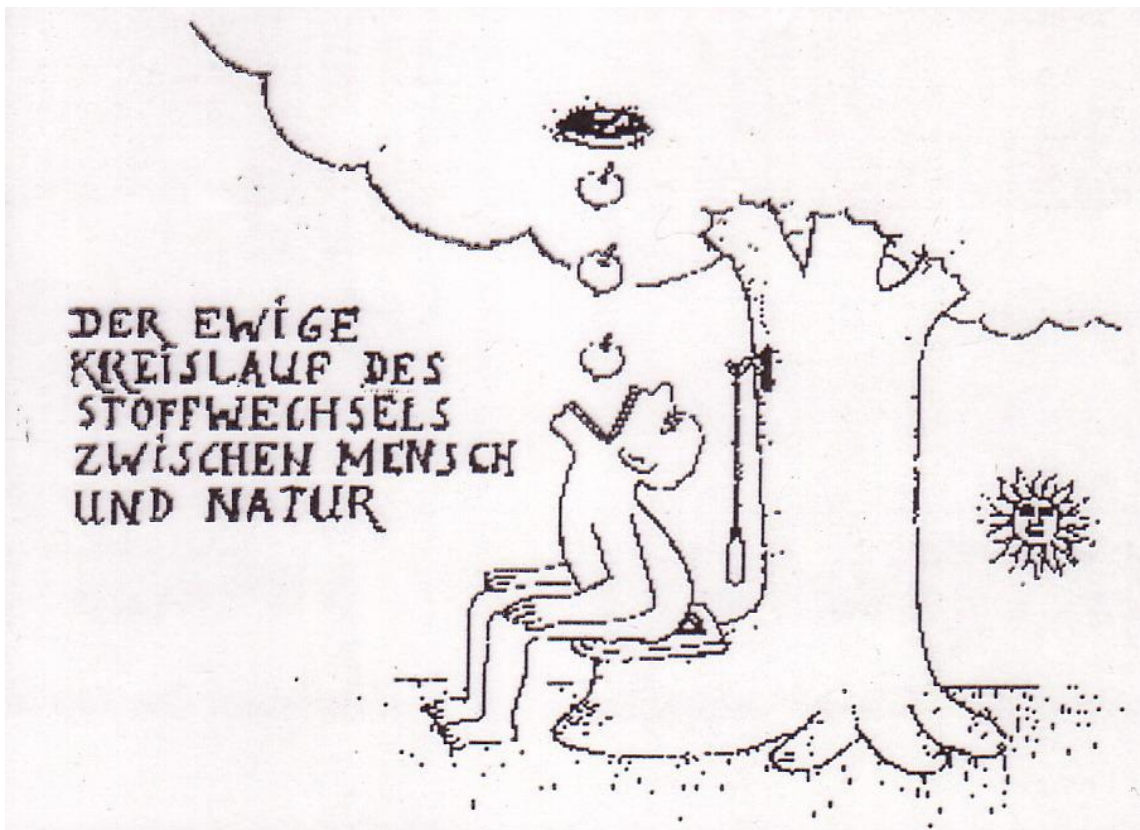


Vom Schmutzwasser zum Nutzwasser

Grundstücksbezogene Schmutzwasseraufbereitung am Beispiel eines Neubauernhauses in Heiligengrabe OT Zaatzke in Brandenburg



sewage transformation to your maximum benefit

Diplomarbeit

Studiengang Landschaftsplanung

Technische Universität Berlin

Titel:

Vom Schmutzwasser zum Nutzwasser

**Grundstücksbezogene Schmutzwasseraufbereitung am Beispiel eines Neubauern-
hauses in Brandenburg**

sewage transformation to your maximum benefit

Verfasser:

Heiko Wonglorz

Matrikel: 197169

Betreuer:

Prof. Dr. Wilhelm Ripl (i.R.)

Dr. Klaus-Dieter Wolter

Institut für Ökologie

Fakultät VI

Technische Universität Berlin

Berlin, den 02.05.2006

Die selbstständige und eigenhändige Anfertigung versichere ich an Eides Statt.

Berlin, den 02.05.2006

Heiko Wonglorz

Betrachte die Sonne.

Sieh den Mond und die Sterne.

Erkenne die Schönheit der Natur.

Und dann denke nach.

Hildegard von Bingen

Gliederung

1 Einleitung	9
1.1 Zielformulierung, Methodik und Vorgehensweise	10
2 Ökosystemare Betrachtung des Wassers	12
2.1 Eigenschaften des Wassers	13
2.2 Messbarkeit der Ausbildung von Kreisprozessen	14
2.3 Zoonösenkernstruktur.....	15
2.4 Zusammenfassung.....	17
3 Analyse der Wasserinfrastruktursysteme und des Betrachtungsraums	18
3.1 Wasserinfrastruktursysteme	18
3.1.1 Die Wasserinfrastruktur heute	19
3.1.1.1 Verlust von Nähr- und Mineralstoffen.....	25
3.1.1.2 Vermischung von Kreisläufen	26
3.1.1.3 Energieverbrauch	27
3.1.1.4 Risikomanagement.....	27
3.1.1.5 Naturwissenschaft, Politik, Verwaltung und Rechtsanwendung	28
3.2 Zusammenfassung.....	30
3.3 Betrachtungsraum	31
3.3.1 Siedlungs- und Landschaftsgeschichte.....	32
3.3.2 Klima und Niederschlag.....	34
3.3.3 Umgang mit Schmutzwasser in Brandenburg und Zatzke.....	39
3.3.3.1 Neuorientierung der Abwasserpolitik in Brandenburg.....	41
3.4 Zusammenfassung.....	43
4 Impulse	44
4.1 Umorientierung der Gesellschaft durch innovative Technologien	44
4.2 Der ganzheitliche Systemansatz	45
4.3 Ressourcenmanagement	46
4.4 Konzepte ökologischer Innovation.....	47
4.5 Zusammenfassung.....	50
5 Der haushaltszentrierte Ansatz	52
5.1 Funktionale Ebenen der Gesellschaft.....	55
5.1.1 Die Haushaltsebene	56

5.2 Haushalt - Bestand	57
5.2.1 Wasserversorgung	57
5.2.2 Energieversorgung	59
5.3 Haushaltszentriertes und integriertes Wassermanagement	59
5.3.1 Die Wasserwaschmaschine.....	61
5.3.1.1 Qualitäts- und Kostenkontrolle	64
5.3.1.2 Nutzwertanalyse	65
5.3.2 Nutzwasserverwertung im Wohnhaus.....	66
5.3.3 Nutzwasserverwertung auf dem Grundstück	67
5.3.3.1 Pflanzenbau.....	69
5.3.3.2 Aquakultur	75
5.3.3.3 Glashausmodul.....	76
5.3.3.4 Gebäudeklimatisierung	80
5.3.3.5 Baubotanik.....	81
5.3.4 Rohstofftransformation	83
5.3.4.1 Kompostierung.....	83
5.3.5 Entwurfsdarstellung	86
5.3.6 Umsetzbarkeit des haushaltszentrierten Ansatzes	87
5.3.7 Projektplanung.....	88
5.4 Zusammenfassung.....	89
6 Organisation	90
6.1 Genossenschaften	90
6.1.1 Prinzip	92
6.1.2 Netzwerkknotenpunkt	93
7 Zusammenfassende Schlußfolgerungen.....	95
8 Anhang	97
8.1 Glossar.....	97
8.2 Abkürzungen	99
9 Quellenverzeichnis	100
9.1 Literatur.....	100
9.1.1 World-Wide-Web (Internet).....	104
9.1.2 weitere Quellen.....	104
9.2 weiterführende Quellen	104

Abbildungen

Abb. 1: Prozesseigenschaften des Wassers	13
Abb. 2: Nachhaltiger Wasser- und Stoffhaushalt bei Re-Integration des Menschen in die Natur	15
Abb. 3: Zoonösenkernstruktur	16
Abb. 4: Situation der Abwasserbeseitigung in Berlin 19.Jh.	19
Abb. 5: Erstellung der Kanalisation in Deutschland	22
Abb. 6: Anteilige Investitionskosten für die Erstellung verschiedener Konzepte der Abwasserbehandlung ohne Pumpwerke und Kanäle und der Schmutzwasseraufbereitung .	23
Abb. 7: Anteilige Investitionskosten für die Erstellung verschiedener Konzepte der Abwasserbehandlung mit Pumpwerken und Kanälen und der Schmutzwasseraufbereitung	23
Abb. 8: Konzept der zentralen Abwasserbeseitigung	25
Abb. 9: Lage der Ortschaft Zaatze	32
Abb. 10: Niederschlagsverteilung Land Brandenburg	34
Abb. 11: Thermalbild Brandenburg Landsat 6	35
Abb. 12: Klimafunktion Acker - Wald	36
Abb. 13: Klimatische Wasserbilanz für Brandenburg	37
Abb. 14: Grafische Darstellung der Jahresdurchschnittswerte Temperatur und Jahresniederschlag Standort Neuruppin	38
Abb. 15: Anschlussgrad an die Kanalisation im Land Brandenburg	39
Abb. 16: Maßnahmen an der Quelle, Waste Design, Nutzungsbedingungen und ihre Schnittstellen	48
Abb. 17: Der Haushaltszentrierte Ansatz	54
Abb. 18: Funktionale Ebenen der Gesellschaft	55
Abb. 19: Neubauernhaus Zum Windfang 3, Zaatze	57
Abb. 20: Nutzwasserteilstromnetz Zum Windfang 3, Zaatze Erdgeschoß	58
Abb. 21: Mehrkanal Platten- Membranmodul	61
Abb. 22: Wasserwaschmaschine	62
Abb. 23: Mehrfacher Wassergebrauch durch Kreislaufführung	63
Abb. 24: Vergleich Nutzwasser und Schmutzwasser	63
Abb. 25: Optimale Matrixpotenziale zur Verhinderung der Wasserversickerung bei der tensiogeschalteten Bewässerung	69
Abb. 26: Beurteilung der Wasserbewegung mit Hilfe des hydraulischen Gradienten	70
Abb. 27: Miscanthus Giganteus	72
Abb. 28: Feuerungsprinzip	73
Abb. 29: Umsatz von Energie zwischen Wohnhaus und Gewächshausmodul	75

Abb. 30: Aquakultur im Kreislaufsystem	75
Abb. 31: Edelkrebs (<i>Astacus astacus</i> L.)	76
Abb. 32: Neubauernhaus mit Glashausmodul	77
Abb. 33: Umsatz von Nutzwasser und Regenwasser zwischen Wohnhaus und Glashausmodul	78
Abb. 34 : Durchschnittlicher Temperaturverlauf im Tagesmittel	81
Abb. 35 Weidenruten	82
Abb. 36: Weidenpavillion	83
Abb. 37: Prinzip der Kompostierung	84
Abb. 38: Schlammspiegelmessung Zum Windfang 3 in Zaatze	85
Abb. 39: Schlammspiegelmessungen Zum Windfang 3 in Zaatze	86
Abb. 40: Entwurfsdarstellung Zum Windfang 3 in Zaatze	87
Abb. 41: Regelkreis der am Projekt beteiligten Akteure	91
Abb. 42: Genossenschaften als Netzwerkknotenpunkt.....	93

Tabellen

Tab. 1: Szenario Trend Klimaveränderung Standort Neurupin	37
Tab. 2: Nährstoffgehalte im Schmutzwasser von Zaatze	41
Tab. 3: Tageswasserbedarf Zum Windfang 3, Zaatze	58
Tab. 4: Integriertes Wassermanagement Zum Windfang 3, Zaatze	60
Tab. 5: Nutzwertanalyse Wassermanagement Zum Windfang 3, Zaatze.....	65
Tab. 6: zukünftige Anteile am Tageswasserbedarf Zum Windfang 3, Zaatze.....	66
Tab. 7: Durchschnittliche Nährstoffgehalte im häuslichen Schmutzwasser	68
Tab. 8: Elektrische Leistung (kwh) verschiedener Energieträger	74
Tab. 9: Energieaufwand für verschiedene Nutzungen und Äquivalente verschiedener Energieträger	74

1 Einleitung

Die Ressourcen Wasser, Boden und Luft sind voneinander abhängige Systeme und stehen in einer gegenseitigen Wechselbeziehung. Sie bilden die Existenzgrundlage unserer Gesellschaft und werden durch Übernutzung jedoch oft dauerhaft geschädigt.

"Wasser, überall Wasser, und kein Tropfen zu trinken", sagte der alte Seemann. Dieser Ausspruch zeichnet ein gutes Bild der globalen Situation. Der weltweite Süßwasseranteil beträgt ca. 3,5 Prozent, doch davon ist ein großer Teil in den Eismassen der Pole gebunden. Der Tropfen zu trinken macht nur ein hundertstel Prozent des Wassers in der Welt aus. Für Wasser gibt es keinen Ersatz.

Die Anzeichen von Wasserknappheit sind inzwischen in vielen Ländern der Erde spürbar. Nicht nur die Länder des Südens sind davon betroffen, auch in Deutschland wird diese Ressource regional und lokal zu einem kostbaren Gut. Quantitative Verluste an Wasser in Flüssen, Seen und beim Grundwasservorrat werden durch unzureichende Niederschläge oder Übernutzung offensichtlich. Auch zunehmend qualitative Verluste von Wasservorräten durch Verschmutzung und Nährstoffeinträge sind aufgrund des derzeitigen Umgangs mit Abfall und Abwasser zu verzeichnen.

Die Intensität der heutigen Inanspruchnahme des Wassers nimmt auf diese Anzeichen keine Rücksicht, sondern übernutzt und verschmutzt zunehmend diese für das Leben so unabdingbare Ressource.

Die Nutzung, Visualisierung und Erlebbarkeit von Wasser unterliegt aber nicht nur materiellen Interessen. Es geht vielmehr um die Einsicht der Gesellschaft in den nachhaltigen Umgang mit Wasser. Dabei geht es um die Verknüpfung der einzelnen funktionalen Bezüge zum Wasser in der Gesellschaft. Wasser ist in der Summe mehr als nur die alleinige Addition seiner Funktionen.

Das Land, das der Mensch bewirtschaftet, ist ohne Wasser beinahe oder ganz wertlos. Das Land bzw. der Boden ist die physische Basis, auf der viele Aktivitäten des Menschen stattfinden. Er ist Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen. Böden sind ein entscheidendes Glied im ständigen Fluss von Energie und Stoffen in Ökosystemen. Sie erfüllen eine Vielzahl von Funktionen, die für die Existenz einer Gesellschaft enorm wichtig sind. Eine dieser Funktionen ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzungsfunktion. Die zentralisierte Wasserwirtschaft beteiligt sich zunehmend an der dauerhaften Schädigung unserer Landschaft, indem sie durch die Dynamisierung des Bodenwasserhaushaltes eine flächendeckende Auslaugung der Böden betreibt. Sind die Böden ausgelaugt, können sie ihre Nutzungsfunktion nicht mehr, oder nur eingeschränkt erfüllen. Durch Verarmung und Erosion werden diese Flächen wertlos. Ist der Landschaftswasserhaushalt geschädigt, wird auch das Klima global, regional

und lokal negativ beeinflusst. Eine Besonderheit unseres Planeten besteht darin, dass bei den an der Erdoberfläche auftretenden Temperaturen Wasser zwischen fester, flüssiger und gasförmiger Phase wechseln kann. Ein großer Teil des Wassers wird durch die Verdunstung in Wasserdampf umgewandelt und beeinflusst maßgeblich unser Klima. Der Wasserdampf ist eines der wichtigsten Klimagase und dafür verantwortlich, dass Lebewesen auf unserem Planeten existieren können. Wasserdampf entsteht aber nicht nur über den Meeren und Ozeanen, sondern auch in erheblichem Maße auf den Kontinenten durch die Vegetation. Dort, wo ausreichend Vegetation vorhanden ist, wird die Landschaft gekühlt, ohne Vegetation überhitzt sich die Landschaft. Der noch verbliebene Wasserdampf wird in höhere oder entferntere Regionen transportiert und steht regional und lokal nicht mehr zur Verfügung.

Neben der Erhaltung der natürlichen Ressourcen Wasser, Boden und Luft ist Bereitstellung von Energie für die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Tätigkeiten von größter Bedeutung. Der harte Kern der wirtschaftlichen Tätigkeiten des Menschen ist der Einsatz verfügbarer Energie. Energiepolitische Themen berühren in einem weit unterschätzten Maß die internationale, nationale und kommunale Politik und deren Strukturen. Die Energie ist die Lebensader jedweder natürlichen und gesellschaftlichen Entwicklung. Natürliche und gesellschaftliche Lebensvorgänge sind ohne eine energetische Grundlage nicht zu denken und zu beschreiben. Die Sonne ist unsere einzige Energiequelle. Diese Energie soll bei der Betrachtung im Zusammenhang mit Wasser näher betrachtet werden.

1.1 Zielformulierung, Methodik und Vorgehensweise

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines konzeptionellen, haushaltszentrierten Ansatzes zur Steigerung der stofflichen und energetischen Effizienz des Systems Haus und Grundstück durch kurzgeschlossene Wasser- und Stoffkreisläufe.

Für die Entwicklung dieses Ansatzes steht der Sitz der DEZENT-eG (Genossenschaft zur Entwicklung dezentraler Regionalstrukturen), Zum Windfang 3, 16909 Heiligengrabe, OT Zaatzke in Brandenburg mit einer Fläche von 4.831m² und dem Neubauernhaus 176 m² zur Verfügung. Das gesamte anfallende häusliche Schmutzwasser soll auf eine Produktebene transformiert werden, die es erlaubt, das Wasser auf dem Grundstück und im Haus einer Mehrfachnutzung zuzuführen. Abwasser wird vermieden. Dieser haushaltszentrierte Ansatz soll dazu dienen, von der sektoriellen Sichtweise hin zu einer ganzheitlichen Sichtweise bei der Betrachtung des Themas Wasser zu gelangen, um die Systeme Wasser, Boden und Luft dauerhaft positiv zu beeinflussen. Die Nahrungsmittelproduktion und Energiegewinnung soll an die Wasserkonsumtion gekoppelt werden. Diese Arbeit kann Anderen als Grundlage dazu dienen, sich ihren eigenen Bedürfnissen zu nähern, um sich eine eigene Umgebung zu

schaffen. Sie kann auch jenen ein Beispiel sein, die sich bisher nicht mit der Betrachtung kleinräumiger Wasser- und Stoffkreisläufe beschäftigt haben.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in fünf Abschnitte. Zu Beginn steht eine ökosystemare Betrachtung des Wassers, welche die Bedeutung des Wassers in Ökosystemen beschreibt (KAPITEL 2). Diese Betrachtung bildet die Grundlage für die Analyse. Sie untergliedert sich in eine Analyse der heutigen Wasserinfrastruktursysteme (WIS) und in eine Analyse des Betrachtungsraums. Bei der Analyse der WIS stehen Eckdaten, Situation und Umstände im Vordergrund, die diese Systeme zu dem werden ließen, was es heute ist. Im Betrachtungsraum stehen landschaftliche und klimatische Besonderheiten im Vordergrund, die Anlass dazu geben, den Umgang mit Schmutzwasser auch in Politik, Verwaltung und Rechtsanwendung neu zu hinterfragen (KAPITEL 3). Beide Analysen stellen die Grundlage zur Erarbeitung des haushaltszentrierten Ansatzes dar. Anschließend an das Kapitel drei folgt eine Betrachtung von neuen Entwicklungen in Technik und Gesellschaft, die einen Systemwechsel bei den Wasserinfrastruktursystemen und einen anderen Umgang mit Wasser und Schmutzwasser immer wahrscheinlicher werden lassen (KAPITEL 4). Beim haushaltszentrierten Ansatz (KAPITEL 5) bildet die grundstücksbezogene Schmutzwasseraufbereitung den Kern des Konzeptes zur kleinräumigen Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen. Ebenso wichtig für dieses Konzept ist die beispielhafte Darstellung von technischen Einzelkomponenten, die durch ihre intelligente Kopplung die stoffliche und energetische Effizienz des Systems Haus - Grundstück erhöhen können. Die Arbeit wird durch die Beschreibung einer geeigneten Organisationsform abgerundet, die dazu beitragen kann, dass dieser Ansatz in die Praxis umgesetzt werden kann (KAPITEL 6).

Als primäres Arbeitsmaterial werden die in einer umfangreichen Literaturrecherche erworbenen Quellen zugrunde gelegt. Daneben fließen Ergebnisse aus persönlichen Gesprächen mit Fachleuten ein. Eine vereinheitlichende Grundlage dieser Gespräche wie z. B. einen Fragebogen gab es nicht.

2 Ökosystemare Betrachtung des Wassers

Die ökosystemare Betrachtung des Wassers beruht auf dem „Energie- Transport- Reaktionsmodell“, welches von Herrn Prof. W. RiPL und seinen Mitarbeitern am Fachgebiet für Limnologie der TU-Berlin entworfen wurde.

Mit diesem Modell sind die funktionalen Zusammenhänge und die Beziehungen zwischen der Energieverteilung, dem Wassertransport und den Kreis- bzw. Verlustprozessen in der Landschaft erklär- und steuerbar. Es beschreibt Muster, nach denen sich natürliche Systeme in Wechselwirkung mit der Sonne und Wasser selbst organisieren und über ein räumlich und zeitlich abgestimmtes Zusammenspiel ihre Regenerationsfähigkeit dauerhaft erhalten.

Dem Wasser, das als einziger Stoff quantitativ in allen drei Aggregatzuständen auf der Erde zu finden ist, kommt als dynamisches und damit energiedissipatives Medium besondere Bedeutung zu. Über das Wasser werden die wesentlichen Prozesse in der Landschaft, wie Auswaschung von Basen, die Bestimmung des Klimas, die Nahrungsmittelproduktion etc. bestimmt (RIPL *ET AL.* 1997). Das Wasser bildet bei der Betrachtung des Wasser- und Stoffhaushaltes der Landschaft die wichtigste dynamische Systemkomponente, da ein Großteil der energetischen Wechselwirkungen über das Wasser geschehen.

