

# Ökologische Gesamtkonzepte

*Hilfestellungen zum Ablauf, zur Gliederung  
und zur inhaltlichen Bearbeitung von  
Beleg- und Projektarbeiten*



Ulrike Jurrack

Anke Richter

Ulla Schauber

**Bauhaus-Universität  
Weimar**

*Professur Grundlagen des  
Ökologischen Bauens*

*Impressum*    März 2002

Herausgeber

*Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens  
Fakultät Architektur, Stadt- und Regionalplanung  
Bauhaus-Universität Weimar*

Autorinnen

*Ulrike Jurrack  
Anke Richter  
Ulla Schauber*

Layout | *Julian Reisenberger*

Bauhausstrasse 7b, 99423 Weimar,  
Tel: +49 (0) 3643 58 34 47, Fax: +49 (0) 3643 58 34 51  
[http://www.uni-weimar.de/architektur/oekologisches\\_bauen/](http://www.uni-weimar.de/architektur/oekologisches_bauen/)

## ÖKOLOGISCHE GESAMTKONZEPTE

- 1.1 Entwicklung eines ökologisches Gesamtkonzeptes
- 1.2 Aufgabenstellung
- 1.3 Übergeordnete Zielstellung
- 1.4 Inhalt und Struktur eines ÖG
- 1.5 Teilkonzepte – Analyse,  
Rahmenbedingungen, Lösungsansätze
- 1.6 Abwägung zum ökologischen Gesamtkonzept
- 1.7 Planerische Umsetzung

### Teilkonzept I ENERGIE

- 2.1 Systeme erneuerbarer Energien
- 2.2 Passive Solarenergienutzung
- 2.3 Aktive Solarenergienutzung - Solarthermie
- 2.4 Anlagenkonzepte
- 2.5 Photovoltaik (PV)
- 2.6 Windkraft
- 2.7 Wasserkraft
- 2.8 Biomasse

### Teilkonzept I WASSER

- 3.1 Zielstellung für das Teilkonzept
- 3.2 Analyse und spezifische Rahmenbedingungen
- 3.3 Lösungsansätze
- 3.4 Ausarbeitungsergebnisse / Planunterlagen

## Inhaltsverzeichnis

### Teilkonzepte | STÄDTEBAU, FREIRAUM UND VERKEHR

- 4.1 Zielstellung für das Teilkonzept
- 4.2 Analyse und spezifische Rahmenbedingungen
- 4.3 Lösungsansätze
- 4.4 Ausarbeitungsergebnisse / Planunterlagen

### Teilkonzepte | KONSTRUKTION UND STOFFE

- 5.1 Kriterien für die Baustoffwahl nach ökologischen Gesichtspunkten
- 5.2 Übersicht über natürliche Rohstoffe und ihre Anwendungsgebiete als Baustoffe
- 5.3 Konstruktionen für Neubau und Sanierung

### Anlagen

- A-1 Checkliste Ökologischer Fragestellungen
- A-2 Übersicht Kartenmaterial und Informationsquellen

# 1 Gesamtkonzepte für ökologische Sanierungen und Neubau

## Ausgangspunkt

Ökologisches Bauen bedeutet die Entwicklung und Umsetzung von Gesamtkonzepten in ganzheitlichen und integrierenden Planungs- und Bauprozessen mit dem Ziel, ein Höchstmaß an Lebensqualität mit geringsten irreversiblen Eingriffen in die natürlichen Kreisläufe zu schaffen. Der Umgang mit dem Bestand ist dem Neubau auf unerschlossenem Gelände grundsätzlich vorzuziehen.

## Ansatz

Gesamtkonzepte für ökologische Sanierungsmaßnahmen und Neubebauung sind an übergreifenden Zielen nachhaltiger Stadtentwicklung orientiert. Der Begriff „baulich-ökologische Sanierung“ wird, im Sinne einer ganzheitlichen Planung, um ökonomische und soziale Aspekte erweitert. Ziel ist die Entwicklung von Lebensräumen mit hoher, differenzierter Lebensqualität. Nur so kann den Forderungen der Agenda 21 und der Definition „nachhaltiger Entwicklung“, Rechnung getragen werden.

## Leitlinien nachhaltiger Stadtentwicklung

- Langfristig und dauerhaft planen, bauen und bewirtschaften (ökolog./ökonom./sozial)
- gesamten Lebenszyklusses von Gebäuden betrachten, Kreisläufe wiederherstellen
- Preiswerten Wohnraum erhalten / wiederherstellen bei gleichzeitiger Erhöhung der Wohn- und Lebensqualität
- ökologische Lasten (Energie, Wasser, Stoffe und Landschaft) verringern, Energie- und Wasserverbrauch reduzieren

- Wohnen und Arbeiten, gemischte Nutzung der Wohngebiete bzw. der Gebäude anstreben, Beschäftigungsmöglichkeiten schaffen
- Wohnungen unterschiedlicher Größe und flexibler Nutzung
- ein günstiges Umfeld für soziale und kulturelle Entwicklung schaffen, soziale und kulturelle Angebote verbessern
- Wasser-, Landschafts- und Freiraumkonzeption miteinander verbinden
- Eigenverantwortung und Mitgestaltungsrecht der Bewohner anerkennen und nutzen (Partizipation, Integration, Identität stiften)

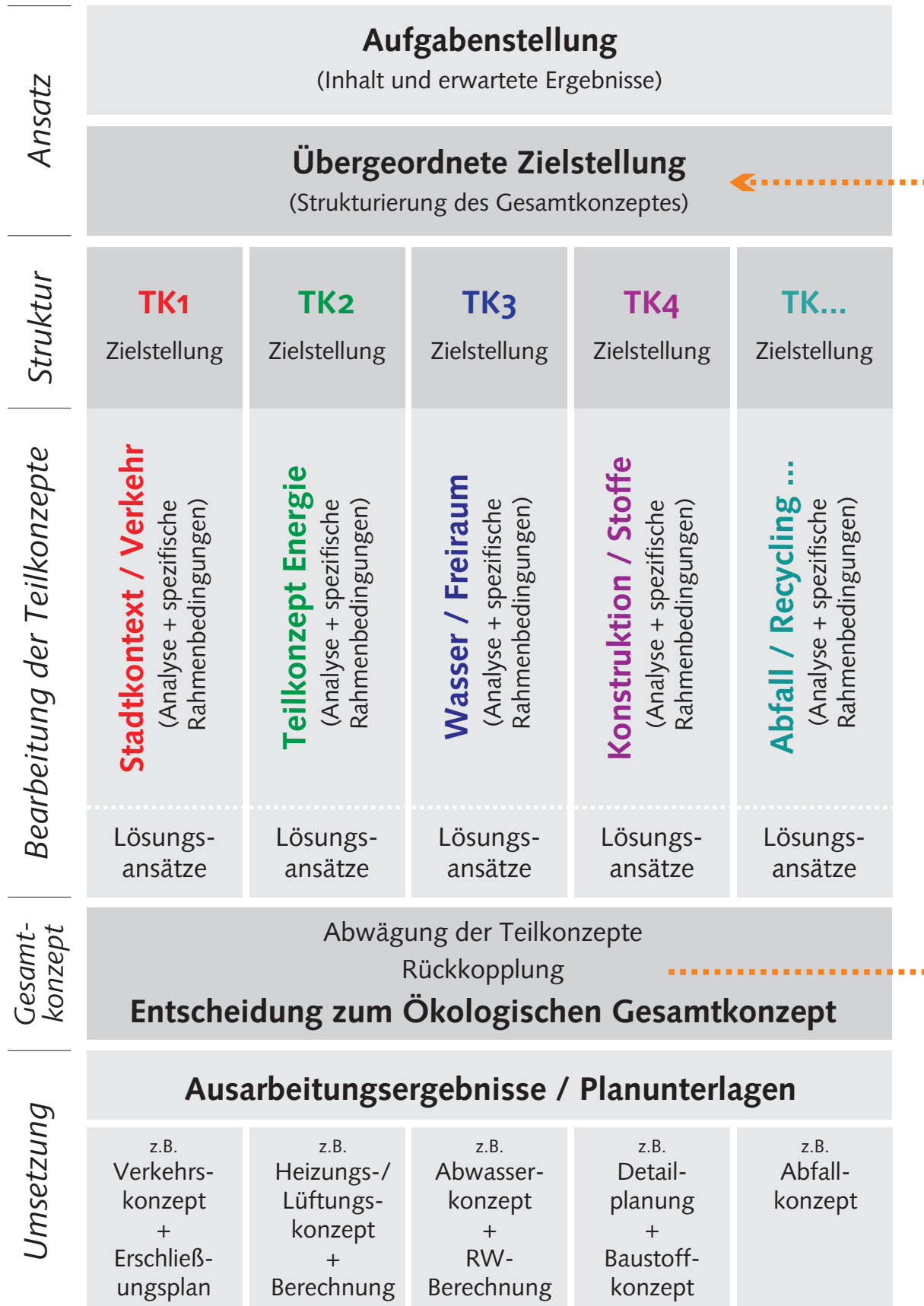
## „Ökologisches Gesamtkonzept“ – Planungsansatz und Methode

Zur Bewältigung von nachhaltigen Sanierungs- oder Neubaufaufgaben kann ein Ökologisches Gesamtkonzept als methodisches Prinzip für eine integrative Planung mit einem ganzheitlichen Ansatz dienen. Die Strukturierung des Gesamtkonzeptes in Teilkonzepte ermöglicht über den gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess hindurch den mehrfachen Perspektivenwechsel zwischen der Betrachtung von Teilaspekten und dem Gesamtprojekt mit allen erwünschten und unerwünschten Wechselwirkungen, die es zu optimieren gilt.

Mit der Formulierung der Aufgabenstellung und der übergeordneten Zielstellung werden der Betrachtungsrahmen und der inhaltliche Schwerpunkt gesetzt. Auf der Basis der ziel- und ergebnisorientierten Analyse der Teilkonzepte werden Lösungs-

vorschläge entwickelt. Sie werden mit den spezifischen Rahmenbedingungen, z.B. finanzielle oder anderen situationsbedingten Zwängen abgestimmt. Im nächsten Schritt werden die Lösungsansätze der Teilkonzepte über Rückkopplungen miteinander abgewogen und zu einem Gesamtkonzept optimiert.

Das Ökologische Gesamtkonzept berücksichtigt die strukturellen, funktionalen und stofflichen Verknüpfungen innerhalb des Planungsobjektes und darüber hinaus mit dem angrenzenden Umfeld. Das in sich stimmige, aber flexible Gesamtkonzept ermöglicht auch schrittweise Umsetzungen. Ein wesentliches Erfolgskriterium von integrativen Planungs- und Bauprozessen ist die Einbindung aller beteiligter Akteure (Stadtverwaltung, -politik, Investor, Betroffene, potenzielle Nutzer...) unter der koordinierenden Leitung durch einen Planer.



Prinzip des  
Ökologischen  
Gesamtkonzeptes als  
methodisches  
Hilfsmittel (Beispiel)

## Entwicklung eines Ökologisches Gesamtkonzeptes

### 1.1 Aufgabenstellung (z.B. der Belegarbeit)

Der Belegarbeit wird die Formulierung der Aufgabenstellung vorangestellt. Neben der Erläuterung des ganzheitlichen Ansatzes werden hier der Rahmen der Belegbearbeitung konkretisiert bzw. abgegrenzt und die inhaltlichen Schwerpunkte der detaillierten Ausarbeitung der Teilkonzepte gesetzt (ggf. begründet). Beides dient dem Selbstverständnis der Bearbeitergruppe und macht die Arbeit auch für den außenstehenden Leser nachvollziehbar.

Die Aufgabenstellung beantwortet die Frage: Was beinhaltet die vorliegende Arbeit? Die Erläuterung sollte bereits zielorientiert sein und auch zu erwartende

Ergebnisse formulieren. Abhängig vom konkreten Projekt kann es sinnvoll sein, eine kurze Erläuterung zur Vorgehensweise innerhalb der Bearbeitung zu geben. Diese Informationen richten sich an den (laienhaf-ten) Auftraggeber, erleichtern jedoch gleichzeitig den Bearbeitern selbst die Gliederung der Arbeit.

Alle Belegbearbeitungen sind als komplexe Aufgaben angelegt. Das liegt im Wesen des ganzheitlichen Ansatzes. Um den Rahmen der Belegarbeit nicht zu sprengen, gilt es, ein Gesamtkonzept zu entwickeln, wobei die Teilkonzepte nur exemplarisch bis ins Detail gelöst werden.

### 1.2 Übergeordnete Zielstellung

Die übergeordnete Zielstellung kann den Charakter eines Leitzieles oder Leitbildes haben und dient zur grundsätzlichen Orientierung bei der Entwicklung des Gesamtkonzeptes für die konkrete Aufgabe. In der Praxis liegt die besondere Bedeutung darin, im Rahmen einer integralen Planungsgruppe bzw. bei kooperativen Planungsverfahren gemeinsam einen übergeordneten inhaltlichen Konsens zu formulieren. Im Konfliktfall können die Planungsbeteiligten darauf immer zurückgreifen. Für die Belegaufgaben gelten grundsätzlich die Anforderungen an Ganzheitlichkeit und Nachhaltigkeit.

*Beispiel: „Bebauung C+P-Gelände Gotha“ (Wohnungsneubau auf Industriebrache)*

Übergeordnete Ziele:

- Entwicklung eines ökologisch- und sozialverträglichen sowie ökonomisch tragfähigen Wohngebietes, zur Schaffung

eines qualitativ hochwertigen und gesunden Wohn-, Arbeits- und Lebensraumes;

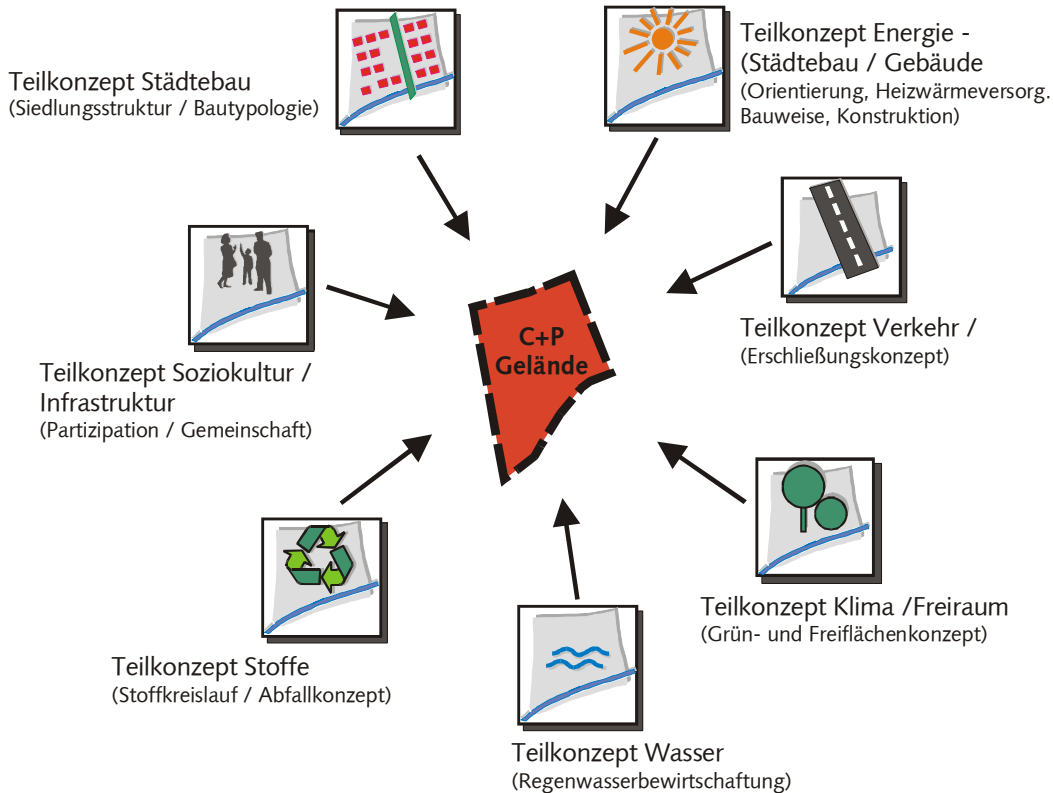
Andere Beispiele:

- Energie- und Ressourcenbedarf bei Gebäudeherstellung, Nutzung und Abriß minimieren
- natürliche Systeme und regenerierbare Ressourcen intelligent nutzen
- zeitgemäße, vielfältige Bebauung mit hoher ästhetischer Qualität schonend in das Landschafts- und Siedlungsbild einfügen
- gesundes Wohnen und Arbeiten mit hohen bauökologischen Standards
- Flexibilität und Dauerhaftigkeit in wirtschaftlichen Siedlungsstrukturen
- Menge und Konzentration von Luft- und Wasserverunreinigungen, Abwärme, Abfälle, Abwässer und versiegelten Flächen gering halten
- Artenvielfalt der Tier- und Pflanzenwelt am Standort erhalten oder erhöhen



## Die Teilkonzepte:

Beispiel  
Bebauung C+P-  
Gelände Gotha



### 1.3 Inhalt und Struktur eines ÖG

Mit der Entwicklung der Struktur des Ökologischen Gesamtkonzeptes wird gleichzeitig der formale und der inhaltliche Rahmen für die nachfolgende Erarbeitung der Konzeption und der Planung geschaffen. Deshalb ist dieser Schritt sehr wichtig.

Es gilt, das Gesamtkonzept für den ersten Teil der Bearbeitung in sinnvolle Teilkonzepte zu unterteilen. Diese werden zwar im Sinne der Ganzheitlichkeit stets im Zusammenhang betrachtet, eine genaue Analyse und die Entwicklung von Lösungsansätzen muß jedoch spezifisch erfolgen.

Die Struktur des Gesamtkonzeptes entspricht somit gleichzeitig der Gliederung der Belegarbeit! Die einzelnen Schritte der Bearbeitung folgen nun immer dieser Struktur.

Der Vorteil:

1. Es wird nichts vergessen! (Teilaspekte, Fakten, Rahmenbedingungen)
2. Einzelne Aspekte können intensiver andere weniger genau betrachtet werden, ohne daß zum Schluß etwas unter den Tisch fällt.
3. Innerhalb einer starken Struktur kann man flexibler reagieren. Bei der „kreislaufigen“ Planung sind Rückkopplungen möglich!
4. Zielstellungen für Teilkonzepte können konkreter formuliert werden.

Das Ökologische Gesamtkonzept dient gleichzeitig als theoretische Grundlage und als Methode. Das heißt, als Vorgehensweise hilft es, zu einer ganzheitlichen Lösung zu gelangen, die dann Grundlage für die Planung und die Umsetzung des Projektes sind.

Was ist zu tun? Alle Aspekte, die für die Planung relevant sind, müssen abgedeckt sein. Das betrifft die üblichen Standortfaktoren oder gebäudetechnische Aspekte ebenso, wie „neue“ Bereiche wie z.B. Partizipation oder soziale Infrastruktur. Die Teilkonzepte werden benannt und Zielstellungen formuliert. Dabei ist es wünschens-

wert und sinnvoll, zu diesem Zeitpunkt bereits auf Wechselwirkungen und Abhängigkeiten untereinander zu achten.

Das komplexe Gesamtkonzept umfaßt folgende inhaltliche Schwerpunkte, die über die Teilkonzepte abgedeckt sein sollten. Mit welcher Ausführlichkeit dies geschieht, ist abhängig von Inhalt und Art des Projektes.

