein Teil der Nutzenden entsprechend reagieren wird (*adapt their operation*). Die Komfortbedürfnisse der Menschen sind sehr individuell und stehen mit den Anforderungen eines Smart Grid nicht unbedingt im Einklang - permanente und hohe Verfügbarkeit von Energie versus netzdienliche Betriebsweise und Optimierung des Eigenverbrauches aus PV bzw. Solarthermie.

Ein Gesamtwert für den SRI stellt also keine allgemein gültige Information bereit, was die Bedürfnisse der Bewohnenden betrifft.

**Vertrauen:** Die Annahme, *“The smart readiness indicator should raise awareness amongst building owners and occupants of the value behind building automation and electronic monitoring of technical building systems and should give confidence to occupants about the actual savings of those new enhanced functionalities.”*

Fraglich erscheint, ob der Anspruch „*give confidence*“ mit einem SRI in dieser Form erfüllt werden kann:

*Es handelt sich um einen statischen Wert, der einmalig ermittelt wird, jedoch sind die Grundlagen für die Berechnung sehr dynamisch und nicht mit Systemen zur Beheizung/Dämmung/Kühlung zu vergleichen.*

Um die tatsächlichen Einsparungen realistischer abschätzen zu können, hat SRI Austria den VITO-Vorschlag adaptiert und schlägt vor, nicht allein das Vorhandensein von bestimmten Ausstattungen zu bewerten, sondern führt auch relevante Quantifizierungen ein, insbesondere zu Speicherwirkung und Lastverschiebung.

### **2.3.5. Schlussfolgerungen aus dem Logic-Model**

Grundsätzlich erscheint eine Bewertung von Gebäuden im Hinblick auf die aktuellen Herausforderungen der Energiewende zielführend.

Die Annahme, dass ein SRI im Energieausweis entsprechend dem europäischen Vorschlag die auf EU-Ebene artikulierte Wirksamkeit hervorruft, kann diese Analyse nicht bestätigen. Aus diesem Grund sollte der SRI sehr stark auf die für die Allgemeinheit besonders wesentlichen Punkte fokussiert und der Aufwand für die breite Umsetzung gering gehalten werden. Das Modell für einen SRI Austria geht dem entsprechend in diese Richtung.

Um die notwendige Weiterentwicklung von Gebäuden voranzutreiben, sollten geeignete Instrumente verwendet werden, deren Wirksamkeit höher einzuschätzen ist. Als Begleitmaßnahme könnte ein abgestimmter SRI dann sehr nützlich sein.

### 2.3.6. Spezielle Fragen zur Wirkungsanalyse

*Im Zusammenhang mit der Wirkungsanalyse wird versucht, folgende Fragen (Projektauftrag) zu beantworten:*

Wie viele Ressourcen fließen in die Erstellung eines SRI, welche Kosten wären zu erwarten (Input)?

*Ressourcen für die Erstellung werden benötigt für:*

- Die Adaption des EU-Modells unter Einbeziehung der Empfehlungen von SRI Austria in Abstimmung mit den zuständigen Behörden und Einrichtungen, wobei auch Kosten für die finale Modellentwicklung inklusive Testung zu erwarten sind.
- Kosten für die Implementierung des Modells; im Falle der Aufnahme in den Energieausweis sind für Anpassung der Energieausweisprogramme beträchtliche Kosten zu erwarten, diese müssen vorab die Softwarefirmen tragen, schlussendlich werden diese Aufwendungen auf deren KundInnen (EnergieausweiserstellerInnen) übertragen.
- Kosten für die Anwendung: Bei einem angenommenen Mehraufwand von 20 Minuten für ein „Online Simplified Self-Assessment“ (VITO, 2019) und 21.000 neue Gebäude pro Jahr in Österreich ergeben sich zusätzliche Planungskosten von etwa 4 Mio € p.a. (Mehraufwand von 20 Minuten bis 2 Tagen, 70 €/h); die Kosten für eine Energieausweiserstellung würden sich dementsprechend erhöhen.
- Mit der weiteren Verbreitung von BIM könnten Daten für die Ermittlung des SRI sowie für das weitere Monitoring genutzt und damit der zusätzliche Aufwand verringert werden.

Welche Leistungen, Ergebnisse werden durch einen SRI angeboten und wer wird damit erreicht?

*Die Information, die eine SRI Bewertung bereitstellt, kann zu folgenden Ergebnissen führen:*

- Bewertung von Haustechnikplanungen gemäß der SRI-Methode, vorzugsweise im Rahmen der Energieausweiserstellung mittels entsprechend adaptierter Software ohne weitere Optimierung
- Optimierung von Haustechnikplanungen für eine bessere Bewertung; ein Teil der Haustechnikplanungen wird im Hinblick auf Flexibilität, Speicher, NutzerInnenfreundlichkeit verbessert (Vergleichbarkeit mit Wirkung des OI3 Index?)
- Verstärkte Nachfrage nach Produkten und Systemlösungen zur Gebäudeautomatisation: Welche Produkte im Zusammenhang mit einer SRI Austria Bewertung relevant sein würden, ist in der Beschreibung der Funktionalitätsstufen der Technologien und Dienstleistungen erkennbar.
  - a. Produkte und Kosten exemplarisch – diese bewegen sich für Gesamtsysteme zur Regelung von Komponenten eines typischen Haushalts zwischen 2000 und 8000 EURO; z.B. Synco-Gebäudeautomation (System Siemens), WAGO, Evon, TRIC; eine Definition, was smarte Technologien sind, findet sich in Kapitel 41
  - b. Innovative Systeme zur Raumkonditionierung und Warmwasserbereitung z.B. Bauteilaktivierung mit Kühlfunktion

- c. Abschätzung von zusätzlicher Nachfrage (Interview mit Evon, Siemens et al) – derzeit große Steigerung (bis 50%) bei Smart Home Systemen;

Anmerkung: Es liegen keine Abschätzungen für die Auswirkungen auf den Strombedarf (Betrieb) sowie zu der „grauen Energie“ für die Bereitstellung dieser „smarten“ Gebäudeausrüstung vor.

Die Information SRI erreicht – im Falle der Implementierung in den Energieausweis – alle Personen entsprechend den Vorgaben des Energieausweisvorlagegesetzes. Bei folgenden AkteurInnen könnte sich ein besonderes Interesse, den SRI als Steuerungs- und Optimierungsinstrument einzusetzen, entwickeln:

- Bauträger
- EFH-Häuslbauer (interessierte Minderheit davon, siehe unten, Market Studie)
- Haustechnikplanende
- Produkt- und Systemanbieter
- Netzbetreiber, EVUs, Energiedienstleister
- Facility Manager
- Förderstellen

#### Welche Aussagekraft und konkreten Auswirkungen hat ein SRI (Output)?

*Die tatsächliche Aussagekraft ist abhängig vom letztendlich implementierten SRI, grundsätzlich sollte der SRI folgendes ermöglichen:*

- Die Bewertung des Flexibilitätspotentials sowie entsprechender Ausstattung gibt eine Aussage zur Nutzbarkeit flexibler Energietarife.
- Erhöhung des Anteils der Eigennutzung von Anlagen zur Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren Quellen
- Aussagen zu Fragen des Betriebsverhaltens inklusive Komfort

Konkrete Auswirkungen: siehe auch vorhergehende Fragen (ökonomische Effekte)

*Unter Bezugnahme auf die VITO Studie (2018) ergäben sich für Österreich (aliquot entsprechend der Bevölkerung):*

- Verstärkte Nachfrage nach Produkten und Systemlösungen zur Gebäudeautomatisation: 280 Mio € kumuliert
- Endenergieeinsparung durch smarte Technologie-Szenarios: 7 TWh

Diese Zahlen erscheinen aber vor dem Hintergrund der in dieser Analyse gewonnenen Erkenntnisse als überhöht. Sie spiegeln Markterwartungen wider und können mit der Einführung eines SRI nicht direkt in Zusammenhang gebracht werden.

Welche Veränderungen treten bei den Zielgruppen ein und in welchem Maß, welchen direkten Nutzen generieren die Zielgruppen daraus (Outcome)?

*Zielgruppen, Auswertung der Onlineumfrage:*

- Bauträger, die innovativen sind an einer guten SRI-Bewertung interessiert und das beeinflusst die Performance ihrer Projekte
- EFH-Häuslbauer: eine interessierte Minderheit orientiert sich an den Optionen, die mit der SRI Bewertung aufgezeigt werden
- Haustechnikplanende: sobald diese Vorgaben im Hinblick auf eine zu erreichende SRI Performance bekommen, werden sie sich daran orientieren und ihre Planungen daran ausrichten.
- Produkt- und Systemanbieter könnten im Einvernehmen mit KundInnen neue Informationen über deren Gebäude erhalten und ggf. zusätzliche Nachfrage bedienen
- Netzbetreiber, EVUs, Energiedienstleister: könnten die Potenziale der Gebäude besser kennenlernen und ggf. zur Stabilisierung von Netzen nutzen
- Förderstellen erhalten mit der SRI Bewertung zusätzliche Informationen und Indikatoren für Förderungen
- Nutzende über mögliche Wirkungen am Immobilienmarkt

Zu welchen gesellschaftlichen Entwicklungen trägt die Umsetzung eines SRI z.B. im Energieausweis oder als Angabe auf Immobilienannoncen bei, wie stellen sich die gesamtgesellschaftlichen Wirkungen dar (Impact)?

*Die gesellschaftliche Entwicklung wird im Sinne sozialer Effekte in verschiedener Weise beeinflusst:*

- Beitrag zur Digitalisierung, Problematik Big Data
- Aufmerksamkeit für neue Anforderungen und Möglichkeiten im Zusammenhang mit Smart Grids und Erneuerbaren
- Mehr Bewusstsein für die Volatilität der Erneuerbaren im Energiesystem. Der Zeitpunkt des Energiebezugs wird als relevant erkannt
- Eine Wirksamkeit in Zusammenhang mit dem Energieausweis erscheint nur erwartbar, wenn die Aussage spezifischen Nutzen erkennen lässt (z.B. als Förderkriterium, erkennbare Komfortverbesserung). Ein Gesamtwert genügt nicht (siehe Kapitel 2.1.2 und Einzel-Interview-Rückmeldungen Stakeholder)
- Die Positionierung Österreichs mit konstruktiven, innovativen Beiträgen zum SRI bietet Chancen (abgestützt durch Online Befragung im Rahmen des Projekts)

Dazu einige Ergebnisse aus Umfragen und wissenschaftlichen Arbeiten:

*„Eines gilt es vorweg zu schicken, ganz sicher - was unter dem Begriff Smarthome zu verstehen ist - ist sich der österreichische Häuslbauer und Sanierer noch nicht. Gut 50 Prozent geben an, schon einmal*

vom Begriff „Smarthome“ gehört zu haben. Bei näherer Erklärung erhöht sich die Bekanntheit des Begriffs zumindest auf 70 Prozent. Damit ist das Thema „Vernetzung von verschiedenen Haustechnik-Systemen (wie zB Jalousien, Alarmanlagen, Heizung, Beleuchtung...), Haushaltsgeräten, Geräten der Unterhaltungselektronik und dahinterstehenden automatisierten Programm-Abläufen die in der Folge individuell steuerbar sind“ noch nicht wirklich ganz durchgedrungen. Zwar können derzeitige Häuslbauer und insbesondere junge Personenkreise etwas mehr mit „Smarthome“ anfangen, was aber so ganz genau dahintersteckt, scheint noch nicht so leicht definierbar zu sein.“ (Market, 2015)

### **Einstellungen der ÖsterreicherInnen zu Smart Home und Smart City 2017:**

Als Vorteile von Smart-Home-Produkten werden in erster Linie Vereinfachung des Alltags (52 %) und Zeitersparnis genannt, sowie „Von überall aus auf meine Systeme zu Hause zugreifen“ und „Geringerer Energieverbrauch“.

Als Nachteile wurden vor allem die Sammlung personenbezogener Daten ("gläserner Kunde") (49 %) sowie Hacker-Angriffe (48 %) genannt. (Marketagent.com, 2017)

### *SMART HOME Studie 2018 (KFV, 2018):*

45 % aller ÖsterreicherInnen nutzen smarte Geräte

59 % finden es leichtsinnig, wenn Geräte mit dem Internet verbunden sind

64 % fühlen sich durch Smart Home Technologien überwacht

Chancen:

- Effiziente Gestaltung des Alltags
- Erhöhung des Komforts
- Energiesparmöglichkeiten
- Positiver Effekt auf Motivation und Gesundheit (z.B. Wearables)
- „Assistent Living“
- Einbruchsichere Gestaltung des Eigenheims (Abschreckung von Einbrechern)

Risiken:

- Unsicherheit im Datenschutz
  - Potentiell auch die Möglichkeit der Übertragung von Daten
  - Unbewusste Datenaufzeichnung mittels Smart Devices
- Gefahr von Hackerangriffen
  - Je mehr Smart Devices, desto größer ist die Angriffsfläche für potentielle bössartige Hacks

- Fehlender und falscher Umgang mit Passwörtern (z.B. Standard-Passwörter)
- Quantität statt Qualität:
  - Wirtschaftliche Interessen der Hersteller
  - Kauf von Billigprodukten

### SMARTHOME: WOHNEN DER ZUKUNFT?

Als großen Vorteil sehen 35 % der befragten Bauinvolvierten, dass sie beim Energieverbrauch Geld sparen können, da sie bewusst zu Zeiten Energie verbrauchen können, zu denen der Verbrauchspreis niedriger ist (Market, 2015) – Abbildung 13 unten.

