

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN



Foto: Martin Rauch, www.lehmtonerde.at

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Bauen – eine kreative Handlung	02
1.1 Weshalb Nachhaltigkeit?	02
1.2 Megatrend Energie – Klimawandel	03
1.3 Megatrend materielle Ressourcen – Baumaterialien	06
1.4 Megatrend Wohlbefinden in Gebäuden	07
1.5 Megatrend Bauen – Urbanisierung – Ökologie	07
2. Massnahmen für eine nachhaltige Entwicklung	11
2.1 Massnahmen Energie – Klimawandel	11
2.2 Massnahmen materielle Ressourcen – Baumaterialien	12
2.3 Massnahmen Wohlbefinden in Gebäuden	13
2.4 Massnahmen Bauen – Urbanisierung – Ökologie	13
2.5 Wertvorstellungen – Entscheidungsgrundlagen	14
3. Nachhaltigkeit – Baubiologie – was ist der Unterschied?	15
3.1 Nachhaltigkeit	15
3.2 Baubiologie	17
3.3 Modelle für eine nachhaltige Entwicklung	18
3.4 Nachhaltig bauen mit den Sustainable Development Goals (SDG)	18
4. Umsetzung des nachhaltigen Bauens	19
4.1 Standards und Labels	19
4.2 Grundsätze Gesundes und nachhaltiges Bauen	20
4.3 Umwelt: Ressourcen, Biodiversität	20
4.4 Gesellschaft	21
4.5 Individuelles Wohlbefinden, Ethik	21
4.6 Wirtschaft	23
5. Beispiel Innenausbau Neubau	24
5.1 Umwelt: Ressourcen, Biodiversität	24
5.2 Gesellschaft	27
5.3 Individuelles Wohlbefinden, Ethik	27
5.4 Wirtschaft	29
6. Besonderheiten Innenausbau Umbau	30
6.1. Asbest	30
6.2. PCB	30
6.3. Weitere Chemikalien und Gifte im Holzbau	30
6.4. Radon	31
6.5. Elektrosmog	31
6.6. Nanopartikel	31
6.7. Schimmel	32
7. Literatur, Adressen, Links	33

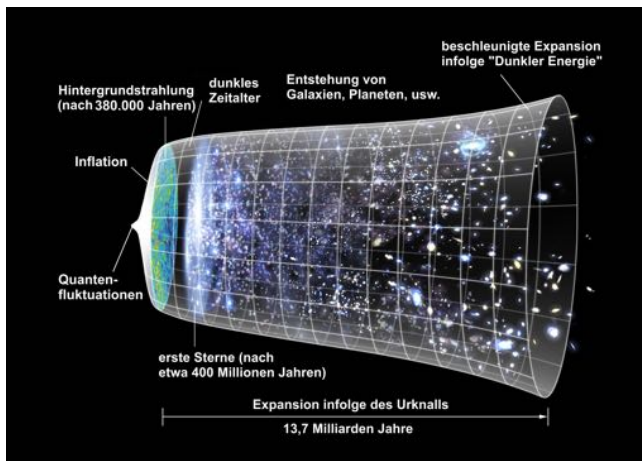
BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

1. Bauen – eine kreative Handlung

Wir Menschen haben das Bedürfnis, unsere Umgebung kreativ zu gestalten und haben das Verlangen zu konsumieren. Beide Bedürfnisse sind in uns biologisch angelegt. Nun sind wir aber an einem Punkt angelangt, an dem wir uns, mindestens in den industrialisierten Gesellschaften, mehr als das Lebensnotwendige leisten können – und damit haben wir mit unserer Konsumgesellschaft ernst zu nehmende Probleme geschaffen. Das Gleichgewicht zwischen Bauen und Konsumieren einerseits und den zur Verfügung stehenden natürlichen Ressourcen andererseits ist gestört.

1.1. Weshalb Nachhaltigkeit?

Wenn wir die Entwicklung der Menschheit in einen grösseren Zusammenhang stellen, wird klar, dass der Mensch oder Homo sapiens mit seiner Entwicklungsgeschichte als sehr erfolgreiche Art bezeichnet werden kann. Seit den Anfängen unseres Universums mit dem sogenannten Urknall sind rund 14 Mrd. (14'000'000'000) Jahre vergangen. In dieser Zeit haben sich mehrere Milliarden Galaxien entwickelt, die Sterne (Sonne) und Planeten (Erde) enthalten. Dass in unserem Universum überhaupt Leben entstehen konnte, ist eine Sensation! Denn dazu müssen sehr viele Faktoren zusammenstimmen. Auf unserer Erde stimmten diese Faktoren vor knapp 4 Mrd. Jahren zusammen.



Zeitgenössische Vorstellung unseres Universums.
Quelle: Wikipedia

Um diese riesigen Zahlen etwas fassbarer zu machen, projizieren wir sie auf ein einziges Jahr. Das heisst, wenn die Erde am 1. Januar entstanden wäre, dann hätte sich Ende Februar das erste Leben entwickelt. Die Säugetiere kämen erst Mitte Dezember und der erste Mensch (Homo sapiens) sogar gerade mal 3 Minuten vor Mitternacht. Rund 50 Sekunden vor Mitternacht errichtete er die ersten grossen Baudenkmäler wie zum Beispiel die Pyramiden in Ägypten oder Stonehenge in England. Unsere technisch fortgeschrittene Mobilität mit Automobilen und Flugzeugen wäre gemäss dieser Rechnung nicht einmal eine Sekunde alt!



Die Pyramiden in Ägypten sind vor ca. 5'000 Jahren gebaut worden.
Quelle: Wikipedia

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Wir Menschen haben uns also auf dieser Erde unglaublich schnell entwickelt und haben diesen Planeten mit unserer Bautätigkeit und unserem Energieverbrauch innert kürzester Zeit stark verändert. Die Übernutzung der natürlichen Ressourcen könnte nun aber unser Leben in der heutigen Form bereits für die nächsten Generationen in Frage stellen.

Deshalb machen sich nun seit einigen Jahrzehnten weltweit immer mehr Menschen Gedanken darüber, was wir verändern müssten, um dieses Ungleichgewicht wieder ins Lot zu bringen. Die wichtigsten und über längere Zeit auftretenden Themen bezeichnet man als Megatrends. Wir beschränken uns hier auf vier für das Thema Bauen relevante Trends.

1.2. Megatrend Energie – Klimawandel

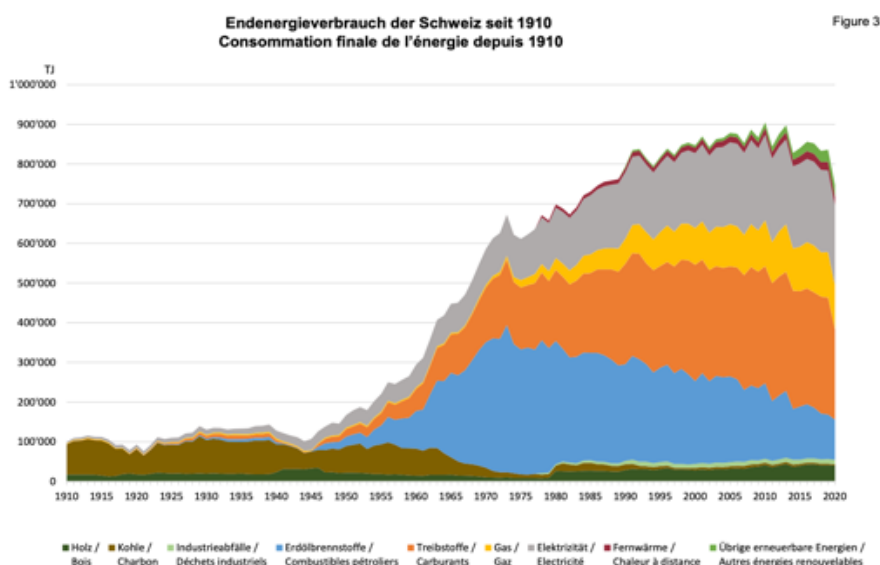
Ein wichtiges Thema ist der hohe Energieverbrauch aus nicht-erneuerbaren Quellen. Wir wohnen und arbeiten oder lernen meistens an verschiedenen Orten. Das heisst, wir müssen uns vom Wohnort zur Arbeit oder zur Schule bewegen. Viele Menschen reisen aber auch gerne in der Freizeit. Energie verbrauchen wir nicht nur für unsere Mobilität, sondern auch zur Produktion von Konsumgütern und zur Erstellung und Nutzung von Gebäuden. Energie ist also eine der wichtigsten Ressourcen für das Funktionieren unserer Gesellschaft.

1.2.1 Energieverbrauch

Im Jahr 2014 verbrauchte jede Person in der Schweiz rund 28'000 kWh pro Jahr, was etwa 3'300 Liter Benzin entspricht. Im Jahr 2020 betrug der Energieverbrauch der Schweizer Bevölkerung 82,2 Gigajoule oder 22'800 kWh pro Person. Der Energieverbrauch pro Person ist somit tendenziell rückläufig, und zwar seit 1990. Der Gesamtverbrauch betrug 2020 rund 747'400 Terajoules. Das sind 10,6% weniger als 2019. Hauptgründe sind die Covid-19 Pandemie und die wärmere Witterung. Allerdings muss bis 2035 eine Senkung von 43% des Energieverbrauchs pro Person gegenüber dem Stand im Jahr 2000 erreicht werden, um die Klimaziele zu erfüllen. Diese können durch eine weitere Zunahme der erneuerbaren Energien erreicht werden (z.B. Wasser, Holz, Sonne, Wind, Fernwärme).

Zahlen zum Energieverbrauch:

- Die Erstellung und der Betrieb von Gebäuden benötigt rund 50% der gesamten Energie.
- Der Verkehr verschlingt 36% der Energie.
- Das effizienteste Fortbewegungsmittel ist das Velo. 26% der Muskelkraft werden in Bewegungsenergie umgesetzt.



Überblick über den
Energieverbrauch der
Schweiz im Jahr 2020
Quelle: BFE, 2021

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Der Energieverbrauch ist weltweit sehr ungleich verteilt. Vor allem in den Industrienationen ist er sehr hoch. In vielen Schwellen- und Entwicklungsländern besteht demgegenüber ein grosser Nachholbedarf.



Die Erde bei Nacht. Die hellen Flächen verbrauchen am meisten Energie.
Quelle: NASA, NOAA

Die Verbrennung fossiler Brennstoffe in Verkehrsmitteln und Industrie, die Viehwirtschaft (zunehmende Fleischproduktion) und die Abfallbewirtschaftung (Deponien, Abwasserreinigung, Düngung) tragen erheblich zur Entstehung von Treibhausgasen bei.

1.2.2 Treibhausgase

Als Treibhausgase bezeichnet man Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O). Kohlendioxid entsteht aus der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas sowie aus dem Abbrennen von tropischen Regenwäldern im Amazonasgebiet und in Südostasien. Methan entsteht immer dann, wenn organische Materialien wie Pflanzen abgebaut werden. Dies geschieht vor allem in Mägen von Rindern und Schafen, beim Reisanbau oder in Mülldeponien. Lachgas entsteht im Boden beim Abbau von mineralischem Stickstoffdünger.

Die Treibhausgase sammeln sich in der Erdatmosphäre an und bilden dort einen Deckel. Wenn nun die Sonne die Erde erwärmt, verhindert dieser Deckel die Rückstrahlung ins Weltall und erwärmt die Landmassen und die Meere. Ohne diesen Deckel gäbe es auf unserer Erde kein Leben, wie wir es kennen.

Seit rund 10'000 Jahren hat sich ein relativ stabiles, warmes Klima entwickelt, in dem die Menschheit zur beherrschenden Art der Erde wurde. Seit der Industrialisierung (ca. 200 Jahre) hat die Lebensweise der Menschen für eine schnelle Zunahme der Treibhausgase in der Erdatmosphäre gesorgt.

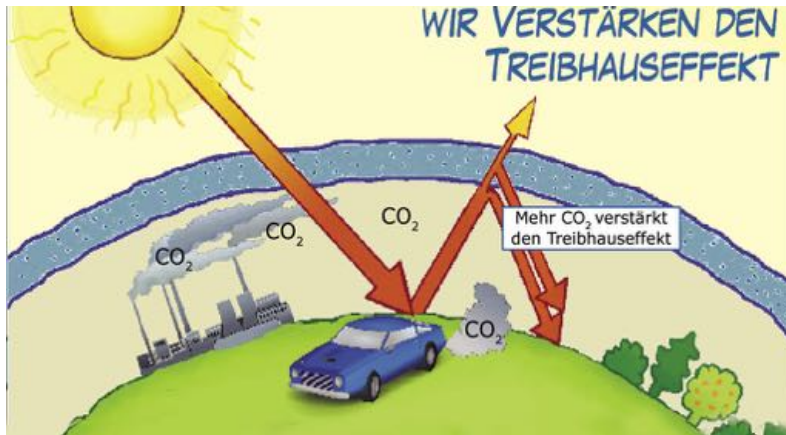
Zahlen zu den Treibhausgasen:

- Wir Schweizerinnen und Schweizer verursachen jährlich rund 5 Tonnen CO_2 -Emissionen pro Person (ohne internationalen Flug- und Schiffsverkehr).
- Addiert man allerdings die durch Importgüter im Ausland verursachten Emissionen hinzu, beläuft sich das Total der jährlichen Pro-Kopf-Emissionen auf mehr als das Doppelte (14 t CO_2 -Äquivalente pro Kopf im Jahr 2015).
- Die planetare Belastbarkeitsgrenze liegt bei 0.6 t CO_2 -Äquivalente pro Kopf.

1.2.3 Klimawandel

Vor der Industrialisierung bewegte sich der Anteil an Kohlendioxid in der Atmosphäre 750'000 Jahre lang stets unter 290 ppm (parts per million = Teile pro Million Luftteile), wie Eisbohrkerne aus der Arktis zeigen. 2010 war er bereits auf 389 ppm angestiegen. Dadurch wird der atmosphärische Deckel immer undurchlässiger für die Rückstrahlungswärme. Die meisten Wissenschaftler sagen für die nächsten Jahrzehnte einen durch die Erderwärmung ausgelösten Klimawandel voraus, der häufigere Wetterextreme und einen bis zu 7 Meter höheren Meeresspiegel nach sich zieht. Damit könnte der ursprünglich lebensnotwendige Treibhauseffekt für die Menschheit bedrohliche Ausmasse annehmen.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN



Die Treibhausgase erwärmen die Erdoberfläche zusätzlich.
Quelle: Klimafit.at

Erste Anzeichen sind bereits zu spüren. Das zweite Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts war mit durchschnittlich zwei Grad höheren Temperaturen das wärmste je in der Schweiz gemessene. Pro Grad Celsius rechnen die Klimaforscher mit einer Verschiebung der Klimazonen um 100 – 200 km. Das wärmere Klima wirkt sich nicht nur in den Städten aus, sondern auch im Gebirge. Messungen zeigen, dass unterhalb von 1'300 m ein klarer Trend zu immer weniger Schnee festzustellen ist. Viele Gletscher ziehen sich zurück und werden bei einer Erwärmung um 2°C innerhalb weniger Jahrzehnte verschwinden. Die heute noch gefrorenen Gesteinsmassen (Permafrost) beginnen zu schmelzen und rutschen ins Tal.