- **Energie**  
(städtebauliche Ebene und Gebäudeebene betrachten!)
  - Energieversorgung
  - Heizungs- / Lüftungskonzept
  - Warmwasserbereitung
  - passive Solarenergienutzung - Belichtung inkl. sommerlicher Wärmeschutz, Orientierung...(in Abhängigkeit vom Nutzungskonzept)
  - (additive) aktive Solarenergienutzung
  - Energiebedarfsberechnung nach ENEC, vereinfachtes Monatsbilanzverfahren (**Niedrigenergiestandard!**)
  - wärmetechnische Gebäudedaten, ggf. Bilanzen (CO<sub>2</sub>, Primärenergie-Gehalt, Emissionen...)
  - ggf. konstruktive Lösungen (wärmeübertragende Hülle, Detaillierung wärmebrückenfreier, luftdichter Anschlüsse)
- **Städtebau / Kontext**  
(Typologien, Geschichte, ‚genius loci‘, funktionaler und gestalterischer Bezug zu Stadtteil bzw. Gesamtstadt, Umland usw.)
- **Nutzung**  
(Langfristigkeit und Flexibilität, Funktionalität, Zonierung – abhängig vom Energiekonzept)
- **Verkehr / Erschließung**  
(Mobilität, ÖPNV, MIV, Wege, Stellplätze)
- **Wasser**  
(Trinkwasser / Abwasser / Regenwasser)
- **Konstruktion**  
(Bauweise, Technologie, Materialien, Details)
- **Stoffe**  
(Baustoffe, Schadstoffe, Kreisläufe, gesundes Bauen)
- **Abfall / Recycling**  
(Abfallkonzepte, Lebenszyklen: Stadt, Gebäude, Wohnen...)
- **Betrieb**  
Wartung + Pflege, Nutzerverhalten
- **Soziale(s) / Infrastruktur**  
(Nutzerbedürfnisse, Beteiligung, „Objekt“ im Stadtteil)
- **Architektur! Ästhetik / Gestaltung des Lebensraumes**  
(Funktionalität und Ästhetik als Qualitätskriterien - Nachhaltigkeit auch gestalterisch thematisieren; Wahrnehmungsaspekte: Sinnlichkeit, Farben, Texturen,...; Innen und Außen, Natur - Kunst - Technik im 21.Jhdt.)

## 1.4 Teilkonzepte – Analyse, Rahmenbedingungen, Lösungsansätze

TEILKONZEPT	TEILKONZEPT		TEILKONZEPT	TEILKONZEPT	TEILKONZEPT	TEILKONZEPT
Städtebau- licher Kontext Verkehr Erschließung	Energie		Nutzung Flexibilität	Konstruktion Stoffe	Wasser Freiraum Grünflächen	weitere...
	Städtebau- liche Ebene	Gebäude- ebene				
Topographie Demographie- daten	Bau- strukturen	Bauweisen	geschichtlicher Kontext  Demographie- daten	Bauweisen	Bodenwerte  TW-Bedarf	...

*Beispiel:*  
„Schule Weimar-West“  
Vorschlag für  
Teilkonzepte

### 1.4.1 Analyse

Mit der Analyse werden alle wichtigen Informationen, Fakten und Daten gesammelt, die für die Lösungsfindung des jeweiligen Teilkonzeptes wichtig sind. Die ‚städtebauliche Bestandsaufnahme‘ würde sich z.B. von einer gewöhnlichen Analyse dahingehend unterscheiden, daß die verschiedenen Standortfaktoren (z.B. Topographie, Bodenwerte, Demographiedaten, geschichtlicher Kontext, Baustrukturen, typische Bauweise, Vegetation, TW-Bedarf ...) bereits in Bezug auf das Teilkonzept hin analysiert werden.

Über die Definition der konkreten Zielstellung für einzelnen Teilkonzepte wird geklärt, welche Informationen im Rahmen der Analyse erfaßt werden müssen. Neben der klassischen Bestandsaufnahme kann durch das Herausarbeiten von Schwachstellen (-) und Potenzialen (+) eine erste Wertung der Ergebnisse vorgenommen werden. Deshalb kann von einer ziel- und ergebnisorientierten Analyse gesprochen werden.

### 1.4.2 Rahmenbedingungen

Mit Rahmenbedingungen sind die spezifischen Bedingungen gemeint, die – über die Bestandsaufnahme hinausgehend – ganz spezifische Umstände oder besondere Bedingungen des konkreten Projektes beschreiben, die wiederum einen grundsätzlichen Einfluß auf die Entscheidungsfindung haben werden. Dazu können beispielsweise politische, ökonomische oder sogar soziale Zwänge gehören, die eine „planerisch richtige“ Lösung ausschließen lassen. Andererseits können bestimmte Umstände die Möglichkeiten erweitern und die Lösung positiv beeinflussen, wie z.B. lokale oder regionale Förderbedingungen.

*Beispiel: Sanierung einer Plattenbauschule im Wohngebiet*

- Langfristig energetisch und ökonomisch betrachtet wäre die Beheizung der Schule mit einer dezentralen Gas-Brennwert-Technik richtig. Die Stadt hat jedoch die politische Entscheidung getroffen, einen Anschlußzwang an das sanierte Nahwärmesystem im Wohngebiet zu erlassen.*
- Die Integration einer PV-Anlage in das Energieversorgungskonzept erweist sich als unwirtschaftlich. Über einen (fiktiven!) Sonderförderpotopf für „Solarenergie-Demonstrationsanlagen an Schulen“ sind zusätzliche Investitionsmittel da. Die PV-Anlage könnte trotz nachgewiesener Unwirtschaftlichkeit integriert werden.*

### 1.4.3 Lösungsansätze der Teilkonzepte

Die Lösungsansätze oder der Lösungsansatz für ein Teilkonzept kann man sich wie ein Bündel von baulich-ökologischen bzw. sozialen Maßnahmen für den jeweiligen Themenschwerpunkt vorstellen.

Auf der Grundlage der Analyse und der spezifischen Rahmenbedingungen wird – mit Blick auf das angestrebte Ziel des Teilkonzeptes – aus der Vielzahl der möglichen Maßnahmen ein in sich stimmiges Maßnahmenbündel zusammengestellt. In sich widersprüchliche Lösungen (wie z.B. Regenwassernutzung für WC-Spülung und Gründach am gleichen Gebäude) müssen dabei ausgeschlossen werden.

Um die Lösungsfindung nachvollziehbar zu machen, können unterschiedliche Lösungsansätze dargestellt und diskutiert werden. In manchen Fällen bietet sich die Untersuchung von Varianten unterschiedlicher Lösungsansätze an. Dabei können beispielsweise Zeitfaktoren bzw. Umsetzungsstufen (z.B. kurz-, mittel-, langfristige Lösung) oder kostenbedingt differenzierte Standards (Minimal-, Standard-, hoher Standard) eine Rolle spielen. Letztendlich wird der gewählte Lösungsansatz dargestellt und begründet.

### 1.5 Abwägung zum ökologischen Gesamtkonzept

An dieser Stelle müssen nun die Lösungsansätze aus den Teilkonzepten miteinander abgewogen und letztendlich im Gesamtkonzept aufeinander abgestimmt werden. Deshalb müssen einerseits Widersprüche untereinander ausgeschlossen und andererseits Vernetzungsgewinne, die durch die Verknüpfungen entstehen können, befördert werden.

Wie wird so ein Abwägungsprozeß durchgeführt? Abwägung ist ein wichtiges Prinzip integrativer, reflexiver Planungsprozesse. Sie ist der transdisziplinäre integrative Prozess der Entscheidungsfindung. Zuerst werden die Teillösungen nebeneinandergestellt, um Widersprüche offenzulegen. Gibt es welche, muß das Teilkonzept entsprechend überarbeitet

werden. Dann erfolgt eine Rückkopplung mit der Leitzielstellung und den Zielstellungen der einzelnen Teilkonzepte. Hat sich die Gesamtlösung von der übergeordneten Zielstellung entfernt? Wenn ja, warum? Müssen möglicherweise die Zielgrößen korrigiert werden oder ist das Ergebnis zu überdenken? Wurden alle Analyseergebnisse und Rahmenbedingungen bedacht?

Auf der Grundlage der Abwägung kann die Entscheidung zum Gesamtkonzept begründet werden. Bei der Erläuterung sind besonders die Zusammenhänge und Abhängigkeiten innerhalb der Teilkonzepte und untereinander hervorzuheben. Denn in dieser Verknüpfung liegt die besondere Qualität des ganzheitlichen Konzeptes, das mehr ist als die Summe seiner Teile.

*Mögliche konkrete Ergebnisse der Schwerpunktbearbeitung sind z.B.:*

- Entwurf- und Ausführungspläne
- Detailplanung
- Berechnungen / Ermittlungen / Bilanzen
- Erläuterung technischer Ausführungen
- verschiedene Konzepte

### 1.6 Planerische Umsetzung (Schwerpunktbearbeitung)

Die Umsetzung des Gesamtkonzeptes kann im Rahmen der Belegarbeit nur auf planerischer Ebene und dabei nur exemplarisch erfolgen. Grundsätzlich können auf der Grundlage dieses Konzeptes, sämtliche

Entscheidungen getroffen werden und weiterführende Bearbeitungen in allen Planungs- und Umsetzungsphasen erfolgen. Dabei empfiehlt es sich, weiterhin der Strukturierung in Teilkonzepte zu folgen.

## Literatur – Ökologische Gesamtkonzepte

Anmerkung: Der überwiegende Teil der Literatur ist an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vorhanden und kann jederzeit eingesehen werden.

### Ökologisches Bauen – Allgemein

- \*\*\* Bund Deutscher Architekten (BDA) (Hrsg.):  
*Umwelt-Leitfaden für Architekten*,  
Berlin 1994
- \*\*\* Europäische Akademie für Städtische Umwelt  
Berlin und Öko-Zentrum NRW Hamm (Hrsg.):  
*Handbuch ökologischer Siedlungs(um)bau*. Bearb.  
Kennedy, Margrit und Kennedy, Declan. Dietrich  
Reimer Verlag, Berlin, 1998
- \*\*\* Hahn, Ekhart:  
*Ökologischer Stadtumbau. Konzeptionelle  
Grundlegung*.  
2. Auflg., Frankfurt /M., Berlin, Bonn..., 1993
- \*\*\* Schulze Darup, B.:  
*Bauökologie*  
Bauverlag, 1996
- \*\*\* Sukopp, Herbert und Wittig, Rüdiger (Hrsg.):  
*Stadtökologie – Ein Fachbuch für Studium und  
Praxis*.  
2. Auflage, 1998
- \*\*\* Umweltbundesamt (Hrsg.):  
*Ökologisches Bauen*.  
Berlin 1992

### Nachhaltige Stadtentwicklung

- \*\*\* Meyer, Johannes:  
*Die zukunftsfähige Stadt: Nachhaltige Entwick-  
lung in Stadt und Land*.  
Düsseldorf 1997
- \*\*\* Deutscher Städtetag (Hrsg.):  
*Städte für eine umweltgerechte Entwicklung*.  
Materialien für eine „Lokale Agenda 21“, Köln  
1995

### Ganzheitliche Gebäude- und Siedlungskonzepte

- Energieagentur NRW (Hrsg.):  
*Tatort L-E-O – Integriertes Planen und Bauen am  
Beispiel des Kölner Low Energy Office*  
REN Impuls-Programm „Bau und Energie“, 1995
- \*\*\* Kennedy, M., Haas, D., Kennedy, D.:  
*Zukunftsweisender ökologischer Siedlungsbau in  
Europa; Band 1 – 3*.  
WEKA Fachverlage, Kissing 1993
- \*\*\* Sperling, Carsten, Forum Vauban e.V., Öko-  
Institut (Hrsg.):  
*Nachhaltige Stadtentwicklung beginnt im  
Quartier*  
Ein Praxis- und Ideenhandbuch für Stadtplaner,  
Baugemeinschaften, Bürgerinitiativen am Beispiel  
des sozialökologischen Modellstadtteils Freiburg-  
Vauban, 1999
- \* Landeshauptstadt München (Hrsg.):  
*Ökologische Bausteine Messestadt-Riem*  
Teil I Stadtplanung; Teil II Gebäude und Freiraum,  
1995 und 1998
- \* Stadt-sanierungsamt Tübingen (Hrsg.):  
*Stadt mit Eigenschaften: Tübingen – Städtebauli-  
cher Entwicklungsbereich „Stuttgarter Straße/  
Französisches Viertel“*.  
Tübingen 1998
- \* Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen  
Berlin (Hrsg.):  
*Der Block 103 – Berlin Kreuzberg Stadter-  
neuerung*.  
Berlin 1994

Die Literaturhinweise sind  
in 3 Kategorien unterteilt:

- \*\*\* *Standardwerke und  
Grundlagenliteratur*
- \*\* *Spezielle Literatur*
- \* *weiterführende  
Literatur*



## 2 Systeme erneuerbarer Energien

### REGENERATIVE ENERGIEN

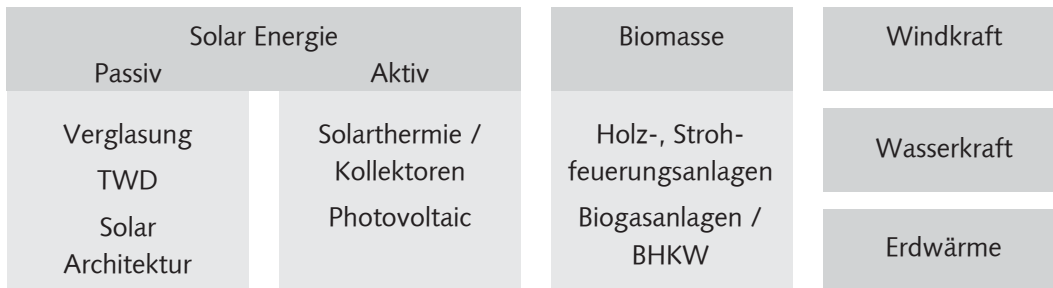


Abb. 01  
verfügbare  
Energiequellen

### FOSSILE ENERGIEN



### 2.1 Systeme erneuerbarer Energien

Bei der Bearbeitung der Belegaufgaben geht es darum, ökologische Gesamtkonzepte zu entwickeln. Ein Teil davon umfasst die Erarbeitung eines Energiekonzeptes für das jeweilige Bearbeitungsfeld.

In der Planungsphase werden bedeutende Entscheidungen für den Energieverbrauch des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes getroffen.

Bei der Baustoffwahl wird sich für oder gegen Materialien mit hohem Primärenergieinhalt entschieden. Bei der Wahl der Heiztechnik gibt es große Unterschiede in der Umweltverträglichkeit einzelner Systeme. Die Gebäudekonstruktion mit ihren Dämmstoffstärken und Verglasungsarten entscheidet über Transmissionswärmeverluste und somit höheren Heizwärmebedarf aber auch über solare Gewinne.

Für die Gebäudenutzung müssen **drei Energiearten** bereitgestellt werden:

- Raumheizung
- Brauchwassererwärmung
- elektrischer Strom

Dafür stehen nach Abb. 01 verschiedene Medien zur Verfügung basierend auf fossilen wie regenerativen Energieträgern.

Die Energieversorgung der Bundesrepublik basiert derzeit zu ca. 85 % auf fossilen Energieträgern.

Bis ca. 1800 beruhte die gesamte Energieversorgung auf erneuerbaren Energien (Holz und Wind, Wasser- und Muskelkraft). Erst mit Beginn der Industrialisierung wurden fossile Energievorräte in steigendem Maße ausgebeutet. Auch wenn neue Lagerstätten entdeckt werden, ändert das nichts an der Endlichkeit der fossilen Energien.

Bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas entsteht  $\text{CO}_2$ , das die wesentliche Ursache für die Aufheizung der Erdatmosphäre und die daraus resultierende Klimagefahr ist.

Die Kernenergie deckt derzeit bundesweit ca. 30 % des Strombedarfs: Das Gefahrenrisiko der Nutzung von Kernenergie ist bekannt und die Entsorgungsfrage der Reaktorabfälle ist ungeklärt.



**Basis** für eine *langfristig sichere Energieversorgung* bleibt die **Sonne**:

- kann direkt zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden → *passive Solarenergienutzung, Solarthermie, Solarstrom*
- Sonne ermöglicht das Wachstum von Pflanzen → *Biomasse*
- Sonne verursacht Winde durch unterschiedliche Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die Erde und damit unterschiedliche Erwärmung der Erde → *Windkraft*

- durch Solarstrahlung verdunstet Wasser aus den Ozeanen, Wolken entstehen und regnen sich ab: Basis für → *Wasserkraftnutzung*

Biomasse, Wind- und Wasserkraftnutzung stellen somit eine indirekte Nutzung der Sonnenenergie dar. Weil **Sonne, Wind, Wasser und Biomasse** nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich sind, werden sie auch als **regenerative Energien** bezeichnet.

## 2.2 Passive Solarenergienutzung

- Solarnutzung zur Unterstützung der Gebäudeheizung, die ohne aufwendige Technik wie Pumpen, Wärmekreisläufe u.ä. auskommt
- gezielte Nutzung der Solarstrahlung über Komponenten wie die Verglasung sowie mit transparenter Wärmedämmung

### **Verglasung:**

Wärmeschutzgläser erreichen U-Wert von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  und besser und Energiedurchlassgrad von  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , daraus ergibt sich bei Südfenstern eine *positive Energiebilanz*: die Verglasungen holen über das Jahr mehr Energie ins Haus als durch sie nach außen abgestrahlt wird.

### **Transparente Wärmedämmung:**

- fällt Sonne auf eine Wand, so entsteht an der Außenhaut Wärme;
- durch die opake Dämmung gelangt die Wärme nicht in die Wand und das Gebäude;

- bei TWD gelangt das Sonnenlicht relativ ungehindert durch die Dämmung hindurch, trifft auf die (schwarze) Absorber-Wand und wandelt sich dort erst in Wärme um
- diese Wärme wird von der TWD (Dämmung!) zurückgehalten und heizt daher die Wand auf
- die Wärme wird mit einer gewissen Zeitverzögerung an den Innenraum abgegeben

**Dimensionierung:** solarer Wärmegewinn  
**50- 150 kWh pro m<sup>2</sup> TWD und Jahr**

**Regelung:** um Überhitzung im Sommer zu vermeiden sind Abschattungen nötig,

**Kosten:** höher als bei opaker Dämmung; preisgünstiger sind TWD- Verbundsysteme, bei denen transparente Dämmplatten mit lichtdurchlässigem Putz versehen werden.



### **Solararchitektur:**

- Standortwahl,
- Orientierung des Gebäudes,
- Gebäudeform,
- Verschattung,...

solare Optimierung von B-Plänen spart 5-15% Heizenergie ein, in Einzelfällen sogar bis zu 40 %:

- *kompakte Gebäude* → verbrauchen grundsätzlich weniger Energie weil sie bei gleichem Volumen eine geringere Ober-

fläche und damit geringere Transmissionsverluste aufweisen

- *Ausrichtung der Gebäude* → bestimmt den Umfang passiver Solarenergienutzung
- *Verschattung* → gegenseitige Verschattung von Gebäuden erhöht den Heizenergiebedarf, da passive Solarenergienutzung, besonders im Winter bei tiefstehender Sonne behindert wird

## **2.3 Aktive Solarenergienutzung - Solarthermie**

Die aktive Umwandlung von Sonnenenergie in Wärme mittels Sonnenkollektoren wird als Solarthermie bezeichnet.