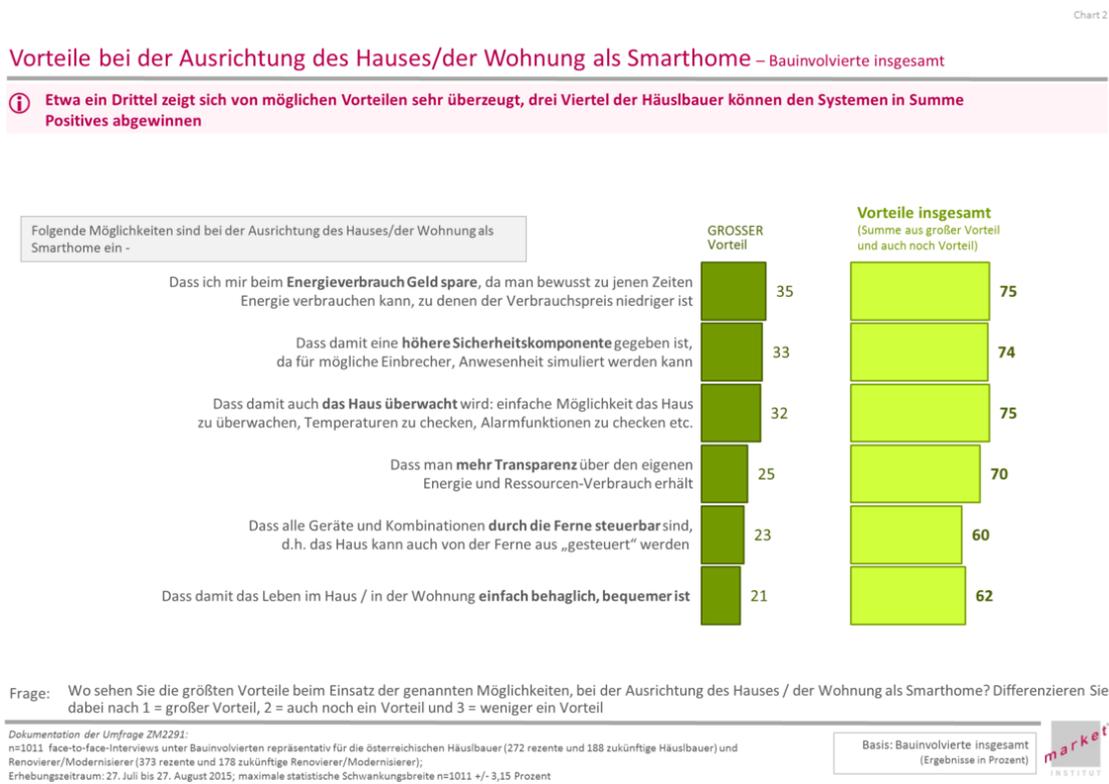


Abbildung 13 Vorteile eines SmartHome als Ergebnis einer Market Umfrage 2015 (Market, 2015)

### Erfolgsversprechende Demand-Response-Empfehlungen im Energieversorgungssystem 2020

Diese Studie thematisiert u.a. den kommunizierbaren Nutzen für EndkundInnen: *Versorgungssicherheit, geringere Auslandsabhängigkeit, Imagegewinn für Unternehmen etc., Fragen des Nutzerkomforts in den Gebäuden sowie eine Reihe von Fragen zur weiten technischen Entwicklung (Anpassungen an die tatsächlichen NutzerInnen und Nutzungen vor Ort, Optimierung von Gesamtlösungen, Weiterentwicklung und Normung von IKT-Schnittstellen, funktionierende Datenprotokolle, Kombinationslösungen mit Speichertechnologien).* (Meisel et al., 2012)

Ergänzende Anmerkungen zu den Chancen des SRI, die aus Statements der Mitglieder der Technologieplattform Smartgrids Austria gesehen werden:

Der SRI verspricht theoretische viele Vorteile für die Energiewirtschaft. Zum einen, da der Fokus des SRI bei der Netzdienlichkeit liegt und zukünftiger Netzausbau dadurch besser geplant werden könnte. Mit der Adressierung von Lasten und Flexibilität wird ein Kernthema der momentanen Energiewelt und der Energiewende angesprochen.

Auch beim Thema Energy Communities könnte der SRI von großem Nutzen sein. Sei es nun als Bewertungsverfahren für Gebäude als Teile kompletter Quartiere, welche als Energy Communities zusammengefasst werden können, oder zur Übersicht über potentielle Gebiete/ Kunden bei einzelnen Gebäuden

Wird der SRI als Leitfaden für moderne Neubauten und Sanierungen verwendet, können Smarte Energiesysteme von verschiedenen Technologieherstellern besser vermarktet werden. Positive Gründe für Investitionen in Smarte Energiesysteme sind offensichtlicher und helfen den Bauherren zusätzlich das Gebäuderating zu verbessern.

Eine weitere positive Auswirkung eines erfolgreichen SRI wird durch den Teilfokus, bei dem der direkte Verbrauch von lokal erzeugter Energie priorisiert wird, erwartet. Durch den erhöhten Einsatz von Smarten Energie- und Steuerungstechnologien in der Netzebene 7, kann der notwendige Netzausbau zur Integration von Erneuerbaren Energiesystemen, Speicheranlagen und Elektro-Ladestationen kostengünstiger gestaltet werden.

Auch beim Thema „Sektorkopplung“ verspricht der SRI große Auswirkungen. So ist zu erwarten, dass die Sektorenkopplung im Wohnbereich, durch die Einführung des SRI, beschleunigt wird, dadurch weitere Marktpotentiale geöffnet werden können.

## **2.4. Stärken und Herausforderungen bei der methodischen Herangehensweise**

Besondere Stärken im Projekt waren folgende:

- Großes Interesse an dem Thema trotz kurzer Projektlaufzeit – Konsortiumsmitglieder haben insgesamt bei 15 Veranstaltungen und Vorträge gehalten und wurden fünfmal wegen Beiträgen zu Artikeln und Interviews gefragt.
- Mit BMNT und OIB in Gang gesetzter Prozess, sich von Seiten Österreichs in die laufende EU-Diskussion einzumischen und eine österreich-bezogene Position einzunehmen
- Großteils positive Rückmeldungen seitens der Stakeholder, die im Rahmen des Projektes befragt und interviewt worden, sowie über Workshops integriert waren, was die Fokussierung und Erarbeitung der Methodik betrifft - das wurde in vielen Veranstaltungen und Einzel-Statements klar

Das heißt die Stakeholdereinbindung national und Kooperation mit VITO, EU, Ministerium war sehr intensiv, nahm viel Zeit ein, dadurch war aber die Sichtbarkeit des Themas während des Projektes sehr hoch.

Methodische Herausforderungen gab es folgende:

1. Die Technologietreiber und Pioniere bei der Anwendung smarter Systeme und Produkte konnten weniger als ursprünglich geplant als Informationsquelle für neue Geschäftsmodelle zur Entwicklung im Markt eingebunden werden. Der Grund war, dass sich gerade diese Pioniere wenig Zeit nahmen oder Zeitbudget zur Verfügung hatten, sich einzubringen, weil sie geschäftlich in Aufbauphase waren bzw. sind, und daher auch die Kommunikation sehr schwierig aufrecht zu erhalten war. Aber auch durchaus bekannte Firmen haben sich mit dem Thema noch nicht wirklich beschäftigt, wie sich u.a. bei Gesprächen mit Ausstellern auf der Fachmesse Building Technology Austria 2019 gezeigt hatte. Die Analyse neuer Geschäftsmodelle und Entwicklungen dazu im IKT-Bereich wie Blockchain-Technologie konnten daher auch weniger wie eigentlich geplant in den SRI Vorschlag inhaltlich eingebaut werden, wurden aber wie z. B. in der Wirkungsanalyse berücksichtigt.

2. Weniger als geplant, standen die Technologiefokussierung des SRI wie z. B. Technologien für Smart Home und spezifische Regelungs-Systeme im Fokus. Grund war, dass im Zuge des Technologie- und Dienstleistungsscreenings und im Gespräch mit den Stakeholdern und politischen EntscheidungsträgerInnen klar wurde, dass nicht die Details der einbezogenen Technologien, sondern die Sinnhaftigkeit eines SRI generell die Debatten, Interviews und untersuchten Inhalte auch aus der EU-VITO-Studie bestimmt hatten. Hier musste viel Aufklärung und Abstimmungsarbeit z.B. mit OIB- und LändervertreterInnen der Energieausweisumsetzung, die Ländersache ist, geleistet werden.

## 3. Ergebnisse

Die folgenden Kapitel beschreiben die Ergebnisse des Projekts beginnend bei der Eingrenzung und Fokussierung smarter Technologien und dann dem Vorschlag des Smart Readiness Indikators für Österreich selbst.

### 3.1. Was sind „smarte Technologien“ im Sinne des SRI?

#### 3.1.1. Technologiefokussierung auf Basis des EU/VITO-Vorschlags

Folgende Technologien und (Regel-)Dienstleistungen wurden im Zuge des Projekts als sehr wichtig und relevant für die SRI Austria Erstellung befunden. Grundlage waren die 52 Services, die in der VITO-Studie angegeben sind. Die Auswahl erfolgte im Sinne der geforderten Vereinfachung und Zielorientierung entsprechend den Rückmeldungen österreichischer Stakeholder.

Die genauere Beschreibung der dazugehörigen Funktionalitäten findet sich in Kapitel 3.4.

Heizung / Kühlung / Warmwasser:

- Aktivierbare Speichermasse / Bauteilaktivierung
- Signal-gesteuerte, Demand Side Management (DSM)-fähige Wärmepumpe
- Regelung inkl. Wettervorhersage und Verbrauchsinformation
- Thermische Speicher und Lastverschiebungs-Potential
- Wärme-/Kälteabgaberegulierung bzw. Einzelraumthermostate
- Niedertemperatur-/Flächenheizung/-Kühlung
- Vorlauftemperatur-Regelung Heizung/Kühlung
- Heizkessel-/Kühlgerät-Regelung
- Demand Response (DR)/DSM-fähiger Warmwasser-Speicher ca. 50l/Person
- NutzerInnen-Information (Energieverbrauch)

Lüftung:

- Mechanische Lüftung
- Komfort-Regelung (Bypass, freie Lüftung und Wärmerückgewinnung)
- NutzerInnen-Information IAQ (Raumluftqualität)

Beleuchtung:

- Tageslicht- und personenanzwesenheitsabhängige Steuerung

Dynamische Gebäudehülle:

- Beschattungskonzept inklusive außenliegender beweglicher Sonnenschutz
- Heizungsregelungs-integrierte automatische Fensteröffnung

Elektrizität:

- Erneuerbare Energieerzeugung vor Ort
- Elektrische Speicher inkl. DR-Regelungsfähigkeit

Beladung elektrischer Fahrzeuge:

- Beladestation und Lademanagement für elektrische Fahrzeuge

Monitoring und Wartung:

- Zentrale Heizungs/Kühlungs/Lüftungs (HKL)- und Technische Gebäudeausrüstungs (TGA)-Regelung inkl. NutzerInneneingriffsmöglichkeit
- Wartungs-, Fehler- und Energieverbrauchs-Rückmeldung des Gebäudemanagementsystems (BMS)
- DR/DSM-fähige Messeinrichtungen wie Smart Meter

Diese 23 Dienstleistungen und Technologien wurden für einen SRI Austria zur weiteren Bewertung für einen SRI Vorschlag verwendet. Neue Geschäftsmodelle, die diese Technologien und Dienstleistungen implementieren helfen wurden nicht dokumentiert, da die Start-Ups und Firmen in dem Bereich derzeit wenig Auskunft darüber geben.

**Als weitere wichtige Grundlage zur Erstellung der Liste und des SRI-Vorschlags später wurden einige Sichtweisen auf smarte Technologien im Folgenden zusammengefasst.**

### **3.1.2. Sichtweisen auf smarte Technologien**

**Aus Sicht Digitalisierung:**

Unter Smart Home bzw. Nutzung smarterer Technologien wird die intelligente Vernetzung verschiedener Gegenstände und Objekte untereinander und nach außen über das Internet verstanden – Abbildung 14 unten beschreibt das Zusammenspiel einiger Komponenten dazu.

So entstehen smarte Objekte, die als Schnittstelle zwischen der virtuellen und der realen Welt agieren. Diese verzahnen physische Objekte, Medien und den Menschen mit digitalen Inhalten. Sie ermöglichen die Realisierung neuer digitaler Touchpoints in der Customer Journey und fördern die Interaktion zwischen Marke, Produkt oder Services mit der Käuferin/dem Käufer und der Konsumentin/dem Konsumenten. (Kruse Brandão und Wolfram, 2018)

Das **Stromnetz** wird durch Bezug zu günstigen Zeiten, in denen Erzeugungüberschuss besteht, bzw. durch Einspeisung zu Zeiten mit Lastüberschuss, aktiv unterstützt.

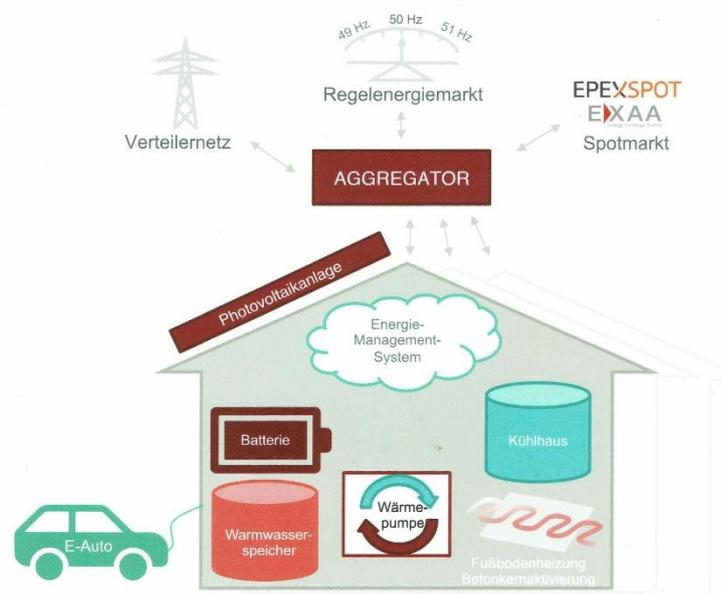
Durch **Pooling** der Speichermöglichkeiten wird die Teilnahme am Regenergiemarkt ermöglicht. Das Stromnetz wird durch Vorhaltung von Reserveenergie unterstützt, wodurch sich zusätzliche Erlöse generieren lassen.

