

Zukunftsgerichtetes Bauen: Erkenntnisse aus der Sicht des Beratenden Ingenieurs

Autor(en): **Hofmann, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 8

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77862>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

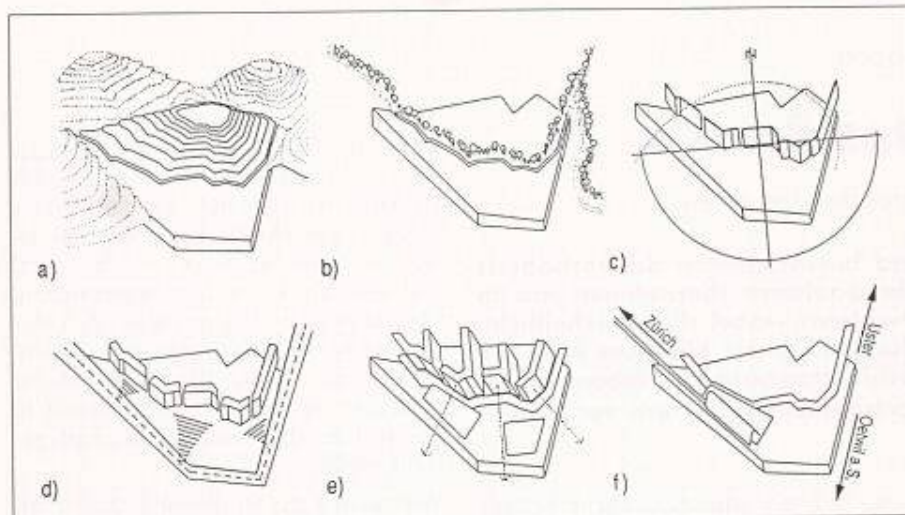


Bild 3. Leitideen: a) Topographie, b) Bäche mit begleitender Vegetation, c) Sonnenorientierung der Baukörper, d) Schallschutz des Wohnbereiches, e) Fernsicht, f) Verkehrsknoten mit Endstation der Forchbahn

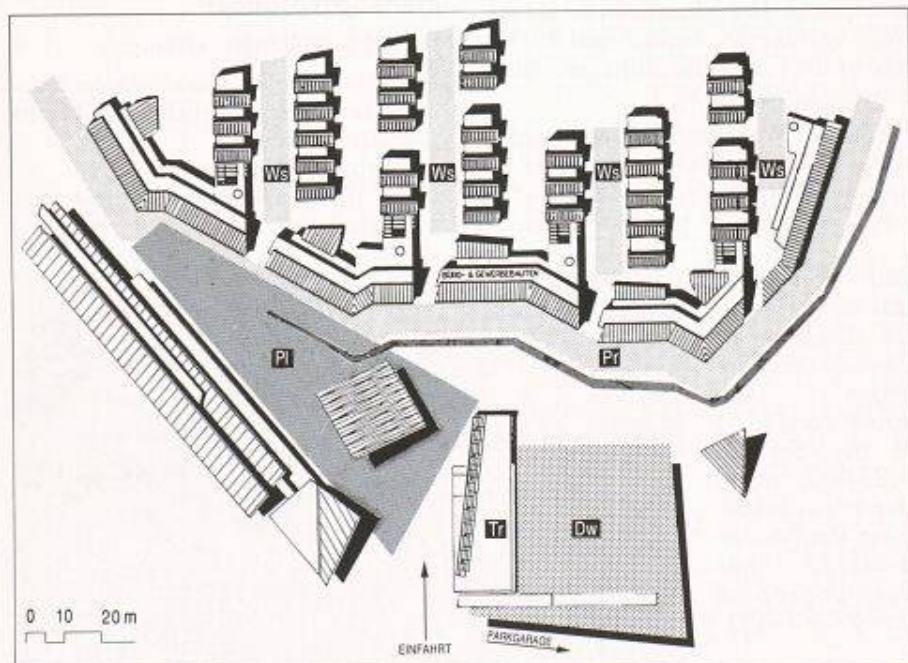


Bild 4. Anordnung der Aussenräume

Bild 3 zeigt und die nachstehende Aufzählung beschreibt, wie die Architekten dem Anliegen nach rücksichtsvollem Einordnen der Bauwerke in die Umwelt in unserem Fallbeispiel nachgekommen sind (die Buchstaben beziehen sich auf die Bezeichnungen in Bild 3):

