

POSTULATSBEANTWORTUNG
DER REGIERUNG
AN DEN
LANDTAG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN
BETREFFEND DIE
VORBILDFUNKTION DES STAATES IM BEREICH KLIMA UND ENERGIE

<i>Behandlung im Landtag</i>	
	<i>Datum</i>
1. Lesung	
2. Lesung	
Schlussabstimmung	

Nr. 58/2022

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	5
Zuständiges Ministerium.....	7
Betroffene Stellen	7
I. BERICHT DER REGIERUNG	9
1. Anlass.....	9
2. Allgemeines	13
2.1 Von der Vision zum konkreten Handeln der Regierung.....	13
2.1.1 Energiestrategie 2030	13
2.1.2 Regierungsprogramm 2021 – 2025.....	14
2.1.3 Standard Nachhaltigkeit staatlicher Hochbauten.....	14
2.1.4 Immobilienportfolio des Landes Liechtenstein	15
2.2 Nachhaltiges Bauen.....	16
2.2.1 Bauen als Spiegel unserer Gesellschaft	16
2.2.2 Nachhaltiges Bauen bedarf einer gesamtheitlichen Sichtweise	17
2.2.3 Label zum Nachhaltigen Bauen.....	17
2.2.4 Nachhaltiges Bauen bei staatlichen Hochbauten	18
2.3 Die Nachhaltigkeitsthemen des Postulats	20
2.3.1 Treibhausgasemissionen als Produkt einer Prozesskette....	20
2.3.2 Energieeinsparung	21
2.3.3 Vermeidung von Treibhausgasen	23
2.3.4 Nutzung erneuerbarer Energie und Photovoltaik	26
2.3.5 Kreislaufwirtschaft	29
3. Beantwortung des Postulates.....	32
3.1 Gebäudecluster	32
3.2 Bestandsbauten.....	37
3.2.1 Ist-Zustand.....	37
3.2.2 Energieeinsparung im Bestand	42
3.2.3 Vermeidung von Treibhausgasen	44
3.2.4 Nutzung von Photovoltaik.....	48
3.2.5 Kreislaufwirtschaft	50
3.2.6 Fazit Bestandsbauten.....	51

3.3	Neubauten in Planung und im Bau	51
3.3.1	Energieeinsparung durch Gebäudehülle	51
3.3.2	Vermeidung von Treibhausgasen	52
3.3.3	Nutzung von Photovoltaik.....	52
3.3.4	Kreislaufwirtschaft	56
3.3.5	Fazit Neubauten.....	57
II.	ANTRAG DER REGIERUNG	59

ZUSAMMENFASSUNG

Das Land Liechtenstein kann auf eine langjährige Erfahrung im Bereich des nachhaltigen Bauens zurückblicken. Bauten wie die Erweiterung der Weiterführenden Schulen Triesen oder das Landesarchiv hatten und haben überregionale Vorbildwirkung. Bei Bautätigkeiten orientiert sich das Land an Nachhaltigkeitslabels wie Minergie-P und dem Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS. Ein «Standard Nachhaltigkeit staatlicher Hochbauten» ist in Erarbeitung.

In Bezug auf die Emission von Treibhausgasen dominieren die älteren Bestandsbauten, die teilweise noch fossil mit Gas und Öl beheizt werden. Diesbezüglich hat die Regierung einen Absenkpfad entwickelt, um den Energieverbrauch zu reduzieren, fossile Energie zu eliminieren und die Emission von Treibhausgasen zu minimieren.

Bis spätestens 2030 werden alle mit fossilen Brennstoffen beheizten Liegenschaften im Eigentum des Staates in Liechtenstein auf alternative Energie umgestellt. Die grösste Wirkung zeigt dabei der Anschluss mehrerer Bauten an die Fernwärme. Die Einhaltung dieses ambitionierten Fahrplans setzt die weiterhin kooperative Zusammenarbeit der Tiefbauabteilungen von Gemeinden und Land sowie der liechtensteinischen Gasversorgung voraus.

Eine vollständige Umstellung der mit Gas beheizten Bauten auf Biogas erfolgt per 1. Januar 2023.

Die Treibhausgasemissionen reduzieren sich durch all diese Massnahmen um rund 74% von heute 1'113 auf 310 tCO₂-Äquivalenten (CO₂-eq). Die verbleibenden Emissionen von 310 tCO₂-eq ergeben sich durch treibhausgasrelevante Emissionen entlang der gesamten Energiekette von der Quelle bis zur Verbrennung, insbesondere für Biogas.

Zudem werden weitere Altbauten saniert, abgestossen sowie teilweise von Biogas und Holzheizung auf Wärmepumpen umgestellt. Die Treibhausgasemissionen reduzieren sich damit weiter von 310 tCO₂-eq auf 76 tCO₂-eq.

Einige der älteren Bauten, wie die Realschule Balzers oder das Jugendhaus Malbun, wurden bereits umfassend energetisch saniert oder eine Sanierung steht bevor (heutiges Post- und Verwaltungsgebäude Vaduz). Für viele weitere Gebäude, wie

z.B. das Regierungsgebäude oder denkmalgeschützte Gebäude wie das Rheinbergerhaus, würde eine energetische Sanierung der Gebäudehülle einen massiven Eingriff in das Erscheinungsbild bewirken. Eine Sanierung der Gebäudehülle ist daher für einzelne Gebäude nur beschränkt bzw. punktuell (Fenster, Dach) sinnvoll machbar. Eine Umstellung auf eine alternative Wärmeerzeugung hat für diese Bauten Priorität.

Alle sich in Planung oder im Bau befindlichen staatlichen Hochbauten erhalten eine energetisch sehr hochwertige Gebäudehülle und eine alternative CO₂-freie Wärmeerzeugung (Fernwärme ab der Kehrrechtverbrennungsanlage (KVA) Buchs und Wärmepumpe).

In zukünftigen Architekturwettbewerben wird Photovoltaik, da mindestens die Zertifizierung nach dem Standard SNBS Gold angestrebt wird, Teil der Beurteilung der Wettbewerbsbeiträge sein. Neben der Vorbildfunktion des Staates bezüglich Nachhaltigkeit ist auch die Vorbildfunktion des Staates bezüglich Architektur ein Thema. Gute Architektur schliesst Nachhaltigkeit nicht aus.

Das Thema Kreislaufwirtschaft findet auch in Liechtenstein zunehmend Beachtung. Rohstoffe sollen effizient und so lange wie möglich genutzt werden. Gelingt es, Material- und Produktkreisläufe zu schliessen, können Rohstoffe immer wieder von Neuem verwendet werden. Davon profitieren sowohl die Umwelt als auch die Volkswirtschaft.

Mit der Fortführung der langjährigen Strategie des nachhaltigen Bauens sowie den dargelegten Massnahmen zu Energieeffizienz und Reduktion von Treibhausgasen, nimmt der Staat weiterhin seine Vorbildfunktion gegenüber der Bevölkerung und der Privatwirtschaft wahr. Der Staat sieht sich auch als Wegbereiter für nachhaltige Ideen wie innovative Anwendungen von Photovoltaik.

Durch eine systematische Erfassung der Energieverbrauchszahlen und Energiequellen wird der Erfolg der Massnahmen regelmässig überprüft. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse wird künftig in das jährliche Monitoring zur Energiestrategie 2030 unter der Massnahme 5.7 «Vorbildfunktion der öffentlichen Hand» einfliessen.

Die erzielten Erfolge sollen künftig vermehrt öffentlichkeitswirksam kommuniziert werden, um die erwünschte Nachahmung zu erreichen.

ZUSTÄNDIGES MINISTERIUM

Ministerium für Infrastruktur und Justiz

BETROFFENE STELLEN

Stabsstelle für staatliche Liegenschaften

Vaduz, 3. Mai 2022

LNR 2022-671

P

Sehr geehrter Herr Landtagspräsident,
Sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete

Die Regierung gestattet sich, dem Hohen Landtag nachstehende Postulatsbeantwortung an den Landtag zu unterbreiten.

I. **BERICHT DER REGIERUNG**

1. **ANLASS**

Das Postulat zur Vorbildfunktion des Staates im Bereich Klima und Energie der Postulantinnen und Postulanten Albert Frick, Franziska Hoop, Johannes Kaiser, Wendelin Lampert, Daniel Oehry, Bettina Petzold-Mähr, Sascha Quaderer, Sebastian Schädler, Daniel Seger und Karin Zech-Hoop wurde am 20. Oktober 2021 eingereicht. Es lautet wie folgt:

Die Regierung wird eingeladen, zu eruieren, welches Potenzial bei bestehenden, im Besitz des Staates befindlichen Gebäuden im Bereich der CO₂-Vermeidung und der Nutzung von erneuerbaren Energiequellen vorhanden ist, sofern diese saniert würden. Die Regierung soll sowohl aufzeigen, um wie viele Gebäude es sich handelt als auch eine Zielformulierung kundtun, bis wann diese staatlichen Gebäude klimaneutral und somit vollständig mit erneuerbareren Energieträgern (Wärme und

Strom) versorgt werden (zeitlicher Absenkungspfad, von wann bis wann fossile Energieträger eliminiert werden, inkl. dem Wie: Hülle, Fernwärme, Wärmepumpen, Photovoltaik etc.?).

Die Regierung wird zudem eingeladen, für alle sich in Planung oder im Bau befindlichen staatlichen Hochbauten (bspw. Schulbauten, Verwaltungsgebäude, Landesbibliothek und Landesspital) aufzuzeigen, wie Treibhausgasemissionen im laufenden Betrieb vermieden werden und eine höchstmögliche Energieeffizienz gewährleistet wird. Die Postulanten gehen davon aus, dass das zur Verfügung stehende Potenzial zur Energieeinsparung und zur Nutzung erneuerbarer Energie erschlossen wird. Dort wo noch möglich, wird die Regierung eingeladen, den Einsatz von Photovoltaik bei der Jurierung von Architekturwettbewerben als ein wesentliches Kriterium zu berücksichtigen.

Die Regierung wird weiter eingeladen, bei den in Planung oder im Bau befindlichen staatlichen Hochbauten aufzuzeigen, ob Fassaden für den Einsatz von Photovoltaik sinnvoll genutzt werden können. Es soll das Verhältnis von Kosten und Nutzen evaluiert werden und aufgezeigt werden, ob und wie ein solches Pilotprojekt oder Vorzeigebispiel realisiert werden kann.

Die Regierung wird abschliessend eingeladen zu prüfen, wie bei Neubauten aber auch bei Sanierungen oder Umbauten gewährleistet werden kann, dass diese im Sinne einer Kreislaufwirtschaft geplant und umgesetzt werden. Dies mit dem Ziel der Nutzung nachhaltiger Rohstoffe, der Schonung von materiellen und energetischen Ressourcen, sowie zum nachhaltigen Umgang mit dem immer knapper werdenden Deponieraum.

Begründung:

Der Klimawandel und so auch die Energiewende ist zwischenzeitlich wohl weltweit unbestritten. Die Herausforderung der aktuellen Zeit. Liechtenstein hinkt den gesetzten Zielen hinterher.

Nach Ansicht der Postulanten kann und muss Liechtenstein seinen Beitrag leisten oder bestenfalls gar eine Vorreiterrolle in einigen Bereichen übernehmen, was letztendlich zu einer positiven Ausstrahlung gegen Aussen führt.

Unter dem Motto „nachhaltig in die Zukunft“ hat die FBP mit einer Arbeitsgruppe und verschiedenen Gremien Klima- und Energieschwerpunkte erarbeitet. Die Arbeitsgruppe weist hier dem Staat eine Vorbildfunktion gegenüber der Bevölkerung zu - der Staat muss hinsichtlich Nachhaltigkeit voranschreiten, um auch von den Einwohnerinnen und Einwohnern einen essentiellen Beitrag abverlangen zu können. Dies ist bereits in der verabschiedeten Energiestrategie so erwähnt.

Die Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) hat in einer Aussendung im August [Medienmitteilung der EnDK (Konferenz Kantonaler Energiedirektoren) 20. August 2021] klar festgehalten, dass der „Energiehub Gebäude“ in Zukunft verstärkt in den Fokus rücken müsste. Es gelte die Energieeffizienz zu steigern, erneuerbar zu heizen und mehr Strom zu produzieren. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, dass Gebäude mehr und mehr zur zentralen Schaltstelle sowohl beim Verbrauch, als auch bei der Produktion und der Speicherung von Energie werden. Der Energiekonsum im Gebäude wird auf der einen Seite, durch die rasche Verbreitung von Wärmepumpen und der Elektromobilität, stark zunehmen. Die Gebäude werden aber auf der anderen Seite auch immer mehr zu Stromproduzenten – dies aufgrund des verstärkten Einsatzes von Photovoltaik-Anlagen. Bei einer flexiblen Verbrauchssteuerung, so die EnDK, spiele das Gebäude eine wichtige Rolle (z.B. beim Einsatz von Wärmepumpen) wie auch bei der Speicherung von Energie (z.B. in

Elektromobilen oder in thermischen oder elektrischen Speichern). Ebenfalls gelte es die Chancen der Digitalisierung zu nutzen.

Gerade bei den eigenen Gebäuden hat der Staat beim Einsatz von erneuerbaren Energiequellen hervorragende Möglichkeiten - sei dies bei Neubauten, Umbauten oder Sanierungen. Dieses Potenzial muss genutzt werden. Nach Ansicht der Postulanten sollte das Land Liechtenstein hierbei mit gutem Vorbild vorangehen und keinen Neubau oder Umbau realisieren, bei dem nicht alle sinnvollen Möglichkeiten der erneuerbaren Energiegewinnung ausgeschöpft wurden. Neben den Dächern sollen vermehrt auch Fassaden öffentlicher Hochbauten für die Stromerzeugung genutzt werden.

