

Die nächste große Transformation – mit Karl Polanyi zum klimaneutralen Gebäudebestand?

Gerlinde Gutheil-Knopp-Kirchwald

Der Artikel vergleicht die wirtschaftlich-gesellschaftliche Transformation zur Klimaneutralität, die im „European Green Deal“ formuliert wird, mit jener „großen Transformation“, die Karl Polanyi in seinem gleichnamigen Werk anhand der industriellen Revolution aufgezeigt hat. Am Beispiel des österreichischen Gebäudebestands werden vier Phasen des Umbaus zur Klimaneutralität dargestellt: Die Phase der Energieeffizienz mit Schwerpunkt thermische Sanierung, jene der Dekarbonisierung der Heizungssysteme, jene der Ausweitung von der Objekt- auf die Quartiersebene und jene der Dekarbonisierung im Lebenszyklus.

Was hat Karl Polanyi, der 1964 in Kanada verstorbene Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler mit dem politischen Ziel zu tun, den europäischen Gebäudebestand bis 2050 klimaneutral zu machen?

Auf den ersten Blick wenig. Die Verknüpfung zwischen Polanyi und Klimaneutralität war für die Autorin zunächst eine spontanassoziative: Bei beiden geht es um eine radikale Transformation, einen großen Umbau. „The great transformation“ ist der Titel des bekanntesten Werks von Karl Polanyi, welches erstmals 1944 erschienen ist. Anhand des Beispiels der industriellen Revolution in England und deren Folgen weit über Europa hinaus beschreibt er den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Umbruch, der durch die Verselbständigung und Vormachtstellung eines selbstregulierenden Marktes gegenüber der Gesellschaft entstanden sei. *„Die Wirtschaft ist nicht mehr in die sozialen Beziehungen eingebettet, sondern die sozialen Beziehungen sind in das Wirtschaftssystem eingebettet“* (Polanyi S. 88f). Derart „entbettet“ zerstöre der Markt die Gesellschaft und die Natur. Natur wird bei Polanyi mit Grund und Boden gleichgesetzt, welche neben Arbeit und Geld zu künstlichen Waren gemacht wurden („Warenfiktion“), unter Ausblendung der so wesentlichen natürlichen Funktionen des Bodens: *„Das ökonomische Argument könnte ohne weiteres ausgeweitet werden, so dass es die mit der Unverletzlichkeit des Bodens und seiner Ressourcen zusammenhängenden Schutz- und Sicherheitsfaktoren umfasst – (...), ja sogar das Klima des Landes, das durch Abholzung der Wälder, durch Erosion und Sandverwehungen beeinträchtigt werden kann, alles Gegebenheiten,*

die letztlich auf dem Faktor Boden beruhen“ (Polanyi 1944, 251). Wenn man möchte, kann man diese Aussagen Polanyis als Anknüpfung an ökologische Ziele sehen, wenngleich diese bei ihm nicht im Vordergrund standen. Die „große Transformation“ beschreibt bei Polanyi eine wirtschaftlich-gesellschaftliche Transformation, welche notwendigerweise auch Gegenbewegungen auslöst, und ist überwiegend negativ konnotiert.

Beim „Europäischen Green Deal“, welcher sprachlich an „New Deal“, dem Wirtschafts- und Sozialreformprogramm der USA der 1930er Jahre anknüpft, ist von der ersten Pressemeldung an von einer großen Transformation die Rede. Ziel der im Dezember 2019 von EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen angekündigten Strategie ist es, durch einen Ausbau der erneuerbaren Energien und der Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger die Europäische Union bis 2050 zum „ersten klimaneutralen Kontinent“ umzubauen.¹

„Supported by investments in green technologies, sustainable solutions and new businesses, the Green Deal can be a new EU growth strategy. (...) Above all, the European Green Deal sets a path for a transition that is just and socially fair. It is designed in such a way as to leave no individual or region behind in the great transformation ahead“ (Europäische Kommission, 11.12.2019)

¹ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de

Der Europäische Green Deal beschreibt trotz seines ökologischen Ziels ebenfalls eine wirtschaftlich-gesellschaftliche Transformation, mit dem Umbau des Gebäudebestands zur Klimaneutralität als wesentlichen Bestandteil davon. Die Transformation ist hier jedoch als Ziel formuliert und positiv konnotiert.

1 Transformation zu Klimaneutralität von vergleichbarer Dimension wie neolithische und industrielle Revolution

Vielleicht die erste explizite Verknüpfung von Polanyis großer Transformation mit dem Umbau der bestehenden zu einer klimaneutralen Gesellschaft stellte das Beratungsgremium der deutschen Bundesregierung WBGU (Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) her: Im Jahr 2011 erschien dessen Hauptgutachten samt begleitendem Comic mit dem Titel „Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“. Es fordert nichts weniger als einen Gesellschaftsvertrag zwischen Regierungen und Bürgern, um eine klimaverträgliche Gesellschaft herbeizuführen.

„Auf den genannten zentralen Transformationsfeldern müssen Produktion, Konsummuster und Lebensstile so verändert werden, dass die globalen Treibhausgasemissionen im Verlauf der kommenden Dekaden auf ein absolutes Minimum sinken und klimaverträgliche Gesellschaften entstehen können. Das Ausmaß des vor uns liegenden

Übergangs ist kaum zu überschätzen. Er ist hinsichtlich der Eingriffstiefe vergleichbar mit den beiden fundamentalen Transformationen der Weltgeschichte: der Neolithischen Revolution, also der Erfindung und Verbreitung von Ackerbau und Viehzucht, sowie der Industriellen Revolution, die von Karl Polanyi (1944) als „Great Transformation“ beschrieben wurde und den Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft beschreibt“ (WBGU 2011, 5).

Eine Verbindung zwischen dem Bauwesen und Karl Polanyis Großer Transformation zieht Walter Sobek im ersten Band seiner Trilogie „non nobis – über das Bauen der Zukunft“ (Sobek, 2022). Auch er setzt die Dimension der heute erforderlichen Transformation zu einer zukunftsfähigen Gesellschaft mit jener, die von Polanyi beschrieben wurde, gleich.

„Große Transformation – der Begriff wurde 1944 durch (...) Karl Polanyi eingeführt. Dieser bezeichnete (...) damals den tiefgreifenden Wandel der westlichen Gesellschaftsordnung im 19. und 20. Jahrhundert. In der heutigen Verwendung versteht man unter der großen Transformation die Summe aller menschlichen Tätigkeiten, die zu einem mit der natürlichen Umwelt kompatiblen Verhalten der Menschen führen“ (Sobek 2022, 18). Dem Bauwesen käme nach Sobek bei der großen Transformation eine wesentliche Bedeutung zu, da es für rund 60% des weltweiten Ressourcenverbrauches, für rund 50% der weltweiten Treibhausgasemissionen und für mehr als 35% des weltweiten Energieverbrauches verantwortlich sei (vgl. Sobek 2022, 18).