Der Rhonegletscher zieht sich zurück. Vergleich 1850 (li) und 2010 (re).
Quelle: Huss M, et al., 2010, Foto: VAW-ETHZ

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass die klimatischen Veränderungen nicht nur mehr Extremereignisse wie starke Niederschläge (Regen, Schnee) oder Trockenheit, Lawenniedergänge oder Erdbeben bewirken, sondern auch mehr verschüttete Strassen und Siedlungen zur Folge haben. Naturkatastrophen verursachten in der Schweiz zwischen 1990 und 2011 Sachschäden von durchschnittlich CHF 390 Mio. pro Jahr. Im Jahr 2021 waren es mehr als CHF 2 Mrd.

Der Klimawandel ist ein eigenartiges Phänomen, er vollzieht sich sehr langsam und ist nicht auf kurzfristige Ursachen zurückführbar. Die Auswirkungen zeigen sich erst nach mehreren Jahrzehnten, also nicht innerhalb eines Menschenlebens. Dies verunsichert die Menschen, da sie nicht gewohnt sind, in derart langen Zeiträumen zu denken. Rund 30 Jahre nach der Umweltkonferenz von Rio de Janeiro und den weltweiten Bemühungen um ein nachhaltiges Verhalten der Menschheit ist immer noch eine grosse Diskrepanz zwischen dem vorhandenen Wissen und dem Handeln des Einzelnen, der Politiker und vieler Unternehmer sichtbar. Erst mit der Agenda 2030, die Ende 2015 unterzeichnet wurde, scheinen verbindliche Klimaziele für einen Grossteil der Staaten in greifbare Nähe zu rücken.

Übung: Eigener Energieverbrauch / Verkehrsverhalten berechnen (<http://www.2000watt.ch/fuer-mich/wo-stehe-ich/>)

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

1.3 Megatrend materielle Ressourcen – Baumaterialien

Um ein Haus zu bauen, brauchen wir einerseits Baumaterialien, die aus der Natur gewonnen werden. Andererseits stehen unsere Gebäude auf der Erde und beeinflussen damit auch den Lebensraum vieler Pflanzen und Tiere.

1.3.1 Ressourcen

Zu den natürlichen Ressourcen zählt man ökonomisch nutzbare Rohstoffe wie Stein oder Holz, Böden respektive Landfläche, Wasser, Luft und Energie. Mit der Bautätigkeit nutzen und beeinflussen wir alle diese Komponenten. In diesem Kapitel stehen zuerst einmal die Baumaterialien im Vordergrund. Die Ressource Energie behandeln wir im nächsten Kapitel separat.

Zahlen zum Verbrauch natürlicher Ressourcen für Baustoffe:

- Bauwerke benötigen fast 50% der Rohmaterialien.
- Der Abbau und Umbau bestehender Gebäude verursacht 65% des Abfalls.
- Der gesamtschweizerische Wasserverbrauch pro Kopf und Tag beträgt 350 l. Der durchschnittliche Haushaltverbrauch liegt bei 160 l/P./T., der Rest wird in der Industrie verbraucht.



Quelle: Frank Gehry, Guggenheim Museum Bilbao, Ardfern (li), Bauabfall, E.Brühwiler, EPFL, 2012

1.3.2 Baustoff-Eigenschaften

Baustoffe können durch drei Arten von Eigenschaften unterteilt werden:

- Physikalische Eigenschaften
- Wirkung auf die Umwelt
- Wirkung auf den Menschen

Die physikalischen Eigenschaften betreffen beispielsweise die Statik (mechanisch), die Temperatur und die Akustik. Baustoffe können aber auch mehr oder weniger gut Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben (hygroskopisch). Zudem ist die Trennbarkeit von Werkstoffen für den Rückbau ein wichtiges Kriterium.

Die Rückbaubarkeit spielt auch für die Wirkung auf die Umwelt eine Rolle. Die Baustoffe müssen nämlich stets wieder in den Energie- und Materialkreislauf zurückgeführt werden können. Weitere Eigenschaften sind die Verfügbarkeit des Rohstoffs, die Lebensdauer und die Erneuerbarkeit. Darüber hinaus sind der Energieaufwand für die Verarbeitung (Graue Energie) und die daraus entstehenden Treibhausgase zu beachten.

Die dritte Kategorie von Eigenschaften, die Wirkung auf uns Menschen, beeinflusst das Wohlbefinden in Räumen. Dabei spielen unsere Sinne eine wesentliche Rolle. Denn die Wahrnehmung der Umgebung erfolgt durch die Augen, die Nase, die Ohren und die Hände. Oft versagen unsere Sinnesorgane aber, vor allem dann, wenn es beispielsweise um Wohngifte oder um Elektrosmog geht. Solche Einflüsse sind oft erst durch gesundheitliche Beeinträchtigungen erkennbar.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

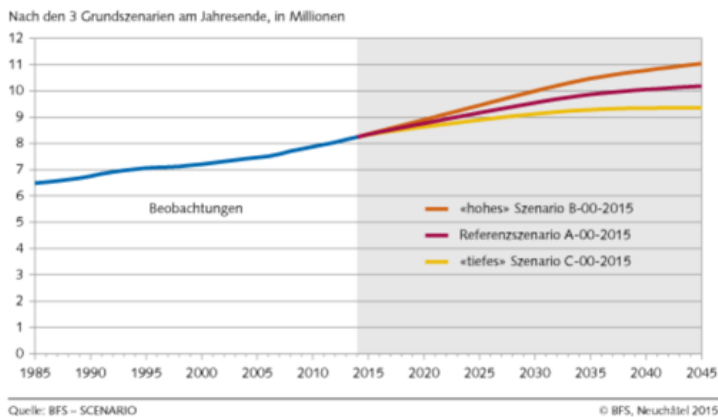
1.4 Megatrend Wohlbefinden in Gebäuden

Als weiterer Megatrend ist die Entwicklung der Wohnbevölkerung für das Thema Bauen und Wohnen von Bedeutung. Denn der Land-, Material- und Energieverbrauch hängt klar mit der Anzahl Menschen zusammen, die Wohnraum über dem Kopf benötigen.

1.4.1 Bevölkerungsentwicklung

Gemäss dem Bundesamt für Statistik (BfS) lebten im Jahr 2021 in der Schweiz mehr als 8,7 Mio. Menschen. Bis 2050 wird die Wohnbevölkerung möglicherweise auf über 10 Mio. Einwohner anwachsen, falls eine stabile gute Wirtschaftslage vorherrschen sollte.

Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung



Die ständige Wohnbevölkerung nimmt in der Schweiz zu.
Quelle: ARE

1.4.2 Gesundheit

Für das Wohlbefinden der Menschen spielt die Gesundheit eine zentrale Rolle. Diese ist gemäss Weltgesundheitsorganisation definiert als „ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens“. Gebäude beeinflussen die Gesundheit massgebend, da wir uns heute bis zu 90% in geschlossenen Räumen aufhalten.

Energiesparende Bauweisen (z.B. Niedrigenergie- oder Passivhaus) helfen zwar wertvolle Ressourcen zu sparen, aber die Gebäude werden aus energetischen Gründen immer luftdichter gebaut. Dabei wird oft ein hygienisch ausreichender Luftwechsel vernachlässigt.

Frische Luft beeinflusst unsere Stimmung und Leistungsfähigkeit stark, weshalb regelmässiges Lüften sehr wichtig ist (Stoss-Lüften). Dadurch werden Kohlendioxid und überschüssige Feuchtigkeit, die durch die menschliche Atmung entstehen an die Aussenluft abgegeben. Denn nur durch einen regelmässigen Luftwechsel kann auch der Kohlendioxidgehalt (CO₂)-Gehalt in Räumen unter 1000 ppm (parts per million = CO₂-Teile pro Million Luftteile) gehalten werden. Ein zu hoher CO₂-Gehalt führt zu Müdigkeit und Konzentrationsstörungen.

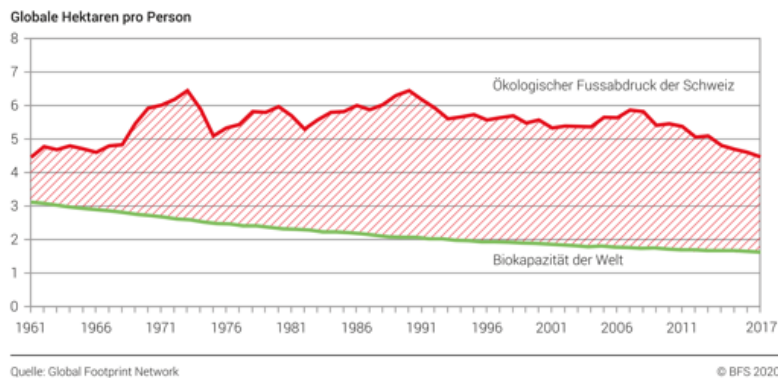
Übung: Stellen Sie ein CO₂-Messgerät im Schulzimmer auf und halten Sie fest, wie lange es dauert bis der CO₂-Gehalt die Limite von 1000 ppm überschreitet. Dann ist ein kurzes Stoss-Lüften angesagt (so lange bis der Wert wieder unter 1000 ppm gefallen ist).

1.5 Megatrend Bauen – Urbanisierung – Ökologie

Unsere Produkte und Dienstleistungen beziehen wir heute aus der ganzen Welt. Berücksichtigen wir alle Konsumgüter wie Nahrungsmittel, Kleidung, Energieverbrauch, Bodenverbrauch, dann können wir unseren sogenannten „Ökologischen Fussabdruck“ berechnen. Dieser zeigt, wieviele natürliche Ressourcen wir für unser Leben verbrauchen und rechnet sie in eine Fläche um, die sogenannte globale Hektare (gha).

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Ökologischer Fussabdruck der Schweiz im Vergleich zur Biokapazität der Welt



In der Schweiz beansprucht die Bevölkerung pro Kopf und Jahr rund dreimal so viel Fläche wie jedem und jeder zur Verfügung steht.

Quelle: BFS, 2020

Übung: Berechne deinen ökologischen Fussabdruck. www.footprint.ch

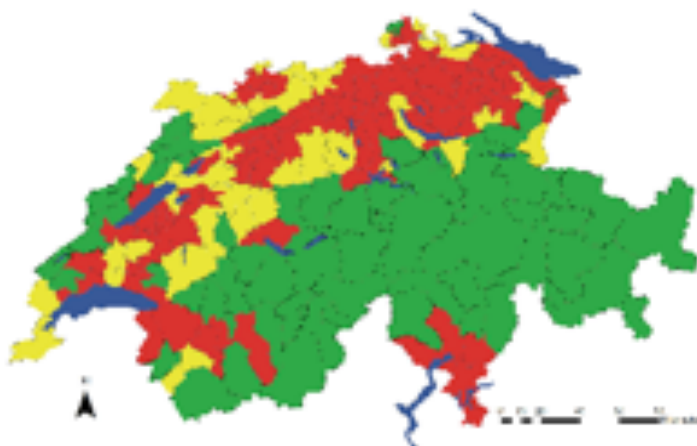
1.5.1 Bauen

Ein wesentlicher Teil dieses Fussabdrucks besteht aus den Häusern, in denen wir wohnen und arbeiten. Unsere Ansprüche an den Wohnraum sind hoch. Jede Person verfügt durchschnittlich über komfortable 40 – 55 m² Wohnfläche. In Chinas Städten waren es 2015 durchschnittlich 24 m²/Person. Rechnet man zusätzlich die für den Arbeitsplatz und die Infrastruktur verbauten Flächen dazu, nutzt jeder Einwohner in der Schweiz sogar mehr als 410 m² – die Fläche von zwei Tennisfeldern.

Da jeder Neubau Ressourcen verbraucht, sollte zuerst immer die Frage gestellt werden: „Braucht es dieses Gebäude wirklich?“ Sollte die Antwort „Ja“ sein, erfordert diese Entscheidung ein sorgfältiges Abwägen und Prioritäten setzen in allen Teilbereichen.

1.5.2 Urbanisierung

Jede Sekunde werden im Schweizerischen Mittelland 2.2 m² überbaut. Heute leben in der Schweiz bereits 75% der Bevölkerung in den fünf grossen Agglomerationen Zürich, Genfersee, Region Basel, Region Bern und Lugano/Locarno.



Rot = stark zersiedelt
Gelb = durch Zersiedelung gefährdet
Grün = wenig gestreut
Quelle: NFP 54 J.Jaeger et al. 2008

Da von der Schweizerischen Landesfläche nur rund 43% nutzbar sind – der Rest sind Gebirge, Gewässer und Wälder – beschränkt sich unsere Siedlungstätigkeit vorwiegend aufs Mittelland. Dieses ist entsprechend stark zersiedelt und durch Verkehrswege zerschnitten.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

1.5.3 Ökologie

Ökologie ist ein griechisches Wort und bedeutet „die Lehre vom Haushalt“. Sie erforscht die Beziehungen der Lebewesen untereinander und mit ihrer unbelebten Umwelt. Auch wir Menschen sind Teil dieses „Natur-Haushaltes“.

Durch unsere Aktivitäten verändern wir die Landschaft um uns herum langsam, aber stetig. Eine Wiese wird überbaut und der daneben liegende Acker wird in eine Strasse umgewandelt. Dabei nehmen wir nicht wahr, dass wir Pflanzen und Tieren ihre Lebensgrundlagen entziehen. Insbesondere beeinträchtigen wir die sogenannte Biodiversität. Biodiversität bedeutet die Artenvielfalt, aber auch die Vielfalt der Lebensräume und die genetische Vielfalt der Lebewesen.

Von den rund 46'000 in der Schweiz bekannten Tier- und Pflanzenarten gelten 38% als gefährdet oder ausgestorben. Langzeitbeobachtungen haben ergeben, dass vor allem Arten, die Gewässer und Feuchtgebiete zum Leben brauchen unter dem Siedlungsdruck leiden. Die Amphibien wie Lurche, Frösche und Salamander sind am stärksten bedroht, da in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts 90% der Feuchtgebiete trockengelegt oder zerstört worden sind.



Amphibien wie der Feuersalamander gehören zu den stark zurückgedrängten Tieren. Er steht in der Schweiz auf der roten Liste.

Quelle: www.lanuv.nrw.de, Peter Schütz

Durch den Straßenbau wird oft die freie Beweglichkeit der Tiere verhindert, wodurch sie von Futterquellen, Brut- oder Laichplätzen abgeschnitten werden. Ohne den Austausch mit anderen Populationen kann eine genetische Verarmung eintreten, und die Population kann dadurch aussterben.