Die Sonne treibt alle wesentlichen Prozesse auf der Erde an. Diese wesentlichen Prozesse des Wasserhaushaltes sind: Verdunstung, Kondensation, Niederschlag und Abfluss. Durch diese Prozesse gerät Materie mit Hilfe des Wassers in Bewegung. Darüber hinaus liefert die Sonne die Energie für die Photosynthese. Die Ökosphäre der Erde ist ein dynamisches System. Dynamische Systeme haben die Eigenschaft, den Energiepuls der Sonneneinstrahlung auf einen Mittelpunkt einzulenken, d.h. die daraus resultierende Temperatur auf der Erde zu vergleichmäßigen, um die bekannten Lebensprozesse zu ermöglichen. Die Sonnenenergie wird räumlich und zeitlich nach bestimmten energetischen Regeln verteilt. Dieser Prozess der Energieverteilung wird Energiedissipation genannt.

2.1 Eigenschaften des Wassers

Die Verteilung der Energie, die von der Sonne auf die Erde gelangt, erfolgt über die Prozesseigenschaften des Wassers.

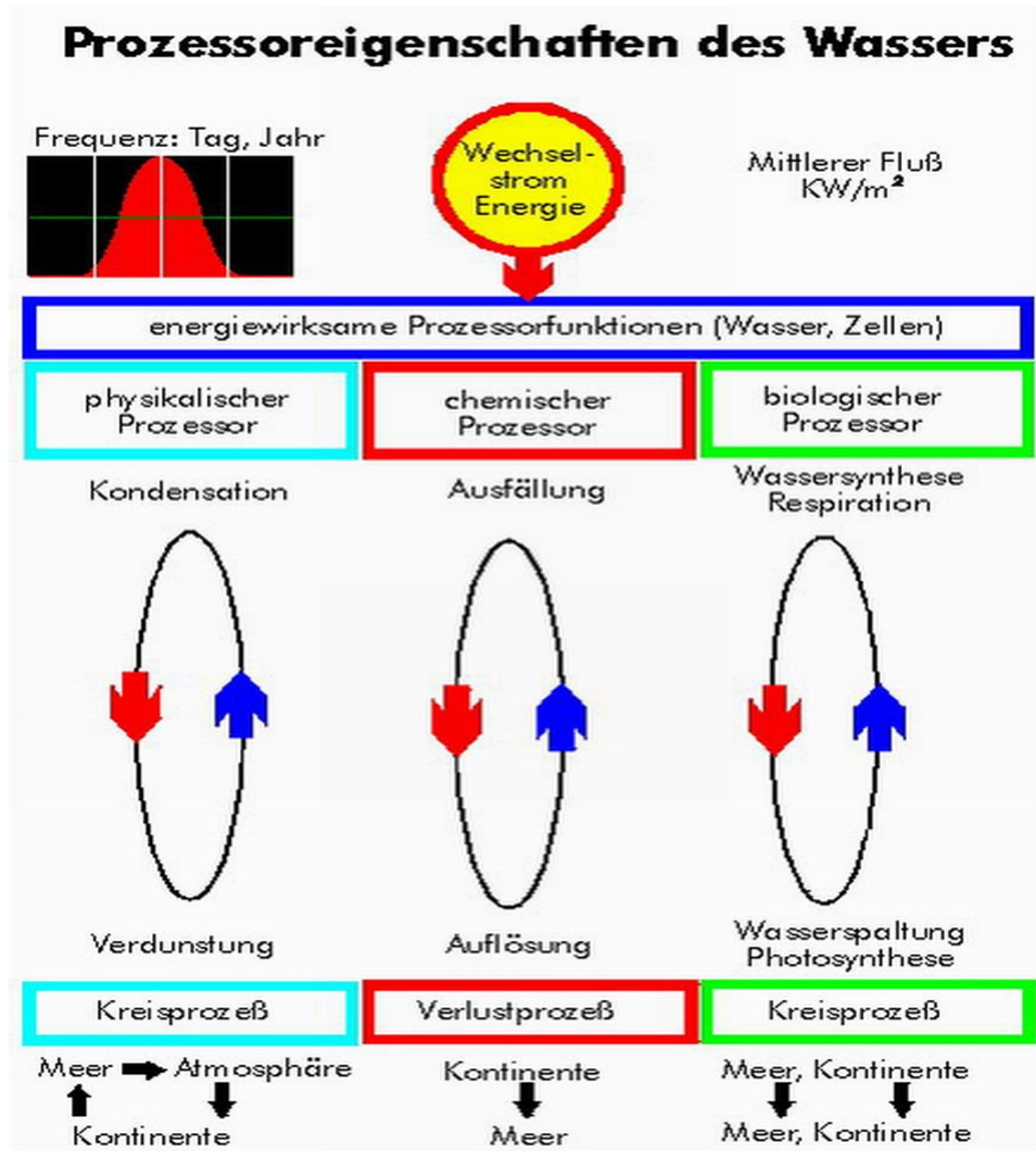


Abb. 1: Prozesseigenschaften des Wassers (RIPL & HILDMANN 1994)

Verdunstung und Kondensation beschreiben die physikalische Prozesseigenschaft des Wassers. Bei der Verdunstung wird dem System Wärme entzogen und in Form latenter Wärme im Wasserdampf gespeichert. Das System wird dadurch gekühlt. Diese gespeicherte Energie wird phasenverschoben z. B. nachts oder an kühleren Orten über die Kondensation

wieder an das System abgegeben, wobei es sich erwärmt. Die Prozesse der Verdunstung und Kondensation können räumlich und zeitlich stark variieren. Verdunstung und Kondensation stellen einen Kreisprozess dar.

Die chemische Prozesseigenschaft beschreibt die Fähigkeit des Wassers Mineralsalze zu lösen und zu fällen. Durch diese Eigenschaft besteht die Möglichkeit, dass über den Transport der Stoffe mit Hilfe des Wassers irreversible Stoffverluste entstehen. So wird dieser Prozess zu einem Verlustprozess. Diese Stoffe werden über die Flüsse in die Meere geleitet und sind für eine Gesellschaft verloren.

Die biologische Prozesseigenschaft ermöglicht unter Energiezufuhr den Aufbau energiereicher organischer Substanz aus Kohlendioxid und Wasser mit Hilfe der Photosynthese. Im Gegensatz zur Photosynthese wird bei der Atmung Energie (die in den Mitochondrien gespeicherte Stärke) für die Lebensprozesse der Organismen (Wärmeproduktion, Synthese anderer organischer Verbindungen) genutzt und es entsteht Wasser (RIPL, W. 1995). Dieser Prozess ist ein Kreisprozess.

Die Ausbildung räumlich und zeitlich geschlossener Kreisprozesse wird möglich. Solche Kreisprozesse zeichnen sich durch eine gute Temperaturdämpfung bei minimalen Stoffverlusten aus. Geringe Wasser- und Stoffverluste in der Landschaft ermöglichen eine dauerhafte Aufrechterhaltung von Stoffzyklen und der Lebensprozesse in Ökosystemen.

2.2 Messbarkeit der Ausbildung von Kreisprozessen

Die Dauerhaftigkeit von natürlichen Systemen ist durch den begrenzten Vorrat an Nähr- und Mineralstoffen im Boden beschränkt. Mit dem gerichteten Wasserfluss finden Stoffverluste vom Land in die Gewässer und schließlich in die Meere statt. Nachhaltig sind daher Ökosysteme mit einem hohen Anteil stofflicher Kreis- gegenüber Verlustprozessen. Der Anteil von Kreisprozessen gegenüber Verlustprozessen in der Landschaft wird durch ökosystemaren Wirkungsgrad beschrieben.

Die Methode zur Ermittlung des ökosystemaren Wirkungsgrades wurde von W. Rippl entwickelt. Der Anteil von Verlustprozessen gegenüber Kreisprozessen wird anhand von Stoffverlusten quantifiziert (RIPL & WOLTER 2001). Er setzt sich aus den zwei Komponenten thermischer und chemischer Wirkungsgrad zusammen.

Mit Hilfe des thermischen Wirkungsgrades wird die Dämpfung des Energiepulses durch das Ökosystem bzw. der Vegetation auf eine mittlere Temperatur an einem Standort bestimmt. Der thermische Wirkungsgrad ist ein Maß dafür, wie gut das Ökosystem durch die Vegetation gekühlt wird. Die Aufzeichnung solcher Daten kann mit Thermalbildern oder mit Hilfe von Bodensonden erfolgen.

Der chemische Wirkungsgrad ist ein Maß dafür, wie gut sich kurzgeschlossene Stoffkreisläufe aufgrund der Energiedissipation herausbilden, um die Stoffverluste im Ökosystem zu minimieren. Diese kann durch die Verdunstung von Wasser, insbesondere über die Transpiration von Pflanzen, Biomasseaufbau- und Umsetzung und durch eine effiziente Kopplung von Strukturelementen geleistet werden.

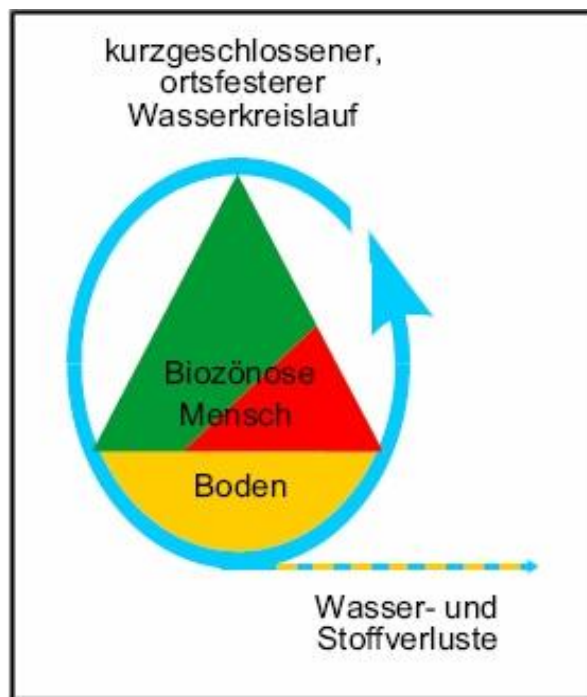


Abb. 2: Nachhaltiger Wasser- und Stoffhaushalt bei Re-Integration des Menschen in die Natur (RIPL ET AL. 2001)

Durch nachhaltig genutzte Landschaften mit optimierten, kurzgeschlossenen, ortsfesteren Wasser- und Stoffkreisläufen kann der landschaftliche (ökosystemare) Wirkungsgrad des Gesamtsystems und der Gesellschaft angehoben und dessen Nachhaltigkeit erhöht werden.

Hochintegrierte technische Subsistenz auf kleinstem Raum ist der Schlüsselbegriff für eine nachhaltige Gesellschaft. Die Einzelkomponenten einer solchen angepassten Technologie bestehen aus abwasserlosen, abfalllosen mit erneuerbarer Energie versorgten Haushalten. (RIPL, W. 2001)

2.3 Zoonösenkernstruktur

Die kleinste funktionale Einheit in der Natur ist die Zoonösenkernstruktur (ZKS). Durch die Anordnung ihrer Elemente werden Wasser- und Stoffkreisläufe kleinräumig geschlossen. Dabei stehen die fünf Komponenten Energie, Produzenten, Konsumenten, Detritus und Destruenten in ständiger Wechselbeziehung zu einander. (RIPL, HILDMANN, JANSEN 1997).

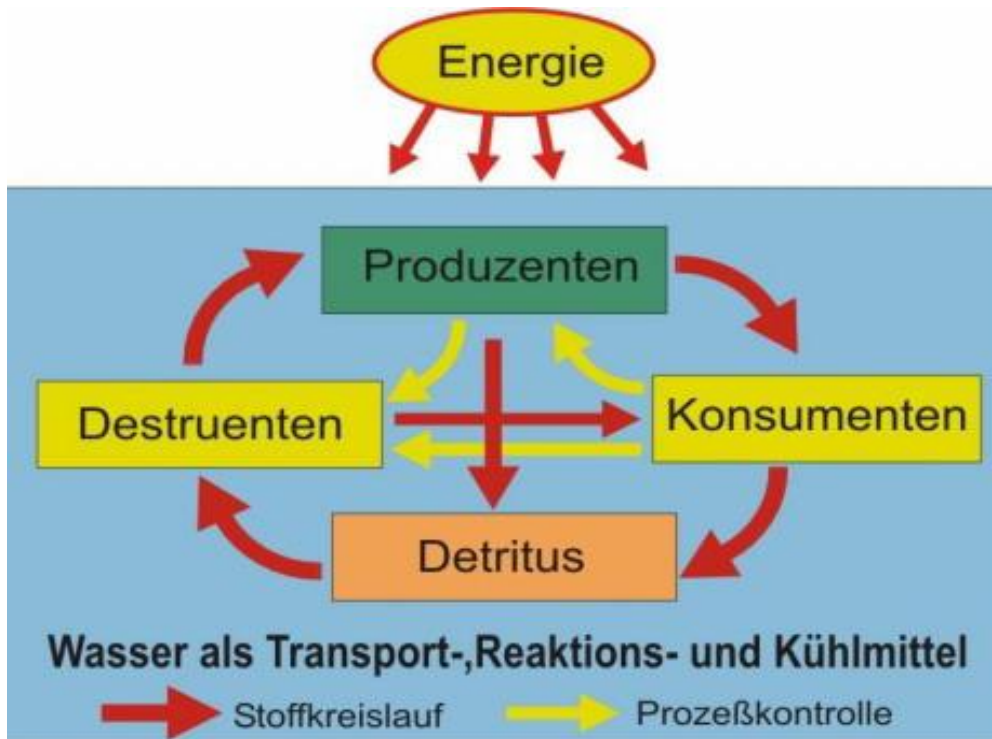


Abb. 3: Zoonösenkernstruktur (ZKS) (RIPL ET AL. 1996:23)

Die Produzenten (pflanzliche Organismen) senken durch Transpiration und Biomasseaufbau die Energieflussdichte ab. (Temperaturdämpfung). Durch die Transpiration (Verdunstung) wird die Struktur gekühlt. Die Produzenten beeinflussen durch die Bildung von Detritus (abgestorbene organische Substanz) die Destruenten im Boden. Der Detritus speichert Wasser, Nähr- und Mineralstoffe. Die abgestorbene organische Substanz wird von den Destruenten, z. B. Pilze und Bakterien mittels Sonnen- oder chemischer Energie mineralisiert. Das Wasser dient als Transport- und Reaktionsmittel zur Verbindung der verschiedenen Elemente. Die Konsumenten bewirtschaften und kontrollieren die Produzenten und Konsumenten anderer trophischer Ebenen innerhalb der Struktur. Dadurch kann ein ständiger Zuwachs aufrechterhalten werden, wobei jedoch fast keine Nettoproduktion stattfindet. Zuwachs und Abbau halten sich die Waage (Aufhebung der Raumlimitierung). (RIPL ET AL. 1996) Die für die Verteilung der Energie verantwortlichen Prozesse in der ZKS sind die kurzgeschlossenen Verdunstungs- und Kondensationszyklen des Wassers, die Bildung von Biomasse und der internen Kreisläufe (RIPL ET AL. 1997). In einer solchen Struktur erfolgt eine Selektion der Organismen, die sich in ihren Lebens- und Prozesszyklen unterscheiden bzw. sich in ihren Funktionen räumlich und zeitlich ergänzen. Diese Selektion wird besonders dann wirksam, wenn eine Limitierung des Raumes eintritt. Die verschiedenen Organismen stehen dann in gegenseitiger Konkurrenz zueinander, die nur die mit den effektivsten Kopplungen der Elemente bestehen lässt. Ein optimales Zusammenwirken der Elemente durch Vergesellschaftung führt zu einem gleichmäßigeren Energiefluss und zu geringeren stofflichen Verlusten. Damit

wird die Stabilität der Struktur erhöht (RIPL & HILDMANN 1997) und eine Optimierung bezüglich ihrer Nachhaltigkeit erlangt (RIPL, W. 1995).

2.4 Zusammenfassung

Aus der vorhergehenden ökosystemaren Betrachtung des Wassers wird deutlich, welche Bedeutung dem Wasser für eine Gesellschaft, die ihre Regenerationsfähigkeit und die ihre materielle Basis (Landschaft) erhalten will, zukommt.

Will eine Gesellschaft eine lebensfähige Umwelt hinterlassen, erfordert dies in erster Linie eine Senkung der irreversiblen Stoffverluste über einen verlustarmen Wasserhaushalt in der Landschaft. Ein erster Schritt ist das Erkennen von irreversiblen Stoffverlusten und deren Ursachen. Ausgehend von dieser Ursachenanalyse kann die Formulierung sinnvoller Lösungsansätze erfolgen.

Eine intelligente Gesellschaft fördert lokale Kreisläufe durch Selbstoptimierung nach dem Vorbild der Natur und senkt somit die Geschwindigkeit der Alterung der Landschaft. Sie bündelt Umweltaktivitäten und entwickelt neue Strategien in Richtung einer nachhaltigen ökologischen Kreislaufwirtschaft.

3 Analyse der Wasserinfrastruktursysteme und des Betrachtungsraums

3.1 Wasserinfrastruktursysteme

Das Ziel der Analyse der heutigen Wasserinfrastruktursysteme ist es, sie hinsichtlich des Umgangs mit Schmutzwasser zu hinterfragen. Es gilt festzustellen, inwieweit diese Strukturen in der Lage sind, zukünftige Entwicklungen in sich aufzunehmen und ob sie zur Aufrechterhaltung der stofflichen Integrität unserer Landschaft beitragen und für einen gesunden Stoffwechsel zwischen Mensch und Natur sorgen können.

Die Vergegenwärtigung der historisch gewachsenen Wasserinfrastrukturen der Schmutzwasserbehandlung soll uns helfen, unsere Gegenwart als ein zeitgebundenes und beeinflussbares Durchgangsstadium in die Zukunft zu begreifen. Aufgrund sich ändernder globaler, regionaler und lokaler Rahmenbedingungen wird es zunehmend fraglich, Trinkwasser weiterhin als Transportmittel für alle möglichen Arten von Abfällen zu missbrauchen.

Damals, vor dem Aufbau des industriegesellschaftlichen Wasserinfrastruktursystems, orientierten sich Ingenieure und Kommunalpolitiker häufig an den alten Römern: Sie wollten die Städte und Gemeinden ähnlich reichlich mit gutem Wasser versorgen wie diese und auch das Abwasser in Kanälen hinaus in die Flüsse leiten. Doch nach dem Ende der römischen Besatzung verfielen die Fernwasserleitungen, die wenige Städte wie Köln oder Mainz mit Wasser aus dem fernen Gebirge versorgten. Auch Abwasserkanäle wurden nicht mehr erweitert und verfielen ebenfalls. Die römische Wasserinfrastruktur erodierte unter anderem, weil sie nicht zur späteren Gesellschaft und Wirtschaftsweise passte.

Der Umgang mit limitierten Ressourcen wie z. B. Wasser sollte Anlass dazu sein, die Begriffe Abfall und Abwasser neu zu hinterfragen. Zur Erhaltung unserer physischen Basis, der Landschaft wird eine neue Auseinandersetzung mit diesen Begriffen notwendig. In der Natur ist der Abfall- bzw. Abwasserbegriff nicht bekannt. Bis auf ganz wenige Fälle sind die von Pflanzen (=Produzenten) aus Sonnenlicht und Kohlendioxid aufgebauten energiereichen, organischen Verbindungen, in Form von Biomasse, für andere Organismen verwertbar. Was Konsumenten (Tiere, Menschen) nicht verwerten können bzw. ausscheiden wird von Destruenten (Pilzen, Bakterien) wieder zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut. (KUNZ, P. 1990) Diese Abbauprozesse dienen gleichzeitig dem Aufbau neuer Biomasse, so dass keine Abfallberge und kein Abwasser entstehen können. "Die Natur zeigt uns, wie wir die Dinge besser machen können". (BRAUNGART, M. MC-DONOUGH, W. 2003).

Der Transformationsdruck auf dieses System steigt unter anderem auch durch die Debatte um Liberalisierung und Privatisierung, durch neue europarechtliche Anforderungen und die Finanzkrise des Bundes, der Länder und der Kommunen. In diesem Zusammenhang ist es fraglich, in wieweit marktwirtschaftliche Kräfte in einem leitungsgebunden zentralen System überhaupt wirksam werden können, da diese Systeme natürliche Gebietsmonopole darstellen. (HIESSL UND TOUSSAINT, 1999)

3.1.1 Die Wasserinfrastruktur heute

Die industriegesellschaftliche Wasserinfrastruktur ist im 19. Jh. geschaffen worden, um die Siedlungshygiene zu verbessern und Wachstum abzusichern. Mit dem Aufbau der Wasserinfrastruktur der Siedlungswasserwirtschaft wurde Wasser zum mengenmäßig größten Stoffstrom, der durch die mitteleuropäischen Kommunen hindurchgeht und dort mit Abfällen aller Art (Problem der Vermischung) beladen wird. Wenn sich Kulturen an ihrem Umgang mit Wasser unterscheiden lassen, dann ist die Wasserkultur Mitteleuropas als eine Kultur des Sisyphus zu kennzeichnen. Wasser wird unter dem Vorwand der Säuberung und Hygiene durch die Städte und Kommunen geleitet und kommt aus ihnen so verschmutzt zurück, dass es mit extrem hohem Aufwand – Geld und Energie (eventuell auch Chemie) – aufbereitet werden muss (BACCINI ET AL. 1999; KLUGE ET AL. 1998). "Die Kommunen insgesamt – mit den einzelnen Haushalten als Kernzellen von Konsum und Stoffumsatz – werden so zu gewaltigen Durchflussreaktoren, deren Zentrum die industriegesellschaftliche Wasserinfrastruktur ist" (KLUGE ET AL. 1988).