Stündlich **variierende Strompreise** an der Börse ermöglichen Strombezug zu günstigen Zeitpunkten und Speicherung der Energie für teurere Zeitpunkte bzw. den Verkauf zu Zeitpunkten mit hohen Erlösen.

**Kühlhäuser** können durch Variation der Temperatur als aktiver Speicher genutzt werden. So können sie erst mit mehr Leistung abgekühlt werden und anschließend einige Zeit abgeschaltet bleiben.

Das **Energiemanagementsystem** ist eine intelligente Regelung, die mittels Erzeugungs-, Verbrauchs- und Preisprognosen den idealen Fahrplan des Gebäudes ermittelt.

**Batteriespeicher** können durch Verminderung von Leistungsspitzen zur Reduktion der Stromkosten (Leistungspreise) beitragen.



**E-Autos** erzeugen beim normalen Laden Lastspitzen, welche durch intelligentes Lademanagement reduziert werden können. Dies mindert die Stromkosten und dient der Netzstützung.

**Warmwasserspeicher** können zu Zeiten mit günstigen Strompreisen elektrisch aufgeheizt werden, sodass Heizenergie gespart wird.

Um das Gebäude als **Wärmespeicher** zu nutzen, können Gebäudemassen als thermische Speicher verwendet werden, indem sie vorgeheizt oder vorgekühlt werden. Dazu wird über Betonkernaktivierung und Fußbodenheizung mittels Wärmepumpen geheizt.

Abbildung 14 Komponenten smarter Gebäude. Darstellung aus dem Branchenprojekt „PowerPack Immobilie“ (FMA, 2019)

### Aus Sicht der Industrie „4.0“:

Schon jetzt können smarte Maschinen vernetzt werden und miteinander kommunizieren. Die umfangreiche Verzahnung von Produktion und Informationstechnik verspricht eine bisher nie da gewesene Individualisierung, Effizienz und Flexibilität im industriellen Umfeld. Gerade selbstlernende Systeme spielen dabei eine große Rolle. Durch die Analyse von Datensätzen und intelligente Datenverknüpfung können Zusammenhänge erkannt, Rückschlüsse gezogen und Vorhersagen getroffen werden.

Eine zentrale Rolle dürfte auch vorausschauende Wartung (so genannte Predictive Maintenance) spielen. Durch den Einsatz von Smart Tags können provisorische Wartungsarbeiten an Produktionsanlagen überflüssig gemacht werden. Selbstständig überwachen die Tags die Beschaffenheit und Funktionstüchtigkeit von Maschinenbauteilen. Smarte Objekte werden entweder endgerätelos mit Gesten- und Sprachsteuerung bedient oder können zentral durch ein Smartphone oder Tablet verwaltet werden, das mithilfe von Bluetooth und WLAN kommuniziert. Momentan verfügen bereits 30 % der Deutschen über Komponenten von Smart Homes. (Hofmann, 2018)

## **Aus Sicht der Energie:**

Intelligente (smarte) Technologien, mit denen die Einspeisung von Energie und der Verbrauch bedarfsgerecht geregelt werden können - Bausteine für Smart Grids/Smart Home wie Regelsoftware, Smart Meter und Ladeinfrastruktur.

Smart Meter bieten eine

- Kundenschnittstelle für erweiterte Funktionen für KundInnen, so diese sie nutzen möchten; z.B. Anzeigegeräte bzw. Energiemanagementsysteme
- Messung von Eigenerzeugung (z.B. Photovoltaik); in den meisten Fällen entfällt damit der dafür nötige zweite Zähler

Die E-Wirtschaft wird den Kunden mit intelligenten Zählern in Zukunft Energietarife anbieten können, die auf ihren jeweiligen Verbrauch abgestimmt sind. Damit kann man den für sich günstigsten Energietarif individuell wählen. Damit werden auch Geschäftsmodelle für Gebäude mit Eigenverbrauchsoptimierung oder für das Angebot von Dienstleistungen außerhalb der Liegenschaftsgrenzen möglich.

Flexibilitätpotentiale, die Potential für Netzdienstleistungen haben sind im Gebäudebereich die Kühlung, die Heizung und Warmwasserbereitung, wie auch Haushaltsstromanwendungen, Stichwort Geschirrspüler, Ladestationen, etc. Durch Pufferung in Heißwasserspufferspeicher oder Bauteilaktivierung können Leistungen verschoben werden, die relevante Größen für eine Vermarktung liefern.

Die gemeinschaftliche Erzeugungsanlage kann innerhalb gemeinschaftlich genutzten Leitungsanlagen (Hauptleitung) in Mehrfamilienhäusern erfolgen. Jeder Teilnehmer bleibt eigenständiger Netzbenutzer mit eigener Verbrauchsmessung. Die gemeinschaftliche Erzeugungsanlage besteht zusätzlich zur Energieversorgung aus dem öffentlichen Netz und kann diese nicht ersetzen. (Fact Sheet Smart Meter. Oesterreichs Energie, 2019)

### Gemeinschaftliche PV Erzeugungsanlagen

In der Gesetzesnovelle sind die Anwendungsmöglichkeiten klar geregelt: § 16a ElWOG.

Mit der Gesetzesnovelle hat der Gesetzgeber die Rahmenbedingungen geschaffen, sodass BewohnerInnen von Mehrparteienhäusern unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit zum Betrieb gemeinschaftlicher Erzeugungsanlagen erhalten. Die vorliegende ElWOG-Novelle eröffnet daher die Möglichkeit, dass insbesondere in Ballungszentren die großen, bisher ungenutzten Dachflächen von den Bewohnern dieser Wohnobjekte für die PV-Erzeugung erschlossen und unmittelbar gemeinschaftlich genutzt werden können. (Fact Sheet Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen. Oesterreichs Energie, 2019)

### Strom und Wärme miteinander koppeln

Power-to-Heat: Nachdem Erneuerbare Energien wie z. B. Biomasse bei weitem allein den Wärmebedarf nicht abdecken können müssen Wind- und Sonnenstrom im Zuge der Sektorkopplung auch vermehrt in der Wärmeversorgung eingesetzt werden. Damit eine stärkere Verzahnung von Strom- und Wärmesektor bei weiterem Ausbau fluktuierender Stromerzeuger gelingen kann, müssen

Power-to-Heat-Technologien (wie z. B. Wärmepumpen, Elektrodenkessel, etc.) verstärkt zur Verwertung erneuerbaren Stroms eingesetzt werden. Dabei wird (überschüssiger)Strom in Wärme umgewandelt und kann entweder direkt genutzt oder über einen Pufferspeicher zwischengespeichert werden.

Kraft-Wärme-Kopplung: Ein wesentlicher Baustein für das Gelingen der Wärmewende sind daher auch hocheffiziente KWK-Anlagen. Sie gewährleisten die Versorgungssicherheit, sind eine ideale Ergänzung zu den fluktuierenden erneuerbaren Energieträgern und leisten einen wertvollen Beitrag zur Integration der erneuerbaren Energien. (Fact Sheet Wärmestrategie. Oesterreichs Energie, 2019)

Weitere Smart Grid/Smart Home Bausteine:

- Intelligente Verteilnetz-Management Systemlösung (iNES) für Niederspannungsnetz (SPIE SAG Gruppe): <http://www.spie-sag.de/de/leistungen-produkte/smart-technologies/smart-grids.php>
- Eine Automatik, die den Waschvorgang im kostengünstigsten Moment startet, gibt es allein für Häuser mit Fotovoltaikanlage. So besitzen einige Maschinen von Bosch, Miele und Siemens eine Funktion, die sie immer genau dann in Betrieb setzt, wenn die Solaranlage am effektivsten arbeitet.
- Automatische Rollläden und Heizungssysteme, welche die Raumtemperatur automatisch anpassen. Auch sie lassen sich heute zentral per App steuern, die BenutzerInnen können die Temperatur für jeden Raum auf die Minute genau vorgeben, z.B. Firma tado.
- Bachelor-Studiengang Smart Homes und Assistive Technologies des FH Technikums: [https://www.technikum-wien.at/studium/bachelor/smart\\_homes\\_und\\_assistive\\_technologien/](https://www.technikum-wien.at/studium/bachelor/smart_homes_und_assistive_technologien/)

### **Aus Sicht der NutzerInnen:**

Die Verbreitung von „Smart Home“ Technologie wird im Wesentlichen mit drei Vorteilen argumentiert: die Lebensqualität und den Wohnkomfort zu steigern, die Sicherheit zu erhöhen und den Energieverbrauch zu senken. Umfragen zeigen aber auch, wo es Bedenken gibt: Hackerangriffe, Systemfehleranfälligkeit, Datenschutz, bis hin zur Forderung zur Anwendung des Vorsorgeprinzips um Einschränkung der Privatsphäre im Privatleben oder im Beruf zu verhindern – wirklich smarte Produkte dürften das erst gar nicht zulassen.

Herzstück im Smart Home System ist ein digitales Datennetz (häufig als Bus-System bezeichnet), über das technische Komponenten miteinander kommunizieren können. Dafür benötigen die vernetzten Geräte eine Kommunikationsschnittstelle, um Informationen (Steuerbefehle oder sensorisch erfasste „Reize“) z.B. via WLAN, Mobilfunk, Bluetooth oder einer Datenleitung empfangen und weiterleiten zu können. Smart Home ist die neue Generation der Hausautomation mit bidirektionalen Funkstandards und Smartphone oder Tablet als „Fernbedienung“. Beleuchtung, Jalousien, Geräte und Rollläden, die Heizungs- und auch die Alarmanlage werden integriert. Aber nicht alles ist „smart“: Smarte Thermostate müssen z.B. alle ein bis zwei Jahre mit Batterien versorgt werden. (Baumann, 2018; Homeandsmart.de und Energieexperten.de, 2019)

### 3.2. Einleitung Vorschlag SRI Austria

Der vorliegende Vorschlag als Grundlage für einen österreichischen SRI basiert einerseits auf den in Österreich durchgeführten Stakeholder-Befragungen, Interviews, Workshops, Masterarbeiten und Recherchen neuester Veröffentlichungen dazu, andererseits auf den Erkenntnissen aus dem intensiven Austausch mit dem VITO-Konsortium (VITO, 2019) und deren Vorschlag für die EU, der parallel verlaufen ist.

Der bisherige Vorschlag der EU bisher stellt zwar eine gute Basis für eine Bewertung der intelligenten Gebäudeausrüstung dar. Es geht aber letztlich darum, zu klären, welcher Nutzen konkret aus einem SRI und dem Betrieb dieser Gebäudeausrüstung gezogen werden kann. Und es braucht für die Bewertung eine klare Zielvorstellung, nämlich „bereit für was“ - die Wärme- und Energiewende bzw. Dekarbonisierung mit 100% Erneuerbarer Energie in den Netzen – das muss Auswirkungen auch auf die Wirkungsbereiche eines SRI haben bzw. dort prominent vorkommen. Energieflexibilität muss einen hohen Stellenwert haben. Damit könnte die Implementierung eines SRI, zusätzlich zur Einbindung über den Energieausweis mit Zuständigkeit der Bundesländer, strategisch interessant sein, zum Beispiel für Förderungen seitens der Bundesländer oder des Bundes.

Der österreichische Vorschlag beruht auf drei „Säulen“ (siehe Abbildung 15) - angelehnt an die „Hauptmerkmale“ eines SRI aus dem Anhang der EPBD 2018, deren Bewertungen ein Gebäude bestmöglich zu erfüllen hat, um einen hohen SRI Wert zu bekommen.

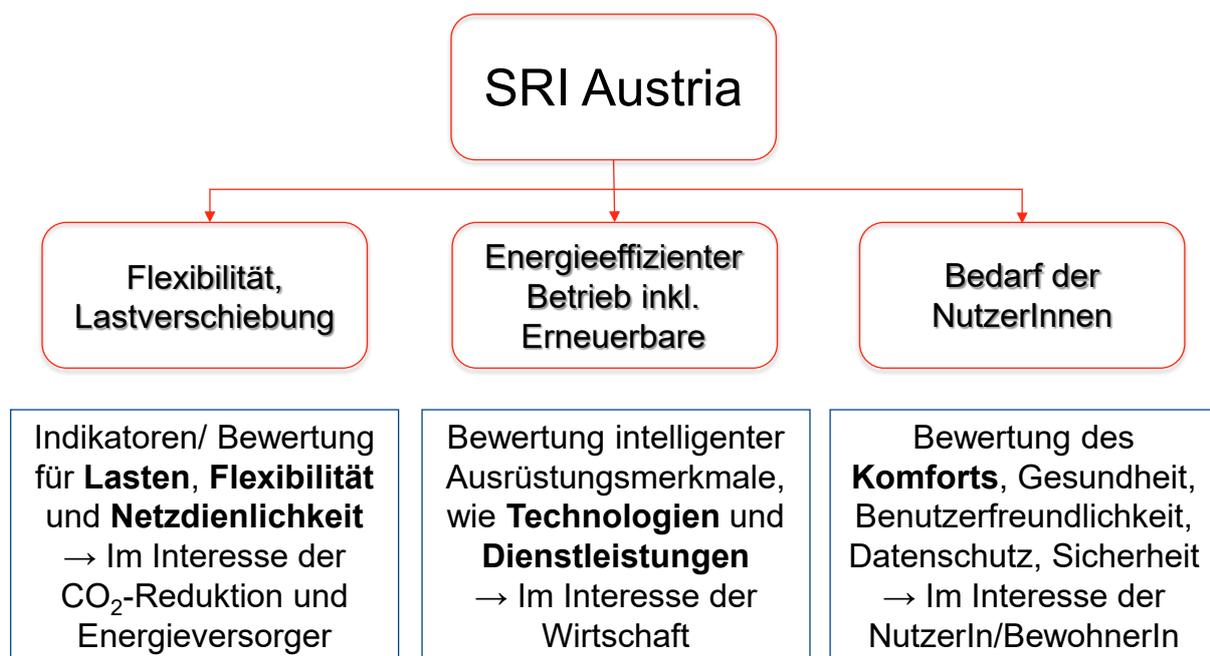


Abbildung 15 Die drei Säulen des SRI Austria

Die insgesamt 7 Wirkungsbereiche (Impact Criteria) aus dem VITO-EU Vorschlag wurden auf **4 Wirkungsbereiche** kondensiert und stehen sozusagen immer als Zielwirkungen über den 3 Säulen des SRI Austria. Diese sind folgende:

- Nachhaltigkeit des Gesamtsystems (bezüglich CO<sub>2</sub> Emissionen und Primärenergiebedarf)
- Energieflexibilität / Netzdienlichkeit
- Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort
- Information, Wartung, Fehlerwarnung, AnwenderInnenfreundlichkeit, Eingriffsmöglichkeiten

Mit dynamischen Verfahren könnten die ersten 3 Bereiche ausreichend genau bewertet werden, Wirkungsbereich 4 zumindest semiquantitativ. Überschneidungen in der Bewertung innerhalb der einzelnen Komponenten der 3 Säulen des SRI Austria wurden bewusst in Kauf genommen, um die Operationalisierung bzw. Praktikabilität und die Kohärenz mit dem EU Vorschlag deutlich zu erhöhen.

