

LUEGINGER | SCHEIKL

BAUTECHNIK:

NACHHALTIGKEIT

+CLIL

Inhaltsverzeichnis

I. EINFÜHRUNG IN DAS THEMA NACHHALTIGKEIT	6
1. Geschichtlicher Hintergrund	7
2. Nachhaltigkeit und Wirtschaft	7
3. Nachhaltigkeit und Brundtland-Bericht	8
3.1 Das System „Nachhaltiges Bauen“	8
3.1.1 Ökologische Qualität	8
3.1.2 Ökonomische Qualität	8
3.1.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität	9
3.2 Die Bereiche des nachhaltigen Bauens	9
3.2.1 Bauweise	9
3.2.2 Baustoffe	10
3.2.3 Dämmung und Wärmeschutz	11
3.2.4 Energieträger	11
3.2.5 Haustechnik	12
3.2.6 Entsorgung und Abfall	12
4. Emissionen	13
5. Immissionen	15
6. Flächeninanspruchnahme	15
7. Nachhaltige Energie	24
II. DER STOFF-PRODUKT-KREISLAUF	31
1. Urban Mining	32
2. Konstruktionen der Zukunft	33
2.1 Transformation	33
2.2 Lebenszykluskosten	35
III. MÖGLICHE PARAMETER ZUR NACHHALTIGEN VERÄNDERUNG	36
IV. NACHHALTIGKEIT VERSCHIEDENER MATERIALIEN, ENERGIETRÄGER, HEIZSYSTEME UND ENERGIESPEICHER IM VERGLEICH	43
1. Die vier Hauptbaustoffe im Hochbau: Stahl, Beton, Holz, Ziegel	44
1.1 Baustahl	44
1.2 Beton	44
1.3 Holz	46
1.4 Ziegel	54
1.5 Die vier Hauptbaustoffe im Hochbau: Zusammenfassung	54
2. Hanfkalk	55
2.1 Der Hanf	55
2.2 Der Kalkkreislauf	56
2.2.1 Sumpfkalk	56
2.2.2 Kalkhydrat	56
2.3 Praxisbeispiele Anwendung Hanfkalk	57
2.3.1 Dach	57
2.3.2 Decken	58
2.3.3 Wand	59
2.3.4 Boden	62
3. Lehm- und Zementbau	64
4. Dämmstoffe	64
4.1 Arten der Dämmung	66
4.2 Lage der Dämmung	66
4.3 Künstliche Dämmstoffe	67
4.4 Natürliche Dämmstoffe	68
5. Putz- und Mörtelsysteme	71
5.1 Mörtelbestandteile	71
5.2 Einteilung nach Herstellungsart	71
5.3 Einteilung nach Auftragsort	72
5.4 Eigenschaften und Verwendungszweck	72
6. Abdichtungen	73
7. Vergleich von Wärmedämmwerten verschiedener Wandaufbauten	74
8. Nachhaltige Energieträger	78
9. Schematische Darstellung verschiedener Heizsysteme	81
9.1 Photovoltaik-Anlagen	82
9.2 Kraft-Wärme-Kopplung	86
9.3 Blockheizkraftwerk	86
9.4 Brennstoffzelle	86
9.5 Holz – Heizwerte und Holzheizungstypen	87
9.6 Biogasnutzung	88
9.7 Wärmepumpen	88
9.8 Speichersysteme	90
9.9 Maßnahmen	91
10. Energiespeicherung	91
V. GEGENÜBERSTELLUNG VON DETAILS DER GEGENWART UND DETAILS MIT VORSCHLÄGEN FÜR DIE ZUKUNFT	96

VI. BEGRÜNT FASSADEN	141
1. Allgemeines	142
2. Geschichte	143
3. Verwendete Baustoffe	144
4. Typen der Fassadenbegrünung	145
5. Fassadentypen und Tragkonstruktion	147
6. Brandschutz	151
7. Bewässerung der begrünten Fassaden	154
8. Systematik der Fassadenbegrünung	155
9. Beispiele unterschiedlich begrünter Fassaden	158
VII. NACHNUTZUNG BESTEHENDER GEBÄUDE	168
VIII. FORDERUNGEN AN BAUWERKSTEILE	182
1. Zitatsammlung als Merksprüche	183
2. Das www-Konzept (Philosophischer Ansatz zum Thema „Bauen und Sein“)	186
3. Bewertungskriterien für nachhaltiges Bauen	186
IX. ZUKUNFTSPERSPEKTIVE FÜR NACHHALTIGEN SIEDLUNGS- UND WOHNBAU	187
1. Entwicklung zum heutigen Stand des Bauens	188
1.1 Siedlungsbau	188
1.2 Wohnbau	191
1.3 Einflussfaktoren	192
1.4 Die Problemstellung	192
2. Zukunftsszenarien	194
3. Der Stand der medialen und öffentlichen Diskussion	194
4. Aktueller Stand des nachhaltigen Bauens	194
4.1 Siedlungsbau	194
4.2 Wohnbau	195
4.3 Wegeverbindungen	195
4.4 Co-Housing	195
4.5 Baumaterialien	195
X. NACHHALTIG GEDACHT – CLIL	201
ANHANG: FACHBEGRIFFE DEUTSCH/ENGLISCH	204



I. EINFÜHRUNG IN DAS THEMA NACHHALTIGKEIT *[sustainability]*

1. Geschichtlicher Hintergrund.....	7	4. Emissionen.....	13
2. Nachhaltigkeit und Wirtschaft	7	5. Immissionen	15
3. Nachhaltigkeit und Brundtland-Bericht.....	8	6. Flächeninanspruchnahme.....	15
3.1 Das System „Nachhaltiges Bauen“	8	7. Nachhaltige Energie	24
3.1.1 Ökologische Qualität	8		
3.1.2 Ökonomische Qualität	8		
3.1.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität.....	9		
3.2 Die Bereiche des nachhaltigen Bauens	9		
3.2.1 Bauweise.....	9		
3.2.2 Baustoffe.....	10		
3.2.3 Dämmung und Wärmeschutz.....	11		
3.2.4 Energieträger	11		
3.2.5 Haustechnik	12		
3.2.6 Entsorgung und Abfall.....	12		

Hinweis: Das Bild zeigt das Eden Project in Cornwall (GB). Der botanische Garten hat es sich u. a. zur Aufgabe gemacht, die Artenvielfalt von Nutzpflanzen zu erhalten.

In diesem Kapitel erwerben Sie die Fähigkeit, ...

	+	-
... den Begriff Nachhaltigkeit zu erklären und im historischen Kontext zu erfassen. (W, V, AY)		
... die wesentlichen Fragestellungen des Themenfeldes Nachhaltigkeit zu formulieren. (W, V, AY)		
... zukünftige Entwicklungen und Aufgaben darzustellen. (W, V, AW, AY, E)		

Wichtig: Das Datenmaterial der im Buch dargestellten Grafiken verändert sich laufend. Daher dienen die Grafiken zur Orientierung. Aktuelle Daten sollten durch Selbstrecherche (Datenquellen sind angegeben) im Unterricht laufend ermittelt werden.

In den letzten Jahren wurde das **Thema Nachhaltigkeit** immer wichtiger. Für den Begriff Nachhaltigkeit gibt und gab es eine Vielzahl von Definitionen, für alle Lebensbereiche und Tätigkeiten und somit auch

für Bauwerke, die durch eine ressourcenschonende Planung und Bauausführung auf eine sparsame Nutzungsweise abzielen.

Die Bewahrung der Ökosysteme und Biosphären sowie der Schutz der vorhandenen Naturräume sind der tragende Hintergrund. Wichtiger Aspekt ist die Wechselwirkung zwischen den ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Faktoren.

1. Geschichtlicher Hintergrund

Der Begriff Nachhaltigkeit wurde im 18. Jahrhundert von **Hans Carl von Carlowitz** (Ober-Berghauptmann des Erzgebirges, 1645 – 1714) in seinem Buch „Sylvicultura oeconomica“ (1713) im Bereich der Forstwirtschaft dargestellt. Carlowitz wurde der Zusammenhang zwischen der massiven Nutzung der Wälder (Rodungen sowie Holzverknappungen) und den negativen gesellschaftlichen und ökologischen Verhältnissen bewusst. Daraufhin sprach er sich für einen sorgsamen und bewussten Umgang mit der Ressource Holz aus – im Sinne der Nachhaltigkeit von Holz: „Wächst mehr nach, als wir nutzen können?“

Wenn man die historische Entwicklung in Gebieten der ehemaligen Habsburgermonarchie betrachtet, so zeigt sich schon sehr früh ein ähnliches Bild. Durch die explorative Nutzung von Holz im Bergbau, bei den Salinen, im privaten Bereich etc. kam es zu einer deutlichen Übernutzung des heimischen Waldes – bis hin zur massiven Problematik im ökologischen, ökonomischen, sozialen (gesellschaftlichen) und kulturellen Bereich. Beispiele dafür sind etwa der Schwarzenberg'sche Schwemmkanal im Böhmerwald oder die Triftanlagen und Triftsteige in den heutigen Naturschutzgebieten Kalkalpen u. dgl., die in immer steilere Gebiete vorangetrieben wurden, nur um den immensen Holzkohlebedarf der Eisenverhüttung und der Salinen zu stillen. Der Braunkohlebergbau (OÖ, Stmk.) ab der Mitte des 18. Jahrhunderts ist eine Folge der Notwendigkeit der Schonung und Regeneration der Waldbestände im Vor- und Zentralalpenbereich.

Regelwerke versuchten schon im 14. Jahrhundert den Schutz der Ressourcen auf eine brauchbare rechtliche Basis zu stellen. So verbot Leopold III. in Tirol die Brandrodungen in Wäldern. Mit den mittelalterlichen „Weistümern“, das waren Aufzeichnungen von Rechtsgewohnheiten und -belehrungen im Mittelalter, entstanden Zeugnisse von örtlichen Ver-

sammlungen („Taidingen“), in denen die Holznutzung und Waldbehandlung bestimmt wurden. Hier wurden Fragen wie Fällungen, Bringungen, d. i. die Beförderung von Holz oder sonstigen Forstprodukten aus dem Wald vom Gewinnungsort bis zu einer öffentlichen Verkehrsanlage, Erntemengen und Rodungen bestimmt. Neben der Forstwirtschaft wurde wegen der Nutzung von Bergbauholz vor allem im Bergbau das Thema aufgrund der wirtschaftlichen Bedeutung sehr offensiv angesprochen. So sah die Bergordnung nicht nur Verbote für Rodungen vor, sondern regelte auch Nutzungsmengen für die Wiederherstellung von Wäldungen. Hierfür wurden sogenannte Waldmeister bestimmt, die für die Aufsicht von Wäldern zuständig waren. Die Kontrolle übte ein Bergrichter aus. Kaiserin Maria Theresia sowie Kaiser Joseph II. weiteten die Bergordnung auf alle Kronländer aus.

In der heutigen Zeit ist im forstlichen Bereich zum Thema Nachhaltigkeit vor allem „Forest Europe“ und die Forstgesetznovelle 2002 zu nennen. Das österreichische Forstgesetz (ForstG 2002) übernahm hierbei im § 1 Abs. 3 diese Definition: *„Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Sinne dieses Bundesgesetzes bedeutet die Pflege und Nutzung der Wälder auf eine Art und in einem Umfang, dass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsvermögen, Vitalität sowie Potenzial dauerhaft erhalten wird, um derzeit und in Zukunft ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene, ohne andere Ökosysteme zu schädigen, zu erfüllen. Insbesondere ist bei der Nutzung des Waldes unter Berücksichtigung des langfristigen forstlichen Erzeugungszeitraumes und allenfalls vorhandener Planung vorzusorgen, dass Nutzungen entsprechend der forstlichen Zielsetzungen den nachfolgenden Generationen vorbehalten bleiben.“*

2. Nachhaltigkeit und Wirtschaft

Das Thema Nachhaltigkeit wurde dem bekannten Drei-Säulen-Modell der Wirtschaft – Ökonomie, Ökologie und Soziales – gleichberechtigt, sozusagen als „vierte Säule“, dazugestellt. Es soll ein Interessenausgleich erreicht werden, wobei im Zentrum der Waldeigentümer/die Waldeigentümerin

steht, der/die neben der Erzeugung des Rohstoffes Holz auch die Funktionen Erholungsraum, Klimaschutz, Wasserspeicher, Lärmschutz, Schutz vor Lawinen und Muren, Biodiversität (biologische Vielfalt), Naturschutz und vieles mehr zu beachten hat.

3. Nachhaltigkeit und Brundtland-Bericht

Der Grundgedanke der Nachhaltigkeit, der in der Forstwirtschaft und im Bergbau begründet wurde, fand im „Brundtland-Bericht“ über nachhaltige Entwicklung („Our Common Future“) der Vereinten Nationen seinen Widerhall. Im Jahr 1987 wurde von der „Brundtland-Kommission“, benannt nach der Vorsitzenden Gro Harlem Brundtland, der damaligen norwegischen Ministerpräsidentin, der Begriff Nachhaltigkeit erneuert („Sustainability“) und ins Bewusstsein von Politik und Medien gebracht. Das definierte Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung initiierte einen Wandlungsprozess und ist seitdem eine wichtige Prämisse für Maßnahmen in Produktion und Technik.

Damit sollte auf die bis dahin als negativ erkannten Veränderungen in Natur und Klima sowie beim Energie- und Ressourcenhaushalt mit der Forderung nach Generationengerechtigkeit geantwortet werden können. Neben der wirtschaftlichen Komponente sollte auch die soziale Komponente betrachtet werden (d. h., es soll keine gesellschaftlichen Verlierer/Verliererinnen aufgrund von Ressourcenschonung geben). Auf dieser Wechselwirkung zwischen Ökonomie, Ökologie sowie Sozialem fußt auch der Grundgedanke des **nachhaltigen Bauens**.

3.1 Das System „Nachhaltiges Bauen“



Die drei Säulen dürfen nicht voneinander getrennt geprüft werden. Es ist wichtig, die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes zu betrachten, die schlussendlich in der Gesamtbeurteilung die Qualität der Nachhaltigkeit eines Gebäudes bedeutet. (*Anmerkung:* Im Energieausweis wird dieser Faktor mit dem CO₂-Vergleichswert beschrieben.)

Ob das fertiggestellte Gebäude nun tatsächlich den Kriterien der Nachhaltigkeit entspricht, wird mit einem Zertifizierungsdokument bestätigt. International gibt es hierfür die *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB), in Österreich davon abgeleitet die *Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft* (ÖGNI), das Bewertungssystem *Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude* in Deutschland oder die *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM).