Abb. 4: Situation der Abwasserbeseitigung in Berlin 19.JH (GÄRTNER, 1852)

Zu Beginn der industriellen Revolution wurden die Städte durch offene Kanäle auf den Strassen entwässert, weil dies durch eine relativ geringe Bebauungsdichte und den weitaus geringeren Schmutzwassermengen möglich war. Das Wasser wurde aus Brunnen entnommen und in Eimern in die Häuser gebracht. Fäkalien wurden in so genannten "Plumpsklos" gesammelt und mit Karren abtransportiert. Immer mehr Menschen wanderten in die Städte, um dort in den neu entstandenen Fabriken zu arbeiten. Die Bebauungsdichte der Städte nahm in diesem Augenblick enorm zu. Zum anderen begann man, die Menschen in den Häusern per Leitung mit Wasser zu versorgen. Plötzlich nahm auch die Schmutzwassermenge enorm zu. Zunahme der Bebauungsdichte, Bevölkerungszunahme und erhöhter Schmutzwasseranfall durch Trinkwasserleitungen veranlassten findige Ingenieure, größere Kanäle für den Abtransport des Schmutzwassers zu bauen, und zwar unter den Strassen der Städte. Die Menge an Schmutzwasser nahm außerdem zu, weil auch Industrie und Gewerbe ebenfalls große Mengen davon anfielen. Sie war also eine Katastrophentechnologie, d. h. sie wurde eingeführt um die unhaltbaren hygienischen Zustände und die großen Mengen an Schmutzwasser in den Städten zu beseitigen.

Die Wasserinfrastruktur in Deutschland baut größtenteils auf Grundwasser als Ressource (auch in einer flusswasserabhängigen Variante – Uferfiltrat) auf (KLUGE, TH. SCHRAMM, E. 1998). Sie ist auf eine kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung ausgerichtet, damit zu jeder Zeit eine Nachlieferung aus dem Netz möglich ist. Die Leitungen der Ver- und Entsorgung müssen für den Spitzenbedarf dimensioniert sein, denn sie müssen zu jeder Zeit den Anforderungen genügen. Man spricht hier von supply side management. Durch die Dynamisierung des Grundwassers (Bodenwasserhaushaltes) und durch die Ableitung dieses Wasser in Form von Schmutzwasser nach dem Gebrauch geht das Wasser mit den darin gelösten Mineralstoffen (Ca, Mg, K) lokal und regional verloren.

Kennzeichen der industriegesellschaftlichen Wasserinfrastruktur ist neben ihrer Zentralität auch ihr Einheitsdenken. Die Wasserinfrastruktur transportiert Einheitswasser in Trinkwasserqualität; die Entsorgungsinfrastruktur nimmt ohne Unterschied Haushaltsabwasser, gewerbliches Abwasser und „unverschmutztes“ Regenwasser auf. Regenwasser wird zu Abwasser, sofern es in Leitungen gefasst und abtransportiert wird. Differenzierungen der Wassernutzungen konnten so ausgeblendet werden. Ebenso konnten auch – bezogen auf die innerstädtische Infrastruktur und deren Management – Differenzierungen bezüglich der zur Verfügung gestellten Wasserqualitäten und auch beim Abwasser nicht vorgenommen werden.

Die Infrastrukturen der Siedlungswasserwirtschaft (Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung) sind teuer, langlebig und weitgehend unsichtbar. Ursprünglich durch Subventio-

nen ermöglicht, müssen sie heute in den meisten Fällen regional und lokal mit weniger Subventionen unterhalten und erneuert werden.

Die Herausforderung wird darin bestehen, die Entwicklungslinien des 19. Jahrhunderts zu überwinden. Die hohen Investitionskosten, der ansteigende (teurer werdende) energetisch- und stoffliche Aufwand zur Wasserreinigung, die mögliche Klimaveränderung, der sinkende Wasserverbrauch in den Haushalten, die Belastung der Gewässer, sinkende Bevölkerungszahlen, ressourcenökonomische und ökologische Gründe werden einen Rück- bzw. Umbau der Wasserinfrastruktur erfordern. Aus einem Rückgang des industriellen, gewerblichen und privaten Verbrauchs von Wasser kann bei einer Orientierung an sozial verträglichen Preisen und Gebühren eine schwierige wirtschaftliche Situation entstehen. Mit sinkendem Wasserverbrauch gibt es deshalb weniger Einnahmen für die Wasserversorgungs- und Abwasserreinigungsbetriebe und sie müssen die Preise erhöhen. Auch die Unterhaltung der überdimensionierten Wasserinfrastruktur müsste bei Bevölkerungsrückgang von weniger Nutzern getragen werden. Die Bereitstellung von Wasser könnte somit teurer werden, was zur Folge hat, dass noch weniger konsumiert wird. (REIDENBACH *ET AL.* 2002)

Man rechnet bei den Infrastrukturen der Abwasserreinigung mit Wiederbeschaffungskosten von 2500- 5500 Euro pro Person, wobei die Kanalisation allein ca. 80% der Investitionen ausmacht (MAURER, M. *ET AL.* 2005). Die Situation in der Wasserversorgung ist ähnlich (LEHMANN, M. 1994). Mit Infrastrukturen in der Siedlungswasserwirtschaft ist vor allem der unsichtbare Teil, der 75 Prozent der Rohrleitungen im Untergrund ausmacht, gemeint. Sowohl die Wasserversorgung als auch die Kanalisation sind mit den Siedlungen gewachsen und ihre Komponenten können eine Lebensdauer von bis zu 80 Jahren haben, wenn sie entsprechend genutzt werden können. Durch zu geringe Durchflussmengen können Kanalrohre zerstört werden bzw. Wartungsintervalle müssten erhöht werden, um Rohre zu spülen. Sie müssten dauernd erneuert und unterhalten werden. Eine Anpassung an zukünftige Veränderungen könnte sich als schwierig erweisen, weil das System nur als Ganzes funktioniert (SELLE, O. 2002).

In urbanen wie auch ländlichen Gebieten Deutschlands stellen Unterhalt und Erneuerung der Kanäle eine erhebliche wirtschaftliche Last dar, die oft vernachlässigt wird. 17 Prozent der Kanalisation in Deutschland sind schadhaft und schlägt mit einem kurz- bis mittelfristigen Aufwand für eine Sanierung von ca. 45 Mrd. Euro zu Buche (BERGER *ET AL.* 2002). Da der größte Teil der Kanalisation nach 1950 gebaut worden ist, wird spätestens im Jahre 2030 der Sanierungsbedarf markant ansteigen. Berger et al. (2002) schätzen, dass die privaten Hausanschlüsse, die etwa die doppelte Länge des öffentlichen Kanalsystems ausmachen zu 40 Prozent schadhaft sind.

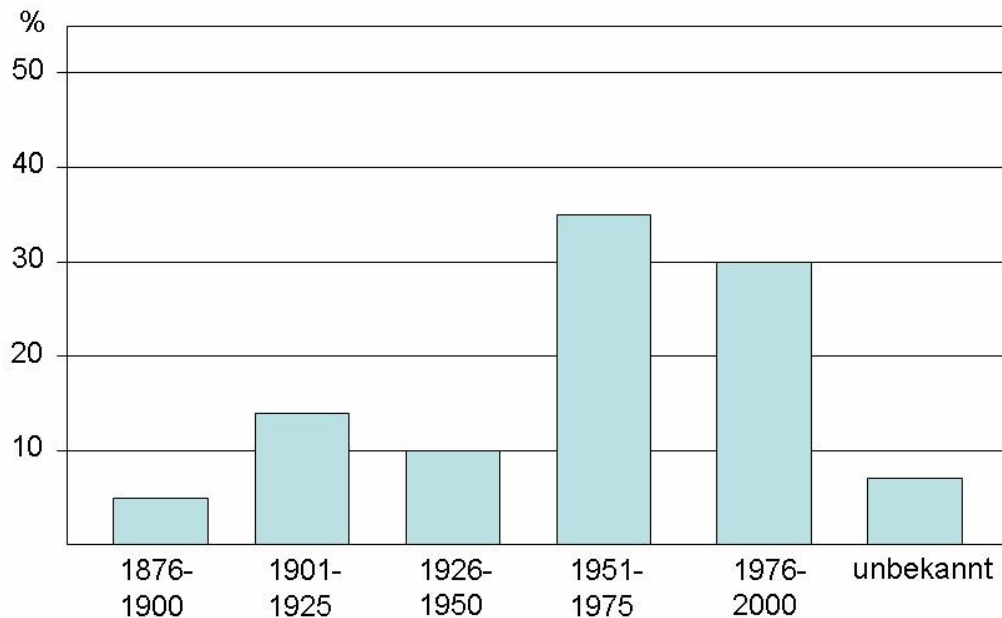


Abb. 5: Erstellung der Kanalisation in Deutschland (BERGER ET AL. 2002)

Der größte Teil der Kanalisation (ca. 70 Prozent) ist nach 1950 erstellt worden. Die Technologie der Schwemmkanalisation ist eine Technologie, die dazu entwickelt wurde, die unhaltbaren hygienischen Zustände in den Städten zu beseitigen. Durch direkten Kontakt der Menschen mit Fäkalien entstanden Seuchen. In den ländlichen Gemeinden war die Situation eine andere. Bis zum zweiten Weltkrieg war der Bau zentraler Schmutzwassersysteme dort nicht notwendig, da ein anderer Umgang mit dem häuslichen Schmutzwasser möglich war. Dies konnte auf landwirtschaftlichen Flächen wieder verwendet werden. In den Zeiten des Wachstums nach dem Krieg, war man der Meinung, man kann das Konzept der zentralen Wasser- und entsorgung auch auf die ländlichen Gebiete Deutschlands ausdehnen, um wie in der Stadt "gefährlos" das Schmutzwasser in die Gewässer abzuleiten. Dabei wurde dieses System in erster Linie aus fiskalischen Gründen in den ländlichen Gemeinden etabliert.

Ein anderer Aspekt bei der Erstellung von Abwasserbehandlungs- und Schmutzwasseraufbereitungssystemen sind die anteiligen Kosten der jeweiligen dazugehörigen Komponenten. Die folgenden Abbildungen werden diesen Aspekt näher darstellen.

Abwasserbehandlung

Schmutzwasseraufbereitung

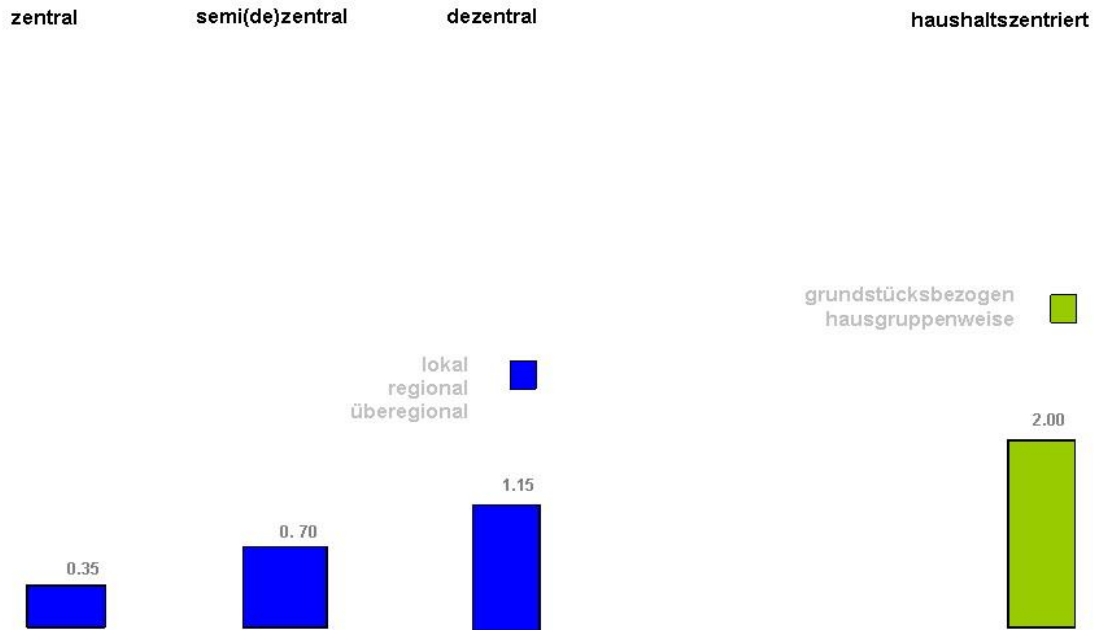


Abb. 6: Anteilige Investitionskosten für die Erstellung verschiedener Konzepte der Abwasserbehandlung ohne Pumpwerke und Kanäle und der Schmutzwasseraufbereitung (DEZENT-EG, 2006)

Abwasserbehandlung

Schmutzwasseraufbereitung

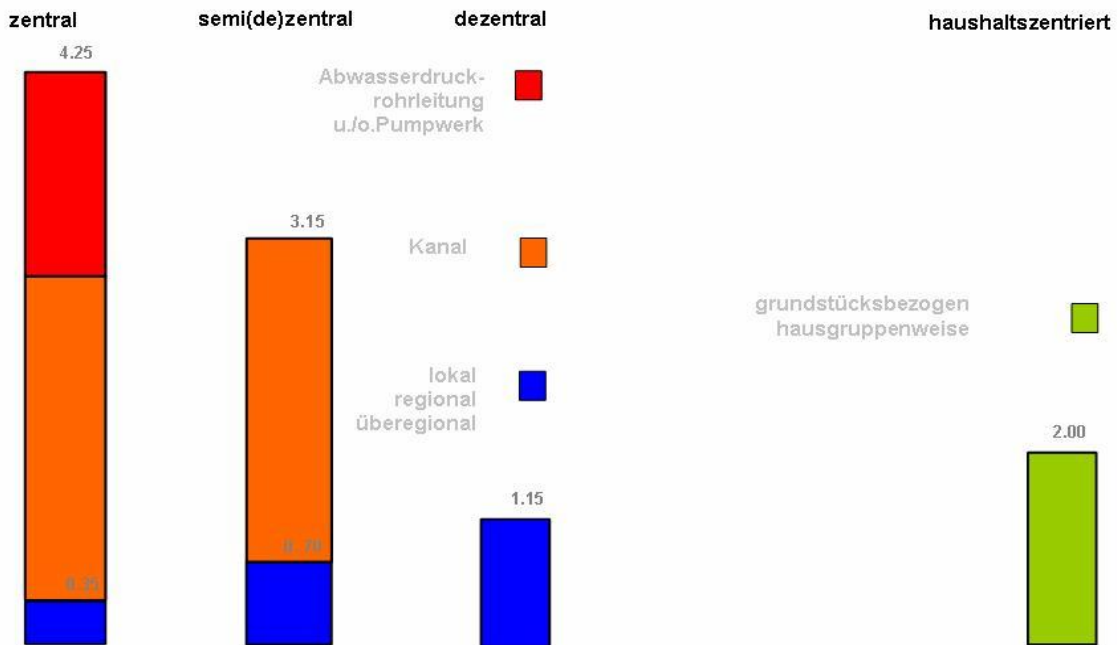


Abb. 7: Anteilige Investitionskosten für die Erstellung verschiedener Konzepte der Abwasserbehandlung mit Pumpwerken und Kanälen und der Schmutzwasseraufbereitung (DEZENT-EG, 2006)

In Abbildung 6 sind die verschiedenen Abwasserbehandlungskonzepte zentral, semizentral und dezentral und rechts das Konzept der haushaltszentrierten Schmutzwasseraufbereitung hinsichtlich der Investitionskosten gegenübergestellt. Beim zentralen und semi(de)zentralen Konzept fällt auf, dass die Investitionskosten für die eigentlichen Anlagen selber gegenüber dem dezentralen und haushaltszentrierten Konzept geringer ausfallen.

Nimmt man nun die Investitionskosten für die Erstellung des gesamten Systems, wie Rohrleitungen und Pumpwerke hinzu (vgl. Abb.:7), ergibt sich ein anderes Bild. Bei der zentralistischen Lösung machen die Kanalkosten mehr als 90% der gesamten Investitionskosten aus. Bei der ortsnahen Strategie sind es immer noch fast 80%. Entsprechend gestalten sich Gebühren, die in solchen zentralistisch erschlossenen Ortschaften heute bezahlt werden müssen. Im Gegensatz dazu, ist das dezentrale Konzept das Kostengünstigste. Das haushaltszentrierte Konzept der Schmutzwasseraufbereitung ist in der Erstellung teurer wiederum etwas teurer als das Dezentrale. Doch beim haushaltszentrierten Konzept sind weitere Kosteneinsparungen zu erwarten, da zum Einen die Technologie noch in der Etablierungsphase steckt, zum Anderen können über die Mehrfachnutzung des Wassers Kosten eingespart werden.

Auch die "gefahrlose" Ableitung des Schmutzwassers über zentrale Netze ist fraglich. Selbst in einem gut ausgebauten Mischwassersystem gehen gut 20 Prozent des Wassers mit den darin enthaltenen Schmutzstoffen durch undichte Rohrleitungen und Hausanschlüsse, Mischwasserentlastungen bei Starkregenereignissen sowie durch illegale Kläranlagenabläufe verloren. Der Wirkungsgrad dieses Systems ist immer kleiner 80 Prozent und teilweise noch kleiner, wenn eine Nutzung des Klärschlammes in der Landwirtschaft aufgrund von Verordnungen untersagt wird. Kläranlagen sind so konzipiert worden, dass sie erst am Ende des Systems das Schmutzwasser behandeln können. Der Einbau teurer Reinigungsstufen in diese Anlagen könnte sich als überflüssig und erfolglos herausstellen, wenn Maßnahmen am Entstehungsort des Schmutzwassers ergriffen werden. Eine Maßnahme ist die Vermeidung von Schmutzwasser durch hausinterne Schmutzwasseraufbereitungsanlagen.

3.1.1.1 Verlust von Nähr- und Mineralstoffen

Das Konzept der zentralen Abwasserbeseitigung stößt im Hinblick auf die nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser auf Grenzen.

Abwasserbeseitigung

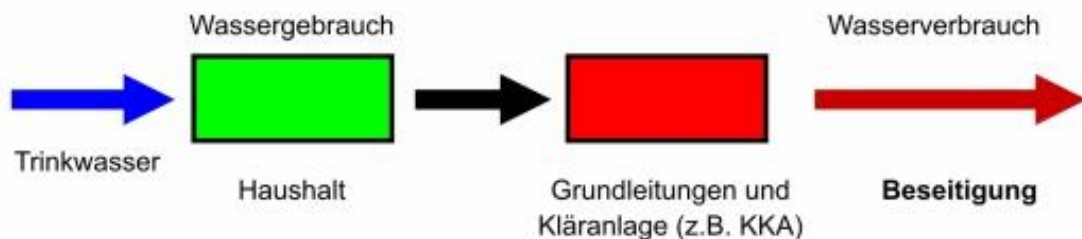


Abb. 8: Konzept der zentralen Abwasserbeseitigung (DR.WOLTER,K-D. 2005)

Ein nicht unerheblicher Nachteil der heutigen Wasserinfrastruktursysteme ist auch der Verlust von Nähr- und Mineralstoffen. Durch das Durchflusssystem können Wasser, Nähr- und Mineralstoffe einer Mehrfachnutzung, im Sinne einer Stoffverlustminimierung, nicht zur Verfügung stehen.

Bedeutende Mengen der Nährstoffe im Schmutzwasser (vor allem Stickstoff, Phosphor,) können nach der Verdünnung in der Schwemmkanalisation nur durch direkte Bewässerung mit Schmutzwasser recycelt werden. Stickstoff, der keine endliche Ressource darstellt, aber durch ein energieintensives Verfahren mit nicht erneuerbarer Energie aus der Luft gewonnen wird, stellt sich die Frage nach energiegünstigen Verfahren der Rückgewinnung (MAURER ET AL. 2003). Solche Verfahren werden heute durch die Verdünnung des Stickstoffs in der Schwemmkanalisation unmöglich gemacht. Der direkten Bewässerung der landwirtschaftlichen Flächen stehen seuchenhygienische und vor allem schadstofftechnische Bedenken im Wege.

Im Gegensatz zu Stickstoff ist Phosphor ein limitierter Bodenschatz und gleichzeitig als Dünger unentbehrlich. Phosphor ist durch nichts zu ersetzen. Das heutige System der Nährstoffelimination und der Verbrennung von Klärschlamm mit den darin enthaltenen Nähr- und Mineralstoffen ist äußerst fragwürdig. Basierend auf den neuesten Daten über Phosphorreserven und –verbrauch reicht die heute ökonomisch verwertbare Phosphorreserve nur noch für ca. 130 Jahre – eine sehr kurze Zeit angesichts der immensen Bedeutung dieses Rohstoffs (USGS, 2004). Die bekannten Ressourcen, die heute nicht ökonomisch verwertbar sind, befinden sich auf den Kontinentalsockeln in den Ozeanen, wo sie durch das System der Schmutzwasserbeseitigung täglich hintransportiert werden. Sie würden für einige Jahrhunderte mehr reichen. Schon heute wird Phosphor aus ökonomischen Gründen nicht mehr dort

eingesetzt, wo er gebraucht wird, so z. B. in Entwicklungsländern mit kargen Böden (PINSTRUP- ANDERSEN/PANDYA- LORCH 1998)

Die tägliche Praxis der Abfall- und Abwasserbeseitigung macht deutlich, mit welchem unge-rechtfertigten Aufwand z. B. Klärschlämme und Deponieabwasser entsorgt werden. Bekanntlich werden Klärschlämme auf Deponien verbracht oder der thermischen Verwertung zugeführt. Wenn die Klärschlämme, oft ein Gemisch aus vielen chemischen Substanzen, auf Deponien verbracht werden, entsteht Sickerwasser. Dieses wird in eine Deponie eigene Reinigungsanlage geleitet, wo es „gereinigt“ wird. Diese Anlagen können viele Stoffe nicht entfernen, da sie keine entsprechenden Reinigungsstufen besitzen. Das führt zu einem täglichen, absurden und kostenverursachenden, aber technisch scheinbar perfekt geplanten Kreislauf („technisch perfekt“ bedeutet: nach dem gesetzlich geforderten und von der DWA definierten „Stand der Technik“):

Mit Schadstoffen belasteter Klärschlamm wird aus dem Klärwerk mit Spezialfahrzeugen in die Deponie transportiert. Dieselben Spezialfahrzeuge transportieren das belastete Deponie-sickerwasser zu diesem Klärwerk mit entsprechender Reinigungstechnik zurück, wo die Inhaltsstoffe teilweise eliminiert werden können. Der wiederum anfallende belastete Klär-schlamm wird wieder zur Deponie transportiert (RÜGEMER, W.1995).