Im Folgenden wenden wir uns also dieser großen Transformation zur Klimaneutralität zu, mit dem Fokus auf den österreichischen Gebäudebestand. Es lassen sich dabei vier Phasen unterscheiden: Die Phase der Energieeffizi-

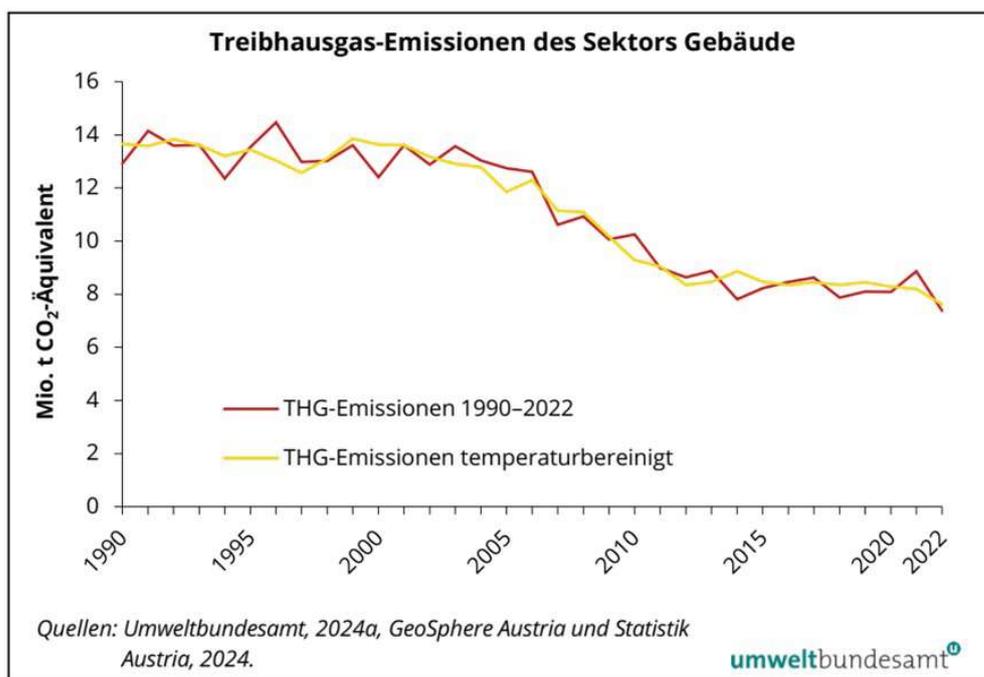


Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionen des Sektors Gebäude in Österreich
Quelle: Umweltbundesamt 2024a

enz mit dem Schwerpunkt thermische Sanierung, jene der Dekarbonisierung der Heizungssysteme, jene der Ausweitung von der Objekt- auf die Quartiersebene und jene der Dekarbonisierung im Lebenszyklus mit Fokus auf graue Energie und Kreislaufwirtschaft.

2 Erste Phase: Fokus auf Energieeffizienz und thermische Sanierungen

In der ersten Phase der Transformation des Gebäudebestands, welche in Österreich in den 1980er Jahren einsetzte und rund um 2010 ihren Höhepunkt hatte, drehte sich (fast) alles um Wärmedämmung und die Erhöhung der Energieeffizienz der Gebäude².

Es wurde viel erreicht in dieser Phase: Die Zahl der thermisch sanierten Wohneinheiten stieg von rund 25.000 (1980–1985) auf über 70.000 (2006–2010) pro Jahr, bevor sie danach wieder auf rund 50.000 p.a. sanken (Amann et

al., 2022, 25f). Auch im gemeinnützigen Wohnbau waren die Jahre 2006–2010 jene mit der höchsten (thermischen) Sanierungsrate – pro Jahr wurden mehr als 12.000 gemeinnützige Wohnungen saniert, eine Zahl, von der man aktuell mit rund 7.000 thermisch sanierten Wohnungen weit entfernt ist (GBV 2023).

Die Wohnbauförderung setzte Anreize für energieeffizienten Neubau, die z.T. deutlich über die Mindestanforderungen gemäß Bauordnungen hinausging. Die Verbreitung von Niedrigenergie- und später Passivhausstandard, letzterer insbesondere in Vorarlberg und Tirol, wären ohne die entsprechenden Anreize der Wohnbauförderung³ kaum realisierbar gewesen (Gutheil-Knopp-Kirchwald 2020, 28).

Wenngleich es auch schon in den 1990er Jahren v.a. aus Raumplanungskreisen Kritik an der einseitigen Fokussierung auf die Energieeffizienz des Einzelobjekts gab („das Passivhaus am Waldrand“ wurde zum Schlagwort für eine Förderpolitik, die zwar das Gebäude, nicht aber dessen infrastrukturelle Einbindung berücksichtigt), so blieb dennoch bis in die 2000er Jahre hinein die Reduktion des Heizwärmebedarfs (HWB) die wichtigste Referenzgröße für die Weiterentwicklung von einschlägigen Gesetzen, Normen und Förderungen.

² Frühere Sanierungswellen dienten zumeist der Standardanhebung von Wohnungen (Einbau von Bädern, WCs, Zentralheizungen) und waren nicht primär ökologisch begründet, weshalb sie hier nicht der ökologischen Transformation des Gebäudebestands zugerechnet werden (ausführlicher zu den Sanierungstrends in Amann et al., 2022, 24f)

³ Vorarlberg definierte 2007 den Passivhausstandard als Mindeststandard für den geförderten Wohnbau