Die regelmässige Beobachtung von Arten und Lebensräumen (Biodiversitätsmonitoring) in der Schweiz zeigt, dass im Mittelland immer mehr Neuzuzüger aus anderen Ländern Fuss fassen. In den Städten finden sich beispielsweise Arten von Spinnen oder Bienen, die aus dem südlichen Mittelmeerraum stammen und denen das warme Stadtklima auch nördlich der Alpen gefällt. Sogenannte Neophyten (nicht einheimische Pflanzenarten) wie z.B. der Sommerflieder oder der Kirschlorbeer nehmen überhand und verdrängen teilweise einheimische Arten.



Neophyten wie der Sommerflieder verdrängen einheimische Pflanzen.

Quelle: Michael Gasser

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Wildkräuter, die Teil unserer farbenfrohen Wiesen sind und auf extensive Landwirtschaft ohne Düngung angewiesen sind, werden selten. Unter den Pflanzen sind zudem diejenigen Arten, die magere Böden und Trockenstandorte bevorzugen, bedroht. Unsere roten Listen sind leider bereits recht lang.



Artenreiche Wiesen verschwinden im Mittelland.

Quelle: Markus Jenny, biodiversity.ch

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

2. Massnahmen für eine nachhaltige Entwicklung

Der Zukunftsforscher David Bosshard spricht von der neuen Wohlstandsformel dem sogenannten «Age of Less» (Zeitalter der Reduktion). Das heisst er fordert ein Umdenken, eine Abkehr von der Wachstumsspirale hin zu einem Zeitalter der Genügsamkeit, des qualitativ guten Konsums und des neuen Wohlstands. Mehr vom Gleichen bringt uns nicht mehr Lebensqualität. Weniger arbeiten und konsumieren bedeutet mehr vom Leben haben. Dies ist möglich, indem wir auf die eigene Gesundheit achten und die Umwelt – auch als Orte für unsere Erholung – besser schützen. Die Menschheit hat Jahrtausende ohne exponentielles Wachstum gelebt, weshalb sollte dies heute – auf eine andere Art – nicht mehr möglich sein?

Für die Zukunft könnte das beispielsweise heissen, die folgenden Punkte zu beachten:

- mehr Qualität anstatt Quantität (d.h. qualitativ gut bauen)
- mehr Vernetzung und Kooperation (z.B. von Anfang an mit allen Betroffenen planen)
- mehr auf Beziehungen anstatt auf Konsum setzen (z.B. mit Partnern gemeinsam bauen)
- mehr wiederverwerten, weniger Abfall produzieren (z.B. bei einem Umbau prüfen, was weiterhin evtl. angepasst wieder verwendet werden kann)
- mehr teilen, d.h. weniger kaufen und weniger entsorgen (z.B. Werkzeuge, Autos, Wohnraum, Wissen mit Familienmitgliedern oder Nachbarn teilen)
- mehr Kreativität und Flexibilität (z.B. lebenslanges lustvolles Lernen)

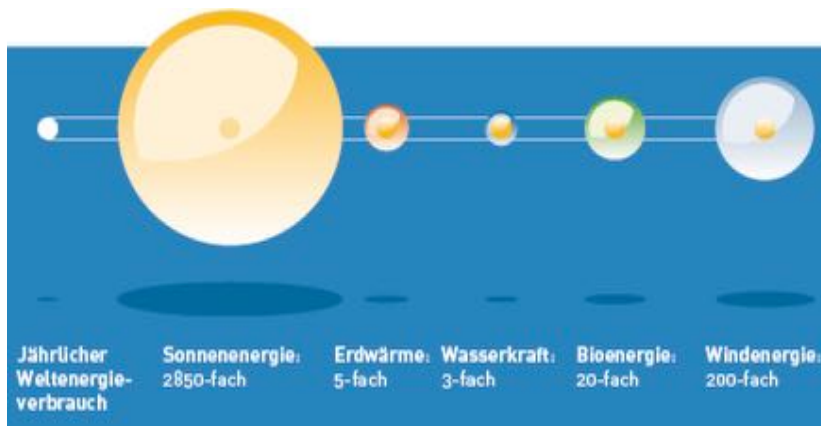
Für das Bauwesen heisst das nicht einfach Verzicht, sondern mit mehr Vernunft, stärker vernetzt und verdichteter bauen.

2.1 Massnahmen Energie – Klimawandel

Die Faktoren, welche einen Klimawandel fördern, müssen wir in den nächsten Jahren in den Griff bekommen. Deshalb verabschiedete der Bundesrat im Jahr 2021 die langfristige Klimastrategie der Schweiz. Darin hält er fest, dass die Schweiz bis 2050 nicht mehr Treibhausgase ausstossen soll, als natürliche und technische Speicher aufnehmen können.

Das revidierte CO₂-Gesetz hat zum Ziel, die Treibhausgase bis 2030 um 50% zu senken, um bis 2050 mit Netto-Null Ausstoss die Klimaziele zu erreichen. Ohne diese radikale Reduktion kann die durchschnittliche Erderwärmung nicht unter der zwei Grad-Grenze gehalten werden. Denn die wissenschaftlichen Erkenntnisse des Weltklimarates (IPCC) zeigen, dass bereits ab einer durchschnittlichen Klimaerwärmung von 1,5 Grad mit gravierenden Folgen für Mensch und Artenvielfalt zu rechnen ist. Die Schweiz als Alpenland ist vom Klimawandel besonders stark betroffen, da die Temperaturen hierzulande doppelt so stark steigen wie im weltweiten Durchschnitt.

Damit wir dieses Ziel erreichen, ist es unumgänglich, die fossilen Energieträger Erdöl, Kohle und Gas durch erneuerbare Energieträger (Sonnenenergie, Wasserkraft, Windenergie, Biogaskraftwerke, Erdwärme) zu ersetzen. Angesichts der unglaublichen Energiemenge, welche die Sonne tagtäglich ausstrahlt, sollte dies mit bestehenden und neuen Technologien möglich sein.



Die Sonne liefert jedes Jahr 2850 x mehr Energie als wir auf unserer Erde benötigen.
Quelle: aee, www.unendlich-viel-energie.de, 2013

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Es sind also verschiedene Strategien möglich, um die heutige Lebensqualität zu erhalten:

- das Gleiche tun mit weniger Verbrauch (Suffizienz- und Effizienzsteigerung)
- das Gleiche tun, aber anders (ersetzen der fossilen Energien durch erneuerbare)

Diese Strategien unterstützt auch Swisscleantech, ein Schweizer Wirtschaftsverband, der sich zum Ziel gesetzt hat, eine nachhaltige, liberale und ressourceneffiziente Schweizer Wirtschaft zu stärken. Der Verband schreibt „Cleantech gilt als Qualitätsmerkmal für ressourceneffizientes und emissionsarmes Wirtschaften unter Miteinbezug der Externalitäten - und hat für alle Branchen Relevanz. Damit kann unsere Wirtschaft weltweit eine Vorreiter Rolle im Bereich CO₂- und Energie-Reduktion einnehmen.“

Cleantech (saubere Technologien) gilt als Zukunftsmarkt mit grossem Potential für innovative Unternehmer. Um auf diesem Markt zu bestehen, müssen alle Materialien optimal eingesetzt und erneuerbare Energien viel häufiger und effizienter genutzt werden. In der Schweiz wird diese Strategie vom Bundesamt für Energie (BfE) mit Förderprogrammen unterstützt.

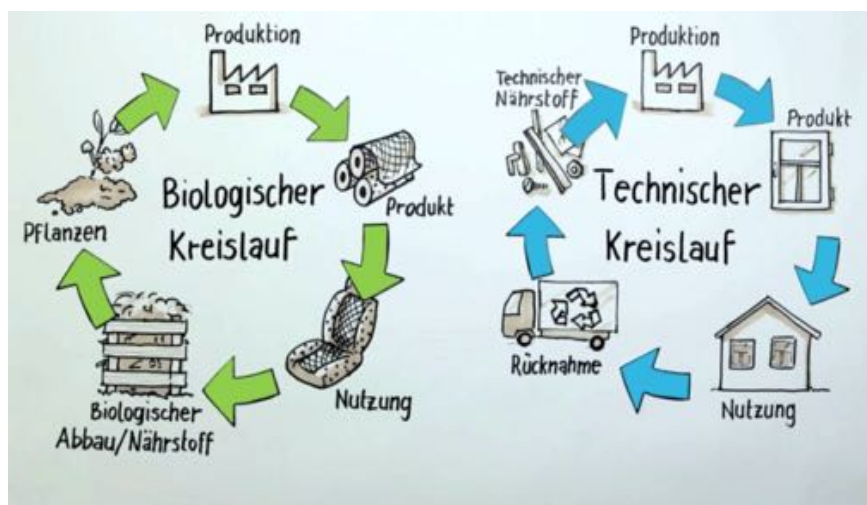
2.2 Massnahmen materielle Ressourcen – Baumaterialien

Grundsätzlich ist ein effizienter Umgang mit Ressourcen (Baustoffen, Energie, Boden) zentral. Dann sind die Stoffkreisläufe zu berücksichtigen, wenn wir unsere Deponien nicht noch stärker belasten wollen. Und drittens ist die Langlebigkeit des Baumaterials am Verwendungsort zu optimieren.

Für die Verwendung von Baustoffen sind die folgenden Regeln zu beachten:

- Nutzung hochwertiger Baustoffe
- Baustoffverbrauch optimieren
- Das richtige Material am richtigen Ort einsetzen
- Wiederverwertung von Baumaterialien
- Optimieren der Dauerhaftigkeit des Baus

Bereits anfangs des 21. Jahrhunderts forderten McDonough und Braungart Abfallstoffe als Wertstoffe zu betrachten. Sie forderten auch in der Wirtschaft, die Stoffkreisläufe zu beachten und nannten ihr Konzept „Cradle to Cradle“ – von der Wiege zur Wiege. Dieses Konzept nimmt sich die Natur zum Vorbild. Neben dem biologischen Kreislauf, in den alle zu 100% kompostierbaren Stoffe zurückgeführt werden, definieren sie einen technischen Kreislauf, in den alle anderen Produkte eingegliedert werden. Auch im technischen Kreislauf werden die Produkte nicht einfach entsorgt, sondern in einzelne Komponenten zerlegt und entsprechend ihrer Herkunft wieder in den jeweiligen Materialkreislauf überführt, damit sie für ein nächstes Produkt genutzt werden können.



Stoffkreisläufe für natürliche und technische Produkte
Quelle: OmniCert Umweltgutachter GmbH

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

2.3 Massnahmen Wohlbefinden in Gebäuden

In unserer Gesellschaft hat das Thema Gesundheit bereits einen hohen Stellenwert. Gesunde Menschen stellen ein gesellschaftliches Kapital dar, da kranke Menschen den Arbeitgeber, die Krankenkasse und den Staat (z.B. Invalidenversicherung) belasten. Dass die Menschen in unserem Land ein relativ hohes Bewusstsein für diese Zusammenhänge haben, zeigt die Nachfrage nach Fitnesszentren oder biologischen Lebensmitteln.

Das Wohlbefinden von Menschen in Gebäuden gehört zu den obersten Zielen der Planung von nachhaltigen Bauten. Neben der Raumluft beeinflusst die Materialisierung von Räumen unser Wohlbefinden. Lehm und Holz können beispielsweise Feuchtigkeit und Wärme aufnehmen und dosiert wieder abgeben. Ein genügender Feuchtigkeitsausgleich ist für ein gutes Raumklima unumgänglich. Dies fördert eine behagliche Atmosphäre. Zudem können sowohl naturbelassenes Holz als auch Lehm Gerüche absorbieren, weshalb früher der Rauchsalon, das sogenannte Herrenzimmer, mit Holz ausgekleidet war.



Holz und Lehm erzeugen eine attraktive und optimale Raumqualität
Quelle: Martin Rauch, www.lehmtonerde.at

Qualitäten wie ansprechende Raumproportionen, eine hohe Nutzungsflexibilität und gute Lichtverhältnisse sind weitere Einflussfaktoren. Ästhetik, Raumakustik und andere die Sinne ansprechende Qualitäten wie z.B. Farben und Oberflächenstrukturen gehören ebenfalls dazu. Giftfreie Materialien sind zentral für ein gesundes Raumklima. Die Vermeidung von chemischen Stoffen wurde beispielsweise im sogenannten MCS-Haus (Multiple Chemical Sensitivity) in Leimbach bei Zürich konsequent verfolgt, um gesundheitliche Probleme auszuschliessen oder zu mildern. Das Innenraumklima im MCS-Haus erleben tatsächlich auch Besucherinnen und Besucher als auffallend angenehm.

2.4 Massnahmen Bauen – Urbanisierung – Ökologie

Bewohnerinnen und Bewohner beurteilen heute ihre Wohnqualität nach vielen verschiedenen Faktoren. Einerseits spielt das Wohnungsangebot (Grösse, Komfort, Preis) sowie die Versorgungs- und Bildungsmöglichkeiten eine Rolle. Andererseits ist das Mobilitätsangebot (Strassen, ÖV) von Bedeutung. Nicht zu unterschätzen sind auch die Landschaftsqualitäten und die Grünräume, die als „soft factors“ für eine hohe Wohnqualität wichtig sind. Diese weichen Faktoren werden mit der zunehmenden Verstädterung noch wichtiger. Ökonomen konnten bei Wohnungen an besonnten Südhängen, mit guter (See)Sicht und in unmittelbarer Nähe von Grünräumen signifikante Preissteigerungen feststellen.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN



Grünräume erhöhen die Lebensqualität

Quelle: WSL, Peter Longatti

Einige Forscher sind sehr zuversichtlich und nehmen an, dass die Verstädterung eine nachhaltige Entwicklung fördere. Denn attraktive Städte und deren Agglomerationen ziehen attraktive Jobs und attraktive Menschen an. Städte würden sich sehr gut dazu eignen, grün, mobil, alternativ und letztlich nachhaltig zu werden.

2.5 Wertvorstellungen – Entscheidungsgrundlagen

Bei jeder Entscheidung, also auch bei Bauprojekten (Häuser, Siedlungen, Parkanlagen, Strassenführungen etc.), spielen Wertvorstellungen eine wichtige Rolle. Jeder Mensch entwickelt seine Werte nicht nur aus sich selbst heraus, sondern er wird immer auch durch sein soziales Umfeld beeinflusst. Was wir gut, schön und wichtig finden, entwickelt sich im Laufe unseres Lebens. Dabei spielen die Werte unserer Familie und unserer Kollegen eine Rolle. Wir sind aber auch in einer Gesellschaft aufgewachsen, in der gewisse Dinge als richtig oder falsch gelten. Das heisst die Normen und die Gesetze dieser Gesellschaft beeinflussen uns ebenfalls. Wenn wir unsere Wertvorstellungen kennen und über sie nachdenken, können wir sie auch verändern. Entsprechend treffen wir dann andere Entscheidungen.