3.1.1.2 Vermischung von Kreisläufen

Die ursprüngliche Absicht bestand darin, Schmutzwasser mit biologisch aktivem Abfall – im allgemeinen menschlichen Urin und Fäkalien, also die Art Abfall, die seit Millionen von Jahren in den natürlichen Kreislauf aufgenommen worden war – ungefährlich zu machen. Der Grundgedanke war die Schmutzentsorgung als eine Art mikrobiellen Verdauungsprozess zu verstehen. Die festen Bestandteile wurden entsorgt und kompostiert. Die restliche Flüssigkeit konnte im Prinzip wieder verwendet werden. Mit der Zeit wurden aber viele Produkte auf den Markt gebracht, bei deren Entwicklung man das zentrale System der Schmutzwasserentsorgung nicht mit betrachtet hatte. Die öffentliche Wasserinfrastruktur nahm alle möglichen Arten von „Abfällen“ auf und transportierte sie mit dem Schwemmwasser zum Klärwerk. Das führte dazu, dass mehr oder weniger unbedenkliches oder kaum belastetes Haushaltsschmutzwasser mit „Flüssigabfällen“ aus Krankenhäusern, Industriebetrieben oder auch Silagewässern aus Deponien und Müllverbrennungsanlagen vermischt wurde. Dieses hochkomplexe Gemisch aus chemischen und biologischen Substanzen läuft dann auch unter der Bezeichnung „Abwasser“.

Durch diese Verfahrensweise wird die Nutzung von Nähr- und Mineralstoffen menschlicher Fäzes nahezu unmöglich. Diese Praxis hat dazu geführt, dass in erster Linie nur eine

Schadstoffdiskussion in Politik, Verwaltung und Wirtschaft geführt wird. Minimale Konzentrationen von Schadstoffen, gemessen am Volumenstrom des Schmutzwassers, werden dazu benutzt, aufbereitetes Schmutzwasser und Fäkalschlamm nicht wieder zu verwenden, obwohl die Konzentration selbiger bei Behandlung von Saatgut und industriell gefertigten Düngern weitaus höher sein können ohne Auswirkungen auf die Unbedenklichkeit von Nahrungsmittelpflanzen zu haben. Aus diesem Grunde ist eine längst erforderliche Nutstoffdiskussion mit dem Argument gescheitert, die Ackerkrume und somit auch wir Menschen könnten vergiftet werden. Durch eine differenzierte Betrachtung der Stoffströme bzw. im Haushalt, Gewerbe und Industrie kann eine Nutstoffdiskussion wieder möglich werden.

3.1.1.3 Energieverbrauch

Die aufzubringende Energie zur Behandlung von Schmutzwasser und zum Betrieb von Kläranlagen wird teilweise überbewertet. Der Energieverbrauch bewegt sich bei ca. 10 Watt pro Person (als Dauerleistung, hauptsächlich elektrische Energie). Das ist verschwindend gering im Vergleich zum totalen Energieverbrauch, der in Deutschland bei etwa 5500 Watt pro Person liegt. Neben der Wasserversorgung, die Energie in derselben Größenordnung wie die Schmutzwasserbehandlung braucht, spielt der Warmwasserverbrauch eine nicht zu unterschätzende Rolle. In einem mitteleuropäischen Haushalt werden schätzungsweise 100 Liter warmes Wasser pro Person verbraucht (Dusche, Wäsche und Geschirr spülen). Das macht bei einer Temperatur von 15 °C auf 35 °C einen zusätzlichen Energiegehalt des Wassers von 8400 kJ pro Person aus oder – als Dauerleistung ausgedrückt – 100 Watt pro Person. Diese Energie geht größtenteils in die Kanalisation verloren. Diese könnte mit geeigneten Technologien zur Erwärmung der Raumluft oder des Wassers im Haushalt benutzt werden. Dennoch ist es fraglich, mit nicht erneuerbaren Energien, Schmutzwasser zur Überwindung von längeren Strecken und topografischen Höhenunterschieden durch Rohrleitungen zu pumpen und vor allem die Nährstoffe aus dem Schmutzwasser zu entfernen, obwohl diese zum Erhalt der stofflichen Integrität der Landschaft notwendig sind (LARSEN, T., LIENERT, J., MAURER, M., GUJER, W. 2005).

3.1.1.4 Risikomanagement

Im Zuge der Liberalisierung und Privatisierung von Wasserinfrastrukturleistungen in der letzten Zeit bekommt das Risikomanagement eine neue Dimension. Dies wird im Hinblick auf einzusparendes Kapital bei Investitionen und Unterhaltung des Systems zunehmend praktiziert. Das Risikomanagement zielt darauf ab, so lange nichts zu unternehmen, wie kein Schadensfall eintritt. Mit dem Vorsorgeprinzip, welches durch den Einsatz frühzeitiger Maß-

nahmen zur Abwehr von Gefahren und über die Beseitigung von Schäden hinaus, dem Entstehen potenzieller Beeinträchtigungen der Umwelt möglichst an dessen Ursprung vorgebeugt, um so einen dauerhaften Umweltnutzen zu erzielen, hat das wenig zu tun.

Ein Risikomanagement ist dadurch geprägt, immer neue Grenzwerte für umwelt- und gesundheitsschädigende Substanzen zu entwickeln, zumal bei einem Großteil dieser Chemikalien die Wirkungen nicht einmal bekannt sind. Für viele dieser Chemikalien fehlen geeignete Messmethoden, oder sie sind schlicht und einfach zu teuer, um sie nachweisen zu können. In Laboren wird getestet, ab welchen Konzentrationen diese Stoffe für ein Gewässer und die Organismen schädigend wirken. Es wird untersucht, ab welcher Konzentration eines Stoffes ein System dauerhaft geschädigt wird oder es zusammenbricht. Die Untersuchung des Verhaltens eines einzelnen Schadstoffs ohne seine zeitliche und räumliche Verteilung im System ist nur eingeschränkt erkenntnisgewinnbringend. Daher sind die Auswirkungen und der Verbleib vieler Stoffe unbekannt. Mit diesem Risiko für Mensch, Tier und Pflanze werden die Stoffe trotzdem verwendet und mit dem Schmutzwasser in die Gewässer abgeleitet.

Ein weiterer Aspekt dieses Risikomanagements ist, dass sich die Wasserver- und entsorgungsunternehmen fragen wo, was und wieviel kann eingespart werden, dass das System trotzdem noch als Ganzes funktioniert. Um die Rendite der Anleger zu erhöhen, werden z.B. Wartungsintervalle verlängert und nötige Investitionen für Unterhaltungsmaßnahmen nicht unternommen. Damit erhöht sich das Risiko, dass das System nicht mehr zuverlässig arbeitet. Die Schäden, die dann entstehen können, sind schwer kalkulierbar und werden dann wieder der Allgemeinheit angelastet.

3.1.1.5 Naturwissenschaft, Politik, Verwaltung und Rechtsanwendung

Aus heutiger naturwissenschaftlicher Sicht entspricht die Abwasserdefinition (vgl. §64 BbgWg zu §18a WHG) nicht mehr dem erreichten Wissensstand. Sie reduziert auf den Wortlaut: Auch eine Tasse Kaffee wird zum Abwasser erklärt. Wasser wird zu Abwasser durch Verunreinigungen oder Beeinträchtigung in seinen Eigenschaften. Unabhängig von der Art und Weise der Umwandlung wird aus Wasser also Abwasser. Die Ursache, das Ausmaß, die Schädlichkeit der Veränderungen oder Beimischungen spielen keine Rolle. Naturwissenschaftlich heißt das, dass in der Natur gar kein Wasser, sondern nur Abwasser vorkommt, da alles Wasser Beimengungen aus der Luft oder dem Boden mit sich führt.

Die Politik (Gesetzgeber) und die Verwaltung (Rechtsanwendung) sind dazu verpflichtet, durch die Schaffung eines Rechtsrahmens (Gesetze und Verordnungen) die Bevölkerung vor möglichen gesundheitlichen Schäden und Risiken, die mit dem Schmutzwasser und Regenwasser in Verbindung gebracht werden, zu schützen. Der Erhalt des Allgemeinwohls und der

Volksgesundheit besitzen oberste Priorität. Dies wird dazu benutzt, das bestehende System der Wasserver- und entsorgung aufrecht zu erhalten und weiter auszubauen. Dabei entsteht der Eindruck, dass nur das vorherrschende System der zentralen Schmutzwasserbeseitigung in der Lage ist, Mensch und Natur vor Beeinträchtigungen zu schützen. Dem Erhalt des Allgemeinwohls und der Volksgesundheit kann aber auch durch dezentrale Anlagen entsprochen werden (BERNDT, D. 1999). Sie sind gesetzeskonform, bürgernah, billig und vermeiden die Verschuldungen der Kommunen (MEMORANDUM IDA 6/99)

Vergessen wird außerdem, dass durch die möglichst schnelle Beseitigung des so genannten Schmutzwassers auch Nähr- und Mineralstoffe und das Wasser selbst zur Aufrechterhaltung der lokalen Lebensvorgänge nicht mehr zur Verfügung stehen. In diesem Falle tragen die Gesetze und Verordnungen eher dazu bei, das Wohl der Allgemeinheit nicht zu erhalten.

Ein weiterer Aspekt ist, dass die Begriffe des Wasserrechts mittlerweile ein Konglomerat mehrerer rechtsgeschichtlicher Gestaltungsperioden sind. Althergebrachte Definitionen wurden unkritisch in die wasserrechtlichen Vorschriften übernommen. Zur Lösung von Einzelproblemen in Landwirtschaft und Industrie wurden Ausnahmen eingefügt und althergebrachte Definitionen aus den Bestimmungen zur Abwasserbeseitigung herausgenommen. Naturwissenschaftliche und rechtliche Entwicklungen wurden zwar in die Bestimmungen eingearbeitet, doch wäre zu prüfen, ob unter diesen Umständen die Systematik und Logik des Wasserrechts im Widerspruch zu den neuen Erkenntnissen und Erfordernissen steht. Dies führt zu immer größeren Widersprüchen, da nie das obrigkeitstaatliche Prinzip der Alleinverantwortung der kommunalen Selbstverwaltung für die Abwasserbeseitigung aufgeben wurde (BOHLA, T. 2004).

Bei der Anwendung und Auslegung von Gesetzen sollte sich die Rechtsanwendung eher an landesspezifische Besonderheiten orientieren. Aufgrund der geografischen Situation großer Teile des Landes Brandenburg, die wasserwirtschaftlich gekennzeichnet ist durch leistungsschwache Vorfluter, zahlreiche stehende Gewässer, einer äußerst geringen Besiedlungsdichte und sehr hohen Erschließungskosten für zentrale Abwassersysteme, muss auch die landesgesetzliche Umsetzung und Ausfüllung der wasserhaushaltsgesetzlichen Vorgaben beeinflussen.

Es liegt im Wesen der Gesetzgebungskompetenz (vgl. Art. 75 GG), dass der bundesrechtliche Rahmen die Möglichkeit offen lassen muss, die Materie entsprechend den besonderen Verhältnissen des Landes auszugestalten.

Aus dem verfassungsrechtlichen Rechtsstaatsprinzip (vgl. Art. 20 Abs. 3 GG) hat sich der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit als wesentliches Regulativ aller staatlichen Tätigkeit herausgebildet. Für die Verwaltung bedeutet das, dass sie bei der Erfüllung ihrer Aufgaben stets die Geeignetheit, die Erforderlichkeit und die Angemessenheit ihrer Handlungen zu beachten

hat. Insbesondere dann, wenn das Gesetz keine zwingenden Standards setzt, sondern mit unbestimmten Rechtsbegriffen, Ermessens- oder Beurteilungsspielräumen arbeitet, steht die behördliche Entscheidung maßgeblich unter dem Eindruck der Verhältnismäßigkeit der Mittel.

Hier können speziell für den Einzelfall Regelungen getroffen werden, die der lokalen Situation Rechnung tragen. Die Entscheidung, ob eine Beeinträchtigung der Umwelt und des Menschen zu besorgen ist, kann nur durch Einzelfallprüfung gefällt werden.

Dabei sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Art und Menge der einzuleitenden Stoffe
- Beschaffenheit des betroffenen Grundwasserleiters
- Beschaffenheit des betroffenen Bodens
- Bedeutung von Witterungseinflüssen
- Bauart und Betriebsweise der benutzten Einrichtungen
- Reaktionsmöglichkeit auf Störfälle
- Leistungsfähigkeit des Betreibers
- Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts

Die Beurteilung der Anwendbarkeit von Gesetzen und anderer zahlloser umweltrechtlicher Bestimmungen bleibt letzten Endes vornehmlich die Aufgabe des Ingenieurs und nicht des Juristen. (SALZWEDEL, J., DOHMANN, M. 1992)

3.2 Zusammenfassung

Die Analyse der Wasserinfrastrukturen hat gezeigt, dass durch eine Vielzahl von Schwächen die Zukunftsfähigkeit der vorhandenen Strukturen in Frage gestellt werden muss.

Unsere heutigen zentralen WIS (Wasserinfrastruktursysteme) sind nicht dazu geeignet, unsere physische Basis (Landschaft) zu erhalten. Ist dieses System einmal aufgebaut, ist es nur den auf quantitativem Wachstum ausgerichteten Strukturen angepasst. Das System kann nicht oder nur schlecht auf (sich) verändernde Bedingungen reagieren, weil es nur als Ganzes funktioniert.

Eine nachhaltige und zukunftsfähige Schmutzwasserbehandlung kann nur bedeuten, Energiepotentiale und Nährstoffe des anfallenden Schmutzwassers zu nutzen, letztere müssen wieder auf die landwirtschaftlichen Flächen rückgeführt werden, wo sie benötigt werden. Gewässer sind zur Beseitigung des aufbereiteten Schmutzwassers nicht geeignet. Eine diffe-

renzierte Betrachtung der Stoffströme in Haushalt, Gewerbe und Industrie sollte es ermöglichen, eine sachliche Schadstoff - Nutzstoff Diskussion für den Aufbau neuer intelligenter Schmutzwasseraufbereitungssysteme zu führen; Systeme, die es erlauben Nutzwasser und Nutzstoffe ohne Bedenken wiederzuverwenden. Wenn es uns in Zukunft wirklich gut gehen soll, müssen wir lernen, das hoch effektive System der Natur mit seinen Nährstoffströmen und Metabolismen zu imitieren und die Vorstellung von Abwasser und Abfall als Designprinzip ablegen. Das bedeutet, dass die in den Materialien enthaltenen Nährstoffe das Design festlegen: Die Evolution und nicht allein die Funktion bestimmt die Form unserer Systeme und Produkte (BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W. 2003).

Die Etablierung nachhaltiger und zukunftsfähiger Wasserinfrastruktursysteme bedeutet auch das Aufbrechen althergebrachter Strukturen und neue systemische Denkweisen aller beteiligten Akteure, wie Gesetzgeber, Rechtsanwender, Entwickler, Ingenieure, Flächenbewirtschafter und Planer. Das während der Industriegesellschaft aufgebaute Wasserinfrastruktursystem ist aufgrund seiner extrem hohen Kapitalintensität teilweise, aber auch aufgrund seiner Eingebundenheit in natürliche Prozesse, nur langsam zu verändern. Ein Umbau der Wasserinfrastruktursysteme ist in einer mittel- bis langfristigen Perspektive jedoch wünschenswert und möglich.

Gerade in ländlichen Gemeinden besteht aufgrund der besonderen Struktur die Möglichkeit für Politik, Verwaltung, Rechtsanwendung, Verbände und Bürgern gemeinsam neue und vor allem ortsangepasste Systeme der Wasserver- und Entsorgung zu etablieren. Bisher ist vielerorts mit Hilfe kommunaler Satzungen eine entstehungsnahe, ortsangepasste Schmutzwasseraufbereitung verhindert worden. Diese Verhinderungspraxis wird von den Verwaltungsgerichten unterstützt. Das größte Hindernis stellt derzeit noch der Anschluss- und Benutzungszwang dar.

3.3 Betrachtungsraum

In diesem Abschnitt gilt es, einige landschaftliche Besonderheiten des Ortes Zaatze und des Landes Brandenburg darzustellen und den Umgang mit Wasser und Schmutzwasser aufgrund dieser Besonderheiten zu hinterfragen. In erster Linie geht es bei der Betrachtung von wasserwirtschaftlichen Problemen immer um den Gewässer- und Umweltschutz. Ein weiterer, ganz wichtiger Aspekt, ist aber auch die Betrachtung der landschaftlichen Prozesse, in denen das Wasser eine sehr wichtige Rolle spielt.

Ein gesunder Landschaftswasserhaushalt ist die Basis zur Aufrechterhaltung jedweder Landschaftsfunktionen wie z.B. Klimafunktion, land- und forstwirtschaftliche Nutzungsfunktion, Erholungsfunktion, um nur einige zu nennen.

Der derzeitige Umgang mit Wasser und Schmutzwasser stellt zunehmend ein Problem für die Landschaft in Brandenburg dar, weil vielerorts behandeltes Schmutzwasser in Gewässer eingeleitet, und die Landschaft durch landbauliche Maßnahmen zunehmend entwässert wird. Neben der Belastung für die Gewässer gehen Nähr- und Mineralstoffe, die für die Landschaft von Bedeutung sind, verloren. Die Regenerationsfähigkeit und eine dauerhafte Aufrechterhaltung der landschaftlichen Funktionen werden durch diese irreversiblen Stoffverluste eingeschränkt.

3.3.1 Siedlungs- und Landschaftsgeschichte

Die Ortschaft Zaatzke befindet sich im Nordwesten des Bundeslandes Brandenburg im Landkreis Ostprignitz – Ruppin. Sie gehört zum Amtsbereich des Amtes Heiligengrabe / Blumenthal. Dort leben zur Zeit 625 Einwohner. Die nächstgrößere Stadt ist Wittstock an der Dosse.

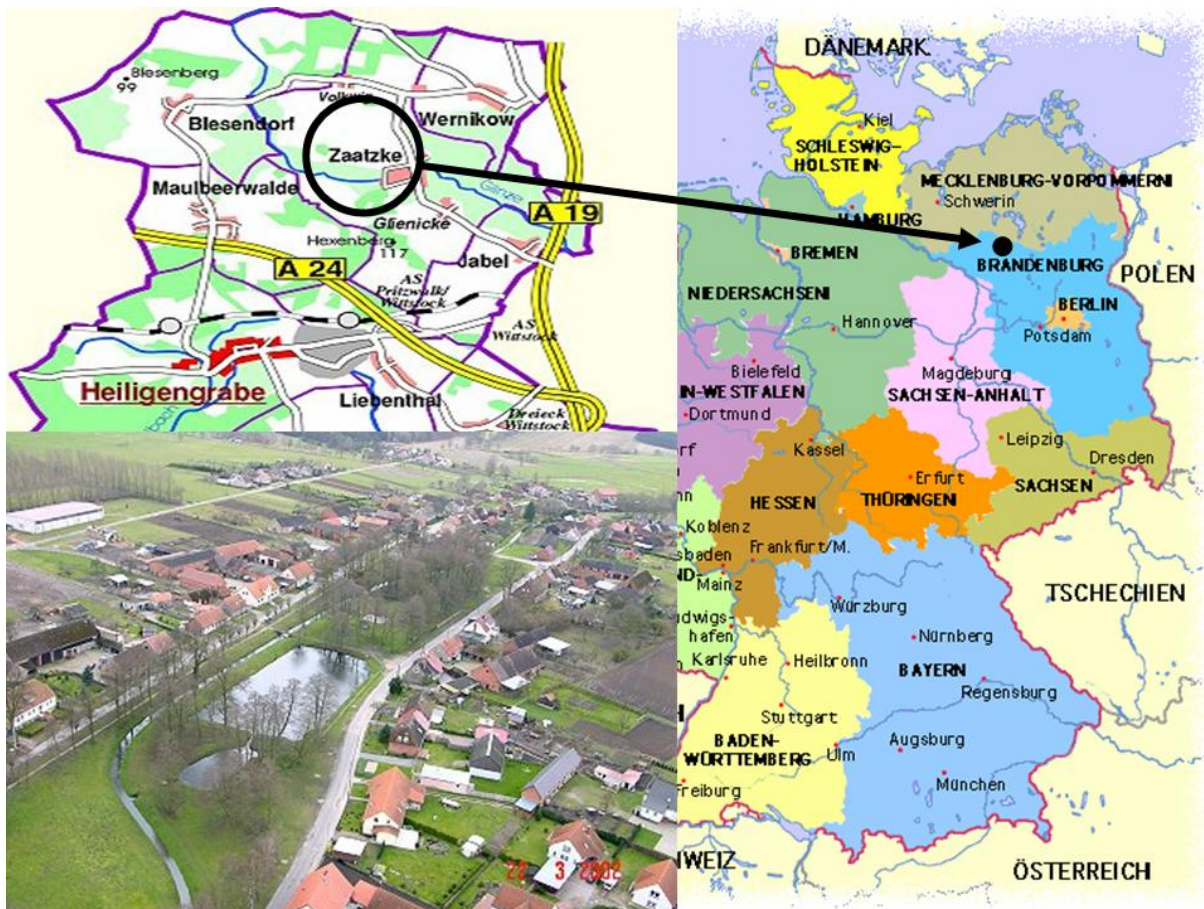


Abb. 9: Lage der Ortschaft Zaatzke

Mit der vormittelalterlichen Besiedlung und Nutzung der Landschaft durch die Slawen ab dem 6. Jh. n. Chr. erfolgte entlang der Fließgewässer die Gründung der ersten Rundlings-

dörfer Jabel und Glienicke. Zaatze ist 1319 erstmalig erwähnt. Bis 1500 n. Chr. waren die Dorfgründungen weitgehend abgeschlossen und die Naturlandschaft wurde in eine Kulturlandschaft zur Nutzbarmachung der Wälder und Luchgebiete für den Ackerbau umgewandelt. Die mit Wald bedeckten Flächen verringerten sich bis 1780 bis auf 40 Prozent. Auch Auenwälder und Bruchbestände wurden im Zuge der großflächigen Urbarmachungen der Niederungen im 18 Jh. weitgehend gerodet. Bis 1870 verringerte sich der Waldbestand auf 25 Prozent. Durch Aufforstungen blieb der Waldanteil von 1780 im Vergleich zu heute jedoch relativ konstant. Durch den Ausbau der Havel und der Anlage von Vorflutern verringerte sich die Überschwemmungsfläche drastisch. In der Mitte des 20 Jh. wurden durch intensive Meliorationsmaßnahmen die Luche wie auch die Glinzeniederung fast vollständig entwässert.