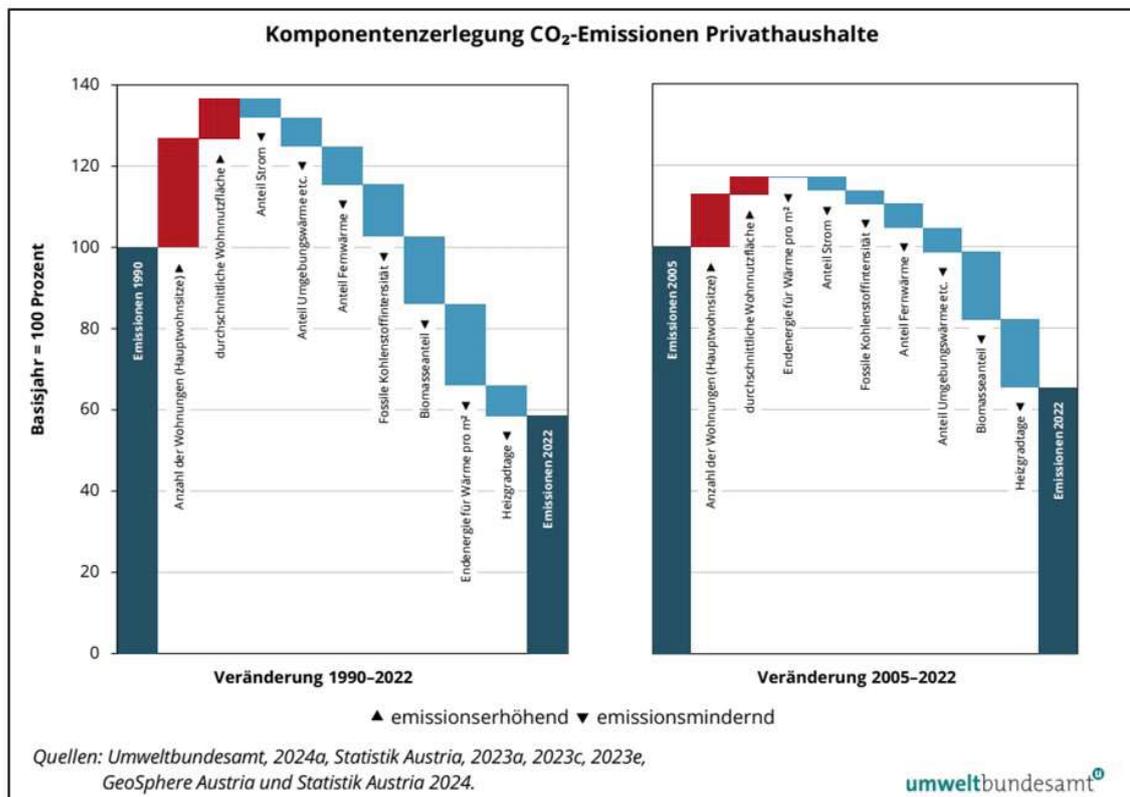


Abbildung 2: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionsveränderung im Sektor Gebäude in Österreich
Quelle: Umweltbundesamt 2024a, 184

Die dem Gebäudesektor zugerechneten Treibhausgasemissionen sanken von 1990 bis 2022 insgesamt um 43%, zum größten Teil fand diese Reduktion aber in den wenigen Jahren von 2004 bis 2012 statt. Davor und danach (bis 2021) blieben die Emissionen annähernd konstant (Abbildung 1).⁴

Die Ursachen für diese auf den ersten Blick unplausible Entwicklung liegen zum einen in der Berechnungsmethode, zum anderen in der unterschiedlichen Klimaeffektivität der gesetzten Maßnahmen: So werden die durch Verbrennung verursachten Emissionen nur dann dem Sektor Gebäude zugerechnet, wenn sich der Heizkessel im Gebäude befindet (zentraler Heizkessel, Gastherme oder Einzelöfen). Die bei der Produktion von Fernwärme entstehenden Emissionen werden nicht dem Gebäude-, sondern dem Energiesektor angerechnet. Mit steigendem Anschlussgrad an die Fernwärme verschieben sich daher die Emissionen in der Treibhausgasbilanz zunehmend vom Gebäude- zum Energiesektor.

Inhaltlich aussagekräftiger ist daher die Komponentenzerlegung, die erklärt, welche Einflussgröße einen emissionserhöhenden oder -senkenden Effekt hat (Umweltbundesamt 2024a, 184). In dieser Darstellung werden die Fernwärmeemissionen dem Gebäudesektor zugerechnet und sie bezieht sich nur auf Wohngebäude (Abbildung 2).

Erwartungsgemäß hat der Zuwachs an Wohnraum (Anzahl und Größe der Wohnungen) einen emissionserhöhenden Effekt. Der Rückgang an Heizgradtagen, die Erhöhung der Energieeffizienz (Endenergie für Wärme pro m²) und die Transformation der Heizungssysteme haben einen emissionsenkenden Effekt. Überraschend ist der Unterschied zwischen dem Gesamtzeitraum (1990 bis 2022) und der jüngsten Periode (2005–2022): Während über den Gesamtzeitraum die Erhöhung der Energieeffizienz einen starken Einfluss auf die Emissionsreduktion hatte, ist dieser Effekt in den letzten 17 Jahren marginal, d.h. er war praktisch nur bis 2005 von Bedeutung. Danach hatte der Klimawandel selbst den stärksten Einfluss auf die Emissionsreduktion – durch den Rückgang an Heizgradtagen. Der Einbau auf Biomasse oder Umgebungswärme basierender Heizsysteme sowie der Ausbau der Fernwärme waren ebenfalls von stark emissionsreduzierender Wirkung.

Daraus lässt sich schlussfolgern:

1. In den letzten Jahren wurden die Effizienzgewinne von thermischer Sanierung und energieeffizientem Neubau einerseits kompensiert durch Prebound- und Reboundeffekte (z.B. dauerhafte anstelle temporärer Beheizung einzelner Räume), andererseits durch (anteilmäßige) Verschiebung von effizien-

ten fossilen Heizungen zu geringfügig weniger effizienten, aber CO₂-neutralen Beheizungen (vgl. Bauer in Amann et al, 2022, 27; Umweltbundesamt 2024, 185).

2. Die starke, auch temperaturbereinigte Emissionsreduktion im Gebäudesektor in den Jahren 2005–2012 sowie aktuell dürfte weit überwiegend der Umstellung auf klimafreundliche Heizungen zuzuschreiben sein (vgl. unten, zweite Phase), und zwar sowohl durch „echte“ Reduktion der Emissionen als auch durch bloß bilanzielle Verschiebung in den Industriesektor. Wärmedämmung und erhöhte Energieeffizienz der Gebäude wirkten sich per Saldo kaum mehr aus. Bauer (in Amann et al., 2022) erklärt dies mit Sättigungseffekten: Gebäude mit hohem thermischen Verbesserungspotenzial UND vergleichsweise einfacher Umsetzbarkeit der Sanierung (z.B. vor 1990 errichtete gemeinnützige Geschoßwohnbauten) sind bereits seit längerem „durchsaniert“. Die Gebäude, bei denen aktuell eine thermisch-energetische Sanierung „fällig“ wäre, haben entweder ein geringeres Emissionsreduktionspotenzial oder aber haben größere rechtliche, kostenmäßige und/oder technische Hürden zu überwinden (z.B. Willensbildung im Wohnungseigentum, Ortsbildschutz im gründerzeitlichen Altbau).