Alle Berechnungen wurden vom SRI Austria Konsortium in einem Excel Tool getestet und auf Machbarkeit überprüft.

### 3.3. Säule 1: Flexibilität, Lastverschiebung

Diese Säule besteht aus drei Komponenten, die die Bewertung in dieser Säule bestimmen: Angaben und Indikatoren zu Lasten, Speichern und Aktivierung von Speichermasse im Gebäude.

Die Angabe der verschiedenen Lasten, aufgeteilt nach Energieanwendungen, trägt zur Bewertung des Gebäudes hinsichtlich seines Potentials, energieflexibel bzw. Energienetz-dienlich zu reagieren, bei. Zur Bewertung sollten die durchschnittliche Last, sowie die maximal auftretende Last, jeweils für unterschiedliche Energieanwendungen (Domains) wie Heizung, Kühlung, Warmwasser, Beleuchtung, etc., im Referenz-Betrieb eines Gebäudes ausgewiesen werden und bekommen dadurch eine Gewichtung zugewiesen (Tabelle 1). Lasten, die im jeweilig zu bewertenden Gebäude nicht relevant sind, werden ausgeblendet bzw. nicht bewertet. Das ist ein Wunsch der Energieversorger, die das Gebäude dann lasttechnisch besser verstehen und managen können. Die Berechnungsgrundlagen dafür finden sich jetzt schon teilweise, z.B. bei Heizung die Heizlast, im Energieausweis, der natürlich in Bezug auf die Ausweisung der Lasten überarbeitet werden müsste.

Grundsätzlich werden in Übereinstimmung mit der bisherigen Umsetzung im Energieausweis vereinfachte und detaillierte Berechnungsverfahren vorgeschlagen, wobei erstere auf der "sicheren Seite" liegen. Im aktuellen Energieausweis ist das beispielsweise für Transmissionswärmeverluste gegen das Erdreich, Wärmebrücken oder bezüglich Fixverschattung umgesetzt. Für die Flexibilität/Lastverschiebung werden im vereinfachten Verfahren Kennzahlen herangezogen, die das Potential richtungsstabil abbilden, allerdings keine quantitative Darstellung der Wirkung abbilden können. Im Einklang mit der Praxis im Energieausweis (Stichwort Defaultwerte) kann im vereinfachten Verfahren nur ein Teil des tatsächlichen Potentials erreicht werden. Im detaillierten dynamischen Verfahren (Hinweis: das auch vereinfacht sein kann, aber dynamisch in maximal Stundenschritten simulieren sollte) ist auch das maximale Potential direkt quantifizierbar und kann daher auch direkt in die Bewertung einfließen.

Tabelle 1 Angabe der Lasten als erster Schritt der Bewertung in Säule 1 des SRI Austria (Beispiel)

| Angabe der Lasten (Beispiel)                             | relevant [ja/nein] | Ø Werte nach Referenznutzung [kW] | Max. Werte [kW] | Gewichtung [%]  |
|--|--------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Heizung  | ja                 | 6                                 | 10              | 12.5%           |
| Warmwasser   | ja                 | 5                                 | 12              | 12.5%           |
| Kühlung  | nein               | 0                                 | 0               | 0%              |
| Lüftung  | ja                 | 1                                 | 2               | 12.5%           |
| Beleuchtung  | ja                 | 0.8                               | 1               | 12.5%           |
| Weißware (Geschirrspüler, Waschmaschine, Wäschetrockner) | ja                 | 0.4                               | 2               | 12.5%           |
| Regelung, Monitoring und Wartung                         | ja                 | 0.1                               | 1               | 12.5%           |
| Beladung elektrischer Fahrzeuge                          | nein               | 0                                 | 0               | 0%              |
| Elektrizität sonstiges                                   | ja                 | 2                                 | 5               | 12.5%           |
| Energieerzeugung (PV, Solarthermie, etc.)                | ja                 | 2                                 | 3               | 12.5%           |
| Gesamt   |                    | 17.3                              | 34*             | 100% (von 100%) |

\* Gleichzeitigkeitsfaktoren sind hier nicht enthalten, sollten aber in einer zukünftigen detaillierten Version enthalten sein

Weiters sollten als zweiter Punkt in Säule 1 Möglichkeiten der aktiven Speicherung, thermische wie elektrische, bewertet werden. Im Energieausweis wird derzeit nur die Art des Wärmespeichers und die Angabe des Nennvolumens des Wärmespeichers in Litern abgefragt – diese Eingaben sollten ergänzt werden, denn auch elektrische Speicher sind hier derzeit nicht vorgesehen. Im vereinfachten Verfahren wird abgefragt, ob es thermische und/oder elektrische Speicher gibt. Wenn ja, dann muss eine bestimmte Größe an Speicher vorhanden sein, um für eine Bewertung zugelassen zu sein (Tabelle 2), für die Temperaturdifferenz im Speicher wird die maximal erreichbare eingesetzt. Die Gewichtung leitet sich von den eingetragenen Werten ab; bei der Speichergröße wird die Gewichtung interpoliert.

Tabelle 2 Angabe der Speicher als zweiter Schritt der Bewertung in Säule 1 des SRI Austria (Beispiel)

| Angabe der Speicher (Beispiel)  | Werte [kWh/m <sup>2</sup> BGF] | Gewichtung [%] |
|---|--------------------------------|----------------|
| Thermische Speicher vorhanden [ja/nein]                                   | ja                             |                |
| Einfamilienhaus 0,2 - 0,4 kWh/m <sup>2</sup> BGF                          | -                              | 0%             |
| Mehrfamilienhaus und Nicht-Wohngebäude 0,05 - 0,15 kWh/m <sup>2</sup> BGF | 0,05                           | 10%            |
| Elektrische Speicher vorhanden [ja/nein]                                  | ja                             |                |
| Einfamilienhaus 0,025 - 0,06 kWh/m <sup>2</sup> BGF                       | -                              | 0%             |
| Mehrfamilienhaus 0,01 - 0,03 kWh/m <sup>2</sup> BGF                       | 0,01                           | 30%            |
| Regelbare Schnittstelle zum Netz vorhanden [ja/nein]                      | ja                             | 10%            |
| Gesamt  |                                | 50% (von 100%) |

Zur vereinfachten Bewertung der Aktivierung der Speichermasse eines Gebäudes über Bauteilaktivierung und Niedertemperaturheizung/-kühlung könnten Punkte je nach dem Erreichen von bestimmten physikalischen Werten herangezogen werden (Tabelle 3).

*Tabelle 3 Angabe der Verwendung von Bauteilaktivierung / Niedertemperaturheizung/-kühlung im Gebäude als dritter Schritt der Bewertung in Säule 1 des SRI Austria (Beispiel)*

| <b>Bauteilaktivierung / Niedertemperaturheizung/-kühlung (Beispiel)</b>   | <b>Werte</b> | <b>Einheit</b>         | <b>Gewichtung [%]</b> |
|---|--------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Heizung:</b>   |              |                        |                       |
| Vorlauftemperatur ( $\leq 35 \text{ °C}$ )*   | 35           | °C                     | 24%                   |
| Heizlast Gebäude ( $\leq 25 \text{ W/m}^2\text{NF}$ )   | 25           | W/m <sup>2</sup> NF    | 18%                   |
| Wirksame Wärmekapazität des Gebäudes inkl. direkt aktivierbarer Wärmekapazität in aktivierten Bauteilen [Wh/m <sup>2</sup> NF K] (ÖNORM EN ISO 13786 plus Zusatzspeicherpotential durch Aktivierung in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 10211) (Angabe Wert) | 5            | Wh/m <sup>2</sup> NF K | 18%                   |
| <b>Kühlung vorhanden:</b>   | ja           | [ja/nein]              |                       |
| Passive Kühlung (Bsp. Grundwasserkühlung) vorhanden (wenn KB* größer 0,8 kWh/m <sup>3</sup> BVa)  | ja           | [ja/nein]              | 12%                   |
| Vorlauftemperatur ( $\geq 18 \text{ °C}$ )  | 18           | °C                     | 16%                   |
| Kühllast Gebäude ( $\leq 25 \text{ W/m}^2\text{NF}$ )   | 25           | W/m <sup>2</sup> NF    | 12%                   |
| Ins Gebäudemanagementsystem inklusive Speicher eingebunden (Interoperabilitätscheck)  | ja           | [ja/nein]              | 8%                    |
| <b>Gesamt</b>   |              |                        | <b>100%</b>           |

\* Auslegungsbedingungen PHPP

Dafür wurden alle Werte und Indikatoren der drei Komponenten in Säule 1 wie oben beschrieben gewichtet und bewertet, dann werden diese drei Komponenten anteilig wie folgt gewichtet, damit sie in Summe wieder 100% ergeben:

- Angabe der Lasten: 30%
- Angabe der Speicher: 35%
- Angabe der Bauteilaktivierung und Niedertemperaturheizung/-kühlung: 35%

Die letzte Stufe der Bewertung in Säule 1 ist dann die Unterscheidung, ob es rein nur Angaben aus dem Energieausweis gibt, das hat die halbe Wertigkeit, oder ob detaillierte Werte einer dynamischen Simulation vorhanden sind und damit die Energieflexibilität und Einfluss von Regelungen und Signalen auf Verbrauchsprofile und ähnliches detaillierter berechnet und ausgewiesen werden kann – dies hat die volle Wertigkeit der Säule 1 für den SRI Austria. Diese Wertigkeit ist deshalb zu 100% gültig, da die Wirkung von Flexibilitäts- und Speichermaßnahmen direkt in einem hochvolatilen Energie- und Gebäudesystem quantifizierbar ist (z.B. CO<sub>2</sub> Emissionen, Primärenergiebedarf, Komfort).

Als Alternative zur einfachen Bewertung der Netzdienlichkeit und des Speichervermögens eines Gebäudes könnte in dieser 1. Säule auch die von der BOKU entwickelte SRI-Berechnungs-Methode (Märzinger und Österreicher, 2019) oder andere ähnliche Indikatoren herangezogen werden. Dabei wird ein SRI-Wert zwischen 0 und 2 vor allem in Abhängigkeit der Speicherbeladungs- und -

Entladungsleistung über eine zu definierende Zeit, in Abhängigkeit des Energiebedarfs in dieser Zeit und dem Interaktionsgrad mit dem jeweiligen Energienetz, unterschieden in Strom, (Fern-)Wärme und Gasnetz, beschrieben. Ein Strom-SRI-Wert nahe 2 würde beispielsweise bedeuten, dass das Gebäude seinen gesamten Strombedarf in einer spezifischen Zeitspanne zwischen Speicher und Netz beliebig verschieben kann. Unter Angabe der oben besprochenen Lasten pro Energieanwendung wäre hier eine Aussage zu Lastverschiebungsmöglichkeiten aus einfachen Werten des Energieausweises getroffen.

Als Alternative ist auch das im Rahmen von klimaaktiv entwickelte „Speicherkriterium“ eine Option. Dieses soll in der Bewertung des klimaaktiv Gebäudestandards ab 2020 Verwendung finden. Es ist naheliegend, ein derartiges Instrument auch für einen SRI zu nutzen.

### 3.4. Säule 2: Bewertung von intelligenten Ausrüstungsmerkmalen

Für die Bewertung von intelligenten Ausrüstungsmerkmalen wird die Methodik des VITO-Konsortiums zur Berechnung des SRI verwendet, um für Österreich relevante Dienstleistungen und Technologien (Services) zur Sicherstellung des energieeffizienten Betriebs und des Einsatzes Erneuerbarer Energietechnologien für die wesentlichsten Energieanwendungen im Gebäude zu bewerten. Die Services orientieren sich am durchgeführten Technologie- und Dienstleistungsscreening auf Basis des EU-Katalogs. Der Vorschlag für Technologien und Dienstleistungen der Säule 2 inklusive der Funktionalitätsstufen von 0 bis max. 4 findet sich in Anlehnung an den EU-Servicekatalog (VITO, 2018) in Tabelle 4.