3.1.1 Ökologische Qualität

Die ökologische Qualität wird im Wesentlichen definiert durch den CO₂-Fußabdruck der verwendeten Materialien und Konstruktionssysteme, also wie viele Ressourcen für den gesamten Lebenszyklus des Hauses, einschließlich der „grauen Energie“, benötigt werden. Ein weiterer Parameter ist die Baubiologie, welche sich mit der Herkunft der einzelnen Materialien und deren Wirkung auf den menschlichen Körper beschäftigt. Das Thema „Ökologie“ umfasst also schwerpunktmäßig die Themenbereiche „Ressourcenschonung“, „Schutz der globalen und lokalen Umwelt“ sowie „Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs des Gebäudes“. Dieser Grundgedanke ist in Bezug auf den Klimawandel, Energiepreiserhöhungen sowie die Problematik hinsichtlich des Ressourcenvorrats für die nächsten Generationen wichtig.

3.1.2 Ökonomische Qualität

Die ökonomische Qualität wird definiert durch die Baukosten und die Betriebskosten sowie durch die Reparaturfreundlichkeit und Nutzungsflexibilität. Hierbei ist die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus (life cycle cost analysis – LCCA) von großer Bedeutung.

Folgende Punkte sind hier zu beachten:

- Investitionskosten: Kosten der Herstellung des Gebäudes inklusive des Grundstücks
- Betriebskosten: Medienverbrauch wie Heizwärme, Kühlung, Warmwasser, Strom etc., aber auch die laufenden Reinigungs- und Reparaturkosten
- Gebäudekosten: Baukosten (Aufgliederung nach ÖN 1801) und Instandsetzungsarbeiten
- Rückbau und Abbruch, Entsorgung der Materialien und Recycling

Durch diese Betrachtungsmethode (Lebenszykluskostenberechnung) lässt sich die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes beurteilen – nicht nur bei Gewerbebauten, sondern immer mehr auch im privaten Bereich. So zeigt die Erstellung eines Energieausweises (seit 2012 verpflichtend bei der Einreichung) und dessen Aussage über die Energieeffizienz und den CO₂-Vergleichswert einen wesentlichen Parameter bei Bewertung (auch Kreditwürdigkeit) und Verkauf der Immobilie.

Wichtig: Die LCCA-Berechnung kann vor allem bei Nutzungskosten nur auf Prognosen zurückgreifen, d. h., je länger die Nutzungsdauer, desto genauer können diese Kosten für die LCCA erfasst werden.

Zu beachten ist, dass die Optimierung der Lebenszykluskosten mit dem Vergleich von unterschiedlichen Gebäudeentwürfen und damit unterschiedlichen Planungsstrategien mit unterschiedlichem Planungsaufwand zusammenhängt.

Diese Berechnungen dienen beispielsweise als Entscheidungskriterium, ob ein Neubau oder die Umnutzung eines bestehenden Gebäudes ausgeführt wird. Hinsichtlich der Nachhaltigkeit ist vor allem eine möglichst konstante Wertstabilität ein wichtiges Kriterium. Die Wertstabilität ist abhängig von der Markt- und Standortentwicklung. Diese Faktoren sind wiederum in der Planungsphase als Risiko- beurteilung zu berücksichtigen. Hier kommt die flexible Anpassung des Gebäudes zum Tragen, d. h., die Planung muss Entwicklungen der nächsten Jahrzehnte in ihre Überlegung mit einbeziehen (Stichworte „Drittverwendbarkeit“, „Flexible Grundrisse“, „Nutzungsflexibilität“).

3.1.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität

Diese Kriterien stellen die Basis für die Akzeptanz eines Gebäudes durch den Nutzer/die Nutzerin sowie die Gesellschaft dar.

Die soziokulturelle Qualität wird bestimmt durch die Verantwortung des Projektes für die kommenden Generationen, die äußere Gestalt und dessen Einfluss auf die bestehende Umgebung, die Barrierefreiheit und die Rücksichtnahme auf die Interessen und Bedürfnisse der Nutzer/Nutzerinnen.

Folgende Punkte sind hier zu beachten:

- Komfort, Gesundheitsschutz und Nutzerfreundlichkeit
 - Thermischer Komfort, Innenraumhygiene, akustischer Komfort, visueller Komfort, Einflussmöglichkeiten des Nutzers/der Nutzerin, Sicherheit
- Zugänglichkeit, Gestaltung und Kunst
 - Barrierefreiheit, Mobilität, gestalterische und städtebauliche Faktoren, Orts- bzw. Stadtbild, Kunst am Bau

Wichtig: Die Covid-19-Pandemie und der Ukraine-krieg haben die seitens der EU geplanten Entwicklungen bezüglich Ressourcennutzung und Materialkreisläufen gebremst. Zur Abwendung von zusätzlichen Risiken in der Versorgung mit Primär-energie und Rohstoffen wurden Biogas („Grünes Gas“), teilweise sogar Erdgas aus nichtrussischen Quellen, sowie Atomkraft als sogenannte „Grüne Energie“ eingestuft. Aufgrund dieser Krisen wurde die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern [energy sources] auf internationaler Ebene sowie die enge Verknüpfung des Energie- und Wirtschaftsektors in Europa sichtbar.

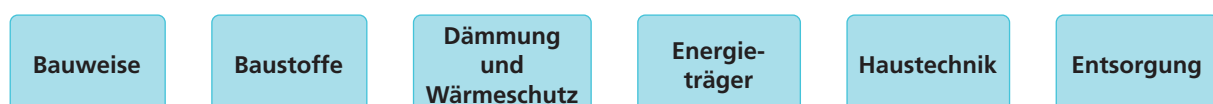
Eine Herausforderung stellt auch die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur im Bereich des Energiesektors dar. Beispielsweise bedarf der Ausbau von Windkraftwerken und PV-Anlagen [PV system] eine Erhöhung der Leitungskapazitäten für elektrischen Strom und zusätzliche Speicher, um größere Schwankungen im Stromnetz und in weiterer Folge ein sogenanntes „Blackout“ zu vermeiden. Zu bedenken ist weiters, welche Auswirkungen mehr Windkraftwerke und PV-Anlagen sowie Stromleitungen auf die Umwelt haben können und inwieweit der Ausbau dieser Infrastruktur von der Bevölkerung akzeptiert wird.

Für die von der EU-Kommission und den Mitgliedsstaaten beschlossene Energietransformation ist nicht nur der Ausbau erneuerbarer Energieträger zu leisten, sondern auch eine effizientere Nutzung der schon vorhandenen Energie und eine bewusste Energienutzung jedes Einzelnen/jeder Einzelnen, z. B. durch Absenken der durchschnittlichen aktuellen Raumtemperatur in Wohnungen während der Heizperiode von ca. 22/23 Grad auf 19/20 Grad, Beschränken der Raumkühlung im Sommer auf etwa 25 Grad, Vermeidung des Standby-Betriebes von Elektrogeräten, Smartphones, Verzicht auf Kurzstreckenfahrten mit dem PKW usw.

3.2 Die Bereiche des nachhaltigen Bauens

Auf der Basis des Systems und der daraus abgeleiteten Qualitäten werden jene Bereiche dargestellt, die konkret bei der Planung und Ausführung geeignet sind, um die oben genannten Qualitäten zu erreichen.

BEREICHE DES NACHHALTIGEN BAUENS



3.2.1 Bauweise [construction, design]

Hierbei ist in der Planung der gesamte Lebenszyklus zu beachten. Punkte wie Baukonstruktion, Baugometrie, Ausrichtung, Raumgefüge usw. sind zu berücksichtigen.

(Genauere Ausführungen siehe BAUTECHNIK: KONSTRUKTION, Band 1 und Band 2, sowie BAUTECHNIK: Darstellung und Gestaltung)

I. Kapitel

Da bezüglich der Energiebilanz der Aufwand für die Gebäudebeheizung ein wichtiges Thema darstellt, soll der Bereich „Bauweise“ am Beispiel „Besonnung“ erläutert werden: Je mehr die Sonnen-

einstrahlung in der kalten Jahreshälfte die Fenster erreichen kann und je besser diese Fenster für die Energieaufnahme geeignet sind, umso geringer sind die Heizkosten.

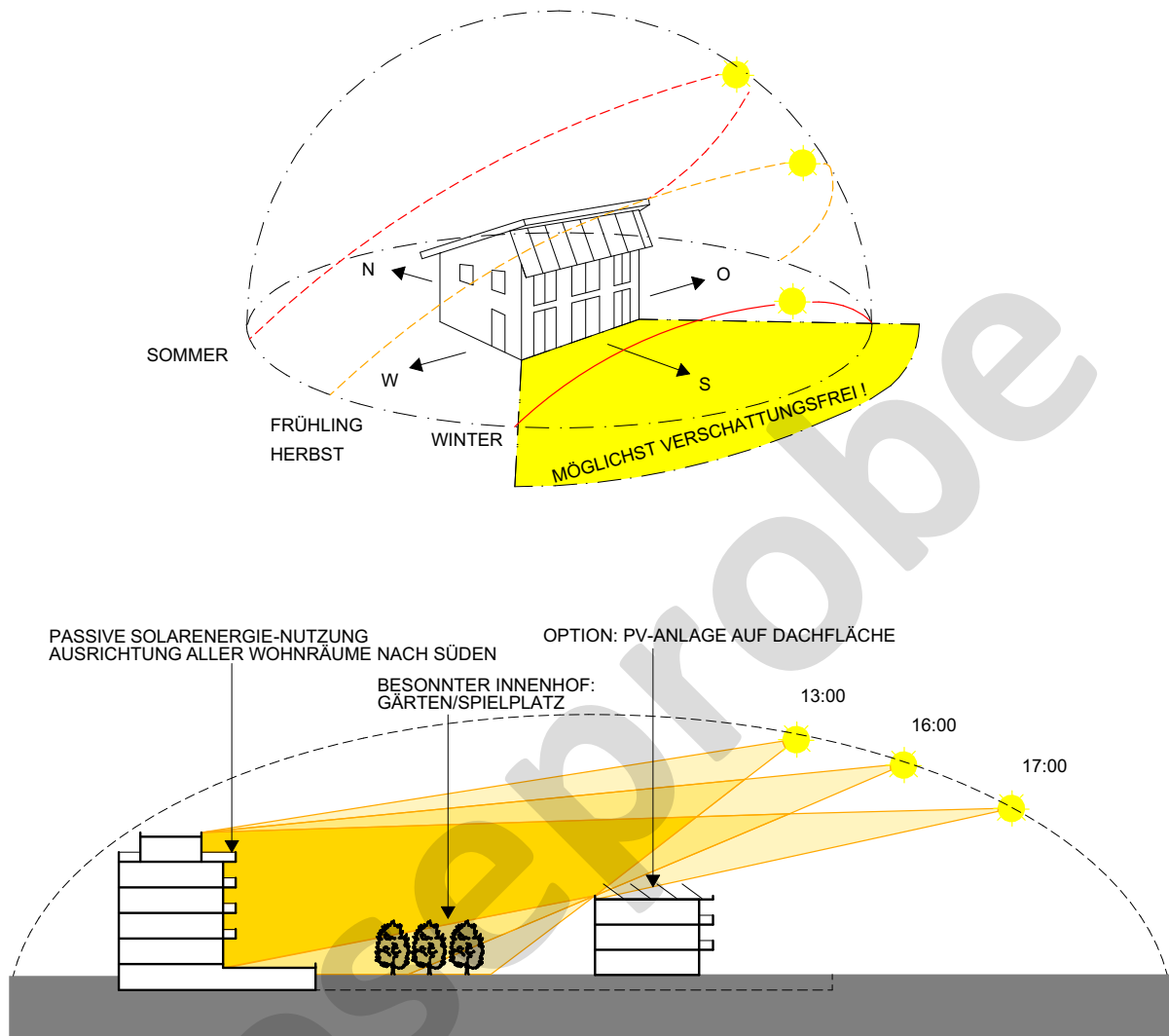


Abb. 1: Besonnung

Generell ist die nachhaltige Bauweise auf Dauerhaftigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Recyclingfähigkeit ausgelegt.

3.2.2 Baustoffe [(construction) material]

Der wesentliche Punkt bei der Verwendung von Baustoffen im Bereich des nachhaltigen Bauens ist das Augenmerk auf ökologische Optimierung bei Ressourcen, Energie sowie Wasserversorgung und Ab-

wasserentsorgung. Dadurch soll der Einsatz von Ressourcen und grauer Energie deutlich reduziert werden.

MERKMALE ZUR OPTIMIERUNG DES RESSOURCENEINSATZES IN DER PLANUNGSPHASE

Einsatz von
Gebäudekonstruktionen

Bauteile

Bauproduktion

Um eine Bewertung der eingesetzten Stoff- und Energieeinträge bei der Herstellung, beim Transport sowie bei der Bearbeitung zu ermöglichen, wird der **Primärenergieeinsatz der Baustoffe an nicht erneuerbarer Energie** und deren Anteil an der globalen Erwärmung errechnet.

Wenn der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen (Holz, Lehm, Zellulose, Hanf etc.) hoch ist, ergibt sich zwangsläufig ein deutlich besseres Energieverhältnis. Ebenso wichtig ist es, möglichst kurze Transportwege zu haben – d. h., wenn das Bauholz 1 000 km mittels LKW an die Baustelle gebracht werden muss, ergibt sich in diesem Fall eine negative Energiebilanz, trotz der CO₂-Vorteile des Holzes.

Ein weiterer Aspekt neben dem klassischen Recycling ist das Upcycling sowie aufgrund des Baustoffmangels das Verwenden von altbrauchbaren Baumaterialien für neue Projekte (z. B. Holzleimbinder, die die statischen Gegebenheiten noch erfüllen, Altbeton als Zuschlag für neue Betonbauteile, Altmetalle und Altkunststoffe für neue Produkte wiederzuverwenden usw.).

Wichtig:

Recycling: Abfallprodukte werden wiederverwertet bzw. deren Ausgangsmaterialien werden zu Sekundärrohstoffen.

Upcycling: Abfallprodukte werden in neuwertige Produkte umgewandelt. Hierbei kommt es zu einer stofflichen Aufwertung. Aufgrund der Wiederverwendung von Stoffen kommt es zur Reduktion des Ressourceneinsatzes.