Fazit:

Der Staat muss seine Vorbildfunktion bei diesem wohl zentralsten globalen Thema für die nächsten Jahre wahrnehmen. Die staatlichen Hochbauten sind zum Teil grosse Energieverbraucher und bieten ein hervorragendes Potenzial zur Gewinnung von erneuerbarer Energie, welche nicht ungenutzt bleiben darf.

Der Staat muss in den nächsten Jahren seine Gebäude so ausgestalten, dass diese in puncto Klima-/ CO₂-neutralität und Energieeffizienz zukunftstauglich aufgestellt sind. Die Gebäude des Landes sollen zu nachhaltigen Energieverbrauchern und -quellen werden.

Die Postulanten bitten die Regierung für jedes Gebäude, ob Neubau, Umbau oder Sanierung, die Ziele und Massnahmen entsprechend transparent darzulegen. Dies sollte auch im positiven Sinne für die öffentliche Kommunikation genutzt werden. So kann der Staat nach bestem Wissen und Gewissen seine Vorbildfunktion öffentlich machen.

2. ALLGEMEINES

2.1 Von der Vision zum konkreten Handeln der Regierung

2.1.1 Energiestrategie 2030

Mit der Energiestrategie 2030 hat sich das Land Liechtenstein als substantieller Eigentümer und Nutzer von Gebäuden verpflichtet, nicht nur die Ziele der Strategie mitzutragen, sondern darüber hinaus eine Vorbildfunktion in der Energieeffizienz von Gebäuden einzunehmen. Gebäude spielen in allen drei Zielbereichen der Energiestrategie 2030 eine wesentliche Rolle. Dies sind:

Ziel 1: 20% Reduktion des Energiebedarfs bis 2030 durch Effizienzverbesserung¹
 → Sanierung Gebäudebestand und Erstellung von Neubauten nach höchstmöglichen Standards

Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030²
 → Photovoltaikanlagen auf Dachflächen und an Fassaden
 → Nutzung von erneuerbarer Energie im Gebäudebetrieb

Ziel 3: 40% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030³
 → Ersatz von Heizungen mit fossilen Brennstoffen durch CO₂-freie oder CO₂-reduzierte Heizsysteme (Fernwärme, Wärmepumpen, Biomasse)

¹ Das Ziel wird gemessen in der prozentualen, relativen Reduktion des Energiebedarfs (gemäss Energiestatistik) gegenüber dem Basisjahr 2008. Nicht erfasst ist damit die graue Energie in importierten Produkten und Dienstleistungen. Quelle: Energiestrategie 2030, S. 35, Ziel 1.

² 30% des Jahresenergiebedarfs im Jahr 2030 soll erneuerbare Energie sein, davon ca. 17% aus einheimischen, erneuerbaren Energieträgern gemäss Kategorie 1 (Als einheimische, erneuerbare Energie zählt nur die aus im Inland verfügbaren Ressourcen gewonnene Energie.) und ca. 13% aus importierten, erneuerbaren Energieträgern gemäss Kategorie 2 (Als importierte, erneuerbare Energie werden erneuerbares Gas, importiertes Holz oder Fernwärme ab der KVA Buchs gerechnet. Bei erneuerbarem Gas gelten nur physisch importierte Produkte, keine Zertifikate oder Herkunftsnachweise.). Quelle: Energiestrategie 2030, S. 37, Ziel 2.

³ 40% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 1990. Eine Reduktion um 30% soll mit Inlandsmassnahmen und weitere 10% unter Verwendung internationaler Marktmechanismen erreicht werden. Quelle: Energiestrategie 2030, S. 37, Ziel 3.

Die Energiestrategie 2030, welche sich ihrerseits an einer Energievision 2050 und der Klimavision 2050 orientiert, gibt den Zielpfad vor. Gerade im Bereich von Gebäuden mit Lebenszyklen von mehreren Jahrzehnten ist eine solche langfristige Zielvorgabe hilfreich für einen gezielten Einsatz finanzieller und personeller, aber auch materieller und energetischer Ressourcen.

2.1.2 Regierungsprogramm 2021 – 2025

Die übergeordneten Themen der Nachhaltigkeit und der Energieeffizienz haben auch im Regierungsprogramm für die aktuelle Legislaturperiode 2021 – 2025 eine grosse Bedeutung. Nachhaltigkeit im umfassenden Sinne ist das Grundgerüst, auf dem das Regierungsprogramm aufbaut. «Ökologisch nachhaltiges staatliches Handeln» ist eine der elf Leitlinien, welche für alle Handlungsbereiche der Regierung anzuwenden ist.

2.1.3 Standard Nachhaltigkeit staatlicher Hochbauten

Mit dem in Bearbeitung befindlichen «Standard Nachhaltigkeit staatlicher Hochbauten» haben die Regierung und die Stabsstelle staatliche Liegenschaften (SSL) künftig eine Leitlinie zur Verfügung, welche die übergeordneten Nachhaltigkeitsziele zusammenfasst, die anzuwendenden Nachhaltigkeitslabels für die staatlichen Hochbauten vorgibt und auch die Erfolgskontrolle in Form eines Monitorings definiert.

Das Monitoring umfasst Informationen zu den laufenden Hochbauprojekten aus der Sichtweise des nachhaltigen Bauens sowie den Stand zum Absenkpfad in Richtung vollständiger Vermeidung von Treibhausgasemissionen staatlicher Hochbauten.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse wird künftig in das jährliche Monitoring zur Energiestrategie 2030 unter der Massnahme 5.7 «Vorbildfunktion der öffentlichen Hand» einfließen.

Die Anliegen des gegenständlichen Postulates liegen damit in einem Bereich, welchem seitens der Regierung ein sehr hoher Stellenwert beigemessen wird. Zur Beantwortung des Postulates kann daher auf die bereits laufenden Arbeiten bei der SSL zugegriffen werden. Gleichzeitig bittet die Regierung um Verständnis, dass die zum Teil umfassenden Abklärungen zu einzelnen Bauten erst im Rahmen zeitintensiver Studien auf Ebene des einzelnen Projekts erbracht werden können. Die vorliegende Postulatsbeantwortung ist daher als Momentaufnahme nach dem aktuellen Stand der Abklärungen zu verstehen.

2.1.4 Immobilienportfolio des Landes Liechtenstein

Der Regierung dient die Liegenschaftsstrategie für Verwaltungsbauten des Landes als Grundlage für ein nachhaltiges Immobilienmanagement des Landes Liechtenstein. Die Liegenschaftsstrategie für Verwaltungsbauten⁴ wurde vor wenigen Monaten überarbeitet und umfasst einen Zeithorizont bis 2037.

Sanierungen von bestehenden Gebäuden im Eigentum des Landes Liechtenstein werden nach den für das jeweilige Objekt angemessenen Standards von Minergie mit den Zusätzen P, A und Eco zertifiziert, sofern die technischen Rahmenbedingungen dies zulassen. Bei umfassenden Sanierungen ist auch eine Zertifizierung nach SNBS möglich.

⁴ Die Liegenschaftsstrategie für Verwaltungsbauten ist ein verwaltungsinternes Planungsinstrument, welches laufend durch die Stabsstelle für staatliche Liegenschaften (ehemals Amt für Bau und Infrastruktur) angepasst wird. Ergibt sich aus der Liegenschaftsstrategie zu einem bestimmten Zeitpunkt ein konkretes Hochbauprojekt, dann wird dies selbstredend dem Hohen Landtag in der Form eines Bericht und Antrags der Regierung mit dem Antrag um einen Verpflichtungskredit zur Beschlussfassung vorgelegt. Einer Veröffentlichung der Liegenschaftsstrategie stehen insbesondere verhandlungstaktische Gründe entgegen. Es ist geplant nähere Informationen zur Liegenschaftsstrategie in den nächsten Hochbautenbericht aufzunehmen.

Liegenschaften, welche anderen Einschränkungen (zum Beispiel Denkmalschutzobjekte) unterliegen, werden nach einer Evaluation gemäss den technisch und architektonisch sinnhaften Möglichkeiten saniert und soweit machbar mit einem Energie- oder Nachhaltigkeitslabel zertifiziert.

2.2 Nachhaltiges Bauen

2.2.1 Bauen als Spiegel unserer Gesellschaft

Architektur und das Bauen waren über Jahrtausende geprägt durch die lokal vorhandenen Materialien, das lokale Klima und den jeweiligen Stand des bautechnischen Wissens. Diese boten einen definierten Rahmen, innerhalb dessen sich Architektur je nach Kulturkreis entfalten konnte. Die Bauten waren damit aus einer Selbstverständlichkeit heraus das, was wir heute als nachhaltig bezeichnen würden.

Die Moderne hat diesen Rahmen seit dem frühen letzten Jahrhundert in verschiedener Hinsicht gesprengt: Neue Materialien wie Stahl, Glas, Beton und Kunststoffe aber auch technische Errungenschaften wie fossile Heizungen und Kältemaschinen haben die Architektur von den lokalen vermeintlichen Fesseln entkoppelt. Viele unserer heute noch genutzten Gebäude stammen aus dieser Zeit, als noch alles grenzenlos möglich schien.

Erst mit den Energiekrisen in den Siebzigerjahren wurde langsam die Endlichkeit der natürlichen Ressourcen erkannt. Mit Waldsterben und Ozonloch tauchten weitere Umweltprobleme mit direktem Bezug zum Bauen auf. Mit der Klimaproblematik ist das Thema Bauen definitiv zu einem zentralen Handlungsfeld für eine nachhaltige Zukunft erkannt worden.

2.2.2 Nachhaltiges Bauen bedarf einer gesamtheitlichen Sichtweise

Mit der Reduktion der Betriebsenergie bei neuen energieeffizienten Bauten steigt der relative Anteil der sogenannten Grauen Energie, welche für die Erstellung eines Gebäudes notwendig ist. Diese Graue Energie und insbesondere die damit einhergehenden grauen Treibhausgasemissionen in der Erstellungsphase können heute über den Emissionen des Gebäudebetriebs während der nächsten Jahrzehnte liegen. Das Thema der Materialkreisläufe tritt damit zunehmend in den Fokus.

Nach einem anfänglichen Fokus auf das Thema Energie und Umwelt wurde der Themenkreis des nachhaltigen Bauens laufend erweitert: Die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutzer sind zu gewährleisten, darüber hinaus wirkt sich Bauen und Architektur aber auch auf die Gesellschaft als Ganzes aus. Standort und Nutzung definieren die vom Gebäude verursachten Mobilitätsströme mit ihren vielfältigen Auswirkungen auf Menschen und Gesellschaft.

Der dritte Themenkreis der Nachhaltigkeit, die Ökonomie, betrifft das Bauen ebenfalls in ausgeprägter Weise. Unsere gebaute Umwelt bindet riesige Summen finanzieller Mittel, vor allem aber müssen auch grosse Summen aufgewendet werden, diesen Bestand zu unterhalten und zu betreiben. Ein ökonomisch nachhaltiges Gebäude ist nicht das günstigste in der Erstellung, sondern dasjenige mit den niedrigsten Lebenszykluskosten.

2.2.3 Label zum Nachhaltigen Bauen

Die Navigation im vielfältigen Anspruchsfeld des nachhaltigen Bauens ist nicht einfach. Label zum nachhaltigen Bauen spielen hierbei eine wichtige Rolle. Label fassen komplexe Zusammenhänge auf einen gemeinsamen Nenner zusammen und machen Produkte vergleichbar. Im Alltag kennen wir dies beispielsweise aus Biolabeln für Lebensmittel. Um das Label zu erreichen, werden von der Produktion

ohne Einsatz von Pestiziden bis zum CO₂-minimierten Transport ins Geschäft verschiedenste Anforderungen gestellt. Unabhängige Institutionen gewährleisten durch Prüfmechanismen die Einhaltung der gestellten Anforderungen. Die Produkte mit Label sind in der Summe sowohl gut für die Umwelt als auch für die Konsumentinnen und Konsumenten. Das Biolabel ermöglicht mit minimalem Aufwand ein gemeinsames Verständnis zwischen dem Lebensmittelhändler und den Konsumentinnen und Konsumenten über die ökologische Qualität des Produktes.

Analog verhält es sich mit Labeln zum nachhaltigen Bauen. Auch diese fassen die vielfältigen Ansprüche an die Nachhaltigkeit mit Bezug auf das Bauen auf wenige Kennzahlen und in der Summe eine normierte Gesamtbewertung, wie z.B. «SNBS Gold», zusammen. Label schaffen einen Rahmen, um eine gesamtheitliche Sicht zu wahren und eine Tunnelsicht auf einzelne Herausforderungen zu vermeiden.

Erste Vorschläge für umfassende Label zum nachhaltigen Bauen entstanden in den Neunzigerjahren. Lange Zeit ein Nischenprodukt, sind diese heute soweit ausgereift, dass sie zunehmend in der Breite Anwendung finden. Parallel zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie technologischen und normativen Fortschritten werden die Anforderungen an die Label regelmässig verschärft.

Nachhaltigkeitslabel geben Klarheit über den gesamten Bauprozess von der Zielsetzung, der Bestellung, der Umsetzung bis zur abschliessenden Kontrolle. Label sind damit die Grundlage für die Kommunikation der Nachhaltigkeit zwischen allen am Bauprozess Beteiligten. Insbesondere bei professionellen Investoren und der öffentlichen Hand dienen diese als Kommunikations- und Kontrollinstrument des nachhaltigen Bauens.

2.2.4 Nachhaltiges Bauen bei staatlichen Hochbauten

Mit dem Thema «Ökologie bei öffentlichen Bauten und Anlagen» war die Regierung schon vor rund 25 Jahren befasst.