3 Zweite Phase: Von Energieeffizienz zu Dekarbonisierung der Energieträger

Die zweite Phase der Transformation des Gebäudebestands, die sich mit der ersten stark überlappt, ist jene der Dekarbonisierung der Heizungssysteme, auch Wärme-wende genannt. „Raus aus Öl und Gas“ lautet die Devise. Klimafreundliche Heizsysteme, die auf Fernwärme und erneuerbaren Energiequellen basieren, sollen die klimaschädlichen Öl- und Gasheizungen ersetzen und so eine echte Dekarbonisierung in die Wege leiten. Diese Phase setzte im Geschoßwohnbau in den 1990er Jahren, im Einfamilienhausbereich erst nach der Jahrtausendwende in größerem Ausmaß ein, erreichte aber in etwa zeitgleich mit der Energieeffizienz-Phase ihren ersten Höhepunkt rund um das Jahr 2010 mit rund geförderten 40.000 Heizungsumstellungen p.a. (Amann et al 2022, S. 32 und 34). Nach einigen Jahren gebremster Nachfrage boomt der Kesseltausch wiederum seit 2021/22, was einerseits mit den geopolitischen Verwerfungen im Zusammenhang mit dem Ukrainekrieg steht, andererseits auf die erhöhten Bundes- und Landesförderungen zurückzuführen ist. Die Heizungsumstellung wird entweder gleichzeitig mit einer thermischen Sanierung (umfassende thermisch-energetische Sanierung) oder einige Jahre nach einer solchen durchgeführt. Oder aber – und das dürfte an Bedeutung gewinnen – der Kesseltausch erfolgt gänzlich ohne

⁴ In den Jahren 2022 (-17%) sowie 2023 (-20% gemäß Umweltbundesamt 2024b) gingen die Emissionen im Gebäudesektor wieder sehr stark zurück, was sich hauptsächlich durch den Abbau fossiler Heizungen erklären lässt.

begleitende Maßnahmen an der Gebäudehülle, falls das Gebäude eine ausreichende Energieeffizienz hat, um für einen Fernwärmeanschluss oder niedertemperaturfähige Heizsysteme in Frage zu kommen.

Insgesamt sind in Österreich (2020) noch rund 2 Mio Wohnungen (inkl. Einfamilienhäuser) und „Wohnungsäquivalente“ in Dienstleistungsgebäuden fossil beheizt, welche bis 2040 einer Umrüstung auf klimafreundliche Systeme bedürfen (Amann et al., 51). Darunter fallen rund 500.000 dezentrale Gasheizungen (Wohnungsthermen und Gas-konvektoren) im Geschoßwohnbau und je rund 400.000 Öl- und Gasheizungen in Einfamilienhäusern. Im gemeinnützigen Wohnungsbestand (Miete und Eigentum), der fast ausschließlich dem Geschoßwohnbau zuzurechnen ist, gibt es noch rund 370.000 fossil (weit überwiegend gas-) beheizte Wohnungen (GBV 2023, 33).

Die umfassendste Datenquelle zu Heizungssystemen im Gebäudebestand ist die auf dem Mikrozensus basierende Energiestatistik der Statistik Austria, welche alle zwei Jahre erscheint. Aus erhebungstechnischen Gründen (Zentralheizungen mit unbekannter Energiequelle wurden zur Gänze der Fernwärme zugerechnet) scheint in dieser jedoch der Fernwärmeanteil im Geschoßwohnbau deutlich über-, und der Gasanteil deutlich unterschätzt zu sein. In einer Gegenüberstellung mit Erhebungen des Österreichischen Verbands gemeinnütziger Bauvereinigungen wird in Hüttler et al. (2023, 55) darauf hingewiesen, dass allein im gemeinnützigen Mietwohnbau die Zahl der gasbeheizten Wohnungen um 120.000 höher sein dürfte als in der Energiestatistik ausgewiesen. Bauer in Amann et al (2022, 47) korrigiert die gasbeheizten Wohnungen in ihrem Modell (für den Gesamtbestand) um 90.000 nach oben.

Der gemeinnützige Wohnbau war immer schon ein Vorreiter im Bereich des ökologischen Bauens und Sanierens. Die „erste Phase“ der Transformation des Gebäudebestands, nämlich die thermische Sanierung, ist bei den älteren, energetisch ineffizienten GBV-Mietwohnungsbeständen annähernd abgeschlossen, zumindest im ersten Sanierungszyklus. Die aktuellen thermischen Sanierungen betreffen zu einem großen Teil Gebäude aus den 1990er Jahren und dienen der Vorbereitung für eine Heizungsumstellung; ihre direkte emissionsreduzierende Wirkung ist beschränkt.

Die (branchen-)politische Priorität der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft liegt aktuell daher klar auf der zweiten Phase, der Heizungsumstellung, weshalb am Verbandstag der Gemeinnützigen 2022 die „Dekarbonisierung des gemeinnützigen Wohnungsbestands bis 2040 zu leistbaren Bedingungen“ zum prioritären Ziel erklärt wurde. Die Schwerpunktverlagerung von der thermischen zur energetischen Sanierung zeigt sich auch in der gelebten Praxis: Die Zahl der thermischen Sanierungen liegt mit rund 7.000 pro Jahr derzeit deutlich unter der

Hochphase um 2010 mit >12.000 Einheiten p.a. Gleichzeitig verdoppelte sich die Zahl der auf klimafreundliche Heizungen umgestellten Wohnungen von rund 3.000 p.a. (2016-2020) auf rund 6.000 (2023) (GBV 2023). Auch im gesamten Wohnungsbestand sind die Heizungsumstellungen zuletzt wieder gestiegen auf rund 22.000 p.a. (Amann et al., 33). Für einen vollständigen Abbau der fossilen Heizungen bis 2040 müsste jedoch die durchschnittliche Ersatzrate bei rund 105.000 Einheiten p.a. insgesamt und bei rund 21.000 im gemeinnützigen Wohnungsbestand liegen, also bei einem Mehrfachen der aktuellen Rate.

Das ist eine große Herausforderung, v.a. angesichts der Tatsache, dass nun in zunehmendem Maß die als besonders schwierig geltenden Wohnungssektoren an die Reihe kommen: ältere Geschoßwohnbauten mit Einzelgasthermen, wo im Regelfall zuerst eine Zentralisierung der Wärmeversorgung erfolgen und die Zustimmung der Mieter oder Eigentümer eingeholt werden muss.

Nicht überall wurde der Fokuswechsel von der reinen Effizienzerhöhung zum Energieträgertausch vorgenommen. Mit dem „energy efficiency first“-Prinzip der EU-Energiepolitik⁵ wird sogar (weiterhin) den Effizienzmaßnahmen ein expliziter Vorrang gegenüber dem Energieträgerwechsel eingeräumt. Dies mag für jene Mitgliedsstaaten und Gebäudesektoren seine Berechtigung haben, die noch einen sehr hohen Nachholbedarf bei der thermischen Sanierung haben. Für den österreichischen Geschoßwohnbau, und hier insbesondere den gemeinnützigen Wohnungsbestand, sollte es angesichts der zuvor dargestellten Situation eher heißen: Energy efficiency was first, but decarbonisation is now.