Aufgrund der sorgfältigen Planung und Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsgedankens soll auf Stoffe, die einen schädlichen Einfluss auf den Stoffkreislauf, die Umwelt u. dgl. haben, verzichtet werden. Diese wären z. B. Halogene, Schwermetalle (z. B. Zink) sowie flüchtige organische Verbindungen oder Kohlenwasserstoffe (oft in Teppichböden, Beschichtungen u. dgl.). Auch hier gilt die Grundphilosophie, dass nur emissionsarme Produkte verwendet werden sollen.

3.2.3 Dämmung und Wärmeschutz [insulation and thermal insulation]

Bei Dämmung und Wärmeschutz wird vor allem im Bereich Energieeinsatz angesetzt (Heizwärme, Kühlung etc.) und primär die Reduktion von fossilen Energieträgern gewünscht. Dadurch werden CO₂-Emissionen [emissions] reduziert und gleichzeitig natürliche Ressourcen geschont. Beispiele für den korrekten Einsatz von Aufbauten und Wärmedämmungen siehe *BAUTECHNIK: KONSTRUKTION, Band 1* sowie *Band 2*.

Neben der Verwendung von Wärmeverbundsystemen ist eine Verhinderung von Wärmeableitung (hier vor allem durch Wärmeschutzverglasungen) ein möglicher Weg. Bei Wärmeschutzverglasungen sprechen wir von 2- bis 3-Scheibenverglasungen, die eine

Beschichtung aus Metall besitzen. Weiters sind die Scheibenzwischenräume mit einem Edelgas gefüllt (meist Argon). Nach wie vor ideal, sowohl für den Wärmeschutz als auch gegen die sommerliche Überhitzung der Innenräume und für den Schallschutz, sind Kastenfenster, obwohl sie die aufwändigste Variante darstellen.

Wichtig: Das beste Wärmeschutzglas ist sinnlos, wenn der bauphysikalisch korrekte Einbau und damit die Verhinderung von Wärmebrücken nicht gegeben sind – siehe *BAUTECHNIK: KONSTRUKTION, Band 1*.

3.2.4 Energieträger

Der Energiebedarf von Gebäuden macht in der EU ca. 40 % des Gesamtenergiebedarfs aus. Um diesen Wert deutlich zu verbessern, ist es notwendig, neben der Effizienz der Wärmedämmung auch die Gebäudetechnik sowie den Einsatz von Energieträgern zu verbessern (Nutzungseffizienz). Der Ausstieg aus der fossilen Brennstofftechnologie ist kurz- bis mittelfristig bereits in den unterschiedlichen Baugesetzen (national und auf EU-Ebene festgelegt). So ist

es in Österreich nicht mehr erlaubt, einen neuen Ölkessel in Neubauten einzubauen. Der Ausstieg aus der fossilen Technologie soll bis zum Zeitraum 2030 bis 2040 umgesetzt werden.

Hierzu gibt es unterschiedliche Anlagentechnologien, die vermehrt in der Zukunft eingesetzt werden sollen – siehe *BAUTECHNIK: KONSTRUKTION, Band 2 (Ausbau)*.

ENERGIETRÄGER DER ZUKUNFT

Solarenergie [solar energy]

Geothermie [geothermy]

Biomasse

3.2.5 Haustechnik [building services]

Die Haustechnik mit ihren einzelnen Anlagenteilen spielt eine wesentliche Rolle in der Reduktion des Gesamtenergiebedarfs. Bei der Konzeption, im Planungsstadium, wird bereits grundgelegt, ob die gewählten Primärenergieträger ressourcenschonend, effizient und sparsam eingesetzt werden können, ob die Anlagenteile wartungs- und reparaturfreundlich sind. Folgende Unterteilung kann angeführt werden:

- Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wärmeabgabe
- Elektrische Anlagen
- Lüftung, Kühlung und Klimatisierung
- Trinkwasserbereitstellung
- Druckluftversorgung
- Sonstige

Eine detaillierte Beschreibung des Themenbereiches Haustechnik, deren Systemkomponenten, Funktionsweise und Kombinationen siehe *BAUTECHNIK: KONSTRUKTION, Band 2*.

Wichtig: Die beste Anlage und das wirkungsvollste Konzept können nur dann die beabsichtigte Wirkung entfalten, wenn der Benutzer/die Benutzerin die richtige Einschulung bezüglich der Funktionsweise und der optimalen Steuerung bekommt sowie eine regelmäßige Wartung der Anlagen stattfindet.

Nachdem die wesentlichen drei Säulen des nachhaltigen Bauens – ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle Qualität – beschrieben worden sind, soll ein Blick auf weitere Einflussgrößen für nachhaltiges Bauen, wie Emissionen, Versiegelung u. dgl. geworfen werden.

Eine kontrollierte Wohnraumlüftung ist z. B. jährlich zu warten. Auch ist die Konzeption von Klimageräten und Ventilatoren hinsichtlich Effizienz und Notwendigkeit zu hinterfragen.

3.2.6 Entsorgung und Abfall

[waste and disposal]

Trotz aller Bemühungen ist die Bauwirtschaft ein Erzeuger von großen Abfallmengen. Hier sei nur die verstärkte Dämmung seit den letzten 25 Jahren zu nennen. Die grundsätzliche Frage des Entsorgens dieser Mengen ist bis dato noch nicht abschließend geklärt. Neben dem Recycling ist die Deponie noch immer eine der wenigen Lösungen. Beim Recycling ist das noch nicht vollständig mögliche Trennen der einzelnen Bestandteile, EPS/XPS, Dübel, Kleber, Netz etc., ein wesentlicher Kritikpunkt. Die Bauwirtschaft leidet auch darunter, dass oft Substanzen zu entsorgen sind, die vor 40 bis 50 Jahren noch Stand der Technik waren, heute aber als Sondermüll gelten (siehe Asbest). Das ist nicht nur hinsichtlich der Kosten ein Problem, sondern auch hinsichtlich der Arbeitssicherheit. Auch der Baustoff Holz (und Holzwerkstoffe) und die natürlichen Dämmstoffe sind nur dann CO₂-neutral, wenn sie nicht chemisch behandelt werden. Die geltenden Normen schreiben aber eine Behandlung (aus verschiedenen Gründen, wie etwa Feuchteschutz, Brandschutz, Insektenbefall) ausdrücklich vor.

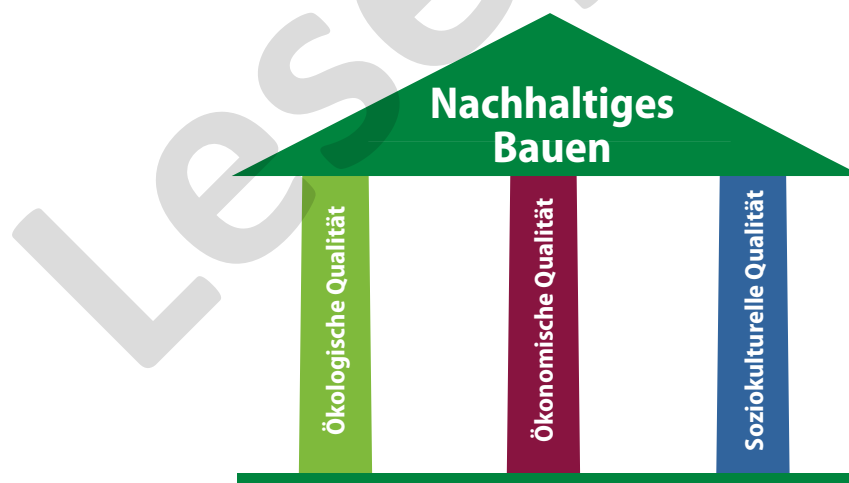


Abb. 2: Die drei Säulen des nachhaltigen Bauens

4. Emissionen

Emissionen umfassen alle Einflussgrößen, welche vom Gebäude und dessen Nutzung ausgehen und Nachbarn/Nachbarinnen, das Umfeld usw. erreichen können. Bei den meisten Bauprojekten betrifft dies: Schall (Lärm), Luft (Abluft, Abgase), Beleuchtung (Lichtsmog) und Verkehr (Zu- und Abfahrten, Parkplätze). Bei gewerblichen Bauten müssen vor der Erteilung einer Bau- und Betriebsbewilligung diese Punkte zweifelsfrei gelöst und akkordiert sein. Aber auch bei neuen Wohnbauten usw. werden diese

Punkte in der Diskussion und in den Baubewilligungsverfahren immer wichtiger.

Wenn wir über Nachhaltigkeit sprechen, ist es wichtig, über das Verhältnis zwischen Immissionen [emissions] und Emissionen ein grundsätzliches Verständnis zu erlangen (siehe Umweltgesamtrechnungen Statistik Austria – https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/EGSS_2021_20230511.pdf, 3. Sept. 2024).

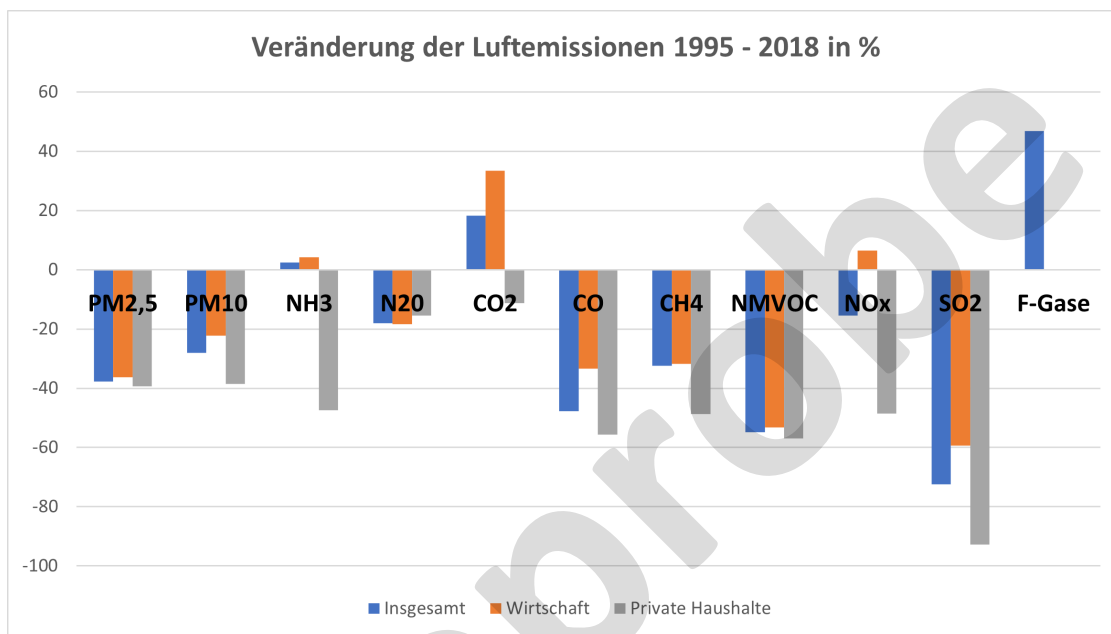


Abb. 3: Veränderung der Luftemissionen 1995 – 2018 in %

Veränderung der Luftemissionen 1995 – 2018 in %				
	Erklärung	Insgesamt	Wirtschaft	Private Haushalte
PM2,5	Particulate Matter – Feinstaub	-37,8	-36,3	-39,3
PM10	Particulate Matter – Feinstaub	-28,1	-22,2	-38,5
NH ₃	Ammoniak	2,5	4,3	-47,4
N ₂ O	Stickstoffoxide – Lachgas	-18,1	-18,3	-15,5
CO ₂	Kohlendioxid	18,3	33,5	-11,2
CO	Kohlenmonoxid	-47,8	-33,4	-55,7
CH ₄	Methan	-32,4	-31,7	-48,7
NMVOC	Non-Methan Volatile Organic Compounds Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan	-54,8	-53,2	-57
NOX	Stickstoffoxide	-15,5	6,5	-48,5
SO ₂	Schwefeldioxide	-72,5	-59,3	-92,7
F-Gase	Fluorgase	46,8		

Tab. 1: Veränderung der Luftemission 1995 – 2018 in %

Datenquelle: Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik. Allgemeines | Sanitär | Elektro | Gas. Planungsgrundlagen und Beispiele. Band 1. 7. Auflage. Düsseldorf: Werner Verlag 2009.

Den Daten zufolge kam es zwischen 1995 und 2018 zu einem Anstieg von Ammoniak um 2,5 %, von Kohlendioxid (Summe aus biogenen, fossilen und sonstigen Quellen) um 18,3 %. F-Gase stiegen um 46,8 %. Andere Schadstoffe konnten deutlich redu-

ziert werden. Im privaten Bereich konnte ebenfalls der CO₂-Gehalt gesenkt werden. Dieser Rückgang wurde aber durch einen Anstieg im Wirtschaftsbereich egalisiert.