Werte spielen natürlich auch in der Wirtschaft eine wichtige Rolle. Manchmal steht lediglich das kurzfristige Geld verdienen eines Einzelnen oder einer Firma im Zentrum. Die Wirtschaftsethik sollte sich aber am Wohlergehen der Gesellschaft und am umweltverträglichen Umgang mit den Ressourcen orientieren. Denn diese sind die tragende Basis, auf die die Wirtschaft angewiesen ist. So ist es beispielsweise auch wichtig, dass sich der Einkäufer von Rohstoffen an der Einhaltung der Menschenrechte in den Herkunftsländern der Ressourcen orientiert. Dazu meint ein Wirtschaftsethiker der Universität St. Gallen HSG, dass Schweizer Firmen durch die Schweizer Gesetzgebung dazu verpflichtet werden sollten, mit den Menschen und den Ressourcen in Entwicklungsländern verantwortungsvoll umzugehen. Denn in Ländern wie Sambia, Nigeria oder Brasilien, wo Rohstoffe wie Kupfer, Öl oder Aluminum abgebaut werden, hat die arme ansässige Bevölkerung keine Möglichkeit sich gegen die Verschlechterung ihrer Luft-, Wasser- und Bodenqualität oder gegen miserable Arbeitsbedingungen zu wehren. In Sambia werden beispielsweise durch die Verarbeitung von Kupfer jährlich rund 100'000 Tonnen SO₂ ausgestossen. In der ganzen Schweiz sind es 12'000 Tonnen SO₂/J.

Weitere Probleme ergeben sich aus der Finanzierung von Bürgerkriegen durch sogenannte Blutdiamanten (Edelsteine, die zur Finanzierung von gewalttätigen Konflikten verkauft werden). Der Kauf solcher Edelsteine sollte, wenn immer möglich, unterlassen werden.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

3. Nachhaltigkeit – Baubiologie – was ist der Unterschied?

Nachhaltigkeit und Baubiologie verfolgen dieselbe Grundidee. Nur umfasst der Begriff Nachhaltigkeit alle Aktions- und Lebensbereiche, während sich die Baubiologie spezifisch auf das Bauen bezieht.

Zentral für das nachhaltige Handeln und für die Baubiologie ist die Frage: Wie können die Grundbedürfnisse aller Menschen auch in Zukunft befriedigt werden, ohne dass die Ressourcen des begrenzten Ökosystems Erde überstrapaziert werden?

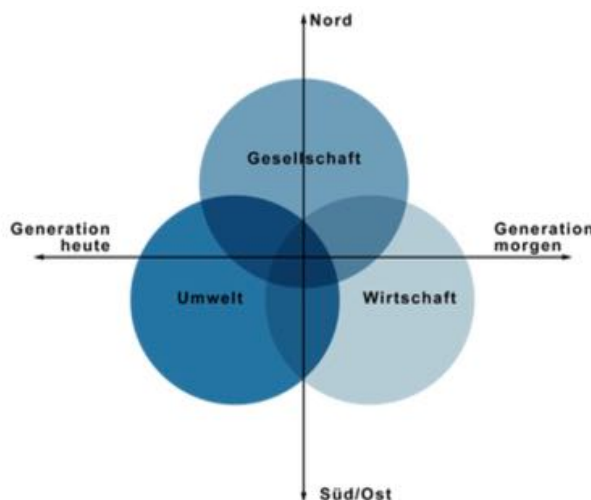
3.1 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit oder besser der dynamische Begriff Nachhaltige Entwicklung umreisst ein klar definiertes Konzept, das sich mit der zukünftigen Entwicklung unserer Erde und der Menschheit befasst.

3.1.1 Definition

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) hält fest, „Nachhaltige Entwicklung ist seit der Konferenz von Rio im Jahr 1992 ein breit akzeptierter Begriff geworden. Zwei Grundgedanken sind für das Verständnis von Nachhaltiger Entwicklung von zentraler Bedeutung: Das Konzept der Befriedigung der Grundbedürfnisse aller Menschen sowie die Idee der Grenzen der Tragfähigkeit des globalen Ökosystems.“, das heisst die Grenzen der Erde.

Der Nachhaltigkeitsrat hält zudem fest: „Nachhaltige Entwicklung heisst, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen. Zukunftsfähig wirtschaften bedeutet also: Wir müssen unseren Kindern und Enkelkindern ein intaktes ökologisches, soziales und ökonomisches Gefüge hinterlassen. Das eine ist ohne das andere nicht zu haben.“



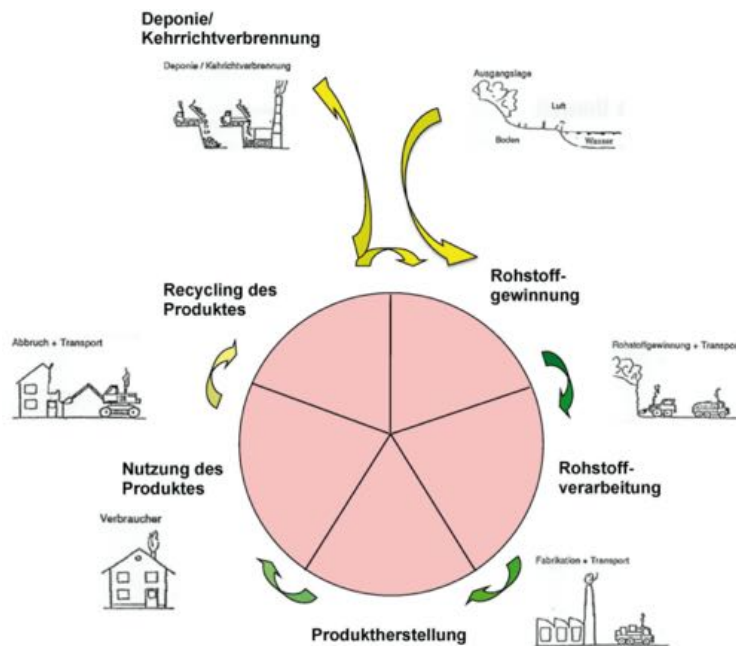
Das 3-Dimensionen-Modell der nachhaltigen Entwicklung, an dem sich die Schweiz orientiert.
Quelle: ARE

Ursprünglich stammt die Idee aus der Forstwirtschaft und bedeutet, es soll nur so viel Holz gefällt werden, wie nachwachsen kann oder allgemein formuliert, nur von den Zinsen leben und nicht vom Kapital. Dabei steht immer ein besseres, sicheres und gesünderes Leben aller Menschen im Zentrum. Ein sorgfältiger Umgang mit natürlichen Ressourcen, sei es Boden, Wasser, Luft oder Energie ist das erste tragende Prinzip einer nachhaltigen Entwicklung.

Ein weiteres Prinzip ist das Denken in Kreisläufen. Die Natur produziert keinen Abfall. Alle Stoffe werden nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer wieder in Einzelteile zerlegt, damit sie erneut verwendet werden können – ein fortwährender Stoffkreislauf. Im Gegensatz dazu hat die Menschheit seit der industriellen Revolution immer grössere Mengen für immer mehr Menschen produziert, ohne eine umfassende Abfallbewirtschaftung im Sinne eines vollständigen Wertstoffkreislaufs zu berücksichtigen.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Für den Bauprozess kann der Stoffkreislauf auch als Prozesskette bezeichnet werden, die für jeden Arbeitsschritt Auswirkungen auf die Umwelt und den Menschen analysiert.



Die Bauwirtschaft muss in Stoffkreisläufen denken.
Quelle: Bilder SIA D 046,
eigene Darstellung

Der Stoffkreislauf beginnt mit dem Abbau der Rohstoffe in der Natur. Dann werden sie zu einem Gebäude verarbeitet. Dieses Gebäude wird von Bewohnern oder Arbeitnehmerinnen genutzt. Wenn das Gebäude abgebrochen wird, werden die Baumaterialien rezykliert oder auf einer Deponie gelagert. Bei jeder Verarbeitung wird Energie und Kapital verbraucht. Dabei ist zu beachten, dass möglichst geringe Umweltbelastungen entstehen und auf die Gesundheit der Nutzenden geachtet wird.

Als drittes Prinzip ist eine langfristige Sicht nötig, die über den unmittelbaren, kurzfristigen Nutzen und Profit hinausreicht. Wir haben eine Verantwortung gegenüber den kommenden Generationen. Deshalb setzt eine nachhaltige Entwicklung nicht nur einen schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen voraus, sondern auch eine lang anhaltende Nutzung von dauerhaften Materialien.

3.1.2 Geschichte der Nachhaltigkeit

Bereits in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts wiesen Wissenschaftler auf die Umweltverschmutzung hin. 1972 erschien die aufsehenerregende Studie «Grenzen des Wachstums» des Club of Rome zur Zukunft der Weltwirtschaft. Auf Grund von Computersimulationen konnten sie zeigen, dass die absoluten Wachstumsgrenzen auf der Erde im Laufe der nächsten hundert Jahre erreicht sein werden, falls die gegenwärtige Zunahme der Weltbevölkerung, der Industrialisierung, der Umweltverschmutzung, der Nahrungsmittelproduktion und der Ausbeutung von natürlichen Rohstoffen unverändert anhält. Heute sind wir an diese Grenzen gestossen.

An der ersten grosse Umweltkonferenz der UNO 1992 in Rio de Janeiro haben zwar rund 180 Staaten in einer gemeinsamen Erklärung festgehalten, dass die Menschheit auf die Umwelt rücksichtnehmen muss, wenn sie gewährleisten will, dass auch künftige Generationen ihre Bedürfnisse befriedigen können. Der heutige Lebensstil, vor allem derjenige in den reichen Ländern und zunehmend auch in Schwellenländern wie China, ist nicht zukunftsfähig. Bereits heute braucht die Menschheit im Durchschnitt die Ressourcen von mehr als zwei Erden, wobei die Unterschiede zwischen verschiedenen Ländern sehr gross sind. Gemäss dem Bundesamt für Statistik (BFS) haben „die Vereinigten Staaten, einige Golfstaaten und einige europäische Länder 2008 über viermal mehr

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Ressourcen verbraucht als weltweit an Biokapazität¹ verfügbar ist. In vielen Ländern des indischen Subkontinents, in Südostasien und Afrika liegt der Verbrauch deutlich unter dem Weltdurchschnitt.“

Weltweit wird der Kampf um eine gerechtere Verteilung der Ressourcen dieser Erde in Zukunft noch verstärkt werden. Ein grundlegendes Umdenken im Umgang mit Nahrung, Energie und Landverbrauch, aber auch mit anderen Menschen und Gesellschaften ist unumgänglich. Die Welt ist ein vernetztes System, in dem alles mit allem zusammenhängt. Deshalb ist jeder einzelne gefordert, die eigene Beziehung zur Natur, die Haltung gegenüber anderen Menschen und anderen Kulturen zu reflektieren und bewusst zu machen.

In der Schweiz ist die Nachhaltige Entwicklung seit 1999 als Staatsziel in der Bundesverfassung festgeschrieben (Artikel 2, Zweck). Zudem fordert der Artikel 73 (Nachhaltigkeit) Bund und Kantone dazu auf, «ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits» anzustreben. Diese Verfassungsaufträge konkretisiert der Bundesrat mittels Strategien und Aktionsplänen. Die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung ist somit keine freiwillige Aufgabe.

In der föderalistisch organisierten Schweiz liegen viele nachhaltigkeitsrelevante Bereiche in der Verantwortung der Kantone und der Gemeinden. Diese werden bei der Entwicklung innovativer Umsetzungsprojekte durch eidgenössische Förderprogramme unterstützt. Die Lokale Agenda 21 versucht jeden Bürger und jede Bürgerin zu motivieren, Eigenverantwortung zu übernehmen und sich für zukunftsfähige Projekt zu engagieren.

3.2 Baubiologie

Die Baubiologie ist heute beim Bau und bei der Sanierung von Wohnhäusern gefragt. Ihr Einsatzgebiet liegt aber auch bei Bürobauten, in denen sich die Arbeitstätigen den ganzen Tag aufhalten. Dasselbe gilt für Bauten mit hohen hygienischen Anforderungen wie Krankenhäuser, Schulgebäude und Kindergärten. In jüngster Zeit sind zudem Gebäude für Menschen mit einer hohen Sensibilität gegenüber chemischen Schadstoffen unter Einbezug der grossen Erfahrung und des Wissens von Baubiologen erstellt worden.

3.2.1 Definition

Die Baubiologie beschäftigt sich mit der Beziehung zwischen dem Menschen und seiner gebauten Umwelt. Sie achtet auf die umweltfreundliche und schadstofffreie Ausführung der Bauwerke durch den Einsatz geeigneter Erkenntnisse und Techniken.

Das Ziel des „gesunden Bauens und Wohnens“ wird durch die ganzheitliche Berücksichtigung physiologischer, psychologischer, architektonischer und physikalisch-technischer Zusammenhänge und der Wechselwirkung zwischen Bauwerk, Nutzer und dessen Umwelt erreicht.

Das Ziel der Baubiologen ist also:

- das Wohlbefinden, resp. die Gesundheit des Menschen in seinem Wohn- und Arbeitsumfeld zu fördern
- Verantwortung für die Konsequenzen des eigenen Handelns bezüglich Umwelt und Ressourcen zu übernehmen
- und eine ökonomische Entwicklung anzustreben, welche die menschlichen Grundbedürfnisse und die Umweltverträglichkeit beachtet.

Dies zeigt, dass sich die Baubiologen seit Jahrzehnten an Nachhaltigkeitskriterien orientieren.

3.2.2 Geschichte der Baubiologie

Die Baubiologie kann als Vorläuferin des nachhaltigen Bauens bezeichnet werden. Mitte des letzten Jahrhunderts erstarkte in Deutschland die Naturschutz-Bewegung, die Ende der 1960er Jahre zur Umweltschutz-Bewegung erweitert wurde. In diesem Umfeld entstand die Baubiologie. Der Begriff der Baubiologie wurde bereits damals vom deutschen Arzt Hubert Palm geprägt. In seinem Buch „Das gesunde Haus“ beschreibt er die oben erwähnten Richtlinien des gesunden Bauens und Wohnens. Pionierprojekte entstanden Anfang der 1970er Jahre vor allem

¹ Als Biokapazität bezeichnet man die Fähigkeit von Ökosystemen, nützliche biologische Materialien zu produzieren und durch den Menschen erzeugte Abfallstoffe unter den heutigen Bedingungen aufzunehmen.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

in Süddeutschland. Damals wurde auch das Institut für Baubiologie in Rosenheim IBN gegründet, das sich heute Institut für Baubiologie und Nachhaltigkeit nennt.

Bereits 1977 erstellten die Pioniere der Baubiologie in der Schweiz die erste Ökobilanz bei Frisco-Findus. Sie gaben im selben Jahr zudem die erste BauBioDokumentation heraus. Wenige Jahre später folgte ein Öko-Ratgeber. Damals etablierte sich auch das Schweizerische Institut für Baubiologie SIB. Als Nachfolgeorganisation führt seit 2016 Baubioswiss diese Arbeit weiter.