Die Entwässerung der Landschaft hat dazu geführt, dass die starkverdunstenden Wälder und Niedermoore nahezu verschwunden sind. Die natürlichen Vorkommen von Feuchtgebieten und überschwemmten Zonen sind in ihrer räumlichen Ausdehnung stark begrenzt worden.

Die Bodenstrukturen dieser Landschaft sind von Sand und geringen Mineral- und Nährstoffanteilen geprägt. Durch wechselfeuchte Bewirtschaftung, Melioration und Entwässerung der Landschaft ist die organische Auflage der Böden allmählich mineralisiert worden. Viele Nutstoffe, die an der Oberfläche gebunden und die Voraussetzung für das Wachstum von Pflanzen waren, sind dadurch über die Flüsse zum Meer transportiert worden. Die Landschaft ist verarmt und hat ihre Stoffausstattung teils an die Ostsee und die Elbe verloren. Sand mit geringen Humusaufgaben und geringen Speichereigenschaften für Wasser bildet heute den überwiegenden Teil der Bodenoberfläche. Durch den Stoffaustrag wurden die Gewässer zunehmend überdüngt und durch zu hohe Produktionsleistungen bezüglich ihres Stoffhaushalts beschädigt. Dauerhafte Vegetation (z.B. Bäume, Hecken, etc.), dessen Aufgabe es ist, die Nutstoffe durch weitgehende Verdunstung an Ort und Stelle zu halten, wurde durch Schaffung großer Ackerflächen ersetzt. Wasser, Nähr- und Mineralstoffverluste wurden - wenn nötig - mittels nichterneuerbarer Energie durch Bewässerung und Düngung kompensiert. Verringerte Verdunstung durch fehlende Vegetation induzierte lokale Überhitzungen. Laufend sinkende Bodenwasserspiegel und ein Boden mit tiefgründiger Versauerung durch Basenarmut war die Folge. Fruchtbare Standorte wurden dauerhaft geschädigt. Dem Einzugsgebiet der Havel gehen somit enorme Mengen an Mineralsalzen (ohne NaCl) pro Jahr verloren.

3.3.2 Klima und Niederschlag

Die mittleren Jahresniederschläge in Brandenburg betragen zwischen 500 und 600 mm. Weitere Differenzierungen des Klimas sind abhängig von der Reliefausprägung, der Geländebeschaffenheit wie Bodenbedeckung, Flächenausstattung und Versiegelung.

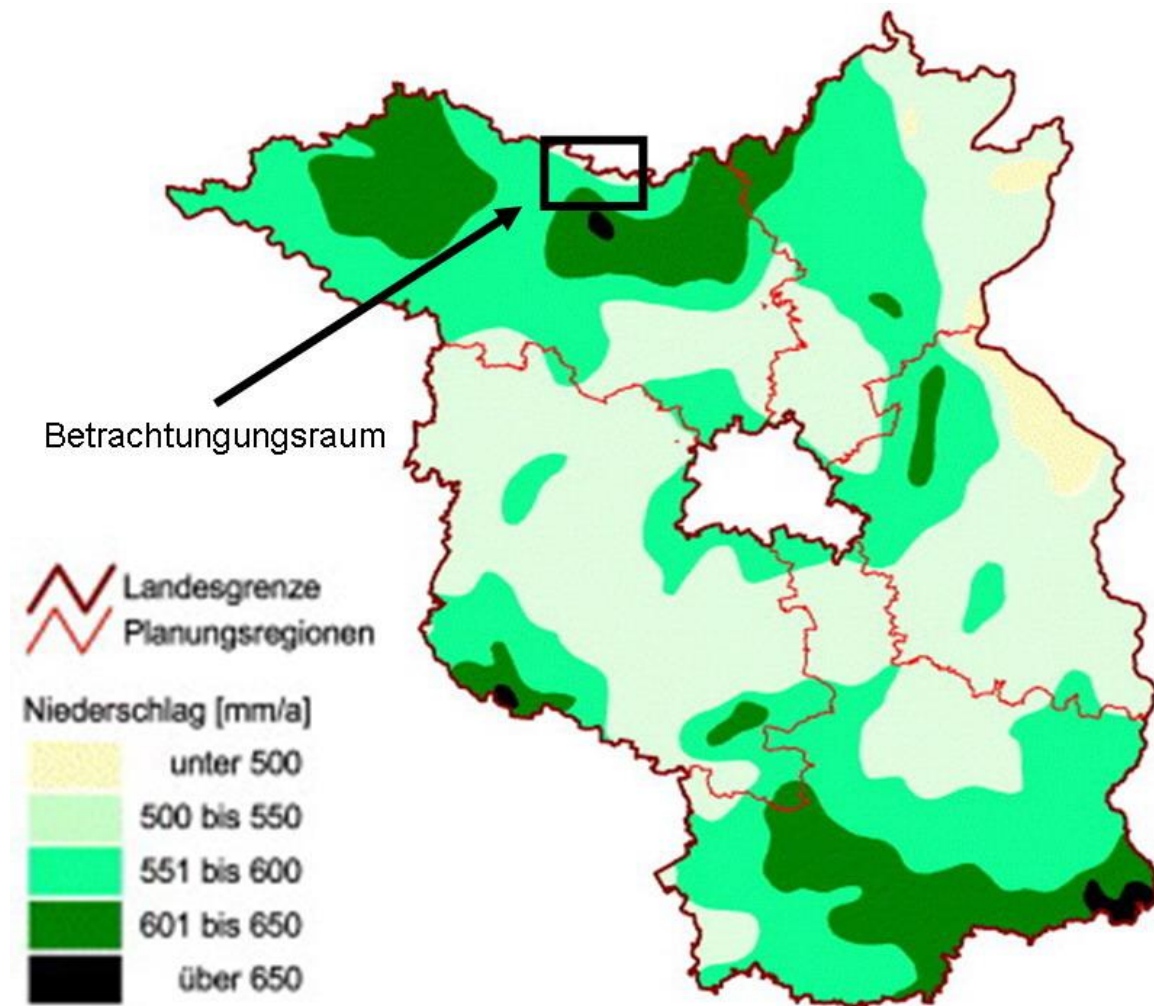


Abb. 10: Niederschlagsverteilung Land Brandenburg (DIETRICH, O. INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSWASSERHAUSHALT, ZALF E.V. 2000)

In der Abbildung 10 ist die Niederschlagsverteilung im Land Brandenburg dargestellt. Im Gebiet um Zaatze betragen die jährlichen Niederschläge zwischen 550 bis 600 mm. Die Niederschläge verteilen sich im Land Brandenburg recht unterschiedlich und bewegen sich zwischen weniger als 500 mm bis zu 650 mm im Jahr.

Wie im Abschnitt Siedlungs- und Landschaftsentwicklung beschrieben, hat die Vegetation nicht nur großen Einfluss auf die stoffliche Ausstattung der Landschaft, sondern auch auf das regionale und lokale Klima durch die Verdunstung von Wasser.

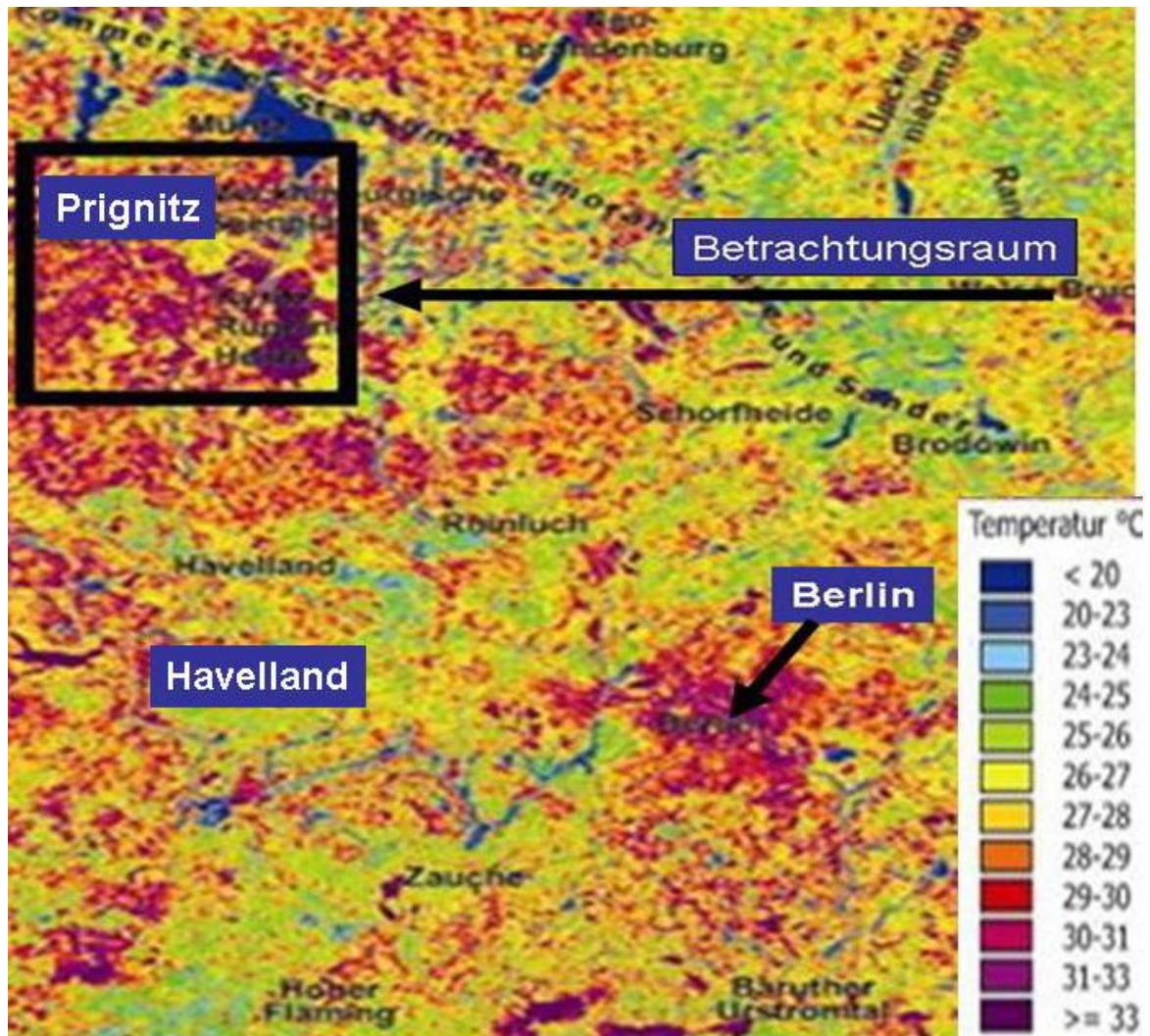


Abb. 11: Thermalbild Brandenburg Landsat 6 aufgenommen Juli 1989 (Institut für Limnologie TU-Berlin 1989)

Das Thermalbild zeigt die unterschiedlichen Oberflächentemperaturen der Landschaft. Die blaue Farbe kennzeichnet kühle Bereiche (Oberflächengewässer und Vegetation), während die rote Farbe stark erwärmte Bereiche (fehlendes Wasser und Vegetation) in der Landschaft kennzeichnet. Rote, stark erwärmte Bereiche und gelbe Bereiche kennzeichnen auch landwirtschaftliche Nutzflächen, auf denen das Getreide im Juli langsam abreift und kein Wasser mehr verdunstet. Durch den fehlenden Wasserdampf in der bodennahen Luftschicht kann sich diese stark erwärmen. Der thermische Wirkungsgrad der Landschaft wird abgesenkt. Zwischen überhitzten und kühleren Flächen werden Temperaturschichtungen induziert, die den noch vorhandenen Wasserdampf weiträumig verlagern. Eng mit dem thermischen Wirkungsgrad ist der chemische Wirkungsgrad der Landschaft verbunden. Durch die fehlende Vegetation können die Nähr- und Mineralstoffe nicht ortsfest gehalten werden und gehen durch Auswaschung verloren.

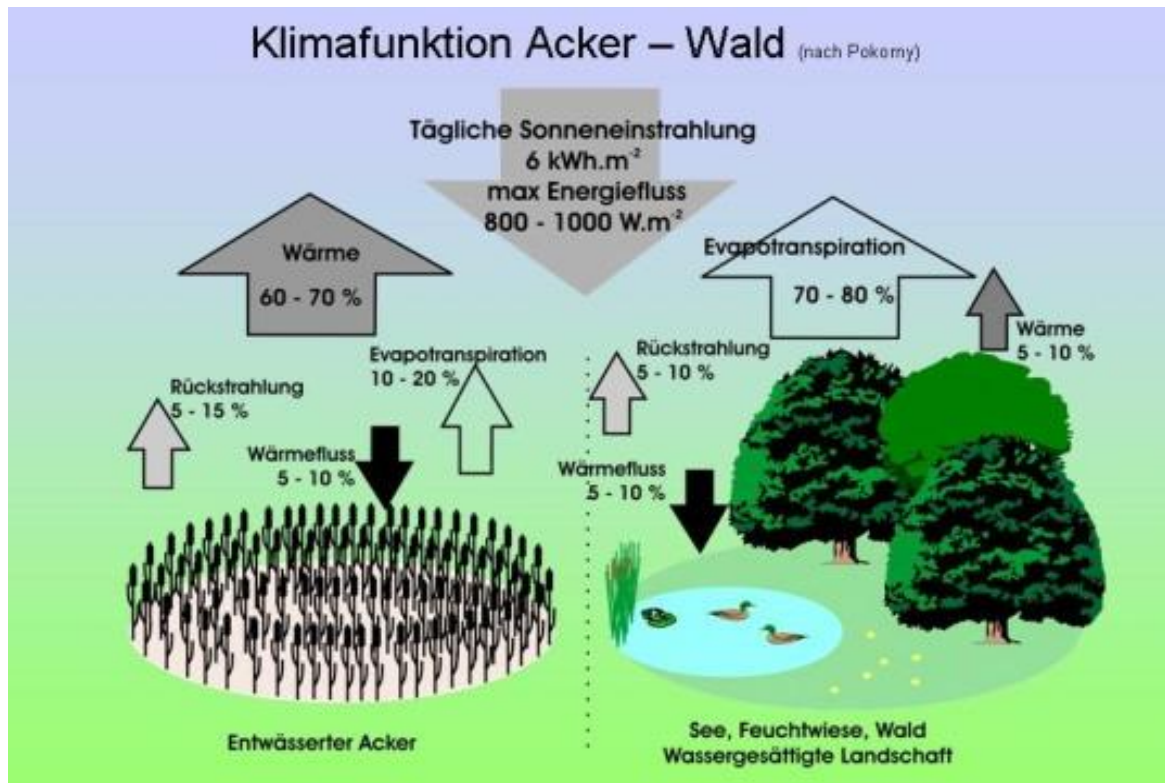


Abb. 12: Klimafunktion Acker - Wald (RIPL, W. 2001)

Die Abbildung 12 verdeutlicht noch einmal grafisch, wie die eingestrahelte Sonnenergie auf einem entwässerten Acker und in einer wassergesättigten Landschaft umgesetzt wird. Auf einem entwässerten Acker geht die Evapotranspiration stark zurück. Der Acker und die trockene Umgebungsluft können sich stark erwärmen, weil durch fehlende verdunstende Oberflächen keine Kühlung der Landschaft erfolgen kann. Der Energieumsatz erfolgt ohne Wasser. In einer wassergesättigten Landschaft nimmt die Evapotranspiration stark zu. Der Energieumsatz erfolgt mit Wasser. Der Umgebungsluft wird durch die Verdunstung des Wassers Energie entzogen und sie kühlt sich ab. Die Energie wird im Wasserdampf in Form von latenter Wärme gespeichert und durch Kondensation an kühleren Flächen wieder abgegeben.



Abb. 13: Klimatische Wasserbilanz für Brandenburg (DEZENT-EG., 2005)

Die klimatische Wasserbilanz für das Land Brandenburg zeigt die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung. Von Oktober bis März fällt die Bilanz positiv aus. In diesen Monaten ist der Niederschlag höher als die Verdunstung. In den Monaten April bis September dagegen fällt sie negativ aus. In diesen Monaten ist die Verdunstung höher als der Niederschlag. Auffällig sind die Monate Mai, Juni und Juli. In diesen Monaten benötigen viele Pflanzen Wasser zum Austrieb und zum Wachsen. Bei ungünstigen Bodenverhältnissen, wie sie für Brandenburg typisch sind, kann der Wassermangel zu enormen Wachstumshemmnissen führen. In Brandenburg herrschen sandige Böden mit geringen Humusaufgaben vor, die das Wasser nur bedingt speichern können.

Vergleich (Durchschnittswerte)	beobachtet (1951-2000)	Szenarium (2046-2055)	Unterschied	
			absolut	relativ in %
Jahresniederschlagssumme (mm)	515,6	460,7	-54,9	-10,65
Jahres-temperatur(°C)	8,6	10,9	+2,3	+26,74
tägl. Temperaturschwankung (°C)	7,8	7,8	0,0	0,0

Tab. 1: Szenario Trend Klimaveränderung Standort Neurrupin (PIK POTSDAM, 2005)

In Tabelle 1 ist der Trend der Entwicklung der Jahresniederschlagssumme und die mittlere Jahrestemperatur bis zum Jahr 2055 dargestellt. In absoluten Zahlen ausgedrückt, verringert sich die Jahresniederschlagssumme um ca. 55 mm im Jahr. Die Jahrestemperatur dagegen erhöht sich um 2,3 °C.

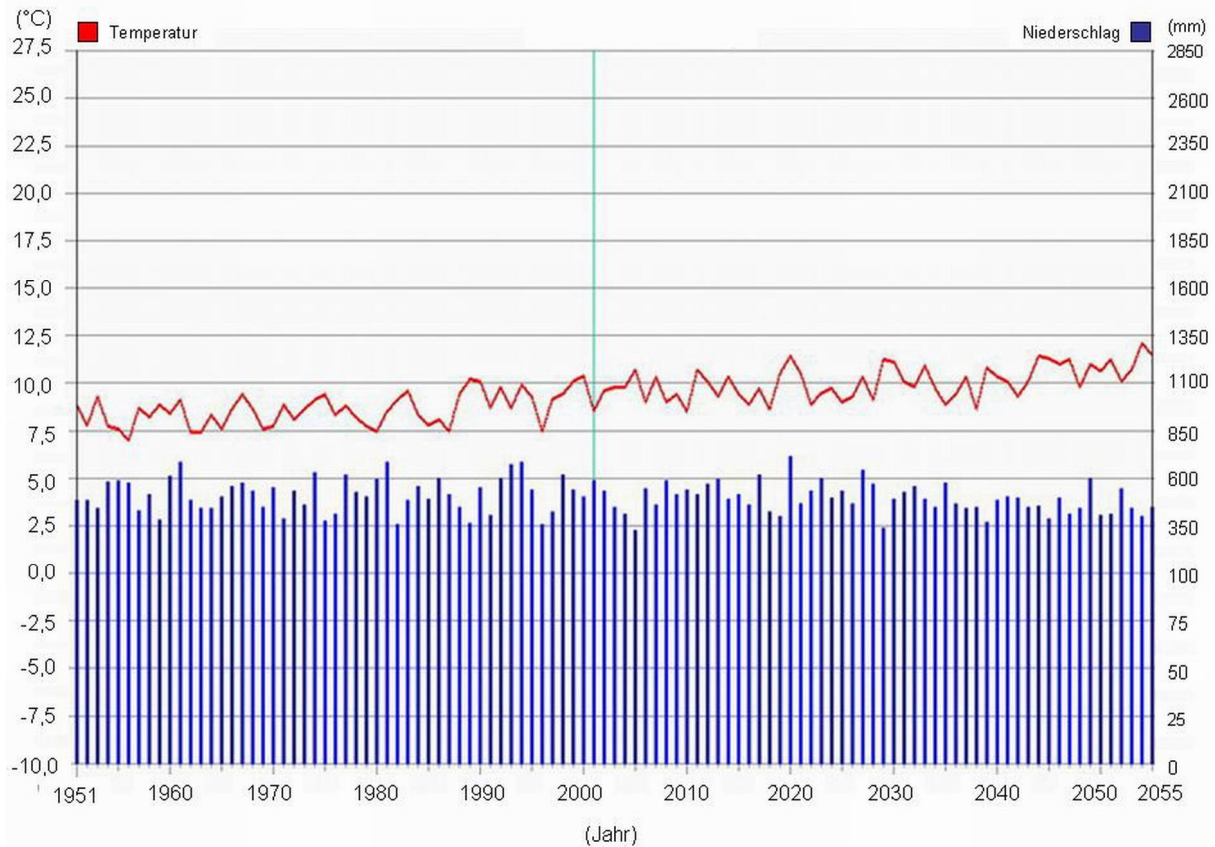


Abb. 14: Grafische Darstellung der Jahresdurchschnittswerte Temperatur und Jahresniederschlag Standort Neuruppin (PIK Potsdam 2005)

In der Abbildung 14 ist der Trend der Jahresdurchschnittswerte grafisch dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass die Summe der Jahresniederschläge im Jahre 2055 geringer ausfällt und die Jahresmitteltemperatur ansteigt.