Bei den CO₂-Emissionen in den Jahren 1995 bis 2018 ergibt sich folgendes Bild:

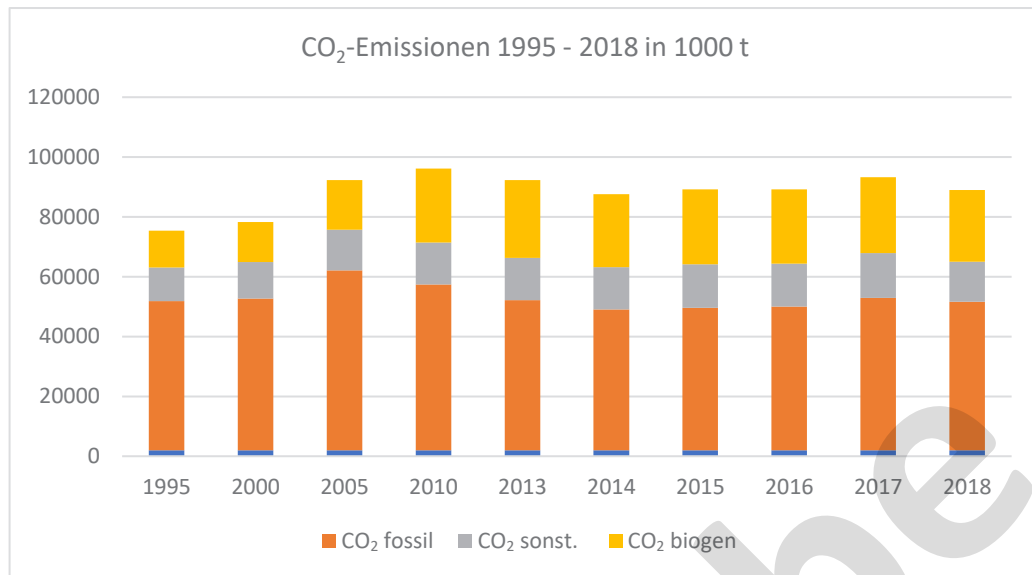


Abb. 4: CO₂-Emissionen 1995 – 2018 in 1000 t

CO ₂ -Emissionen 1995 bis 2018 in 1000 t			
	CO ₂ fossil	CO ₂ sonst.	CO ₂ biogen
1995	49 884,0	11 161,4	12 397,8
2000	50 675,2	12 278,7	13 295,9
2005	60 146,9	13 568,4	16 620,9
2010	55 413,5	14 041,6	24 733,1
2013	50 191,9	14 055,4	25 993,1
2014	47 100,8	14 085,3	24 396,1
2015	47 557,0	14 635,7	25 034,1
2016	47 978,8	14 323,3	24 915,9
2017	50 867,4	15 042,6	25 304,8
2018	49 586,8	13 364,7	23 958,4

Tab. 2: CO₂-Emissionen 1995 bis 2018 in 1000 t

Datenquelle: Umweltgesamtrechnungen, Modul – Luftemissionsrechnungen 1995 bis 2018, Projektbericht, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Daten Statistik Austria Wien 2020

Betrachtet man die Treibhausgase (THG) [greenhouse gas], so ergibt sich, bezogen auf die EU-Staaten (Achtung: 2018 war das Vereinigte Königreich/UK noch Mitglied) folgendes Bild:

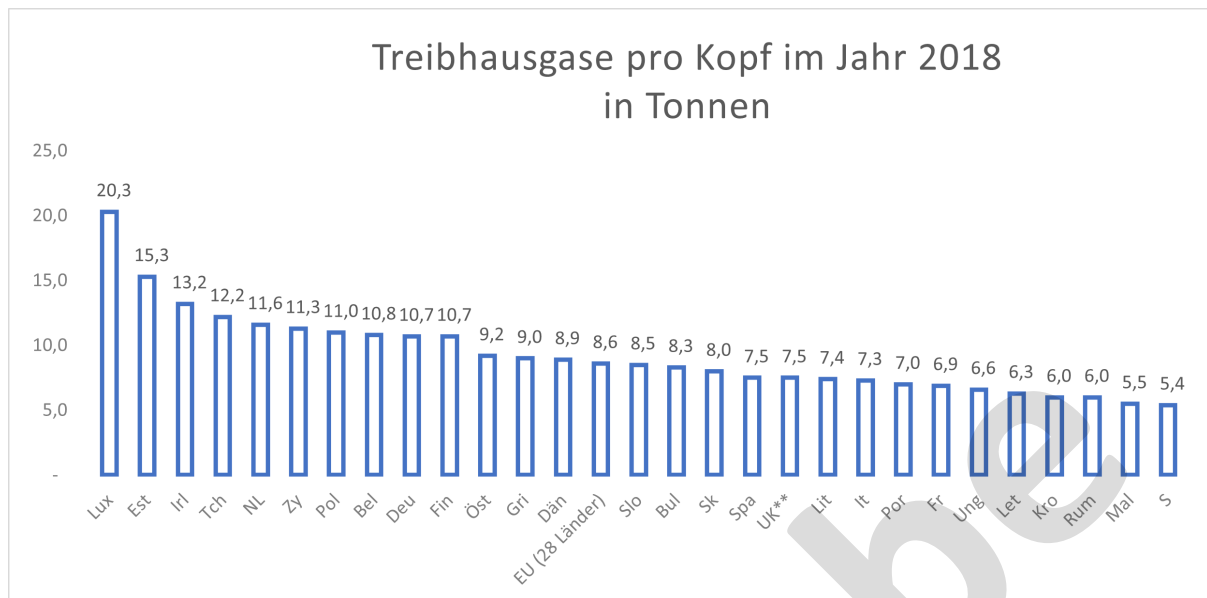


Abb. 5: Treibhausgase pro Kopf im Jahr 2018 in Tonnen

Datenquelle: Umweltgesamtrechnungen, Modul – Luftemissionsrechnungen 1995 bis 2018, Projektbericht, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Daten Statistik Austria Wien 2020

Im europäischen Durchschnitt wurden damit 2018 ca. 275,5 t CO₂-Äquivalente an Emissionen pro Million Euro freigesetzt. In Österreich wurden 211,5 t CO₂-Äquivalent pro Million Euro freigesetzt. Damit belegt Österreich den 7. Platz in Europa. Die Länder Schweden, Dänemark, Frankreich sowie das Vereinigte Königreich (nicht mehr in der EU), Luxemburg und Malta weisen geringere Emissionen auf.

Die meisten Emissionen haben Bulgarien mit 1044,3 t CO₂-Äqu./Mio. Euro, Polen mit 835,3 t CO₂-Äqu./Mio. Euro sowie Estland mit 778,2 t CO₂-Äqu./Mio. Euro.

Wichtig: Unter CO₂-Äquivalente (CO₂-e) versteht man eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung von unterschiedlichen Treibhausgasen. Hierzu zählen Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) sowie Lachgas (N₂O).

5. Immissionen

Immissionen umfassen alle Phänomene, die von außen auf ein Bauwerk und seine Nutzer/Nutzerinnen einwirken können, auch hier sind die Themen Schall (Lärm), Luft (Abluft, Abgase), Beleuchtung, Verkehr, aber auch der Brandschutz entscheidende Kriterien. Im Rahmen eines Baubewilligungsverfahrens werden alle diese Parameter (und weitere, je nach

Art des Projekts) seitens der Behörde insofern überprüft, als festzustellen ist, ob und welche Immissionen in welcher Form und in welcher Intensität auf bestehende Bauten treffen können und wie diese Einwirkungen zu bewerten sind, hinsichtlich ihrer möglichen Schädigungen für die Gesundheit von Menschen und Tieren.

6. Flächeninanspruchnahme [land consumption]

Unter Flächeninanspruchnahme (auch Flächenverbrauch [land usage]) versteht man die Nutzung von Bodenflächen für Siedlung, Gewerbe und Verkehr. Hierbei kommt es meist zur Einschränkung der Bodenfunktion (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV), Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) Lernort Boden, https://www.stmuv.bayern.de/themen/boden/lernort_boden/doc/modul_h.pdf, 4. Juni 2024).

Seit etlichen Jahren wird darüber diskutiert (z. B. Österr. Hagelversicherung, <https://www.hagel.at/bodenverbrauch>, 3. Sept. 2024, u. a.), dass zu viel Bodenfläche versiegelt wird und zu viel Fläche für die verschiedenen Baumaßnahmen beansprucht wird (Verkehrswege, Parkplätze, Gebäude). Bei diesen Diskussionen wird im Allgemeinen immer festgehalten, dass damit mehrere Probleme entstehen: zu wenig Retentions- und Versickerungsflächen für Meteorwässer, dadurch verstärkte Gefahr von

Überschwemmungen einerseits und von zu geringer Wasserspeicherung in den Böden für Trockenzeiten andererseits, Verringerung von Agrarflächen (Lebensmittelversorgung) und Wäldern (Luftqualität, CO₂-Ausgleich), Verringerung der Naturräume und der Artenvielfalt, Reduktion der Chancen für kommende Generationen.

Seitens der EU-Kommission wird daher aufgerufen, mit der Ressource Boden künftig verantwortungsvoller umzugehen. Die Strategie wird auf zwei Ebenen angesetzt: einerseits die Reduktion des Bodenbedarfes bereits bei der Planung von Projekten zu berücksichtigen und andererseits die Nachnutzung bestehender Gebäude zu forcieren. Bereits in der Planungsphase ist weitsichtig darauf zu achten, dass mögliche Raumstrukturen sehr flexibel nutzbar sind. Dadurch soll dem Verlust von natürlichem Lebensraum u. dgl. entgegengewirkt werden.

Lt. ÖROK-ATLAS Raumb Beobachtung (Bodenversiegelung in Österreich – Basis: Copernicus High Resolution Layer Imperviousness, <https://www.oerok.gv.at/raum/daten-und-grundlagen/oerok-atlas> u. <https://www.oerok-atlas.at/>, 28. Aug. 2024) können Flächen im eigentlichen Sinne nicht verbraucht werden, sondern unterliegen einem Wechsel der Art

ihrer Nutzung (Grünfläche wird zu Siedlungsraum etc.). Durch diese Widmungsänderungen stehen sie anderen Nutzungen nicht mehr zur Verfügung. Daher sollte man nicht von Flächenverbrauch, sondern von Flächeninanspruchnahme sprechen.

Der Begriff „Flächenverbrauch“ dient als Überbegriff für den dauerhaften Verlust biologisch produktiven Bodens durch die Verbauung für Bau- und Verkehrszwecke, Freizeitwecke oder Abbaufächen (Überbegriff Siedlungs- und Verkehrsflächen). Wichtig hierbei ist, dass nur die verbaute Teilfläche eines Grundstückes tatsächlich als versiegelte Fläche gezählt werden kann.

In Einfamilienhausgebieten dürfte der Versiegelungsgrad der Gesamtfläche erfahrungsgemäß bei etwa 15 bis 20 % liegen (siehe die nachfolgenden Auswertungen gem. Copernicus-Programm). Eine statistische Hilfe wäre über das Grundbuch zu erreichen. Hier wird zwischen gesamter Grundstücksfläche und verbauter Bodenfläche klar unterschieden, nicht erfasst sind jedoch versiegelte Verkehrsflächen, Pools, Nebengebäude u. Ä.

Nachstehende Bilder zeigen Auswertungen gem. Copernicus-Programm:

Versiegelung: Anteil der gesamten versiegelten Fläche am Dauersiedlungsraum 2022 in Prozent

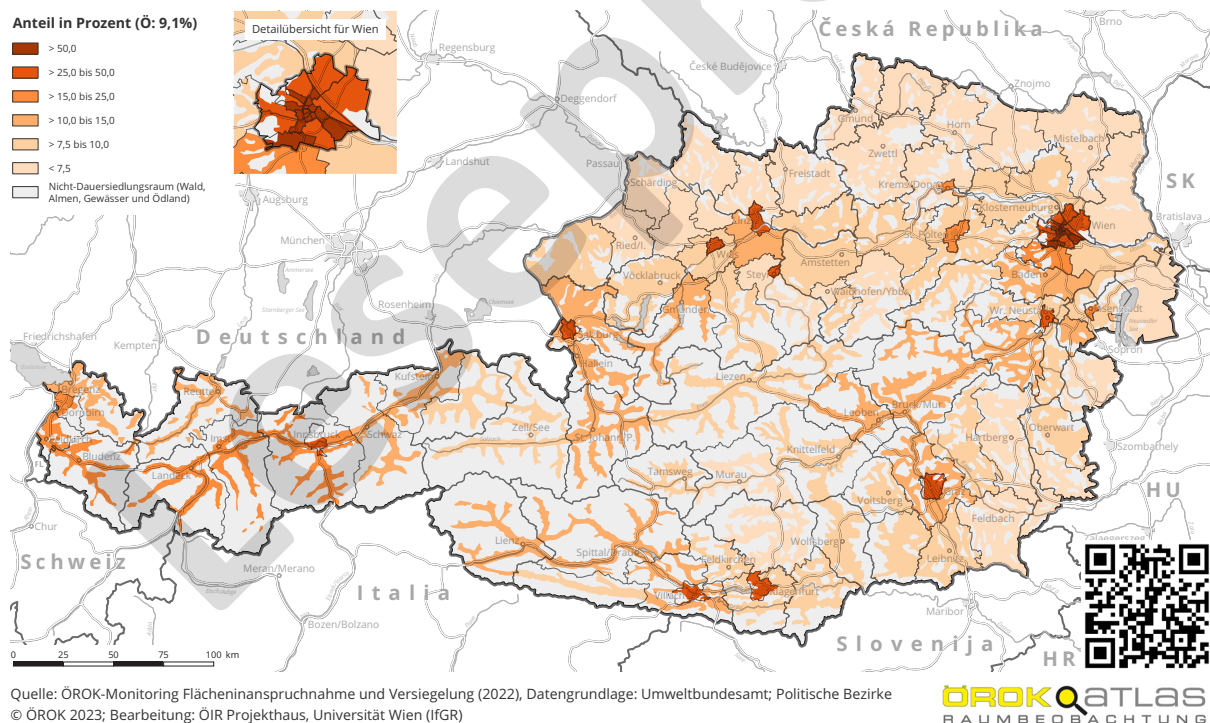


Abb. 6: Versiegelung: Anteil der gesamten versiegelten Fläche im Dauersiedlungsraum 2022 in Prozent

Quelle: ÖROK – Monitoring Flächeninanspruchnahme und Versiegelung 2022; Datengrundlage: Umweltbundesamt

Versiegelung: Verkehrsfläche pro Kopf 2022 in m²

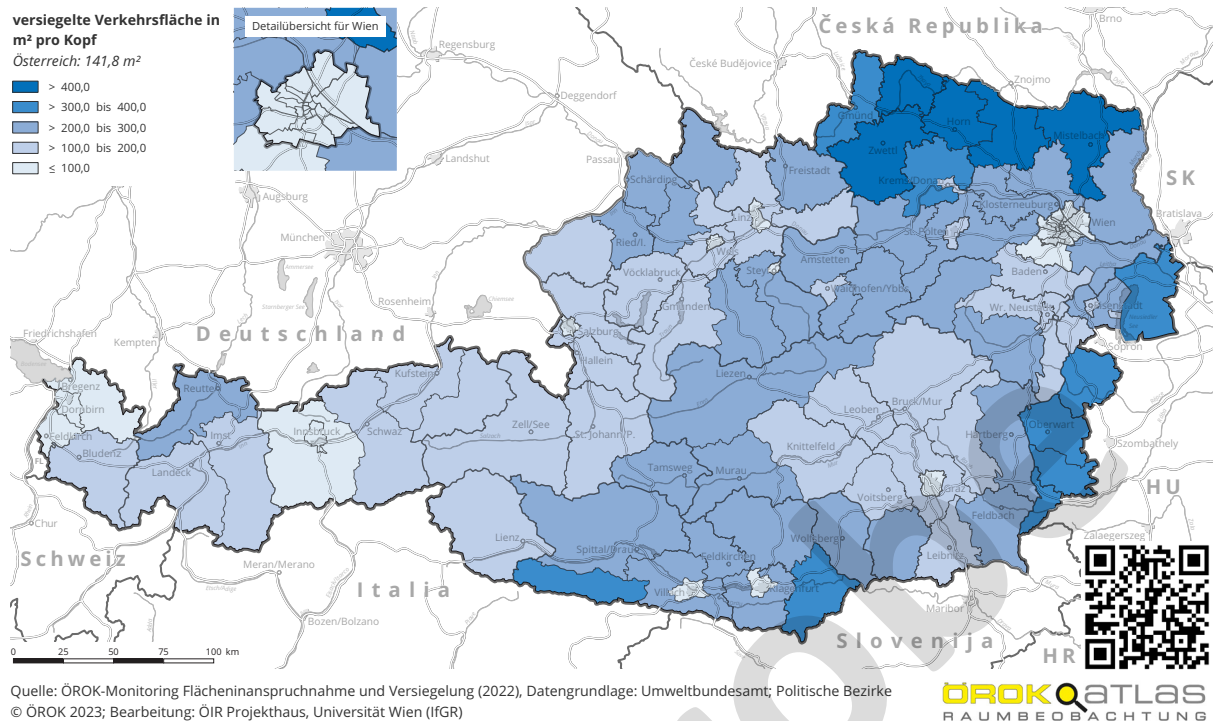


Abb. 7: Versiegelung: Verkehrsfläche pro Kopf 2022 in km²

Quelle: ÖROK-Monitoring Flächeninanspruchnahme und Versiegelung (2022), Datengrundlage: Umweltbundesamt

Die Bodenversiegelung [*soil sealing*] in einem Gebiet wird mittels Luftbildaufnahmen, die weiter mit topografischen Karten, Katasterkarten und Bebauungsplänen u. dgl. abgeglichen werden können, dargestellt. Zu betonen ist, dass es sich hierbei um Näherungen handelt. Unsicherheiten sind bei der Bewertung teilversiegelter Flächen gegeben. Darunter versteht man Flächen, die mit lose verlegten Platten, Pflastern oder wassergebundenen Decken ausgeführt sind.