Die im Mai 2024 in Kraft getretene Novelle der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) sieht die vollständige Dekarbonisierung des Gebäudebestands bis 2050 vor. Sie lässt keinen Zweifel daran, dass der größte Brocken zur Erreichung des Ziels die Dekarbonisierung der Energiesysteme in Bestandsgebäuden ist und verpflichtet die Mitgliedsstaaten zur schrittweisen Dekarbonisierung der Heizsysteme. Bei der Definition der Nullemissionsgebäude, welche ab 2030 für sämtliche Gebäude der Neubau-Standard und ab 2050 auch Bestands-Standard sein sollen, hat man sich jedoch nicht dazu durchgerungen, tatsächlich die Vermeidung von klimaschädlichen Emissionen zum (einzigen oder vorrangigen) Maßstab zu machen. Auch ein zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen beheiztes Gebäude muss einen sehr geringen Primärenergieverbrauch aufweisen – das Energieeffizienzziel und das Nullemissionsziel stehen gleichrangig nebeneinander. Aus Sicht der Autorin wäre es mit Blick auf die rasche Erreichung der Klimaneutralität zielführender und kosteneffizienter, wenn der Dekarbonisierung der klare Vorrang gegeben würde, und die Ener-

⁵ https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-first-principle_en

gieeffizienz bei der Sanierung nur auf jenem (guten, aber nicht allerhöchsten) Level eingefordert würde, welcher der Dekarbonisierung dienlich ist.

Der Architekt und Bauingenieur Werner Sobek drückt diesen Zusammenhang noch pointierter aus: *„Die Menschheit hat, wissenschaftlich gesehen, kein Energieproblem“* (Sobek 2022, 202) und weiter: *„Die politische, von vielen Wissenschaftlern unterstützte Forderung nach Energieeffizienz und damit nach einer Senkung des Endenergiebedarfs ist eigentlich eine verklausulierte Forderung nach (...) Absenkung des Verbrauchs an fossiler Energie. Durch diese Verbrauchsabsenkung soll eine Reduktion der Emissionen klimaschädlicher Gase bewirkt werden, die das eigentliche Problem darstellen. Zur Lösung des Problems wird also „über die Bande“ gespielt. Man fordert Energieeffizienz, meint aber Emissionsreduktion“* (Sobek 2022, 193).

4 Dritte Phase: Von der Objekt- zur Quartiersebene

Bei der dritten „Phase“ der Transformation des Gebäudebestands, jener von der Objekt- zur Quartiersebene, sollte man weniger von einer temporären Phase, sondern eher von einem Perspektivenwechsel sprechen. Dennoch ist, zumindest abseits der immer schon räumlich denkenden Disziplinen wie Raumplanung oder Geografie, der räumliche Aspekt erst relativ spät in die Diskussion um nachhaltiges und klimaneutrales Bauen eingedrungen. Umgekehrt ist auch die Energieraumplanung ein junges Spezialgebiet innerhalb der Raumplanung, welches sich erst vor rund 10–15 Jahren in Forschung und Praxis etabliert hat.

Nicht die Energieeffizienz oder die CO₂-Emissionen eines einzelnen Gebäudes, sondern eines Quartiers oder einer ganzen Siedlung werden hier betrachtet und optimiert. Zusätzlich zum Energiebedarf der Gebäude und Infrastruktur wird auch jene der Mobilität (Angebot an öffentlichem und nichtmotorisiertem Verkehr, Elektromobilität, ...) berücksichtigt.

Eines der frühesten Planungs-Tools in Österreich zu diesem Thema ist der für das Land Niederösterreich entwickelte „Energieausweis für Siedlungen“, der anschaulich den Zusammenhang zwischen Bebauungsstruktur, Verkehr und Energiebedarf darstellt und eine praktische Entscheidungshilfe in der örtlichen Raumplanung bietet (Erstfassung 2007; <https://www.emrich.at/energieausweis-fuer-siedlungen>).

Das Erneuerbaren Ausbau Gesetz (EAG 2021) ebnete in Österreich die Bahn für Erneuerbare Energiegemeinschaften (EEG), bei denen mehrere natürliche oder juristische Personen über Grundstücksgrenzen hinweg gemeinschaftlich Energie (meist: Strom aus Photovoltaik) produzieren,

speichern, verbrauchen und verkaufen können. Obwohl erst vor 3,5 Jahren die Rechtsgrundlage dazu geschaffen wurde, verzeichnet die Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften aktuell (August 2024) bereits rund 500 Erneuerbare Energiegemeinschaften.

Mit dem Konzept der Plus-Energiequartiere (engl. PED Plus-Energy-districts oder PEN Plus-Energy-Neighbourhoods) wird der Ansatz des Plus-Energie-Gebäudes, also eines Gebäudes, das mehr Energie lokal und erneuerbar produziert als es im Betrieb verbraucht, auf die Ebene der Nachbarschaft gebracht. Mit wissenschaftlicher Begleitung entstehen aktuell die ersten Plusenergiequartiere Österreichs (z.B. in Wien-Floridsdorf das PlusEnergieQuartier 21, in Salzburg-Gneis das Demo-Projekt GNICE im Rahmen des Horizon 2020-Projekts SYNIKIA⁶).

Auch bei klimaaktiv, der Klimaschutzinitiative des BMK, wurde zunehmend die Quartiersebene in den Fokus genommen: Das gut etablierte Gebäudedeklarationsprogramm „klimaaktiv Gebäude“ wurde vor wenigen Jahren um eine Deklarations-Schiene für Quartiere erweitert, sodass nun auch ganze Siedlungen nach klimaaktiv-Standard bewertet und ausgezeichnet werden können (vgl. <https://www.klimaaktiv-gebaut.at/gebaut/objekte/quartiere/>).

Die Transformation von der Objekt- zur Quartiersebene besagt, dass bei jeder Immobilienprojektentwicklung, im Neubau wie in der Sanierung, die Siedlungsstruktur und Nachbarschaft einbezogen werden sollte, um die Klimaziele zu erreichen. Keinesfalls darf es jedoch bedeuten, dass einzelnen Bauträgern, insbesondere solchen, die sich der Errichtung leistbaren Wohnraums verschrieben haben, zusätzlich zu den Verpflichtungen auf Objektebene auch noch die klimaneutrale Transformation der ganzen Bestandsumgebung „angelastet“ werden darf, wie dies der eine oder andere städtebauliche Vertrag nahelegen mag. Vielmehr sollen in kooperativen Entwicklungsprozessen sinnvolle Mobilitäts- oder Energielösungen auf Quartiersebene ermöglicht werden, insbesondere wenn diese auf Objektebene Ressourcen und Kosten sparen helfen (z.B. kann eine integrierte Mobilitätslösung auf Quartiersebene die Zahl der erforderlichen Stellplätze reduzieren).