Aufgrund der ansteigenden Jahresmitteltemperatur könnte sich die Vegetationszeit im Jahr verlängern. Das würde bedeuten, dass für die Pflanzen über eine längere Zeit Wasser zur Verfügung stehen muss. Es könnte bedeuten, dass sich die klimatische Wasserbilanz weiter zu Ungunsten der Monate April bis September verschiebt. Dann ist zu befürchten, dass die Sommer trockener und die Winter feuchter werden. Auch hier ist zu beachten, dass sich die Durchschnittswerte auf Neuruppin beziehen. Dieser Trend kann durch regionale und lokale Besonderheiten des Klimas anderer Standorte abgeschwächt oder verstärkt werden. Der beobachtete Zeitraum ist relativ kurz und nur zum Teil aussagekräftig, da er andere Zeiträume vernachlässigt. Dennoch ist eine enorme Veränderung der klimatischen Bedingungen über diesen relativ kurzen Zeitraum zu erkennen.

3.3.3 Umgang mit Schmutzwasser in Brandenburg und Zaatze

Das Land Brandenburg ist mit rund 87 Einwohnern je km² eines der am dünnsten besiedelten Bundesländer Deutschlands. Die Siedlungsstruktur ist durch einen überdurchschnittlichen Anteil von Gemeinden mit weniger als 500 Einwohnern gekennzeichnet. Die geringe Bevölkerungsdichte, sowie die teilweise sehr großen Entfernungen bis zu geeigneten Vorflutern und viele zu schwache und deshalb ungeeignete Vorfluter, verursachen sehr hohe Erschließungskosten bei zentralen Abwassersystemen in Brandenburg. Gemeinden in der Nähe Berlins und anderen Städten Brandenburgs verfügen oft über einen Anschluss an zentrale Kläranlagen, während stadtferne Gemeinden über dezentrale Anlagen der Abwasserbehandlung und - beseitigung verfügen.

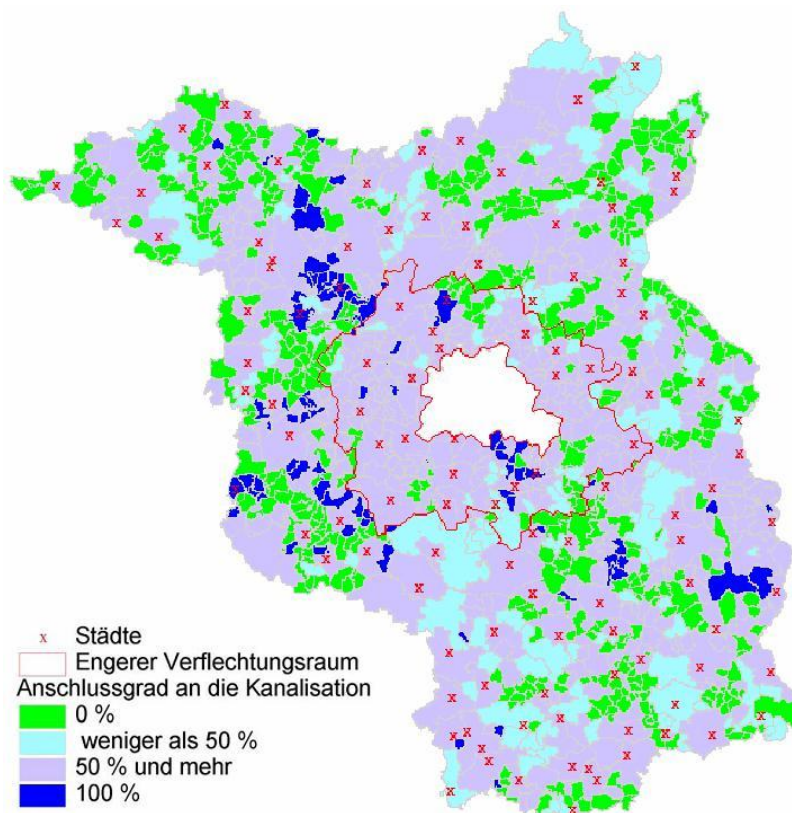


Abb. 15: Anschlussgrad an die Kanalisation im Land Brandenburg (MLUV BRANDENBURG 2005)

Das können Kleinkläranlagen (sechs Prozent der Bevölkerung) oder abflusslose Sammelgruben (16 Prozent der Bevölkerung) sein. Das Schmutzwasser aus den abflusslosen Sammelgruben wird per LKW (mobiler Kanal) den zentralen Kläranlagen zugeführt. Ende 2003 waren fünf von den 436 Gemeinden des Landes Brandenburg vollständig kanalisiert. In sieben Gemeinden wurden ausschließlich abflusslose Sammelgruben genutzt. In einer Gemeinde wurde das Schmutzwasser vollständig dezentral mittels privater Kleinkläranlagen durch die Einwohner beseitigt. In allen anderen Gemeinden gab es im Gemeindegebiet zwei oder drei unterschiedliche Systeme der Schmutzwasserbeseitigung nebeneinander (MLUV BRANDENBURG 2005).

Seit 2002 gelten für Kleineinleitungen von kommunalem Schmutzwasser in die Gewässer neue Anforderungen in der Abwasserverordnung. Das Land Brandenburg hat seit 1995 den Bau von Grundstückskleinkläranlagen umfangreich gefördert und damit im ländlichen Bereich einen aktiven Beitrag zum Gewässerschutz geleistet. Es besteht die Notwendigkeit, den spezifischen Rahmenbedingungen geeignet Rechnung zu tragen wie z.B. geringe Bevölkerungsdichte, kleine Orte, weit voneinander entfernt liegende Ortsteile, Siedlungsplätze bzw. Einzelgehöfte. Grundsätzlich bestehen hier weitaus mehr Lösungsvarianten und Verfahren der Schmutzwasserbehandlung als dies in Städten möglich ist (vgl. Kap. Analyse Wasserinfrastrukturen). Außerdem hat man erkannt, dass dezentrale Lösungen immer öfter die kostengünstigere Alternative zum Anschluss an eine zentrale Kläranlage darstellt. Dies geschieht aber ausnahmsweise in nicht zentral erschlossenen Gebieten.

Im Landkreis Ostprignitz-Ruppin, wo sich die Ortschaft Zaatzke befindet, leben nur 45 Einwohner pro km². Dort sind 80 Prozent der Einwohner an eine zentrale Kläranlage angeschlossen. 18,3 Prozent besitzen eine abflusslose Sammelgrube mit Abfuhr zur Kläranlage. 1,7 Prozent der Einwohner betreiben Kleinkläranlagen.

Die Entsorgung des Schmutzwassers in Zaatzke wird durch WAV (Wasser- Abwasserzweckverband) Wittstock durchgeführt. Dies geschieht mittels Druckrohrleitungen und Freigefällekanalisationen zum Zwölf Kilometer entfernten Zentralklärwert Wittstock. Der WAV Wittstock übernimmt gleichzeitig auch die Versorgungsleistungen für Trinkwasser.

Für den Schmutzwasseranfall wird der Trinkwasserbedarf pro Einwohner für die folgende Berechnung zu Grunde gelegt. Der Bedarf an Trinkwasser pro Einwohner und Tag liegt bei 114 Litern (Statistisches Bundesamt). In der Ortschaft Zaatzke leben zur Zeit 625 Einwohner, die alle über einen Trinkwasseranschluss und einen Anschluss an die zentrale Schmutzwasserentsorgung verfügen. Ziel dieser Berechnung ist es darzustellen, welche Mengen an Nähr- und Mineralstoffen für eine weitere Nutzung nicht mehr zur Verfügung stehen.

"Der Nährstoffgehalt von 1 m³ häuslichem Schmutzwasser beträgt im Durchschnitt 80 g Stickstoff, 20 g Phosphor und 60 g Kalium" (Lange, Otterpohl, 1997, 39).

Überträgt man diesen durchschnittlichen Nährstoffgehalt auf die anfallende häusliche Schmutzwassermenge in Zaatzke, dann ergibt sich eine Menge von 5,7 kg Stickstoff, 1,5 kg Phosphor, 4,3 kg Kalium pro Tag und 2081 kg Stickstoff, 520 kg Phosphor und 1560 kg Kalium pro Jahr.

Nährstoff	Menge/m ³ Schmutzwasser in g	Menge/m ³ Schmutzwasser in kg/a alle Einwohner	Menge/m ³ Schmutzwasser in kg/a alle Einwohner
Stickstoff (N)	80	5,7	2080
Kalium (K)	60	4,3	1560
Phosphor (P)	20	1,5	560

Tab. 2: Nährstoffgehalte im Schmutzwasser von Zaatzke

Für die Berechnung der Nährstoffgehalte im Schmutzwasser (vgl. Tabelle 2) wurde der durchschnittliche Tageswasserbedarf in Brandenburg 114 l/E/d zugrunde gelegt.

Betrachtet man zusätzlich die mineralischen und organischen Inhaltstoffe im häuslichen Schmutzwasser, die sich aus absetzbaren und nicht absetzbaren Schwebstoffen und gelösten Stoffen zusammen setzen, dann ergeben sich 475 g/m³ Schmutzwasser, wenn man von mittleren Nährstoffgehalten ausgeht. Pro Tag ergibt das eine Menge von 30 kg. Im Jahr wären das 10800 kg mineralische und organische Inhaltstoffe, die über Leitungsnetze zum Klärwerk transportiert und dort teilweise eliminiert werden. Die im Schmutzwasser vorhandene Restmenge wird dann in ein Gewässer abgeleitet.

3.3.3.1 Neuorientierung der Abwasserpolitik in Brandenburg

Die lange vorherrschende Meinung, dass ein ausreichender Gesundheits- und Gewässerschutz nur über eine zentrale Schmutzentsorgung erreichbar sei, ist in Brandenburg inzwischen überwunden. Durch folgende Maßnahmen ist Brandenburg im bundesweiten Vergleich in den vergangenen Jahren zu einem Vorreiter in Bezug auf die dezentrale Abwasserentsorgung geworden:

Förderrichtlinie Abwasser

- Die Wirtschaftlichkeit über einen Variantenvergleich ist nachzuweisen, die Förderfähigkeitsgrenze für zentrale Projekte bei der Investitionssumme pro Einwohner wurde gesenkt; Kleinkläranlagen werden finanziell bezuschusst.

Die Grundsatzbeschlüsse des Landtages zur Abwasserentsorgung im ländlichen Raum

- Alle verfügbaren Kostensenkungspotenziale, die durch den Einsatz von Kleinkläranlagen erreicht werden können, sind auszuschöpfen.
- Vorrangiges Politikziel ist der weitestgehende Verbleib von Wasser in der Landschaft und nicht die Einleitung gereinigten Abwassers aus zentralen Anlagen in ein Fließgewässer.
- Zentrale und dezentrale Entsorgungskonzepte sind gleichrangige Lösungen.
- Eine finanzielle Förderung von zentralen Entsorgungssystemen soll in Siedlungsgebieten unterhalb von 2.000 Einwohnern nur noch im begründeten Einzelfall erfolgen dürfen.

Förderrichtlinie von Abwasserentsorgungs- und Kleinkläranlagen

- Die Gleichrangigkeit von zentral und dezentral auch fördertechnisch durch gleich hohe Fördersätze durchgesetzt.
- Herabsetzung der Förderfähigkeitsgrenzen für zentrale Systeme

Brandenburgisches Wassergesetz

- Eine generelle Andienungspflicht von Schmutzwasser nach dem Brandenburgischen Wassergesetz besteht nicht. (vgl. § 66 BrbWG)
- Die wasserrechtliche Erlaubnis für dezentrale Anlagen soll für mindestens 15 Jahre erteilt werden. Eine wasserrechtliche Erlaubnis gilt nicht nur so lange, bis der Anschluss- und Benutzungszwang durchgesetzt wird, die Abwasserbehandlung über eine Kleinkläranlage ist eine Dauerlösung.
- Kleinkläranlagen sollen jetzt in zwei Jahren mindestens ein Mal durch den Wartungsbeauftragten gewartet werden. Senkung der Betriebskosten. (vgl. § 75 BrbWG)

Richtlinie Einsatzmöglichkeiten von Kleinkläranlagen

- Die Richtlinie schreibt jetzt neu fest „Kleinkläranlagen sind umweltverträgliche und kostengünstige Dauerlösungen“.
- die bedarfsgerechte Schlamm Entsorgung aus Kleinkläranlagen mit dem Hinweis auf die DIN 4261. und nach Abfallrecht die Verwertung als Kompost ist möglich

Brandenburgische Bauordnung

- Privilegierung der zentralen Systeme in der Bauordnung wurde beseitigt.
- Ausdrücklich lässt die Bauordnung jetzt Innenhausanlagen zu. Dies war besonders wichtig für Membran- und Mikrofiltrationsanlagen.

- Die Möglichkeiten zur Verwertung von Schmutzwasser nach Abfallrecht werden gestärkt.
- zukünftige Befreiung von der Baugenehmigungspflicht für alle Kleinkläranlagen mit einem Schmutzwasseranfall von bis zu acht m³ pro Tag.

3.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass aufgrund der ländlichen Struktur, der sich verändernden klimatischen Verhältnisse und stofflichen Ausstattung der Landschaft ein anderer Umgang mit Wasser und Schmutzwasser nötig ist. Dabei ist eine alleinige Fokussierung nur auf den Umgang mit Schmutzwasser nicht sinnvoll. Auch eine entsprechende Landbewirtschaftung muss gewährleistet sein, um die Stoffzyklen in der Landschaft zu verlängern und somit deren thermischen und chemischen Wirkungsgrad zu steigern. Das setzt voraus, dass sektorale Sicht- und Wirtschaftsweisen überwunden werden.

Eine Neuorientierung in der Abwasserpolitik lässt erkennen, dass die Probleme, die mit den derzeitigen zentralen Konzepten der Wasserver- und entsorgung verbunden sind, zumindest von der Politik erkannt wurden. Doch wird sich in der Praxis zeigen, wie gut diese Neuerungen von der Verwaltung, von den Gemeinden und von den Behörden umgesetzt werden, auch wenn deren Aufgabe vordergründig die Verbesserung der Einnahmesituation der Aufgabenträger ist. Ökologische und wasserwirtschaftliche Ziele sind derzeit noch nachrangig. Diese wieder durch gemeinsames Handeln in den Vordergrund zu stellen, sollte allererste Aufgabe sein. Für eine intakte Landschaft ist ein intakter Landschaftswasserhaushalt von größter Bedeutung.

4 Impulse

In diesem Kapitel steht die Beschreibung neuer Entwicklungen, die einen Systemwechsel bei den Wasserinfrastrukturen wahrscheinlicher machen können, im Vordergrund. Diese Impulse kommen aus vielen Bereichen unserer Gesellschaft. Sie können politischer, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher, rechtlicher und vor allem technischer Natur sein. Um die zukünftigen Aufgaben zu lösen, bedarf es nicht nur anderer Technologien, sondern ein neues Design unserer Produkte und Gebrauchsgüter und systemische Ansätze und Denkweisen werden dazu nötig sein.

4.1 Umorientierung der Gesellschaft durch innovative Technologien

Die Betrachtung zukünftiger Entwicklungen ist ein spannendes Thema. Was vor uns liegt, ist weitgehend unbekannt. Zukunftsforschung ist ein vergleichsweise wenig betrachtetes Thema. Zu den wenigen wissenschaftlich fundierten Instrumenten, die uns zur Verfügung stehen, gehört die Theorie der langen Wellen (sofern sie nicht nur auf historische Zeitreihen angewandt wird). In Kurzform besagt sie, dass die marktwirtschaftlich organisierten Nationen in einem Abstand von 40 bis 60 Jahren tief greifende Reorganisationsprozesse durchlaufen, die einem bestimmten Ordnungsprinzip folgen: Wer diese Muster frühzeitig erkennt und verwirklicht, setzt sich an die Spitze der Entwicklung und profitiert am meisten vom Schwung der langen Welle, dem so genannten Kondratieffzyklus (...). Der Kondratieffzyklus ist nicht nur ein langer Konjunkturzyklus, nicht nur ein übergreifender Innovationprozess, sondern auch ein Produktivitäts- und Kompetenzschub, der ganz neue Wertschöpfungsketten und Märkte entstehen lässt (NEFIODOW, L.A. 2001).

Diese Konjunkturzyklen werden von Basisinnovationen getragen, wie z. B. dem Umweltsektor. Hier werden Technologien und Produkte für die Zukunft entwickelt. Diese Technologien und Produkte können sich im Handeln der Akteure, z.B. Ressourcenmanager widerspiegeln, indem sie ausreichende Kenntnis über die jeweilige Technologie verfügen. Die entsprechenden Lösungen können dazu geeignet sein, das System des Stoffwechsels zwischen Mensch und Natur zu optimieren.

Der Umweltsektor ist ein gutes Beispiel dafür, dass große Bedarfswelder nicht nur technischer, sondern auch rechtlicher, institutioneller, politischer und geistiger Innovationen bedürfen, bevor sie zu dynamischen Selbstläufern werden. Der Umweltsektor ist querschnittsorientiert. Um ihm den Status eines Selbstläufers zu geben, muss umweltfreundliches nachhaltiges Wirtschaften und Produktdesign honoriert werden. Bei diesem Wirtschaften kommen Begriffe wie Emissionen, Abfall und Abwasser nicht vor. Es werden zunehmend integrierte Problemlösungen angeboten werden. Dazu muss die Fähigkeit zum Aufbau vertrauensvoller

und produktiver Kooperationsbeziehungen verbessert werden. Aus diesen Beziehungen heraus bilden sich neue Firmennetzwerke.

Zum Umweltsektor gehört auch die Landwirtschaft (primärer Sektor) und die Wasserwirtschaft. Diesen heute stark sektorierten Wirtschaftsbereichen wird in Zukunft wieder höhere Aufmerksamkeit zuteil werden müssen, wenn es um die Produktion von Energie, Wasser, Nahrung, und neuen Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen geht. Dazu wird es nötig sein, beide Wirtschaftsbereiche wieder zusammen zuführen. Hinter der Landwirtschaft verbirgt sich möglicherweise ein enormes Beschäftigungspotenzial, wenn der primäre Sektor zur Befriedigung der Grundbedürfnisse und darüber hinaus essentiell wird.

Auch wenn die Zukunft uns immer neue Technologie beschert, so war deren Entstehung immer ein zweischneidiges Schwert. Sie wurden dazu genutzt, immer noch mehr aus den natürlichen Ressourcen herauszuholen. Wir haben es nicht vermocht zwischen Technologien, die unsere Bedürfnisse auf nachhaltige Weise befriedigen und jenen, die dies zum Nachteil der Menschen und seiner Umwelt können, zu unterscheiden. Viele Technologien sind falsch eingesetzt worden mit dem Anspruch, die Natur zu bezwingen. Es kommt vielmehr darauf, die natürlichen Prozesse mit Hilfe der Technologien zu unterstützen, um die Natur in ihrer Effektivität zu erreichen. Die Einführung einer Technologie allein reicht nicht aus. Sie muss begleitet werden durch den Markt, die Politik und die Akteure.

Die Gesellschaft, die einen ökologisch geprägten Strukturwandel nicht vollziehen will oder kann, wird bestenfalls als Außenseiter an diesem Wandel teilnehmen. Jene, die die beste Ressourcenproduktivität verwirklicht und ihre Nachhaltigkeit erhöht, wird das Potenzial des Marktes für sich erschließen.

4.2 Der ganzheitliche Systemansatz

Um den ökologischen Strukturwandel in einer Gesellschaft einleiten zu können, bedarf es eines ganzheitlichen Systemansatzes.

Die Trennung zwischen Wirtschaft und Technologie, wie sie an den Universitäten und Hochschulen praktiziert wird, ist ein Überbleibsel des 19. Jahrhunderts und muss inzwischen als Standortnachteil angesehen werden. Sie müsste an möglichst vielen Stellen durch Zusammenlegung von Fachrichtungen aufgehoben werden. Die Wissenschaft pflegt die Vorstellung, man könne die Wirklichkeit in immer kleinere Teile zerlegen, ohne dabei den Überblick für das Ganze zu verlieren. (NEFIODOW, L.A. 2001) Diese Vorstellung sollte meiner Meinung nach hinterfragt werden. Auf Grund meiner Erfahrung ist diese Meinung überholt.

Wenn es um Betrachtungen der landschaftlichen Prozesse geht, dann stehen gleichzeitig auch der Mensch und die Gesellschaft im Mittelpunkt.

Die Landschaft stellt uns mit ihren Funktionen Trinkwasser, saubere Luft, Energie, Rohstoffe und Nahrung zur Verfügung. Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Landschaft durch den Menschen wird bestimmt durch seine Intelligenz. Diese menschliche Intelligenz ist und war die wichtigste Quelle der Produktivität (NEFIODOW, L.A. 2001) Die Landschaft, die der Mensch bewirtschaftet, stellt ein Wirkungsgefüge dar. Sektorale Betrachtungsweisen lassen ein umfassendes funktionales Systemverständnis für die landschaftlichen Prozesse in Verbindung mit gesellschaftlichen und ökologischen Aspekten nur eingeschränkt zu. Dieses Systemverständnis dient als Voraussetzung für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft. Bei einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Landschaft geht es nicht nur um die wirtschaftliche Dimension des Handelns, sondern auch um soziale Integration und kulturelle Identifikation der Menschen mit ihrer Umwelt.

Das Verständnis für wichtige technologische Innovationen (technologische Kompetenz), die Kenntnis von deren Grenzen und Gefahren und das Wissen unter welchen Voraussetzungen ihre Anwendung sinnvoll ist, sind weitere Voraussetzungen. Das stellt hohe Ansprüche an die Lernbereitschaft von Personen und Organisationen. Durch diese Kompetenz kann es dem Menschen möglich sein, Bewirtschaftungs- und Produktionssysteme hinsichtlich ihrer Effizienz und Effektivität bei der Nahrungs- Wasser- und Energieerzeugung so zu optimieren, dass die Gesundheit der Natur- und Kulturlandschaft dauerhaft erhalten werden kann. Zukünftige Generationen werden davon profitieren.