Wichtig: Die quantitativen Abschätzungen werden durch die Digitale Katastralmappe (DKM), die vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) als Regionalinformation der Grundstücksdatenbank zur Verfügung gestellt wird, eruiert. Hier werden für jedes Grundstück sowie teilweise auch Grundstücksteile in Österreich die Benützungsart und unterschiedliche Nutzungskategorien (Gebäude, Wald u. dgl.) dargestellt. Vom Umweltbundesamt wird aus diesen Daten eine Bilanz der Flächeninanspruchnahme ausgewertet. Im Jahr 2019 betrugen die für Siedlungstätigkeiten in Anspruch genommenen Flächen 573000 ha. Im täglichen Schnitt betrug der Zuwachs ca. 13,2 ha, daraus ergibt sich eine Fläche von 48 km² pro Jahr – dies entspricht der Fläche von Eisenstadt.

Neben dem Verlust von natürlichem Lebensraum kommt es auch zu verstärktem Verkehrsaufkommen, Lärm, Emissionen sowie einem hohen Energieverbrauch. Ebenso verändert man durch die Versiegelung den natürlichen Wasserhaushalt, die Grundwasserneubildung, wodurch die Bildung von Hochwässern gesteigert wird.

Wichtig: Unter **Bodenversiegelung** versteht man die Abdeckung des Bodens mit einer wasserundurchlässigen Schicht. Es ist kein Luft- und Wasseraustausch mehr möglich. Dadurch verliert er seine Produktionsfunktion sowie die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen, zu speichern und Schadstoffe zu filtern, zu binden oder abzubauen. Ebenso ist die Fähigkeit, Wasser zu verdunsten (Kühleffekt), nicht mehr gegeben.

Wie vorab beschrieben werden die Daten derzeit aus der DKM ermittelt. Das Umweltbundesamt ordnet diesen versiegelten Flächen Prozentsätze zu. Gebäude werden mit 100 %, Parkplätze mit 80 %, Straßen mit 60 % und Hausgärten mit 0 % angenommen.

Anhand dieser Prozentsätze ergab sich für Österreich 2019 eine **versiegelte** Fläche von mehr als 235000 ha und ein Versiegelungsgrad von 41,4 % aller Flächen, die als **Siedlungs- und Verkehrsflächen** genutzt werden.

Quelle: Umweltbundesamt GmbH

Einige Daten zum Vergleich

Staat	Gesamtfläche	Einwohner/innen	
Österreich	ca. 84 000 km ² , das entspricht ca. 8 400 000 ha	ca. 8,9 Millionen	Ca. 50 % des Staatsgebietes gelten als unbebaubar (Berge, Flüsse usw.).
Schweiz	ca. 41 000 km ²	ca. 8,5 Millionen	
BRD	ca. 380 000 km ²	ca. 83 Millionen	
Tschechien	ca. 79 000 km ²	ca. 10,7 Millionen	

Tab. 3: Einige Daten zum Vergleich

Versiegelte Flächen in Österreich Entwicklung bis 2018

	2012	2015	Harmonisiert 2018	Zunahme 2012 – 2018
Burgenland	7 462,00	7 552,00	7 849,00	387,00
Kärnten	10 750,00	10 766,00	11 265,00	515,00
Niederösterreich	41 568,00	41 702,00	43 450,00	1 882,00
Oberösterreich	28 273,00	28 355,00	29 553,00	1 280,00
Salzburg	8 960,00	8 984,00	9 117,00	157,00
Steiermark	21 439,00	21 531,00	22 144,00	705,00
Tirol	12 345,00	12 374,00	12 515,00	170,00
Vorarlberg	5 187,00	5 195,00	5 265,00	78,00
Wien	11 515,00	11 543,00	11 733,00	218,00
Österreich	147 499,00	148 002,00	152 891,00	5 392,00

Tab. 4: Versiegelte Flächen in Österreich Entwicklung bis 2018

Datenquelle: Versiegelte Flächen in Österreich auf Basis des HRL Imperviousness 2012, 2015 und 2018

Lt. ÖROK-ATLAS Raumbeobachtung (Bodenversiegelung in Österreich (Basis: Copernicus High Resolution Layer Imperviousness))

Wichtig: Die Zahlen in der Tabelle zeigen eine deutliche Zunahme der versiegelten Flächen. Für Techniker/Technikerinnen, die zahlen- und faktenbasiert arbeiten, ist ein Vergleich der Gesamtfläche, der unterschiedlich nutzbaren Flächen und in weiterer Folge ein Vergleich der gewidmeten – verbauten

und unverbauten – Flächen angezeigt. Diese Differenzierung dient dazu, dass Sie als Techniker/Technikerin sich persönlich ein detailliertes Bild machen sollen – auf keinen Fall soll es ein Aufruf sein, deutlich mehr zu verbauen.

INFOBOARD Flächennutzung/Flächenwidmung/Flächenverbauung bezogen auf GESAMTFLÄCHE Ö

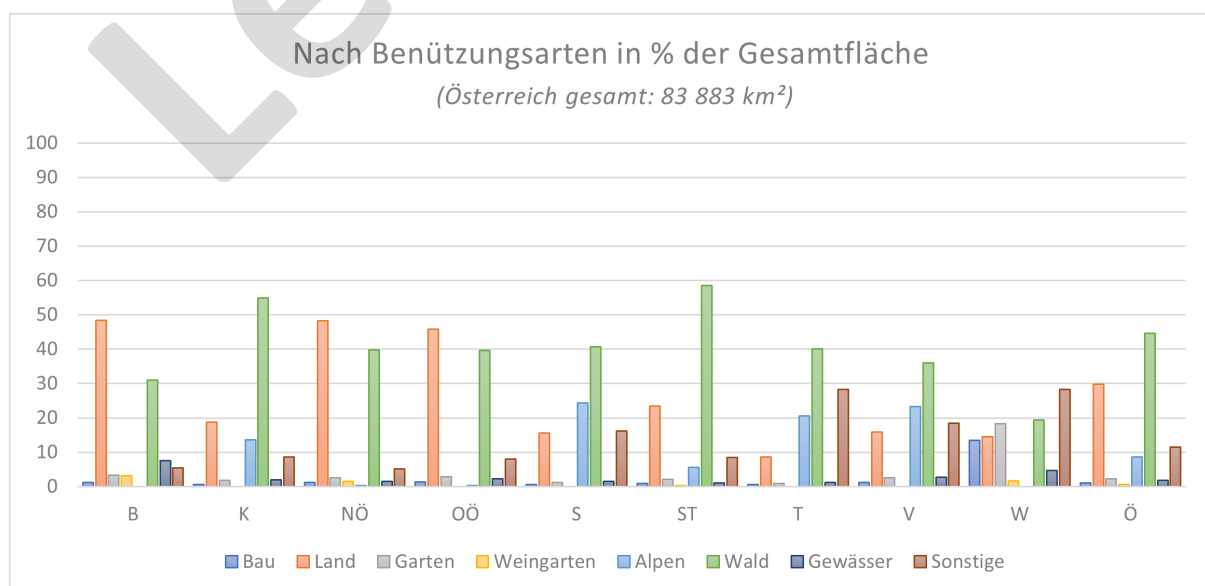


Abb. 8: Benützungsarten der Gesamtfläche der Bundesländer und Österreichs

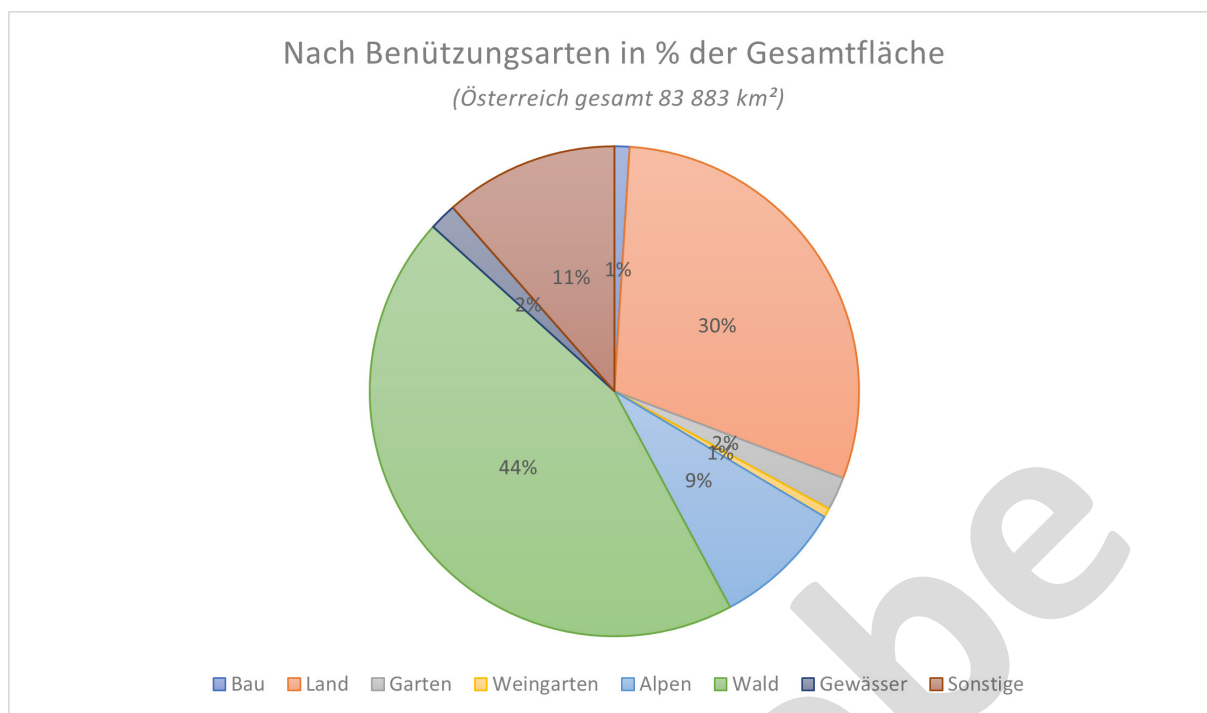


Abb. 9: Benützungsarten der Gesamtfläche in %

Nach Benützungsarten in % der Gesamtfläche									
	km ²	Bau	Land	Garten	Weingarten	Alpen	Wald	Gewässer	Sonstige
B	3 965	1,2	48,3	3,3	3,2	0	31	7,6	5,4
K	9 536	0,6	18,7	1,8	0	13,6	54,8	2	8,6
NÖ	19 180	1,1	48,2	2,6	1,5	0,2	39,7	1,5	5,1
OÖ	11 983	1,3	45,8	2,8	0	0,3	39,6	2,3	8
S	7 155	0,6	15,6	1,1	0	24,3	40,6	1,5	16,1
ST	16 399	0,8	23,4	2,1	0,3	5,5	58,5	1	8,4
T	12 648	0,5	8,6	0,9	0	20,5	40,1	1,1	28,2
V	2 602	1,1	15,8	2,5	0	23,3	36	2,7	18,4
W	415	13,4	14,5	18,3	1,7	0	19,3	4,6	28,3
Ö	83 883	1	29,8	2,2	0,6	8,6	44,6	1,8	11,5

Tab. 5: Flächennutzung Statistik

Datenquelle: WKO STATISTIK, Flächen und Benützungsart, Stand: 1. Jänner 2021

Den Daten zufolge entfallen 44,6 % der Fläche auf Waldgebiete (der Spitzenwert liegt in der Steiermark mit 58,5 %), gefolgt von landwirtschaftlich genutzten Flächen mit knapp 30 % (hier ist Niederösterreich mit 48,2 % Spitzenreiter), danach sons-

tige Flächen mit 11,5 % (z. B. Infrastruktur), Alpen mit 8,6 % (Salzburg, Tirol und Vorarlberg mit fast 25 % ihrer Fläche). Der Rest verteilt sich auf Garten, Gewässer sowie Weingärten.

Prozentuelle Verteilung Benützungsarten bezogen auf Bundesländer – Gesamtfläche Österreich 83 883 km².