3.3 Modelle für eine nachhaltige Entwicklung

Um ein Gebäude nachhaltig zu gestalten, genügt es nicht, lediglich den Material- und den Energieverbrauch zu senken. Um eine Nachhaltigkeitsbeurteilung vorzunehmen, wurden in den letzten Jahren viele verschiedene Ansätze entwickelt. Alle diese Modelle sind gedankliche Hilfsmittel, mit denen versucht wird, ein komplexes Thema zu strukturieren. Jedes Modell betrachtet aber nur einen Teil des umfassenden, zusammenhängenden Systems.

Die Schweizer Nachhaltigkeitspolitik stützt sich auf das am Erdgipfel von Rio de Janeiro 1992 propagierte Drei-Dimensionen-Konzept. Dieses Modell stellt die Wechselwirkungen und Vernetzung von wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Vorgängen dar.

Ein weiteres Modell, das an der ETH Zürich entwickelt wurde, ergänzt die drei Dimensionen. Im Unterschied zum Drei-Dimensionen-Modell orientiert es sich an der objektiv nachvollziehbaren erdgeschichtlichen und menschheitsgeschichtlichen Entwicklung. Bei der Entstehung der Erde waren als erstes die vier grundlegenden chemisch-physikalischen Elemente da, welche die Voraussetzungen für Leben auf unserer Erde geschaffen haben: Energie, Luft, Gestein/Erde und Wasser. Darauf aufbauend entstanden erste Lebewesen, Pflanzen und Tiere, d.h. die biologische Welt. Aus dieser Fülle an Lebewesen heraus entwickelte sich der Mensch, der als erstes Wesen in die Vergangenheit und in die Zukunft denken konnte. Seine ausserordentliche Anpassungsfähigkeit und sein Erfindergeist ermöglichten es ihm, die Welt immer stärker nach seinen Bedürfnissen zu gestalten. Der Mensch ist aber nur in einer Gemeinschaft mit Verhaltensregeln überlebensfähig und hat kulturelle Werte, das heisst geistige und materielle Werke entwickelt. Diese Entwicklungsstufen stellen zusammenhängende Systeme oder Lebensbereiche dar, die für eine Nachhaltige Entwicklung beachtet werden müssen.

3.4 Nachhaltig bauen mit den Sustainable Development Goals (SDG)

Nachhaltig Bauen heisst auch, die Sustainable Development Goals zu berücksichtigen. 2015 haben die UNO-Mitgliedstaaten in Paris die Agenda 2030 verabschiedet. Diese 17 Ziele bilden den Referenzrahmen für die globale nachhaltige Entwicklung. Bis 2030 sollen die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Ziele in allen UNO-Staaten umgesetzt werden. Dadurch soll es auch möglich werden, die Erderwärmung unter 2 Grad Celsius zu stabilisieren.

Darin enthalten sind unter anderem die Kreislaufwirtschaft, die Förderung erneuerbarer Energien, die Erhaltung der biologischen Vielfalt, die Reduktion des Plastikmülls oder eine klimaverträgliche Ernährung. 12 der 17 SDGs sind für die Bauwirtschaft relevant.



Nachhaltigkeits-Dimensionen kombiniert mit den Sustainable Development Goals (SDG)

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

4. Umsetzung des nachhaltigen Bauens

Um ein Gebäude auf seine Nachhaltigkeit hin zu überprüfen sind in den letzten Jahren verschiedene Bewertungsinstrumente entwickelt worden.

Insgesamt sind die folgenden Grundsätze für ein nachhaltiges Gebäude zu beachten:

- Natürliche und langlebige Baustoffe
- Stoffkreisläufe von der Gewinnung des Rohstoffs bis zu dessen Lebensende
- Energieeffizienz
- Gesundes Wohnumfeld (ökologisch und sozial)
- Langfristige Ausrichtung (wirtschaftlich)
- Umfassende und ganzheitliche Planung

4.1 Standards und Labels

2005 hat der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein die **Empfehlung SIA 112/1** für nachhaltiges Bauen mit Kriterien in den Bereichen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt, herausgegeben.

Umfassender ist der **Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS** des Netzwerks Nachhaltiges Bauen Schweiz (NNBS) mit einem breiteren Kriterienkatalog. Er beurteilt das Gebäude und sein Umfeld und die drei Dimensionen (Gesellschaft, Wirtschaft, Umwelt) während der Planung, dem Bau und Betrieb eines Gebäudes. Die definierten Qualitätsziele sind ausgerichtet auf den Nutzen für Mensch und Gesellschaft, auf die ökonomischen Potentiale eines Gebäudes sowie auf den Schutz der Umwelt.

Das **Minergie-Label** zeichnet ein Gebäude aus, das einen geringen Jahres-Energieverbrauch, einen automatischen Luftwechsel und eine minimale Wärmedämmung aufweist. Zudem schreibt es maximale Mehrkosten vor. Für Wohnhäuser gilt, dass der jährliche Energieverbrauch von Neubauten 38 kWh/m² pro Jahr nicht überschreitet. Noch strenger ist der **Minergie-P** Standard. Dieser verlangt einen maximalen Energieverbrauch von 30 kWh/m² pro Jahr und eine luftdichte Gebäudehülle. **Minergie-Eco** legt zusätzlich zu den beschriebenen Anforderungen fest, dass schadstoffarme Baustoffe, die wenig Graue Energie enthalten, verwendet werden müssen. Als Reaktion auf eine Auseinandersetzung mit den Anforderungen von Zero-Emissions Architektur der ETH wurde der **Minergie-A-Eco** Standard entwickelt, der ohne die Nutzung fossiler Energieträger auskommt, dafür aber 15 kWh/m² pro Jahr aus Sonnenkollektoren oder Biomasse zulässt.

Spezifisch als ökonomisches Bewertungsinstrument ist der **Economic Sustainability Indicator (ESI)** gedacht. Er eignet sich für die Anwendung im Zusammenhang mit Investitionsentscheidungen bzw. langfristigen Immobilienbewertungen. Er erlaubt eine Beurteilung der Nachhaltigkeit bezüglich des Risikos einer Immobilie, aufgrund zukünftiger Entwicklungen an Wert zu verlieren bzw. die Chance, an Wert zu gewinnen.

Das unabhängige Label **Gutes Innenraumklima (GI)** beurteilt das Innenraumklima bezüglich der Innenraum-schadstoffe. Es definiert und quantifiziert die Anforderungen an die Raumluftqualität bei Abschlussmessungen in Neu- und Umbauten. Die Zertifizierung von Bauprodukten und Produktionsprozessen erfolgt durch die Schweizerische Zertifizierungsstelle S-Cert AG.

Ab 2023 wird die Familie der Gebäudelabel neugestaltet. Der Gebäudeenergieausweis der Kantone **GEAK**, **Minergie**, der Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz **SNBS** Hochbau und die **2000-Watt-Areale** sind eigenständige Label. Sie werden vom Bund und den Kantonen respektive der Wirtschaft getragen. GEAK, Minergie und NNBS sind als Vereine organisiert. Das Label 2000-Watt-Areal ist ein Projekt von EnergieSchweiz, einem Programm des Bundesamts für Energie (BFE). Das oberste Ziel dieser Label ist es, einen Beitrag zu den Zielen der Energie- und Klimapolitik der Schweiz sowie der Strategie Nachhaltige Entwicklung zu leisten. Neu soll nur noch eine Organisation für die Zertifizierung, Qualitätssicherung, Kommunikation und Weiterbildung zuständig sein. So werden Synergien geschaffen und die einzelnen Label gestärkt. Aus dem bisherigen 2000-Watt-Areal entsteht neu das Minergie-Areal und das SNBS-Areal.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

4.2 Grundsätze «Gesundes und nachhaltiges Bauen»

Grundsätzlich bemühen sich alle Bewertungsinstrumente darum, ein nachhaltiges Gebäude zu erstellen. Oft geht aber vergessen, dass ein Haus vor allem ein gesunder Aufenthaltsort für die Menschen sein soll. Diesem Punkt tragen der Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS) und die Baubiologie Rechnung. Mit den Grundsätzen «Gesundes und nachhaltiges Bauen» werden alle lebensrelevanten Bereiche beleuchtet, die für zukunftsfähige Gebäude und Siedlungen berücksichtigt werden sollen.

4.3 Umwelt: Ressourcen, Biodiversität

Wird die Qualität der Umwelt langfristig gefördert? Sind die verwendeten Ressourcen erneuerbar und die Materialien trenn- und rezyklierbar? (z.B. Nutzbarkeit des Grundstücks, Bausubstanz, Energie)



Fassadenelement aus Stampflehm für das Rucola-Kräuterzentrum.
Quelle: Ricola

Ein hervorragendes Beispiel liefert das 2014 eröffnete Ricola-Gebäude. Das 111 Meter lange Kräuterzentrum ist aus Stampflehm erstellt. Die Wände wurden als Elementbau in der Region vorgefertigt. Das natürliche Bodenmaterial (Lehm und Steine) stammt aus einem Umkreis von 10 km, konnte also energieeffizient und mit geringen CO₂-Emissionen zur Baustelle transportiert werden.

Im neuen Gebäude sind alle Kräuterverarbeitungsprozesse vom Trocknen übers Schneiden und Mischen bis zum Lagern vereint. Das war nur möglich, da die Lehmwände Temperatur und Feuchtigkeit selbst regulieren, denn die Lagerhalle ist unbeheizt. Die gemessenen Feuchtigkeitsschwankungen bewegen sich stets im idealen Bereich, zwischen 40% und 50%. Die Fassade besteht somit aus natürlichen Materialien, die problemlos wieder der Natur zurückgegeben und erneut verwendet werden können, ohne dass gesundheits- oder umweltschädigende Stoffe entstehen.

Können sich Pflanzen und Tiere nach ihren arttypischen Bedürfnissen weiterentwickeln und werden ihre Lebensräume erhalten? (z.B. umweltschonende Erstellung und Betrieb, Aussenraum)



Siedlung Wigarten in Wetzikon.
Bild: Stefan Hartmann

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Zu diesem Thema kann das Beispiel der Siedlung Wigarten in Wetzikon angeführt werden. Ungewohnt und ausdrucksvoll sehen die 1800 m² begrünten Steildächer dieser Siedlung aus. Die Nordseite der Dächer ist mit einer bepflanzten Humusschicht überzogen. Das Grün reguliert nicht nur das Klima der näheren Umgebung, sondern auch des Hausinnern, indem es im Sommer die Feuchtigkeit speichert und kühlt. Die begrünten Dächer entwickeln sich zu spezialisierten Lebensräumen und erhöhen die Artenvielfalt.

Insbesondere bei der Gestaltung einer urbanen Siedlung ist auf eine hohe Erholungsqualität der Grünflächen zu achten. Dazu gehört nicht nur eine Strukturvielfalt, die durch einheimische Bepflanzung und Reliefs erreicht werden kann, sondern auch die Vernetzung mit anderen Naturräumen zur Förderung der Biodiversität. Attraktive urbane Aussenräume, die auch Kindern und Jugendlichen einen Erlebnis- und Gestaltungsspielraum bieten, lassen urbanes Wohnen immer mehr als adäquate Alternative zum Wohnen im „Grünen“ erscheinen.

4.4 Gesellschaft

Wird das soziale Umfeld angemessen berücksichtigt? (z.B. Diversität, soziale Siedlungsaspekte, Erreichbarkeit, Baukultur)



Innenhof der Mehrgenerationensiedlung Giesserei in Winterthur.
Bild: Michael Meuter, Lignum

Als zukunftsweisendes Beispiel für die Erfüllung sozialer Anliegen steht seit 2013 das Mehrgenerationenhaus „Giesserei“ in Oberwinterthur. Die genossenschaftlich organisierte Siedlung verwaltet sich selbst. Sie stellt Wohnungen unterschiedlicher Grösse (1-13 Zimmer) für alle Generationen und diverse Bedürfnisse zur Verfügung. Inzwischen leben hier Ein- und Zwei-Eltern-Familien mit Kindern unterschiedlichen Alters, Singles, Senioren und WG-Bewohner. Die Mieterinnen pflegen ein aktives Gemeinschaftsleben, indem sie sich bei Unterhaltsarbeiten für die Siedlung gegenseitig unterstützen. Begegnungsorte wie ein öffentliches Restaurant und eine Bar oder der Innenhof laden zu regen Kontakten mit Angehörigen der Siedlung aber auch mit Externen ein. Darüber hinaus ziehen Veloladen, Kinderkrippe und die Quartierbibliothek initiative Menschen an. Damit fördert die Siedlung auch die Quartierentwicklung. Grundsätzlich sind gesellschaftliche Qualitäten auch der halbprivaten Aussenräume bei der Planung eines grösseren Bauwerks oder einer Siedlung wesentlich relevanter als bei einem EFH.

4.5 Individuelles Wohlbefinden, Ethik

Werden die grundlegenden menschlichen Bedürfnisse und Anforderungen von Körper, Geist und Seele dem Individuum entsprechend berücksichtigt? (z.B. Raumgestaltung, thermischer Komfort, Luftqualität, Wasserqualität, Akustischer Komfort) Werden Werte vertreten, die das Wohl von Mensch und Umwelt fördern?

Das Beispiel MCS-Haus² in Leimbach zeigt, welche Belastungen vermieden werden können. 2013 baute die Wohnbaugenossenschaft Gesundes Wohnen gemeinsam mit der Stadt Zürich das europaweit erste Haus für Menschen mit Multipler Chemikalien-Unverträglichkeit. In den 15 Wohnungen wurden alle Stoffe vermieden, die

² MCS = multiple chemical sensitivity

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Chemikalien enthalten, welche bei den Betroffenen Probleme wie Kopf- und Gliederschmerzen, chronische Erschöpfungszustände oder Haut- und Atemwegallergien auslösen können. Auch Elektromog, Abgase und Lärmemissionen wurden möglichst eliminiert, indem ein Grundstück bebaut wurde, das kaum derartigen Umweltbelastungen ausgesetzt ist. Als Baustoffe wurden – getestet durch zukünftige Mieter – möglichst emissionsfreie Materialien wie beispielsweise keramische Plattenbeläge und Kalkzementputze verwendet.



Das MCS-Haus in Leimbach zeigt, welche gesundheitlichen Belastungen vermieden werden können.
Bild: Simon Zangger

Der perlitgefüllte Backsteinbau gewährleistet sowohl die statischen Anforderungen als auch eine gute Wärmedämmung und schützt vor elektromagnetischer Strahlung. Zudem wurden sensible Zonen wie Wohn- und Schlaf Räume durch Glasfaserverstärkungen armiert, um elektromagnetische Felder gemäss den Richtwerten des Standards baubiologischer Messtechnik SBM 2015 zu vermeiden. Montageschäume, Lösungsmittel und Zusatzstoffe waren verboten. Eine überraschende Einsicht haben die am Bau beteiligten Baubiologen gewonnen. Einige MCS-Betroffene reagierten weniger stark auf Kunststofffenster als auf Holzrahmen. Das Beispiel zeigt, dass gesundheitliche Anforderungen individuell unterschiedlich sind. Es zeigt aber auch, welchen Ansprüchen die Baubiologie gerecht werden kann.