Außerdem sollte dem innerörtlichen geförderten Geschoßwohnbau, der ja den Prototyp einer energie- und ressourceneffizienten Bebauungsstruktur darstellt, in allen einschlägigen Regulativen (Wohnbauförderung, sonstige Förderpolitik, Berichtspflichten nach EU-Taxonomie und ESG, ...) ein klarer Startvorteil gegenüber anderen Bebauungsformen eingeräumt werden.

⁶ Näheres zu PlusEnergieQuartier 21 siehe <https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/erneuerbarewaerme/stadt-quartiere/PlusEnergie-Quartier21.html> zu SYNIKIA und GNICE siehe https://www.synikia.eu/neighbourhoods/gneis-district-salzburg_2/

5 Vierte Phase: Von der Betriebsenergie zur grauen Energie

In der vierten Phase der Transformation des Gebäudebestands erweitern wir noch einmal die Systemgrenze: Während bisher die Nutzungsphase der Gebäude ab Fertigstellung betrachtet wurde, kommen nun die CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes ins Spiel, von der Errichtung bis zum Rückbau („Ökobilanzierung“). Mit der in Ausarbeitung befindlichen OIB-Richtlinie 7 (Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen) entsteht dazu ein umfassendes Regelwerk.

Dass die Lebenszyklusbetrachtung keine akademische Spielerei, sondern von hoher Relevanz ist, zeigen quantitative Abschätzungen zur Bedeutung der „grauen Emissionen“, also jener Treibhausgasemissionen, die bei der Baustoffherstellung, bei der Errichtung der Gebäude sowie bei deren Rückbau verursacht werden. Je nach Bilanzgrenze und betrachteter Region (und ihrer Gebäudestruktur) multiplizieren sich die Gesamtemissionen des Gebäudesektors mit dem Faktor 1,5 bis 4, wenn nicht nur die Betriebsphase, sondern der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt wird. Truger et al berechnen für den österreichischen Gebäudebestand Emissionen aus grauer Energie je nach Berechnungsmethode von 4,8 bis 13,6 Mio t CO₂-Äquivalent. Zuzüglich der Betriebsphase kommt man auf 21,9 bis 30,7 Mio t, was 30 – 42% der für Österreich (2022) bilanzierten Treibhausgasemissionen entspricht (Weber/Berger 2024, nach Truger et al 2021). Auch verschiedene internationale Untersuchungen beziffern den Anteil des Gebäudesektors (in der Lebenszyklusbetrachtung) an den Gesamtemissionen mit mehr als einem Drittel (37% nach UNEP, 2021, 36% nach EPBD, 2024).

Mit zunehmender Energieeffizienz und Dekarbonisierung im Betrieb von Gebäuden steigt die anteilige Relevanz der grauen Energie. Im Extremfall des Plus-Energie-Gebäudes, welches im Betrieb eine positive Nettoemissionsbilanz aufweist, machen die gebundenen Emissionen 100% der Gesamtemissionen aus.

Die Novelle der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie (April 2024) konzentriert sich zwar in ihren verpflichtenden Regulativen auf die Betriebsphase, zeigt aber den Weg klar vor: „Gebäude verursachen vor, während und nach ihrer Lebensdauer Treibhausgasemissionen. Die Vision für einen bis 2050 dekarbonisierten Gebäudebestand geht über die derzeit im Mittelpunkt stehenden betriebsbedingten Treibhausgasemissionen hinaus. Die Lebenszyklusemissionen von Gebäuden sollten daher nach und nach berücksichtigt werden, beginnend mit neuen Gebäuden“ (EPBD 2024, (7)). Die Berechnung und Offenlegung des Lebenszyklus-Treibhausgaspotenzials von Gebäuden (GWP – Global warming potential) wird gemäß Artikel 7 (3) EPBD ab 2028 für Gebäude ab 1.000 m² Nutzfläche bzw. 2030 für alle neuen Gebäude verpflichtend.

Was beeinflusst nun die grauen Emissionen und wie können sie in der vierten Phase der Transformation des Gebäudebestands in Richtung Null gesenkt werden?

1. Siedlungsstruktur: Aufgrund der geringeren Kompaktheit und des höheren Bedarfs an Infrastruktur (Straßen, Leitungen u.a.) haben Einfamilienhausgebiete einen drei- bis vierfach so hohen Verbrauch an grauer Energie pro m² wie Siedlungen mit Geschoßwohnbauten (vgl. Bußwald 2011). Verdichtete Bauweisen und Nachverdichtung bestehender Siedlungen sind also einmal mehr das Gebot der Stunde.
2. Langlebigkeit und Anpassbarkeit der Gebäude: Je länger ein Gebäude in Schuss gehalten und genutzt wird, desto weniger ressourcenintensiver Neubau ist erforderlich.
3. Wahl der Baumaterialien: Beton und Ziegel verursachen je nach Eigenschaften mehrere hundert kg CO₂/t, Stahl über 1.000 kg CO₂/t, kunststoffbasierte Dämmstoffe gar mehrere Tausend kg CO₂/t. Nachwachsende Bau- und Dämmstoffe wie Holz, Kork, Zellulose u.a. hingegen wirken als CO₂-Senken und reduzieren die Emissionen, da sie während des Wachstums CO₂ gebunden haben (Weber/Berger 2024, 10). Allerdings gibt es auch bei der Zementherstellung und der daran angeschlossenen Betonproduktion schon sehr fortschrittliche Verfahren, die die Emissionen drastisch reduzieren. Umgekehrt ist der Einsatz des Baustoffes Holz nur im Rahmen einer nachhaltigen Holzbewirtschaftung zu empfehlen, d.h. dass durch die Holzentnahme die CO₂-bindende Wirkung des Waldes nicht geschmälert wird (vgl. Sobek 2022, 82f).
4. Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien und Produkte: Baustoffe von gestern können die Rohstoffe von heute sein, und Baustoffe von heute die Rohstoffe von morgen. Werden Baumaterialien (z.B. Beton) granuliert und wieder einem neuen Baustoff beigemischt, spricht man von Recycling. Werden ganze Gebäudeteile (z.B. Türen, Fenster, Treppen) an einem anderen Ort wiederverwendet, spricht man von Re-Use. Auch die sortenreine Trennbarkeit und Wiederverwendbarkeit (z.B. durch Steck- anstelle Klebeverbindungen) der verbauten Materialien zählt zu den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft.

In der Kombination der Faktoren ist demnach ein kompaktes, langlebiges, aus nachwachsenden Baustoffen errichtetes und wiederverwertbares Gebäude das nachhaltigste. In der Praxis können sich die Faktoren aber auch gegenseitig behindern oder kompensieren. Deshalb ist es auch in dieser „Phase“ dringend zu empfehlen, nach Gebäudetypen zu differenzieren und auf die Faktoren mit dem höchsten CO₂-Reduktionspotenzial zu fokussieren. Dazu einige Argumente mit Fokus auf den gemeinnützigen Wohnbau:

Der gemeinnützige Wohnbau hat im Regelfall eine kompakte Siedlungsstruktur und ist aufgrund seines Geschäftsmodells, v.a. durch den als Gebäuderenovierungsfonds ausgelegten Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag, grundsätzlich auf Langlebigkeit ausgerichtet. Die ersten beiden Kriterien, Siedlungsstruktur und Langlebigkeit, erfüllt er daher jetzt schon in hohem Maß. Der in der Ökobilanzierung standardmäßig angesetzte Gebäudelebenszyklus von 50 Jahren ist für den gemeinnützigen Wohnbau wenig adäquat und führt tendenziell zu einer Überschätzung seiner kalkulierten grauen Emissionen.