*Tabelle 4 Vorschlag für Technologien und Dienstleistungen der Säule 2 des SRI Austria inklusive der Funktionalitätsstufen von 0 bis max. 4*

| Bezeichnung              | Technologie, Dienstleistung                        | Funktionalitätsstufe 0 (keine Smartness) | Funktionalitätsstufe 1                 | Funktionalitätsstufe 2                                     | Funktionalitätsstufe 3   | Funktionalitätsstufe 4   |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Heizung/<br>Kühlung<br>1 | Aktivierbare Speicherkapazität /Bauteilaktivierung | Keine vorhanden                          | Vorhanden mit Default - Einregulierung | Zentral geregelt   | Lernende zentrale Regelung                                     | Lernende zentrale Regelung mit integrierter Einzelraumtemperatur-Rückmeldung                       |
| Heizung/<br>Kühlung<br>2 | Signal-gesteuerte, DSM-fähige Wärmepumpe           | Keine vorhanden                          | Ein/Aus-Regelung der WP                | Fixe modulare Regelung der WP abhängig vom Leistungsbedarf | Variable modulare Regelung der WP abhängig vom Leistungsbedarf | Variable modulare Regelung der WP abhängig vom Leistungsbedarf des Gebäudes und Angebot des Netzes |

|                          |   |                                       |   |  |   |  |
|--------------------------|---|---------------------------------------|---|--|---|--|
| Heizung/<br>Kühlung<br>3 | Regelung inkl. Wettervorhersage und Verbrauchsinformation | Keine vorhanden                       | Anzeige aktueller Werte (z.B. Temperaturen, Energieverbrauch) | Anzeige aktueller und historischer Werte   | Verbrauchsanalyse einschließlich -Prognose und / oder Benchmarking                          | Zusätzlich noch vorausschauende Regelung und Fehlererkennung                 |
| Heizung/<br>Kühlung<br>4 | Thermische Speicher und Lastverschiebungspotential        | Keine vorhanden                       | Speicher vorhanden  | Erzeugungsgeregelter kontinuierlicher Betrieb des Speichers  | Betrieb aufgrund von Lastvorhersage im Gebäude  | Betrieb aufgrund von Lastvorhersage im Gebäude und der Netze                 |
| Heizung/<br>Kühlung<br>5 | Wärmeabgaberegulierung bzw. Einzelraumthermostate         | Keine vorhanden                       | Zentrale automatische Regelung                                | Einzelraumregelung z.B. über Raumthermostate   | Einzelraumregelung mit Kommunikation zwischen Reglern und BACS                              | Einzelraumregelung mit Kommunikations- und Anwesenheitskontrolle             |
| Heizung/<br>Kühlung<br>6 | Niedertemperatur- / Flächenheizung und -Kühlung           | Keine vorhanden                       | Vorhanden mit Default - Einregulierung                        | Zentral geregelt   | Lernende zentrale Regelung  | Lernende zentrale Regelung mit integrierter Einzelraumtemperatur-Rückmeldung |
| Heizung/<br>Kühlung<br>7 | Vorlauf-Temperatur-Regelung                               | Keine Regelung - konstante Temperatur | Außentemperaturgeführte Vorlauf-temperaturregelung            | Bedarfsgeführte Steuerung  | Bedarfsgeführte Steuerung inkl. Lernfunktion  | Bedarfsgeführte Steuerung inkl. Lern- und DR-Funktion                        |
| Heizung<br>8             | Kessel-/Kühlgerät-Regelung                                | Konstante Temperaturkontrolle         | Außentemperaturgeführte Kesseltemperaturregelung              | Lastabhängige variable Temperaturregelung z.B. abhängig vom Sollwert der Wasser-Vorlauf-temperatur   |   |  |
| Heizung/<br>Kühlung<br>9 | Umschalte-<br>regelung zw. Heiz-<br>und Kühlbedarf        | Keine Umschalte-<br>regelung          | Teilumschaltung (abhängig vom HLK-System)                     | Vollständige Umschaltung nach jeweiligem Bedarf  |   |  |
| Warm-<br>wasser 1        | DR/DSM-fähiger WW-Speicher ca. 50l/Person                 | Automatische Aus/Ein-Regelung         | Automatische Aus/Ein-Regelung und geplante Ladefreigabe       | Automatische Ein / Aus-Regelung, zeitgesteuerte Ladefreigabe und bedarfs-gesteuerte Temperatursteuerung oder Multisensor-Speicher-management | Zusätzlich automatische Laderegulierung anhand von Signalen aus dem Fernwärmenetz (DR, DSM) |  |

|   |  |   |  |  |  |   |
|---|--|---|--|--|--|---|
| Heizung/<br>Kühlung/<br>Warm-<br>wasser 2 | NutzerInnen-<br>Information  | Keine<br>Information                          | Anzeige der<br>Istwerte (z. B.<br>Temperaturen,<br>Energie-<br>verbrauch)                          | Istwerte und<br>historische<br>Daten<br>anzeigen   | Leistungsbe-<br>wertung<br>einschließlich<br>Prognose und<br>/ oder Bench-<br>marking  | Leistungsbe-<br>wertung<br>einschließlich<br>Prognose und<br>/ oder Bench-<br>marking; dazu<br>gehören auch<br>Predictive<br>Management<br>und Fehlerer-<br>kennung |
| Lüftung 1                                 | Mechanische<br>Lüftung   | nicht<br>vorhanden                            | Vorhanden -<br>Ein-/Aus-<br>Regelung   | Bedarfs-<br>gesteuerte<br>Regelung<br>(CO <sub>2</sub> ,<br>Bewegungs-<br>melder, etc.)                          | Bedarfs-<br>regelung und<br>Netz-<br>gesteuerte<br>Leistung  |   |
| Lüftung 2                                 | Komfort-Regelung<br>(Bypass, freie<br>Lüftung und WRG)                   | Keine<br>Überhitzungs-<br>regelung und<br>WRG | Temperatur-<br>geführte<br>Bypass- und<br>Wärmerück-<br>gewinnungs-<br>regelung                    | Zusätzliche<br>Raumtempe-<br>ratursenso-<br>ren und<br>Vorhersage-<br>datenver-<br>wertung                       | Zusätzlich<br>automatische<br>Free- und<br>Nightcooling-<br>funktionen<br>einstellbar  | Zusätzlich<br>feuchtege-<br>steuerte<br>Regelung  |
| Lüftung 3                                 | NutzerInnen-<br>Information IAQ  | Keine oder<br>nur<br>Temperatur-<br>berichte  | Luftqualitätss-<br>ensoren (z. B.<br>CO <sub>2</sub> ) und<br>zentrales<br>Monitoring              | Echtzeitinfor-<br>mationen zur<br>IAQ für<br>NutzerInnen<br>verfügbar  | Echtzeit-<br>Information<br>zur IAQ für<br>NutzerInnen<br>verfügbar +<br>Vorschläge<br>zum<br>Reagieren                                      |   |
| Beleuch-<br>tung                          | Tageslicht- und<br>personenanzwe-<br>sen-<br>heitsabhängige<br>Steuerung | Händisches<br>Ein/Aus-<br>schalten            | Ein/Aus-<br>schalten mit<br>Bewegungs-<br>melder   | zusätzlich<br>dimmbar  | Zusätzlich<br>Tageslicht-<br>steuerbar   | Szenen-<br>basierte<br>Licht-<br>steuerung  |
| Dynami-<br>sche<br>Gebäude-<br>hülle 1    | Beschattungs-<br>konzept<br>vorhanden                                    | Nicht<br>vorhanden                            | Vorhanden<br>aber händisch<br>betrieben  | Automatische<br>Steuerung  | Witterungs-<br>und<br>Strahlungs-<br>abhängige<br>Steuerung  |   |
| Dynami-<br>sche<br>Gebäude-<br>hülle 2    | Heizungs-<br>regelungs-<br>integrierte<br>automatische<br>Fensteröffnung | Handein-<br>stellung der<br>Fenster           | Öffnungs- /<br>Schließungs-<br>erkennung<br>zum<br>Abschalten<br>von Heiz-<br>oder<br>Kühlsystemen | Zusätzlich<br>automati-<br>sierte<br>mechanische<br>Fenster-<br>öffnung<br>basierend auf<br>Raumsensor-<br>daten | Zusätzlich<br>zentralisierte<br>Koordination<br>von<br>bedienbaren<br>Fenstern, um<br>z.B. freie<br>natürliche<br>Nachtkühlung<br>zu steuern |   |
| Elektrizität 1                            | Erneuerbare<br>Energieerzeugung<br>vor Ort                               | Nicht<br>vorhanden                            | Vorhanden,<br>aber keine<br>Eigennutzung   | Einbindung in<br>BMS zur<br>Eigendeckung<br>soptimierung   | Einbindung in<br>BMS und DR-<br>Steuerung /<br>KWK   |   |
| Elektrizität 2                            | Elektrische<br>Speicher inkl. DR-<br>Regelungs-<br>fähigkeit             | Keine   | Limitiert auf:<br>Kleinspeicher<br>(Batterien,<br>TES, ...)  | Speicher, der<br>Eigenbedarf<br>für > 3<br>Stunden<br>bereitstellt   | Dynamisch<br>betriebener<br>Speicher, der<br>auch ins Netz<br>einspeisen<br>kann   |   |

|                            |  |  |   |   |  |   |
|----------------------------|--|--|---|---|--|---|
| Beladung Elektr. Fahrzeuge | Beladestation  | Nicht vorhanden  | Vorhanden aber nicht mit Erzeugung abgestimmt                       | Einbindung in BMS zur Eigendeckung soptimierung mit DER-Produktion                                    | Lade- und Entladekapazität für DR inkl. Statusinformation                                    | Lade- und Entladekapazität für DR für Eigendeckung und netzdienlichen Betrieb inkl. Statusinformation |
| Monitoring und Wartung 1   | Zentrale HKL- und TGA-Regelung inkl. NutzerInneneingriffsmöglichkeit | Nicht vorhanden  | Vorhanden aber nicht alle Anwendungen eingebunden                   | Alle Anwendungen in Regelung eingebunden  | NutzerInnen Eingriffsmöglichkeit inkl. Selbstlernende Komponenten                            | Zusätzlich Netzdienlichkeit / DR-mitlernend   |
| Monitoring und Wartung 2   | Wartungs-, Fehler- und Energieverbrauchs-Rückmeldung des BMS         | Keine zentrale Anzeige von erkannten Fehlern, Alarmen und Energieverbrauch | Mit zentraler Anzeige erkannter Fehler, Alarme und Energieverbrauch | Mit zentraler Anzeige erkannter Fehler, Alarme, detailliertem Energieverbrauch und Diagnosefunktionen | Zusätzlich Echtzeitanzeige des Verbrauchs von Einzelanwendungen oder anderer Leistungszahlen |   |
| Monitoring und Wartung 3   | DR/DSM-fähige Messeinrichtungen wie smart meter                      | Nicht vorhanden  | Vorhanden, aber nicht für DR genutzt                                | Für smarte Stromanwendungen genutzt   | Smarte Anwendungen für Strom und Wärme   | DR/DSM Regelung für alle Anwendungen möglich  |

Die verschiedenen Zell-Füllfarben in Tabelle 4 oben signalisieren die Wertigkeit bzw. die Gewichtung der Dienstleistung/Technologie innerhalb der Säule 2 des SRI Austria-Vorschlags:

|                 |                         |                             |                             |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Wertigkeit ist: | Hoch<br>(Gewichtung x1) | Mittel<br>(Gewichtung x2/3) | Gering<br>(Gewichtung x1/3) |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

Über diese Gewichtung/Wertigkeit innerhalb der Domains werden vorrangig Dienstleistungen und Technologien mit Bestand bewertet, die also nicht leicht und jederzeit nachgerüstet, entfernt oder verändert werden können, zum Beispiel thermische Speicher oder Bauteilaktivierung - in Anlehnung an das derzeit als Vorschlag von AEE INTEC und Energieinstitut Vorarlberg vorliegende klimaaktiv „Speicherkriterium“. Im Vorschlag des VITO-Konsortium finden sich derzeit mehrere Services, die in kurzer Zeit nachgerüstet oder auch entfernt werden können, und damit in der Wertigkeit geringer sein sollten – dazu gibt es derzeit auf EU-Ebene verschiedene Stakeholder-Meinungen.

Die Gesamtbewertung für Säule 2 sollte der Berechnungsmethodik, die das VITO-Konsortium derzeit von registrierten Stakeholdern öffentlich zugänglich testen lässt, und den vier Schritten aus Kapitel 1.3 folgen. Das heißt, ein spezifisches Gebäude wird je nach Gebäudeart, dem Vorhandensein der jeweiligen Domain, je nach europäischer Klimazone und im Vergleich zu den maximal erreichbaren Funktionalitätsstufen je Technologie/Dienstleistung gegenüber den Wirkungsbereichen (Impact Criteria) bewertet. Ein weiterer Unterschied, den SRI Austria in Säule 2 zu VITO machen würde, ist

wie schon in Kapitel 3.2 erwähnt die Reduktion der Wirkungsbereiche von 7 auf 4. Diese sind bei **SRI Austria die folgenden 4 Wirkungsbereiche:**

- Nachhaltigkeit des Gesamtsystems (bezüglich CO<sub>2</sub> Emissionen und Primärenergiebedarf)
- Energieflexibilität / Netzdienlichkeit
- Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort
- Information, Wartung, Fehlerwarnung, AnwenderInnenfreundlichkeit, Eingriffsmöglichkeiten

Die letzten beiden Wirkungsbereiche könnten zusammengefasst werden, je nachdem wie streng diese an die Hauptmerkmale der SRI Methode nach EPBD 2018 im Anhang dort angelehnt sein sollen. Im SRI Austria sollte eine Quantifizierung der gewählten Ausstattung in Säule 2 auf diese 4 wesentlichen Wirkungsbereiche angestrebt werden. Für alle 4 Wirkungskategorien liegen Bewertungs- bzw. Gewichtungskonzepte vor.