### *Funktionsprinzip:*

Sonnenstrahlen treffen auf einen **Kollektor** und werden vom **Absorber** in Wärme umgewandelt. Das Wärmeträgermedium wird durch die so gewonnene Energie erwärmt und in einem **Solarkreislauf** zum **Speicher** geleitet. Das **Wärmeträgermedium Wasser** z.B. gibt die Wärme im Brauchwasserspeicher ab.

Die heute marktüblichen Solarkollektoranlagen lassen sich in vier hauptsächliche Anwendungsgebiete unterteilen

- Solarkollektoranlagen zur Brauchwassererwärmung
- Kombinationsanlagen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung
- Solarabsorber zur Schwimmbadheizung
- Solarkollektoren für industrielle Prozesse (Prozesswärme)

Nach der Bauart lassen sich Solarkollektoren in drei Klassen gliedern:

- Flachkollektoren
- Vakuumröhrenkollektoren
- Speicherkollektoren

Bei den üblichen Flachkollektoren wird der Absorber auf der Rückseite vom Dämmmaterial und auf der Vorderseite von einer Glas- oder Kunststoffscheibe eingeschlossen.

### **Kollektoren**

Kollektoren bestehen grundsätzlich aus folgenden Bauteilen:

#### *Strahlungsdurchlässige Abdeckung:*

- bietet Schutz gegenüber Witterungseinflüssen
- Schutz gegen Beschädigungen
- Erreicht bei hochtransparenter, entspiegelter Glasabdeckung Transmissionsgrade von über 90 %

#### *Absorber*

- bestehen meist aus Kupferrohr in Verbindung mit Lamellen aus Alu oder Kupfer

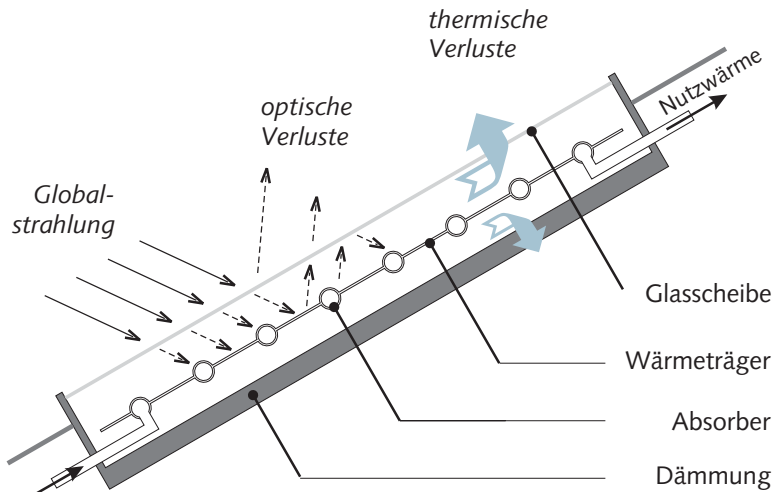


Abb 02:  
Funktionsprinzip  
Flachkollektor

- direkt der Sonne zugewandt
- verfügen über ein hohes Absorptionsvermögen bei gleichzeitig geringer Wärmeabstrahlung insbesondere durch hochselektive Beschichtungen

#### Wärmedämmung

- die Rückseite der Kollektoren wird mit einer Wärmedämmung von 60- 80 mm Dicke, vorwiegend aus Mineralfaser zur Minderung der Wärmeverluste versehen

#### Rahmen

- bestehen meist aus Aluminium, Titanzink oder Kunststoff

### Kollektorarten

#### Flachkollektor

Wirkungsgrad: ca. 60 %

Verluste entstehen durch

- Reflexion an der Abdeckscheibe
- Reflexion des Absorbers
- Wärmeabstrahlung des Absorbers
- Konvektionsverluste innerhalb des Kollektors
- Wärmeleitungsverluste zur Rückwand

Kosten:

600- 1000 DM/qm Kollektorfläche

Montagekosten für 4-Personen-Haushalt ca.  
900- 1350 DM<sup>3</sup>

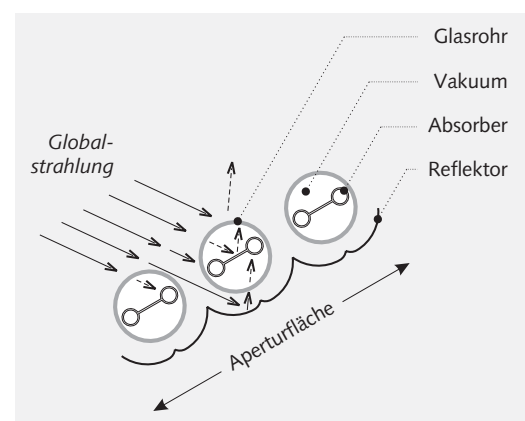
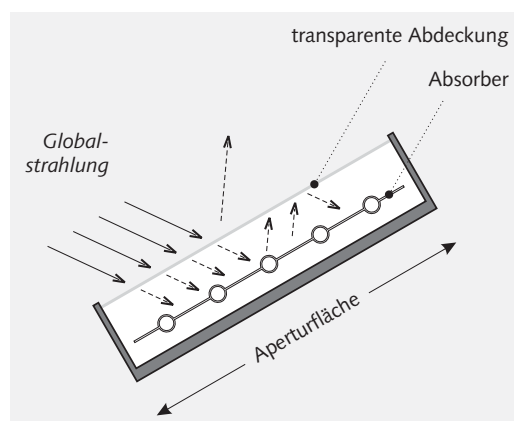
#### Vakuumröhrenkollektor

Wirkungsgrad: ca. 75 %

- Absorberflächen werden in die technisch günstige Form der Glasröhren eingebaut
- Dämmung wird mittels Vakuum erreicht
- Wärmeträgermedium durchfließt die Absorber und nimmt Wärmeenergie auf
- am oberen Ende der Röhren wird die Wärme durch ein gedämmtes Rohr abgeführt
- Modulgrößen: 1- 3m<sup>2</sup> aktive Absorberfläche

Kosten: 1600- 2400 DM/qm Kollektorfläche<sup>3</sup>

Abb. 03:  
Strahlendurchgang  
durch die solare  
Apertur im  
Flachkollektor und  
Vakuumröhrenkollektor



Die Ausrichtung der Absorber kann bei einigen Kollektortypen abweichend von der Montageebene durch das Drehen des Rohres optimal eingestellt werden.

#### *Vakuurröhren mit Heatpipe*

- werden vom Wärmeträgermedium nicht durchflossen
- Absorber leitet die Wärme fast widerstandsfrei über eine durch die Solarwärme verdampfende und an einer metallischen Wärmebrücke wieder kondensierende Flüssigkeit im Absorber an den Solarkreislauf weiter

Vorteile :

- keine Probleme mit Abdichtungen im Vakuumbereich
- schadhafte Röhre kann ohne Unterbrechung des Betriebes ausgetauscht werden
- Optimierung des Einfallswinkels ist durch Drehung der Absorberflächen sehr einfach handhabbar

Wirkungsgrad und Kosten vergleichbar mit Vakuumröhrenkollektor

## 2.4 Anlagenkonzepte

### *Thermosyphonanlagen*

arbeiten nach dem Prinzip der Schwerkraft. Das erwärmte Wasser steigt im Speicher nach oben und fließt nach der Abkühlung zurück in den Kollektor, wodurch ein Kreislauf entsteht (Einkreisssystem).

Diese Art der Anlagen funktionieren nur bei frostfreiem Klima ganzjährig.

### *Pumpenanlage mit Brauchwarmwasser*

- die üblichen Anlagen sind Zweikreisysteme (wie Abb.)
- geschlossener Solarkreislauf mit Frostschutzmittel wird mittels Pumpe angetrieben
- im unteren Bereich des Speichers wird der Solarertrag über Wärmetauscher eingespeist
- im Speicher befindet sich das Brauchwarmwasser, welches von unten nachgespeist wird
- Warmwasser wird von oben gezapft

Falls die Temperatur nicht ausreicht, wird über einen Wärmetauscher das Brauchwasser im oberen Bereich des Speichers nachgeheizt.

Abb. 04:  
Funktionsprinzip einer  
Pumpenanlage mit  
Zweikreisystem

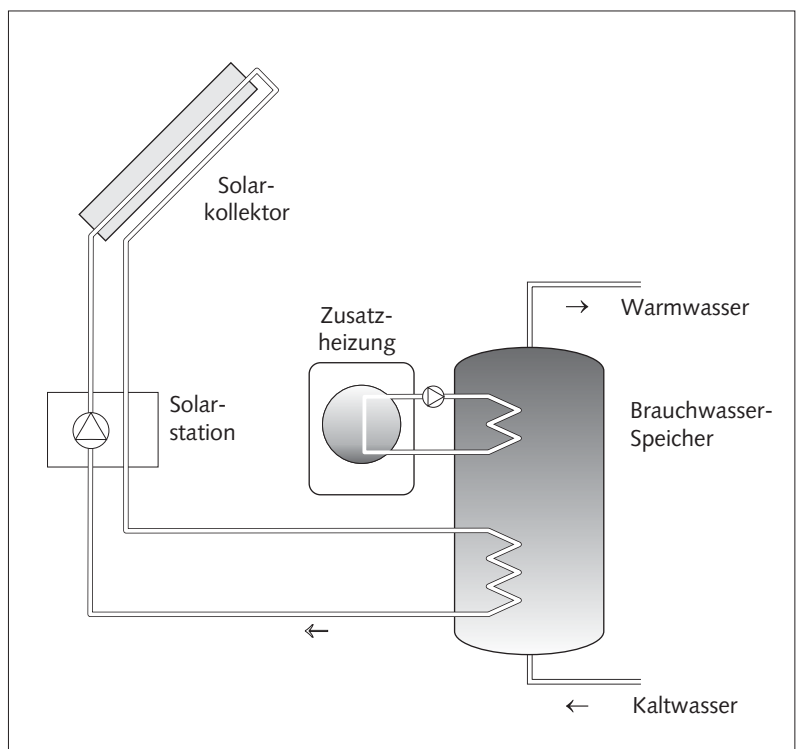


Tabelle 01:  
Tabelle aus Schulze  
Darup: Bauökologie.  
S. 373

Rahmenbedingungen:  
solare Deckungsrate 60%,  
Globalstrahlung 1100 kWh/a,  
Wärmegewinne enthalten  
Anlagenverluste

Nr.	Personen	Energiebedarf pro Tag [kWh]	Absorberfläche (Flachkollektor) [m <sup>2</sup> (netto)]	Speicher- Volumen [ l ]	Wärmegewinn pro Jahr [kWh]
1	2	3,7	3,0	200-300	1100
2	3	5,6	4,0	250-300	1700
3	4	7,4	6,0	300-400	2400
4	6	11,1	7,5	500-600	3000
5	10	18,5	12,0	700-1000	5000
6	20	37,0	20,0	1500-2000	8400
7	40	74,0	35-40	2500-3000	15000-17000
8	100	185,0	80-100	4000-6000	36000-44000
9	200	370,0	120-180	5000-10000	55000-80000

### Dimensionierung von Solaranlagen

wirtschaftlich optimaler Bereich:

- weitestgehende Vollversorgung im Sommer mit Brauchwarmwasser (BWW)
- 55-70 % Gesamtdeckungsrate der Brauchwarmwasserversorgung über das Jahr

Tagesverbrauch:

- BWW 40 l pro Tag und Person, Temperatur: 55°C (wegen Legionellen)
- resultierender Tagesverbrauch einer Person: 1,9 kWh
- Jahresnutzwärmeverbrauch einer vierköpfigen Familie: 2710 kWh

Solarstrahlung:

- Annahme: jährliche Globalstrahlung von 1100 kWh/m<sup>2</sup>, optimale Ausrichtung der Kollektoren.

Speicher:

- die Größe des Speichers sollte den Faktor 1,3 bis 2,0 des täglichen Warmwasserbedarfes ausmachen.

Die Dimensionierung kann überschläglich nach Tabelle 01 erfolgen. Eine genaue Dimensionierung muss durch den Lieferanten der Anlage erfolgen.

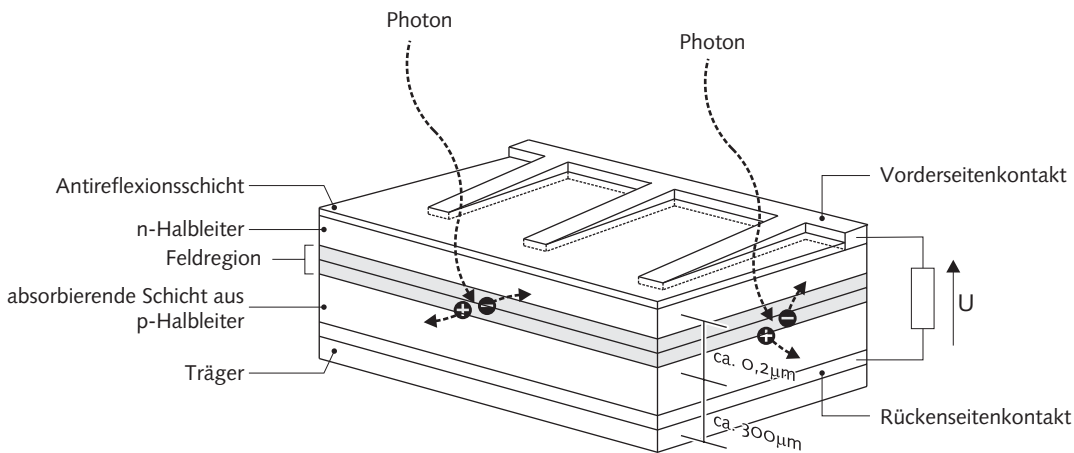


Abb. 05:  
Aufbau einer  
Silizium-Solarzelle

## 2.5 Photovoltaik (PV)

- umweltfreundliche Energieversorgung, da die Sonne als Energiequelle genutzt wird
- für die Herstellung von Anlagen werden Silizium, Glas oder Stahl eingesetzt, Materialien, die in großen Mengen zur Verfügung stehen und am Ende der Nutzungsdauer recycelt werden können
- eine der interessantesten Energietechniken, da Solarstrahlung in den Universalenergieträger Elektrizität umgewandelt wird, ohne thermische, chemische oder mechanische Zwischenschritte
- während des Betriebes der Anlage entstehen weder Schadstoffe noch Lärm
- Anlagen können ohne zusätzlichen Flächenverbrauch beim Verbraucher errichtet werden; auf Dächern oder an Fassaden
- PV zeichnet sich durch eine hohe Modularität aus, von der solaren Armbanduhr bis zu Großkraftwerken ist alles möglich

Das Interesse an der Umsetzung von PV steigt stetig, obwohl die Kosten vergleichsweise hoch liegen. Z.Zt. nur durch staatliche Förderung (100.000 Dächer – Programm, Einspeisegesetz mit Vergütung von 99 Pfennig pro Kilowattstunde Solarstrom) im größeren Umfang realisierbar.

### Komponenten von PV- Anlagen

#### Solarzelle

Die Direktumwandlung von Licht in elektrische Energie erfolgt in Solarzellen. Dabei gibt es keine bewegten Teile, keinen Verschleiß und es treten keine hohen Temperaturen auf. Solarzellen haben daher eine hohe Lebensdauer, die im wesentlichen nur von äußeren Einflüssen begrenzt wird, z.B. eindringende Feuchte und daraus resultierender Korrosion.

#### PV- Module

Für die praktische Anwendung werden viele Solarzellen zu einem Modul zusammengeschlossen.

Bei der Reihenschaltung von Zellen addieren sich die Zellspannungen. Standard-Solarmodule bestehen aus 33 bis 40 Zellen in Reihenschaltung, die eine Spannung von 16- 22 Volt und eine Leistung von 30- 50 Watt liefern. Diese Spannung reicht aus, um 12 Volt- Akkus zu laden oder kleine Geräte zu betreiben. Wird mehr Leistung oder eine höhere Spannung benötigt, können größere Module mit mehr Solarzellen eingesetzt werden.

#### Siebdrucksolarzellen

Die wichtigsten heute industriell gefertigten Solarzellen sind die sogenannten Siebdruck-

solarzellen (c-Si) aus mono- und multikristallinem Silizium, die zusammen einen Weltmarktanteil von über 80% ausmachen. Davon entfallen ca. 50% auf monokristalline und 30% auf multikristalline Zellen.

Die Herstellung von Siebdrucksolarzellen ist heute Stand der Technik. Die Garantiezeiten der Hersteller reichen heute bis zu 25 Jahren. Die Wirkungsgrade von seriengefertigten Solarzellen liegen derzeit bei etwa 13-15% für mono- und 12-14% für multikristalline Solarzellen.

Deutlich höhere Wirkungsgrade lassen sich mit hocheffizienten Siliziumsolarzellen (high efficiency) erreichen, z.B.:

- PERL- Zelle (in Australien entwickelt) → 24%
- LBSF- Zelle (Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme) → 23,3%
- Punktkontakt- Solarzelle (Swanson) → 22,7%

#### *Dünnschicht- Zellen*

Die sogenannten Dünnschicht- Zellen besitzen heute einen Marktanteil von fast 20%. Diese aus amorphem, mit Wasserstoff angereichertem Silizium hergestellten Zellen

werden vor allem in Kleingeräten eingesetzt. Die Wirkungsgrade liegen bei etwa 7-8%. Die Vorteile bestehen vor allem in der Materialersparnis und in der Möglichkeit, als Trägermaterial Glas- oder Metallfolien einzusetzen und Flächen in der Größe eines Moduls zu beschichten. Das geschätzte Kostenreduktionspotential dieser Zellen könnte etwa 30- 50% gegenüber kristallinen Zellen betragen.

Vorteile der solaren Stromerzeugung mittels PV:

- beim Betrieb entstehen weder Lärm noch irgendwelche Abgase
- die Lebensdauer ist sehr hoch, da es keine beweglichen Bauteile gibt; Garantiezeiten von 20 Jahren und mehr werden gewährt
- Silizium ist nahezu unbeschränkt verfügbar
- breite Anwendung: von Kleinstanwendungen wie Taschenrechner über Armbanduhr bis zu Großanlagen mit mehreren Megawatt

Nachteil: hohes Preisniveau, welches durch Förderung und staatliche Unterstützung der Forschung und Entwicklung verringert werden soll.

## 2.6 Windkraft

Bei dieser indirekten Art der Sonnenenergienutzung wird Strömungsenergie in elektrischen Strom umgewandelt.

*Wirkungsweise:*

- Rotorblätter werden aufgrund des Auftriebes infolge von Luftströmungen in Bewegung gesetzt,
- diese Bewegung wird in einem Generator in **elektrische Energie** umgewandelt

Eine durchschnittliche Windkraftanlage von 1,5 MW vermeidet im Laufe ihrer Lebens-

dauer von 20 Jahren die Verbrennung von ca. 80.000 Tonnen Braunkohle.

*Prognose*

man kann davon ausgehen, dass in 10-15 Jahren die Windenergie in Deutschland rund 20- 30% des Strombedarfes abdecken wird.

## 2.7 Wasserkraft

Die kinetische Energie von fließendem Wasser wird beim Durchströmen von Generatoren in elektrische Energie umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist.