- a) Die Topographie der Landschaft hat die Art und Verteilung der Dörfer bestimmt. Darauf sollte bei ihrem Weiterausbau Rücksicht genommen werden.
- b) Die aus feiner topographischer Gliederung entstandenen Bachläufe samt ihrer begleitenden Vegetation sind kennzeichnend für die Region Pfannenstiel und haben schon zum Begriff «Forchlandschaft» geführt. Ein Bach trennt hier das Planungsgebiet auf und grenzt in diesem Projekt den öffentlichen vom privaten Bereich ab.

c) Sonnenorientierte Ausrichtung der Dienstleistungsgebäude erlaubt aktive und passive Nutzung solarer Energie und zeichnet die durch Topographie und Wasserlauf gegebene Form nach.

d) Schallschutz des Wohnbereiches vor Strassenlärm entsteht durch die Abfolge der Dienstleistungsbauten.

e) Fernsicht ist möglich. Aus den öffentlichen Bauten und teilweise aus den Büroräumen sind die Glarner Alpen sichtbar.

f) Buslinien kreuzen sich in Esslingen oder enden dort. Sie sind Feinverteiler und Zubringer zur Forchbahn oder zur S-Bahn in Uster und Wetzikon. An diesem Verkehrsknoten entstehen Arbeitsplätze, und in seiner Umgebung liegen begehrte Wohnquartiere.

Dicht bauen

Das Raumprogramm war den Wettbewerbsteilnehmern vorgegeben. Die Preisgewinner haben es verstanden, durch dichtes Bauen und haushälterische Geländenuutzung zusätzliche Aussenräume zu schaffen (siehe Bild 4): die Dorfwiese (Dw), der Bahnhofplatz (Pl), die Promenade entlang dem Bach mit seinem Grüngürtel (Pr) sind alles der Bevölkerung dienende, das Dorfleben bereichernde Attribute, die im Raumprogramm nicht direkt verlangt waren.

Mehrfachnutzungen anstreben

Dieses Projekt verlangt wenig Asphalt. Den Autobussen, Velos und Fussgängern stehen die gleichen Flächen zur Verfügung. Die Personenwagen werden bei der Einfahrt auf die Parkflächen geführt, über denen die Dorfwiese (Dw) und der Einkaufsladen liegen. Die Fläche für den Laden wird ein drittes Mal genutzt: sie trägt die öffentlich zugängliche Terrasse (Tr) – ein Ort mit Sicht in die Ferne und auf die öffentlichen Plätze.

Die Promenade ist der Hauptfussweg und dient gleichzeitig den Zulieferern. Zur Wohnerschliessung werden Wohnsackgassen (Ws) angelegt; es sind die Kinder der zu- und weggehenden Eltern, die dort Rollbrett fahren. Dass die Büro- und Gewerbebauten gleichzeitig die dahinter liegenden Wohnungen vor Verkehrslärm schützen, ist eine neue Art von Mehrfachnutzung des Raumes – vor allem, wenn man bedenkt, dass diese Bauten des Dienstleistungsbereiches selbst in gebührender Distanz zu den Lärmquellen stehen und dass auf ihrer Sonnenseite der Bach wiederum die für die Solararchitektur notwendige Distanz zu den davorliegenden Baukörpern des öffentlichen Bereiches schafft. Somit dienen ihre Fassaden, wo nicht zur passiven Sonnenenergienutzung geöffnet, auch als Solarkraftwerke. Selbst die Dachfläche wird gestaltet, um Sonnenenergie zu gewinnen.