Für eine gute Bewertung in Säule 2 müssen also die folgenden Schritte in Anlehnung an die aktuelle VITO-Berechnung gemacht werden:

1. Technologien und Dienstleistungen, die für die jeweils zu bewertende Gebäudeart im jeweiligen Klima (Northern Europe) relevant sind, aus Tabelle 4 oben auswählen.

2. Die Funktionalitätsstufe festlegen und die daraus resultierenden Gewichtungen innerhalb des Energieanwendungsbereichs und Wirkungen je Wirkungsbereich summieren und den maximal möglichen Wirkungen desselben Gebäudes gegenüberstellen.

Der resultierende SRI Wert für Säule 2 kann in Summe 100% nicht übersteigen.

### **3.5. Säule 3: Ausrichtung am Bedarf der NutzerInnen/BewohnerInnen von Gebäuden**

Komfort ist einerseits ein Wirkungsbereich (einer der 4 aus Säule 2 – siehe voriges Kapitel), d.h. Services der jeweiligen Energieanwendungsbereiche (Domains) aus Säule 2 haben je nach Gebäudetyp und Klima einen hohen oder geringen Einfluss auf den thermischen Komfort.

Umgekehrt können NutzerInnen in entsprechend ausgerüsteten Gebäuden je nach Nutzung Ihres „Flexibilitätpotentials“ verstärkt volatile erneuerbare Energien nutzen, bzw. CO<sub>2</sub>-intensiven Netzenergiebezug reduzieren.

Beispiel: Durch die Wahl eines sehr breiten Raum-Komfortbandes im Winter von 19 bis 26°C kann die Gebäudespeichermasse deutlich besser zur Lastverschiebung genutzt werden als bei 21 bis 23°C. Voraussetzung ist die Möglichkeit zur flexiblen Einstellung des Komfortbandes für die Heizung und Kühlung (siehe auch Säule 2, Dienstleistung Heizung/Kühlung 5 mit hoher Funktionalitätsstufe!). Die Energie-Flexibilität geht gegen Null, wenn die Nutzerin/der Nutzer ein enges Komfortband einstellt bzw. ein breiteres nicht einstellen kann, weil das die Regelung nicht vorsieht.

Beispielhaft könnte eine Bewertung in Säule 3 folgendermaßen lauten: Wenn die Regelbarkeit des thermischen Komforts für NutzerInnen gegeben ist, dann könnte die Wirkung in Abhängigkeit

unterschiedlicher NutzerInnen-“Komfort“-Bänder für SRI bewertet werden (Tabelle 5) – natürlich nur mit Zustimmung der NutzerInnen/BewohnerInnen selbst in Form von Verträgen beim Einzug in ein Gebäude, oder als Teil von Arbeitsvertrag bei Antritt eines Arbeitsverhältnisses in einem Bürogebäude o.ä.

*Tabelle 5 Mögliche Bewertung des Komforts für SRI Austria*

| Komfort | Wertigkeit (x1) | Wertigkeit (x2/3) | Wertigkeit (x1/3) |
|---------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Winter  | 19 – 26 °C      | 20 – 24 °C        | 21 – 23 °C        |
| Sommer  | 20 – 30 °C      | 22 – 28 °C        | 24 – 26 °C        |

Zusätzlich könnte noch zwischen Ab- und Anwesenheit bei Nutzung dieser Komfortbänder in Gebäuden unterschieden werden – was wieder Unterschiede in der Wertigkeit zur Berechnung bedeuten würde.

Grundsätzlich ist das vorrangige Ziel der Bewertung in der dritten Säule, Akzeptanz für einen netzdienlichen und dabei soweit möglich auch sparsamen Betrieb zu schaffen. Es gibt darüber hinaus viele weitere Möglichkeiten, Bedürfnisse von NutzerInnen im Bereich Komfort abzudecken, das wurde aber hier bewusst ausgeklammert, da die Anforderungen und Erwartungen individuell sehr unterschiedlich sind (siehe auch Wirkungsanalyse).

#### Alternative Aspekte für die Bewertung in Säule 3:

Für Gebäude in Planung wäre es möglich, eine einfache Abschätzung des PPD / PMV nach ISO 7730 zu machen, um den Komfort rechnerisch abzuschätzen und gewichtete Grenzen zu ziehen.

Für bestehende Gebäude, die seit mindestens einem Jahr in Betrieb sind, könnte der Komfort, das Raumklima, die NutzerInnenfreundlichkeit der verwendeten Energieanwendungen, Datenschutz und -sicherheit über einen **standardisierten Fragebogen** beurteilt werden. Die Fragen könnten etwa folgendermaßen formuliert sein und je Frage 5 „Zufriedenheitsstufen“ von 1 bis 5, angelehnt an die Funktionalitätsstufen der Services aus der VITO-Studie und an die „klimaaktiv in der Gebäudenutzung“ – Zertifizierung (ÖGUT, 2019), zum Ankreuzen aufweisen:

- Wie zufrieden sind Sie im Winter mit der Temperatur/dem Komfort in Ihrer Wohnung/ Ihrem Büro?
- Wie zufrieden sind Sie mit der Luftqualität in Ihrer Wohnung/ Ihrem Büro?
- Wie zufrieden sind Sie mit dem Beschattungssystem und dessen Steuerung in Ihrer Wohnung/ Ihrem Büro?
- Wie zufrieden sind Sie mit den Regelungsmöglichkeiten der Heizung, Kühlung, Lüftung u.ä. (wenn vorhanden) in Ihrer Wohnung/ Ihrem Büro?
- Wie zufrieden sind Sie mit der Information zu den Regelungsmöglichkeiten der Heizung, Kühlung, Lüftung u.ä. (wenn vorhanden) in Ihrer Wohnung/ Ihrem Büro?

- Wie zufrieden sind Sie mit der Beantwortung von Fragen zur Energieversorgung oder zur Regelung derselben in Ihrer Wohnung/ Ihrem Büro durch die Hausverwaltung, Firmen, etc.?

Die Formulierung und Standardisierung des Fragebogens sollte jedenfalls durch ExpertInnen ausgearbeitet werden, um auf die jeweilige Gebäude- und Nutzungsart sowie Genderaspekte zugeschnitten zu sein.

Die erreichbare Gesamtbewertung in Säule 3 ergäbe wieder 100%, je nachdem wie hoch der NutzerInnenkomfort bewertet wurde und wie diese im Detail ausformuliert wird.

### 3.6. Gesamtbewertung SRI Austria

Sind alle drei Säulen bewertet und Zahlen zwischen 0 und 100% je Säule berechnet, dann werden die Säulen zu einem Wert zusammengeführt, wobei die Säulen wie folgt untereinander gewichtet werden:

| Gewichtung<br>Gesamt-SRI | Säule 1 | Säule 2 | Säule 3 |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| 100%                     | 50%     | 40%     | 10%     |

Die Gesamtbewertung ist ein zusammenfassendes Endergebnis, das für Marketingzwecke möglicherweise nutzbar sein kann. Für andere Zwecke wie zusätzliche Information für Kaufentscheidungen bzw. Anmietung, für Angebote von Energieversorgern oder -Dienstleistern sowie mögliche Förderungen werden die Einzelergebnisse weitaus interessanter sein.

Damit für ein Gebäude ein SRI-Rating im Energieausweis ausgewiesen werden kann – was grundsätzlich als besondere Qualität gesehen werden würde - muss es einen guten energetischen Standard aufweisen.

Als Vorschlag sind folgende Grenzwerte für CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen und Primärenergiebedarf im Betrieb / der Planung des Gebäudes einzuhalten:

|                                 |    |                         |
|---------------------------------|----|-------------------------|
| CO <sub>2</sub> equ. Emissionen | 15 | kg/m <sup>2</sup> BGFa  |
| Primärenergiebedarf             | 80 | kWh/m <sup>2</sup> BGFa |

Dies soll sicherstellen, dass sich ein Gebäude mit höheren CO<sub>2</sub> und PEB-Werten keine „Smart Readiness“ bzw. „Intelligenz“ trotz hoher Umweltbelastung zuschreiben kann. Diese Grenzwerte sollten national abgestimmt werden und sind derzeit ein erster Vorschlag des SRI Austria Projektteams. Einige Stakeholder und ExpertInnen sehen diese Begrenzung durch Rahmenwerte, die aus dem Energieausweis kommen würden, sehr kritisch.

Die Angabe des SRI im Energieausweis (EA) ist für die meisten in Österreich befragten Stakeholder inhaltlich nachvollziehbar und wird auch im Projektkonsortium positiv gesehen, weil damit gesichert ist, dass sowohl die Energieeffizienz (Heizwärmebedarf und Endenergiebedarf) als auch die

erneuerbare Energieversorgung von Gebäuden bestehen bleiben. Diese Werte erfahren jedoch durch den SRI als "dynamische" Säule in einem hochvolatilen, zukünftig erneuerbaren, CO<sub>2</sub> neutralen Energiesystem eine sinnvolle Ergänzung. Wie der SRI im Energieausweis prozesshaft integriert werden könnte, zeigt folgende Abbildung 16 – dabei ist natürlich der Stellenwert, dem der SRI beigemessen wird, relevant: Die AutorInnen plädieren für einen ähnlichen wie Primärenergiebedarf, noch wichtiger sollten aber der Heizwärmebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Energieausweis bleiben.

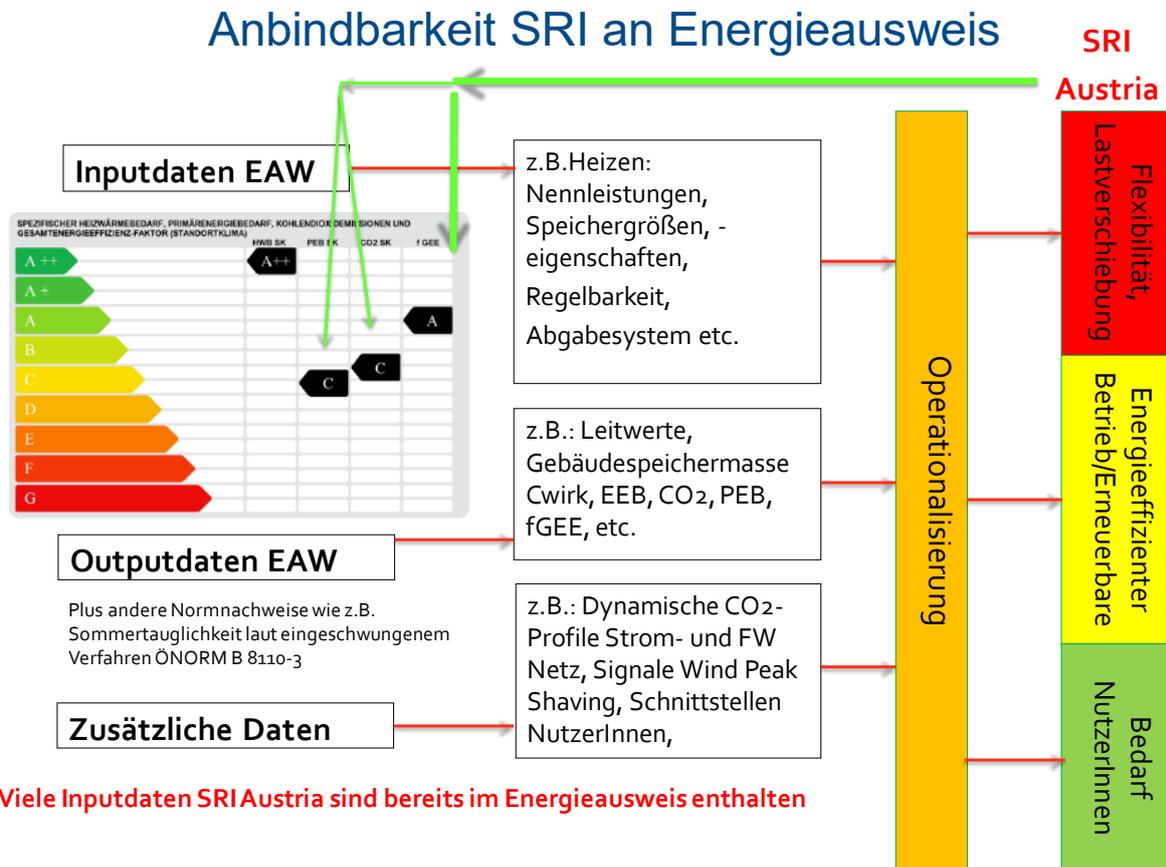


Abbildung 16 Eine mögliche Einbindung des SRI in den Energieausweis bzw. Ableiten von Kenngrößen aus demselben könnte über in dem oben dargestellten Prozess erfolgen: Input- und Outputdaten im Energieausweis sowie zusätzliche Daten werden verwendet, um den SRI über die drei Säulen rechts in der Abbildung bewerten; ein SRI Wert wirkt sich dann über eingesparte CO<sub>2</sub>-Emissionen oder geringeren Primärenergiebedarf wieder auf die Energieausweis-Kennzahlen aus (über grüne Pfeile gekennzeichnet)

#### Kurze Beschreibung für eine mögliche Operationalisierung des SRI im Energieausweis:

Der Energieausweis stellt aktuell die Energieeffizienz von Gebäuden und die mögliche Versorgung mit erneuerbarer Energie dar und bewertet diese. Für die Berechnung werden stationäre Verfahren herangezogen, die in einer Reihe von Normenpaketen festgelegt sind (z.B. thermische Hülle ÖNORM B 8110-6, Gebäudetechnik und Energieversorgung in H5055ff). Diesen beiden Bereichen, Energieeffizienz und Erneuerbare, soll mit dem SRI Austria eine dritte beigestellt werden, die das dynamische Verhalten von Gebäuden, deren Regelung und die Wechselwirkung mit den NutzerInnen in Bezug auf die definierten Zielgrößen (z.B. CO<sub>2</sub>-Emissionen, Komfort) als Potential bewertet.