Der ganzheitliche Systemansatz soll dazu dienen, die Ressourcenproduktivität auf der limitierten Ressource Fläche, zu erhöhen. Neue Technologien sollen dazu dienen, die Wasser- und Stoffkreisläufe kleinräumig zu schließen, damit Transporte möglichst überflüssig werden. Dadurch kann eine räumliche und zeitliche Zusammenführung von Arbeiten, Wohnen und die Befriedigung der Grundbedürfnisse, hier die Erzeugung von Nahrung, Energie und Wasser erreicht werden. Regionale und lokale Wirtschaftskreisläufe können wieder in den Vordergrund gestellt werden. Regionale und lokale Akteure und Netzwerke treten dann wieder stärker in Beziehung.

4.3 Ressourcenmanagement

Um die Landschaft als Lebensgrundlage für den Menschen dauerhaft zu erhalten und zu nutzen, ist es unerlässlich, die einzelnen Landschaftsfunktionen als Wirkungsgefüge zu begreifen. Durch die interdisziplinäre Ausrichtung eines zukünftigen Ressourcenmanagements kann eine Abkehr von sektoralen Betrachtungsweisen erreicht werden. Die Konzentration auf systemische Zusammenhänge leistet einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung von integrativer Arbeit auf dem Weg zu einer nachhaltigen Gesellschaft.

Zukünftige Ressourcenmanager können an erster Stelle (Politikberater) die nachhaltige Umgestaltung der gesellschaftlichen Strukturen mitgestalten. Sie werden in der Lage sein, die sozialen, ökonomischen und ökologischen Erfordernisse hinsichtlich der Anhebung des Systemwirkungsgrades zu bewerten. Sie können als Gutachter, Berater oder Projektsteuerer (Koordination) Aufgaben übernehmen, die bisher von sektoriell geschulten Experten bearbeitet werden.

Diese Experten haben eine unzureichende Qualifizierung zur flexiblen und effektiven Lösung aktueller lokaler und regionaler Umweltprobleme, da ihnen ein funktionales Systemverständnis von Natur und Landschaft fehlt ((RIPL & WOLTER 2002B: 2).

Vor allem im Bereich der Land,- Forst- und Wasserwirtschaft, kann der Ressourcenmanager beratend tätig werden. Konkret könnte ein Ressourcenmanager Betriebe betreuen, um deren Umstrukturierung zu begleiten. Beginnend mit einführenden Seminaren zur Theorie, mit Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs, der dann in den folgenden Jahren unter Betreuung des Ressourcenmanagers umgesetzt werden könnte. Es wird angestrebt die Land- Forst- und Wasserwirte zu Ressourcenwirten weiterzubilden. Ressourcenwirte können direkt auf der Fläche durch kurzgeschlossene Stoff- und Wasserkreisläufe einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen und damit zukunftsfähigen Gesellschaft leisten.

Ähnliche Aufgaben wie der Land- Forst- und Wasserwirtschaftsberater könnten auch Geschäftsführer oder Mitarbeiter in Land- und Forstwirtschaftsorganisationen und –verbänden übernehmen. Als Dozent könnte der Ressourcenmanager eine Multiplikatorfunktion innehaben. Wichtig ist, dass Interessierte aller gesellschaftlichen Schichten, durch Fortbildungen an das Thema herangeführt werden (SCHMELTER, H., BAECK, H. 2004).

4.4 Konzepte ökologischer Innovation

So wie die Kanalisation in Steinzeug oder Beton gegossen und von (sehr) langer Lebensdauer ist, sind auch unsere Vorstellungen über mögliche Maßnahmen zur Behebung neuer Probleme sehr stark vom Stand der Technik geprägt. Einleitbedingungen verschärfen und Kläranlage erweitern. Erfolgreiche Maßnahmen müssen an anderen Orten ergriffen werden. Es gibt verschiedene Schnittstellen, um ein Schmutzwasserproblem zu lösen.

Durch ein entsprechendes Waste Design kann Einfluss auf die Zusammensetzung von Schmutzwasser genommen werden. Waste Design bedeutet, dass durch Verhaltensregeln und Verbote z. B. Hygieneartikel nicht in die Toilette gehören, sondern in den Hausmüll.

In äußerster Konsequenz entspräche Waste Design einer umfassenden Reinigung des Schmutzwassers im Haushalt zu einem Standard, welcher der Qualität von Regenwasser

entspricht. Ein minimaler Bedarf an netzgebundener Transportkapazität wäre erreicht, der in einem nicht ariden Klima überhaupt möglich ist.

On-Site Technologien sind die Voraussetzung für ein weitergehendes Waste Design und werden Teil der zukünftigen Wasserinfrastruktur sein (LARSEN, T.A., GUJER, W. 2001). Zu den On-Site Technologien zählen z. B. Nutzwasseraufbereitungsanlagen. Sie sind nicht Teil der öffentlichen Nutzungsinfrastruktur. Die Qualität des aufbereiteten Wassers kann bei diesen Anlagen den weiteren Nutzungen im Haus oder auf dem Grundstück angepasst werden. Ein weitergehendes Waste Design bedeutet hier, dass die Zusammensetzung des Schmutzwassers so beeinflusst werden kann, dass eine Aufbereitung und Hygienisierung an Ort und Stelle möglich wird. Das Waste Design wird hier in erster Linie von den Nutzern im Haushalt selbst bestimmt. Sie haben ein größtmögliches Interesse daran, dass die Zusammensetzung des Schmutzwassers so beschaffen ist, dass es problemlos zur weiteren Nutzung und zur Maximierung des Nutzens auf dem Grundstück und im Haushalt zur Verfügung steht.

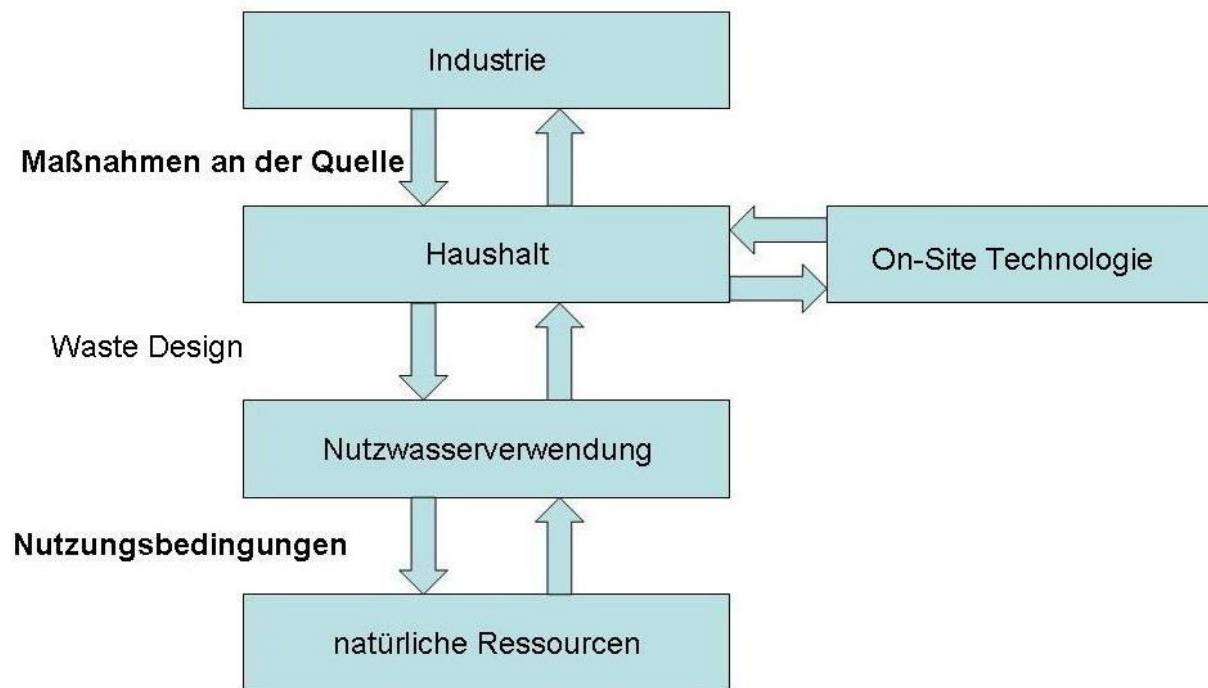


Abb. 16: Maßnahmen an der Quelle, Waste Design, Nutzungsbedingungen und ihre Schnittstellen (LARSEN & GUJER 2001) verändert

Um ökologische Innovationen in der Schmutzwasseraufbereitung zu erzielen, haben die Konzepte der Maßnahmen an der Quelle, des Waste Designs und der On-Site Technologien das größte Potenzial. Diese Technologien können viel flexibler eingesetzt und weiter entwickelt werden, als aufwendige zentrale Wasserinfrastruktursysteme. Sie zeichnen sich durch eine größere Innovationsoffenheit aus, als es für das bestehende System je möglich sein

wird. Mit den großen Fortschritten im Bereich der physikalischen und chemischen Trennverfahren und dem generellen Trend hin zu immer kleineren Geräten die sich dadurch auszeichnen, dass sie mit anderen Geräten gekoppelt und ortsspezifisch angepasst werden können, um Systeme zu optimieren, könnten die „Vorteile“ zentraler Wasserinfrastruktursysteme schnell schwinden. Wird auf lokaler Ebene Waste Design mit physikalisch-chemischen on-site Technologien kombiniert, kann für jedes Schmutzwasser eine optimale Technologie gewählt werden.

Technologische Trends, die einen Paradigmenwechsel bei den Wasserinfrastruktursystemen immer wahrscheinlicher machen.

- Modularisierung, Miniaturisierung, Automatisierung, Autonomisierung
- Miniaturisierte, leistungsfähige Prozesstechnologie, Mikroreaktorsysteme
- Point-of-use einsetzbare Technologien
- Leistungsfähigere on-line Sensorik, Automatisierungstechnik
- Neue, maßgeschneiderte Funktionswerkstoffe, Wirkstoffe, Organismen
- Leistungsfähigere, kostengünstige Informations- und Kommunikationstechnologie
- Verstärkte Erschließung regenerativer Energiequellen
- Technologien werden ressourceneffizienter (sinkender Energie- und Wasserverbrauch)

Eine weitere Designaufgabe für die Zukunft wird sein, nicht nur biologische Nährstoffe in den biologischen Metabolismus zurückzuführen. Auch das Design industrieller Masse kann speziell darauf ausgelegt sein, deren hohe Qualität für unterschiedliche Verwendungen beizubehalten. Damit ein solches Szenario überhaupt praktikabel ist, müssen wir ein Konzept haben, das Hand in Hand mit der Vorstellung eines technischen Nährstoffs geht: Das Konzept eines Dienstleistungs- oder Serviceprodukts. Statt davon auszugehen, dass die Konsumenten alle Produkte kaufen, besitzen und beseitigen sollten, würde man Produkte, die wertvolle technische Nährstoffe enthalten, als Service wahrnehmen den die Menschen in Anspruch nehmen möchten. Die Kunden würden effektiv den Service eines Produkts für eine gegebene Nutzerzeit erwerben und nicht das Gerät selbst.

Geräte und Technologien unterliegen ständiger Modifikation und Verbesserung. So kann auch der Nutzer an den Verbesserungen partizipieren und muss nicht jedes Mal ein neues Produkt kaufen. Hersteller und Dienstleister würden ein qualitatives Wachstum und Entwicklung verzeichnen, aber immer Eigentümer der Materialien bleiben. Ähnlich wie bei einer Pflanze, die sich jedes Jahr über ihre Samen reproduzieren kann.

Sie erfährt mit jedem Jahr eine Modifizierung ihrer selbst, um sich den verändernden Standortbedingungen anzupassen. So können auch Technologien und Produkte an sich verändernde Standortbedingungen optimal angepasst werden.

Folgende Aspekte werden für die Übernahme alternativer Schmutzwassersysteme von Bedeutung sein:

- Kostenvergleiche verschiedener Schmutzwasserbehandlungsanlagen sollten unter Einbezug aller Kosten, d. h. auch der Refinanzierung und Folgekosten (Gewässerschutz, volkswirtschaftliche Kosten bei Restverschmutzung) vorgenommen werden.
- Für abgelegene, ländliche Gemeinden und Ortschaften sind die Kosten der konventionellen Schmutzwasserbehandlung derartig hoch, dass sie zur Verschärfung sozialer Probleme beitragen können.
- Trinkwasserversorgung und Schmutzwasseraufbereitung sollten künftig zusammen geplant werden und Zuschüsse sollten nur noch für zukunftsfähige, unter der Prämisse der Nachhaltigkeit, der Vermeidung und Verwertung von aufbereitetem Schmutzwasser gewährt werden. Dies würde auch ein Nachdenken in den handelnden Verwaltungen in Gang setzen. (Lange & Otterpohl 1997)
- Förderung auf Basis eines Wassereinsparungsgesetzes
- Einführung von Wassersparbüchern

4.5 Zusammenfassung

Möchte eine Gesellschaft ihre Regenerationsfähigkeit dauerhaft erhalten, muss sie sich und ihre Wirtschaftsweise ständig den neuen Rahmenbedingungen anpassen. Aufgrund immer stärkerer negativer Rückkopplungen, die durch veränderte Rahmenbedingungen hervorgerufen werden können, unterliegt das gesellschaftliche System einem ständigen Transformationsdruck. Zu einem gesellschaftlichen System gehören auch dessen Wasserinfrastruktursysteme. Hier wird ein Systemwechsel immer wahrscheinlicher, wenn die Aufrechterhaltung aus finanziellen, technischen, demografischen, ökonomischen und ökologischen Gründen nicht mehr zu rechtfertigen ist. Dieser Systemwechsel kann durch neue technologische Trends unterstützt werden, weil mit der Einführung von neuen Technologien die Anpassungsfähigkeit an neue Rahmenbedingungen gesteigert werden kann.

Diese neuen Technologien werden sich recht schnell an den Punkten des Systems

etablieren, wo eine Aufrechterhaltung des Alten nicht mehr tragbar ist.

Ein Systemwechsel kann sich über mehrere Jahrzehnte erstrecken und lässt sich durch vorausschauende Planung bewerkstelligen. Es ist zu befürchten, dass ein Systemwechsel nicht in allen Fällen kontrolliert ablaufen wird. Um ihn kontrolliert ablaufen zu lassen, wird man das System notdürftig reparieren, um ein wenig Zeit zu gewinnen bis andere Reparaturen nötig werden, um das System dann komplett zu verändern. Sinnvoll wäre es, mit neuen Umweltstandards Phasen der Umstellung einzuleiten, die zeitgleich mit der Einführung anderer Technologien und der Übernahme einer Innovation zur Umstellung des Systems einhergehen.

Wasserinfrastruktursysteme sind Systeme, an denen zahlreiche Akteure beteiligt sind. Sie umfassen technische, institutionelle, sozioökonomische und rechtliche Systeme. Gesellschaftliche, rechtliche und institutionelle Veränderungen erschließen zahlreiche technisch machbare und zugleich nachhaltige Optionen.

Die Neuorientierung mit langfristiger Perspektive, das Zusammenspiel zahlreicher Akteure und verschiedener technologischer Teilsysteme und die Gestaltung eines langfristig konzentrierten dynamischen Prozesses können einen Systemwechsel zielsicher begleiten. Langfristige Ziele können in mehreren kurzfristigen Schritten (Transitionsmanagement) erreichbar sein.

5 Der haushaltszentrierte Ansatz

Ein Ziel dieses Ansatzes ist es, dass durch häuslichen Gebrauch verunreinigtes Wasser und die darin enthaltenen Nähr- und Mineralstoffe entstehungsnah und verursachergerecht so aufzubereiten, dass sie auf dem Grundstück inklusive Wohnhaus mehrfach genutzt werden können. Wenn es gelingt, diese Prozesse eng mit einander zu koppeln, können Stoffverluste (chemischer Verlustprozess) aus der Landschaft minimiert werden.

Entscheidende Stichworte, die in diesem Zusammenhang zu nennen sind, sind das UpCycling und das UpSizing. UpCycling zielt darauf ab, dass der "Abfall" eines Prozessschrittes auf eine höhere Produktebene transformiert wird. UpSizing stellt in den Vordergrund, dass neue Produkte und Arbeitsplätze geschaffen werden können und die Effizienz der Produktion und der Wohlstand einer Gesellschaft steigen. (PAULI, G. 1999)

Schmutzwasser und Exkremate werden über so genannte Grundleitungen unterhalb der Bodenplatte eines Hauses und auf dem Grundstück gesammelt. Das Haus bzw. das Grundstück stellen für diesen Ansatz die entscheidende Schnittstelle dar. Durch die Trennung des Hauses bzw. Grundstücks ist eine Vermischung Schmutzwasser aus Gewerbe, Krankenhäusern und Industrie nicht möglich. Die Schadstofffrachten können somit auf ein Minimum bzw. auf die im Haushalt anfallenden reduziert werden. Die Qualität des anfallenden Schmutzwassers wird hier maßgeblich durch den Nutzer bzw. Hauseigentümer beeinflusst.

Bereits im Haushalt und dem damit verbundenen Grundstück sind Verfahren zur Vermeidung, Verminderung und Verwendung des Schmutzwasseranfalls nach Art und Menge, wie im WHG § 7 gefordert, umsetzbar. Geeignet sind z. B. Membranbioreaktoren (MBR), die bereits das Entstehen von Abwasser verhindern. Mit diesem Systemansatz ergibt sich durch die Kreislaufführung und die Minderung des Trinkwasserverbrauchs eine Stoffverlustminimierung im Sinne des industriellen produktionsintegrierten Umweltschutzes (PIUS).

Innerhalb des hauseigenen Wasserkreislaufs wird das Schmutzwasser zu Nutzwasser und dabei immer wieder z.B. als Transportmittel in WC-Becken und Rohrleitungen im Haus genutzt. Außerdem kann Überschusswasser im Winter gesammelt und im Sommer über Bewässerungsanlagen an den Wurzelraum belebter Bodenzonen abgegeben werden. Die mikrobiologische Qualität entspricht den international anerkannten "Gesundheitlichen Richtlinien zur Verwendung von "Abwasser" in der Landwirtschaft und Aquakultur" der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 1989), den bis jetzt einzigen Richtlinien zur Wiederverwertung von „Abwasser“. Diese Richtlinien fordern eine Unterschreitung der Grenzwerte für fäkalcoliforme Bakterien der EU-Badegewässerverordnung (76/160 EWG) vom 08.12.1975 um 50 %. Die hygienischen Belange von Bewässerungswasser in der Landwirtschaft, Gartenbau, Land-

schaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen gemäß DIN 19650, Ausgabe: 1999-02, werden ausnahmslos erfüllt.

Bei dem vorgesehenen haushaltszentrierten Einsatz des MBR-Verfahrens werden unerwünschte Wasserinhaltsstoffe am Entstehungsort zurückgehalten, eliminiert und das gereinigte Wasser einer Mehrfachnutzung zugeführt. Somit ist es möglich, den Richtlinien des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) Artikel 12 „Gereinigtes Abwasser soll nach Möglichkeit wieder verwendet werden“ umzusetzen. Bei der WWM (Wasserwaschmaschine) handelt es sich um eine Wasseraufbereitungsanlage zur wiederholten Nutzung des behandelten Schmutzwassers auf Basis der gesetzlichen Grundlagen im nachhaltigen Kreislaufverfahren auf dem Grundstück, während bei den Kleinkläranlagen eine Ableitung des behandelten Schmutzwassers in die Vorflut (fließende Gewässer, Oberflächengewässer, Grundwasser) vorgesehen ist.

Bei ganzheitlicher Betrachtung besteht heute die Möglichkeit, den durch die Trinkwasserentnahme und –transport aufgebrochenen Wasserkreislauf auf dem Grundstück bereits wieder zu schließen. Durch die mehrfache Wiederverwendung durch einen gesonderten Nutzwasserkreislauf im Haushalt und auf dem Grundstück kann Trinkwasser in erheblichen Größenordnungen eingespart werden. Nur allein bei Mehrfachnutzung für Toilettenspülung kann Trinkwasser in Höhe von 30 Prozent eingespart werden. Leider kann daraus nicht abgeleitet werden, dass diese derartige Ressourceneinsparung zeitlich mit einer linearen Geldeinsparung einhergeht. Erst durch kreislaforientiertes Sanitär- und Wassermanagement und ein ganzheitliches Herangehen an das Ressourcenmanagement Wasser – Boden – Luft, das auf dem Prinzip des systematischen Schließens von lokalen Stoffkreisläufen beruht, ist es möglich, eine völlig neue, innovative Art der Siedlungswasserwirtschaft darzustellen. Bei dieser Betrachtung hat die Gesundheit oberstes Gebot und eine angemessene Hygienisierung und Handhabung der Stoffe ist entsprechend unverzichtbar. Gerade die Membranbiotechnologie ermöglicht die Unterbrechung der Lebenszyklen von Krankheitserregern bereits am Entstehungsort. Selbst einer Rückverkeimung nachgeschalteter Rohrleitungen kann am Ort des Verursachers entgegengewirkt werden.