- derzeit die bedeutendste regenerative Energiequelle in Deutschland
- 5% des Strombedarfs werden derzeit mit Wasserkraft gedeckt
- Vorteil gegenüber PV und Windkraft: fällt stetig an

## 2.8 Biomasse

unter dem Aspekt der energetischen Nutzung unterscheidet man drei Formen der Biomasse:

### 1. Nasse Biomasse

(Dung, Gülle, Grünschnitt)

kann durch Vergärung unter Luftabschluss Biogas erzeugen, das dann zur Stromerzeugung und/oder Wärmeproduktion dient, weitere Potenziale liegen in der Nutzung von Klär- und Deponiegas sowie der Vergärung von organischen Abfällen

### 2. Trockene Biomasse (Holz, Stroh)

eignet sich zum Verbrennen und damit zur Wärme- und Stromerzeugung.

Neben dem Stroh werden hier insbesondere Schwachhölzer, die bei Durchforstungsmaßnahmen anfallen sowie unbehandelte Resthölzer aus der Industrie verwertet

### 3. Spezielle Energiepflanzen

(Raps, Chinaschilf)

Brennstoff und Treibstoffgewinnung.

Nasse und Trockene Biomasse entstehen als Neben- bzw. Abprodukte. Um sie nicht aufwendig entsorgen zu müssen, werden sie

energetisch genutzt, der Stoffkreislauf wird geschlossen.

Ca. 3% des PEI der Bundesrepublik könnte damit gedeckt werden.

Beim Anbau von Energiepflanzen wird Energie für Anbau und Ernte zunächst investiert, bevor Energie geliefert wird.

Anbau derzeit stark subventioniert, ohne staatliche Unterstützung würde sich der Anbau nicht rechnen.

### 2.8.1 Biogasanlagen

Nutzung vorwiegend in landwirtschaftlichen Betrieben

- Gülle und Fäkalien der Nutztiere gelangen in Vorgrube, in der feste Bestandteile zerkleinert werden, damit homogenes Substrat entsteht,
- Substrat wird in Fermenter (gedämmter und beheizter Gärbehälter) gepumpt, anaerobe Bakterien zersetzen unter Luftabschluss die organische Substanz und erzeugen Biogas
- vergorene Substanz wird in Güllelager gepumpt



Biogas enthält: 65 % Methan und 30 % Kohlendioxid

- Heizwert: 6-6,5 kWh/m<sup>3</sup> (Erdgas 9,8 kWh<sup>3</sup>)
- Betrieb mit 120 Kühen hat einen Ertrag von ca. 100 m<sup>3</sup> Biogas, das entspricht im Jahr einem Heizwert von 23000 Litern Heizöl
- Rentabilität von Biogasanlagen nimmt mit der Größe der Anlage zu,
- bei Dung von mehr als 100 Kühen kann die Anlage wirtschaftlich arbeiten

Vorteile für die Landwirtschaft

- Energetische Verwertung von biologischen Rohstoffen
- Verbesserung des Düngewertes, verträglicher für Pflanzen
- Verringerung der Geruchsemissionen

*Beispiel:*

*Nutzung im Gebäude: Einbau von Vakuumtoiletten in einem Neubaugebiet: Wasser wird gespart, Fäkalien können in Biogasanlage ohne Kanalisation verwertet werden.*

### 2.8.2 Energetische Nutzung von Holz

- moderne Holzfeuerungsanlagen gibt es für einzelne Wohnungen und Wohnhäuser aber auch für ganze Wohngebiete (Feuerungsleistungen von wenigen kW bis hin zu mehreren 1000 kW)
- beste Marktchancen haben Anlagen für Holzpellets und Nahwärmesysteme mit Holzhackschnitzelheizungen
- Holzpellets sind zu kleinen Stäben gepresste Späne, die automatisch dem Brenner zugeführt werden können, wodurch Nachlegen von Holzscheiten entfällt

Vorteile der Nutzung von Holz als Energiequelle:

- CO<sub>2</sub> - neutraler Brennstoff
- Holz wird bei nachhaltiger Nutzung nicht erschöpft, Begriff „Nachhaltigkeit“ kommt ursprünglich aus Forstbereich: nur soviel ernten, wie nachwachsen kann
- Holzheizungen ergänzen sich gut mit thermischer Solarenergienutzung:

Holzfeuerungsanlagen haben einen nur geringen Regelbereich und eignen sich

deshalb weniger für den Sommer und die Übergangsmonate, wenn der Wärmebedarf gering ist, hier kann mit Solarthermie gekoppelt werden

Auch bei den heutigen Energiepreisen kann eine Wärmeversorgung mit Holz die preisgünstigere Variante sein als eine konventionelle Öl- bzw. Gasheizung.

### 2.8.3 Wärmepumpe

Über einen Verdichter, der mit externer Antriebsenergie betrieben wird, wird ein dampffähiges Arbeitsmedium auf einen höheren Druck verdichtet, wodurch es sich stark erwärmt. Über einen Kondensator wird dem Arbeitsmittel Wärme entzogen, bis es sich wieder verflüssigt. Die Wärme auf dem höheren Temperaturniveau wird zur Raumheizung oder Wassererwärmung genutzt. Über ein Expansionsventil kann sich das unter Druck stehende Arbeitsmittel ausdehnen und gelangt schließlich in den Verdampfer. Hier wird es durch Zufuhr von Wärme aus der Wärmequelle wieder verdampft, am Verdichter schließt sich erneut der Kreis.



Kritik an der Wärmepumpe: mit Antriebsenergie aus dem konventionellen Kraftwerk mit 33% Wirkungsgrad ist der Primärenergiebedarf genauso groß wie bei Heizung mit Brennwertkessel, der einen Wirkungsgrad von fast 100% besitzt.

Wärmepumpe nur sinnvoll mit Antriebsenergie aus erneuerbaren Energiequellen

#### **2.8.4 Blockheizkraftwerk (BHKW)**

Spezielle Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, zur kombinierten Erzeugung und Nutzung von Strom und Wärme.

##### *Wirkungsweise*

Ein Motor treibt (mit Erdgas, Biogas, Holzhackschnitzel, o.a.) einen Generator an, neben dem so gewonnenen Strom wird auch die Abwärme des Motors genutzt.

Nachteil: schwierige Dimensionierung: alleinige Stromversorgung liefert im Sommer Wärme, die nicht genutzt werden kann.

<sup>3</sup> MARKO, A. ; BRAUN, P.: Thermische Solarenergienutzung an Gebäuden, Springer Verlag 1997

## Literatur – Energie

(Anmerkung: Der überwiegende Teil der Literatur ist an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vorhanden und kann jederzeit eingesehen werden.)

Die Literaturhinweise sind in 3 Kategorien unterteilt:

- \*\*\* Standardwerke und Grundlagenliteratur
- \*\* Spezielle Literatur
- \* weiterführende Literatur

### Energie

- \*\*\* Bundesarchitektenkammer (Hrsg.), Wuppertalinstitut, Planungsbüro Schmitz, Aachen: *Energiegerechtes Bauen und Modernisieren – Grundlagen und Beispiele für Architekten, Bauherren und Bewohner.* Birkhäuser Verlag, Basel/Berlin/Boston 1996
- \*\*\* Bundesverband d. deutschen Ziegelindustrie e.V.: *Baulicher Wärmeschutz – Erläuterungen zur Wärmeschutzverordnung mit Wärmebedarfsausweis.* 5. überarbeitete Ausgabe, Bonn 1997
- \*\*\* Behling, Sophia und Behling, Stefan: *Sol Power – Die Evolution der solaren Architektur.* München 1996
- \*\*\* Feist, Wolfgang (Hrsg.): *Das Niedrigenergiehaus - Neuer Standard für energiebewußtes Bauen. Mit Beiträgen von Wolfgang Feist u.a.* 4. völlig überarbeitete Auflage, C. F. Müller Verlag, Heidelberg 1997
- \*\*\* Forum Vauban e.V., Institut für angewandte Ökologie e.V. (Hrsg.): *Energiekonzepte für zukunftsfähige Neubauten.* Bearb. Georg Steimer und Ivo Lohbihler. Freiburg i. Br., Februar 1999
- \*\*\* Humm, Othmar: *Niedrigenergiehäuser - Theorie und Praxis.* 1. Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen 1990
- \*\*\* Kaltschmitt, Martin und Wiese, Andreas (Hrsg.) *Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte* 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin 1997
- \*\*\* Krüger, Erich W. *Konstruktiver Wärmeschutz. Niedrigenergie-Hochbaukonstruktionen* Rudolf Müller Verlag, Köln 2000
- \*\*\* Witzel, Walter; Seifried, Dieter *Das Solarbuch. Fakten, Argumente, Strategien.* 1. Auflage, Ökobuch Politik, Staufen 2000
- \*\* Feist, Wolfgang (Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt): *Grundlagen der Gestaltung von Passivhäusern.* 1. Auflage, Verlag das beispiel GmbH, Darmstadt 1996
- \*\* Herzog, Thomas (Hrsg.): *Solar energy in architecture and Urban Planning* Prestel Verlag, München und New York 1996
- \*\* Witzel, Walter; Seifried, Dieter *Das Solarbuch. Fakten, Argumente, Strategien* Ökobuch Verlag, Staufen 2000
- \*\* Schrode, Ansgar *Niedrigenergiehäuser,* Rudolf Müller Verlag, Köln 1996
- \*\* Quaschnig, Volker *Regenerative Energiesysteme- Technologie Berechnung Simulation* Hanser Verlag, 1998
- \* Humm, Othmar und Toggweiler, Peter: *Photovoltaik und Architektur: Die Integration von Solarzellen in Gebäudehüllen.* Birkhäuser Verlag, 1993
- \* Interpane- Gruppe (Hrsg.): *Gestalten mit Glas.* 5. erweiterte Auflage, 1997
- \* Kerschberger, Alfred; Platzer, Werner; Weidlich, Bodo: *TWD - Transparente Wärmedämmung: Produkte, Projekte, Planungshinweise.* Bauverlag, Wiesbaden und Berlin 1998
- \* Schneider, Astrid (Hrsg.) *Solar Architektur für Europa* Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin 1996
- \* Stahl, Goetzberger, Voss *Das Energieautarke Solarhaus. Mit der Sonne wohnen.* 1. Auflage, C.F.Müller Verlag, 1997
- \* Trebersprung, Martin *Neues Bauen mit der Sonne* Springer-Verlag, Wien, New York
- \* Forstabsatzfond *Holzenergie für Kommunen. Ein Leitfaden für Initiatoren* Bonn 1998

## 3 Teilkonzept – Wasser

### 3.1 Zielstellung für das Teilkonzept Wasser

Unter Berücksichtigung der übergeordneten Zielstellung und des Leitbildes sind Leitziele und Planungsprinzipien für das Teilkonzept Wasser zu formulieren. Das Teilkonzept Wasser ist immer als ein Teil des Ökologischen Gesamtkonzeptes zu betrachten. Entscheidungen im Teilkonzept Wasser sind daher immer im Zusammenhang mit allen anderen Teilkonzepten zu sehen. Ein ständiges Abwägungs- und Rückkoppelungsprozess ist daher notwendig.

#### **Beispiele für Leitziele:**

- Schonung d. natürlichen Wasserhaushalts
- weitestgehende Schließung des Wasserkreislaufes
- Vermeidung von Schadstoffeinträgen in das Grundwasser und die oberflächigen Gewässer
- naturnahe Regenwasserbewirtschaftung
- keine Einleitung „unschädlicher“ Niederschlagswässer in die Kanalisation
- Reduzierung von (Trink-)Wasserverbrauch und Abwasseranfall
- Erhalt naturnaher Lebensräume im Plangebiet
- Wasser als städtebaul. Gestaltungs- u. Erlebniselement zur Förderung der körperlich-sinnlichen Erfahrung, Renaturierung und Reintegration von Gewässern in den Erlebnisraum Stadt

- Stoffmanagement, Schaffung von Nährstoffkreisläufen
- Hochwasserschutz / Freihaltung von Retentionsflächen
- ....

#### **Beispiele für Planungsprinzipien:**

- Minimierung des Versiegelungsgrades
- wasserdurchlässige Oberflächen-gestaltung der Erschließungswege
- naturnahe Regenwasserbewirtschaftung:
- Regenwasserversickerung (unter Berücksichtigung der Altlastensituation)
- Regenwasserretention
- Regenwassernutzung
- gedrosselte RW-ableitung in den Vorfluter
- oberflächige Ableitung, Versickerung und Retention des Regenwassers in Rinnen, Mulden und Teichen
- individuelle Nutzung von Regenwasser für Gartenbewässerung, Toilettenspülung und Waschmaschinenspeisung
- Minimierung des Wasserverbrauchs durch flächendeckende Trinkwassersparmaßnahmen: wassersparende Armaturen etc.
- ....



### 3.2 Analyse und spezifische Rahmenbedingungen

Nach der klassischen Bestandsaufnahme ist eine ziel- und ergebnisorientierte Analyse der ermittelten Situation, Daten und Rahmenbedingungen durchzuführen.

#### Relevante Fragestellungen

##### Allgemein

- Liegen besondere wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen vor? Schutzgebietsausweisungen, Hochwasserschutzgebiete, Retentionsräume, besonders sensible Gewässer o.ä.?
- Welche Bestimmungen enthalten die örtlichen Ab-/Wassersatzungen und die Landeswassergesetze? (Anschluß- und Benutzungszwang, Einleitung von RW in die Kanalisation, ...)

##### Trinkwasser

- Liegt das Gebäude / die Siedlung in einem Wassermangelgebiet?
- Wie ist die Trinkwasserversorgung aufgebaut? Wo wird das Trinkwasser gewonnen? Zentral, dezentral? Wie wird das Trinkwasser aufbereitet? Qualität des Wassers? Härtegrad?
- Wieviel Personen leben oder arbeiten in dem Gebäude? Wie hoch ist der durchschnittliche pro Kopf Trinkwasserverbrauch? Für welche Nutzungszwecke wird wieviel Wasser verbraucht?
- Wieviel Wasser könnte jeweils durch Wassersparmaßnahmen und Wasserinstallationen, Regenwassernutzung oder Grau- und Schwarzwasserrecycling eingespart werden? Insgesamt?
- Wie sieht die derzeitige Ausstattung mit Sanitärinstallationen aus? (WC-Wasserverbrauch, Armaturen, doppeltes Leitungsnetz,....?)

##### Regenwasser

- Wieviel Regenwasser fällt jährlich / monatlich an?

- Welche Qualität hat das anfallende und abfließende Niederschlagswasser? Durch was wird es ggf. beeinträchtigt?
- Wohin wird derzeit das Regenwasser abgeleitet?
- Welche Art von Kanalnetz liegt vor? Misch- oder Trennsystem, qualifiziertes oder modifiziertes Trennsystem?
- Geologische und hydrogeologische Voraussetzungen / Eignung des Untergrundes?
- Welcher Boden herrscht vor? Wie ist der Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert)? Wie stark versickerungsfähig ist der Boden?
- Natürliche Reinigungsfähigkeit der oberen Deckschichten?
- Wie hoch liegt der Grundwasserspiegel an?
- Liegt das Gebäude die Siedlung in einer Wasserschutzzone I oder II oder einem Heilquellenschutzgebiet?
- Gibt es Altlasten oder Altlastverdachtsflächen?
- Gibt es in der näheren Umgebung ein (fließendes) Gewässer?
- Wie sind die topographischen Verhältnisse? (Gefälle?)
- Wie groß ist die versiegelte / teilversiegelte Fläche? Wie hoch ist der Versiegelungsgrad?
- Wie hoch ist die abflußwirksame Dachfläche / EW?
- Welche Oberflächenmaterialien liegen vor? (Straßen, Wege, Dächer, Garagen....)
- Stehen genügend Flächen zur Rückhaltung oder Versickerung des anfallenden Regenwassers zur Verfügung?
- Wie viele Freiflächen stehen in direkter Nähe / näherer Umgebung des Gebäudes zur Verfügung? (dezentral, semizentral, zentral)
- Wieviel Trinkwasser könnte im Haushalt / Gebäude oder im Umfeld durch Regen-

wasser ersetzt werden (max. Potential)?

- Wie sind die statischen Voraussetzungen des Gebäudes? (Im Hinblick auf zusätzliche Belastungen durch Regenwasserzisternen, Dachbegrünung.)

#### **Abwasser**

- Welche Stoffe gelangen in das Abwasser? Handelt es sich lediglich um „harmlose“ Haushaltsabwässer?
- Wieviel Abwasser fällt an (Aufteilung in Grau- und Schwarzwasser)? D.h. wieviel Einwohner, Angestellte, Gäste, Schüler usw. wohnen bzw. halten sich in der Siedlung / dem Gebäude auf?
- Wie und wo wird das Abwasser derzeit gesammelt und behandelt? Zentral, dezentral, Trenn- oder Mischsystem, mechanisch-biologisch oder chemisch, ...?

### **3.3 Lösungsansätze**

Nach der Betrachtung aller potentiellen Lösungsansätze – mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteile – ist aus der Vielzahl der möglichen Maßnahmen ein in sich stimmiges Maßnahmenbündel zusammenzustellen, d.h. ein optimaler Lösungsansatz zu suchen. Dies hat unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen, der Zielstellung und nach Abwägung des Ansatzes mit den weiteren ökologischen Teilkonzepten zu erfolgen.

#### **Umweltbewußtes Verbraucherverhalten**

##### **Verminderung des Wasserverbrauchs**

- wassersparende Armaturen und Sanitärinstallationen
  - WC-Unterbrechertaste und wassersparende WCs
  - wassersparende bzw. wasserfreie Urinale und Trenntoiletten (Urinseparierentoiletten, Vakuumtoiletten)
  - Kompost-Toiletten – Trockenklos
- wassersparende Wasch- u. Spülmaschinen
- wassersparende Verhaltensweisen.