Sparsamer Umgang mit Energie

In der Schweiz wurden im Jahr 1990 44 Prozent der Endenergie für die Erstellung von Bauwerken und für deren Betrieb gebraucht – also für Heizung, Klima, Warmwasser und Beleuchtung. (Darüber hinaus wurden noch 32% Transport- und 24% Prozessenergie benötigt.) Wir Bauingenieure, zusammen mit den Architekten, haben daher den grössten Einfluss auf den Energieverbrauch in unserem Land!

Nur rund ein Zehntel dieser von uns Baufachleuten beeinflussbaren Energie wird für die Produktion der Baumaterialien

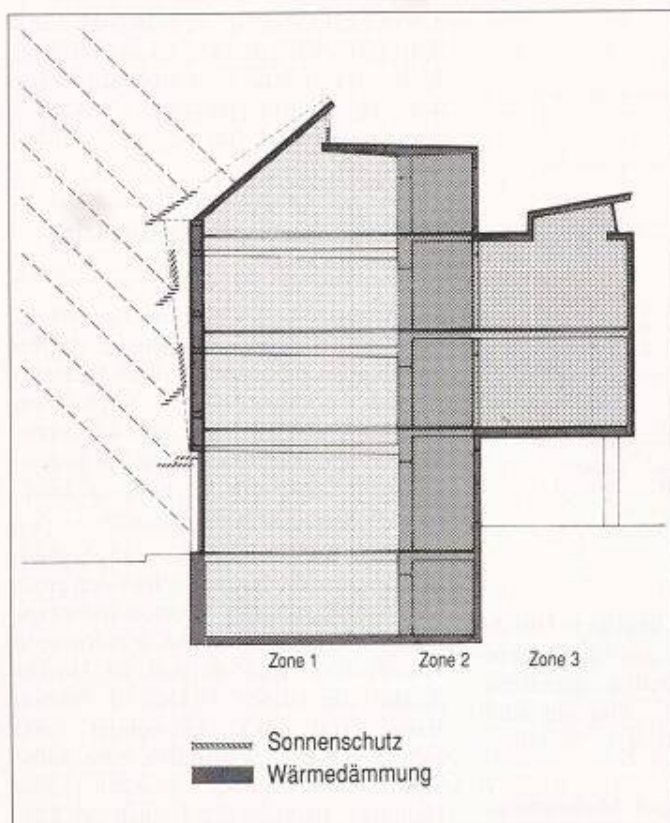


Bild 5. Wärmedämmung, Sonnenschutz, Beleuchtung und entsprechende Zonierung

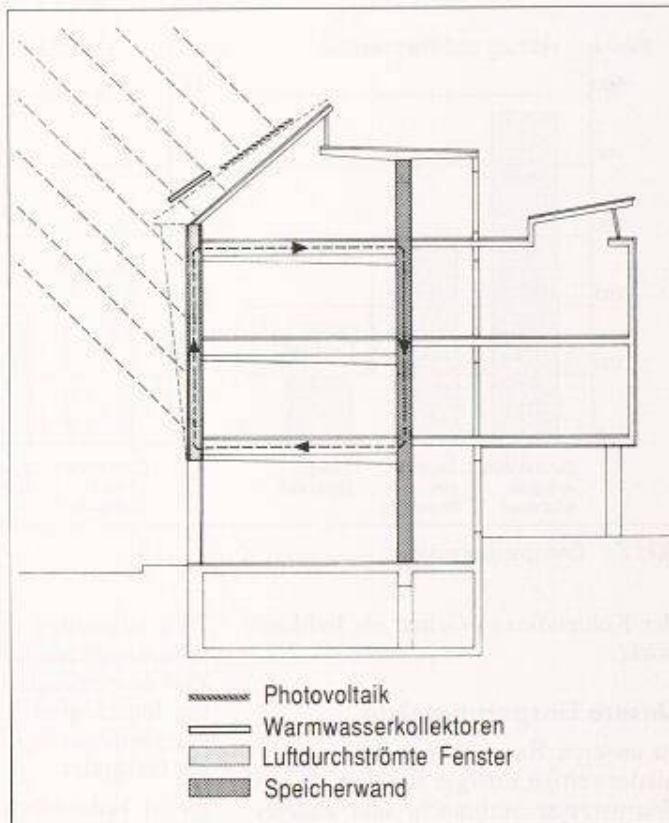


Bild 6. Die Gebäudehülle als Sonnenkollektor

lien und die Erstellung der Werke gebraucht. Das grosse Sparpotential liegt offensichtlich beim Betrieb der Gebäude.