Bundesland	Bau	Land	Garten	Weingarten	Alpen	Wald	Gewässer	Sonstige
Burgenland	1,2 %	48,3 %	3,3 %	3,2 %	0 %	31 %	7,6 %	5,4 %
Kärnten	0,6 %	18,7 %	1,8 %	0 %	13,6 %	54,8 %	2 %	8,6 %
Niederösterreich	1,1 %	48,2 %	2,6 %	1,5 %	0,2 %	39,7 %	1,5 %	5,1 %
Oberösterreich	1,3 %	45,8 %	2,8 %	0 %	0,3 %	39,6 %	2,3 %	8 %
Salzburg	0,6 %	15,6 %	1,1 %	0 %	24,3 %	40,6 %	1,5 %	16,1 %
Steiermark	0,8 %	23,4 %	2,1 %	0,3 %	5,5 %	58,5 %	1 %	8,4 %
Tirol	0,5 %	8,6 %	0,9 %	0 %	20,5 %	40,1 %	1,1 %	28,2 %
Vorarlberg	1,1 %	15,8 %	2,5 %	0 %	23,3 %	36 %	2,7 %	18,4 %
Wien	13,4 %	14,5 %	18,3 %	1,7 %	0 %	19,3 %	4,6 %	28,3 %
Österreich	1 %	29,8 %	2,2 %	0,6 %	8,6 %	44,6 %	1,8 %	11,5 %

Dunkelgrün ... höchste Prozentzahl bezogen auf Benützungsart, **Grün** ... zweithöchste Prozentzahl bezogen auf Benützungsart, **hellgrün** ... dritthöchste Prozentzahl bezogen auf Benützungsart.

Tab. 6: Prozentuelle Verteilung der Benützungsart

Bundesland	Bau	Sonstige	Gesamt
B	1,2 %	5,4 %	6,6 %
K	0,6 %	8,6 %	9,2 %
NÖ	1,1 %	5,1 %	6,2 %
OÖ	1,3 %	8 %	9,3 %
S	0,6 %	16,1 %	16,7 %
ST	0,8 %	8,4 %	9,2 %
T	0,5 %	28,2 %	28,7 %
V	1,1 %	18,4 %	19,5 %
W	13,4 %	28,3 %	41,7 %
Österreich	1 %	11,5 %	12,5 %

Tab. 7: Benützungsart Bau und Sonstige

Wenn man nun die Bereiche Bau und Sonstige (hier ist Infrastruktur inkludiert) betrachtet, ergibt sich folgendes Bild:

Anhand der einfachen Tabelle ist sehr gut erkennbar, dass der Bereich Bau in der Gesamtbetrachtung eher einen geringen Stellenwert einnimmt, jedoch Veränderungen im Bereich Sonstige maßgeblich zur Verbesserung beitragen könnten.

Möglichkeiten zur Reduzierung des Flächenbedarfes – oder besser zur Begrenzung auf den aktuellen Stand – finden sich durch Steuerung der Siedlungsentwicklung oder durch sogenanntes Flächenrecycling, bei dem Brachland und (teilweise oder gänzlich) leerstehende Gebäude, ungenutzte Industrie- und Gewerbeflächen sowie ehemalige Militärstandorte, stillgelegte Verkehrswege wieder genutzt werden, Zweit- und Drittwohnsitze hinterfragt werden usw. In Zukunft muss auch die Entwicklung des Flächenbedarfs bezogen auf eine Person näher betrachtet werden: Im Wohnbau war das Flächenangebot pro Person in den 1950er Jahren bei etwa 25 m², aktuell sind es über 50 m², Tendenz steigend. Trotzdem gibt es Haushalte (Familien), die mit deutlich weniger Platz auskommen müssen, was sich beispielsweise während der Coronapande-

mie (Lockdown, Ausgangssperren, Homeoffice und Homeschooling) als sehr problematisch erwiesen hat. Diese Entwicklung beinhaltet eine hohe gesellschaftspolitische Dimension. Es muss deshalb ein offener und öffentlicher Diskurs geführt werden, in den alle Bevölkerungsgruppen einbezogen werden.

Folgende wesentlichen Kriterien werden beispielhaft zur Optimierung des Flächenverbrauchs genannt werden:

1. Kubatur: je kompakter das Gebäude, desto weniger der Verbrauch
2. Materialwahl: Optimierung zwischen statischer Anforderung, Bauphysik und Raumbildung
3. Nachhaltige Energie [*sustainable energy*]: Bereitstellung von erneuerbaren Ressourcen

Flächenverbrauch senken: Das Netto-Null-Hektar-Ziel

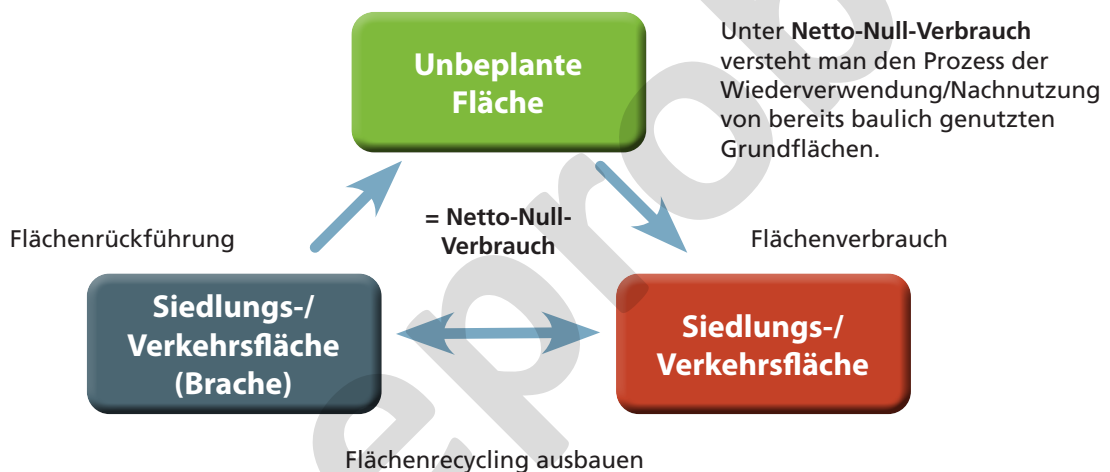


Abb. 10: Netto-Null-Hektar-Ziel

Versiegelungsabminderungsberechnung

(Quelle: In Anlehnung an die „Freiraumplanerischen Standards“ der Stadt Graz)

Beispiel: Bei einem Bauplatz mit 1000 m² und einer Bebauungsdichte von 0,2 bis 0,4 sowie einer maximalen Bruttogeschoßfläche von 400 m² ergibt sich bei 130 Wohnungsgrößen ein Versiegelungsgrad von 0,344, vor allem durch die vorgeschriebene Anzahl von Kfz-Abstellflächen (3 WE à 3 Kfz-Abstellflächen sowie einen zu-rechenbaren Weganteil von 1,1).

Das heißt:

Versiegelte Fläche = $400/2G = 200 \text{ m}^2 + 9 \text{ Kfz} \times 12,5 \text{ m}^2 \times 1,1 \text{ Weganteil etc.}$ ist gleich 344 m².

Daraus ergibt sich der Versiegelungsgrad = $344/1000 = 0,344$ (max. 0,40).

Daraus resultiert eine höhere soziale Dichte (Bewohner/Bauplatz) und natürlich ein höherer Bedarf an Kfz-Abstellflächen.

Dies führt dazu, dass der wesentliche Teil des Bauplatzes als befestigte, nicht sickerfähige Fläche ausgewiesen ist und sich der verbleibende Freiraumanteil auf Abstandsgrün und kleine Gartenflächen reduziert.

Die versiegelten Flächen wiederum führen zu verringerter Wasserversickerung und zu Überwärmung des Siedlungsraumes.

Die folgende Grafik zeigt die Auswirkungen zwischen nicht versiegelten und versiegelten Flächen. Es sind vor allem die Faktoren Wasseraufnahme, Speicherung und Verdunstungskühlung erkennbar.

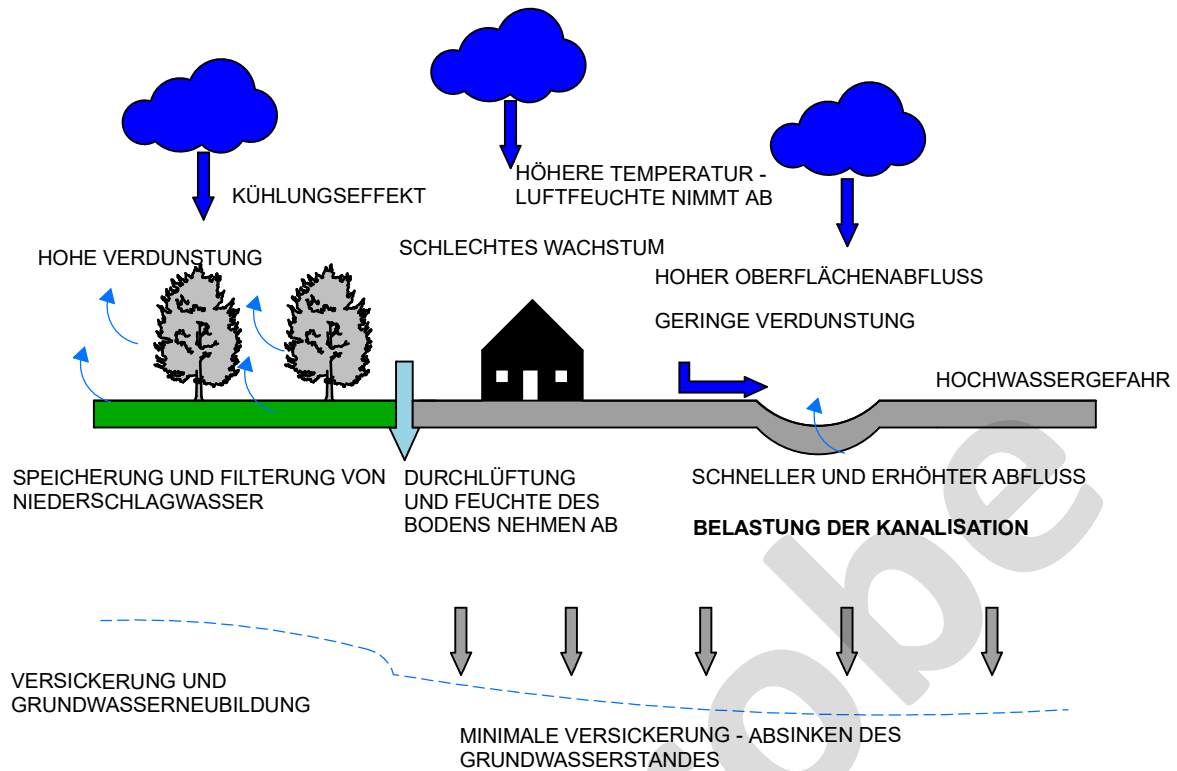


Abb. 11: Auswirkungen zwischen nicht versiegelten und versiegelten Flächen

Wichtig: Die **versiegelte Fläche** ist die Summe der bebauten Fläche und sämtlicher befestigter, nicht sickerfähiger Flächen, wie befestigte Zufahrten, Parkplätze, Carports, Wege u. dgl.

Berechnung des Versiegelungsgrads:
 Versiegelte Fläche/Bauplatzgröße

In der nachfolgenden Tabelle soll anhand eines Beispiels die Praxis des Anteils der Bodenversiegelung für ein Gebäude samt Grundstück erläutert werden.

Bei Ergreifung nachstehender Maßnahmen kann die versiegelte Fläche rechnerisch abgemindert werden:

Maßnahmen	Faktor für Versiegelungsflächen
Dachaufbau Vegetation 8 – 15 cm	60 % der Dachfläche
Dachaufbau Vegetation 15 – 30 cm	45 % der Dachfläche
Dachaufbau Vegetation 30 – 50 cm	20 % der Dachfläche
Schotterrasen	0 %
Rasenwaben	0 %
Pflastersteine mit aufgeweiteten Fugen	50 %
Wassergebundene Decke	50 %
Rasengittersteine	50 %
Porenpflaster in Kies- und Splittbett	50 %
Pflastersteine in Sandbett	67 %
Asphalt	100 %
Pflastersteine und -platten im Mörtelbett	100 %

Tab. 8: Maßnahmen zur Verminderung der Versiegelungsflächen

Beispiel:

	m ²	Faktor	Versiegelte Fläche
Bauplatzgröße	10 000		
Bebaute Fläche	5 000		
Dachaufbau Vegetation 15 – 30 cm	2 500	0,45	1 125
Dachaufbau Trapezblech	2 500	1,00	2 500
Parkplatz Rasengittersteine	1 000	0,50	500
Asphalt	2 000	1,00	2 000
Schotterrasen	1 000	0,00	0
Pflastersteine in Sandbett	500	0,67	335
Pflastersteine mit aufgeweiteten Fugen	500	0,50	250
Summe	10 000		6 710
Versiegelungsgrad	6 710/10 000		0,671

Tab. 9: Beispiel der Berechnung des Versiegelungsgrads

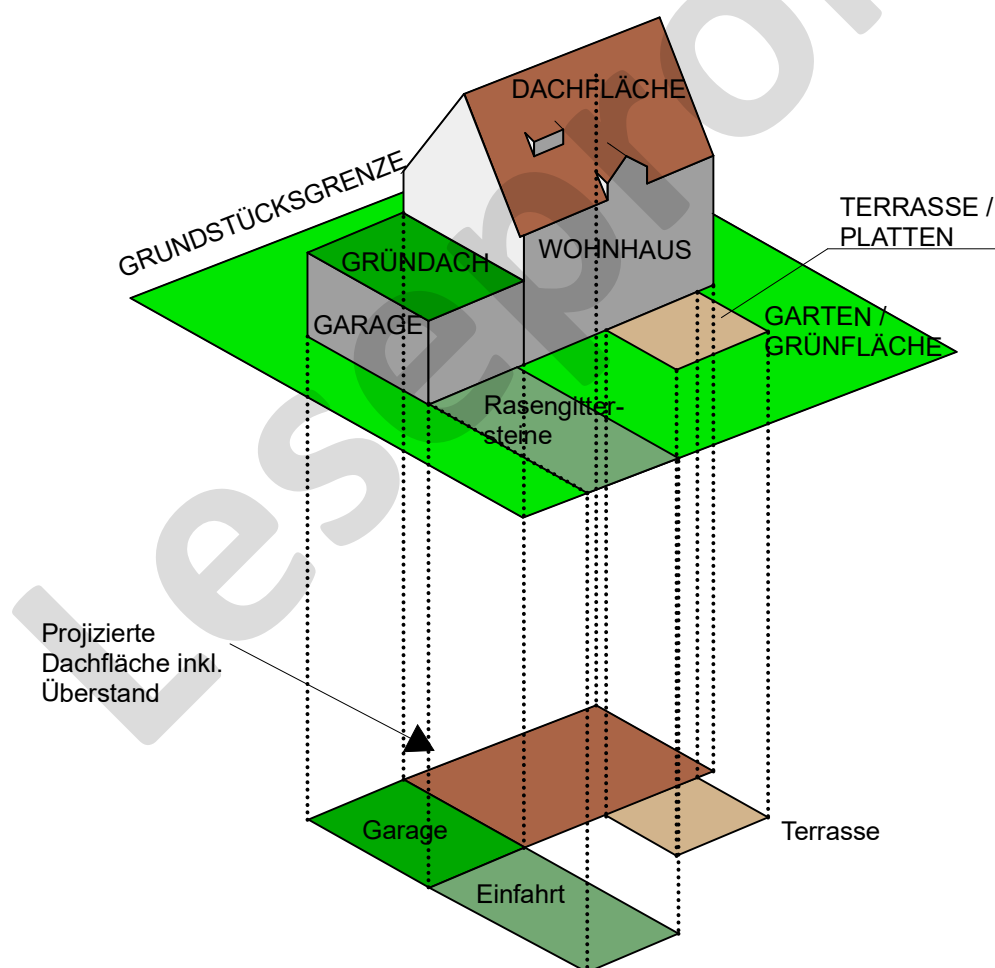


Abb. 12: Beispiel einer Flächendarstellung

7. Nachhaltige Energie

Nachhaltige Energie und Begriffe wie Kilowattstunde (kWh) werden aktuell häufig thematisiert.