Seither unterstützt die zuständige Amts- bzw. Stabsstelle den Erfahrungsaustausch der öffentlichen Hand mit der Schweiz und in Liechtenstein. Aus der Gruppe zum Erfahrungsaustausch verschiedener Bauämter ist der Verein ecobau hervorgegangen, welcher verschiedene Hilfsmittel zum nachhaltigen Bauen erarbeitet hat. Diese bilden die Grundlage für die Zusatzbewertung nach «eco» innerhalb der Minergie-Labelfamilie.

Die Hilfsmittel und Label wurden bei verschiedenen Vorzeigeprojekten staatlicher Hochbauten in Liechtenstein auch konkret umgesetzt: Die 2003 fertiggestellten «Weiterführenden Schulen Triesen» waren eine der ersten Schulen, die mit dem Label Minergie ausgezeichnet wurden. Das Landesarchiv war das erste Archiv überhaupt, das die Auszeichnung Minergie-P entgegennehmen durfte.

Die Instrumente aus dem Umfeld von «ecobau» sind auch eine wesentliche Grundlage für den «Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz» SNBS. Der Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS Hochbau ist ein Baustandard mit zugehörigem Label des nachhaltigen Bauens, der die Bedürfnisse von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt gleichermaßen und umfassend in Planung, Bau und Betrieb mit einbezieht. Er deckt das Gebäude an sich plus den Standort im Kontext seines Umfeldes unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus einer Immobilie ab. Dieser Standardprozess wird bereits heute bei der SSL angewendet. Der Standard SNBS und das zugehörige Label bilden damit den Orientierungsrahmen für eine umfassende Sicht des nachhaltigen Bauens.

Die im Postulat erwähnten Themen der Energieeffizienz, der Vermeidung von Treibhausgasemissionen, der Nutzung erneuerbarer Energien und der Kreislaufwirtschaft sind allesamt Teilbereiche des SNBS. Die Ziele des Postulats sind damit grundsätzlich kongruent mit den Zielen der staatlichen Hochbauten in Sachen Nachhaltigkeit, welche sich auf den SNBS abstützen. Das jeweilige Projektteam hat

allerdings über energetische Belange hinaus die Aufgabe, auch die weiteren Kriterien des nachhaltigen Bauens im Blickfeld zu halten und eine lediglich partielle Lösungsfindung, allenfalls gar zum Nachteil anderer Erfordernisse, zu vermeiden.

2.3 Die Nachhaltigkeitsthemen des Postulats

2.3.1 Treibhausgasemissionen als Produkt einer Prozesskette

Das Postulat bezieht sich auf die Themen Energieeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energie und Vermeidung von Treibhausgasen. Diese drei Themen stehen in einer direkten Abhängigkeit voneinander. Die Treibhaus- bzw. CO₂-Emissionen eines Gebäudes ergeben sich aus den folgenden Faktoren:

$$\begin{array}{c}
 \text{CO}_2\text{-Emissionen eines} \\
 \text{Gebäudes}
 \end{array}
 =
 m^2
 *
 \frac{\text{Wärmebedarf}}{m^2}
 *
 \frac{\text{CO}_2 \text{ Emissionen}}{kWh}$$

- schlecht gedämmt - fossile Gasheizung
 - gut gedämmt - erneuerbare Energie

Abb. 1: Prozesskette der CO₂-Emissionen eines Gebäudes am Beispiel Heizung

An erster Stelle steht der Flächenbedarf. Jeder zusätzlich gebaute oder genutzte Quadratmeter verursacht einen Energieverbrauch. Eine Halbierung der gebauten Fläche halbiert die Energie und CO₂-Emissionen. Mit jeder zusätzlichen Fläche steigt zwangsläufig der Energieverbrauch. Im Umkehrschluss gilt, dass mit der Zusammenfassung von vielen kleinen Flächen an einem Standort der Energieverbrauch weiter reduziert werden kann.

Im nächsten Schritt der Prozesskette steht die Energieeffizienz in Form des Wärmebedarfs (oder auch Strom und Kühlbedarf) pro Quadratmeter Gebäudefläche. Alte schlecht gedämmte Gebäude haben einen hohen spezifischen Wärmebedarf.

Durch eine wärmetechnische Sanierung oder auch energieeffiziente Neubauten lässt sich der Energiebedarf weiter reduzieren.

Das dritte Glied in der Prozesskette ist die Wahl des Wärmeerzeugers und des Energieträgers. Eine fossile Gasheizung stösst CO₂-Emissionen vor Ort aus. Diese können vermieden werden, indem die Wärmeerzeugung beispielsweise durch eine Wärmepumpe erfolgt, welche mit CO₂-freiem Strom aus erneuerbarer Energie betrieben wird.

Dieses dritte Glied hat die grösste Wirkung in der Gesamtkette. Die Multiplikation mit dem Faktor Null ergibt bekanntlich Null. Es ist richtig, die Energieeffizienz eines Gebäudes zu verbessern und Energie einzusparen. Für die angestrebte vollständige Vermeidung von CO₂-Emissionen ist jedoch die Eliminierung fossiler Energieträger die zentrale Anforderung.

2.3.2 Energieeinsparung

Der Wärmeenergiebedarf von Wohngebäuden ist bis in die Mitte der Siebzigerjahre (nach Baujahr) konstant hoch (Dies bei heutigen Anforderungen an die Raumtemperatur. Alte Gebäude wurden früher nur teilweise und weniger hoch beheizt, wodurch der Energieverbrauch effektiv geringer war, als dies für dasselbe Gebäude heute der Fall ist). Erst mit den Energiekrisen der Siebzigerjahre hat ein Bewusstsein für die Endlichkeit der fossilen energetischen Ressourcen und deren Wertschätzung eingesetzt. Die energetischen Anforderungen an Gebäude wurden seitdem in regelmässigen Abständen verschärft. Energielabel wie Minergie waren dabei Wegbereiter für striktere gesetzliche Anforderungen.

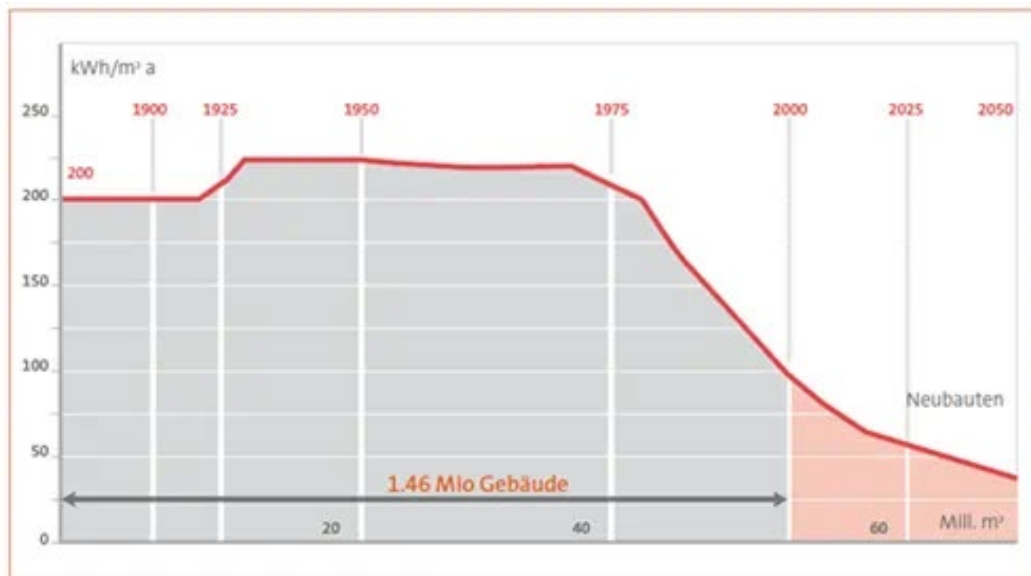


Abb. 2: Heizenergieverbrauch Wohngebäude in der Schweiz nach Baujahr
(Quelle: migrol.ch / EMPA)

Ein energieeffizienter Neubau benötigt nur noch rund ein Viertel der Energie im Vergleich zu einem Altbau. Mit einer wärmetechnischen Sanierung der Gebäudehülle lässt sich je nach betriebenem Aufwand ein Grossteil dieses Einsparpotenzials erschliessen.

Mit energieeffizienten Neubauten ist das wirtschaftliche Potenzial zur Einsparung von Heizenergie weitgehend ausgeschöpft. Der Fokus der Energieeinsparung verschiebt sich damit auf die weiteren Energieverbraucher im Gebäude.

Zunehmende Komfortansprüche, aber auch das wärmere Klima führen zu einem stark steigenden Stromverbrauch für die mechanische Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden. Eine klimagerechte Bauweise mit vernünftigem Glasanteil, einem guten Sonnenschutz und der Nutzung der Gebäudemasse zur Nachtauskühlung können den Energiebedarf für die Klimatisierung deutlich reduzieren.

Die Effizienz von Lüftungs- und Kälteanlagen lässt sich in der Planung stark beeinflussen. Richtig geplant und gebaut, kann der Stromverbrauch reduziert werden. Der Energieverbrauch von Lüftungs- und Klimaanlage ist abhängig von der Betriebsweise. Anlagen, die nach tatsächlichem Bedarf – z.B. durch automatische Steuerung nach dem CO₂-Gehalt der Raumluft – gesteuert werden, verbrauchen viel weniger Energie als Anlagen, welche nach einem fixen Zeitprogramm unabhängig der Nutzung laufen. Die Notwendigkeit einer mechanischen Lüftung und Klimatisierung ist je nach Standort und Nutzung zu entscheiden.

Die Beleuchtung ist ein weiterer Bereich, in dem technologische Fortschritte eine massive Energieeinsparung ermöglichen. Für Neubauten ist eine Beleuchtung auf Basis von LED eine Selbstverständlichkeit. Durch die Umrüstung von Bestandsbauten auf LED lassen sich auch hier relevante Energiemengen einsparen. Wie bei der Lüftung kann auch bei der Beleuchtung eine bedarfsabhängige Steuerung zusätzliche grosse Einsparungen bewirken. Dabei ist z.B. in einem Gruppenbüro die Grundbeleuchtung auf einem reduzierten Niveau. Arbeitsplatzleuchten mit Helligkeits- und Bewegungssensoren werden nur zugeschaltet, wenn ein effektiver Bedarf besteht.

2.3.3 Vermeidung von Treibhausgasen

Die Emissionen von Treibhausgasen – bei Energiesystemen sind dies vorwiegend CO₂-Emissionen – entstehen bei fossilen Brennstoffen vorwiegend am Ort der Verbrennung. In der Heizung wird der Brennstoff in Abgase umgewandelt, welche durch den Kamin entweichen.

Bei der Verwendung von Strom als Energiequelle fallen vor Ort keine CO₂-Emissionen an. Wird der Strom aber in einem Kohlekraftwerk produziert, so gibt es dort

sehr wohl erhebliche CO₂-Emissionen. Die Beschaffung von Strom aus erneuerbaren und CO₂-freien Quellen ist daher ein wichtiges Element einer CO₂-Vermeidungsstrategie.

Bei Biogas entweicht dieselbe Menge CO₂ durch den Kamin wie bei der Verbrennung von normalem fossilem Gas. Im Gegensatz zu fossilem Gas, das über Jahrmillionen gespeichertes CO₂ freisetzt, wird Biogas auf der Basis von Biomasse hergestellt, welche beim Wachstum die identische Menge CO₂ der Atmosphäre entnommen hat. In der Summe ist die CO₂-Bilanz ausgeglichen. Allerdings verursacht der Gesamtprozess zur Biogasherstellung doch einige treibhausgasrelevante Emissionen. Über die gesamte Prozesskette betrachtet kann durch einen Ersatz von Erdgas durch Biogas die Emission von CO₂-Äquivalenten (CO₂-eq) etwa halbiert werden. Biogas aus inländischen Quellen ist ökologisch vorteilhaft und sollte genutzt werden. Die Verfügbarkeit von Biogas aus Abfallquellen, wie beispielsweise Gülle, Küchenabfällen oder Klärschlamm ist jedoch im In- und Ausland nur beschränkt vorhanden, weshalb Biogas nur als Notlösung zu sehen ist. Biogas soll dort Anwendung finden, wo alternative Lösungen schlecht machbar sind, oder als Übergangstechnologie für Bauten, bei denen eine grössere Sanierung oder ein Rückbau absehbar ist. Die Umstellung auf Biogas ist analog der Beschaffung von erneuerbarem Strom eine rein buchhalterische Angelegenheit. Auf technischer Ebene sind keine Anpassungen notwendig.

Eine weitere Technologie, welche bei der Vermeidung von CO₂-Emissionen hilft, ist der Anschluss an die Fernwärme, welche mit Energie aus der Kehrrichtverbrennung gespeisen wird. Abfall besteht zu rund 50% aus erneuerbaren organischen Abfällen wie Papier, Karton und Holz. Die anderen 50% sind fossilen Ursprungs. Beide Anteile produzieren in der Verbrennung identisches CO₂, welches durch den Kamin entweicht. Ziel einer Abfallbewirtschaftung muss es sein, Abfälle zu vermei-

den und möglichst viele Materialien einer Wiederverwertung zuzuführen. Hier waren Liechtenstein und die Schweiz immer schon Vorreiter. Diese Bemühungen sind nicht nur weiterzuführen, sondern noch zu verstärken. Ab einem gewissen Verschmutzungsgrad ist eine thermische Nutzung jedoch ökologisch sinnvoller als eine Aufbereitung. In der Summe muss festgestellt werden, dass noch während vieler Jahre eine erhebliche Menge Restmüll anfallen wird. Die Verbrennung mit Reinigung der Abgase ist der ökologisch vorteilhafteste Entsorgungsweg. Die CO₂-Emissionen, die dabei entstehen, werden durch die Konsumentinnen und Konsumenten verursacht, welche die Abfälle generieren. Aus Sicht der Ökobilanz werden die Emissionen daher diesen Konsumprozessen angelastet. Umgekehrt kann die Nutzung der Abwärme aus der Kehrrechtverbrennungsanlage (KVA) als CO₂-neutral betrachtet werden. Es wird hier Abwärme genutzt, die sowieso entsteht. Durch die Nutzung der Abwärme wird kein zusätzliches CO₂ freigesetzt. Diese Betrachtungsweise wird in den Vollzugsinstrumenten des Schweizerischen Bundesamtes für Energie so gehandhabt.⁵ Künftig sollen KVAs zudem die CO₂-Emissionen auch effektiv durch CO₂-Abscheidung am Kamin reduzieren.⁶ Für den Anteil Abfälle biologischen Ursprungs wird die KVA damit sogar zu einer möglichen CO₂-Senke, bei der in der Gesamtbetrachtung CO₂ aus der Atmosphäre entnommen wird.