Planungsvorgaben

Wir haben daher die vorangehend aufgeführten Planungsvorgaben wie folgt zu ergänzen:

4. Damit natürliches Licht und Sonnenenergie nutzbar werden, müssen architektonische Voraussetzungen erfüllt sein.
5. Im Gebäude sind unerwünschte Wärmeflüsse zu unterbinden, das heisst: hohe Wärmedämmung und Sonnenschutz sind vorzusehen.
6. Sonnenexponierte Teile der Gebäudehülle sollen Kollektoren aufnehmen können.
7. Wärme aus Lüftungsanlagen ist zurückzugewinnen.
8. Schnell regelbare, anpassungsfähige Heizsysteme und bedarfsgeregelte Lüftungsanlagen helfen den Energieverbrauch weiter senken.

Auf welche Weise sollen diese Vorgaben in unserem Fallbeispiel erreicht werden?

Solargerechtes Gestalten

Wir haben einleitend und bei der Mehrfachnutzung bereits erwähnt, wie sinnvoll die Gebäude nicht nur in bezug auf die Sonnenorientierung, sondern auch

für die natürliche Beleuchtung der Büroräume gestaltet sind.

Die hochwertigen Arbeitsplätze der Bürobauten (Zone 1 des Bildes 5) werden passiv durch Sonne erwärmt. Lamellen spiegeln das Tageslicht auch in die Raumtiefe. Die Zwischenzone 2, in der Bürogeräte stehen und wo sich die Personen bewegen, verlangt wenig zusätzliche Heizung. Für die Beleuchtung dieser Zone genügt oft diffuses natürliches Licht. Auf der Nordseite, in Zone 3, sind Sonderräume wie Besprechungszimmer vorgesehen, aber auch Arbeitsplätze unter kräftigem Oblicht aus schmalen Fenstern, um die Wärmeverluste klein und die Beleuchtungsdichte hoch zu halten.

Unerwünschte Wärmeflüsse unterbinden

Unerwünschte Wärmeflüsse zu unterbinden setzt einen guten Wärmeschutz und eine dichte Gebäudehülle voraus. Das ist eine alte Erkenntnis. Wärmedämmung leistet von allen Massnahmen den grössten Beitrag zum Einsparen von Energie. Die fensterreiche Südfassade muss aber auch vor zu intensivem Sonnenlicht schützbar sein.

Gebäudehülle als Sonnenkollektor

Die nach Süden ausgerichtete Gebäudehülle wird als Kollektor vom Typ luftdurchströmter Fenster ausgebildet (siehe Bild 6). Die fassadenseitig erwärmte

Luft wird zu einer Speicherwand im Gebäudeinnern geführt und die im Speicher aufgenommene Wärme zeitverzögert den angrenzenden Innenräumen abgegeben.

Zwei Arten von dachbedeckenden Solarkollektoren sind möglich: die eine erzeugt Warmwasser und die andere Elektrizität, deren Überschuss ins öffentliche Netz gespiesen und «gutgeschrieben» wird.

Wärme aus Abluft

Wärmerückgewinnung aus der Abluft ist in Bürobauten sinnvoll, weil die installierten Geräte, die noch nötige Beleuchtung und die dichte Belegung durch Menschen (120 Watt pro Person) relativ viel Wärme erzeugen. Allenfalls überschüssige Wärme könnte hier den angrenzenden Wohnungen zukommen.