Wichtig: Eine **Kilowattstunde** ist jene Menge an Energie, die eine Maschine mit einer Leistung von einem Kilowatt (= 1000 Watt) innerhalb einer Stunde benötigt oder herstellt.



Abb. 13: Energieverbrauch am Beispiel eines Fernsehgerätes

Beispiele: Bei einem Fernsehgerät mit 80 Watt ergibt das einen Energieverbrauch in einer Stunde von $(80 \text{ Watt} \times 1 \text{ Stunde}) / 1000 = 0,08 \text{ kWh}$.

Je länger ein elektrisches Gerät läuft, desto mehr Arbeit oder kWh verbraucht es, d. h., wir sprechen von elektrischer Arbeit.

Mit 1 kWh kann man entweder

- drei Tage lang einen Kühlschrank der Effizienzklasse A++ betreiben – hingegen nur 12 Stunden einen Kühlschrank der Effizienzklasse A (an diesem Beispiel kann man sehr gut die Wirksamkeit von energieeffizienten Geräten erkennen) oder
- ein Fernsehgerät 20 Tage auf Stand-by-Betrieb stehen lassen.

Die folgende Grafik zeigt als weiteres Beispiel den durchschnittlichen Stromverbrauch [power consumption] eines Haushalts.

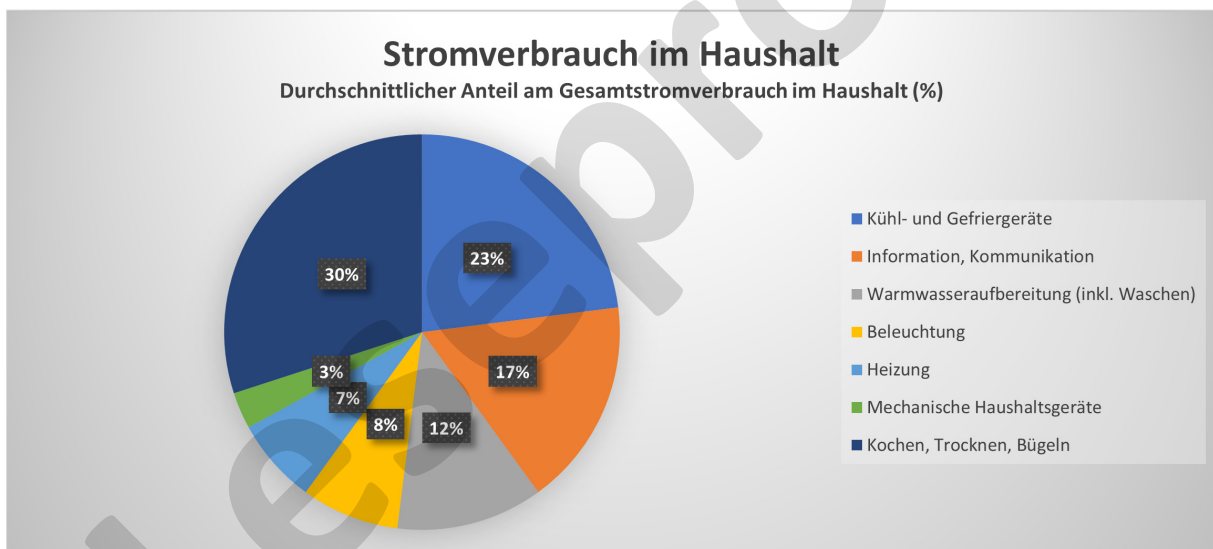


Abb. 14: Stromverbrauch im Haushalt

Datenquelle: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft

Die folgende Tabelle zeigt den Stromverbrauch unterschiedlicher Haushaltsgrößen [household size] (die Quelle gibt den Stromverbrauch für Deutsch-

land an, der sich jedoch nicht sehr vom Stromverbrauch in Österreich unterscheidet):

Jährlicher Stromverbrauch nach Haushaltsgrößen
(ohne elektrische Warmwasserbereitung/mit elektrischer Warmwasserbereitung)

Haushaltsgröße	Anzahl der Datensätze	Jahresstromverbrauch [annual power consumption] ohne elektrische WWB [kWh]/mit elektrischer WWB [kWh]		
		ohne/mit (gewichtet)	ohne	mit
1 erwachsene Person	113 528	2 229	1 714	2 880
2 erw. Personen	201 020	3 202	2 812	3 781
2 erw. Personen + 1 Kind	95 599	4 193	3 704	5 053
2 erw. Personen + 2 Kinder	87 819	4 955	4 432	6 103
2 erw. Personen + 3 Kinder	24 563	5 928	5 317	7 310

Tab. 10: Jährlicher Stromverbrauch nach Haushaltsgrößen

Datenquelle: <http://www.marktmeinungsmensch.de/studien/energie-check-wo-im-haushalt-bleibt-der-strom/>, 28. Okt. 2021

Im Hinblick auf die berechtigte Forderung nach Energieeinsparung ist auch der derzeitige Stand der ökologischen Energieerzeugung in Österreich in Betracht zu ziehen.

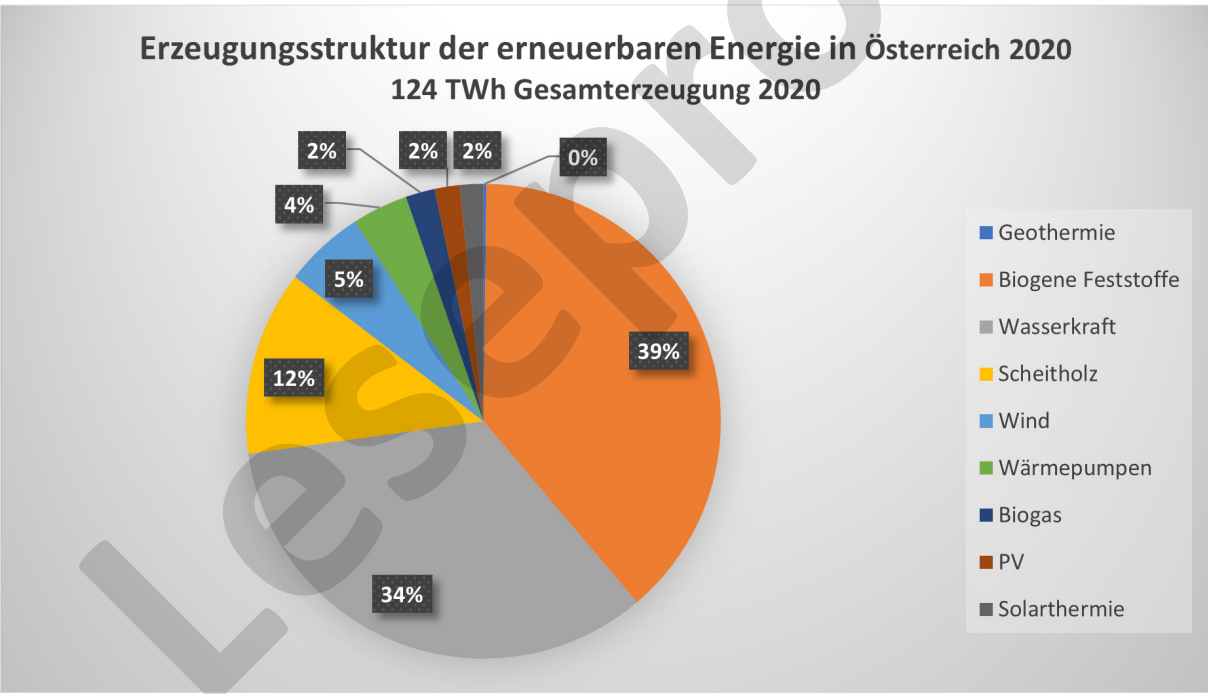


Abb. 15: Stromerzeugung in Österreich 2020

Datenquelle: Klimaschutzministerium 2020; <https://positionen.wienenergie.at/grafiken/erzeugungsstruktur-erneuerbarer-energien>, 11. Mai 2022

Die Grafik zeigt, dass Wasserkraft [hydropower] derzeit den größten Anteil hat, gefolgt von Windenergie, Biomasse [biomass] und Sonnenenergie.

Anmerkung: Österreich konnte 2021 seinen Strombedarf elf Wochen (fast 3 Monate) lang bilanziell mit erneuerbarer Energie decken.

Quelle: <https://positionen.wienenergie.at/grafiken/stromerzeugung-in-oesterreich-2020/>, 6. Jänner 2022

Andere Quellen gehen von 75 % Stromabdeckung aus erneuerbarer Energie aus (siehe Quelle: <https://www.energiezukunft.eu/politik/oesterreich-beschliesst-erneuerbaren-ausbau-gesetz>, 3. Sept. 2024).

Um das Ziel von 100 % bis 2030 zu erreichen, muss die Produktion um weitere 27 TWh auf 81 TWh erhöht werden – d. h., eine weitere Steigerung um 50 % ist notwendig.

Wichtig: 1 TWh/a = 10¹² Wattstunden oder 10⁹ Kilowattstunden pro Jahr.

Der Ausbau gliedert sich in folgende Bereiche:

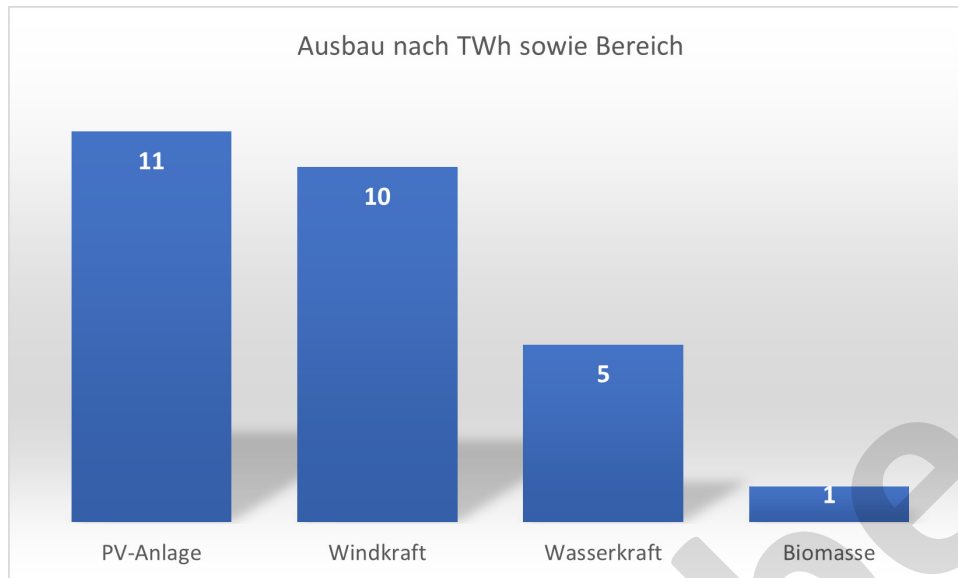


Abb. 16: Ausbau nach TWh sowie Bereich

Datenquelle: <https://www.energiezukunft.eu/politik/oesterreich-beschliesst-erneuerbaren-ausbau-gesetz/>, 29. Okt. 2021

Daraus würde sich folgender Energiemix ergeben, durch den 81 % des Stromverbrauches abgedeckt wären.

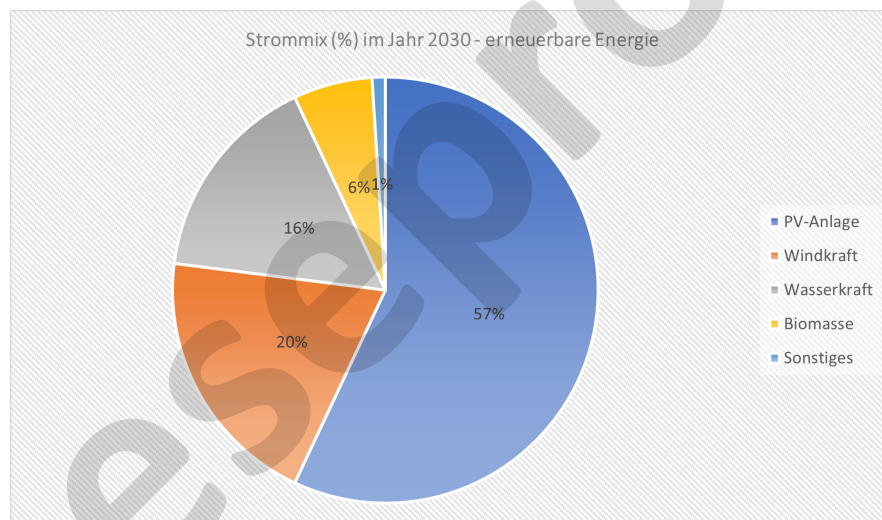


Abb. 17: Strommix [electricity mix] (%) 2030 – erneuerbare Energie

Bezogen auf den notwendigen Aufbau der PV-Anlagen geht man davon aus, dass das Gebäudepotenzial (Dach- und Fassadenflächen) nicht ausreichend ist. Denkmalgeschützte Gebäude und geschützte Ortsbildzonen werden voraussichtlich keine PV-Anlagen erhalten. Um die derzeit geltenden Ziele für die Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger zu erreichen, müssten etwa 13,4 TWh bis 2030 transformiert werden. Das Zeitfenster bis 2030 gilt als schwer erreichbar und ehrgeizig gesetztes Ziel. Seitens Statistik Austria wird derzeit ein Potential von PV-Anlagen an Gebäuden (Dächern und Fassaden) bei ca. 4 TWh gesehen. Um diesen Wert bis 2030 zu erreichen, müsste der derzeitige Ausbau von 250 bis 350 MWp auf 400 MWp pro Jahr erhöht werden. Ein Bau von PV-Anlagen

über Freiflächen wäre im Ausmaß von ca. 5,7 TWh gemäß den Daten der Statistik Austria bis 2030 möglich, wobei hier auch das Überbauen von Parkplätzen entlang der Autobahnen oder bei Einkaufszentren u. Ä. einbezogen werden kann. Dies würde derzeit einen theoretischen Flächenverbrauch von ca. 91 km² bedeuten. In Zukunft könnte sich aufgrund von besserer PV-Technologie der Flächenverbrauch auf 57 km² (Vergleich: die jährliche neue Versiegelung in Österreich liegt bei 43 km², gemäß den Daten der Statistik Austria und der Österreichischen Hagelversicherung) verringern und damit die Fläche von ca. 8000 Fußballfeldern einnehmen (die Fläche eines Fußballfeldes wird mit 0,00714 km² angenommen).