Aus Klimaschutzgesichtspunkten ist eine Sanierung (fast) immer einem Neubau vorzuziehen. Das gilt auch für den gemeinnützigen Wohnbau, der dies mit regelmäßigen Sanierungszyklen im Bestand auch bisher schon so weit wie möglich umsetzt. Alle innovativen und replizierbaren Konzepte, die auch im Bereich der besonders herausfordernden Altbestände kosteneffiziente Lösungen für eine bestandsorientierte Weiterentwicklung aufzeigen⁷, sind willkommen, sodass die Entscheidung für einen Abbruch immer mehr zur Ausnahme werden wird. Dennoch sind Abriss und Neubau z.B. eines 40-jährigen Bürogebäudes anders zu beurteilen als der Ersatzneubau für ein 80-jähriges, vielleicht schon teilweise leerstehendes Wohngebäude von mangelhafter Bausubstanz und Nutzungsqualität, welches nach eingehender Prüfung nicht mehr auf zeitgemäßen Wohnstandard sanierbar erscheint. Und wo der Ersatzneubau nicht nur verbesserten, sondern auch zusätzlichen Wohnraum auf gleichem Grund und Boden schafft und so einen Neubau auf der grünen Wiese vermeidet.

Bei der Ökologisierung der eingesetzten Baumaterialien sind bereits große Fortschritte erzielt worden, dennoch liegt in diesem Bereich noch erhebliches Potenzial, insbesondere beim Einsatz von biobasierten Dämmstoffen. Nicht immer lassen sich jedoch die Mehrkosten in der Errichtung innerhalb der Kostenobergrenzen der Wohnbauförderung abbilden.

Abschließend ein Absatz zur Kreislaufwirtschaft: Bauträger, die die Kreislaufwirtschaft zu ihren strategischen Grundsätzen erklärt haben und konsequent umsetzen, sind heute noch Pioniere⁸. Mit ihrem enormen Ressourcenbedarf ist das Bauwesen jedoch tief in der Verantwortung, sich rasch an der Zirkularität zu orientieren – und wird aufgrund von europäischen und nationalen Vorgaben auch zunehmend dazu verpflichtet werden. Wo immer es möglich ist, ohne kontraproduktive Transportwege und Qualitätsverluste rezykliertes Baumaterial einzusetzen, sollte dies heute

schon getan werden. Auch die Planungsprinzipien der Adaptierbarkeit und Rückbaufähigkeit von Gebäuden sind vorausschauend. Zu hinterfragen ist jedoch der Mehrwert umfangreicher, kostenintensiver Dokumentationspflichten bis hin zur Erstellung eines „Rückbaukonzepts“ schon in der Entwurfsphase, welches beim (gemeinnützigen) Wohnbau aufgrund seiner Langlebigkeit auch erst in 80 oder mehr Jahren theoretisch relevant werden könnte – falls sich im Jahr 2105 noch jemand für ein im Jahr 2025 erstelltes Konzept interessieren sollte. Auch hier sollte die Verhältnismäßigkeit eingehalten werden und Gebäuden mit einer langen erwarteten Nutzungsdauer und sozialer Bindung geringere (Administrations-)lasten aufgebürdet werden als Gebäuden mit kurzer, kommerzieller Nutzung.

6 Fazit

Karl Polanyi bietet in seinem Werk „Die große Transformation“ eine umfassende Analyse und Kritik an der Entstehung einer „Marktgemeinschaft“, das heißt einer Gesellschaft, die den Regeln und Erfordernissen der Marktwirtschaft untergeordnet wird – und sich anschließend in „Gegenbewegungen“ wieder vor den Auswüchsen davon schützen muss. Er geht sogar so weit zu sagen, dass weder die beiden Weltkriege noch der Faschismus die Ursache für die Zerstörung der Zivilisation des 19. und 20. Jahrhunderts waren, sondern dass *„der Konflikt zwischen dem Markt und den elementaren Erfordernissen eines geordneten gesellschaftlichen Lebens (...) die typischen Spannungen [erzeugte], die schließlich zur Zerstörung dieser Gesellschaft führten. Die Kriege beschleunigten bloß diesen Prozess“* (Polanyi 1944, 329).

Wirtschafts- oder sozialpolitische Empfehlungen für die Zukunft gibt Polanyi in dem Buch wenige, was auch am Erscheinungsdatum 1944, also noch inmitten des zweiten Weltkriegs und in völliger Unklarheit über die Weiterentwicklung der Weltgesellschaft, liegen mag. Was er jedoch fordert, ist eine Wieder-Einbettung des Wirtschaftssystems in Politik und Gesellschaft. „Nach einem Jahrhundert blinder 'Verbesserung' geht der Mensch daran, seine 'Behausung' wiederherzustellen. Soll der Industrialismus nicht zur Auslöschung der Menschheit führen, dann muss er den Erfordernissen der menschlichen Natur untergeordnet werden“ (Polanyi 1944, 329).

Um nichts weniger als die Bewahrung und Wiederherstellung der „Behausung“, das bedeutet der langfristigen Bewohnbarkeit des Planeten, geht es auch bei der aktuellen Transformation der Gesellschaft zur Klimaneutralität. Gerade aber weil die Klimaneutralität ein unverhandelbares Ziel und die große ökosoziale Transformation ohne Alternativen ist, sollten die gemeinsamen Anstrengungen (und die Verpflichtungen) auf jene Bereiche fokussiert werden, in denen innerhalb der nächsten 15–25 Jahre das meiste erreicht werden kann, und die gleichzeitig den sozi-

⁷ siehe z.B. Energiesprong (www.energiesprong.de), verschiedene Beispiele des Sanierungslabors RENOWAVE.at oder auch das Konzept „Zukunft Bestand“ nach Weber/Berger, 2024

⁸ Eine gemeinnützige Unternehmensgruppe mit sehr hohen Ambitionen und umfangreichen Erfahrungen im Bereich der Kreislaufwirtschaft ist die Salzburg Wohnbau. Näheres unter <https://www.salzburg-wohnbau.at/pressegesprach-der-salzburg-wohnbau-gruppe-pionier-im-nachhaltigen-bauen/>

alen Ausgleich im Blickfeld bewahren.