Die folgende Tabelle zeigt die direkten und indirekten CO₂-Emissionen verschiedener Energiesysteme. Indirekte Emissionen entstehen z.B. beim Transport von Holz aus dem Wald. Auch die Herstellung und der Bau von Photovoltaikmodulen geht

⁵ Faktenblatt Abwärme für den Umgang mit energie- und klimapolitischen Instrumenten – Bundesamt für Energie BFE – 1. Januar 2018.

⁶ An dieser Stelle kann auf die Vereinbarung zwischen dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) und dem Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen verwiesen werden. Die Betreiber verpflichten sich, bis 2030 Anlagen zur Abscheidung, Speicherung und Nutzung von CO₂ in Betrieb zu nehmen, um substantielle Mengen an CO₂ zu reduzieren (<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-87605.html>)

nicht ganz ohne Emission von Treibhausgasen, weshalb auch hier gewisse Restemissionen verbleiben.

Bei Wärmepumpen ist zu beachten, dass diese aus einer Einheit Strom rund vier Einheiten Wärme produzieren können. Die Emissionswerte reduzieren sich damit nochmals um den entsprechenden Faktor, womit diese praktisch CO₂-frei sind.

Bei der Fernwärme ist zu berücksichtigen, dass das Verteilsystem nicht in der Bilanz enthalten ist. Bei grossen Energieanlagen fällt allerdings die Infrastruktur im Vergleich zu den direkten Emissionen durch die Brennstoffe wenig ins Gewicht.

		kg CO ₂ -eq
Erdgas	kWh	0.228
Biogas	kWh	0.130
Heizöl EL	kWh	0.301
Fernwärme KVA Buchs	kWh	0.003
Fernwärme Holz	kWh	0.050
Wärme Blockheizkraftwerk Gas	kWh	0.127
Wärme Blockheizkraftwerk Biogas	kWh	0.079
Solarthermie	kWh	0.014
Li-Strom natur	kWh	0.027
PV- Eigenverbrauch	kWh	0.081

Abb. 3: Direkte und indirekte Treibhausgasemissionen (in kg CO₂-eq) für die Bereitstellung von einer kWh Endenergie (Quelle: KBOB / ecobau / IPB 2009/1:2016 (adaptiert))

2.3.4 Nutzung erneuerbarer Energie und Photovoltaik

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien fallen keine direkten CO₂-Emissionen an. Die Nutzung erneuerbarer Energie hilft damit, den Verbrauch fossiler Energie zu reduzieren und gleichzeitig CO₂-Emissionen zu vermeiden.

Die Stromerzeugung mittels Photovoltaik ist eine Möglichkeit der Erzeugung erneuerbarer Energie direkt am Gebäude. Die Kosten für Photovoltaik sind die letzten Jahre massiv gesunken. Bei Nutzbauten wie Bürogebäude oder Schulen fallen Strombedarf und Erzeugung oft zusammen, was einen hohen Anteil Eigenverbrauch ermöglicht. Bei einem hohen Anteil Eigenverbrauch sind Photovoltaikanlagen heute ohne Fördermassnahmen wirtschaftlich. Am effizientesten sind auf dem Dach installierte Anlagen. Die Montage ist einfach und die Sonneneinstrahlung ist am höchsten. Die Dachflächen eines Gebäudes sind begrenzt und insbesondere bei mehrgeschossigen Gebäuden kann nicht so viel Photovoltaik auf dem Dach installiert werden, wie dies wünschenswert wäre. An den Fassaden montierte Photovoltaikanlagen können hier Abhilfe schaffen. Bei südlicher Ausrichtung haben diese Anlagen zudem den Vorteil, dass ein relevanter Teil des Jahresertrages im Winter anfällt. In der Umsetzung und im Unterhalt sind Fassadenanlagen technisch und architektonisch viel anspruchsvoller als Dachanlagen. Will man architektonisch und ästhetisch hohen baukulturellen Anforderungen und somit auch der Vorbildfunktion des Staates im Bereich Architektur bzw. Kultur Rechnung tragen, muss man von günstigen Standardprodukten absehen und teurere massgeschneiderte und individuell gefertigte Produkte verwenden.

Eine weitere verbreitete Form der Nutzung erneuerbarer Energie ist die thermische Nutzung von Solarenergie. Dabei wird die Sonnenstrahlung direkt in Form von Wärme genutzt und in Wassertanks gespeichert. Besonders effizient ist die Technologie bei einem hohen Bedarf an Warmwasser, da hier auch im Sommer, wenn viel Sonne scheint, ein hoher Energiebedarf besteht. Verschiedene Schulen im Land bereiten daher das Warmwasser für Duschen mit solarer Unterstützung auf. Die Technologie hat allerdings auch ihre Tücken. In den Sommerferien, wenn kein Bedarf besteht, werden die Kollektoren sehr heiss, was die Materialien belastet. Schlechte Planung und undichte Ventile können dazu führen, dass in der Nacht mit fossiler Energie erzeugte Wärme in die Kollektoren entweicht. Die Kosten für

solarthermische Kollektoren haben sich in den letzten zehn Jahren kaum verändert. Die Kombination aus Wärmepumpe und Photovoltaik ermöglicht die Bereitstellung von Wärme ohne die oben erwähnten Probleme. Überschüssiger Strom wird ins Netz eingespeisen. Bei fehlender Sonneneinstrahlung wird Strom vom Netz bezogen. Der Markt für thermische Solaranlagen ist die letzten Jahre daher sehr stark eingebrochen.

Holzfeuerungen nutzen ebenfalls einen erneuerbaren Energieträger. Verschiedene öffentliche Gebäude werden mit Hackschnitzelfeuerung beheizt. Hackschnitzelfeuerungen bedürfen einer regelmässigen Betreuung. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist nur bei Grossanlagen möglich. Diese bedienen ein grosses Objekt oder mehrere Gebäude sind mittels Nah- oder Fernwärme an eine grosse Anlage angeschlossen. Ein grosser Vorteil von Hackschnitzeln ist die Möglichkeit der einfachen saisonalen Speicherung. Während des ganzen Jahres geschlagenes und gelagertes Holz wird bei Bedarf gehackt und angeliefert. Ein weiterer Vorteil ist das hohe mögliche Temperaturniveau. Hackschnitzelfeuerungen eignen sich daher auch für die Beheizung von Altbauten oder der Erzeugung von Prozessenergie in der Industrie. Die maximal nutzbare Menge Holz für Hackschnitzel ist begrenzt. Hochwertiges Holz wird im Idealfall zuerst einer baulichen Nutzung zugeführt und erst in einigen Jahrzehnten als Altholz verfeuert.

Wärmepumpen nutzen rund 25% Strom und 75% Umweltwärme aus Luft, Boden oder Grundwasser zur Erzeugung einer Einheit Wärme.

2.3.5 Kreislaufwirtschaft⁷

Die Technologie und das Wissen für einen energieeffizienten und CO₂-freien Betrieb von Neubauten sind heute allgemein verfügbare und bezahlbar. Damit tritt zunehmend der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen für die Herstellung von Baumaterialien in den Vordergrund. Diese sogenannte «Graue Energie» und insbesondere die «Grauen CO₂-Emissionen» sind bei einem Neubau in der gleichen Grössenordnung oder sogar dominant gegenüber der Betriebsphase. Das heisst, dass am Tag der Inbetriebnahme des Gebäudes bereits ein Grossteil des Umweltschadens über die gesamte Lebensdauer verursacht wurde.

Für das Bauen werden riesige Materialmengen verschoben. Ein Teil davon wird als Bauwerk zwischengelagert. Während früher bei einem Abbruch die meisten Materialien in einer Deponie gelandet sind, wird das Bauwerk vermehrt als Rohstoffspeicher gesehen. Im Idealfall könnten wir für den Bau von Neubauten auf die Materialien aus dem Rückbau alter Gebäude zurückgreifen, ohne der Natur neue Materialien entnehmen zu müssen oder Altmaterialien dort deponieren zu müssen.

Beim sogenannten «Cradle to Cradle» Konzept wird zwischen dem natürlichen und dem technischen Kreislauf unterschieden. Die Materialarten aus den beiden Kreisläufen sind so zu verarbeiten, dass sie wieder getrennt werden können. Materialien aus dem natürlichen Kreislauf sind z.B. eine Dämmung aus Flachs oder ein Teppich aus reiner Wolle. Diese natürlichen Materialien können am Ende der Lebensdauer zurück in die Natur entlassen werden, wo sie durch natürliche Prozesse abgebaut werden. Materialien des technischen Kreislaufs wie Metalle und Kunststoffe sind so sortenrein zu halten, dass diese im Prinzip unendlich oft recycelt werden können.

⁷ Fachinformation des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) zur Kreislaufwirtschaft unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/kreislaufwirtschaft.html>

Für Gebäude wichtig ist die Trennung zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur. Damit können kurzlebige Systeme wie Elektroinstallationen oder Trennwände erneuert werden, ohne in die primäre Tragstruktur eingreifen zu müssen. Dies verlängert die Lebensdauer von Gebäuden und ermöglicht eine einfachere Materialtrennung.

So einfach und plausibel das Konzept einer Kreislaufwirtschaft tönt, so anspruchsvoll ist die konkrete Umsetzung. Ein Parkgeschoss im Grundwasser erfordert beispielsweise umfassende Abdichtungsmassnahmen. Solche lassen sich kaum sortenrein im Sinne einer Kreislaufwirtschaft umsetzen. Die Lösung wäre ein Verzicht auf das Parkgeschoss – mit diversen Konsequenzen für ein Gesamtprojekt.

Die absolute Forderung nach geschlossenen Kreisläufen ist auch fallweise zu hinterfragen. Recyclingbeton schont beispielsweise Deponieraum und den Bedarf an Kiesressourcen. Die CO₂-Emissionen sind jedoch tendenziell etwas höher als beim Bauen mit Primärbeton und die technischen Voraussetzungen für Recyclingbeton sind für den jeweiligen Einsatz zu prüfen.⁸

Generell lief die Tendenz im Bauwesen mit vielen Anstrichen, Klebern und hochleistungsfähigen Verbundmaterialien die letzten Jahrzehnte eher in eine andere Richtung als im Konzept der Kreislaufwirtschaft gefordert. Hier braucht es ein Mit- oder eben Umdenken bei allen Beteiligten und auch die Bereitschaft zu Kompromissen. Kreislaufwirtschaft nimmt bei einer konsequenten Umsetzung Einfluss auf die Architektur bzw. diese entwickelt sich unter Beachtung deren Grundprinzipien.

Es genügt auch nicht, kreislauffähig zu bauen. Diese Materialien werden erst in einigen Jahrzehnten in den Baukreislauf zurückgeführt. Es müssen auch schon

⁸ Siehe Studie zum Einsatz von Recyclingbeton im Hochbau, 2021 erschienen, Herausgeber: Kantonales Hochbauamt Thurgau, Verfasser: Dr. Deuring + Oehninger AG, Winterthur (<https://umwelt.tg.ch/public/upload/assets/111358/Einsatz-von-Recyclingbeton-im-Hochbau.pdf>).

heute Sekundärmaterialien verwendet werden, um bei den Herstellern Anreize zu schaffen, sich mehr in diese Richtung zu engagieren.

Ein positives Signal im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist die zunehmende Verbreitung von Holzbauten. Es ist dabei zu beachten, dass die Wahl von Holz als Konstruktionsmaterial für die Primärstruktur ein Schritt in die richtige Richtung ist, alleine aber noch nicht genügt, um ein Gesamtgebäude im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zu realisieren.

3. BEANTWORTUNG DES POSTULATES

Das Postulat wurde vom Hohen Landtag in der Sitzung vom 1. Dezember 2021 an die Regierung überwiesen. Die Regierung beantwortet dieses Postulat bis zur vierten Landtagssitzung nach dessen Überweisung und damit fristgerecht (Art. 7 Abs. 2 Geschäftsverkehrs- und Verwaltungskontrollgesetz). Jedes Gebäude ist ein «Unikat» und in Bezug auf bauliche Massnahmen sind Einzelstudien erforderlich, die das jeweilige Objekt berücksichtigen müssen. Die vorliegende Beantwortung stellt damit eine Momentaufnahme dar.