Wichtig:

Grüne Fernwärme [district heat]: Darunter versteht man die Erzeugung von Strom und Wärme in hoch-effizienten Anlagen auf Basis von Biomasse (Hack-schnitzel, Rinde u. dgl.), aber auch Abfällen.

Grünes Gas: ist Biogas aus landwirtschaftlichen Rest-stoffen (Abfälle, Schadholz etc., nicht jedoch aus Lebensmittelgrundlagen), ebenso Wasserstoff aus Wind- oder Sonnenenergie.

Bestehende Gasleitungen können für den Transport von „grünem Gas“ weiterverwendet werden.

Neben der Wahl erneuerbarer Energiequellen sind auch die intelligente Messung und Steuerung so-wie das Thema „SMART Meter“ (siehe BAUTECHNIK: KONSTRUKTION, Band 2) zu beachten.



Abb. 18: Wind- und Sonnenenergie



Abb. 19: An der Grenze zwischen einem Fahrweg und einer Wiese (Rinderweidefläche) wurden vertikal montierte PV-Paneele aufgestellt, welche beidseitig die Sonnenenergie nützen können, einmal Richtung Osten und einmal Richtung Westen. Gleichzeitig fungiert diese PV-Wand als Schutzzaun. Die Wiesenfläche kann ungehindert gemäht werden, die Stellen um die Stützen müssen händisch nachgemäht werden. Im Landschaftsbild stellt diese PV-Wand einen optischen Eingriff dar. Er wird jedoch dadurch gemildert, dass die Oberkante unterhalb der Gebäudesilhouetten liegt.

Wichtig: Der aktuelle Energiemix kann seit Dezember 2022 von folgender Website abgerufen werden: <https://energie.gv.at>, 3. Sept. 2024.

Kritische Parameter alternativer Energieformen

Nachhaltige Energiequellen hängen immer von ge-wissen Faktoren ab: Windkraftanlagen benötigen für die Stromerzeugung Wind, Wasserkraftanlagen benötigen Wasser.

Die unten dargestellte Tabelle zeigt diese Kriterien übersichtlich.

		Kritischer Faktor	Erklärung
Windräder	 Abb. 20	Wind	Zu wenig Wind – Stillstand Zu viel Wind – Leerlauf oder Stillstand
PV-Anlagen	 Abb. 21	Sonne	Keine Sonne – keine Produktion von Strom
Erdwärme – Solesystem [brine system]	 Abb. 22	Grundwasser	Rückgang des Grundwassers aufgrund von Trockenheit oder Übernutzung
Biomasse – Holz	 Abb. 23	Beschaffung sowie Bewertung	Wald ist trotz alldem eine kritische Masse, da es einen vielfältigen Einsatz von Holz-produkten gibt. Die Einstufung von Biomasse als nicht CO ₂ -neutral (Verwendung von Primärhölzern) führt zu Preissteigerungen.
Wasserkraft	 Abb. 24	Wasser	Niedrigwasser führt zu Produktionseng-pässen – 2022 bis zu 30 % weniger.

Tab. 11: Kritische Faktoren alternativer Energieformen

Wichtig: Neben der Umstellung auf Strom ist die Einspeicherung und Verteilung zu beachten. Beispielsweise benötigt eine Wärmepumpe, um zu funktionieren, Strom. Sollte dieser nicht vorhanden sein, kommt es unweigerlich zu einem Mangel an Wärme. Ein SMART home überzeugt durch Bequemlichkeit, aber ohne redundantes System ist auch das Funktionieren eines SMART homes bei Stromausfall sehr unwahrscheinlich. In früheren Wohnbauten war für den Fall eines Stromausfalls ein sogenannter Notkamin (wurde in OÖ ab dem Jahr 2010 aus dem Baugesetz gestrichen) zur Erhaltung einer entsprechenden Wärmequelle in einem Raum vorgesehen.

CO₂-Äquivalentwert

Laut Kyoto-Protokoll (Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen mit dem Ziel des Klimaschutzes, 11. Dezember 1997) sind Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid als Treibhausgase definiert. In der unten dargestellten Grafik sind die Erwärmungspotentiale (GWP) dargestellt.

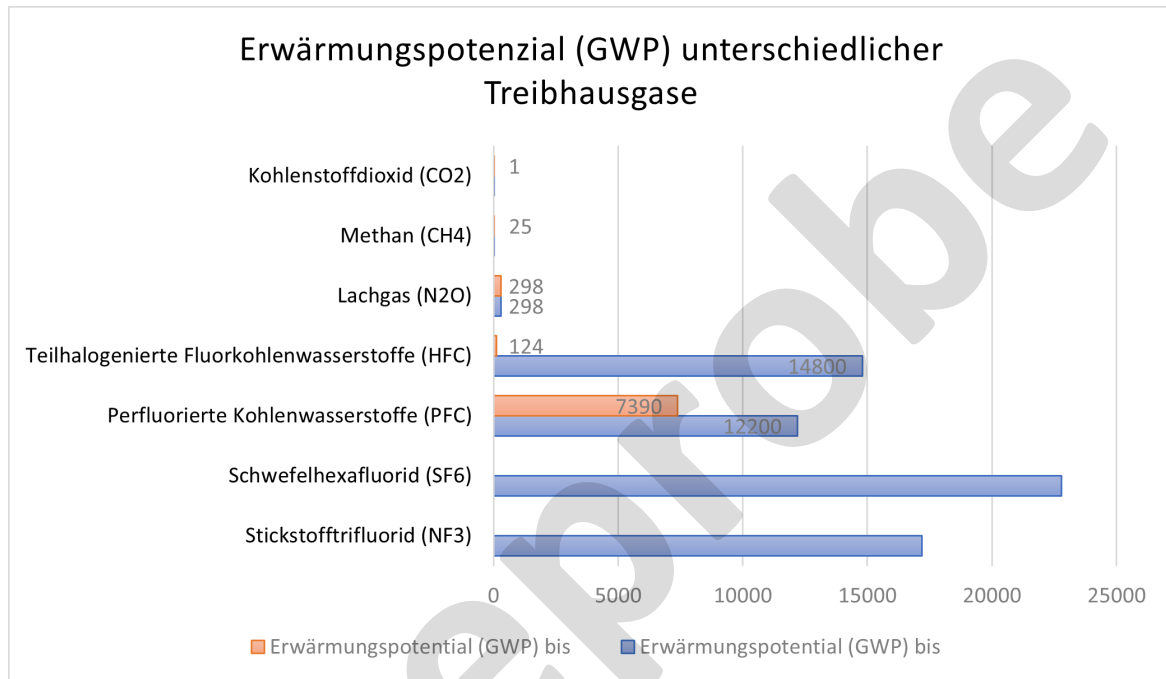


Abb. 25: Erwärmungspotential unterschiedlicher Treibhausgase

Der CO₂-Äquivalentwert entsteht durch das Multiplizieren der Menge der Treibhausgase mit dem GWP-Wert. Der GWP-Wert beschreibt die Erderwärmungswirkung über einen bestimmten Zeitraum.

Beispiel Methan: 1 kg CH₄ * 25 = 25 kg CO₂e

Durch die Einführung des CO₂-Äquivalentwertes können die Treibhausgase und deren Auswirkungen miteinander verglichen werden.

Wichtig: Neben Stoffen können auch Aktivitäten in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden. Hierbei müssen auch andere Punkte beachtet werden. So fallen bei Flugreisen neben CO₂-Emissionen auch Ozon und Wasserdampf in großen Höhen an. Bei Einberechnung dieser Faktoren ist eine Verdreifachung der Klimaschädlichkeit anzunehmen. Wird hingegen bei Aktivitäten elektrische Energie verbraucht, so mindert die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen die Klimabelastung.

Folgende Bereiche weisen der Reihe nach die meisten Treibhausgasemissionen auf:

- Energiesektor
- Industriesektor
- Landwirtschaft: In der Landwirtschaft werden vergleichsweise wenig CO₂-Emissionen erzeugt, hingegen viel Methan (Verdauungsluft der Tiere) und Lachgas.
- Abfallwirtschaft: Ebenso wird in der Abfallwirtschaft (offene Deponien) mehrheitlich Methan emittiert.
- Verkehr: Im Verkehr ist vor allem der motorisierte Straßenverkehr für die Treibhausgasemissionen verantwortlich. Durch kluge Steuerungsmaßnahmen könnte vor allem in diesem Bereich ein hohes Einsparungspotential erreicht werden.
- Bauwesen: Für Hochbauten wird der CO₂-Äquivalentwert berechnet – mit dem Aufsummieren aller Tätigkeiten von der Herstellung und dem Transport der benötigten Baumaterialien, über die Bauphase zur Nutzungsphase und bis

zum vollständigen Abbruch des Hauses. Dieser Summenwert wird dann in Relation gesetzt zur Nutzfläche (so wie beim HWB-Wert). Während der HWB-Wert auf den Umwelteinfluss abzielt, den die für den Betrieb bzw. die Nutzung des Gebäudes bereitgestellte Energie ausübt, zeigt der CO₂-Äquivalentwert den gesamten Umweltein-

fluss („Fußabdruck“) des Gebäudes an, über den gesamten Lebenszyklus. Ressourcenschonende Bauweise, Reparaturfähigkeit, Wiederverwendbarkeit von Materialien und geringer Energieverbrauch – und möglichst geringe Kubatur bei gegebener Nutzfläche – senken den Wert.



Abb. 26: Offener Braunkohlebergbau

Wissens- und Kompetenzcheck Einführung in das Thema Nachhaltigkeit

1. Was verstehen Sie unter Nachhaltigkeit, wann und warum wurde diese „Wirtschaftsform“ eingeführt? (V, W, AY)
2. Was wird im Brundtland-Bericht definiert? (V, W, AY)
3. Was verstehen Sie unter „Nachhaltiges Bauen“ und welche Qualitäten werden in diesem Zusammenhang beschrieben? (V, W, AY)
4. Nennen Sie die Inhalte der unterschiedlichen Qualitäten für die einzelnen Parameter des nachhaltigen Bauens. (V, W, AY)
5. Welche Bereiche des nachhaltigen Bauens kennen Sie und was bedeuten diese? (V, W, AY)
6. Wie muss die Planung eines Gebäudes ausgelegt sein, damit nachhaltiges Bauen möglich ist? (V, W, AY, AW, E)
7. Erläutern Sie den Lebenszyklus eines Gebäudes in Bezug auf Nachhaltigkeit. (V, W, AY)

8. Was ist konkret der Unterschied zwischen Upcycling und Recycling? Erklären Sie diesen schlüssig mit einem Beispiel aus der baulichen Praxis. (V, W, AY, AW, E)
9. Welche Grundbedingungen (z. B. Bauprozessablauf) ergeben sich beim Recycling? (V, W, AY, AW, E)
10. Welche Vorteile bietet Recycling? (V, W, AY)
11. Welche Energieträger der Zukunft kennen Sie und was sind die Grundbedingungen, um diese effektiv einzusetzen? (V, W, AY, AW)
12. Sie haben ein Haus aus den 1970er Jahren geerbt, das Sie herrichten wollen. Welche Energieträger würden Sie dafür verwenden? (V, W, AY, AW, E)
13. Was verstehen Sie unter Emissionen und Immissionen und wie haben sich diese in den letzten Jahren verändert? Analysieren Sie diese Veränderungen und erklären Sie deren Ursachen bzw. Hintergründe. (V, W, AY)
14. Was verstehen Sie unter CO₂-Äquivalent (CO₂e) und wozu wird diese Einheit verwendet? (V, W, AY)
15. Was ist der Unterschied zwischen Flächeninanspruchnahme, Flächenverdichtung sowie Bodenversiegelung? (V, W, AY)
16. Wie ist das Verhältnis Flächennutzung, Flächenwidmung und Flächenverbauung auszulegen? An welchen „Schrauben“ müssten Sie drehen, um eine Verbesserung dieser Situation herbeizuführen? (V, W, AY, AW, E)
17. Wie viel Wohnbauland steht in Österreich zur Verfügung und warum ist das so? (V, W, AY)
18. Was verstehen Sie unter Versiegelungsabminderungsrechnung? Wenden Sie diese an einem konkreten Beispiel an und analysieren Sie Ihre Erkenntnisse sowie mögliche Verbesserungsvorschläge. (V, W, AY, AW, E)
19. Stellen Sie den Stromverbrauch eines durchschnittlichen Haushaltes dar und erklären Sie, welche Möglichkeiten zur Verringerung des Strombedarfes möglich sind. (V, W, AY, AW, E)
20. Was verstehen Sie unter nachhaltiger Energie und welchen Wirkungsgrad hat diese? (V, W, AY)
21. Welche kritischen Faktoren kennen Sie in Bezug auf nachhaltige Energie? (V, W, AY)
22. Erklären Sie den Unterschied zwischen kWh und kWp bei PV-Anlagen. (V, W, AY)