##### **Wasserrecycling**

- Regenwassernutzung
- Grauwasserrecycling
- Abwasserrecycling

##### **Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung**

- Regenwasserversickerung
  - Flächenversickerung
  - Mulden-/ oder Grabenversickerung
  - Schachtversickerung
  - Rohrversickerung
  - Rigolenversickerung bzw. Kombinationen der Versickerungsanlagen
- Regenwasserretention
  - Gründächer
  - Einstaudächer
  - Retentionsteiche
  - Retentionsmulden oder -gräben bzw. eine Kombination der einzelnen Anlagen.
- Regenwassernutzung

##### **Naturnahe dezentrale**

##### **Abwasserbehandlung**

- Ausfaultanks mit Bodenfilter
- Biogasanlagen / Anaerobreaktoren
- Bodenkörper (Pflanzenkläranlagen oder bewachsener Bodenfilter, unbewachsener Bodenfilter)
- Rieselfverfahren / Verregnung
- Abwasserteiche
- Tropfkörper
- Belüftungsanlagen

## Größenordnung und Kosten für Regenwasserversickerungsanlagen

	Größenordnung (abhängig vom Durchlässigkeitsbeiwert [ $k_f$ ])	Kosten für 1 m <sup>2</sup> zu entwässernder Fläche (stark situationsabhängig)
<b>Flächen- versickerung</b>	abh. von Durchlässigkeitsbeiwert und Art der Flächenversiegelung: je kleiner $k_f$ desto größer der Flächenbedarf	abh. von Art der Flächenversiegelung, z.B.: Schotterrasen: 17,- € Pflastersteine: 38,- € Rasengittersteine: 32,- €
<b>Muldenversickerung</b>	ca. 10 – 20 % der zu entwässernden Fläche	ca. 1,25 bis 4,- €
<b>Beckenversickerung</b>	abh. von Beckentiefe ca. 10 % der zu entwässernden Fläche	ca. ab 5,- €
<b>Schacht- versickerung</b>	abh. von DN des Schachtes, z.B.: zu entwässernde Fläche: 2000 m <sup>2</sup> gut versickerungswirksamer Boden: $k_f=10^{-4}$ m/s Schachtdurchmesser: DN 1500 Schachttiefe: ca. 3 m Schachtvolumen: ca. 3,7 m <sup>3</sup>	ca. 10,- bis 20,- €
<b>Rigolen- versickerung</b>	abh. von Größe der Rigole, z.B.: zu entwässernde Fläche: 2000 m <sup>2</sup> gut versickerungswirksamer Boden: $k_f=10^{-4}$ m/s Breite der Rigole: 1 m Höhe der Rigole: 1,50 m erforderliche Rigolenlänge: 58 m	ca. 3,50 €
<b>Rohr- versickerung</b>	abh. von Größe der Rigole und Rohrdurchmesser z.B.: zu entwässernde Fläche: 2000 m <sup>2</sup> gut versickerungswirksamer Boden: $k_f=10^{-4}$ m/s Breite der Rigole: 1 m Höhe der Rigole: 1,50 m Rohrdurchmesser: DN 500 perforiert erforderliche Länge der Versickerungsanlage: 58 m	ca. 5,- €
<b>Retentions- versickerung</b>	z.B.: zu entwässernde Fläche: 2000 m <sup>2</sup> gut versickerungswirksamer Boden: $k_f=10^{-4}$ m/s Muldenfläche: 50 m <sup>2</sup> Teichfläche: 150 m <sup>2</sup> mittlere Muldentiefe: 0,3 m Einstauhöhe Teich: 0,17 m	ca. 7,- €
<b>Mulden-Rohr- versickerung</b>	z.B.: zu entwässernde Fläche: 2000 m <sup>2</sup> gut versickerungswirksamer Boden: $k_f=10^{-4}$ m/s Mulde: 100 m <sup>2</sup> Rigolenbreite: 0,5 m Rigolenhöhe: 0,8 m Rohrdurchmesser: DN 100 Länge der Rigole: 7 m	ca. ab 3,50 € aufwärts (Angaben variieren stark, teilweise bis zu 33,- €)
<b>Schacht-Rohr/ Rigolenversickerung</b>	z.B.: zu entwässernde Fläche: 2000 m <sup>2</sup> gut versickerungswirksamer Boden: $k_f=10^{-4}$ m/s 2 Schächte: DN 2000 Schachttiefe: 3,50 m Rigolenquerschnitt: 1,30m x 1,30 m	ca. 5,- bis 7,- €

verändert nach:  
Geiger, W. & Dreiseitl, H.,  
Neue Wege für das  
Regenwasser,  
München 2001

### 3.4 Ausarbeitungsergebnisse / Planunterlagen

Entwurfs- & Entscheidungshilfen/Schritte für die weiter planerische Ausarbeitung des Teilkonzeptes.

#### *Kriterien für die Erlaubniserteilung von Versickerungsmaßnahmen aus der Sicht des Gewässerschutzes*

→ Geiger, W. und Dreiseitl, H., Neue Wege für das Regenwasser, München 2001

→ Bahlo, Klaus und Wach, Gerd, Naturnahe Abwasserreinigung, Freiburg 1996;  
→ Otterpohl, Ralf und Lange, Jörg, Abwasser – Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft, Donaueschingen 1997

#### *Dimensionierung und Konstruktion der Ab-/wasserbewirtschaftungsanlagen*

- Regenwassernutzung:  
→ Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Nutzung von Regenwasser, Empfehlungen zur Nutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden, Wiesbaden, 1994, S. 36-57, (B2-3)
- Regenwasserversickerung:  
→ Geiger, W. und Dreiseitl, H., Neue Wege für das Regenwasser, München 2001
- Dezentrale, naturnahe Abwasserbehandlung:

#### *Flächennachweise*

#### *Funktionsnachweise*

#### *Gestalterische, architektonische Ausarbeitung / Einbindung in das Freiraumkonzept*

#### *Kostenberechnungen*

#### *Investitionskosten, Stromverbrauch, Wartungskosten für verschiedene Verfahren kleiner Kläranlagen für häusliches Schmutzwasser und kommunales Grauwater*

→ Otterpohl, Ralf und Lange, Jörg, Abwasser – Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft, Donaueschingen 1997 s.144

### Flächen- & Volumenbedarf verschiedener dezentraler Abwasserreinigungsverfahren

Verfahren	Fläche m <sup>2</sup> pro Einwohner	Volumen m <sup>3</sup> pro Einwohner	Aufenthaltszeit	Nitrifikation
Nicht belüftete Teiche	10	10 - 15	>20 Tage	+
Bodenfilter	4 - 20	7 - 12	-	±
Belüftete Teiche	3	4 - 7	> 3 - 6 Tage	±
Pflanzenbeete	2 - 12	2 - 6	4 - 10 Tage	+
Sandfilter	4 - 6	4 - 6	1 Std. - 7 Tage	+
Nitrifizierender Tropfkörper	0,17 - 0,3	0,45 - 0,6	6 - 10 min.	+
Zusätzliche Belüftung	0,12 - 0,25	0,25 - 0,6	1 - 3 Tage	+
SBR-Verfahren	0,1 - 0,2	0,3 - 0,5	1 - 3 Tage	+
Nitrifizierende Tauchtropfkörper	0,1 - 0,18	0,17 - 0,25	10 - 20 Std.	+
Nichtnitrifizierende Tropfkörper	0,05 - 0,08	0,13 - 0,18	3 - 6 min.	-
Nichtnitrifizierende Tauchtropfkörper	0,04 - 0,07	0,07 - 0,13	8 - 15 Std.	-

verändert (Boller 1994)  
Quelle: Otterpohl, Ralf und Lange, Jörg; Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft, Donaueschingen 1997, s.143



## Literatur – Wasser

Anmerkung: Der überwiegende Teil der Literatur ist an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vorhanden und kann jederzeit eingesehen werden.

### Gesamtwasserkonzepte

Die Literaturhinweise sind in 3 Kategorien unterteilt:

- \*\*\* Standardwerke und Grundlagenliteratur
- \*\* Spezielle Literatur
- \* weiterführende Literatur

- \*\* Glücklich, Detlef  
*Der kleine Wasserkreislauf*  
Heft IÖV-H-Wa/Wv-96 der Ingenieur-ökologischen Vereinigung Deutschland, Augsburg, 1996

### Trinkwasser

- \*\*\* Mönninghoff, Hans  
*Wege zur ökologischen Wasserversorgung*  
Staufen bei Freiburg, ökobuch Verlag, 1993
- \* DVGW-Regelwerk Technische Regel  
Merkblatt W 410,  
Wasserbedarfszahlen, Januar 1995

### Abwasser

- \*\*\* Bahlo, Klaus und Wach, Gerd  
*Naturnahe Abwasserreinigung*,  
Freiburg 1996
- \*\*\* Otterpohl, Ralf und Lange, Jörg  
*Abwasser – Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft*,  
Donaueschingen 1997
- \* ATV – A 262:  
*Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbaugrößen bis 1000 Einwohnerwerte*, 1998
- \* Deutsche Industrie Norm, Beuth, Berlin  
*DIN 4261 (Kleinkläranlagen)*  
Teil 1: Anlagen ohne Abwasserbelüftung (1991)  
Teil 2: Anlagen mit Abwasserbelüftung (1984)  
Teil 3: (1990) und  
Teil 4: (1983): Betrieb und Wartung
- \* Landesamt für Wasser und Abfall (LWA)  
*Pflanzenkläranlagen und Abwasserteiche für Anschlußwerte bis 50 Einwohner*.  
LWA-Merkblatt Nr. 2, Düsseldorf, 1989
- \* Bürgerinitiative für dezentrale Wasserversorgung (BDW), Erstes Kißlegger Seminar, 17. Oktober 1992, *Dezentrale Abwasserentsorgung*
- \* Bürgerinitiative für dezentrale Wasserversorgung (BDW), Zweites Kißlegger Seminar, 08. Oktober 1994, *Dezentrale Abwasserbehandlung in der Umsetzung*

### Regenwasser

- \*\*\* Geiger, W. und Dreiseitl, H.  
*Neue Wege für das Regenwasser*,  
München 2001

- \*\*\* König, K.W.  
*Regenwasser in der Architektur. Ökologische Konzepte*.  
ökobuch Verlag, Freiburg, 1996
- \*\* König, K. W.  
*Regenwassernutzung von A-Z*.  
Ein Anwenderhandbuch für Planer, Handwerker und Bauherren, mallbeton, 1996
- \*\* Ministerium für Umwelt und Forsten, Rheinland Pfalz (Hrsg.)  
*Symposium: Regenwassernutzung ökologisch sinnvoll oder Umweltschutz um jeden Preis?*  
am 20. März 1995 in Mainz
- \* ATV – A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 1999
- \* Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V.,  
*Hygienische Aspekte der Regenwassernutzung, Dokumentation des fbr-Fachsymposiums in Fulda*,  
Darmstadt, 1999 (Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung: siehe auch <http://www.fbr.de/index.htm>)
- \* Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten,  
*Nutzung von Regenwasser, Empfehlungen zur Nutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden*,  
Wiesbaden, 1999 (kostenlose Bestellung möglich unter: [http://www.mulf.hessen.de/service/\\_fr\\_pub.htm](http://www.mulf.hessen.de/service/_fr_pub.htm))
- \* ATV – A 138: Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser, 1992

### Dachbegrünung

- \*\*\* Albrecht Duerr,  
*Dachbegrünung: ein ökologischer Ausgleich; Umweltwirkungen, Recht, Förderung*  
Wiesbaden [u.a.]: Bauverl., 1994
- \*\*\* W. Kolb, T. Schwarz  
*Dachbegrünung intensiv und extensiv*  
1999
- \*\* DDH Edition (Zeitschrift)  
*Band 4: Gründach*,  
1998
- \*\* ZinCo  
*Das Grüne Dach – Standardwerk für Planung und Ausführung genutzter Dachflächen, Planungshilfe*, 6. Auflage, 1998



## 4 Teilkonzept – Städtebau, Freiraum und Verkehr

### 4.1 Zielstellung für das Teilkonzept Städtebau, Freiraum und Verkehr

Unter Berücksichtigung der übergeordneten Zielstellung und des Leitbildes sind Leitziele und Planungsprinzipien für das Teilkonzept Städtebau, Freiraum und Verkehr zu formulieren. Das Teilkonzept Städtebau, Freiraum und Verkehr ist immer als ein Teil des Ökologischen Gesamtkonzeptes zu betrachten. Entscheidungen im Teilkonzept Städtebau, Freiraum und Verkehr sind daher immer im Zusammenhang mit allen anderen Teilkonzepten zu sehen. Ein ständiges Abwägungs- und Rückkoppelungsprozess ist daher notwendig.

#### Leitziele

*Beispiele für Leitziele – TK Städtebau*

- Kompakte Stadt und „dezentrale Konzentration“ durch Dichte, Mischung, Polyzentralität und Qualität öffentlicher Räume
- (Maßvolle) Innenentwicklung vor Außenentwicklung unter Berücksichtigung stadtökologischer (z.B. klimatologischer) und -soziologischer Gesichtspunkte
- „Stadt der kurzen Wege“
- (Nutzungs-)Mischung: funktionale Mischung von, soziale Mischung sowie baulich-räumliche Mischung (Gestaltung) zur Schaffung von Urbanität, Förderung eines Quartierslebens, Begünstigung urbaner Vielfalt, Abbau von Segregation und Verbesserung der Lebenssituation benachteiligter Bevölkerungsgruppen

- haushälterisches Flächen- und Bodenmanagement: sparsame, natur- und sozialverträgliche Flächennutzung; flächen- und ressourcensparendes Bauen
- bestandsorientierter Städtebau

*Beispiele für Leitziele – TK Freiraum:*

- optimale Vernetzung innerörtlicher Grünflächen mit umliegenden Freiräumen der Stadt und der Region - Biotopvernetzung
- Schaffung eines angenehmen Stadtklimas
- Ansprüche aller Alters- und Interessengruppen an Erholung und Naturschutz sind im Stadtteil durch Grün- und Freiflächen unterschiedlicher Nutzungsintensität zu erfüllen
- Arten- und Biotopschutz

*Beispiele für Leitziele – TK Verkehr:*

- verkehrsmindernde Flächennutzungs- und Siedlungsstrukturen: „Stadt der kurzen Wege“
- Verkehrsverlagerung vom MIV auf Umweltverbund
- sozial-, kultur- und umweltverträgliche Erhöhung der Mobilitätschancen für
- innerörtlicher Straßenraum = Lebensraum
- Abgas- und Lärmreduktion
- technisch-organisatorische Optimierung von Verkehrsabläufen

#### TK4

Zielstellung

**Städtebau / Freiraum  
und Verkehr**  
(Analyse + spezifische  
Rahmenbedingungen)

Lösungs-  
ansätze

*Abwägung  
& Rück-  
koppelung*

**Aus-  
arbeitung**

z.B.  
Freiflächen-  
planung  
+  
Verkehrs-  
konzept

## Planungsprinzipien und Zielgrößen

*Beispiele für Planungsprinzipien und Zielgrößen – TK Städtebau:*

- langfristige Perspektive:
  - Verzicht auf einen Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsfläche (= Reduzierung auf Null)
  - keine dauerhaften städtebaulichen Brachen und leerstehenden Gebäude
  - Bestand weitgehend entsiegeln, weitere Zunahme der Versiegelung des Stadtgebietes konsequent unterbinden, Verlust durch notwendige Siedlungstätigkeit angemessen ausgleichen
- mittelfristige Orientierung:
  - Verhältnis von Innenentwicklung zu Außenentwicklung von 3:1
  - konsequente Entsiegelungsmaßnahmen auf der Basis eines Versiegelungskatasters

*Beispiele für Planungsprinzipien und Zielgrößen – TK Freiraum:*

- Schaffung ausreichende wohnungsnaher sowie nachbarschafts- und wohngebietsbezogener Grün- und Freiflächen

*Beispiele für Planungsprinzipien und Zielgrößen – TK Verkehr:*

- mittelfristige Orientierung: modal split innerstädtischer Wege:  
Umweltverbund : MIV = 3 : 1
- langfristig: kein Zuwachs an straßengebundenen Verkehrsflächen
- langfristig: Konzentration der Siedlungsentwicklung auf Standorte mit ÖPNV-Anbindung
- langfristig: überwiegende Teil aller innerstädtischen Wege soll im Rahmen des Umweltverbundes von ÖPNV, Fahrrad und Zufußgehen erfolgen

## 4.2 Analyse und spezifische Rahmenbedingungen

Nach der klassischen Bestandsaufnahme ist eine ziel- und ergebnisorientierte Analyse der ermittelten Situation, Daten und Rahmenbedingungen durchzuführen.

### Relevante Fragestellungen

*Städtebau / Freiraum*

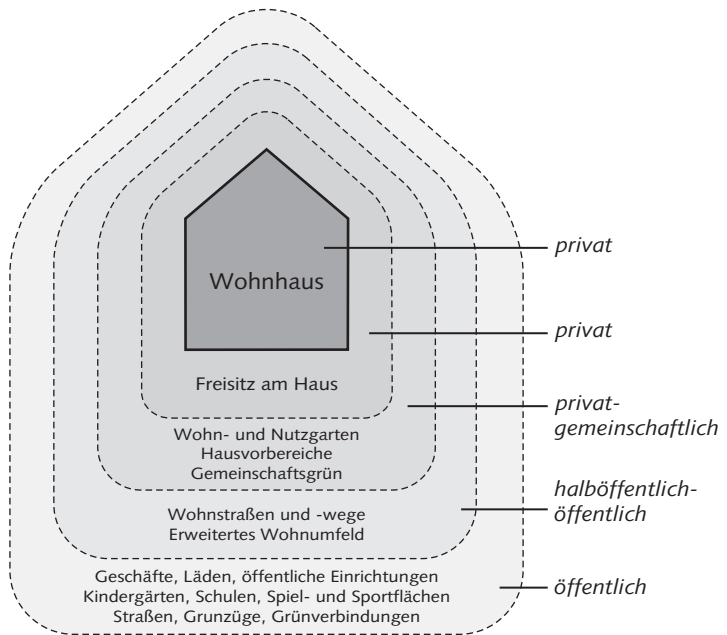
- Welche Baustruktur / Dichte weist die umgebende Bebauung auf?
- Welche Baustrukturen (geschlossen, offene, Block, Zeile, Geschossigkeit) und welche Dichten (GFZ, Einwohner pro qkm) sind gewünscht?
- Existieren besonders schützenswerte Landschaftsbestandteile, Retentionsflächen, Biotopflächen innerhalb des Plangebietes?
- Wie hoch ist der Frei- und Grünflächenanteil innerhalb bzw. in der näheren Umgebung des Plangebietes?
- Gibt es Naherholungsräume, Kinderspielplätze, Freizeitanlagen in der Umgebung des Plangebietes?

- Wie ist die Mikroklimasituation?
- Wie verläuft die Hauptwindrichtung?
- Wird das Plangebiet von Frischluftschneisen tangiert?
- ...

*Verkehr*

- Wie ist die Anbindung an das ÖPNV-Netz (Öffentlicher Personennahverkehr)? Entfernung, Bedienungshäufigkeit?
- Besteht Anschluß an das Fuß- und Radwegenetz?
- Qualität des Fuß- und Radwegenetzes? (Komfort, Sicherheit, Dimensionierung, Ausbau)
- Qualität des Straßenraumes? Straßenraum = Lebensraum?
- Fußläufige Entfernung in das Zentrum / zu den nächsten Versorgungseinrichtungen bzw. öffentlichen, sozialen und privaten Infrastruktureinrichtungen? Mischnutzung?

- Wie hoch soll / muß der Stellplatzschlüssel sein?
- Besteht Bedarf nach einem auto-reduzierten, stellplatz- oder autofreien Quartier? Erfüllt der Standort die Voraussetzungen hierfür? Besteht die Möglichkeit auf das Auto ohne Komfortverlust verzichten zu können?
- Dimensionierung des Straßenraumes? Notwendiges Minimum?
- ...



### 4.3 Lösungsansätze

Nach der Betrachtung aller potentiellen Lösungsansätze – mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteile – ist aus der Vielzahl der möglichen Maßnahmen ein in sich stimmiges Maßnahmenbündel zusammenzustellen, d.h. ein optimaler Lösungsansatz zu suchen. Dies hat unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen, der Zielstellung und nach Abwägung des Ansatzes mit den weiteren ökologischen Teilkonzepten zu erfolgen.