Sensoren und Steuerung

Eine intelligent eingerichtete Steuerung reguliert Heizung und Lüftung, die nicht nach den Tageszeiten (Bereitschaftsheizung), sondern nach den tatsächlichen Bedürfnissen arbeiten sollen (Bedarfsheizung und -lüftung). Denn die Anzahl der anwesenden Personen wie auch die aus Geräten entstehende oder von aussen eingestrahelte Wärme verändern sich laufend. Neben Thermostatventilen für die Heizung kann die Steuerung der Lüftung relativ einfach durch Luftqualitätsfühler ergänzt werden, indem etwa

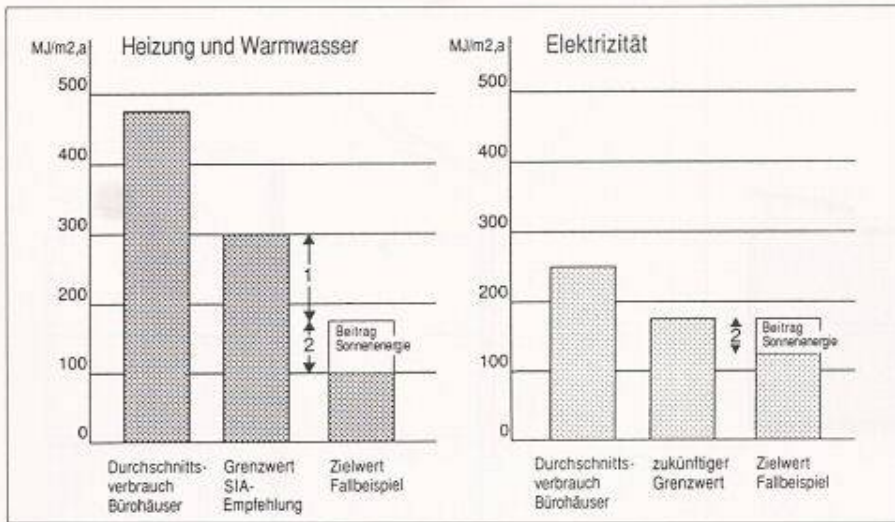


Bild 7. Energiesparziele

der Kohlendioxid-Gehalt als Indikator wirkt.

Unsere Einsparungsziele

In unseren Bauwerken wird einerseits niederwertige Energie für Heizung und Warmwasser verbraucht und andererseits hochwertige Elektrizität für Licht, Apparate und Haustechnik-Installationen.

In Bild 7 sind diese beiden Energiearten in Megajoule pro Quadratmeter Bürofläche und Jahr (MJ/m²a) aufgetragen, wobei die erste Säule auf beiden Bildhälften den heutigen Durchschnittsverbrauch in Bürohäusern der Schweiz darstellt. Die mittlere hält den Grenzwert fest, wie er in der SIA-Empfehlung für künftige Gebäude gilt. Die jeweils letzte der drei Säulen zeigt das Ziel, das wir in unserem Fallbeispiel anstreben.

Die erste Reduktionsstufe (1) von 300 auf 175 MJ/m²a ist das Resultat einer besseren Isolation, einer dichten Gebäudehülle, der Wärmerückgewinnung aus Abluft, der bedarfsorientierten Regelung sowie der Gebäudeausrichtung und Raumauslegung. Die zweite Reduktionsstufe (2) ist der Beitrag der aktiv genutzten Sonnenenergie: auf der linken Bildhälfte der Fenster- und der Warmwasserkollektoren, auf der rechten Bildhälfte der Solarzellen zur Gewinnung von Elektrizität.

Insgesamt erwarten wir somit eine Senkung des Energieverbrauches von 54% unter die SIA-Empfehlungen oder von

70% gegenüber dem heutigen Durchschnittsverbrauch. Um das vorgegebene Ziel zu erreichen, braucht es neben guten Ingenieuren für die Planung auch energiebewusste, motivierte Benutzer der Gebäude!

Es ist bedauerlich, dass Massnahmen zur Schonung unserer Umwelt oft durch wachsende Umweltbelastungen eingeholt werden. Das Sparpotential in unserem alten Gebäudebestand ist aber sehr gross. Wenn bei Neubauten und beim Erneuern alter Gebäude die festgesetzten Grenzwerte eingehalten oder, wie in unserem Fallbeispiel, unterschritten werden, so wird es möglich sein, bis zum Jahre 2020 den Energieverbrauch in Gebäuden um nahezu 40 Prozent im Vergleich zum heutigen zu senken. Damit hätten wir wieder den Stand der 60er Jahre erreicht.