3.1 Gebäudecluster

Das Land Liechtenstein besitzt 66 Liegenschaften und ist in 36 weiteren eingemietet. Zum Zweck der Postulatsbeantwortung werden diese in Clustern zusammengefasst, so wie das auch im Postulat bereits teilweise gemacht wurde. Es werden aus heutiger Sicht folgende Cluster betrachtet, welche sich dadurch unterscheiden, ob sie in der Energie- und CO₂-Gesamtbilanz des Landes Liechtenstein enthalten sind oder nicht:

Staatlich subventionierte Hochbauten Dritter	
Mietobjekte mit mittel- bis langfristiger Nutzung	nicht enthalten
Mietobjekte, welche abgestossen werden	
Botschaften: gemietete Gebäude	
Botschaften: eigene Gebäude	künftig in Übersicht enthalten
Bestand Liegenschaften: beheizt und längerfristig genutzt	
Liegenschaften mit absehbarem Ende der Lebensdauer	In Gesamtübersicht und Potenzialanalyse zu Energie und CO₂-Emissionen enthalten
Liegenschaften, die verkauft werden sollen	
Neubauten in Planung und Bau	künftig in Übersicht enthalten sobald Messwerte vorliegen
Unbeheizte Liegenschaften	nicht enthalten

Abb. 4: Clusterbildung der staatlichen Liegenschaften Hochbau und Einbezug in Energie- und CO₂-Gesamtbilanz

Bestand Liegenschaften: beheizt und längerfristig genutzt

Der Fokus liegt auf im Eigentum des Staates befindlichen inländischen Gebäuden, die auch längerfristig als Verwaltungs-, Schul- und Kulturbauten genutzt werden sollen. Dieser Cluster wird in der Detailbetrachtung in Kapitel 3.2 noch weiter aufgeschlüsselt nach Gebäudegruppen mit vergleichbaren umzusetzenden Massnahmen.

Liegenschaften, die verkauft werden sollen

Die Regierung beabsichtigt, das Immobilienportfolio des Landes Liechtenstein zu bereinigen und Gebäude ohne strategische Bedeutung abzustossen. In diese Liegenschaften sollen daher keine grösseren Investitionen mehr erfolgen.

Diese Gebäude sind in der Gesamtrechnung zu den CO₂-Emissionen enthalten, solange sich diese in staatlichem Eigentum befinden.

Liegenschaften mit absehbarem Ende der Lebensdauer

Einzelne Gebäude haben aufgrund ihres Alters und der zu Grunde liegenden Gebäudestruktur das Ende ihrer Lebensdauer erreicht. Eine sinnvolle Nutzung ist mittelfristig nicht mehr gegeben. Auch für diese Liegenschaften werden keine grösseren Investitionen mehr getätigt.

Diese Gebäude sind in der Gesamtrechnung zu den CO₂-Emissionen ebenfalls enthalten, vorausgesetzt, diese werden beheizt.

Botschaften

Eine besondere Rolle nehmen die sechzehn Botschaftsgebäude ein, welche als Residenzen und Kanzleien dienen. Sieben Gebäude werden gemietet. Neun Gebäude in Berlin, Bern, Brüssel, New York, Strassburg und Washington sind im Eigentum des Staates. Die Gebäude werden lokal verwaltet, der Unterhalt und grössere bauliche Eingriffe wie Sanierungen werden jedoch von der SSL betreut. Zu den Botschaftsgebäuden liegen noch keine detaillierten Angaben zum Energieverbrauch und zum energetischen Zustand der Gebäudehülle vor.

Im Rahmen weiterer Abklärungen sollen auch diese im Eigentum des Staates befindlichen Gebäude energetisch beurteilt werden. Nebst den hohen Zielsetzungen, wie sie auch für Bauten in Liechtenstein gelten, sind dabei auch die dortigen lokalen Vorschriften und allfällige ortsübliche Label zu beachten.

Künftig sollen diese Gebäude im Ausland auch in die CO₂-Bilanz der staatlichen Bauten aufgenommen werden.

Unbeheizte Liegenschaften

Gebäude ohne Heizung emittieren kein CO₂ und werden daher nicht näher betrachtet. Dazu gehören z.B. verschiedene Telefonzentralen. Die Telefonzentralen sind an die Telecom vermietet und weisen zum Teil funktionsbedingt einen hohen Strombedarf auf. Das Potential für allfällige Stromeinsparmassnahmen wird zu einem späteren Zeitpunkt untersucht. Weitere Gebäude in dieser Kategorie sind das WC auf der LKW-Spur in Schaanwald oder das Zollhaus im Steg, welches nicht genutzt und nicht beheizt wird.

Diese Liegenschaften werden in der Gesamtübersicht zum Energieverbrauch und der CO₂-Emissionen nicht aufgeführt.

Mietobjekte

36 Gebäude werden vom Staat gemietet. Gemäss der Liegenschaftsstrategie für Verwaltungsbauten soll langfristig der Bedarf an staatlichen Hochbauten, welche zur Erfüllung der erforderlichen Kernaufgaben des Staates notwendig sind, durch Liegenschaften im Eigentum des Landes Liechtenstein sichergestellt werden. In Umsetzung der Liegenschaftsstrategie für Verwaltungsbauten strebt die Landesverwaltung deswegen an, aus diversen Mietobjekten auszuziehen.

Grundsätzlich hat der Staat als Mieter bei laufenden Mietverträgen – abgesehen von Betriebsoptimierungen – keine Möglichkeit zur direkten Einflussnahme auf energetisch bauliche Massnahmen an der Hülle oder die Wärmeerzeugung eines Mietobjektes.

Bei Gebäuden, für welche mittel- bis langfristig eine Nutzung als Mieter absehbar bleibt, wird der Staat dennoch seinen Anspruch einer Vorbildfunktion geltend machen. Er wird diesbezüglich jede Liegenschaft und die Möglichkeiten individuell

beurteilen und mit den Eigentümern das Gespräch suchen. Bei einzelnen Liegenschaften wäre z.B. der Anschluss an die Fernwärme mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich. Bei Gebäuden mit Gasheizung wäre die Umstellung auf 100% Biogas kurzfristig und grundsätzlich jederzeit möglich.

Sollte sich in Zukunft die Notwendigkeit der Miete einer Liegenschaft ergeben oder bei allfälligen Erneuerungen von Mietverträgen, wird der Staat künftig vermehrt darauf achten, das Thema Energieeffizienz und CO₂-Emissionen in die Betrachtung und Vertragsverhandlungen aufzunehmen.

Mietobjekte werden in der Gesamtübersicht zum Energieverbrauch und den CO₂-Emissionen nicht aufgeführt.

Staatlich subventionierte Hochbauten Dritter

Der Staat richtet für gewisse Hochbau-Projekte Dritter Subventionen aus. Dazu zählen z.B. Bauten der Liechtensteinischen Alters- und Krankenhilfe (LAK) oder Sportstätten von landesweitem Interesse. Die Voraussetzungen zum Erhalt von Landessubvention sind im Subventionsgesetz bzw. in Verordnungen geregelt.

Es ist zu prüfen, ob die Voraussetzungen für den Erhalt von Landessubventionen in Bezug auf Nachhaltigkeitsstandards verschärft werden sollen. Dabei wird auch die geplante Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie II⁹ mittels Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE_n)¹⁰ sowie die vom Hohen Landtag an die Regierung überwiesenen Motionen betreffend Photovoltaikpflicht zu berücksichtigen sein.

⁹ Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

¹⁰ Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE_n), Ausgabe 2014, der Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK).

Subventionierte Liegenschaften Dritter werden in der Gesamtübersicht zum Energieverbrauch und der CO₂-Emissionen nicht aufgeführt.

Neubauten in Planung und im Bau

Der Gesamtprozess vom Finanzbeschluss im Landtag über den Architekturwettbewerb zur Planung und Umsetzung dauert bei der Komplexität staatlicher Hochbauten mehrere Jahre. Es ist zu beachten, dass der vom Landtag genehmigte Verpflichtungskredit für die Gebäude die jeweiligen energetischen Anforderungen bzw. deren Kosten bereits im jeweiligen Bericht und Antrag umfasst. Wesentliche nachträgliche Änderungen würden Mehrkosten und Zeitverzögerungen verursachen. Eine weitere Limitation ergibt sich dadurch, dass die Resultate eines Architekturwettbewerbs urheberrechtlich geschützt sind, was Anpassungen an einem prämierten Projekt nach Abschluss eines Architekturwettbewerbs weiter erschwert.

Da bisher erst für einzelne sich im Bau befindliche Gebäude berechnete Energiewerte vorliegen, wurden diese nicht in die Gesamtübersicht aufgenommen. Dies wird gemacht, nachdem die ersten Messwerte vorliegen.

3.2 Bestandsbauten

3.2.1 Ist-Zustand

Im Jahr 2022 wurden 38 von 50 beheizten staatlichen Hochbauten ganz oder teilweise mit fossilen Brennstoffen beheizt: 26 mit Gas, fünf mit Öl und sieben mit kombinierten Heizsystemen (fossiler Brennstoff mit Wärmepumpe oder Fernwärme). Betrachtet man die Energiemenge, so waren 52% fossilen Ursprungs, d.h. die wesentliche Quelle der CO₂-Emissionen. Eine Übersicht des Ist-Zustands des Wärmeverbrauchs und der Treibhausgasemissionen unterteilt nach Energieträger ist der nachfolgenden Abbildung 5 zu entnehmen.

Insgesamt zeigt die Auswertung des Ist-Zustands, dass das Gesamtportfolio der staatlichen Hochbauten Treibhausgasemissionen von 1'113 t CO₂-Äquivalenten verursacht.

Ist-Stand

Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträger

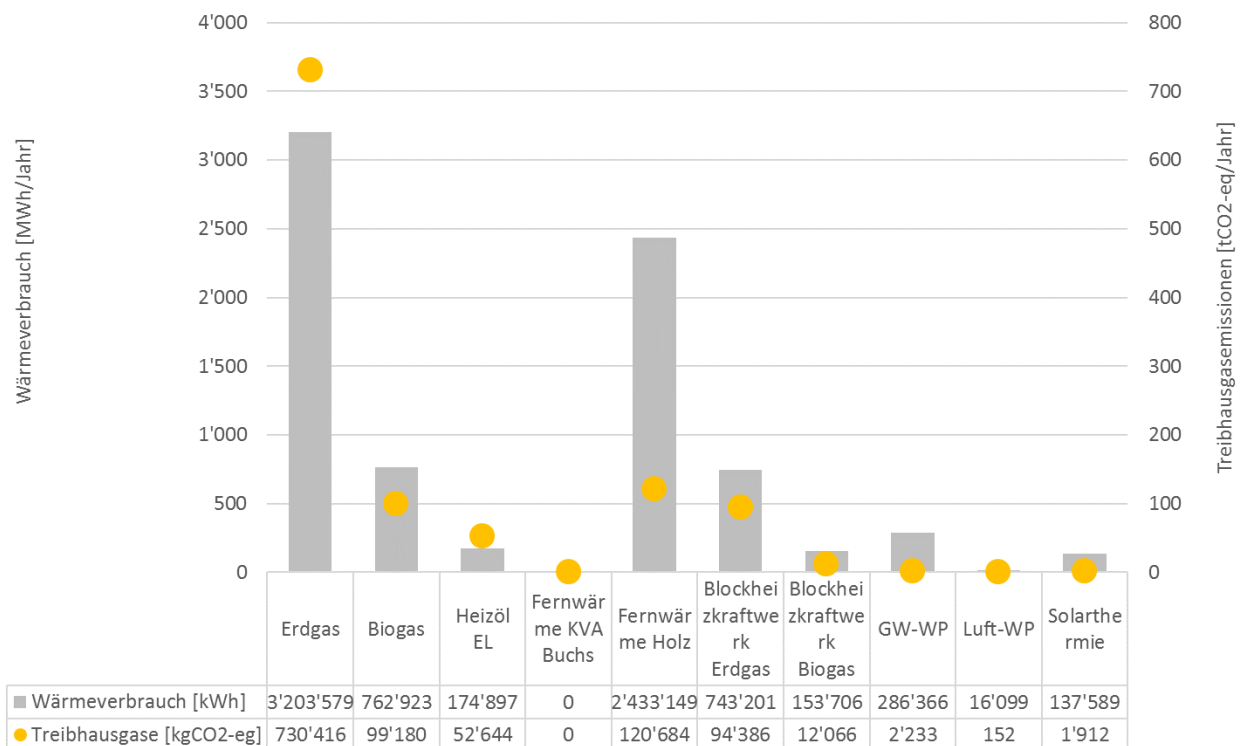


Abb. 5: Energiemengen und CO₂-Emissionen nach Energieträgern für die Wärmeerzeugung

Die folgende Abbildung 6 zeigt eine Übersicht aller beheizten Liegenschaften im Eigentum des Staates. Auf der horizontalen x-Achse ist die Energieeffizienz dargestellt. Je weiter rechts sich ein Kreis befindet, desto mehr Wärmeenergie wird pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr konsumiert. Energieeffiziente Gebäude, dies sind meistens gut gedämmte und kompakte Gebäude, sind in der Graphik links zu finden. Auf der vertikalen y-Achse sind die spezifischen CO₂-Emissionen pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr dargestellt. Die Kreisfläche

entspricht den gesamten CO₂-Emissionen einer Liegenschaft pro Jahr für die Wärmebereitstellung. Idealerweise befinden sich die Liegenschaften möglichst weit links unten: sie haben einen geringen Wärmeenergiebedarf und dieser wird CO₂-frei bereitgestellt.