#### Handlungsansätze – Städtebau:

- Dichte durch städtebauliche Innenentwicklung – Ausbau von Dachgeschossen, Schließen von Baulücken, bessere Ausnutzung untergenutzter Grundstücke, Wiedernutzung und Aufbereitung von Brachflächen, kompaktere und dennoch qualitativ hochwertige bauliche Strukturen, die ein Ausufern der Siedlungen in die Fläche verhindern
- Vorrangige Nutzung von brachliegendem Bauland und Baulücken im Innenbereich sicherstellen (Flächenrecycling ehemaliger Industrie-, Verkehrs-, Bahn- oder Militärgrundstücke (nach ggf. erforderlicher Bodensanierung))
- Reduzierung des Flächenverbrauchs durch:
  - Beschränkung der Infrastruktur für den motorisierten Straßenverkehr auf das notwendige Mindestmaß; Minimierung der versiegelten Verkehrsflächen durch reduzierte Straßenbreiten und Konzentration von Stellplätzen, Bündelung der Ver- und Entsorgungstrassen
  - Intelligente Zuordnung der verschiedenen Nutzungen (Wohnen, Gewerbe, Industrie, Grünanlagen, etc.)
  - mehrgeschossiges Bauen - dies gilt insbesondere für Industrie- und Gewerbebauten, wo möglich
  - Ausschöpfung vorhandener Nutzungspotentiale / Optimale Nutzung städtebaulicher Dichte
  - Hochhäuser / Geschoßbauten an städtebaulich geeigneter Stelle können die Bodenversiegelung pro qm Nutzfläche stark reduzieren
  - freistehende EFH-Bebauung nur in sehr begrenztem Maße, wenn überhaupt
  - Flächenentsiegelungen, Einsatz wasserdurchlässiger Beläge, sofern möglich
- Ausweisung neuer Wohn- und Gewerbegebiete in Verdichtungsräumen und ihrem Umland nur entlang von Entwicklungsachsen, die möglichst mit ÖPNV erschlossen sind oder zeitgleich erschlossen werden
- Standortförderung für umweltschonende Betriebe

*Handlungsansätze – Freiraum:*

- Freihaltung von Frischluftschneisen zur Belüftung der Stadträume
- Angemessener Ausgleich unvermeidbarer Eingriff in den Naturhaushalt
- Verknüpfung der städtebaulichen und freiraumplanerischen Konzepte
- Übergeordnete Grün- und Freiflächen haben im Zusammenhang mit den Entwicklungskonzept für Erholung und Naturschutz zu stehen
- unterschiedliche Gestaltung der Erschließungs- und Hofräume sowie Grünverbindungen entsprechend der Priorität von Erholung und Naturschutz
- „Grüne Straßenräume“. Kletterpflanzen, Fassadenbegrünung, Gründächer zur Verbesserung des Wohnumfeldes, des Kleinklimas und der Luftqualität
- Auflagen für Bepflanzungen (z.B. Anzahl oder Art der Bepflanzung, wie z.B. ortstypische oder standortgerechte Bepflanzung)
- Entsiegelung unnötig versiegelter Flächen
- Bereitstellung von grünen Gemeinschaftsflächen mit Spiel- und Aufenthaltsmöglichkeiten
- Schaffung wohnungsnaher Spielplätze
- ...

*Handlungsansätze – Verkehr:*

- Wiederannäherung der verschiedenen Lebensbereiche (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Erholen usw.) durch Nutzungsvielfalt und Nutzungsdichte
- Einführung, Förderung von (bundesweiten) Car-Sharing-Projekten
- Bevorzugung des ÖPNV vor dem MIV: Push-and-Pull Maßnahmen
- Schaffung von engmaschigen, attraktiven Fuß- und Radwegenetzen
- Bereitstellung öffentlicher Nahverkehrsangebote in optimaler fußläufiger Erreichbarkeit und Bedienungshäufigkeit
- fußgänger- und fahrradfreundliche Gestaltung des öffentlichen Verkehrsraumes
- kostenmäßige Entkoppelung von Stellplätzen und Wohnungen
- Schaffung auto- und stellplatzfreier Wohngebiete
- Minimierung der versiegelten Verkehrsflächen durch reduzierte Straßenbreiten und Konzentration von Stellplätzen, Bündelung der Ver- und Entsorgungstrassen
- Stadtgebiete: Tempo-30-Zonen
- Einrichtung von City-Logistik-Centren für den Wirtschaftsverkehr

#### 4.4 Ausarbeitungsergebnisse / Planunterlagen

Entwurfs- & Entscheidungshilfen/Schritte für die weiter planerische Ausarbeitung des Teilkonzeptes.

*Dimensionierung des Straßenraumes*

→ Haller, Wolfgang, Vorlesungsskript: Entwurfsmethodik für innerörtliche Straßenräume, Universität Hannover 1995, (Anmerkung: liegt an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vor)

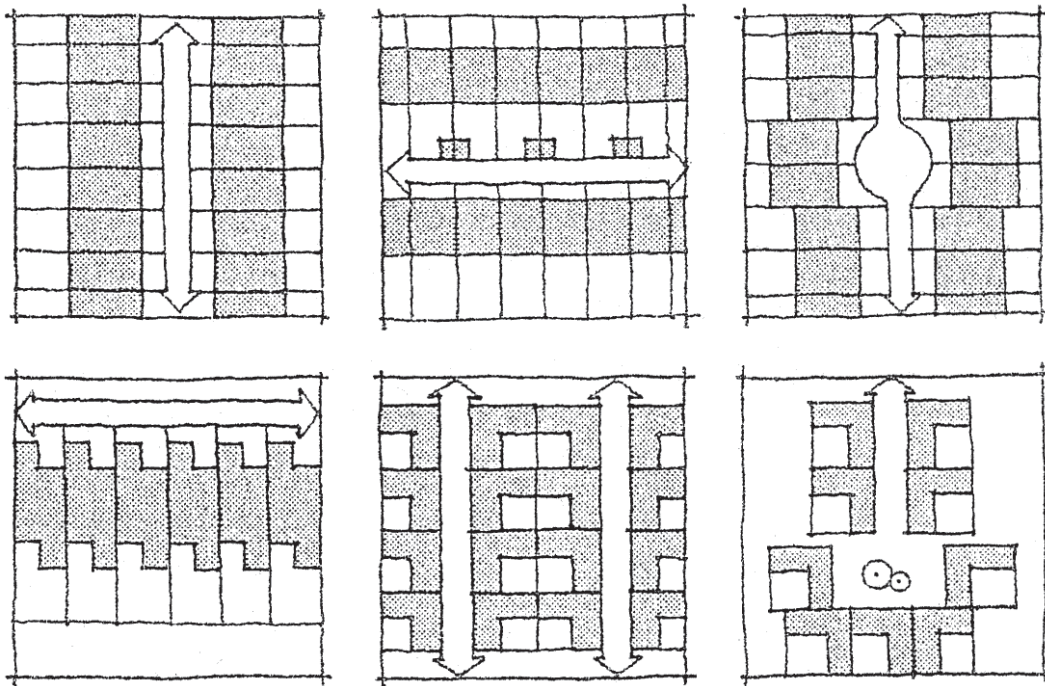
→ FSGV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.), Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, EAR 91, Köln 1991

→ FSGV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.), Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen, EAE 95, Köln 1995

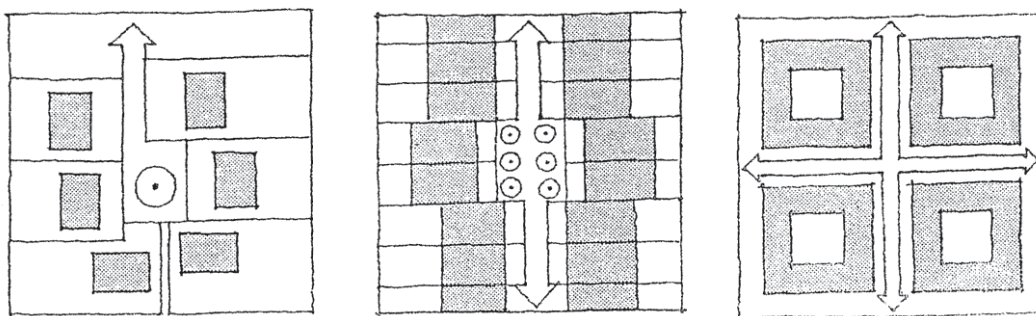
*Straßenraumgestaltung*

*Regelung des ruhenden Verkehrs*

## Gebäudestellung und Freiraumbildung



Die Gebäudestellung bestimmt Freiraumbildung und Erschließung.



*Freistehende Einzelhäuser,  
um einen gemeinsamen  
Erschließungshof gruppiert*

*Reihenhäuser ermöglichen  
unterschiedlich nutzbare  
Freiräume 'vor' und 'hinter'  
dem Haus*

*Blockrandbebauung mit  
öffentlichen Straßen und  
privat nutzbaren Hofräumen*



## Stadtteilbezogen / öffentlich

Flächengröße	Benutzergruppen	Kleinkind und Begleitpersonen	Schulkinder und Jugendliche	Berufstätige	Familie	Senioren	günstige Platzierung	beworogene Nutzungszeit (Sommer - Winter)	Nutzung nach Tageszeit
Angebot								So	Wi
Baden							★	+	□
Eislauf							★		□
Rodelhügel							★	+	■
Kleingarten							☆☆	+	■
Minigolf							☆☆	+	□
Bauspielfeld							☆☆	+	□
Badebecken							★	+	□

## Wohngebietsbezogen / öffentlich

Flächengröße	Benutzergruppen	Kleinkind und Begleitpersonen	Schulkinder und Jugendliche	Berufstätige	Familie	Senioren	günstige Platzierung	beworogene Nutzungszeit (Sommer - Winter)	Nutzung nach Tageszeit
Angebot								So	Wi
Liegewiese							★	+	□
Ballspielfeld							☆☆	+	□
Spielfeld							☆☆	+	■
Boccia							☆☆	+	■
Half-pipe							☆☆	+	□
Planschbecken							★	+	□

## Wohnungsbezogen / privat

Flächengröße	Benutzergruppen	Kleinkind und Begleitpersonen	Schulkinder und Jugendliche	Berufstätige	Familie	Senioren	günstige Platzierung	beworogene Nutzungszeit (Sommer - Winter)	Nutzung nach Tageszeit
Angebot								So	Wi
Freies Spielen							☆☆	+	□
Brunnen, Planschb.							★	+	■
Matschcke									
Gerätespiel < 12Jhr							☆☆	+	■
Rollschuhlauf									
Grillplatz (Sitzplatz)							☆☆	+	□
Mietergarten							☆☆	+	■
Sandspielfeld							★	+	■
Tischtennis							☆☆	+	□
Tisch-/Bodenspiele							☆☆	+	□
Hausgarten							☆☆	+	■

## Freizeit und Erholung als Kernaufgabe

Eine besondere Bedeutung hat der Freiraum im Zusammenhang mit der wohnungsnahen Freizeitgestaltung. Ein auf die Bedürfnisse ausgerichtetes Angebot soll hier entscheidend zu einem intakten sozialen Klima und zur raschen Identifikation der Bewohnerinnen und Bewohner mit ihrem Quartier beitragen. Im Misch- und Gewerbegebiet sind vor allem die schnelle Erreichbarkeit auf 'Grünen Wegen' und eine ausreichende Versorgung mit Pausengrün gefordert. Damit der Freiraum gut genutzt wird, ist er auszurichten auf:

- Alters- und Interessengruppen
- Verschiedene Nutzungen (aktiv, kommunizierend, kontemplativ)
- Nutzungsansprüche (Begehbarkeit, Beispielbarkeit, Nutzungsfreundlichkeit)
- Dauer der Nutzung und der Belastung.

## Freizeitangebot nach Bedarf

Die nachfolgende Übersicht zeigt verschiedene Freiraumnutzungen und die Benutzergruppen auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen. Sie zeigt außerdem die Nutzungszeiten sowie die Erfordernisse in bezug auf die Besonnung. Die Freiflächengestaltungspläne sollten anhand dieses Rasters vor der Genehmigung kritisch überprüft werden, da falsch platzierte Angebote in der Folge kaum genutzt werden. Der Freiflächenrahmenplan enthält bereits Aussagen zur Lage und Nutzung der Freiräume.

- ★ Sonne
- ☆ kühler Halbschatten
- ★ kühler Schatten
- Ganztägig
- Vorwiegend nachmittags
- + günstig
- (+) beschränkt

Quelle: Messestadt  
Riem - Ökologische  
Bausteine, Teil II  
Gebäude und  
Freiraum

## Literatur – Städtebau, Freiraum und Verkehr

Anmerkung: Der überwiegende Teil der Literatur ist an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vorhanden und kann jederzeit eingesehen werden.

### Verkehr / Mobilität

- \*\*\* Dittrich, Andrea und Klewe, Heinz:  
*Autofreie Stadtquartiere – Anforderungen, Projekte, Erfahrungen.*  
In: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen: Planung und Realisierung autoarmer Stadtquartiere: Anforderungen - Konzepte - Chancen der Umsetzung. Dortmund: ILS 1997
- \*\*\* Haller, Wolfgang: Vorlesungsskript:  
*Entwurfsmethodik für innerörtliche Straßenräume*  
Universität Hannover 1995 (Anmerkung: liegt an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vor)
- \*\* FSGV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.):  
*Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, EAR 91,*  
Köln 1991
- \*\* FSGV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.):  
*Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen, EAE 95,*  
Köln 1995
- \*\* Münst, Wolfgang (Hrsg.):  
*Stadt – Statt Auto. Neue städtebauliche Qualitäten mit weniger Autos.*  
Verlag für Wissenschaftliche Publikationen, 1993
- \*\* Reutter, Ulrike und Reutter, Oscar:  
*Autofreies Leben in der Stadt – Autofreie Stadtquartiere im Bestand.*  
Dortmund 1996
- \*\* Weeber, Hannes und Weeber, Rotraut:  
*Parkierungsanlage im verdichteten Wohnungsbau.*  
Frauenhofer IRB Verlag, 1997
- \* CITYmobil:  
*Stadtwege. Planungsleitfaden für stadtverträgliche Mobilität in Kommunen.*  
Freiburg: Öko-Institut 1996

- \* Epp, Christian:  
*Rechtsformen autofreien Wohnens – Privatrechtliche und öffentlich-rechtliche Instrumente der Autobeschränkung in Neubaugebieten.*  
Baden-Baden: Nomos-Verlag-Gesellschaft 1999
- \* Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS):  
*Verkehrsberuhigung und Straßenraumgestaltung.*  
12 / Bausteine für die Planungspraxis in Nordrhein-Westfalen. Dortmund 1992
- \* Christ, W., Loose, W. und Hübner, Ch.:  
*„Städtebauliche und ökologische Qualitäten autofreier und autoarmer Stadtquartiere“,*  
Weimar 2000

### Freiräume / Lebensräume

- \*\* Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde (Hrsg.):  
*Wohnumfeld. Gestalt und Nutzung wohnungsnaher Freiräume.*  
(Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 10, Grünordnung und Landschaftspflege). 2. Aufl. . München, 1996
- \* Feldtkeller, Andreas:  
*Die zweckentfremdete Stadt. Wider die Zerstörung des öffentlichen Raums.*  
Frankfurt/Main, New York: Campus, 1994
- \* Selle, Klaus u.a.  
*Vom sparsamen Umgang zur nachhaltigen Entwicklung: Programme, Positionen, Projekte zur Freiraum und Siedlungsentwicklung; ein Lesebuch für Studierende und andere Interessierte.*  
Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, 1999 (Werkbericht der AGB; Nr.41)

Die Literaturhinweise sind in 3 Kategorien unterteilt:

- \*\*\* *Standardwerke und Grundlagenliteratur*
- \*\* *Spezielle Literatur*
- \* *weiterführende Literatur*





## 5 Teilkonzept: Konstruktion und Stoffe

### 5.1 Kriterien für die Baustoffwahl nach ökologischen Gesichtspunkten

#### Rohstoffgewinnung

- Herkunft
- Gewinnungsverfahren
- Eingriff in die Umwelt
- Transport/ Entfernung
- nachwachsende Rohstoffe/ fossile Rohstoffe
- Vorräte
- Emissionen bei der Rohstoffgewinnung
- Zwischenstoffe/ Abfallstoffe
- Verpackung für den Transport zur Produktionsstätte

#### Produktion

- Produktionsverfahren
- Verwendung von Recyclingprodukten
- entstehende Zwischenprodukte
- Abfallstoffe aus dem Produktionsprozess
- Emissionen
- Wasserverbrauch
- Energieverbrauch
- Arbeitsplatzbelastung
- Verpackung für den Transport zur Verarbeitung

#### Verarbeitung

- Emissionen
- Arbeitsplatzbelastung
- Abfallstoffe
- Verpackungsmüll, Baustellenabfall

#### Nutzung

- Abgabe von Luftfremdstoffen, Partikeln, Fasern
- Toxikologische Merkmale (Giftklassen, Kanzerogenität, allergene Eigenschaften, Mutagenität,...)
- Innenraumluftbelastung
- Brandverhalten
- Emissionen im Brandfall
- Beständigkeit (Abrieb, Abnutzung, Schwinden, Kriechen, Verspröden, Feuchtebeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit..)
- Reparaturanfälligkeit
- Lebenserwartung
- Oberflächenbeschaffenheit/ Hygiene

#### Verwertung

- Rückbaumöglichkeit
- Kosten des Rückbaus
- Wiederverwertbarkeit und Recycling: Verwertungsgrad, Restabfälle, Emissionen
- Deponierung (Schadstoffabgabe, Zersetzungsprodukte)
- Verbrennung (Schadstoffabgabe, Schlackenstoffe)

## 5.2 Übersicht über natürliche Rohstoffe und ihre Anwendungsgebiete als Baustoffe

<i>Rohstoff</i>	<i>Produktart</i>	<i>Anwendungsgebiete</i>
<b>Zellulose</b>	Flocke, Schüttung, Platte Papier, Pappe Trockenputze, Tapete	Dämmung von Dächern, Decken und Wänden Luftdichtungsschichten Wandbeschichtungen (innen)
<b>Holz</b>	Massivholzböden, Holzfaserplatten	Fußbodenbelag Decken und Wand- konstruktionen, Dämmschichten in Decken, Wänden und Dächern
<b>Schilfrohr</b>	Platte, Matte	Dämmschichten, insbesondere in Wärmedämmverbundsystemen Armierungsgrund, verlorene Schalung
<b>Hanf</b>	Faser, Matte	Dämmung von Decken, Wänden und Dächer, Zwischensparrendämmung
<b>Schafwolle</b>	Matte, Stopfwolle	Dämmschichten in Decken, Wänden und Dächern, Zwischensparrendämmung Fugen- dichtung
<b>Kokos</b>	Filz, Gewebe	Trittschalldämmung, Fugendichtung
<b>Lehm</b>	Steine, Platten, Mörtel Putze	Wandaufbauten, Deckenfüllung Oberflächenabschluss
<b>Ton</b>	Schüttungen	Hohlraumdämmung, Trockenestrich
<b>Perlite</b>	Schüttungen	Hohlraumdämmung, Trockenestrich
<b>Erdpigmente</b>	Zuschlag für Putze und Farben	Kreative Wandoberflächengestaltung
<b>Kalk</b>	Putze, Mörtel	Putzaufbauten innen und außen, Oberflächenabschluss
<b>Kork</b>	Rollen, Parkett	Trittschalldämmung, Fußböden
<b>Linoleum</b>	Rollen	Fußbodenbelag, Wandverkleidung
<b>Waid</b>	Farben, Lasuren	Farbgestaltung und Oberflächenschutz von Holzbaustoffen

## 5.3 Konstruktionen für Neubau und Sanierung

Mindestziel bei der Bearbeitung ist ein Gebäudeentwurf mit Niedrigenergiehaus-Standard und geringem Primärenergieinhalt der Konstruktion.