Ist «noch mehr» auch wirklich besser?

Mit den dargestellten Massnahmen und Zielen werden wir den Energieverbrauch für den Betrieb der Gebäude kräftig reduzieren können. Dabei wird aber der Energieverbrauch für die Herstellung der Gebäudeteile grösser werden: Mehr Isolationsmaterial, Hochleistungsfenster, Sonnenkollektoren und Solarzellen brauchen zu ihrer Herstellung, Montage, Demontage und Wiederverwertung zusätzliche Energie. Darum finden wir, dass «Null-Energiehäuser» in der heutigen Form kein anzustrebendes Ziel sind. Vielmehr ist der

Energieaufwand für den Betrieb samt der Gebäudeherstellung zu minimieren. Es handelt sich hier um eine anspruchsvolle Optimierungsaufgabe, die künftige Generationen stets neu zu lösen haben.

Umweltschonender Einsatz des Baumaterials

Die für unser Leben und unsere Zivilisation notwendigen Stoffflüsse dürfen nicht länger offen enden. Auch Baustoffe sind, wo immer möglich, nach ihrem Gebrauch aufzuarbeiten und wiederverwenden. Wir müssen von der gegenwärtigen Entsorgungstechnik zur künftigen Kreislauftechnik gelangen.

Von der Wasserwirtschaft abgesehen, beansprucht die Bauwirtschaft den grössten Stofffluss aller Wirtschaftszweige unseres Landes. Gemäss Erhebungen von Prof. P. Baccini sind im Durchschnitt der letzten Dekade 9 Tonnen Baumaterial pro Einwohner und Jahr verbaut und lediglich eine halbe Tonne abgebrochen worden. Der Hauptteil, nämlich 8,5 Tonnen pro Einwohner, erhöht jährlich unsere Bausubstanz [1].

Aus dieser Feststellung wird nicht nur ersichtlich, welcher namhafte Teil des Stoffflusses unserer Zivilisation wir Ingenieure und Architekten beeinflussen, sondern dass die jährlich anfallende Bauschuttmenge noch stark anwachsen wird. Denn langfristig muss sie im Gleichgewicht mit dem jährlich verbauten Material stehen – genauso wie eine unbeschränkt wachsende Bausubstanz nicht mit einem beschränkt verfügbaren Raum verträglich ist.

Planungsvorgaben

Um von der Entsorgungs- zur Kreislauftechnik zu gelangen, sind somit die vorangehenden Planungsvorgaben um die folgenden Forderungen zu erweitern:

- 9. Baumaterialien, die nach dem Abbruch leicht wieder verwendet werden können, sind zu bevorzugen.
- 10. Für aufbereitetes Abbruchmaterial ist ein Markt zu schaffen.
- 11. Die Verweildauer der Materialien im Bauwerk soll verlängert werden.

Zur Materialwahl

Wir wissen aus der Erfahrung jener, die Abbruchmaterial wieder aufbereiten, dass Häuser, die vor dem Krieg gebaut wurden, reicher an wiederverwendbaren Baumaterialien sind. Denn sie weisen wenig Kunststoffe, wenig Verbundmaterialien und fast keine toxischen Bestandteile auf. Je jünger die abzubrechenden Bauten sind, desto schwieriger wird die Wiederaufbereitung.