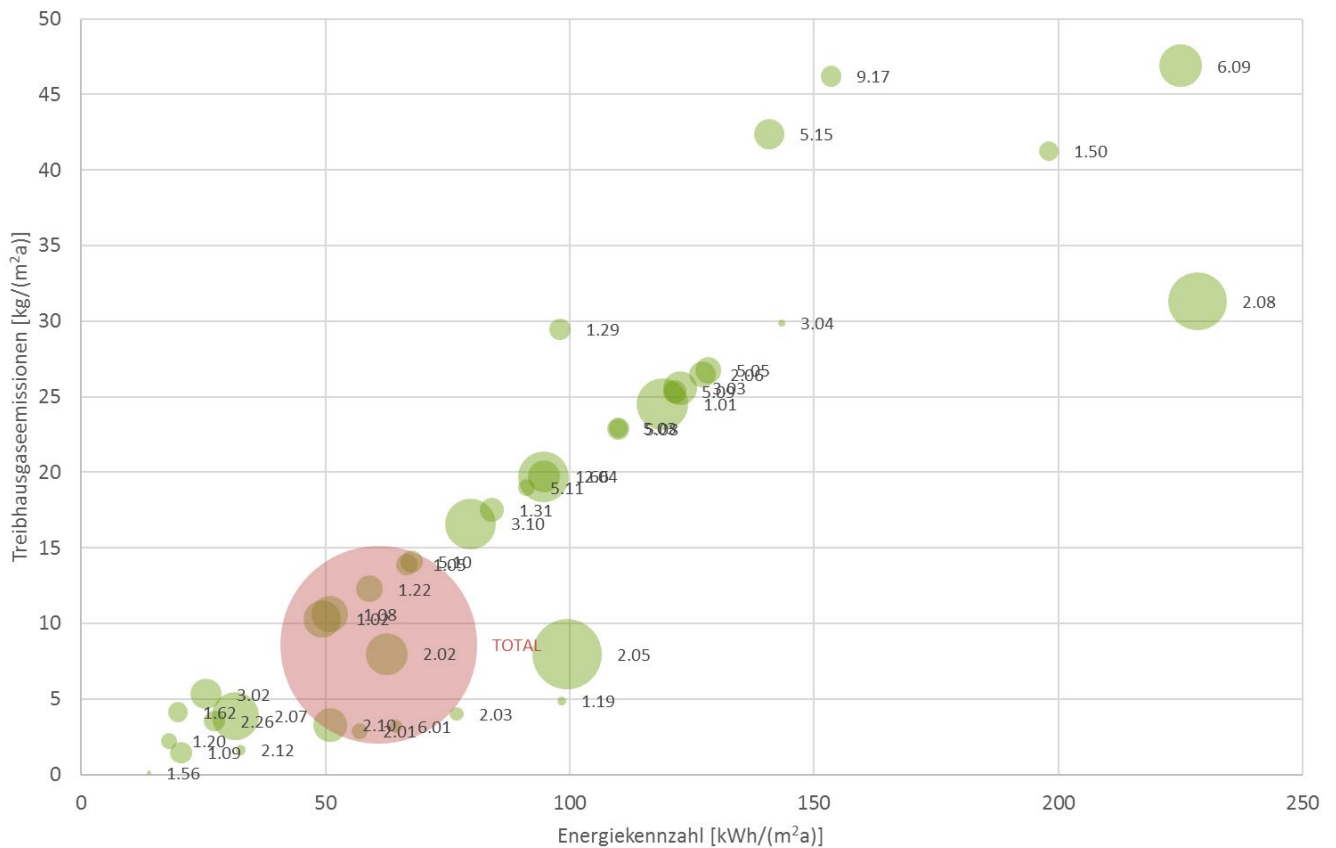


Abb. 6: Spezifischer Wärmeenergieverbrauch und CO₂-Emissionen pro m² und Jahr. Die grüne Kreisfläche entspricht den jährlichen CO₂-Gesamtemissionen einer Liegenschaft (Nummer entspricht der Gebäude-Nr.). Der rote Kreis zeigt die Gesamtsumme des Portfolios (Datenbasis: 2020). Die aufgeführten Nummern entsprechen der verwaltungsinternen Gebäudenummerierung.

Energieeffizienz

Betrachtet man die Verteilung in Richtung x-Achse, so wird ersichtlich, dass es sehr grosse Unterschiede in der Energieeffizienz gibt. Gut gedämmte Gebäude wie das Landesarchiv (1.56) oder das energetisch sanierte und kompakte Verwaltungsgebäude Äulestrasse 38 (1.62) fallen hier positiv auf. Sehr weit rechts liegen Gebäude mit hohem Energieverbrauch wie der Landeswerkhof (6.09). Diese kaum gedämmte Industriehalle hat einen sehr hohen Heizenergiebedarf. Beim Objekt Hallenbad SZU (2.08) ist der hohe Wärmeenergiebedarf primär der Nutzung geschuldet.

Spezifische CO₂-Emissionen

Die vielen noch mit Gas beheizten Gebäude des Landes Liechtenstein liegen auf einer Linie. Dies ergibt sich aus dem festen Verhältnis der CO₂-Emissionen zur Bereitstellung einer Einheit Wärme. Alle staatlichen Hochbauten basieren auf einem Mix von 20% Biogas und 80% fossilem Gas. Je energieeffizienter die Gebäude sind, desto kleiner sind die Gesamtemissionen. Solange die Gebäude mit Gas beheizt werden, kann aber kein CO₂-freier Betrieb erreicht werden.

Oberhalb dieser Linie der Gasgebäude liegen die drei Gebäude mit Ölheizung (Gamanderhof Schaan (1.29), Zollwohnhaus Nr. 61, Ruggell (5.15) und das Haus Kaiser, Schaanwald (9.17)). Sie haben die höchsten CO₂-Emissionen pro bereitgestellte Wärmeeinheit. Da dies jedoch kleine Gebäude sind, ist deren Gesamtbeitrag zu den Emissionen absolut gesehen eher gering.

Liegenschaften mit CO₂-freier Wärmebereitstellung

Etwa ein Fünftel der 50 beheizten Liegenschaften hat schon heute eine weitgehend CO₂-freie Wärmeversorgung. Diese finden sich in der obigen Graphik nahe der x-Achse.

Dazu gehört z.B. das Landesarchiv (1.56) mit einer Wärmepumpe. Da diese seit 2020 mit LiStromNATUR betrieben werden, entstehen für die Gebäudeheizung in Liechtenstein keine CO₂-Emissionen. Aber auch bei einer Sichtweise über die Landesgrenzen hinaus, können diese praktisch als CO₂-neutral betrachtet werden.

Eine weitere Gruppe von Liegenschaften mit niedrigem CO₂-Ausstoss sind Gebäude, welche durch Fernwärme, vorwiegend ab Hackschnitzelfeuerungen, beheizt werden. Dazu zählen das Jugendhaus Malbun (2.03), die Musikschulen Eschen (2.12) und Triesen (2.26), die Weiterführenden Schulen Triesen (2.02), die Realschule Balzers (2.01), das Schulzentrum Mühleholz (2.05 und 2.10) und der Landeswerkhof Triesenberg (6.01).

Liegenschaften mit mehreren Wärmeerzeugungssystemen

Einzelne Liegenschaften wie das Schulzentrum Unterland (2.07) und das Gebäude der Landespolizei (1.09) weisen mehr als ein Wärmeerzeugungssystem auf, meistens eine Kombination aus fossilen und erneuerbaren Systemen. Die spezifischen Emissionen liegen damit im Mittelfeld zwischen diesen beiden Systemen.

Datenlücken

Bei einem Gebäude mit Gasheizung ist es einfach, den jährlichen Energieverbrauch zu eruieren. Bei komplexen Liegenschaften wie dem Hallenbad Unterland mit mehrfacher Wärmeerzeugung, Wärmerückgewinnung und Abgrenzung verschiedener Nutzungen ist eine korrekte Energiebilanz nur möglich, wenn die entsprechenden Energiezähler vorhanden sind. Dies ist heute noch nicht überall der Fall. Für die Energiebilanz 2020 mussten daher einige Annahmen und Abschätzungen getroffen werden. Durch die Nachrüstung mit Energiezählern und einem systematischen Monitoring soll künftig eine genauere Energiebilanz ermöglicht werden.

3.2.2 Energieeinsparung im Bestand

Eine Energieeinsparung durch eine verbesserte Wärmedämmung ist grundsätzlich in mehrfacher Hinsicht sinnvoll: wertvolle energetische Ressourcen – unabhängig, ob erneuerbar oder nicht – werden geschont und die CO₂-Emissionen proportional zum Energieverbrauch gesenkt. Das Potential und die Sinnhaftigkeit müssen für jedes Gebäude individuell betrachtet werden.

Folgende Gründe könnten bei bestimmten Bauten gegen energetische Sanierungsmassnahmen an der Gebäudehülle sprechen:

Wirtschaftlichkeit

Die spezifischen Kosten in Franken pro eingesparter kWh Wärmeenergie variieren sehr stark. Während die Kosten für eine Dachdämmung im Rahmen einer sowieso anstehenden Dachsanierung niedrig sind (z.B. Polizeigebäude oder Schulzentrum Mühleholz), ist die Dämmung einer Klinkerfassade so teuer, dass dies nicht mehr sinnvoll ist.

Eine energetische Sanierung muss über viele Jahre abgeschrieben werden. Bei Gebäuden aus den Clustern «Liegenschaften, die verkauft werden sollen» und «Liegenschaften mit absehbarem Ende der Lebensdauer» ist die notwendige Abschreibedauer nicht gegeben, so dass sich eine Sanierung nicht rechtfertigen lässt. Bei diesen Liegenschaften sind daher keine Massnahmen an der Gebäudehülle vorgesehen.

Denkmalschutz und Architektur

Verschiedene Gebäude im Eigentum des Staates stehen unter Denkmalschutz. Eine tiefgreifende energetische Sanierung ist ohne erheblichen Eingriff in das Erscheinungsbild nicht möglich. Hierzu zählen z.B. das Regierungsviertel mit Regierungsgebäude, Schädlerhaus, Rheinbergerhaus und Landesmuseum.

Energetische Massnahmen beschränken sich hier auf kleinere Massnahmen wie Dachdämmungen, Fenster etc., wenn möglich im Rahmen von anstehenden Sanierungsarbeiten.

Auch das Schulzentrum Mühleholz I steht unter Denkmalschutz. Eine umfassende energetische Sanierung ist ohne massiven Eingriff in das Erscheinungsbild mit der hochwertigen Klinkerfassade nicht möglich. Punktuell werden aber laufend Massnahmen umgesetzt (neue Fenster, Dachsanierungen, einzelne Aussenwände).

Auch bei Liegenschaften wie dem Landtagsgebäude oder dem Kunstmuseum wäre eine energetische Sanierung ein sehr teurer Eingriff und würde das Erscheinungsbild der Gebäude deutlich verändern. Es sind daher keine Massnahmen vorgesehen.

Liegenschaften, die verkauft werden sollen

Die Liegenschaften, die verkauft werden sollen, haben tendenziell auch das Ende ihrer Lebensdauer erreicht. Es werden daher insbesondere keine Sanierungsmassnahmen an der Gebäudehülle mehr vorgenommen.

Liegenschaften mit absehbarem Ende der Lebensdauer

Auch bei Liegenschaften, für welche ein Ende der Lebensdauer absehbar ist, werden keine grösseren Investitionen an der Gebäudehülle mehr getätigt.

Energetische Sanierungsmassnahmen im Gesamtportfolio

Mit Blick auf das Gesamtportfolio wird ersichtlich, dass der weitaus überwiegende Teil der Liegenschaften in folgende Kategorien fällt:

- Gebäude neueren Datums mit energetisch guter Gebäudehülle
- bereits umfassend sanierte Gebäude (z.B. Jugendhaus Malbun, Realschule Balzers, Schulgebäude Giessen Vaduz)

- Gebäude mit bereits geplanter Sanierung (Post- und Verwaltungsgebäude Vaduz)
- Gebäude mit Einschränkungen aufgrund «Denkmalschutz und Architektur» und «Wirtschaftlichkeit»
- Gebäude, die verkauft werden sollen oder mit absehbarem Ende der Lebensdauer

Es sind damit nur einzelne Gebäude, für welche eine umfassende energetische Sanierung zu prüfen ist. Das grösste Gebäude in dieser Kategorie ist das Schulzentrum Unterland I, welches im Rahmen der letzten Sanierung für eine Dauer von 20 bis 30 Jahren ertüchtigt wurde. Eine weitere energetische Sanierung wäre aufwändig und im Rahmen einer Gesamtstrategie für das SZU I zu untersuchen.

Werden an der Gebäudehülle keine Massnahmen vorgesehen, ist eine CO₂-freie Wärmeerzeugung umso nötiger. Ein Ersatz des Wärmeerzeugers ist meistens deutlich kostengünstiger als eine umfassende Hüllensanierung. Bei grossen Gebäuden trifft dies noch verstärkt zu.

3.2.3 Vermeidung von Treibhausgasen

Viele der staatlichen Liegenschaften liegen im künftigen Versorgungsperimeter der Fernwärme der KVA Buchs in den Gemeinden Vaduz und Schaan. Es ist geplant, diese Liegenschaften, welche mittel- und langfristig in staatlichem Eigentum bleiben, an die CO₂-freie Fernwärmeversorgung anzuschliessen. Damit können rund 5GWh der bisher noch ungenutzten Abwärme von 142GWh der KVA-Buchs einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden.

Auch einige Bauten, die bisher mit Fernwärme aus Holz oder Wärmepumpen beheizt wurden, werden auf Fernwärme umgestellt. Damit werden wertvolle Holz-

ressourcen frei werden, welche für Gebäude ausserhalb der Versorgungssperimeter von Fernwärme genutzt werden können. Die Umstellung von Wärmepumpen auf Fernwärme verbessert den winterlichen Energiemix Liechtensteins und entlastet das Stromnetz im Winter, dann, wenn Strom besonders wertvoll ist und zeitweise knapp sein kann.

Derzeit laufen verschiedene Tiefbauprojekte, um die Zuleitung von Fernwärme in die Nähe des Zentrums von Schaan und Vaduz zu führen. Aus baulicher Sicht scheint es damit realistisch, die Umstellung der staatlichen Bauten auf Fernwärme bis spätestens 2030 umzusetzen. Die Einhaltung dieses ambitionierten Zeitplans setzt die weiterhin kooperative Zusammenarbeit der Tiefbauabteilungen von Gemeinden und Land sowie der Liechtensteinischen Gasversorgung voraus. Auch bei der SSL sind für die verschiedenen Anpassungen in den Heizzentralen die notwendigen Ressourcen bereit zu stellen.