Idealerweise wird eine derartige Bewertung auf der Grundlage von dynamischen Berechnungsverfahren durchgeführt, zu denen in der europäischen Normung auch vereinfachte Algorithmen verfügbar sind. In Anlehnung an den bestehenden Energieausweis sollten typische Referenzsysteme definiert werden, um in wenigen Schritten zu richtungsstabilen und klaren Ergebnissen in Bezug auf Flexibilität/Lastverschiebung, Energieeffizienter Betrieb/Erneuerbare und NutzerInnen zu kommen. Der in der Abbildung 16 sichtbare grüne Pfeil stellt einerseits die Anzeige des SRI auf der ersten Seite des Energieausweises dar, die dünneren grünen Pfeile deuten andererseits an, dass sich durch die Nutzung des flexiblen Potentials die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Primärenergiebedarf gegebenenfalls weiter absenken lassen (z.B. Darstellung der „flexiblen“ CO<sub>2</sub>-Kennwerte in einer anderen Farbe), da vermehrt volatile erneuerbare, lokale oder regionale Energieträger genutzt werden können. Diese Bewertung sollte für das aktuelle und ein 100% erneuerbares österreichisches bzw. europäisches Energiesystem erfolgen.

Die erforderlichen Inputdaten liegen größtenteils im Energieausweis vor, die Gebäudespeichermasse kann entweder vereinfachend oder detailliert berechnet werden, bzw. liegt bei Nachweis Sommertauglichkeit mit eingeschwungenem Verfahren vor. Es sind damit nur sehr wenige zusätzliche Eingangskenngrößen erforderlich, der Aufwand bleibt für die AnwenderInnen gering. Die Ergebnisse und Zwischenergebnisse liefern quantitative Bewertungsparameter der Wirkungskategorien und sind damit bezüglich Transparenz und Nachvollziehbarkeit dem im VITO-SRI Tool verfolgten Bewertung der Ausstattung mit kaum objektivierbaren Gewichtungsfaktoren deutlich überlegen. Zudem wird damit der schon bisher im Energieausweis verfolgte Weg konsequent weiterverfolgt.

### **3.7. Einpassung in das Programm „Stadt der Zukunft“**

Das vorliegende Ergebnis erfüllt sehr gut die Anforderungen an die „Stadt der Zukunft“ FTI Zielsetzungen:

- Nachhaltiges Energiesystem – wird durch SRI unterstützt
- Reduktion der Klimawirkung – Dekarbonisierung ist Hauptziel der Einführung eines SRI
- Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit – KMU sind diejenigen, die von SRI potenziell profitieren
- Erhöhung der F&E-Qualität – neue Art der Zertifizierung, die auf qualitative Dienstleistungen zielt

und ist damit auch ein wichtiger Beitrag zur Umsetzung der nationalen Klima- und Energiestrategie.

Die Ziele finden sich in den Projektergebnissen in umfassender Form wieder und ergeben noch folgenden Zusatznutzen:

Die Vernetzung mit den IEA EBC Aktivitäten, v.a. im Annex 67, sowie mit EU DG Energy, den BearbeiterInnen der VITO-Studie, Vertretern des OIB, der Ministerien (BMVIT und BMNT) usw.

## 4. Schlussfolgerungen

### 4.1. Erkenntnisse und weiterführende Arbeiten

Dass der SRI eingeführt werden soll und Österreich eine aktive Rolle bei der Entwicklung desselben einnehmen soll, geht aus Befragungen und Interviews im Projekt SRI Austria eindeutig hervor; auch, dass der SRI, wenn er beschlossen wird, vorzugweise im Energieausweis ersichtlich sein soll.

Die Methodik zur Berechnung eines SRI sollte - den Ergebnissen des Stakeholder-Prozesses entsprechend - auf Grundlage der hiermit vorliegenden Projektergebnisse weiterentwickelt werden.

Die von der EU bzw. VITO vorgegebenen Services sind derzeit - wie auch die gesamte EPBD - generell auf ein einzelnes Gebäude fokussiert. Die Herausforderungen der Zukunft sind aber nur im Gebäudeverbund bzw. auf Siedlungs- oder Quartiersebene zu bewältigen, vor allem wenn es um Energieflexibilität und Ausgleich Energieerzeugung und -verbrauch geht (siehe auch klimaaktiv Siedlungsbewertung). Die dritte Zielsetzung zum SRI aus der EPBD 2018 (siehe Kap. 1) spricht diesen Aspekt aber indirekt an. Daher wären Services, die auch diesen Aspekt berücksichtigen, über längere Sicht wichtig. Natürlich müssten dahingehend auch Wirkungsbereiche und Domains angepasst werden.

Die zusätzliche Bewertung der Gebäude durch einen SRI im Energieausweis nach der vorgeschlagenen Methode verlangt zumindest in der 2. Säule (Kapitel 3.4) nach Personen mit einer speziellen Kompetenz z.B. Normenkenntnisse und würde die Erstellung des Energieausweises jedenfalls verteuern. Das VITO-Konsortium schätzt mit etwa einer Stunde, andere Stakeholder EU-weit aber mehr – das muss beachtet werden. Eine Konzentration der Domains und Services auf wenige wichtige Punkte, die für den intelligenten Betrieb in einem nachhaltigen Energiesystem besonders relevant sind, wäre auch aus diesem Grund notwendig.

#### Zusammenfassende Punkte:

- Die Ziele zur Einführung des SRI für Gebäude sind in der EPBD 2018 formuliert
- Die intelligente Anpassung der Gebäude an ein dekarbonisiertes Energiesystem, das in Zukunft aus Erneuerbaren Energieträgern gespeist werden wird, ist ein übergeordnetes Ziel des SRI Austria
- Der SRI soll auf drei Säulen stehen, wovon die quantifizierbare Flexibilität bzw. Lastverschiebung die derzeit wichtigste darstellt
- Die Wirkung von Technologien und Dienstleistungen (Services) sollte möglichst auf die für die Zielerreichung wesentlichen vier Wirkungsbereiche hin quantifiziert werden
- Die Gewichtung der Services erfolgt in Abhängigkeit von den übergeordneten Zielgrößen (CO<sub>2</sub>-Reduktion, PE-Reduktion) und langlebiger Nutzungsmöglichkeiten
- In einem ersten Schritt soll die Berechnung des SRI Austria mit wenigen zusätzlichen Eingaben im Energieausweis möglich sein
- Perspektivisch kann der SRI im Sinne eines Korrekturfaktors die Ergebnisse des Energieausweises (EEB, PEB, CO<sub>2</sub>) mitbestimmen

Das Projektteam arbeitet folgendermaßen mit den erarbeiteten Ergebnissen weiter:

**AEE INTEC:**

- Teilnahme an IEA EBC Annex 67 Nachfolgeprojekten, die derzeit in der Definitionsphase sind
- Einreichung und Durchführung von nationalen Demonstrationsprojekten wie energy<sup>2</sup>POG und Horizon2020-Projekten wie EXCESS mit dem in SRI Austria entwickelten Know-How zur Smart Readiness Bewertung
- Teilnahme an klimaaktiv Bauen und Sanieren Arbeitsgruppen zur Weiter-Entwicklung von Smart Readiness Kriterien

**TP SGA:**

- Weitere Dissemination der Ergebnisse, Informationen und Entwicklungen bei Plattformtreffen
- Teilnahme bei ÖGNI Arbeitsgruppen zur Entwicklung von relevanten Smart Readiness Kriterien zur Netzdienlichkeit und Smart Grids Themen
- Weitere Entwicklung des SRI verfolgen und das Netzwerk der Technologieplattform zur weiteren Vernetzung nutzen
- Internationale Interessenten an Kooperationen im SRI Bereich mit nationalen ExpertInnen vernetzen

**17&4:**

- Einbringen der Möglichkeiten eines SRI-Austria im Rahmen laufender Arbeiten für das BMNT und die Stadt Wien

**FH Technikum Wien:**

- Kontinuierliche Einspeisung der Konzepte und Ergebnisse aus SRI Austria in die Lehre an der FH Technikum Wien, vor allem in die Studiengänge erneuerbare urbane Energiesysteme (Bachelor, Master) und integrative Stadtentwicklung (Master). Mehrere Lehrveranstaltungen befassen sich auch im Wintersemester 2019 mit der Thematik, in dem vor allem die bereitgestellten Bewertungstools anhand von konkreten Gebäuden getestet und bewertet werden.
- Laufende Einbeziehung der SRI Konzepte in aktuelle Forschungsprojekte vor allem im Bereich Plusenergiequartiere und Energy Communities wie beispielsweise Zukunftsquartier 2.0, Flucco+ (SDZ) oder in internationalen Projekten wie R2C (Eragnet)

## **4.2. Verwertungs- und Verbreitungsaktivitäten**

Es gab zahlreiche Verwertungs- und Weiterverbreitungsaktivitäten seitens des Projektkonsortiums. Hier eine Liste von Publikationen - Artikel, Homepages, Präsentationen in Veranstaltungen und e-mail-Nachrichten zum Projekt und den Inhalten von SRI Austria:

- Stadt der Zukunft Vernetzungsworkshop 25.10.2018
- Round Table klimaaktiv Bauen und Sanieren 19.11.2018 – Präsentation Armin Knotzer
- Herbsttreffen der Technologieplattform Smart Grids Austria am 4.12.2018 im FH-Technikum Wien, Höchstädtplatz 6, 1200 Wien – Präsentation Armin Knotzer, Moderatorin Angela Berger
- Bau+Immobilien Report Dezember 2018, Artikel „Smarte Stolpersteine“ von Karin Legat, Seite 54/55
- Medienstelle für Nachhaltiges Bauen, Smart Readiness Indikator, Diskussionsbeitrag von DI Johannes Fechner
- BauZ! Kongress am 15.02.2019 – Präsentation Johannes Fechner
- Letzte Bewerbung der Online-Befragung auf dem TP SGA-Workshop am 21./22.05.2019 in Thaur und Innsbruck
- Green Energy Lab Workshop zum Thema SRI am 23.05.2019 in Wien – Präsentation Johannes Fechner
- Energy Lunch zum Thema „Elektromobilität - Batterien und Laden der Zukunft“ 28.05.2019, Open News Beitrag „SRI Austria“
- Artikel in Der Standard Forschung Spezial am 28.08.2019
- E-Mail Einladungen zum öffentlichen Ergebnisworkshop am 10.09. und 30.09.2019
- ExpertInnengespräch am 24.09.2019 im FEEI Büro Wien mit 15 ExpertInnen
- SRI Artikel in Ausgabe 10/2019 von „Building Times“ vom 16.10.2019 auf den Seiten 92/93
- Homepage-Nachschau Ergebnisworkshop 04.10.2019 auf <https://www.aee-intec.at/news-29>
- Herbsttreffen der TP SGA 2019 – Ergebnispräsentation Armin Knotzer am 20.11.2019

Es wurden im Laufe des Projektes aktiv die Kooperation und der Austausch mit Ministerien, Fachhochschulen, OIB, LändervertreterInnen und klimaaktiv gesucht, um die Diskussion einer SRI Austria Methode und Rahmenbedingungen zu vertiefen:

- BMVIT als Auftraggeber – Besprechung und Präsentation über den Projektstand am 08.08.2019 im BMVIT in Wien
- BMNT als Energie-zuständigem Ministerium und dem OIB als Richtlinie 6-Verantwortliche Stelle – Besprechungstermine am 01.07.2019 und 24.09.2019 im BMNT, Sektion IV – Klima, Abteilung IV/4 – Energieeffizienz und Gebäude in Wien
- klimaaktiv Bauen und Sanieren beim ExpertInnen Round Table 1 am 19.11.2018 in Wien, am Konsortiumstreffen in Salzburg am 28.01.2019 und bei der klimaaktiv Leitungsgremiumssitzung am 26.04.2019 in Wien – Präsentationen zum SRI Stand
- Besprechung zur Positionierung der Stadt Wien zum SRI mit Thomas Kreitmayr (MA20) und Anna Vera Deinhammer (Baudirektion) am 18.04.2019 in Wien, in der Folge Abstimmung eines schriftlichen, internen Positionierungsvorschlages

- Kooperation der Länder und Energieagenturen (KLEA)-Treffen am 27.06.2019 im Seminarraum im Haus am Park, Fa. KallCo, Sissy Löwinger Weg 7, in 1100 Wien – Präsentation zum Stand SRI Austria und EU
- Fachhochschulen FH Joanneum (Erstbetreuer FH Professor DI Dr. Ewald Hasler) in Graz sowie FH Technikum in Wien (Erstbetreuer DI Thomas Zelger) über die 4 Masterarbeiten zum Thema

Seitens des BMNT und OIB werden SRI Austria Ergebnisse für die Formulierung eines österreichischen Standpunktes bei der Erarbeitung der EU-Methodik durch VITO / DG Energy und den dazugehörigen Delegated und Implementing Acts herangezogen.

## 5. Ausblick und Empfehlungen

Die erarbeiteten Grundlagen im SRI Austria Vorschlag zur Berechnungsmethodik sollten nun umfassend getestet, detailliert und für verschiedene Gebäude berechnet werden. Dafür sollte eine genügend große Auswahl an Wohn- und Bürogebäuden, aber auch Gebäude des Kranken- und Pflegesektors sowie Schulgebäude ausgewählt werden. Die Berechnung sollte aus Sicht des Konsortiums mittelfristig Teil des Energieausweises in der Form werden, dass Angaben im Energieausweis um Anforderungen aus dem SRI erweitert werden – auch dazu wäre es sinnvoll, praktische Beispiele zu verwenden, um zu sehen wie dies am besten umzusetzen wäre. Grundlage dafür wäre aber natürlich eine positive Grundhaltung der Verantwortlichen, Energieausweis und neue Kennzahlen in Richtung „Smart Readiness“ und „Energieflexibilität“ einzunehmen.