Die Bewohner und Bewohnerinnen dieses Hauses haben sich sehr viele Gedanken über ihre Gesundheit gemacht. Auch die Menschen, welche die folgenden Häuser-Beispiele bewohnen, haben ihre persönlichen Bedürfnisse in den Räumlichkeiten reflektiert, aber auch die Erholungsfunktion einer vielfältigen Natur bedacht, die aus einer hohen Biodiversität³ entsteht. Zudem haben sie bedacht, was es braucht, damit eine Gemeinschaft gut funktioniert und wie die Menschen sinnvoll zusammenarbeiten können, um ein offenes und befruchtendes soziales Umfeld zu schaffen. Dazu gehören auch Arbeitsplätze, die über möglichst kurze Anfahrtswege erreichbar sind. Selbstverständlich muss der Wohnraum auch bezahlbar sein, das heisst, die Kosten der Liegenschaften müssen dem Nutzen entsprechen. Die Planer haben all diese Anliegen aufgenommen und umgesetzt. Somit haben sowohl die Nutzenden als auch die Unternehmer ihre Wertvorstellungen eingebracht, Unterschiede diskutiert, Vor- und Nachteile der verschiedenen Optionen gegeneinander abgewogen und mit Kompromissen definitive Entscheidungen getroffen. Dieser Prozess hat in allen Fällen zu Projekten geführt, die eine nachhaltige, das heisst, zukunftsfähige Entwicklung fördern.

³ Biodiversität = Artenvielfalt, Vielfalt der Lebensräume und genetische Vielfalt

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

4.6 Wirtschaft

Wird die wirtschaftliche Entwicklung gesellschafts- und umweltverträglich gefördert? (z.B. Unternehmensführung, Eigentumsverhältnisse, Lebenszyklusbetrachtung, Nutzung und Raumgestaltung, Regionalökonomie)



Das Bundesamt für Statistik BfS beim Bahnhof Neuchâtel, mit 1000 Arbeitsplätzen wurde vor rund 15 Jahren nach baubiologischen Kriterien erbaut. Die ArbeitnehmerInnen waren nach dem Bezug des Gebäudes messbar weniger häufig krank.
Quelle: bauart Architekten

Eine Liegenschaft dient stets auch wirtschaftlichen Zwecken. Sie wirft eine Rendite ab und kann zudem die Regionalökonomie befruchten. Langfristig lohnt sich die Investition in Qualität immer, vor allem dann, wenn sie auch noch den Ressourcenverbrauch reduziert. Ein interessantes Beispiel dazu liefert das Bundesamt für Statistik (Baujahr 1997 und 2004) in Neuchâtel, das wesentlich kostengünstiger erbaut wurde, als voranschlagt. Die Einsparungen konnten einerseits durch die Reduktion von Transporten des Aushubmaterials erreicht werden. Der nutzbare Gesteinsanteil wurde ganz in der Nähe der Baustelle zerkleinert und sofort als Betonzuschlagstoff wieder verwendet. Zudem sparte die natürliche Belüftung des Hauses (mittels Kamineffekt) die ganze Klimaanlage ein und finanzierte eine der grössten thermischen Solaranlagen der Schweiz. Somit konnten die Baukosten, durch umweltgerechten Umgang mit Baumaterialien und Energie und menschenfreundliche Klimatisierung um einige Millionen reduziert werden. Als Nebeneffekt sank die Anzahl Abwesenheitstage der Mitarbeitenden messbar.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

5. Beispiel Umbau, Innenausbau

Um einen nachhaltigen Umbau auszuführen, sollte der/die PlanerIn die vollständige Kriterienliste des nachhaltigen Bauens stets im Hinterkopf behalten. So kann er/sie die Bauherrschaft in allen Bereichen auf nachhaltigkeitsrelevante Kriterien aufmerksam machen. Selbstverständlich entscheiden letztlich die Auftraggeber, wie sie bauen wollen. Diese können aber über Fragen für zukunftsrelevante Massnahmen sensibilisiert werden. Hier wird nur eine Auswahl an Themen behandelt, nämlich diejenigen die für den Umbau respektive den Innenausbau wichtig sind.

5.1 Umwelt: Ressourcen, Biodiversität

Die Erde dient uns als Lieferantin für unsere Baustoffe und die Ressourcen Energie, Wasser und Luft. Wir sollten uns immer wieder für die Langlebigkeit von Materialien und für vollständige Stoffkreisläufe einsetzen. Suffizienz ist dabei ein wichtiger Weg, das heisst, den Ressourcenverbrauch möglichst tief zu halten. Mit einer Ökoeffizienzanalyse kann berechnet werden, wie ein Produkt mit möglichst wenig Ressourceneinsatz hergestellt werden kann. Dabei können Energieeinsparungen, verbesserte Recyclingmethoden, Abfallvermeidung und neue technische oder optimierte organisatorische Prozesse hilfreich sein.

5.1.1 Umweltschonende Erstellung und Betrieb

Eine **Baustelle** sollte so konzipiert werden, dass der Schutz des Bodens und der nahen Gewässer gewährleistet ist. Zudem sind die Lärmvorschriften einzuhalten und ist Luftverschmutzung zu vermeiden. Ein **Entsorgungskonzept** sollte erarbeitet werden. Transportwege sind möglichst kurz zu halten, sodass wenig Energie aufgewendet werden muss.

5.1.2 Bausubstanz, Stoffkreisläufe

Gewinnung / Herstellung

Bei der Gewinnung der **Rohstoffe** und der Herstellung von Baustoffen ist darauf zu achten, dass möglichst gut verfügbare Primärrohstoffe bevorzugt werden. Wenn diese auch noch regional vorhanden sind wie z.B. Holz, Lehm, Bruchsteine, dann bedeutet dies für die Umwelt die geringste Belastung

Rezyklierte Materialien, d.h. Sekundärrohstoffe (z.B. rezyklierter Beton oder Glas und wiederverwendbare Baustoffe wie Holz) sind immer häufiger auf dem Markt zu finden.

Grundsätzlich ist auf eine umweltschonende Herstellung von **Baumaterialien** zu achten. Insbesondere ist auch die mittel- und langfristige Wirkung von **Zusatzstoffen** (z.B. Weichmacher, Stabilisatoren, Flammschutzmittel, PVC) auf Wasser, Luft, Boden sowie auf Pflanzen und Tiere zu beachten.

Holz hat als Baustoff einige Vorteile aufzuweisen. Allerdings dürfen keine Holzwerkstoffe mit formaldehydhaltigen Klebstoffen (UF, MUF) verwendet werden. In Innenräumen darf nur Holz eingesetzt werden, das nicht mit Holzschutzmitteln behandelt wurde. Auch Lehm ist ein interessantes Baumaterial im Innenausbau. Es ist umweltfreundlich und erzeugt eine hohe Raumqualität. Über eine Ökobilanz und Umweltbelastungspunkte (UBP) kann die Umweltfreundlichkeit eines Baustoffs ermittelt werden (vgl. Modul Ökobilanzen).

Einsatz / Verbrauch

Für eine **lange Lebensdauer** ist es zentral, dass die Baustoffe dort eingesetzt werden, wo sie die längste Lebensdauer haben. So kann es sinnvoll sein, Holzfenster einzusetzen, deren Wetterschenkel mit Metallwetterschenkel geschützt werden, obwohl die Herstellung von Metallen wie z.B. Aluminium mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist.

Rezyklierbarkeit

Voraussetzung für das Recycling ist, dass sich Konstruktionen und **Materialien trennen** lassen. So können beispielsweise Kunststoffisolationsplatten, die durch Kleber und Verputze verunreinigt sind, kaum aufbereitet und wieder verwendet werden. Werden ganze Bauteile oder Baustoffe wieder verwendet oder recycelt, lässt sich Rohmaterial und meistens auch Energie sparen, da der Rohstoff bereits einmal mit Energieaufwand und CO₂-Emissionen gewonnen wurde.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Holz wächst jeden Tag im Wald nach. Unbehandeltes Holz kann weiterverwendet oder verbrannt werden. Lehm kann problemlos wieder der Erde zurückgegeben werden. Holz und Lehm sind somit perfekt erneuerbare Rohstoffe.

Für den Innenausbau sollte deshalb beachtet werden, dass Verschleisstteile einfach auswechselbar sind und geklebte Verbundsysteme möglichst vermieden werden.

Grundsätzlich ist für den Umgang mit Baumaterial und Bauabfällen zu beachten:

1. Vermeiden umweltfreundliche Baustoffe verwenden
Materialmengen minimieren (so wenig wie möglich, so viel wie nötig)
bereits beim Kauf oder der Herstellung an die Entsorgung denken
2. Vermindern an der Quelle trennen
sortenrein und sauber sammeln
mitdenken und sorgfältig arbeiten
3. Verwerten so viel wie möglich weiter verwenden
neue Produkte herstellen
rezyklierte Baustoffe einsetzen
4. Behandeln nicht verwertbare Bauabfälle verbrennen
Sonderabfall wie giftige und chemische Stoffe zur Sonderabfallstelle bringen
5. Ablagern umweltgerecht deponieren

Facility Management

Planungsmängel wirken sich auf die Reinigung aus. Denn die Kosten für **Reinigung und Pflege** tragen mit 40% bis 50% erheblich zu den Betriebskosten bei. Wenn Architekten nicht ganzheitlich planen, kann dies die Unterhaltsreinigung in vielen Gebäuden erheblich erschweren und verteuern. Deshalb ist es sinnvoll, dass nicht nur, Facility Manager eine **Reinigungskonzept** erstellen, sondern bereits die Planer sich damit auseinandersetzen.

Für ein optimales Reinigungskonzept sind **Reinigungsstandards** und geeignete **Reinigungsmethoden** festzulegen. Das bedeutet auch, Produkte gezielt für ihren bestimmten Reinigungszweck und am richtigen Ort einzusetzen (z.B. Säure nur bei Kalk- und Urinsteinablagerungen). Es ist darauf zu achten, dass der Verbrauch optimiert und wo immer möglich reduziert wird (Produkte korrekt dosieren, Häufigkeit der Anwendung ermitteln).

Da **Reinigungschemikalien** beim Gebrauch zum grössten Teil ins Abwasser oder in die Luft gelangen, sollten sie biologisch abbaubar sein. Die Auswirkungen von Chemikalien in Reinigungsmitteln auf die Gewässerökosystem (Pflanzen und Tiere) ist noch nicht umfassend erforscht, vor allem das Zusammenwirken von verschiedenen Chemikalien. Aber klar ist, dass gewisse Stoffe über die Nahrungskette (Fische) in den menschlichen Körper gelangen können und so unsere Gesundheit beeinträchtigen.

Flüchtige organische Substanzen (VOC, s. Kap. 6.3) aus Lösemitteln, Säuren, Alkalien, Desinfektions- und Konservierungsmitteln oder Duftstoffe können zu Reaktionen in der Atmosphäre führen (Ozonbildung) und direkt Mensch und Umwelt gefährden. Problematisch ist auch die PBT-Stoffgruppe. Dazu zählen nicht oder schlecht abbaubare Stoffe (**Persistent**), Stoffe, die sich in Lebewesen anreichern (**Bioakkumulierbar**) und für Lebewesen giftige Stoffe (**Toxisch**).

Inhaltsstoffe von Reinigungsmitteln	Mögliche Wirkungen
Tenside (waschaktive Substanzen, Netzmittel)	Haut- und Augenreizung
Säuren (z.B. Ameisensäure, Phosphorsäure, Salzsäure)	Verätzungen von Haut und Schleimhäuten
Alkalien (z.B. Soda, Alkalilauge, Amoniak)	Verätzungen von Haut und Schleimhäuten
Lösemittel (z.B. Brennsprit, Terpentinersatz, Isopropanol, Aceton, Glykole, VOC)	Augen- und Hautreizung, Ekzeme, Narkotische Wirkung, Organschädigung,

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

	Fortpflanzungsorgane (Glykole), Atmosphäre
Komplexbildner, Gerüststoffe, Enthärter (z.B. Phosphat, Nitrotriacetat=NTA, Polycarboxylate, Zeolithe)	Gewässerüberdüngung, Krebserregend (NTA)
Bleichmittel (z.B. Javel)	Verätzungen von Haut und Schleimhäuten, Javel reagiert mit Säuren unter Freisetzung von Chlorgas!
Desinfektionsmittel (z.B. Formaldehydabspalter, Chlorabspaltende Stoffe)	Haut- und Atemwegerkrankungen, Allergien, Krebserregend (Formaldehyd)
Hilfsmittel (z.B. Konservierungsstoffe, Farbstoffe, Duftstoffe, Verdickungsmittel, Korrosionsschutzmittel)	Augen- und Atemwegeirritation, Allergien

Für den Innenausbau ist es heute fast überall Standard, dass eine gute Infrastruktur zur Abfalltrennung eingeplant wird. Dadurch können die unterschiedlichen Verpackungsmaterialien und Wertstoffe einfachsortiert und wieder verwertet werden.

5.1.2 Energie

Energieverbrauch

Wird der Energiebedarf durch bauliche und bautechnische Massnahmen tief gehalten, schonen wir unsere Ressourcen. Grundsätzlich ist bei der **Herstellung von Baumaterialien** möglichst wenig sogenannte Graue Energie aufzuwenden. Die Graue Energie zeigt an, wieviel nicht-erneuerbare Energien von der Erstellung bis zur Entsorgung eines Bauteils aufgewendet werden müssen (SIA Merkblatt 2032). Für die Baustoffe Lehm und Massivholz muss beispielsweise relativ wenig Graue Energie für deren Gewinnung, Verarbeitung und Entsorgung eingesetzt werden. Holz und Lehm können auch aus der Region geliefert werden, was mit kurzen Transportwegen und einem geringen Treibstoffverbrauch verbunden ist. Der grösste Vorteil von Holz ist aber, dass es nachwächst und der junge Baum wieder CO₂ in sein Holz einbaut.

Bei **Bau einer Liegenschaft** kann durch kurze Transportwege und geringen Energieverbrauch für die Gebäudeaustrocknung Energie gespart werden.

Auch beim **Betrieb von Gebäuden** ist darauf zu achten, dass möglichst wenig Energie aufgewendet werden muss, d.h. die Energieeffizienz der eingebauten Küchengeräte sollte hoch sein. Denn die Menge Energie, die für die Herstellung eines energieeffizienten Gebäudes aufgewendet wird, ist vergleichbar mit der Betriebsenergie, die notwendig ist, um dieses Gebäude zu beheizen. Bei Neubauten ist, wenn möglich, eine passive Wärmenutzung anzustreben.