### 5.3.1 Fundamente und Bodenplatten

*Ziel:* Minimierung des Materialverbrauchs

- wenn möglich, unbewehrte Bodenplatten; dadurch Reduzierung des Stahlverbrauchs
- Streifenfundamente anstelle von bewehrten Plattenfundamenten

*Ziel:* Minimierung des Anteils umweltbelastender Stoffe

- Isolierung von Bauteilen gg. Feuchtigkeit und Wasser ist nur mit Materialien

- möglich, die umweltbelastend wirken, deswegen schon bei der Planung überlegen, inwieweit Gebäudeteile im erdberührten oder druckwassergefährdenden Bereich erstellt werden müssen.
- grundsätzlich gilt: Abdichtungsmaterialien mit hohem mineralischen Anteil den Bitumen- oder Kunstharzprodukten vorziehen

### 5.3.2 Außenwände

Außenwände machen von Volumen und Fläche her den größten Anteil am Gebäude aus und sind hinsichtlich der ökologischen Bewertung und der energiesparenden Bauweise die meistdiskutierten Bauteile.

Außenwände müssen ff. Anforderungen genügen:

- gutes Wärmedämmvermögen
- Sorptions- bzw. Feuchteausgleichsvermögen
- ungehindertes Diffusionsvermögen nach aussen, um Feuchte aus der Konstruktion abzuleiten
- Winddichtheit, besonders relevant bei Leichtbau- und Holzkonstruktionen; fehlende Winddichtheit führt zu Luftströmen, die Schäden verursachen, weil feuchtebeladene Luft abkühlt und Kondensfeuchte in großem Umfang freisetzen kann
- Verwendung von Materialien, die keine Schadstoffe an die Raumluft abgeben und eine möglichst unbelastete Produktlinie aufweisen

*einschalige Außenwand*

- klassische Außenwandkonstruktion mit  
*Zielkonflikt:* → homogene Wand bringt Vorteile für späteren Abbau und Recycling, nicht ausreichend hoher Wärmeschutz um Niedrigenergiehausstandard erreichen zu können.

*Außenwand mit  
Wärmedämmverbundsystem*

- bei Sanierung sowie bei Neubau kostengünstige Möglichkeit, Anforderungen an eine Außenwand zu erfüllen, Wärmedämmverbundsystem gibt es nicht nur mit Styropor oder Mineralwoll-dämmung, sondern auch mit Dämmung aus nachwachsenden Rohstoffen → z.B. Holzweichfaserplatten als Dämmung und Kalkputz als Oberflächenabschluss

*zweischalige Außenwand*

- wird vor allem in Norddeutschland erstellt, wo traditionell mit Vormauer- und Klinkersteinen gebaut wird

- der Zwischenraum kann gut gedämmt werden, es bieten sich Schütt- und Einblasdämmungen an
- große Dämmdicken sind schwierig zu lösen, da die Vormauerschale mit der Tragkonstruktion verankert werden muss. (Dübellängen)

#### *Außenwand mit Vorhangfassade*

- liegt im wärmetechnischen Sinn im Schnittpunkt zwischen den Außenwänden mit Wärmedämmverbundsystem und zweischaligen Wänden
- Dämmung muss nach außen hin luftdicht abgeschlossen werden, um Wärmeverluste durch Luftbewegung zu verhindern
- Vorhangfassaden werden mit Dübeln bzw. Ankern an der Tragkonstruktion befestigt, hier Gefahr von Wärmebrücken
- bei hohen Dämmstärken steigt der Aufwand an Befestigungen und somit die Anzahl der Wärmebrücken
- Baustoffe für Vorhangfassaden: Natursteinplatten, keramische Platten, Faserzementplatten, Glasplatten, Metallbleche, Holz

#### *Holzständerwand:*

für viele Synonym für ökologisches Bauen, weil

- geringer Primärenergieeinsatz,
- Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen,
- Konstruktion ermöglicht auf einfache Weise hohe Dämmstärken mit sinnvollen Dämmstoffen

Probleme beim Bauen mit Holz, die bei der Konstruktionswahl berücksichtigt werden müssen:

- schlechte Schallschutzeigenschaften aufgrund des geringen Flächengewichtes der Konstruktionsteile
- Holz „arbeitet“ → Folge der Bewegung in der Konstruktion können Riss- u. Fugenbildung in Wandbekleidungen sowie Schwundrissbildung in Holzbalken sein
- Realisierung von Winddichtheit schwierig, trotz guter k-Werte haben viele Holzhäuser einen unangemessen hohen Energieverbrauch aufgrund von Undichtigkeit sowie Wärme- und Behaglichkeitsverlust durch Zugerscheinungen
- geringes Wärmespeichervermögen → zum Ausgleich von täglichen Temperaturschwankungen vor allem für den sommerlichen Wärmeschutz ist es sinnvoll, Wärmespeichermassen in Holzhäuser einzubauen (z.B. massive Innenwände mit hoher Rohdichte, schwere Materialien in die Zwischenräume der Holzbalkendecken, Estrichschichten)

Holzbauweise kann darüber hinaus in starkem Umfang mit raumluftbelastenden Faktoren verbunden sein:

- Einsatz von Holzschutzmitteln → anstelle dessen konstruktiven Holzschutz in der Planung berücksichtigen; im Innenbereich Verwendung von Holzschutzmitteln nicht notwendig und muss strengstens vermieden werden
- Oberflächenbeschichtungen mit Lacken und Lasuren sind im Innenbereich nicht unbedingt notwendig

### 5.3.3 Innenwände

Innenwände haben deutlich geringere Anforderungen als Außenwände. Entscheidungskriterien für die Baustoffwahl können sein:

- *Wärmespeichervermögen:* Innenwände mit Rohdichten von 1400- 2000 kg/m<sup>3</sup> führen zu ausgeglichenem Raumklima und kurzzeitiger Speicherung von Wärme (Kalksandstein, Ziegel, Lehmsteine oder Lehmschüttung).
- *Schallschutz:* Kalksandstein, Lehmsteine
- *Oberfläche:* Weiterbehandlung von Kalk-, Gips- und Lehmwänden mit mineralischen Farben ohne organische Bindemittel möglich

Mögliche Ausführungen:

- Mauerwerkswand, Holzständerwand, leichte Trennwand

Problempunkte von Leichtbaukonstruktionen:

- leichte Trennwände stellen Verbundkonstruktionen dar, die für die Entsorgung mit hohem Aufwand zurückgebaut werden müssen
- geringes Wärmespeichervermögen und schlechter Schallschutz

### 5.3.4 Decken

neben tragender Funktion müssen Decken vor allem ff. Anforderungen erfüllen:

- Schallschutz, Wärmespeicherung, Wärmedämmung

#### *Stahlbetondecke*

Vorteil:

- universell einsetzbar, günstige Kosten, vergleichsweise guter Schallschutz, gutes Speichermedium

Nachteil:

- mäßiges Sorptionsvermögen, sodass Decken von Aufenthaltsräumen verputzt werden sollten, um Nachteil des schlechten Feuchteausgleichsvermögens möglichst zu kompensieren
- Wärmedämmvermögen von Stahlbetondecken sehr schlecht
- hoher Primärenergieinhalt von Stahlbeton

#### *Ziegeldecke*

1. Tragende Ziegel-, Stahl-, Beton- oder Holzträger mit eingehängten Ziegeln stellen ein Deckensystem dar, dass mit geringem Aufwand verlegbar ist.

2. Ziegelelementedecken sind eine Alternative zu Betonfertigdecken, Spannweite bis 6,50m, Dicke 22 cm

Vorteile:

- geringer Feuchteintrag in den Rohbau u. hohes Sorptionsvermögen, also Feuchteausgleich, einfache Verarbeitung

#### *Holzbalkendecke*

- hohe Dämmstärken mit sinnvollen Dämmstoffen sind bei Holzbalkendecken einfach ausführbar
- hohes Sorptionsvermögen, keine Baufeuchte
- geringer Primärenergieeinsatz für die Konstruktion
- nachwachsender Rohstoff

Nachteile:

- schlechter Schallschutz aufgrund des geringen Flächengewichtes, gleichwertiger Schallschutz zu Massivbauten kann nur mit hohem konstruktivem Aufwand erzielt werden
- geringes Wärmespeichervermögen

### 5.3.5 Dächer

haben neben der Ableitung der Niederschläge alle Funktionen einer Außenwand zu erfüllen, sobald ein genutzter Raum angrenzt:

- gute Wärmedämmung nach Wärmeschutzverordnung
- Sorptionsvermögen/ Feuchteausgleichsvermögen der Baustoffe auf der Innenseite der Konstruktion, Verhinderung der Anreicherung von Feuchte im Bauteil

Winddichtheit zur Vermeidung von :

- Wärmeverlusten, Zuglufterscheinungen, Wasserdampfkondensation, Eintrag von Feinstfasern aus der Dämmung in den Innenraum

Winddichtheit kann nur durch sehr präzise Verarbeitung erreicht werden mit abdichten-

den Anschlüssen bei Konstruktionsübergängen und Durchdringungen.

Grundsätzlich ist eine zweite winddichte Schicht auf der Außenseite der Dämmung anzubringen, die im Vergleich zur Konstruktion diffusionsoffen ist.

- Wärmespeichervermögen von Dachflächen ist wegen der geringen Flächen Gewichte gering,
- Zum Ausgleich täglicher Temperaturschwankungen sollten Speichermassen in den Dachgeschoss- Innenwänden und in der Geschossdecke untergebracht werden. (Lehmsteintrennwände, Lehm-schüttung zwischen Holzbalken in Decken)

## Literatur – Baustoffe und Konstruktion

(Anmerkung: Der überwiegende Teil der Literatur ist an der Professur Grundlagen des Ökologischen Bauens vorhanden und kann jederzeit eingesehen werden.)

### Baustoffe / Abfall / Kreislaufwirtschaft

- \*\*\* Kohler, G. (Hrsg.)  
*Recyclingpraxis Baustoffe*  
Verlag TÜV Rheinland, 1994
- \*\*\* Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (Hrsg.)  
*Ökologische Baumaterialien*  
Tagungsband des 2. Europa-Symposiums zum ökologischen Bauen, 1993
- \*\*\* Zwiener, G.  
*Handbuch Gebäude-Schadstoffe*  
Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 1997
- \*\*\* IBÖ- Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie  
*Ökologischer Bauteilkatalog. Bewertete gängige Konstruktionen*  
Springer Verlag, Wien 1999
- \*\*\* Zwiener, G.  
*Ökologisches Baustoff-Lexikon*  
C.F.Müller Verlag, 1994
- \*\* Arbeitsgruppe Wärmedämmstoffe (Hrsg.)  
*Wärmedämmstoffe – Der Versuch einer ganzheitlichen Betrachtung*  
2. Auflage, 1989
- \* Bauhaus-Universität Weimar Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung, Prof. A. Müller  
*Recycling von Bauabfällen*  
Weimar 1998
- \* Bauhaus-Universität Weimar; Prof. K.-D. Röbenack und Prof. A. Müller  
*Lehrunterlagen für das Vertiefungsfach Bauwerkserhaltung und Baustoffrecycling*  
Weimar 1996
- \* Forum Vauban e.V. und Stadt Freiburg i.Br., Eigenbetrieb Abfallwirtschaft (Hrsg.)  
*Abfallvermeidung beim Bauen*  
Freiburg 1999
- \* Frielingsdorf, Joachim  
*„Second-Hand-Architektur“ ist umweltverträglicher*  
In: Der Architekt 7/95, S. 425 ff

- \* Gessenich, S. (Hrsg.)  
*Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – Risiken und Chancen*  
Eberhard Blottner Verlag, 1998
- \* Mettke, Angelika  
*Wiederverwendung von Bauelementen des Fertigteilbaus*  
1995
- \* Tiltmann, K. O. (Hrsg.)  
*Handbuch Abfallwirtschaft und Recycling*  
Vieweg-Verlag, 1993
- \* Umweltinstitut München - Verein zur Erforschung und Verminderung der Umweltbelastung e.V. (Hrsg.)  
*Wohnen & Wohlfühlen – Schadstoffe im Innenraum erkennen und vermeiden*  
1. Auflage, 1996
- \* Zwiener, G.  
*Öko-Test Dämmstoffe*  
In: Öko-Haus 1/98, S. 42

Die Literaturhinweise sind in 3 Kategorien unterteilt:

- \*\*\* *Standardwerke und Grundlagenliteratur*
- \*\* *Spezielle Literatur*
- \* *weiterführende Literatur*

### Lehmbau

- \*\*\* Dachverband Lehm e.V. (Hrsg.)  
*Lehmbau Regeln - Begriffe – Baustoffe – Bauteile*  
Vieweg-Verlag: Wiesbaden, 1999
- \*\*\* Huber, A.-L.; Kleespies, T.; Schmid, P.  
*Neues Bauen mit Lehm*  
Ökobuch Verlag Staufen, 1997
- \*\*\* Volhard, F.  
*Leichtlehmbau - alte Baustoffe – neue Technik*  
Verlag C.F. Müller: Karlsruhe 1995 (5. Aufl.)
- \* Schneider, U.; Schwimann, M.; Bruckner, H.  
*Lehmbau für Architekten und Bauingenieure*  
Werner-Verlag: Düsseldorf 1996
- \* Minke, G.  
*Lehmbau-Handbuch. Der Baustoff Lehm und seine Anwendung*  
Ökobuch Verlag Staufen 1995, 2. Aufl.





## Anlage 1 – Checkliste ökologischer Fragestellungen

In die nachfolgenden Übersichtstabellen sind im Sinne einer Checkliste die für eine ökologische Gesamtkonzeption relevanten Fragestellungen aufgeführt. Aufgeteilt nach Planungsphasen der HOAI sowie Planungsthema dient die Tabelle als Arbeitsinstrument, um die anstehenden Entscheidungen in der Projektentwicklung kontinuierlich nach ökologischen Gesichtspunkten zu hinterfragen. Dazu sind je Planungsphasen die maßgeblichen Instrumente sowie der Entscheidungsbedarf aufgelistet.

*Quelle:  
Landeshauptstadt  
München, Messestadt  
Riem – Ökologische  
Bausteine, Teil II  
Gebäude und Freiraum*

## 1-1 ARCHITEKTUR

	Planungsablauf	Entscheidungsfindung	Instrumente
Grundlagenermittlung	<p>Festlegen des Projektes mit Raumprogramm Wohnungsgemeinschaft unter Berücksichtigung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlungen der</li> <li>- Beratergruppe 'Stadtgestaltung und Ökologie'</li> <li>- Besonnung, Beschattung</li> <li>- Gebäude und Freiraum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wurde bei der Überbauung auf eine möglichst geringe Versiegelung geachtet,</li> <li>- Sind die Lage der Gebäude sowie Gebäudehöhen/-abstände auf die passive Nutzung der solar Energie ausgerichtet?</li> <li>- Lassen die geplanten Wohn- und Arbeitsflächen flexible Umnutzungen zu?</li> <li>- Wurde die Bebauung auf kritische Stellen hin untersucht (Einblicke, Beschattung, Lärm etc. )?</li> <li>- Wie sind die Übergänge zwischen Gebäude und Freiraum gelöst?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgaben der Stadt München für das gewünschte Wohnungsgemeinschaft</li> <li>- ÖB I + ÖB II</li> <li>- Sonstige planerische und gestalterische Konzepte</li> </ul>
Entwurfs-, Genehmigungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometrische Umsetzung der Ordnungsprinzipien auf die Wohnungstypen und -größen</li> <li>- Festlegen des Gebäudetypus für Gewerbe und Dienstleistung</li> <li>- Integration der Gebäudetechnik</li> <li>- Freiraumplanung am Gebäude</li> <li>- Materialwahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist eine hohe Qualität der Wohnungen gewährleistet (individueller Charakter der Wohnungen durch Gartenanteil, Dachterrasse etc.?)</li> <li>- Wurde die Zonierung der Räume entsprechend den Nutzungen (Wärme-, Lichtbedürfnisse) vorgenommen?</li> <li>- Welches Ordnungsprinzip und welche Konstruktions- und Ausbauraster wurden angewendet (Materialübergänge, Spannweiten, Anschluß an spätere Bauteile)?</li> <li>- Wie wurden die wichtigsten Materialien und Konstruktionen bestimmt?</li> <li>- Funktioniert in den Gewerbe- und Dienstleistungsbauten die Klimatisierung mit natürlichen Mitteln?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Virtuelle räumliche Darstellung der Gebäude in 3D mit Besonnung, Beschattung, Lichtnutzung</li> <li>- Simulationsmodelle für den Raumkomfort</li> <li>- Materialliste SIA D0123 „Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten“</li> </ul>
Ausführungsplanung, Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planung sämtlicher Details nach ökologischen Prinzipien (Übergänge, Abdichtungen etc.)</li> <li>- Planung des Bauprozesses</li> <li>- Produktwahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird die Verarbeitung der Materialien auf der Baustelle überprüft?</li> <li>- Sind alle Beteiligten über die qualitativen Zielsetzungen informiert?</li> <li>- Entsprechen die gewählten Produkte den ökologischen Kriterien über den gesamten Lebenszyklus von der Herstellung, über Verarbeitung und Erneuerung bis zur Entsorgung?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökologisches Bauen auf städtischen Grundstücken</li> <li>- SIA D0123 „Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten“</li> <li>- Kontakte mit Firmen</li> </ul>
Objektüberwachung und -dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information über energetisch und ökologisch optimale Nutzung der Gebäude</li> <li>- Detaillierte Plan-dokumentation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Informationsmittel werden eingesetzt zu den Themen Lüftung, Sommer-/Winterbetrieb, Warmwasser,</li> <li>- Wintergarten, Materialpflege, Gartenpflege?</li> <li>- Wie wird die systematische Instandhaltung (Abnutzung periodischer Erneuerungsbedarf) gewährleistet?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Checklisten und Abnahmeprotokolle</li> <li>- „Geplante Instandhaltung“, Hrsg. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen</li> </ul>