Anstriche, Storen, Ölbrenner, Sonnenkollektoren, Heizkessel	15 Jahre	(A)
Bodenbeläge, Sanitärapparate	30 Jahre	(B)
Verputz, Fenster, Leitungssysteme	60 Jahre	(C)
Rohbauteile	150 Jahre	(D)

Tabelle 1. Lebensdauer verschiedener Materialgruppen

Für unser Projekt heisst das beispielsweise, dass wir anstelle synthetischer Farben abbaubare Naturfarben und Naturlacke verwenden sollten – wenn überhaupt Anstriche nötig sind. Denn bei der Herstellung eines Kilogramms synthetischer Farbe entsteht zusätzlich eine gleiche Menge schwer zu entsorgenden Abfalls. Wo Verbundstoffe nötig sind, müssen sie so fabriziert werden, dass man sie wieder in ihre Komponenten zerlegen kann. Auf FCKW-haltige Isolierstoffe wird verzichtet. Wir werden keine Zusatzmittel verwenden, die bei der späteren Wiederaufbereitung, zum Beispiel des Betons, als Schadstoffe wirken.

Deklariertes Baumaterial soll gegenüber dem nicht gekennzeichneten bevorzugt werden. Und wo Ökobilanzen von Materialien vorliegen, die Auskunft über ihre Umweltbelastung geben, so ziehen wir sie zu Rate.

Ein Markt für aufbereitete Materialien

Abfallprodukte werden nur dann für ihre Wiederverwendung aufbereitet, wenn dafür auch ein Markt besteht! Schon in der Vorprojektphase soll überlegt werden, wo recyceltes Material zu verwenden ist. Aus Abbruchbeton hergestellter Splitt kann beispielsweise gebraucht werden für die Strassenkoffer, aber auch als Zuschlagstoff für wenig beanspruchte, wettergeschützte Betonbauteile. Für die fachgerechte Ausschreibung und Verwendung von aufbereiteten Abbruchmaterialien sind Qualitätsnormen nötig. Derartige Normen entstehen aber nur, wenn Fachorganisationen sie erarbeiten. Deshalb sind solche Organisationen zu unterstützen.

Längere Verweildauer der Materialien im Bauwerk

Materialien aus einem Bauwerk zu entfernen, sie wieder aufzubereiten und erneut einzubauen, ist arbeits- und energieintensiv und bei unüberlegtem Projektieren kaum mehr ausführbar. Deshalb müssen wir dafür besorgt sein, dass die Materialien oder Bauteile so lange im Bauwerk bleiben, wie es ihrer Lebensdauer entspricht. Diese kann durch das Alterungsverhalten des Materials oder durch technische Innovationen begrenzt sein.

Bezüglich Lebensdauer scheint es sinnvoll, Gruppen zu unterscheiden, wie dies beispielsweise in *Tabelle 1* schematisch und vereinfacht dargestellt wird.

Literatur

- [1] *Baccini, P./Brunner, P.H.*: Metabolism of the Antroposphere, Springer, Berlin 1991

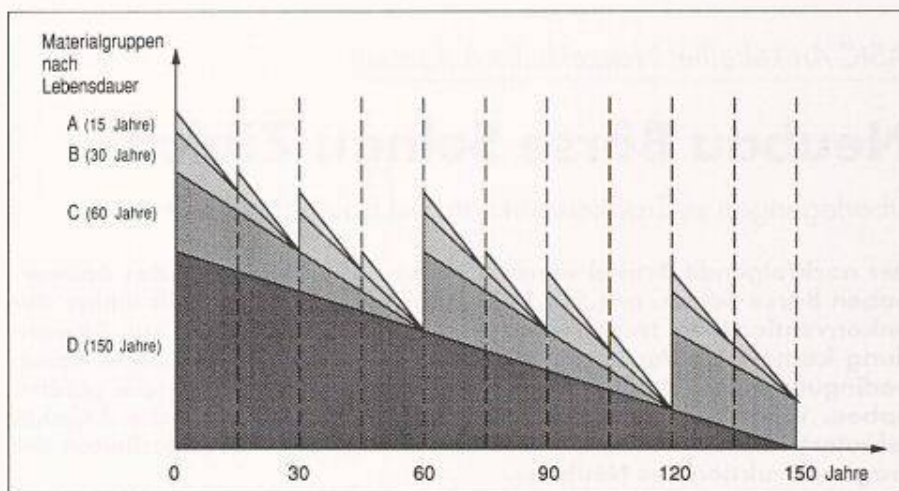


Bild 8. Lebensdauer und Erneuerungszyklen von Materialien und Bauteilen (nach P. Steiger: «Bauen und Ökologie im Dialog», SIA DO 46, 1989)