Grundsätzlich ist es wichtig, den Verbrauch an Heizenergie aus nicht erneuerbaren Ressourcen durch Wärmedämmung und Wärmerückgewinnung stark zu reduzieren. Auf Gebäudekühlung durch Klimageräte sollte ganz verzichtet werden, da diese sehr viel Energie verbrauchen. Wenn immer möglich ist die Nutzung von erneuerbaren Energielieferanten (Solarpanel, Photovoltaik, Windenergie etc.) zu empfehlen.

5.1.3 Aussenräume

Die Aussenräume sind nicht nur als Erholungsorte für uns Menschen wichtig. Sie sind in erster Linie Lebensräume für Pflanzen und Tiere. Deren Qualität ist wesentlich, damit auch die Artenvielfalt erhalten bleibt. Die sogenannte **Biodiversität** ist heute stark gefährdet, weshalb auch im Siedlungsraum auf eine naturnahe Bepflanzung geachtet werden muss. Darüber hinaus können Bäume zur Verminderung von städtischen Hitzeinseln beitragen, die bei einer zunehmenden Erderwärmung vermehrt entstehen werden.

In vielen neuen Siedlungen gibt es Kompostieranlagen, damit die Bewohnerinnen und Bewohner ihre organischen Abfälle (z.B. Gemüse, Früchte, Laub) dort deponieren können und die daraus entstehende Erde für Garten- und Balkonpflanzen verwenden können.

Biotope sind wertvolle Rückzugsgebiete für feuchtigkeitsliebende Pflanzen und Tiere (z.B. Amphibien), die im dicht besiedelten und landwirtschaftlich genutzten Schweizer Mittelland besonders stark zurückgedrängt wurden.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

5.2 Gesellschaft

Beziehungen zu anderen Menschen sind für uns lebenswichtig. Austausch findet nicht nur in Form eines Gedankenaustausches statt, sondern auch dann, wenn wir Räume gemeinsam nutzen. Soziale Siedlungsaspekte, soziale Durchmischung oder die Erreichbarkeit sind heute wichtige Aspekte einer nachhaltigen Baukultur.

5.2.1 Soziale Aspekte

In Bezug auf die Nutzung von Räumen ist es wichtig, Orte so zu gestalten, die zum Essen, Spielen oder Gedanken-**Austausch** einladen. Dies gilt insbesondere für Küchen, Ess- und Wohnzimmer sowie für Gemeinschaftsräume in Siedlungen. Bei der Planung ist darauf zu achten, dass solche Räume für verschiedene Personengruppen erreichbar und nutzbar sind. Dabei ist an Familien mit Kindern, ältere Menschen und handycapierte Bewohner zu denken. Das bezeichnet man als **Inklusion**.

5.2.2 Baukultur

Wohnhäuser werden seit Jahrtausenden gebaut. Sie haben sich an die jeweiligen klimatischen Voraussetzungen. Während dieser Zeit wurde viele Bautechniken und unterschiedlichste Baustoffe entwickelt. **Kulturelle Errungenschaften** müssen gepflegt werden. Dies geschieht heute meistens durch die Denkmalpflege. Es geht aber nicht nur darum, alte Bauten zu bewahren. Traditionelles Handwerk und althergebrachte Bauweisen können auch als Inspiration für zeitgemässe **Innovationen** dienen.

5.3 Individuelles Wohlbefinden, Ethik

Das persönliche Wohlbefinden hängt sehr stark von der Raumqualität ab. Räume dienen aber nicht nur dazu, dass wir uns in ihnen regenerieren. Über die Materialwahl und die Art des Innenausbaus dienen sie auch Repräsentationszwecken.

5.3.1. Raumgestaltung

Formen, Farben und Materialien beeinflussen die **Raumqualität**. Der sogenannte „Goldene Schnitt“ hilft nicht nur die Raumproportionen harmonisch zu gestalten, sondern auch Möbel und Kücheneinrichtungen wohlproportioniert zu konstruieren. Da Menschen bewusst oder unbewusst auf **Farben** reagieren, gehören diese zu den entscheidenden Wohlfühlfaktoren. Farben können einen Raum optisch vergrössern oder verkleinern. Je nach Menschentyp und Nutzung eines Raumes sind andere Farben erwünscht. Rot und Orange beispielsweise sind aktivierende Farben, während Blau eher kühlend wirkt. Braun- und Grüntöne können dagegen ein beruhigendes Gefühl erzeugen. Für das Wohlbefinden und aus der Nachhaltigkeitsperspektive optimal sind **Materialien** wie Lehm, Kalk- und Silikatfarben als Wandputze zu empfehlen, die Feuchtigkeits- und Temperatenausgleichend wirken.

Neben den Farben und Mustern sprechen **Oberflächen** die Sinne direkt an. Holz und Wollstoffe fühlen sich angenehm warm an und wirken eher gemütlich. Zudem schlucken sie Geräusche. Glas und Metall fühlen sich glatt und kühl an. Sie strömen oft einen Hauch von Luxus und Distanziertheit aus. Eine Kombination von glatten mit rauen, sowie warmen mit kühlen Oberflächen erzeugt in der guten Mischung eine harmonische Atmosphäre. Für eine Harmonisierung zwischen Mensch und Umgebung kann auch eine Feng Shui – Beratung helfen.

Auch gute **Lichtverhältnisse**, sei es durch Tageslicht oder durch künstliche Beleuchtung helfen Unfälle vermeiden. Zudem beugen sie Ermüdungserscheinungen sowie Augen- und Kopfschmerzen vor. Tageslicht ist für unsere Gesundheit sehr wichtig, da es unseren Hormonhaushalt beeinflusst. Es spielt auch eine Rolle bei der Synchronisation unseres Wach-Schlaf-Rhythmus.

5.3.2 Akustischer und thermischer Komfort

Dann ist darauf zu achten, dass möglichst geringe **Lärmstörungen** auftreten. Dies gilt sowohl bei der Erstellung eines Gebäudes als auch für die Nutzung. Im Hausinnern wird zwischen Luft- und Körperschall unterschieden. Luftschall sind Schallwellen, die sich über die Luft ausbreiten. Insbesondere Strassen- oder Fluglärm, aber auch Geräusche von Menschen, Maschinen oder Musikinstrumenten können Lärmquellen sein. Körperschall breitet sich innerhalb des Hauses über Materialien aus (z.B. Trittschall) und kann durch verschiedene Massnahmen wie z.B. Bodendämmung, Akustikdecken, schallabsorbierende Putze oder Bodenbeläge reduziert werden (SIA-Norm 181 – Schallschutz im Hochbau). Bei gravierenden Störungen ist der Beizug eines Akustikers oft unumgänglich.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

Damit die BenutzerInnen von Gebäuden sich in ihren vier Wänden sicher fühlen, sind einige **Sicherheitsvorkehrungen** zu beachten. So können Unfälle durch rutschfeste und stolperfreie Bodenbeläge v.a. in Feuchträumen und Küche vermieden werden. Absturzsicherungen wie z.B. Geländer sind dort, wo es nötig ist, vorzusehen. Zudem kann das Unfallrisiko reduziert werden, wenn die Waschmaschine nicht im Keller, sondern im Parterre platziert wird und die Wäsche zum Trocknen im Freien nicht über Treppen hinaufgetragen werden muss. Für behindertengerechte Bauten sind alle diese Massnahmen besonders zu beachten.

Grosse Fenster führen zwar viel Licht in die Räume, können aber im Sommer auch ein **Überhitzungsproblem** erzeugen. Deshalb ist ein optimaler äusserer Sonnenschutz unumgänglich.

Elektrosmog

Nichtionisierende Strahlung oder Elektrosmog entsteht dort, wo Strom fliesst. Das heisst, er wird durch die elektrischen Anlagen innerhalb des Hauses, aber auch durch Hochspannungsleitungen, Transformatoren und Sendeanlagen ausserhalb des Hauses erzeugt. Im Haushalt entstehen hochfrequente **elektromagnetische Felder** z.B. durch elektrische Bodenheizung, Mikrowellenherd, Mobiltelefon oder WLAN. Sensible Menschen können sich bereits durch eine geringe niederfrequente elektrische Strahlung (z.B. Bildschirm) stark beeinträchtigt fühlen.

Nichtionisierende Strahlen und elektromagnetische Felder sollten v.a. in Ruheräumen durch eine entsprechende Leitungsführung und durch Abschirmungsmassnahmen und Netzfreisalter minimiert werden (www.bag.ad-min.ch > Themen > Strahlung > EMF). Fachleute können diese Strahlung messen (www.baubio.ch, www.emv-fachgruppe.ch, www.sabe-schweiz.ch). Vollholz-Häuser können hochfrequente Strahlung, reduzieren aber keine Magnetfelder (z.B. Thoma Holz 100).

Repräsentation

Nicht alle Menschen haben dieselben Vorlieben. Eine Person bevorzugt vor allem sinnliche und natürliche Materialien, die andere liebt eine traditionell klassische Einrichtung und eine dritte zieht modern gestaltete, funktionale Innenausstattungen vor. Jeder Mensch zeigt mit seinem Stil, den Farben und Materialien auch was er oder sie besitzt und wie er oder sie wahrgenommen werden will. Jeder Mensch zeigt durch seine Wohnräume bewusst oder unbewusst, wer er ist, d.h. diese **repräsentieren** seine Persönlichkeit mindestens teilweise.

Wasser

Die Ressource Wasser wird vielfältig und intensiv genutzt, als **Trink- und Brauchwasser**, zur Energiegewinnung, für Freizeit und Erholung und für die Entsorgung von Abwasser. Durch bauliche Massnahmen kann ein grosser Teil des heutigen Wasserverbrauchs eingespart werden. So könnte beispielsweise der Einbau von WCs mit Stopptasten, Armaturen mit Durchflussbegrenzer und wassersparenden Armaturen den Trinkwasserverbrauch einer Person auf rund 100 Liter senken. Dies würde eine Einsparung von mehr als 40 Liter pro Person und Tag bedeuten (CH Durchschnitt 2013: rund 140 Liter pro Kopf und Tag; Gesamtwasserverbrauch inkl. Industrie und Gewerbe/P/T = 300 Liter)

Luft

Die Hauptquellen für Raumluftverunreinigungen sind Schadstoffe in der **Aussenluft** (z.B. Feinstaub, Stickoxide, Kohlenmonoxid, Ozon), aus dem **Bauuntergrund** (Radon s. 6.4), **Baumaterialien** (z.B. Formaldehyd, Schimmelpilz, Bakterien, Hausstaub-Milben) und der **Mensch** selbst (ausgeatmetes Kohlendioxid und Wasserdampf, Körpergerüche, Rauch). Die gesundheitlichen Auswirkungen durch Schadstoffe reichen von Unwohlsein über Allergien bis zu ernsthaften Erkrankungen wie beispielsweise Lungenkrebs. Deshalb ist die Luftbelastung durch Allergene und andere Schadstoffe zu minimieren.

Die Vermeidung von belasteten Materialien (z.B. Holzfasernplatten mit Formaldehyd, Lindan- und PCP-haltige Holzschutzmittel) und regelmässiges Stoss-Lüften für den Feuchtigkeitsausgleich und zur Verringerung der Kohlendioxidkonzentration verbessern die Raumluftqualität beträchtlich.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

5.3.3 Normen und Werte

Werthaltungen

Welche Entscheidungen wir treffen, hängt primär von unseren Vorlieben und **Wertvorstellungen** ab, dann aber auch von unserem Umfeld, d.h. von unserer Familie, den Kollegen und den gesellschaftlichen Normen. Für jeden Planer und jeden Handwerker ist es wichtig, sich mit Nachhaltigkeits-Fragen auseinanderzusetzen und diese auch mit den Kunden zu besprechen. Sowohl für die Gesamtplanung als auch für den Innenausbau sind neben den Themen Gesundheit, Langlebigkeit und Rezyklierbarkeit der Materialien auch der Energieverbrauch und die langfristigen Unterhaltskosten sowie die Nutzung der Räumlichkeiten für die Beziehungspflege innerhalb der Familie und mit Freunden zu besprechen und damit bewusst zu machen.

Gesetze

Selbstverständlich sind die **gesetzlichen Vorgaben** einzuhalten sowohl in Bezug auf die Arbeitnehmer (z.B. Arbeitsgesetz, Sozialversicherung, Sicherheitsvorschriften auf der Baustelle) als auch in Bezug auf die Umwelt (z.B. Umweltschutzgesetz (USG), Luftreinhalte-Verordnung, Technische Verordnung über Abfälle (TVA), SIA Norm 430 – Entsorgung von Bauabfällen).

5.4 Wirtschaft

Auch die Wirtschaft ist eine Form von gesellschaftlichen Austauschbeziehungen. Früher wurden Produkte getauscht. Im Laufe der Zeit wurde das Geld als einfacher aufzubewahrendes Mittel erfunden. Daraus entstand die Geldwirtschaft, die sich in der Neuzeit als eigener Wirtschaftszweig etabliert hat. Die Produktion, der Kauf und der Verkauf von Produkten funktioniert heute praktisch ausschliesslich über die Geldwirtschaft.

5.4.1 Lebenszyklusbetrachtung

Beim Hausbau darf nicht nur an die **Erstellungskosten** gedacht werden. Kosten fallen über Jahre vor allem beim **Unterhalt** an. Hier darf aber die Überlegung nicht zu Ende sein; denn jedes Produkt muss entsorgt, das heisst rezykliert und in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden.

Für einen Küchenkasten bedeutet das beispielsweise, dass er möglichst wenig Energie für die Produktion des Materials und für den Einbau benötigen sollte. Dann sollte er einfach und ohne teure Reinigungsmittel gereinigt werden können und dabei möglichst lange schön aussehen. Wenn er nicht mehr gebraucht wird, darf das Material nicht als Sondermüll auf der Abfallhalde landen, denn diese Entsorgung ist teuer. Jede Station in diesem Lebenszyklus ist mit Kosten verbunden (Erstellung + Unterhalt + Recycling) und wenn alles zusammengerechnet wird, sollte der Nutzen, d.h. viele Jahre Freude an einem schönen und praktischen Küchenkasten den Gesamtaufwand wert sein.

Um die Unterhaltskosten tief zu halten, ist es wichtig, Anschlüsse (z.B. Wasser, Abwasser, Elektrisch) gut zugänglich zu planen und entsprechend zu montieren. Auch das spart Kosten.

5.4.2 Regionalökonomie

Wenn die Baumaterialien und die Einrichtungsgegenstände möglichst aus der Region bezogen werden, stärkt das die regionale Wertschöpfung. Dadurch können mehr Arbeitsplätze in unserem Land erhalten oder gar geschaffen werden.

Übung: Beurteilen Sie die Küchenbeispiele mithilfe der Grundsätze «Gesundes und nachhaltiges Bauen».

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

6. Besonderheiten Umbau

Altbauten haben gegenüber Neubauten eine Reihe spezifischer Eigenschaften, die durch problematische Baustoffe oder unsachgemässe Konstruktionen gesundheitliche Auswirkungen verursachen können.