Für den Umbau des Gebäudebestands heißt das: Klimasensibles Bauen sollte die Polarität zwischen (reinem) Neubau und (reiner) Sanierung überwinden und sich auf die Schaffung und Bewahrung von bedarfsgerechtem und ressourcenschonendem Lebensraum konzentrieren. Anders ausgedrückt in Anlehnung an Polanyi: Bauen sollte eingebettet sein in die Erfordernisse der menschlichen Natur und der Bewohnbarkeit des Planeten:

1. Aktivieren, dekarbonisieren und nachverdichten des Bestands,
2. Neuentwickeln am Bedarf orientiert und so boden-, klima- und ressourcenschonend wie möglich,
3. Skalierbare Lösungen finden: Klimaneutrales (Um-)bauen muss wegkommen vom innovativen Pilotprojekt und zum normalen Geschäftsfall werden.

Wir stehen erst am Anfang dieses Umbaus und sind noch weit davon entfernt, die vollen Kosten, geschweige denn eine faire Kostenteilung dafür zu kennen. Was wir jedoch wissen, ist dass die volkswirtschaftlichen Kosten weitaus niedriger sind als die Summe der Kosten der Einzelmaßnahmen, weil vieles auch ohne Klimaziel umgesetzt worden wäre, etwa ein Heizkesseltausch am Ende der Lebensdauer. Amann et al. (2022) beziffern diese „Ohnehin-Kosten“ im Bereich der Wärmewende (ohne Lebenszyklusbetrachtung) für Österreich mit drei Viertel (60 von 80 Milliarden Euro) der Gesamtkosten. Darüber hinaus kommen verschiedene Studien⁹ zu dem Schluss, dass die Kosten des klimapolitischen „Nichthandelns“ weitaus höher wären als jene der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.

⁹ Z.B. beziffert eine Studie des WIFO (Köppl/Schratzenstaller, 2024) in einem umfassenden Ansatz (nicht vorrangig auf den Gebäudesektor bezogen) die Kosten des klimapolitischen Nicht-Handelns (allein) für die öffentliche Hand mit aktuell 5,4 bis 7 Milliarden Euro.

Literaturverzeichnis

Amann, W., Bauer, E., Komendantova, N., Oberhuber, A., Springler, E. (2022): Studie zur langfristigen Finanzierung der Wärmewende. Im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

Amann, W./Struber, Ch. (Hrsg.,2023): Österreichisches Wohnhandbuch 2023. 11. Auflage. Linde Verlag.

Bußwald, P. (2011): Projekt ZERSiedelt: Zu Energierlevanten Aspekten der Entstehung und Zukunft von Siedlungsstrukturen und Wohngebäudetypen in Österreich, akaryon Niederl & Bußwald GmbH, Wien. Online: www.zersiedelt.at

Europäische Kommission, 11.12.2019: A European Green Deal- Striving to be the first climate-neutral cont-

Es ist auch offensichtlich, dass es nicht eine einzelne Gruppe sein kann, seien es z.B. die Bauträger oder die Mieter/innen, welche die Hauptlast der Transformation tragen wird. Es braucht zusätzliche staatliche, und damit zumindest indirekt steuerfinanzierte Mittel. Wie der WBGU es in seinem Hauptgutachten schon 2011 feststellte, brauchen wir einen breit getragenen Gesellschaftsvertrag für die sozial-ökologische Transformation unserer Gesellschaft – und damit auch unseres Gebäudebestands.

Nur in einem Punkt kommt die Autorin zu einem anderen Schluss als der WBGU und W. Sobek (2022) und verlässt auch die Ausgangsthese dieses Artikels, wo jeweils die Transformation zur Klimaneutralität mit Polanyis „großer Transformation“ auf eine Stufe gestellt werden:

Die eigentliche „große Transformation“ ist nicht die Veränderung unserer Ernährungsgewohnheiten, unserer Mobilität oder der Umbau auf einen klimaneutralen Gebäudebestand. Die wirklich „große Transformation“ ist der menschenverursachte Klimawandel selbst, welcher bereits weit fortgeschritten ist und in absehbarer Zeit alle Länder und alle Lebensbereiche umfassen wird, und in dessen Folge Hungersnöte, Fluchtbewegungen und Kriege zu erwarten sind. Unsere Maßnahmen zu Klimawandelanpassung und Klimawandelbegrenzung sind bloß die Reaktionen oder, wie Polanyi sagen würde, die „Gegenbewegungen“ zu jener bereits realen Transformation, welche die Gesellschaft vor deren härtesten Auswirkungen schützen sollten. Sie rührt daher, dass im letzten Jahrhundert eine „Entbettung“ der wirtschaftlichen Aktivitäten von ihren natürlichen Grenzen, nämlich der Grenzen des Planeten, stattgefunden hat.

Es ist nun höchste Zeit zur Wieder-Einbettung.

inent. Online:<https://ec.europa.eu/newsroom/know4pol/items/664852>

GBV (2023), Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen – Revisionsverband: Verbandsstatistik 2023. Die gemeinnützige Wohnungswirtschaft in Zahlen. Online: www.gbv.at

Gutheil-Knopp-Kirchwald, G. (2020): Dekarbonisierung des Gebäudesektors im gemeinnützigen Wohnungsbestand. In: OIB aktuell 2.2020.

Köppl, A., Schratzenstaller, M. (2024): Policy Brief: Budgetäre Kosten und Risiken durch klimapolitisches Nichthandeln und Klimarisiken. Online: <https://www.wifo.ac.at/publication/49048/> [WIFO 2024]

Hüttler, W., Gutheil-Knopp-Kirchwald, G., Kössl, G. (2023): Dekarbonisierung im gemeinnützigen Wohnungsbestand. In: Amann, W./Struber, Ch. (Hrsg,2023): Österreichisches Wohnhandbuch 2023. 11. Auflage. Linde Verlag, S. 50-64.

Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften: <https://energiegemeinschaften.gv.at/>

Polanyi, K. (1944): The Great Transformation. Politische und ökonomische Ursprünge von Gesellschaften und Wirtschaftssystemen. Deutsche Ausgabe 1978, suhrkamp taschenbuch wissenschaft.

RICHTLINIE (EU) 2024/1275 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. April 2024 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD)

Sobek, W. (2022): non nobis – über das Bauen in der Zukunft. Band 1: Ausgehen muss man von dem, was ist. Avedition.

Umweltbundesamt (2024a): Klimaschutzbericht 2024

Umweltbundesamt (2024b): Nahzeitprognose der Österreichischen Treibhausgas- Emissionen für das Jahr 2023

UNEP (2021). Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi: 2021.

WBGU (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltfragen, Hauptgutachten. Online: <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-gesellschaftsvertrag-fuer-eine-grosse-transformation>

Weber, B., Berger, L. (2024): Zukunft Bestand. Ökosoziale Transformation von Wohnhausanlagen. Ruby Press