Wir bemühen uns selbstverständlich, primär solche Materialien und Installationen zu wählen, die eine lange Lebensdauer versprechen. Noch wichtiger aber ist, dass wir bei der Konstruktion von Bauwerken Materialien bzw. Bauteile unterschiedlicher Lebensdauer sauber auseinanderhalten. Wenn eine Altersgruppe von Bauelementen oder auch nur einzelne Teile davon zu ersetzen oder zu erneuern sind (Bild 8), so dürfen die andern nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Das hat Folgen für die Konstruktion der Bauwerke. So sind Rohbau, darauf fixierte Isolationen und Wetterschutz auseinanderzuhalten. Sichtbeton als Kombination von Rohbauelement und Witterungsschutz widerspricht diesem Prinzip. Medienführende Leitungen dürfen nicht einbetoniert werden. Sie sind – jederzeit inspizierbar – in zugänglichen Kanälen zu führen.

Vernetzung und Wirtschaftlichkeit

Wir haben in diesem Referat drei Umweltaspekte herausgegriffen und jeden unabhängig vom andern behandelt. Die Wirklichkeit ist komplexer. Es gibt im Umweltbereich viele Gesichtspunkte, die wir in unsere Bauprojekte einbeziehen sollten. Sie sind untereinander vernetzt und müssen ihrerseits mit den Anforderungen übereinstimmen, welche die eigentliche Zweckbestimmung des Bauwerkes stellt. Projektieren ist daher ein kreativer Prozess, der neben Analytik auch Intuition verlangt.

Das heute übliche kurzfristige Erfolgsdenken steht im Widerspruch zu dem, was eine dauerhafte Entwicklung (sustainable development) von uns fordert. Der Aufwand, den es braucht, um die «Altlasten» zu beseitigen, sollte beim Bauen in eine geschlossene Erfolgs-

rechnung eingehen. Umweltgerecht zu bauen war bisher deshalb noch teurer, weil viele Umweltgüter wie Luft und Wasser keinen, die Energie sowie die künftige Entsorgung des Bauschuttes einen zu tiefen Preis hatten. Dort, wo nur schon vorgezogene Entsorgungsgebühren für ein Produkt bezahlt werden müssen, entstehen bereits lenkende Marktkräfte. Im Bauwesen sind noch bis vor kurzem Abbruchobjekte mit dem Bagger niedergerissen und als Bauschutt in Mulden gekippt worden. Heute geht man dazu über, die Gebäude «rückzubauen». Die Baumaterialien werden in ihre Komponenten zerlegt, und das meiste wird wieder aufbereitet. Diese umweltgerechte Methode ist aber jetzt schon wirtschaftlicher, weil Deponiestandorte spärlich und die Deponiegebühren hoch und höher geworden sind. Mit andern Worten: weil das knappe und unvermehrte Naturgut «Boden» seinen steigenden Preis hat.

Wir sind überzeugt, dass mit marktwirtschaftlichen Mitteln mehr erreicht werden kann als mit Appellen und Vorschriften. Wir Ingenieure und Architekten müssen uns daher auf allen Ebenen dafür einsetzen, dass für Naturgüter jener Preis bezahlt werden muss, der ihrer Knappheit bei Gewinnung wie Entsorgung entspricht. Das ist eine langfristige Aufgabe. Daher sollten wir umweltgerecht bauen lernen und auch in der Baubranche Pionierleistungen vorzeigen, damit wir zukunftsgerichtetes Bauen breitgefächert einführen können.

Adresse des Verfassers: *Ernst Hofmann*, Ing. ASIC/SIA, Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstrasse 395, 8029 Zürich.

Leicht gekürzter Vortrag, gehalten an der Jahreskonferenz der Internationalen Vereinigung Beratender Ingenieure (FIDIC) in Tokio, Herbst 1991.