Für Umbau- und Sanierungsarbeiten ist seit 2009 in der Bauarbeitenverordnung vorgeschrieben, dass bei der Planung vor Baubeginn abzuklären ist, ob in der Liegenschaft mit gesundheitsgefährdenden Stoffen wie Asbest und PCB zu rechnen ist. Gesundheitliche Schäden können auch durch andere Chemikalien oder durch Formaldehyd, Radongas, Elektromog und neuerdings auch Nanopartikel entstehen. Der Verein SIB Baubiologie hat dazu Themenblätter verfasst, die bestellt werden können. Das Bundesamt für Gesundheit hält ebenfalls Informationen zum Thema «Gesund Bauen» auf seiner Internetseite bereit.

6.1 Asbest

Ist ein faserhaltiges Gestein. Die Fasern wurden verwendet, um Leichtbauplatten wie Eternit, Brandabschottungen, Bodenbeläge (Novilonunterlage) oder akustisch wirksame Wand- und Deckenplatten zu verstärken. Da Asbestfasern bei der Bearbeitung in kleinste Teile zerfallen können, die lungengängig sind, können diese Lungenkrebs auslösen. Deshalb wurde dieses Material 1990 verboten.

Baumaterialien, die Asbest enthalten, müssen zwingend durch spezialisierte Unternehmen mit der entsprechenden Schutzausrüstung rückgebaut werden. Diese Firmen wissen auch, wie das Material fachgerecht entsorgt wird.

6.2 PCB (Polychlorierte Biphenyle)

PCB wurde als Industriechemikalie in grossen Mengen hergestellt und in einer breiten Palette von Produkten eingesetzt. Im Baugewerbe lässt sich PCB heute noch als Weichmacher in elastischen Fugenabdichtungen, Farben und Lacken sowie in Korrosionsschutzbeschichtungen finden. Wenn dieses synthetisch hergestellte Substanzgemisch von Deponien ins Grundwasser gelangt, können giftige Stoffe über die Nahrungskette bis in den menschlichen Körper gelangen und sich dort anreichern. Dies kann zu Vergiftungen und vor allem zu hormonähnlichen Wirkungen und neuro-physiologischen oder motorischen Beeinträchtigungen bei Kindern führen. Deshalb wurden diese Produkte 1986 verboten.

Baumaterialien, die PCB enthalten, müssen zwingend durch spezialisierte Unternehmen mit der entsprechenden Schutzausrüstung rückgebaut werden. Diese Firmen wissen auch, wie das Material fachgerecht entsorgt wird.

6.3 Weitere Chemikalien und Gifte in Holzbauten

Inzwischen sind viele verschiedene Wohngifte bekannt. Zu den wichtigsten Wohngiften zählen flüchtige organische Verbindungen (VOC = volatile organic compound), Formaldehyd und Flammschutz- oder Holzschutzmittel.

In Räumen können beispielsweise Anstrichstoffe, Fussbodenbeläge, Klebstoffe, Teppichrückenbeschichtungen und Textilen VOC-Verbindungen abgeben. Auch Duftöle können die Luft mit VOC belasten.

Formaldehyd wird zur Produktion von Kunstharzen verwendet, die auch bei der Herstellung von Holzwerkstoffen wie Spanplatten eingesetzt werden. Beim Abbauprozess wird dieses farblose, stechend riechende Gas wieder freigesetzt. Verleimte Holzwerkstoffe können Formaldehyd freisetzen, vor allem dann, wenn sie angebohrt oder geschnitten werden. Wird Formaldehyd eingeatmet, reizt es die Schleimhäute der Augen und Atemwege. Nach längerer Einwirkung können Kopfschmerzen, Müdigkeit und ein allgemeines Unwohlsein auftreten und im Extremfall gar chronische Atemwegserkrankungen oder Tumore im Nasen-Rachenraum entstehen.

Um Gesundheitsschäden zu vermeiden, sollte die Konzentration in Aufenthaltsräumen nicht höher als 0.1 ppm (= 125 Mikrogramm pro m³ Raumluft) sein. Hilfe bei der richtigen Wahl bietet das Gütesiegel Natureplus.

Viele Flammschutzmittel (z.B. HBCD) werden als gesundheitsschädigend und ökologisch bedenklich eingestuft, da sie schwer abbaubar sind. Sie reichern sich im Blutserum, im Fettgewebe und in der Muttermilch an.

Holzschutzmittel (Biozide wie Xylamon oder Lindan) sollen Insekten und Pilze von verbautem Holz fernhalten. Sie können sich auf Oberflächen und im Staub anreichern und sensible Menschen können unspezifische Symptome ausbilden. Nach einer längeren Einwirkung können gewisse Stoffe aber das Nervensystem angreifen, das Immunsystem beeinträchtigen oder krebserregend wirken. Das Bundesamt für Gesundheit BAG empfiehlt, Holzwerkstoffe stets gemäss den Produkte- und Anwendungsempfehlungen der Lignum zu wählen und zu verarbeiten.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

6.4 Radon

Das radioaktive Radongas kann aus dem Erdreich in Innenräume aufsteigen. Es ist geruchlos und kann nicht über die menschlichen Sinne wahrgenommen werden. Da es aber v.a. Lungenkrebs verursachen kann, hat das Bundesamt für Gesundheit in der ganzen Schweiz Messungen durchgeführt und Risikogebiete in einer interaktiven Karte ausgeschieden. Dieser ist zu entnehmen, dass vor allem im Westschweizer Jura und in der Südost-Schweiz die Radonbelastung erhöht ist. Zur Abklärung kann die Radonkarte des BAG herangezogen werden (> Themen > Strahlung, Radioaktivität und Schall > Radon). Sollten Radonquellen vorhanden sein, ist der Neubau gut gegen den Untergrund abzuschirmen. Dazu lesen Sie die Empfehlungen des BAG.

In diesen Gebieten ist besonders auf gegen das Erdreich abgedichtete Keller und Erdgeschosse zu achten. Dies gilt vor allem auch bei der Sanierung von Altbauten.

6.5 Elektromog

Elektromog oder nicht ionisierende Strahlung entsteht durch Anlagen zur Stromversorgung, Elektrogeräte sowie Funkantennen. Wie sich Elektromog auf die Gesundheit auswirken, ist nach wie vor Gegenstand von Untersuchungen. Wissenschaftlich bewiesen ist aber, dass Menschen mit einer grossen Sensitivität auf elektromagnetische Strahlung reagieren.

Niederfrequente elektrische Strahlen (z.B. Bildschirm) können das Hormonsystem und damit den biologischen Tag-Nacht-Rhythmus beeinflussen. Schlafstörungen, Müdigkeit und depressive Verstimmungen können die Folge davon sein. Schwache niederfrequente Strahlen können auch das Wachstum und den Stoffwechsel von Zellen beeinflussen.

Elektromagnetische Felder entstehen im Haushalt z.B. durch elektrische Bodenheizung, Mikrowellenherd, Mobiltelefon oder WLAN. Hochfrequente elektromagnetische Strahlung erwärmen nicht nur Fleisch oder Gemüse, sondern auch menschliche Zellen, wenn sie dieser Strahlung ausgesetzt werden. Wenn wir im Alltag keiner starken Hochfrequenz-Strahlung ausgesetzt sind, sind keine gesundheitlichen Schäden zu befürchten. Ist die hochfrequente elektromagnetische Strahlung aber zu hoch, können Symptome wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen oder Stress beobachtet werden.

Mit dem Standard «Baubiologische Messtechnik» können kritische Umwelteinflüsse in Innenräumen gemessen werden, um ein möglichst unbelastetes und naturnahes Lebensumfeld zu schaffen.

Um die Menschen vor negativen gesundheitlichen Folgen, die elektrische oder magnetische Felder haben können, zu schützen, gibt es seit dem Jahr 2000 eine gesetzliche Regelung (Verordnung über den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung NISV). Sie begrenzt die nichtionisierende Strahlung (0 Hz bis 300 GHz), die von Hochspannungsleitungen, Mobilfunk- oder Rundfunksendern ausgeht.

6.6 Nanopartikel

Die Nanotechnologie befasst sich mit kleinsten Teilchen im Bereich von 1 bis 100 nm (1 Nanometer = 1 Milliardstelmeter = 10^{-9} m), die 80'000 bis 800-mal kleiner sind als ein Haar dick ist. In der Holzbranche sind vor allem Beschichtungen zum Schutz von bewitterten Holzoberflächen im Gespräch. Allerdings scheint diese Behandlung nicht denselben Schutz zu gewährleisten wie andere Behandlungen (z.B. Lasuren). Der sogenannte Selbstreinigungseffekt, wie die wasserabweisende Oberfläche eines Lotusblattes, kann bei Holz wegen seiner Eigenstruktur nicht in diesem Mass erzeugt werden.

Wegen ihrer geringen Grösse gelangen die Teilchen auch in den menschlichen Körper. Sie können ins Blut und in die Organe, sogar bis ins Gehirn vordringen. In Laborversuchen hat man Zellschädigungen und Veränderungen des Erbgutes festgestellt. Nanoröhrchen aus Kohlenstoff können gefährlich sein, wenn ihre Länge in einem bestimmten Verhältnis zum Durchmesser steht. Sie dürfen nicht eingeatmet werden, da sie ähnlich wie Asbest krebserregend sein können. Die Risiken von Nanopartikeln für die Umwelt sind noch weitgehend unbekannt.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

6.7 Schimmel

Unsachgemässe Konstruktionen sind Risikofaktoren für Feuchtigkeitsprobleme und damit für die Entstehung von Schimmelpilz. In etwa 20% der Wohnungen treten Feuchtigkeitsprobleme auf, die sehr oft auf bauliche Mängel zurückzuführen sind. Je wärmer und feuchter eine Umgebung ist, desto mehr besteht die Gefahr, dass Schimmelpilze wachsen.



Schimmel an den Wänden kann verschiedene Ursachen haben.

Quelle: www.nbg-nord.de

Die Ursachen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Schlechte Wärmedämmung von Fassaden, Dach und Fundament
- Wärme- und Kältebrücken
- Undichte Stellen in der Gebäudehülle
- Eindringen von Wasser in die Konstruktion (z.B. Dach oder Fassade)
- Aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Erdreich
- Fehlende oder fehlerhafte Abzüge in Küche und Bad

Durch das Benutzerverhalten beeinflussbar:

- Mangelhafte/falsche Lüftung (wichtig: regelmässiges Stoss-Lüften, alle 20-30 min)
- Hoher Feuchtigkeitseintrag (z.B. durch Pflanzen, nasse Wäsche)
- Falsches Heizverhalten (zu hohe oder zu tiefe Temperaturen; wichtig: Schlafzimmer < 18°C, Wohn- und Arbeitszimmer 20°C bis 22°C)
- Platzieren von Schränken, Küchenkombinationen oder Vorhängen direkt an Aussenwänden und in Gebäudeecken (wichtig: mind. 10 cm Zwischenraum)

Vor allem beim Innenausbau ist zu beachten, dass Altbauten bauphysikalisch sehr gut funktionieren können, gerade weil sie undicht sind, sodass sich eine zu hohe Luftfeuchtigkeit oder Überhitzung wieder abbauen kann. Wird in ein solches System eingegriffen, z.B. durch den Einbau dichter Fenster – was aus Energiespargründen beim Heizen mit fossilen Energien sinnvoll ist – funktioniert der Feuchtigkeitsausgleich nicht mehr. Dann können sich Schimmelpilze bilden oder Hausstaubmilben schneller vermehren. Dies kann auch beim Einbau von Bädern und Küchen der Fall sein, wenn die Lüftung nicht entsprechend angepasst wird.

BAUBIOLOGIE – NACHHALTIGES BAUEN

7. Weiterführende Literatur, Links und Adressen

7.1 Literatur

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft Artikel 2 (Zweck) und Artikel 73

Coutalides R.: Innenraum. Wege zu gesunden Bauten, Wird-Verlag, 2002

McDonough W., Braungart, M.: Cradle to Cradle, Remaking the way we make things. North Point Press, New York; 2002

Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz – ein Wegweiser, IDANE - ARE, 2012

Preisig H.R. et al.: Öko-logische Baukompetenz. Handbuch für die kostenbewusste Bauherrschaft, Wird-Verlag Zürich, 2000

Rauch-Schwegler, Th.: Die neue Konstruktionslehre für den Hochbau. Heft 26: Nachhaltiges Bauen. LM-A, Lern-Medien Architektur GmbH, 1. Ausgabe, 2017

Rauch-Schwegler, Th.: Nachhaltig handeln – illustriert am Beispiel Bauen und Wohnen mit Holz, hep-Verlag Zürich, 2005. Bezugsquelle: rauch@ethz.ch

SIA Empfehlung 112/1, Nachhaltiges Bauen – Hochbau, Ergänzung zum Leistungsmodell SIA 112

SIA D093 Dokumentation, Deklarationstaster für ökologische Merkmale von Baustoffen

SIA Norm 181, Schallschutz im Hochbau

SIA Norm 430, Entsorgung von Bauabfällen

7.2 Links

Aushub-, Rückbau- und Recyclingverband Schweiz www.arv.ch

Alle Informationen zum Thema Abfall und Recycling www.abfall.ch

Bauen und Umwelt Kt. Aargau www.ag.ch/de/bvu/bvu.jsp > Umwelt, Natur & Landschaft > Bauen & Umwelt

Beratung Baubioswiss www.baubioswiss.ch

Bildung Baubiologie www.bildungszentrumbaubio.ch und www.sanu.ch

Empfehlungen zu den Bereichen Bauen, Wohnen und Leben von A bis Z www.gesundes-haus.ch

Energieeffiziente Haushaltgeräte www.topten.ch oder http://www.topten.ch/sites/default/files/files/Topten_Ratgeber_Haushaltgeraete.pdf

Kauf und Verkauf von Occasion-Bauteilen www.bateilclick.ch

KBOB-Empfehlung Gutes Innenraumklima ist planbar 2004/1 www.kbob.ch

Materialempfehlungen zu allen Arbeitsgattungen gegliedert nach BKP www.eco-bau.ch

Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung Schweiz MONET 2015 www.bfs.admin.ch

Nachhaltigkeit und Agenda 21 www.nachhaltigkeit.info

Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz www.nnbs.ch

Umweltschutzgesetz <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19660144/201410120000/451.pdf>

7.3 Adressen

ARE Bundesamt für Raumentwicklung, www.are-admin.ch

BAFU Bundesamt für Umwelt, Papiermühlestrasse 172, 3063 Ittigen, www.bafu.admin.ch

BAG Bundesamt für Gesundheit, Schwarzenburgstrasse 157, 3097 Liebefeld www.bag.admin.ch

BFS Bundesamt für Statistik, Espace de l'Europe 10, 2010 Neuchâtel www.bfs.admin.ch

Lignum, Mühlebachstrasse 8, 8008 Zürich www.lignum.ch