## 1-2 GEBÄUDETECHNIK

	Planungsablauf	Entscheidungsfindung	Instrumente
Grundlagenermittlung	<p>Festlegung der energetischen Zielsetzungen im Projekt-Pflichtenheft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niedriger, Energieverbrauch</li> <li>- Kompakter Baukörper</li> <li>- Wenig Gebäudetechnik</li> <li>- Passive Sonnenenergienutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soll das Gebäude einen Heizwärmebedarf für Niedrigenergiebauweise aufweisen?</li> <li>- Soll das Gebäude einen Elektrizitätsbedarf im Bereich der Zielgröße nach der Empfehlung SIA 380/4 aufweisen?</li> <li>- Welche Methode der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist für Variantenvergleiche vorgesehen?</li> <li>- Welcher Einsatz von erneuerbaren Energien (passive Maßnahmen) ist vorgesehen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Wärmeschutzverordnung 95 bzw. EnEV</li> <li>- Empfehlung SIA 380/1 Elektrizität im Hochbau</li> </ul>
Entwurfs-, Genehmigungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung der gebäudetechnischen Konzepte auf der Grundlage der energetischen Zielsetzungen im Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Erstellen von Variantenvergleichen aufgrund von Simulations- und Energiebilanzierungsrechnungen</li> <li>- Darstellen des Zusammenspiels von Gebäudetechnik und Gebäude im Energiekonzept</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wurde eine Energiebilanz (Wärme, Elektrizität) erstellt und die vorgegebenen Energiekennwerte überprüft?</li> <li>- Sind die Raumtiefen der Hauptnutzung (z.B. Wohnräume, Büros, Werkstätten) &lt; 6m?</li> <li>- Wurden bei der Fassade der sommerliche Wärmeschutz und die intensive Tageslichtbenutzung berücksichtigt?</li> <li>- Wurden passive Solarsysteme (z.B. transparente Wärmedämmung) in die Gebäudearchitektur integriert?</li> <li>- Sind die Technikräume dezentral angeordnet?</li> <li>- Wurden kurze technische Versorgungswege (z.B. Warmwasser-Leistungen) geschaffen?</li> <li>- Ist der Bedarf für die eingeplanten raumluft- und kältetechnischen Anlagen gegeben?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Energiekonzept</li> <li>- Simulationen (Tageslicht, Raumtemperatur)</li> <li>- Energiebilanzen (Wärme, Elektrizität)</li> </ul>
Ausführungsplanung, Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Anlagenkonzepte (z.B. Heizung, Raumluftechnik, Sanitär) auf Energie- und Kosteneinsparmöglichkeiten</li> <li>- Definieren der energierelevanten Vorgaben für die Ausschreibung</li> <li>- Vorbereitung des Energiemeßkonzeptes und der energetischen Betriebsoptimierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wurde eine Energiebilanz (Wärme, Elektrizität) erstellt und die vorgegebenen Energiekennwerte überprüft?</li> <li>- Wurden helle Farben in den Räumen verwendet?</li> <li>- Liegt die Warmwassertemperatur unter 60 °C?</li> <li>- Sind mechanische Lüftungsanlagen mit einer Wärmerückgewinnung ausgerüstet und wurden die Luftleistungen optimiert?</li> <li>- Ist ein nutzungsgerechtes Beleuchtungskonzept mit tiefen spezifischen Anschlußleistungen realisiert worden?</li> <li>- Wurden Geräte mit tiefem Energieverbrauch evaluiert?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Energiekonzept</li> <li>- Energiemeß- und Zählkonzept</li> <li>- Betriebsoptimierungskonzept</li> </ul>
Objektüberwachung und -dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorbereiten und durchführen der Inbetriebnahme, der Abnahmen und der integrierten Tests</li> <li>- Einführung des Energiemanagements</li> <li>- Unterstützung des Nutzers im Hinblick auf einen energiegerechten Betrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind die Inbetriebnahme und die Abnahme sowie die integrierten Tests vorbereitet?</li> <li>- Ist die Einführung des Energie-Controlling auf der Gebäudeleittechnik vorbereitet?</li> <li>- Werden bei großen Elektrizitätsverbrauchern (z.B. Geräte, Ventilatoren) Abnahmemessungen durchgeführt?</li> <li>- Wurde eine benutzerfreundlicher Bedienungs- und Wartungsanleitung erstellt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminplan für die Inbetriebnahme</li> <li>- Abnahmeprotokolle</li> <li>- Komplette Betriebs- und Wartungsanleitung</li> <li>- Benutzerhandbuch auf der Grundlage des Projekt-Pflichtenheftes</li> <li>- EDV-unterstütztes Energie Controlling</li> </ul>

## 1-3 BODEN-UNTERGRUND

	Planungsablauf	Entscheidungsfindung	Instrumente
Grundlagenermittlung	Festlegung der Zielsetzungen zu Boden und Untergrund: - Unberührte Bodenflächen belassen - Material wiederverwenden - Umweltgerechte Baustellenorganisation	- Welche Flächen bleiben unberührt, welche können geschützt werden? - Wo können Lagerflächen sein z.B. auf Wegen bzw. über Tiefgaragen? - Gibt es Geländemodellierungen, Tiefgaragen, Kellen etc.? - Wo liegen die Leitungstrassen? - Wie kann der Versiegelungsgrad minimiert werden? Wie sieht der Baugrund aus, welche Materialien können wiederverwendet werden? - Wie ist die Baustelle erschlossen?	- Bauzeitenplan - Baugrundgutachten - Bestandsplan: Geländehöhen, Grundwasser Leitungstrassen, Vegetation
Entwurfs-, Genehmigungsplanung	- Erarbeitung des Konzeptes für Boden und Untergrund - Gestalterische und inhaltliche Abstimmung mit dem Freiraum-, Energie- und dem Wasserkonzept - Variantenvergleich mittels Simulation und Massenbilanzierung	- Ist Flächenschutz vorgesehen und wie sieht diese aus? - Sind genügend Versickerungs- und Grünflächen vorgesehen? Sind die Modellierungen minimiert? Wie wird das Geländeniveau geplant? - Welche Gründungstiefen liegen vor? - Können Funktionen gebündelt werden? - Wie wird Material wiederverwendet? - Liegt die Baustelleneinrichtung zentral und auf bereits versiegelten bzw. zu versiegelnden Flächen?	- Plan zur Baustelleneinrichtung - Erdmassenkonzept - Konzept zur Substratverwendung - Geländesimulation - Versickerungskonzept
Ausführungsplanung, Vergabe	- Detaillierung des Konzeptes zu Boden und Untergrund - Prüfung von Auf- und Abtrag anhand einer genauen Massenberechnung - Beschreibung der umweltgerechten Baustellenorganisation im Leistungsverzeichnis	- Ist Flächenschutz ausgeschrieben? - Sind die Massen nach Qualitäten getrennt gelagert und wiederverwendet? Sind die Massen ausgeglichen? - Sind Materialien entsprechend der Nutzung eingesetzt? - Ist der Baustellerablauf umweltgerecht organisiert?	- Mengen und Massenberechnung, Bilanzierung - Baustellenplan- und konzept
Objektüberwachung und -dokumentation	- Kontrolle der Sicherungsmaßnahmen und Baustelleneinrichtung - Steuerung des Bauablaufes - Überprüfung der Massen - Information für den Nutzer in Hinblick auf den richtigen Umgang mit dem Boden	- Sind die Sicherungsmaßnahmen ausreichend? - Ist die Bilanzierung ausgeglichen? - Sind die Baustoffe richtig gelagert und wiederverwendet? - Sind Lagerflächen ausreichend gesichert? - Ist die Vermeidung der Baustoffeinträge bei Bau und Betrieb gesichert? - Sind die Bewohner ausreichend informiert?	- Kontrolle der Bilanzierung anhand der Abnahmeprotokolle - Baustellenbuch - Benutzerhandbuch - DIN 18 915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau; Bodenarbeiten“

## 1-4 FREIRAUM

	Planungsablauf	Entscheidungsfindung	Instrumente
Grundlagenermittlung	Festlegung der Zielsetzungen zu Freiraum: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pflanzen als klein-klimatischer Faktor</li> <li>- Natürliche Ressourcen optimieren</li> <li>- Mit Pflanzen Räume schaffen</li> <li>- Freizeit und Erholung</li> <li>- Frühzeitige Planung und Pflanzung</li> <li>- Fachgerechte Pflege</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind die natürlichen Ressourcen optimal genutzt?</li> <li>- Ist das Freiraumsystem vollständig vernetzt und barrierefrei?</li> <li>- Sind die Freizeitbedürfnisse der Nutzer ausreichend berücksichtigt?</li> <li>- Welche Grün- und Freiflächen grenzen an das Baugebiet?</li> <li>- Ist mit der Planung und Pflanzung frühzeitig begonnen worden?</li> <li>- Ist eine fachgerechte Pflege gewährleistet?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestandsplan</li> <li>- Gutachten zur ökologischen und naturschutzfachlichen Wertigkeit</li> </ul>
Entwurfs-, Genehmigungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung d. Konzeptes für den Freiraum</li> <li>- Abstimmung der ökologischen Aspekte mit dem Bauherrn</li> <li>- Gestalterische und inhaltliche Abstimmung mit den anderen Gewerken</li> <li>- Abstimmung mit den Fachplanen und Behörden</li> <li>- Variantenvergleich mittels Ökobilanzen</li> <li>- Darstellung der ökologischen Maßnahmen im Genehmigungsplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind ausreichende Schutzmaßnahmen für den Bestand vorgesehen?</li> <li>- Welche Elemente enthält der Freiraum?</li> <li>- Sind Festsetzungen der geltend der Grünordnung und des Freiflächenrahmenplans berücksichtigt?</li> <li>- Nach welchen Kriterien sollen die Materialien im Freiraum ausgesucht werden?</li> <li>- Wo sind die Schnittstellen Gebäude und Freiraum?</li> <li>- Wie sieht das Höhen- und Massenkonzent aus?</li> <li>- Wieviel Geld wird für die Freiflächengestaltung bereitgestellt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freiflächenkonzept und Ökobilanz</li> <li>- Erdmassenkonzept und Massenbilanzierungen</li> <li>- Aktualisierung der Geländesimulationen</li> <li>- Freiflächen-gestaltungsplan</li> </ul>
Ausführungsplanung, Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detaillierung des Konzeptes zu Freiraum</li> <li>- Prüfung der Massen und des Einsatzes von Materialien</li> <li>- Beschreibung der Leistungen mit Liefernachweisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind die Vorgaben berücksichtigt?</li> <li>- Sind die Zielsetzungen und Vorgaben für Freiraum umgesetzt und mit den anderen Gewerken abgestimmt?</li> <li>- Sind Materialien entsprechend der Nutzung wiederverwendet?</li> <li>- Sind die Grün- und Freiflächen für die Ansprüche von Naturschutz und Erholung ausreichend dimensioniert?</li> <li>- Ist der Baustellenablauf umweltgerecht organisiert?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengen- und Massenberechnung</li> <li>- Geländesimulationen</li> <li>- Ausführungsplan, Details</li> <li>- Bauzeitenplan</li> <li>- Pflege und Entwicklungskonzept</li> </ul>
Objektüberwachung und -dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolle der Sicherungsmaßnahmen und Baustelleneinrichtung</li> <li>- Steuerung des Bauablaufes</li> <li>- Überprüfung d. Massen und der Materialien des Saat- und Pflanzgutes</li> <li>- Nachweis der fachgerechten Ausführung, Liefernachweise</li> <li>- Information für den Nutzer in Hinblick auf - den richtigen Umgang mit dem Freiraum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind die Sicherungsmaßnahmen und die Baustelleneinrichtung entsprechend durchgeführt worden?</li> <li>- Sind die Materialien fachgerecht geliefert, gelagert und eingebaut worden?</li> <li>- Sind die Bewohner ausreichend informiert?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolle der Bilanzierung anhand der Abnahmeprotokolle</li> <li>- Baustellenbuch</li> <li>- Benutzerhandbuch</li> </ul>

## 1-5 WASSER

	Planungsablauf	Entscheidungsfindung	Instrumente
Grundlagenermittlung	Festlegung der Zielsetzungen im Bereich Wassernutzung: - Sparsamer Wasserverbrauch - Trinkwasser substituieren	- Wurden die Zielsetzungen für den Wasserbedarf definiert? - Wurde der Einsatz von Regenwasser geprüft? - Wurde der Anteil der versiegelten Flächen minimiert? - Ist der Grünflächenanteil festgelegt?	- Projekt Pflichtenheft - Freiflächengestaltungsplan
Entwurfs-, Genehmigungsplanung	- Erarbeitung des Wasserkonzeptes auf der Grundlage der Zielsetzungen im Projekt-Pflichtenheft - Erstellen von Variantenvergleichen aufgrund von Simulations- und Wasserbilanzierungsrechnungen	- Wurde für den Einsatz des Wassers nach Wasserqualitäten unterschieden? - Wurde Warmwasser nur wo nötig vorgesehen? - Sind getrennte Leitungssysteme für Trink- und Regenwasser eingeplant? - Wurden Sanitärräume und Abwasserleitungen so geplant, dass Wasserspar-WCs eingesetzt werden können? - Sind Wassermessstellen eingeplant? - Sind Hartbeläge wasserdurchlässig konzipiert?	- Projekt-Pflichtenheft - Wasserkonzept - Simulationen (Regenwasser)
Ausführungsplanung, Vergabe	- Prüfung des Wasserkonzeptes auf Wasser- und Kosteneinsparmöglichkeiten - Definieren der relevanten Vorgaben für die Ausschreibung - Vorbereitung des Meßkonzeptes und der Betriebsoptimierung	- Wurden Apparate mit tiefem Wasserverbrauch evaluiert? - Wurde die Waschmaschine mit Kalt- und Warmwasseranschluß ausgewählt? - Wurde das Wasserverteilnetz optimal gedämmt (Kalt- und Warmwasser)? - Wurde die Umgebung mit einheimischen Pflanzen gestaltet, die Trockenheit ohne künstliche Bewässerung ertragen? - Sind die betrieblichen Kenndaten festgelegt?	- Projekt-Pflichtenheft - Wasserkonzept - Meß- und Zählkonzept - Betriebsoptimierungskonzept
Objektüberwachung und -dokumentation	- Vorbereiten und durchführen der Inbetriebnahme und der Abnahmen. - Überprüfung der betrieblichen Kenndaten - Unterstützung des Nutzers im Hinblick auf einen wassersparsamen Betrieb	- Sind die Inbetriebnahme und die Abnahme vorbereitet? - Werden die Wasserverbrauchszahlen im Rahmen des Controlling überprüft und optimiert? - Wurde eine benutzerfreundliche Bedienungs- und Wartungsanleitung erstellt?	- Komplette Betriebs- und Wartungsanleitung - Benutzerhandbuch auf der Grundlage des Projekt-Pflichtenheftes - EDV-unterstütztes Controlling



## 1-6 ABFALL, REINIGUNG

	Planungsablauf	Entscheidungsfindung	Instrumente
Grundlagenermittlung	Festlegung der Zielsetzungen im Projekt-Pflichtenheft: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trennung der Abfälle</li> <li>- Ausreichend Entsorgungs- und Putzräume bereitstellen</li> <li>- ökologische Reinigung einführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind die Größe und Lage der Entsorgungsräume und Abfallsammelstellen festgelegt?</li> <li>- Sind Größe und Lage der Putzräume festgelegt?</li> <li>- Sind die Zielsetzungen und Anforderungen an die Gebäude und Freiraumreinigung definiert?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Reinigungs- und Entsorgungskonzept</li> <li>- Abfallwirtschaftskonzept</li> </ul>
Entwurfs-, Genehmigungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung eines detaillierten Entsorgungs- und Reinigungskonzeptes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist das Layout der einzelnen Entsorgungsräume und Sammelstellen festgelegt?</li> <li>- Sind die logistischen Synergien zwischen Abfallentsorgung und Reinigung geprüft worden?</li> <li>- Ist die Grundausrüstung der Putzräume (Geschoß- und Hauptputzräume) definiert?</li> <li>- Wurden die wichtigsten Details bezüglich Gebäudereinigung festgelegt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Reinigungs- und Entsorgungskonzept</li> <li>- Abfallwirtschaftskonzept</li> <li>- Konzept für die Freiraumpflege</li> </ul>
Ausführungsplanung, Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Entsorgungs- und Reinigungskonzeptes auf Kosteneinsparmöglichkeiten</li> <li>- Prüfung des Freiraumkonzeptes auf Kosteneinsparungen</li> <li>- Definieren der relevanten Vorgaben für die Ausschreibung</li> <li>- Erstellen eines Konzeptes für die Baustellenentsorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ist die Baustellenentsorgung organisiert?</li> <li>- Wurden Überlegungen zur Reduktion d. Baustellentransporte gemacht?</li> <li>- Sind Vorgaben definiert für die Bauschlußreinigung?</li> <li>- Wurde die Bepflanzung und die Wegebeläge mit Nutzungsart und dem leistbaren Pflegeaufwand abgestimmt?</li> <li>- Wurden die notwendigen Düngungs-, Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen ausgewählt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekt-Pflichtenheft</li> <li>- Baustellenentsorgungskonzept</li> <li>- Konzept für die Freiraumpflege</li> </ul>
Objektüberwachung und -dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung der betrieblichen Kenndaten für die Gebäudereinigung und die Freiraumpflege</li> <li>- Einführung des Abfallmanagements</li> <li>- Unterstützung des Nutzers im Hinblick auf einen ökologischen und kostengünstigen Betrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sind die Entsorgungssysteme, Behälter, Kosten und Leerungsintervalle festgelegt?</li> <li>- Sind die Reinigungsintervalle/-systeme, Zeitbedarf, Reinigungsmittel, Kosten und Geräte im Reinigungsplan festgelegt?</li> <li>- Sind die Benutzer instruiert?</li> <li>- Ist der Durchführungszeitpunkt der Pflegemaßnahmen im aktuellen Jahresablauf festgelegt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinigungsplan</li> <li>- Entsorgungs-/Abfallstatistik</li> <li>- Vorgehensplan für die Erfolgskontrolle</li> <li>- Pflegeplan Freiraum</li> </ul>

## Anlage 2 Übersicht Kartenmaterial und Informationsquellen

	KARTENMATERIAL	ZUSTÄNDIGE STELLEN (Auswahl)	GESETZE, VERORDNUNGEN (Auswahl)	GUTACHTER, FACHLEUTE
<b>Topografie</b>	Topografische Karten (in allen erforderlichen Maßstäben)	Katasteramt		Vermessungsingenieure
<b>Bodenstruktur</b> - geologischer Aufbau - Altlasten	Geologische Karte, Topografische Karten mit Eintragung der Grundwasserstände, Bodengütekarte, Altlastenkataster, Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	Katasteramt, Geologische Ämter  Umwelt(-schutz)amt		Ing.-Büros für Bodenmechanik (geohydrologische Gutachten), Spezialunternehmen für Bodenbohrung/-untersuchung Umweltingenieur
<b>Gewässer</b>	Katasterpläne Kartierung der Gewässerbelastung/ Verschmutzung, UVP	Wasserwirtschaftsämter der Kreise und Städte (Gemeinden), untere Naturschutzbehörde, Kulturamt (Kreis), Umwelt(-schutz)amt	Wasserhaushaltsgesetz	Umweltingenieur
<b>Vegetation</b>	Katasterpläne (eingetragene Bäume auf Gültigkeit und Vollständigkeit überprüfen und um Sicherungsbereiche ergänzen), Umweltverträglichkeitsprüfung	Katasteramt, untere Naturschutzbehörde, untere Forstbehörde, untere Landschaftsbehörde Grünflächenamt	Landschaftsschutzgesetz	Garten- und Landschaftsarchitekten (-planer), Ökologen
<b>Klima / Umwelt</b>	Meteorologische Karten und Tabellen, Karten mit Eintragung von Belastungszonen, Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), Schallgutachten	Wetteramt, Gewerbeaufsichtamt, Umwelt(-schutz)amt	Bundesemmissionsschutzgesetz, Gewerbeordnung, Bundesnaturschutzgesetz	Fachleute entsprechend der Untersuchungsaufgabe
<b>Nutzung</b>	Katasterpläne, Grundkarten, Flächennutzungspläne	Katasteramt, Planungsämter der Städte und Gemeinden		
<b>Bebauung</b>	Katasterpläne, Grundkarten (ggf. Baupläne) Denkmalliste	Katasteramt, Planungsämter, Landes-(Stadt-)konservator, Statistische Ämter	Bauordnung Denkmalschutzgesetz	Architekten, Heimatpfleger, Denkmalpfleger
<b>Erschließung</b>	Katasterpläne, Grundkarten. Ausbaupläne	Planungsämter, Straßenbauämter, Landschaftsverband, öffentl. Verkehrsbetriebe, Post, Bundesbahn u.ä.		Verkehrsingenieure
<b>Infrastruktur</b>	Katasterpläne Sozialverträglichkeitsprüfung	Planungsämter, Wirtschaftsamt, Handwerkskammer, Industrie- und Handwerkskammer, Öffentl. Versorgungsträger		Fachleute bzw. Institute mit volkswirtschaftliche oder sozialwissenschaftliche Qualifikation
<b>Grundbesitz</b>	Katasterpläne, Grundbuch	Grundbuchamt, Liegenschaftsamt		

Quelle: Prinz, Dieter;  
Städtebau - Band 1:  
Städtebauliches  
Entwerfen, 1995, S.39