Die LGV hat mit einer Leistung der Verbindungsleitung von Buchs nach Schaan von mehr als 40MW die Basis gelegt, die Fernwärme in Schaan und Vaduz deutlich auszubauen. Fernwärme ist für einen wirtschaftlichen Betrieb auf eine möglichst hohe Anschlussdichte angewiesen. Die zentrale Lage der Gebäude der Landesverwaltung, welche sich hauptsächlich in den Zentren von Vaduz und Schaan befinden, sprechen für eine konsequente Nutzung der Fernwärme, da diese sich in unmittelbarer Nähe des (geplanten) Verteilnetzes befinden. Von diesem Ausbau der Fernwärme profitieren auch Private, da aufgrund der Nachfrage nach Fernwärme durch die Landesverwaltung der Netzausbau schneller vorangetrieben wird.

Nur einzelne Gebäude, welche heute noch fossil beheizt werden, liegen ausserhalb der Fernwärmepерimeters. Bei diesen soll in erster Linie eine Umstellung auf alternative Energieerzeuger wie Wärmepumpen erfolgen.

Liegenschaften, die verkauft werden sollen

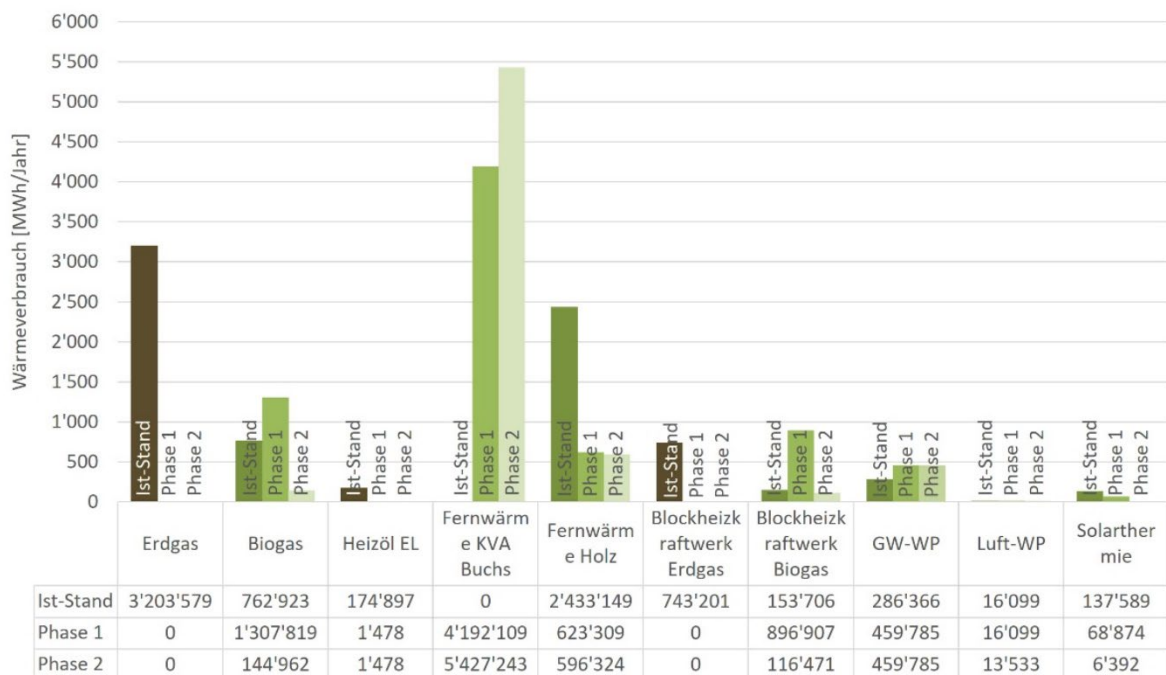
Bei Liegenschaften, die verkauft werden sollen, und eine Gasheizung haben, erfolgt für die restliche Zeit im Eigentum des Staates eine Umstellung von bisher 20% auf neu 100% Biogas. Damit können die CO₂-Emissionen für diese Gebäude immerhin halbiert werden. Zu dieser Kategorie gehören z.B. das «Zollwohnhaus Nr. 96» in Schaanwald oder die «Reihenhäuser a, b, c, d» in Mauren.

Sofern sich eine einfache Lösung für eine Umstellung auf alternative Wärmequellen ergibt, wie z.B. die Umstellung auf Fernwärme beim «Verwaltungsgebäude Äulestrasse 38» in Vaduz, wird diese trotz des beschränkten Zeithorizonts umgesetzt.

Liegenschaften mit absehbarem Ende der Lebensdauer

Für Liegenschaften mit absehbarem Ende der Lebensdauer ist für die restliche Zeit ein Anschluss an die Fernwärme teilweise noch zu prüfen, z.B. für das «Haus

**Vergleich Ist-Stand, Phase 1, Phase 2
Wärmeverbrauch nach Energieträger**



Linde» in Vaduz, oder eine Umstellung auf 100% Biogas vorgesehen. Dadurch können mit vergleichsweise geringem bzw. ohne Investitionsaufwand die CO₂-Emissionen reduziert werden.

Abb. 7: Energiemengen nach Heizsystemen heute, nach Phase 1 (2030) & Phase 2

Durch die Kombination der punktuellen Sanierungen der Gebäudehüllen, insbesondere aber durch die Umstellung auf CO₂-freie bzw. - CO₂-arme Wärmeerzeuger, können die CO₂-Emissionen in einem ersten Schritt um 74% von heute 1'113 tCO₂-eq auf 287 tCO₂-eq in der Phase 1 gesenkt werden. Die verbleibenden Emissionen von 287 tCO₂-eq ergeben sich durch treibhausgasrelevante Emissionen entlang der gesamten Energiekette von der Quelle bis zur Verbrennung, insbesondere für Biogas.

In einem nächsten Schritt werden weitere Altbauten saniert, abgestossen sowie teilweise von Biogas und Holzheizung auf Wärmepumpen umgestellt. Die Treibhausgasemissionen reduzieren sich damit weiter auf 76 tCO₂-eq in der Phase 2.

Vergleich Ist-Stand, Phase 1, Phase 2
Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Phase

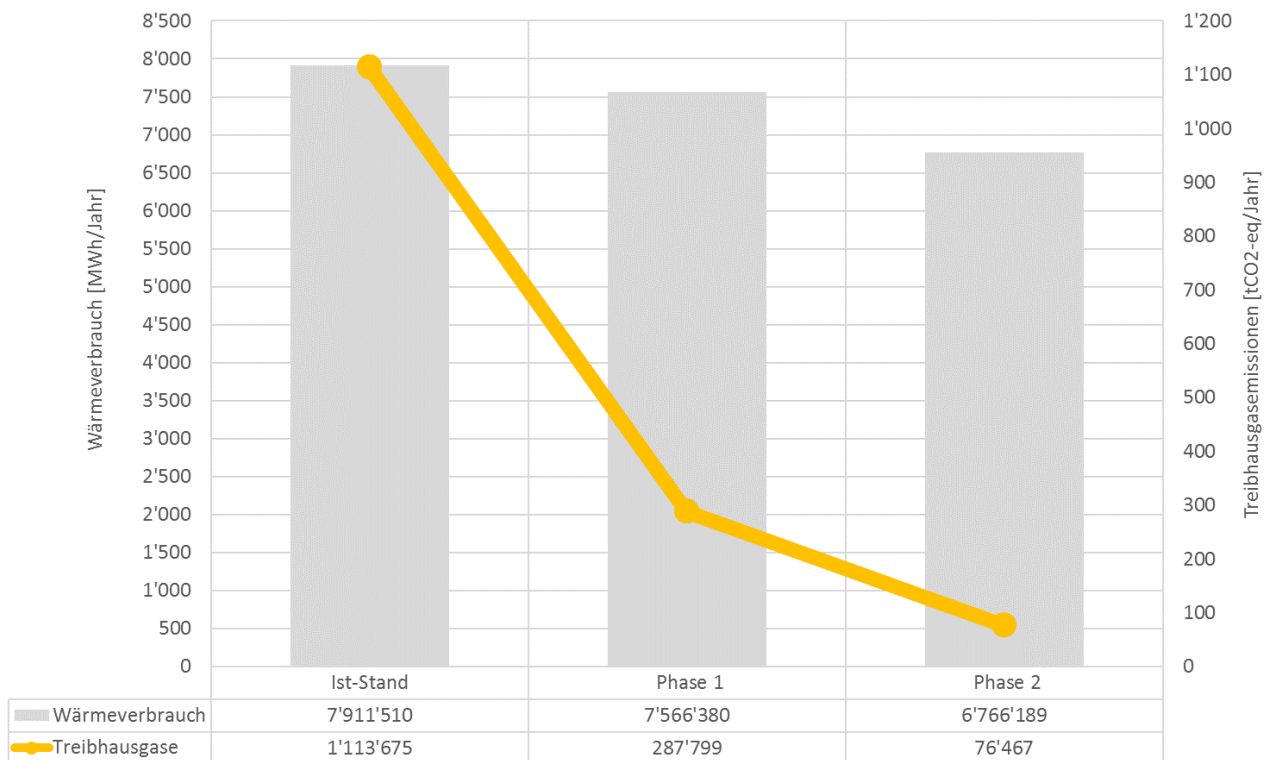


Abb. 8: Entwicklung Wärmeverbrauch und CO₂-Emissionen

3.2.4 Nutzung von Photovoltaik

Auf acht landeseigenen Liegenschaften sind Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 320kWp installiert. Die grösste Anlage mit 143kWp befindet sich auf dem Dach des SZM I, gefolgt von der Anlage auf dem Post- und Verwaltungsgebäude in Schaan mit 58kWp. Bei zwei weiteren Gebäuden werden Photovoltaik-Dachanlagen in diesem Jahr (Bushof, Schaan) oder in naher Zukunft definitiv realisiert (Post- und Verwaltungsgebäude, Vaduz). Daraus folgt, dass nach heutigem

Stand zehn landeseigene Liegenschaften mit Photovoltaik-Dachanlagen ausgestattet sind bzw. sein werden.

Die Liechtensteinischen Kraftwerke (LKW) haben im Vorfeld der Überweisung des Postulats im Auftrag der SSL bzw. des ehemaligen ABI die Eignung aller 66 Liegenschaften des Landes Liechtenstein für Photovoltaikanlagen geprüft. Dabei hat sich gezeigt, dass auf 18 Gebäuden ein Neubau von Photovoltaik möglich und wirtschaftlich sinnvoll wäre.

Von den 66 Gebäuden im Eigentum des Landes Liechtenstein sind 48 Gebäude aus den folgenden Gründen nicht oder nur mittel- bis langfristig für die Installation einer neuen Dach-Photovoltaikanlage geeignet:

- 10 Gebäude, die bereits mit Photovoltaik ausgestattet sind;
- 14 Gebäude, die aufgrund der Statik oder Grösse der Dachfläche ungeeignet sind;
- 11 Gebäude, die denkmalgeschützt sind;
- 4 Gebäude, die abgebrochen oder verkauft werden sollen;
- 9 Gebäude, die sich im Ausland befinden.

Einige dieser 18 Gebäude mit Potential befinden sich zwischenzeitlich bereits in Projektierung. Die weiteren Gebäude sollen unter Berücksichtigung der Höhe des Potentials zur Energiegewinnung sukzessive bearbeitet werden. Mit den 18 zusätzlichen Anlagen wäre ein Zubau von rund 700kWp Gesamtleistung möglich.

Die 14 Gebäude, die aus Gründen der Statik oder Grösse der Dachfläche ungeeignet sind, werden in zweiter Priorität ebenfalls in Bezug auf die Erstellung einer Dachphotovoltaikanlage geprüft werden. Dies gilt auch für diejenigen Liegenschaften, die sich im Ausland befinden.

Für einzelne Bestandsbauten wird auch die Nachrüstung mit einer Fassadenanlage als technisch möglich angesehen. Konkret erscheinen nach einer initialen Prüfung aller Gebäude der Landesverwaltung zwei Objekte für eine Fassadenanlage geeignet. Diese initiale Prüfung hat ergeben, dass diese beiden Objekte ein Potential zur Produktion von zusätzlich 95 kWp hätten. Die SSL wird für diese beiden Gebäude eine Machbarkeitsstudie erarbeiten.

3.2.5 Kreislaufwirtschaft

Sanierungen

Bei Bestandsbauten kommt das Thema Kreislaufwirtschaft bei grösseren Sanierungen oder beim Rückbau am Ende der Lebensdauer zum Tragen. Eine Sanierung und damit Verlängerung der Lebensdauer eines Gebäudes ist per se der grösstmögliche Beitrag im Sinne der Kreislaufwirtschaft. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die Umnutzung des Post- und Verwaltungsgebäudes Vaduz zur neuen Landesbibliothek. Betreffend die Verwendung von Neumaterialien gelten dieselben Überlegungen wie bei Neubauten (siehe Kapitel 3.3.4).

Rückbau

Es gibt nur wenige staatliche Liegenschaften, die in grösserem Umfang oder vollständig rückgebaut werden. Aufgrund des Alters und der Gebäudegrösse fallen meistens nur wenige einheitliche Bauteile in gutem Zustand an. Eine Wiederverwendung von ganzen Bauteilen ist daher nur bedingt möglich. Für diese Gebäude ist fallweise zu entscheiden, ob ein Rückbau und die Wiederverwendung ganzer Bauteile über Bauteilbörsen sinnvoll sind. Wichtig ist die gezielte Rückführung der Baustoffe in den Materialkreislauf durch einen umsichtigen Rückbau mit Materialtrennung.