Eine Bewertungsmethodik für SRI Quartiere plus Berechnungsbeispiele als Testgebäude analog zu Einzelgebäuden sollten ebenso auf breiter Basis durchgeführt werden. Mittelfristig wäre die Einarbeitung der Ziele des SRI in die Energieausweisberechnung selbst, bzw. das Hinterfragen der Kenndaten dort, sowie die Stärkung dynamischer Verfahren, Einbeziehen von Realdaten zur besseren Einschätzung und Validierung von Kennzahlen zum SRI und anderer in Bezug auf Energieflexibilitätsabschätzung, anzudenken. Auch die Öffnung des Energieausweises in Richtung Quartiers oder Gebäudeclusterebene, vor allem in Bezug auf den SRI wäre zu diskutieren, da Energieflexibilitäten in Siedlungen oder Quartieren mit der Einbeziehung von Nachbargebäuden noch effizienter zu nutzen sind.

Das Konzept des Smart Readiness Indikators wurde bei mehreren Treffen der Technologieplattform Smart Grids Austria, z.B. am 4. Dezember 2018, zahlreichen TeilnehmerInnen vorgestellt, welche aus der Energiewirtschaft, Industrie und Energieforschung kommen. Dabei nahmen jeweils rund 25 TeilnehmerInnen an den Workshops teil. Im Zuge der Workshops wurden Meinungen und Ideen der Energie-ExpertInnencommunity eingeholt. Die verschiedenen Einflussfaktoren wurden vorgestellt und diskutiert. Weiters wurden bei diesen Veranstaltungen Fragen ausgegeben, um weitere Informationen für das Projekt zu sammeln.

Aus Gesprächen mit ExpertInnen bei den Veranstaltungen ging hervor, dass ein zu umfangreicher SRI, also einer, welcher zu viele Detailbereiche abdecken würde, zu unübersichtlich wäre und dadurch der Nutzen des SRI stark geschmälert werden würde. Zu viele unterschiedliche Faktoren und fragwürdige intransparente Wertigkeiten würden den Wert und den Nutzen des SRI stark verzerren. Auch daran

ist in nächster Zukunft noch zu arbeiten, vor allem im Rahmen der Berechnungsmethodik der EU / des VITO-Konsortiums, das Gewichtungen sehr stark verwendet.

## 6. Verzeichnisse

### 6.1. Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1 Bruttoinlandsverbrauch an Energie in Österreich im Jahr 2015 und in einem Transition Szenario des Umweltbundesamtes für 2050, Darstellung J. Fechner .....  | 16 |
| Abbildung 2 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung für oder gegen die Einführung eines SRI.....   | 20 |
| Abbildung 3 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zur Bekanntheit der „Smart Readiness“ als Thema .....  | 20 |
| Abbildung 4 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung wie sich Österreich bei der Einführung eines SRI verhalten soll .....  | 20 |
| Abbildung 5 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zu den Barrieren die bei „smarten“ Energieanwendungen bestehen .....   | 21 |
| Abbildung 6 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zur Bewertung der Automationsausstattung in Wohn-/Bürogebäuden .....   | 21 |
| Abbildung 7 Wirkmodell SRI Austria .....  | 25 |
| Abbildung 8 Die vier unterschiedlichen Ebenen der Problemanalyse für SRI Austria .....  | 26 |
| Abbildung 9 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zu den HKLS-Anwendungen, die zur Bewertung für SRI herangezogen werden sollten.....  | 28 |
| Abbildung 10 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung wer einen Nutzen aus einem SRI zieht .....  | 29 |
| Abbildung 11 Ergebnis der Online-Stakeholderbefragung zum Thema ob ein SRI im Energieausweis marktrelevant ist .....  | 29 |
| Abbildung 12 Potentiale der Anwendung smarterer Technologien, Ergebnisse des Branchenprojekts PowerPack Immobilie (FMA, 2019) .....   | 31 |
| Abbildung 13 Vorteile eines SmartHome als Ergebnis einer Market Umfrage 2015 (Market, 2015)...  | 38 |
| Abbildung 14 Komponenten smarterer Gebäude. Darstellung aus dem Branchenprojekt „PowerPack Immobilie“ (FMA, 2019).....  | 43 |
| Abbildung 15 Die drei Säulen des SRI Austria.....   | 46 |
| Abbildung 16 Eine mögliche Einbindung des SRI in den Energieausweis bzw. Ableiten von Kenngrößen aus demselben könnte über in dem oben dargestellten Prozess erfolgen: Input- und Outputdaten im Energieausweis sowie zusätzliche Daten werden verwendet, um den SRI über die drei Säulen rechts in der Abbildung bewerten; ein SRI Wert wirkt sich dann über eingesparte CO2-Emissionen oder geringeren Primärenergiebedarf wieder auf die Energieausweis-Kennzahlen aus (über grüne Pfeile gekennzeichnet ..... | 57 |

## 6.2. Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1 Angabe der Lasten als erster Schritt der Bewertung in Säule 1 des SRI Austria (Beispiel)....  | 48 |
| Tabelle 2 Angabe der Speicher als zweiter Schritt der Bewertung in Säule 1 des SRI Austria (Beispiel)<br>.....  | 48 |
| Tabelle 3 Angabe der Verwendung von Bauteilaktivierung / Niedertemperaturheizung/-kühlung im<br>Gebäude als dritter Schritt der Bewertung in Säule 1 des SRI Austria (Beispiel) ..... | 49 |
| Tabelle 4 Vorschlag für Technologien und Dienstleistungen der Säule 2 des SRI Austria inklusive der<br>Funktionalitätsstufen von 0 bis max. 4.....                                    | 50 |
| Tabelle 5 Mögliche Bewertung des Komforts für SRI Austria .....   | 55 |

## 6.3. Literaturverzeichnis

(EU, 2018) Amtsblatt der Europäischen Union unter L 156/75 in deutscher Version als „RICHTLINIE (EU) 2018/844 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, vom 30. Mai 2018, zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz

(Wouters and Laustsen, 2017) Wouters, P., and Laustsen, J.: Smartness Indicator. In REHVA Journal – April 2017, pages 19-22. Zitat Seite 20

(EuroACE, 2017) Position Paper Smart Buildings - Energy Efficiency First! February 2017. Zitat Seite 3

(Energiewendebauen, 2018) Wissenschaftliche Begleitforschung ENERGIEWENDEBAUEN - RWTH Aachen University (Hrsg.): Dokumentation des 4. Projektleitertreffens in Essen, 24.-25. April 2018 - Zukunftsweisende Versorgungsstrategien für Quartiere. Workshop 4: Was macht ein Gebäude oder Quartier wirklich smart? Verantwortliche: Heike Erhorn-Kluttig, Hans Erhorn, Fraunhofer IBP. Mai 2018. Zitat Seite 44

(VITO, 2018) Verbeke, S., Ma, Y., Van Tichelen, P., Bogaert, S., Gómez Oñate, V., Waide, P., Bettgenhäuser, K., Ashok, J., Hermelink, A., Offermann, M., Groezinger, J., Uslar, M., and Schulte, J.: Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment. Final report. August 2018, Brussels

(Kurnitski und Hogeling, 2018) Kurnitski, J., and Hogeling, J.: Smart Readiness Indicator (SRI) for buildings not so smart as expected. In REHVA Journal, August 2018, pages 6-9. Zitat Seite 6

(Annex 67, 2018) Perneti, R., Reynders, G., and Knotzer, A.: Energy Flexibility as a key asset in a smart building future - Contribution of Annex 67 to the European Smart Building Initiatives. IEA EBC Annex 67 Position Paper auf <http://www.annex67.org/publications/position-paper/> (abgerufen am 30.10.2019, 15:20 Uhr)

(VITO, 2019) Verbeke, S., Aerts, D., Rynders, G., Ma, Y., and Waide, P.: Support to the establishment of a common European scheme for rating the smart readiness of buildings, Reference number: ENER/C3/2018-447/06. Carried out by VITO and Waide Strategic Efficiency Europe. 2019-ongoing, <https://smartreadinessindicator.eu/> (abgerufen am 25.10.2019, 9:10 Uhr)

(green-with-it, 2018) green with IT e.V.: Pilotprojekte Wohnungswirtschaft - Energieeffizienz im Quartier, Mieterintegration, Smart City Grundlagen. Vor-Ergebnisbericht des Netzwerkes „green with IT“; Januar 2016 bis Dezember 2018

(Lugmaier und Kupzog, 2010) Lugmaier, A. und Kupzog, F.: Update und Inputs zu Flexibilitäten als Treiber des zukünftigen Energiemarktes. Präsentation im Rahmen von Smartgrids Austria, 24.06.2010

(Pichler, 2014) Pichler, M.: Communication patterns for demand side flexibility. Präsentation im Rahmen des ComForEn2014 - 5. Symposium Communications for Energy Systems, Session 1: Wissenschaftliche Arbeiten, Wien 30.09.2014

(Mair, 2015) Mair, E.: Die Bedeutung von verbraucherseitigen Flexibilisierungsmaßnahmen im Stromsystem. Präsentation im Rahmen der Energiegespräche „Auf der Suche nach dem flexiblen Stromkunden“. Technisches Museum Wien, 02.06.2015

(Kollmann et al., 2014) Kollmann, A., Moser, S. und Elbe, C.: Load Shift - Lastverschiebung in Haushalten, Potenzialanalyse für Smart Grids. Präsentation im Rahmen des Smart Grids 2.0: Workshop „Flexibilität“; Linz, 05.03.2014; Zitat aus Folie Nr. 4

(Haas et al., 2017) Haas, R., Resch, G., Burgholzer, B., Totschnig, G., Lettner, G., Auer, H. und Geipel, J.: Stromzukunft Österreich 2030 - Analyse der Erfordernisse und Konsequenzen eines ambitionierten Ausbaus erneuerbarer Energien. Endbericht, Wien Mai 2017

(FMA, 2019) Facility Management Austria (FMA): PowerPack Immobilie - Das Gebäude der Zukunft. Factsheet, September 2019

(Märzinger und Österreicher, 2019) Märzinger, T. und Österreicher, D.: Supporting the Smart Readiness Indicator — A Methodology to Integrate A Quantitative Assessment of the Load Shifting Potential of Smart Buildings. In *Energies* 2019, 12, 1955; doi:10.3390/en12101955. Published on 22 May 2019

(Market, 2015) Market Institut: Smarthome: Wohnen der Zukunft? Umfrage ZM2291; Stichprobe: n=1011 Bauinvolvierte; Erhebungszeitraum: 27. Juli bis 27. August 2015.

<https://www.market.at/news/details/smarthome-wohnen-der-zukunft.html> (abgerufen am 12.06.2019, 10:00 Uhr)

(Marketagent.com, 2017) Schwabl, T.: Smart Living. Präsentation der Umfrageergebnisse in Wien, am 30. November 2017. <http://www.marketagent.com/webfiles/MarketagentCustomer/pdf/70406ced-4232-44bc-a8d2-7172adef835d.pdf> (abgerufen am 12.06.2019, 10:15 Uhr)

(KFV, 2018) KFV: Keine Angst vor Smart Living – Smart Home Studie 2018. [https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2018/06/KFV\\_Studienzusammenfassung\\_SMART\\_online.pdf](https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2018/06/KFV_Studienzusammenfassung_SMART_online.pdf) (abgerufen am 12.06.2019, 11:00 Uhr)

(Meisel et al., 2012) Meisel, M., Leber, T., Pollhammer, K., Kupzog, F., Haslinger, J., Wächter, P., Sterbik-Lamina, J., Ornetzeder, M., Schiffleitner, A. und Stachura, M.: Erfolgsversprechende Demand Response Empfehlungen im Energieversorgungssystem 2020. DOI: 10.1007/s00287-012-0667-7; December 2012.

[https://www.researchgate.net/publication/257394211\\_Erfolgsversprechende\\_Demand-Response-Empfehlungen\\_im\\_Energieversorgungssystem\\_2020](https://www.researchgate.net/publication/257394211_Erfolgsversprechende_Demand-Response-Empfehlungen_im_Energieversorgungssystem_2020) (abgerufen am 24.10.2019, 9:00 Uhr)

(Kruse Brandão und Wolfram, 2018) Kruse Brandão, T. and Wolfram, G.: Digital Connection. Springer 2018, Electronic ISBN: 978-3-658-18759-0

(Hofmann, 2017) Hofmann, S.: Industrie 4.0 - Was ist Industrie 4.0? – Smarte Technologien der Zukunft. Artikel in MM MaschinenMarkt online; 13.07.2017.

<https://www.maschinenmarkt.vogel.de/was-ist-industrie-40-smarte-technologien-der-zukunft-a-624620/> (abgerufen am 26.09.2019, 14:00 Uhr)

(Oesterreichs Energie, 2019) Oesterreichs Energie: Fact-Sheets.

<https://oesterreichsenergie.at/positionspapiere-und-fact-sheets.html> (abgerufen am 24.10.2019)

(Baumann, 2018) Baumann, A.: Was ist ein Smart Home? in G Pulse - Gira, Giersiepen GmbH & Co. KG; 20.12.2018

(Homeandsmart.de 2019) Was ist ein Smart Home? Geräte, Systeme und Produkte.

<https://www.homeandsmart.de/was-ist-ein-smart-home> (abgerufen am 26.09.2019, 13:15 Uhr)

(Energie-Experten.de, 2019) Smart Home. <https://www.energie-experten.org/haustechnik/smart-home.html#c14488> (abgerufen am 26.09.2019, 13:00 Uhr)

(ÖGUT, 2019) ÖGUT et al: Kriterienkatalog „klimaaktiv in der Gebäudenutzung“.

<https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/gebaeude-in-der-nutzung.html> (abgerufen am 30.10.2019, 8:00 Uhr)



**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)