3.2.6 Fazit Bestandsbauten

Die Einsparung von Energie durch eine Sanierung der Gebäudehülle wäre grundsätzlich die prioritäre Massnahme für eine Verbesserung der Energie- und Klimabilanz eines Gebäudes. Einzelne Gebäude wurden bereits umfassend energetisch saniert. Bei den anderen Gebäuden gibt es verschiedene Gründe, welche gegen energetische Sanierungsmassnahmen an der Gebäudehülle sprechen. Eine Sanierung der Gebäudehülle ist daher nur für einzelne Gebäude oder punktuell sinnvoll machbar.

Bei Bestandsbauten hat der Ersatz der Energieträger für die Wärmeerzeugung die grösste Wirkung und damit oberste Priorität. Durch den Anschluss der staatlichen Liegenschaften in Vaduz und Schaan an das Fernwärmenetz der KVA Buchs kann ein sehr grosses CO₂-Einsparpotenzial erschlossen werden. Für weitere Bauten erfolgt ein Ersatz des Heizsystems oder zumindest eine Umstellung von Erd- auf Biogas.

Die CO₂-Emissionen bestehender Gebäude können bis 2030 um fast drei Viertel gesenkt werden. In einem weiteren Schritt werden diese auf nur noch 7% der heutigen Emissionen gesenkt werden. Diese Emissionen von CO₂-Äquivalenten fallen entlang der Energieprozessketten der alternativen Energiesysteme an. Fossile Energie wird vollständig eliminiert werden.

3.3 Neubauten in Planung und im Bau

3.3.1 Energieeinsparung durch Gebäudehülle

Die gesetzlichen Anforderungen an die Gebäudehülle von Neubauten sind im Vergleich zu denjenigen von älteren Bestandsbauten bereits hoch. Beim Dienstleistungszentrum Giessen wird der im Vergleich zu den gesetzlichen Anforderungen

deutlich strengere Standard Minergie-P umgesetzt. Bei der Erweiterung des Schulzentrums Mühleholz in Vaduz und dem Neubau des Schulzentrums Unterland II in Ruggell wurde während bzw. nach den Architekturwettbewerben geprüft, ob die Zertifizierung nach SNBS Gold möglich ist. Beide Projekte können diesen Standard erreichen und erfüllen somit auch die Minergie-Anforderungen. Bei der Umnutzung des Post- und Verwaltungsgebäudes Vaduz für die Liechtensteinische Landesbibliothek ist die Zertifizierung nach SNBS Gold vorausgesetzt. Das Projekt erfüllt somit höchste energetische Anforderungen.

3.3.2 Vermeidung von Treibhausgasen

Das Dienstleistungszentrum Giessen, das Schulzentrum Mühleholz und die neue Landesbibliothek werden an das Fernwärmenetz der KVA Buchs angeschlossen. Das Schulzentrum Unterland soll an eine Fernwärmeleitung auf Basis einer Grundwasserwärmepumpe angeschlossen werden. Sämtliche Neubauten zeichnen sich damit durch eine CO₂-freie Wärmeerzeugung aus. Auch für künftige Neubauten werden CO₂-freie Energiesysteme eine Selbstverständlichkeit sein.

3.3.3 Nutzung von Photovoltaik

Photovoltaik in Architekturwettbewerben

Der Startpunkt von jedem Neu-, An- oder Umbauprojekt ist ein konkretes Bedürfnis einer Gruppe von Nutzerinnen und Nutzer innerhalb der Landesverwaltung. Jede bauliche Aufgabe gestaltet sich deswegen individuell und basierend auf einem konkreten Bedürfnis, wie beispielsweise dem Bedarf an mehr Schulraum. Stark vereinfacht dargestellt, sind im weiteren folgende Schritte erforderlich:

- a) die Suche nach einem geeigneten Standort,
- b) die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und

- c) die Sicherstellung der Finanzierung in der Form eines Verpflichtungskredits.

Nachdem diese Voraussetzungen vorliegen, muss bei staatlichen Hochbauten bei einer Investitionssumme von rund CHF 1.5 Mio. ein Architekturwettbewerb durchgeführt werden.¹¹

Nachdem ein Architekturwettbewerb durchgeführt wurde und vom Auftraggeber ein Siegerprojekt erkoren wurde, ergeben sich für die Landesverwaltung als Bauherrin bestimmte Limitationen in Bezug auf die Anpassungen eines Siegerprojekts, da der Architekt oder die Architektin Urheberrechtsansprüche an seinem/ihrer Projekt hat.

Aus diesem Grund muss bereits ein Architekturwettbewerb unter anderem den Rahmen zu den Nachhaltigkeitsanforderungen an die Baute abstecken. Gleichzeitig hat ein Bauprojekt primär die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer zu erfüllen. Weiter sind die finanziellen und architektonisch und städtebaulichen Aspekte zu berücksichtigen. Die Ausgestaltung eines Wettbewerbsprogramms für ein Bauprojekt muss daher ein komplexes Zielsystem berücksichtigen.

Eine allzu starke Gewichtung von Einzelforderungen, wie zum Beispiel die Maximierung von Photovoltaik, ist aufgrund der Komplexität des Zielsystems eines Bauprojekts nicht zielführend und schränkt für die Wettbewerbsteilnehmerinnen und -teilnehmer die Lösungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung von allen relevanten Aspekten ein. Aufgrund dieser diversen Erfordernisse an das Bauobjekt sind

¹¹ Gemäss Kundmachung der Regierung betreffend der Schwellenwerte bei der Vergabe von öffentlichen Aufträgen vom 15. März 2022 liegt der Schwellenwert für Dienstleistungsaufträge sowie zu Dienstleistungen, die zu Aufträgen in diesen Höhen führen bei CHF 151'377. Zu diesen Dienstleistungsaufträgen gehören auch die Leistungen der Architektinnen und Architekten. Im Wissen, dass bei einem Bau das Honorar einer Architektin oder eines Architekten rund 10 % der honorarberechtigten Baukosten beträgt, ist dies somit ab einer Investitionssumme von rund CHF 1.5 Mio. der Fall.

Interessensabwägungen unumgänglich und es lässt sich nicht vermeiden, dass gewisse Ansprüche nicht maximal erfüllt werden können oder sogar Widersprüche in Kauf genommen werden müssen.

Die Regierung stützt sich deswegen bei Neubauten und Sanierungen der staatlichen Liegenschaften auf anerkannte Nachhaltigkeitslabels. Damit wird sichergestellt, dass die Wettbewerbsprojekte der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der finalrunde immer einen hohen Standard in Sachen Nachhaltigkeit erfüllen.

Laufende Projekte

Bei laufenden Projekten könnte die nachträgliche Integration von Photovoltaik an der Fassade zu erheblichen Verzögerungen führen. Ein architektonisch stimmiges Gesamtprojekt könnte bei einem nachträglichen Zwang, Photovoltaikanlagen zu integrieren, «kippen». Zudem würden sich urheberrechtliche Fragen stellen.

Für die Dachflächen des Dienstleistungszentrums Giessen ist eine maximale Nutzung mit einer grosszügigen Photovoltaikanlage vorgesehen. Das Projekt ist bereits weit fortgeschritten. Die Fassadenstruktur eignet sich nicht für eine Integration von Photovoltaik.

Die Fassadenstruktur des Erweiterungsprojektes beim Schulzentrum Mühleholz eignet sich nicht für eine Integration von Photovoltaik und würde eine grundsätzliche «Neuformulierung» der Fassade erfordern. Die nachträgliche Integration von Fassadenmodulen wäre auch im Hinblick auf den bereits durchgeführten Architekturwettbewerb fragwürdig¹² und würde erhebliche Zeitverzögerungen bewirken. Auf den Dachflächen sind Photovoltaikanlagen vorgesehen.

¹² Ein Architekturwettbewerb ist an Rahmenbedingungen gebunden und das Verfahren an gewisse (rechtliche) Grundlagen. Aus dem Wettbewerb entstehen Urheberrechte und Ansprüche.

Das Schulzentrum Unterland II mit seinen grossen Dachflächen wird das Gebäude mit dem höchsten Anteil von Photovoltaik im Verhältnis zum Strombedarf des Gebäudes im Portfolio des Landes Liechtenstein sein. Über die Jahresbilanz hinaus gesehen wird das Gebäude voraussichtlich einen Überschuss erzeugen. Die Anbringung von Photovoltaik an der Holzfassade würde eine erhebliche Veränderung des Gesamteindrucks des Gebäudes bewirken und wäre nicht zielführend.

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Das Land Liechtenstein nimmt bereits seit Jahren eine Vorbildfunktion in Bezug auf nachhaltiges Bauen ein. Bei einem geeigneten Pilotprojekt könnte das Thema Photovoltaik bereits im Wettbewerb als wesentliches zu berücksichtigendes Gestaltungselement überdurchschnittlich hoch gewichtet werden. Ein mögliches Demonstrationsobjekt sieht die Regierung in einem geplanten neuen Landeswerkhof, bei welchem eine Fassadenphotovoltaik-Anlage – abhängig vom finalen Standort und damit der Ausrichtung des Gebäudes – ins Gesamtkonzept passen würde.

Eingebunden in einen Gesamtprozess mit Informationsveranstaltungen für alle Beteiligten könnte dies zu einer Bereicherung der Baukultur beitragen.

Innovative Anwendungen von Photovoltaik über Parkplätzen

Aus energetischer Sicht sind ausser Dachflächen auch grosse Flächen von Parkplätzen interessant. Hier können auf bereits baulich genutzten Flächen grosse Photovoltaikanlagen installiert werden. Folgende Parkplätze auf landeseigenen Liegenschaften zeigen beispielhaft auf, welches Potential hier vorhanden ist:

- Vaduz Schulzentrum Mühleholz: Dach des Laubenganges Haus ROT (Neubau) ca. 900 m²

- Vaduz Polizeigebäude und Amt für Strassenverkehr: Parkplatz neben dem Aufnahmezentrum im Südwesten und Überdachung der Prüfungsfläche im Nordwesten ca. 1'500 m²
- Vaduz Polizeigebäude und Amt für Strassenverkehr: Parkplatz auf Grundstück Nr. 2750 ca. 1'500 m²
- Vaduz Haus Linde: Parkplatz westlich Linde (Anteil Land Liechtenstein) ca. 500 m²
- Schaan Post: Parkplatz neben Postgebäude ca. 1'000 m²

Diese Flächen würden über ein Potential von rund 600kWp verfügen. Es ist geplant das Potential der landeseigenen Parkplatzflächen und deren Eignung für Photovoltaikanlagen unter Einbezug anderer Themen wie der Biodiversität zu prüfen und falls sinnvoll umzusetzen.

3.3.4 Kreislaufwirtschaft

Wie im Kapitel 2.3.5 dargestellt, ist das Thema Kreislaufwirtschaft ein facettenreicher Begriff. Verschiedene Bereiche davon wie Graue Energie und Ökobilanzen oder die Vermeidung problematischer Materialien sind Kriterien, welche in die Bewertung der Nachhaltigkeitslabel SNBS und Minergie-ECO bereits einfließen. Da diese Label bei Neubauten bzw. Sanierungen schon Anwendung finden, ist eine grundlegende Beachtung der Themen der Kreislaufwirtschaft bei staatlichen Hochbauten bereits gegeben.

Eine wichtige Voraussetzung für eine Materialbewirtschaftung ist die Trennung von Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur. Damit lassen sich Gebäude unterhalten und in mehreren Zyklen umnutzen und sanieren, ohne mehr Material als notwendig zu ersetzen. Dies verlängert die Lebensdauer der Gebäude und reduziert den Einsatz von neuen Baumaterialien. Die Materialeffizienz geht dabei Hand in Hand mit der Kosteneffizienz. Eine Einsparung von Materialien bedeutet auch eine

Einsparung von finanziellen Mitteln. Ein gutes Beispiel hierzu ist die Umnutzung des Post- und Verwaltungsgebäudes Vaduz für die Liechtensteinische Landesbibliothek. Die Primärstruktur (Tragstruktur) bleibt intakt, Sekundär- und Tertiärstruktur werden ersetzt und erfüllen so die neuen Anforderungen für die Nutzung als Landesbibliothek. Der Architekturwettbewerb hat gezeigt, dass die klar gegliederte Primärstruktur bei der nun anstehenden Nutzung als Bibliothek eine nachhaltige Umnutzung bei reduzierten Eingriffen in die Tragstruktur ermöglicht.

Der Staat kann im Gesamtkontext der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen einzelne vorbildliche Impulse setzen. Ein Beispiel hierzu ist das Schulzentrum Unterland II, das als Holzbau erstellt werden soll.

3.3.5 Fazit Neubauten

Alle geplanten und künftigen Neubauten erhalten energetisch sehr hochwertige Gebäudehüllen, die über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen. Alle Energiesysteme werden auf CO₂-freien Energieträgern basieren. Das Thema der Kreislaufwirtschaft und der Grauen Energie von Baustoffen wird bei einer Lebenszyklusbetrachtung prägend und soll daher vermehrt Beachtung finden.

II. ANTRAG DER REGIERUNG

Aufgrund der vorstehenden Ausführungen unterbreitet die Regierung dem Landtag den

A n t r a g,

Der Hohe Landtag wolle diese Postulatsbeantwortung zur Kenntnis nehmen und das Postulat vom 20. Oktober 2021 abschreiben.

Genehmigen Sie, sehr geehrter Herr Landtagspräsident, sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete, den Ausdruck der vorzüglichen Hochachtung.

**REGIERUNG DES
FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN**

gez. Dr. Daniel Risch