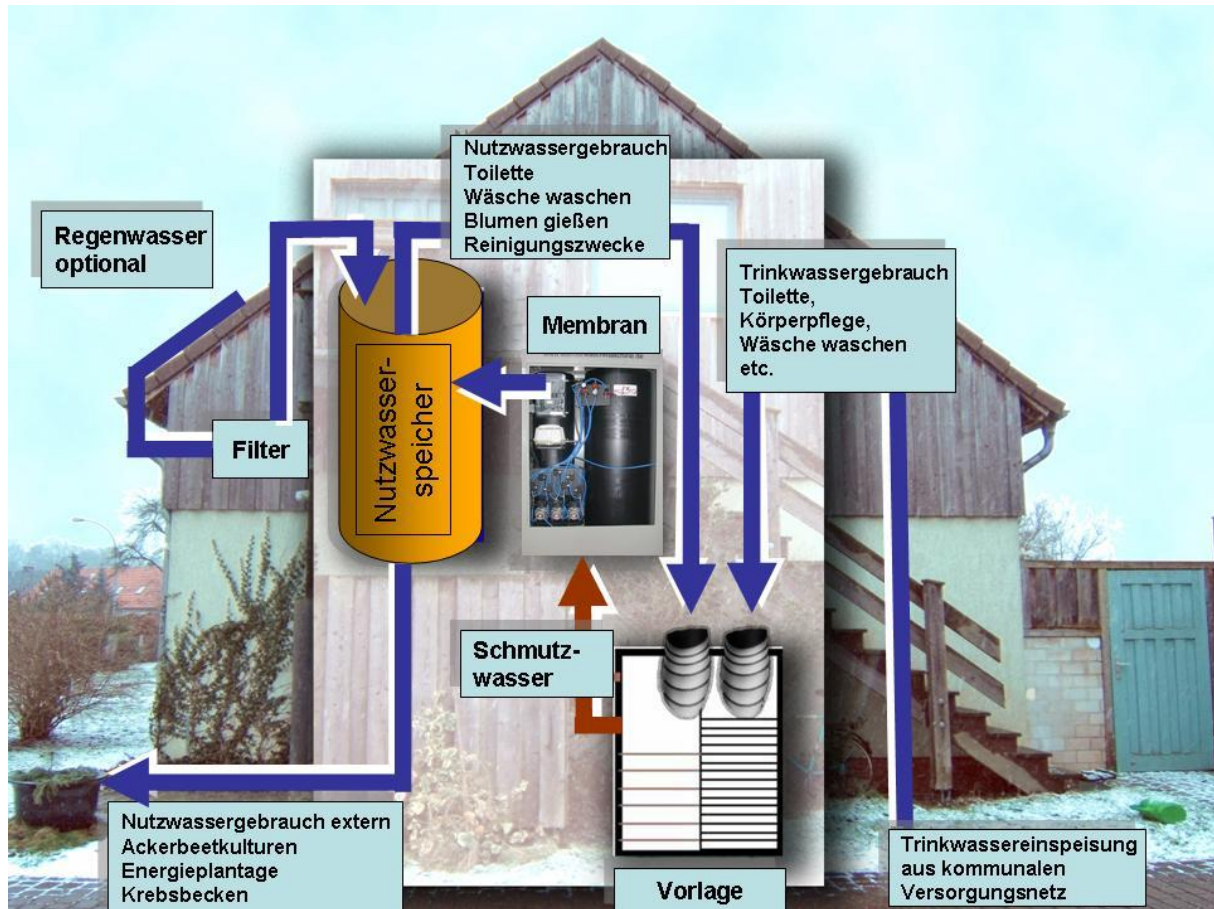


Abb. 17: Der Haushaltszentrierte Ansatz

Die Abbildung 17 zeigt den haushaltszentrierten Ansatz in schematischer Form. Über die kommunale Trinkwasserversorgung wird Trinkwasser in den Haushalt eingespeist. Das Trinkwasser wird dann internen Nutzungen wie WC- Spülung, Wäschewaschen etc., zugeführt und dabei verschmutzt. Das mit Schmutz beladene häusliche Wasser wird in der Vorlage (abflusslose Sammelgrube, wie sie auf vielen Grundstücken in ländlichen Gebieten vorhanden ist) gesammelt und dem Membranbioreaktor zugeführt. Hier werden die Sauerstoff zehrenden Substanzen durch Mikroorganismen abgebaut. Diese werden durch die keramische Membran, die als Barriere wirkt, zurückgehalten. Das aufbereitete Schmutzwasser kann als Nutzwasser im Wohnhaus (Toilettenspülung, Wäschewaschen, Reinigen, zur Bewässerung der belebten Bodenzonen etc.) wieder verwendet werden. Ein separates Nutzwasserteilstromnetz ist dazu erforderlich. Das heißt, es muss parallel zum vorhandenen Trinkwassernetz ein Nutzwassernetz installiert werden. Die Energieerzeugung und Nahrungsmittelproduktion wird hier an die Wasserkonsumtion gekoppelt.

5.1 Funktionale Ebenen der Gesellschaft

Der Betrachtung und Entwicklung des haushaltszentrierten Ansatzes liegt die Einteilung der Ökosystemfunktionen in fraktale Ebenen, wie sie von vorgenommen haben, zugrunde (RIPL & WOLTER 2001).

Die gewählte Ebene, der Haushalt, bildet die unterste funktionale Einheit unserer Gesellschaft. Diese Ebene steht jedoch auch in Wechselbeziehung mit den jeweils nächst höheren Ebenen wie in Abbildung 18 dargestellt.

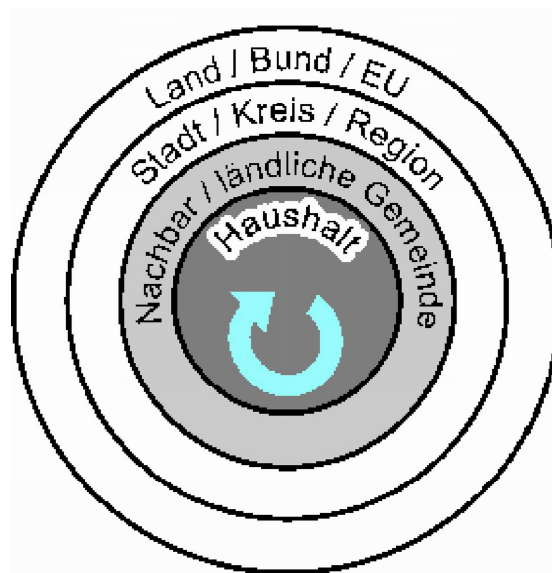


Abb. 18: Funktionale Ebenen der Gesellschaft

Auf der untersten Ebene können die Bewohner durch eigenverantwortliche Wahrnehmung von Aufgaben z. B. des Umweltschutzes den Staat von seinen Aufgaben entlasten und zugleich zur Freistellung erheblicher finanzieller Mittel für andere Aufgaben beitragen, indem sie für sich das gesellschaftserhaltende Prinzip der Subsidiarität realisieren. Dabei stehen die Grundbedürfnisse und Möglichkeiten der Menschen und deren Lebensqualität im Zentrum. Die Probleme und Aufgaben können vorrangig in dem Kreis gelöst werden, (vgl. Abb. 18) indem sie entstehen, und zwar durch gezielte Reduktion der Problemursachen und durch ein systematisches Wiederverwenden der in den Kreislauf eingebrachten Stoffe.

Dies trägt dazu bei, den energetischen und stofflichen Wirkungsgrad auf den einzelnen Ebenen zu erhöhen. Somit wären also z. B. Haushalte mit einem höheren stofflichen und energetischen Wirkungsgrad nachhaltiger als solche mit geringeren Wirkungsgraden. Stoffliche und energetische Outputs der jeweils unteren Ebene geben dabei den Spielraum für die nächst höhere Ebene vor, die wiederum bestrebt ist, ihren Wirkungsgrad zu maximieren.

5.1.1 Die Haushaltsebene

Vergleichbar etwa mit der Zoonösenkernstruktur, (vgl. Kap. 2.3), stellt die Haushaltsebene die unterste und wohl überschaubarste Ebene des gesellschaftlichen Zusammenlebens dar. Es scheint hier bereits sinnvoll, eine Systemgrenze innerhalb des gesellschaftlichen Systems zu ziehen.

Unter der Prämisse „So effizient wie möglich, so autark wie nötig“, gilt es das Potenzial herauszufiltern. Dazu dienen die Spielregeln intakter Natur unter Voraussetzung der Raumlimitierung, Selbstorganisations- und Optimierungsprozesse. Gemeint sind: Kurzgeschlossene Kreislaufführung, Kopplung von Funktionen, Vergesellschaftung, adaptive bzw. rückgekoppelte Flexibilität, Speicherung und Nutzung von Restpotenzialen.

Auf der Suche nach Autarkie auf der Haushaltsebene spielen auch Fragen für die Wahl bestimmter Bau- und Wohnformen eine wesentliche Rolle. Hier wird u. a. die Basis für die Maximierung des gesamten ökologischen Wirkungsgrades geschaffen. Durch eine optimale Ausbeute thermischer Energie, die kleinräumige Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen sowie die Möglichkeit der Einbindung in regionale Strukturen oder auch die Zufriedenheit der Bewohner.

Die Bereitstellung von Nahrung, Energie und Wasser auf der Haushaltsebene kann ein Mehr an Selbstautonomie bedeuten. Verbunden damit ist die Chance, sich eigenen Ansprüchen an Lebensqualität zu nähern. Das bedeutet, seine eigene Umwelt zu gestalten, ob bei einem Neubau oder bei der Restaurierung eines Altbestandes. Der Mensch braucht Wasser, Luft, Wärme und Nahrung von guter Qualität, diesen Ansprüchen kann er auf seinem Grundstück ein Stück näher kommen. Eine lebensfördernde Umgebung fördert lebendige Ideen. Sich seinen eigenen Vorstellungen zu nähern bedeutet auch, sich aus seinem gewohnten Arbeitsgefüge zu lösen. Man kann neue Fertigkeiten erlernen, seinen Horizont erweitern und echten Stolz auf das Getane entwickeln.

5.2 Haushalt - Bestand

In diesem Abschnitt wird in kurzer Form auf die Situation der Trinkwasser- und Energieversorgung des Haushalts eingegangen.



Abb. 19: Neubauernhaus Zum Windfang 3, Zaatzke

Die Abbildung 19 zeigt das Neubauernhaus in Zaatzke mit dem dazugehörigen Grundstück in mehreren Ansichten und besteht aus mehreren Bildern. Die Grundstücksfläche beträgt insgesamt 4831 m². Das Bild am oberen linken Bildrand zeigt die Ansicht von Süden, rechts daneben von Osten und die beiden unteren Bilder zeigen die Ansicht von Norden. Das Bild in der Mitte zeigt einen Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, auf der das C4 Gras Miscanthus zur Energiegewinnung kultiviert werden soll. Diese Fläche beträgt ca. 2800 m².

5.2.1 Wasserversorgung

Das Wohnhaus ist an die zentrale Trinkwasserversorgung des Ortes angeschlossen. Das Trinkwasser wird vom Trink- und Abwasserverband Wittstock bereitgestellt. Auf diesem Grundstück ist bereits eine naturnahe Nutzwassergewinnungsanlage (bewachsener Bodenfilter) mit Nutzwasserspeicher und Nutzwasserteilstromnetz vorhanden.

Das aufbereitete Schmutzwasser wird in Form von Nutzwasser im Wohnhaus und im Garten wieder verwendet. Über ein Hauswasserwerk, welches im Wohnhaus installiert ist, stellt das Nutzwasser über ein Nutzwasserteilstromnetz zur Verfügung. Eine Toilette, ein Waschbecken, eine Zapfstelle in der Küche für Reinigungszwecke und eine Außenzapfstelle sind an das Nutzwasserteilstromnetz angeschlossen. Das aufbereitete Wasser wird in kein Gewäs-

ser eingeleitet. Es dient ausschließlich zur Bewässerung und Befeuchtung der belebten Bodenzonen.

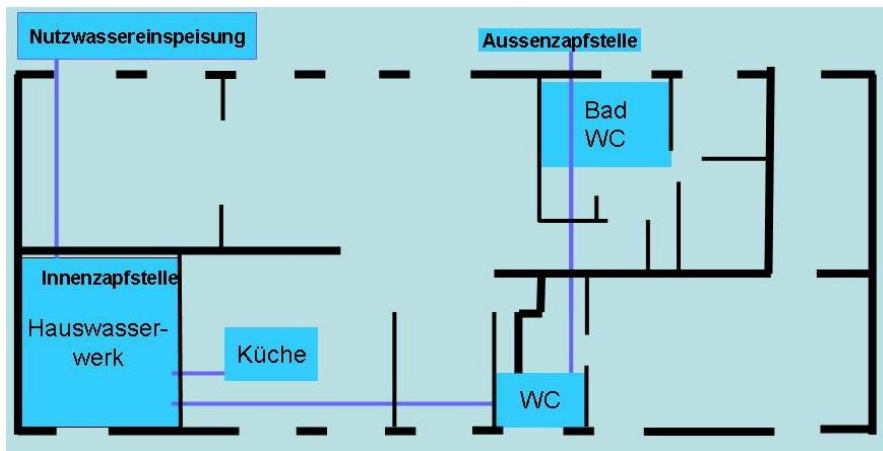


Abb. 20: Nutzwasserteilstromnetz Zum Windfang 3, Zaatzke Erdgeschoß

Das Nutzwasserteilstromnetz, das derzeit installiert ist, stellt ein zweites Netz neben dem Trinkwassernetz dar. Diese beiden Netze arbeiten unabhängig von einander. Vor dem Einbau des Pflanzbeetes betrug der Wasserverbrauch ca. 600 l/d. Nach Einbau und Inbetriebnahme mit dazugehörigem Hauswasserwerk beträgt der Wasserbedarf ca. 270 l/d. Diese 270 l/d werden über die Trinkwassereinspeisung bereitgestellt. Die eingesparten 330 l/d machen ca. 55 Prozent des zugeführten Trinkwassers aus. Diese 55 Prozent werden durch Nutzwasser ersetzt.

Tageswasserbedarf		600 l/d		
Verwendung	%	Trinkwasser l/d	Nutzwasser l/d	
Kochen, trinken	4	24,00		
Toilettenspülung	32		192,00	
Baden, Duschen	30	180,00		
Wäsche waschen	11		66,00	
Geschirr spülen	6	36,00		
Körperpflege, waschen	5	30,00		
Blumen gießen	7		42,00	
Putzen	3		18,00	
Sonstiges (z.B. Auto-pflege)	2		12,00	
Summen	100	270,00	330,00	l/d
		98,55	120,45	m³/a
		45,00	55,00	%

Tab. 3: Tageswasserbedarf Zum Windfang 3, Zaatzke

In der Tabelle 3 ist neben dem Tageswasserbedarf im Wohnhaus auch der prozentuale Anteil der Nutzungen für das Wasser dargestellt. Der Gesamtbedarf beträgt ca. 600 l/d. 55 Prozent des Tageswasserbedarfes werden bereits durch Nutzwasser ersetzt, welches über eine naturnahe Wasseraufbereitungsanlage (bewachsener Bodenfilter) und das Hauswasserwerk bereitgestellt wird. Die verbleibenden 45 Prozent müssen über den Trinkwasseranschluss nachgespeist werden. Somit fällt jeden Tag ca. 270 Liter Überschusswasser an. Das sind rund 100 m³ Wasser im Jahr. Dieses Wasser wird in einem Nutzwasserbehälter gespeichert. Als Speicher können aber auch der Teich und das Gewächshausmodul dienen. Aus der Tabelle wird auch ersichtlich, dass nur ca. vier Prozent des Tageswasserbedarfes in Trinkwasserqualität bereitgestellt werden müssen. Für die restlichen Nutzungen ist die Nutzwasserqualität ausreichend. Diese wird derzeit von dem bewachsenen Bodenfilter nur zu 55 Prozent der Nutzungen gewährleistet.

5.2.2 Energieversorgung

Die Bereitstellung von Energie für die Beheizung des Hauses und die Warmwasserbereitstellung wird gegenwärtig durch eine Ölheizung gewährleistet. Die Versorgung mit elektrischem Strom erfolgt mittels eines Hausanschlusses an das örtliche Stromnetz.

Der Stromverbrauch des Hauses liegt bei ca. 15000 kWh pro Jahr. Das ist für ein Einfamilienhaus enorm viel. Im Normalfall liegt der Stromverbrauch eines Einfamilienhauses bei ca. 2000 - 3000 kWh pro Jahr. In diesem Fall wurde ein Heizungssystem installiert, welches diese enorme Menge Strom verbraucht. Die stromverbrauchenden Aggregate sind in diesem Falle die Ventilatoren, die die Raumlufte im Haus umwälzen. Für die Beheizung des Hauses werden ca. 20000 kWh pro Jahr aufgewendet, wobei die Warmwasserbereitstellung mit inbegriffen ist. Für die Beheizung des Hauses werden ca. 2000 Liter Öl pro Jahr benötigt.

Der Gesamtenergiebedarf des Hauses beläuft sich auf ca. 35000 kWh pro Jahr. Dies entspricht einem Ölbedarf von ca. 3500 Litern.

5.3 *Haushaltszentriertes und integriertes Wassermanagement*

Der Naturhaushalt weist bei der Bereitstellung von Wasser und Energie einen integrativen Charakter auf, wobei der Stoffhaushalt bezüglich seiner Effizienz durch den evolutionären Prozess optimiert wird. Für den haushaltszentrierten Ansatz soll dieser integrative Charakter Vorbild sein. Nach diesem Vorbild sollen Wasser, Energie und Nahrung mit Hilfe des integrierten Wassermanagements bereitgestellt werden. Der Lösungsansatz ist hier, wie auch in der Natur, die Stoff- und Energietransformation flächengebunden und dezentral durchzuführen.

ren. Wasser, Nähr- und Mineralstoffe sollen weitestgehend ortsfest bleiben, um die stoffliche Integrität des Grundstücks zu sichern.

Integriertes Wassermanagement				
	Basiskonzept	Träger	Schnittstellen	Ergänzungskonzept
Trinkwasser	örtliches Versorgungsnetz	Verband	Regenwasser	Hauseigenes Filtersystem
Schmutzwasser	Nutzwassergewinnungsanlage Schilfbeet Nutzwasserspeicher Nutzwasserteilstromnetz Hauswasserwerk	Hausbesitzer	Aquakultur Nahrungsmittel-erzeugung Gewächshausmodul Energieplantage Gebäudeklimatisierung	Nutzwassergewinnungsanlage Wasserwaschmaschine Nutzwasserspeicher Hauswasserwerk Nutzwassernetz
Regenwasser	Versickerung	Hausbesitzer	Trinkwasser Gewächshausmodul Dachflächen Nutzwasserspeicher Gebäudeklimatisierung	Hauseigenes Filtersystem
Heizung Warmwasser	Mineralölheizung	Hausbesitzer	Energieplantage	BHKW Solartechnik
Strom	örtliches Versorgungsnetz	Hausbesitzer	Energieplantage	BHKW Solartechnik
Brandschutz	örtliches Versorgungsnetz	Hausbesitzer	Regenwasser	Regenwasserspeicher
Nahrung	fehlt	Hausbesitzer	Regenwasser Nutzwasser Rohstofftransformation	Tiefkultur Aquakultur Glashausmodul Ackerbeetkultur

Tab. 4: Integriertes Wassermanagement Zum Windfang 3

Tabelle 4 zeigt in einer Übersicht die bestehenden technischen Basis- und zukünftigen Ergänzungskonzepte auf dem Grundstück. Die technischen Ergänzungskonzepte sollen durch effiziente Kopplung in Zukunft zur Eigenversorgung des Haushalts führen. Der Träger dieser Konzepte ist in diesem Fall der Hauseigentümer. Das muss er aber nicht in jedem Falle sein. Als Träger kommen auch Unternehmen in Frage, mit denen der Hausbesitzer eine vertragliche Bindung eingehen kann. Für den Nutzer bzw. Hauseigentümer besteht die Möglichkeit,

Anlagen zu mieten oder zu leasen. Er nutzt in diesem Falle den Service der Bereitstellung dieser Anlagen und betreibt diese.

5.3.1 Die Wasserwaschmaschine

Mit dieser innovativen Technologie, einem modernen Membranbioreaktor - Filtrationsverfahren (MBR) mit Hochleistungskeramiken, ist die Aufbereitung des durch häuslichen Gebrauch mit Fäkalien und Urin verunreinigten Wassers möglich. Eine rückspülbare Membran (ein keramisches Mehrkanalplatten Membranmodul), (vgl. Abb.21) setzt dabei neue Maßstäbe. Auf Basis innovativer keramischer Werkstoffe wird die Symbiose aus hoher Qualität und Effektivität mit einer noch nie zuvor gekannten Zuverlässigkeit erreicht.

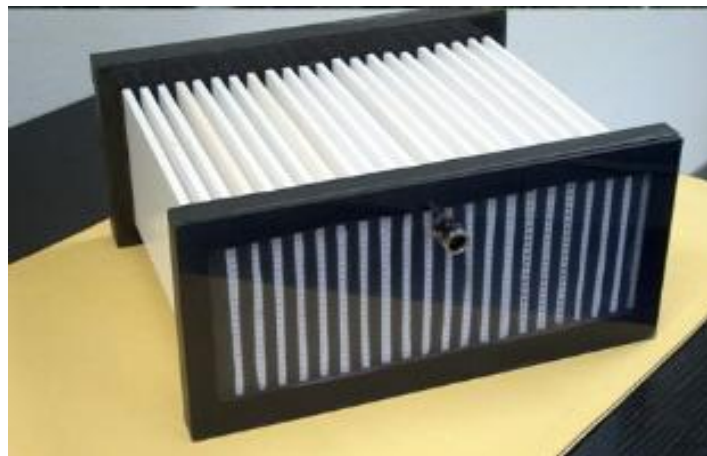


Abb. 21: Mehrkanal Platten- Membranmodul

Im Gegensatz zu organischen Membranwerkstoffen (Polymere u.a.) sind die keramischen Membranen rückspülbar und leicht zu reinigen. Dieses Modul wird als Kernelement in einen Niedrigenergie - Keramik - Membranbioreaktor zur Gewinnung von Nutzwasser integriert. Der Einsatz der Membrantechnik mit nanotechnologisch beschichteten keramischen Flachmembranen erlaubt die biologische Schmutzwasserbehandlung und die Abtrennung des Belebtschlammes in einer Verfahrensstufe durchzuführen. Eine separate Nachklärung wird überflüssig. Der Prozess produziert Nutzwasser einer hohen Qualität bei gleichzeitig verschwindend geringer Schlammmenge.



Abb. 22: Wasserwaschmaschine

Mit dieser modernen Technik steht eine Trinkwassersparende und zugleich Gewässerschützende Anlage zur Verfügung, da eine Verbindung zu einem Gewässer nicht besteht. Sie ermöglicht eine Annäherung der bisherigen „end of pipe Technologie“ in der Abwasserwirtschaft hin zur Kreislaufwirtschaft.

- erhebliche Einsparpotenziale beim Trinkwasser
- kein Abwasseranfall
- höchste Betriebssicherheit, da Not Aus bei Überlastung und/oder Fehler im Betrieb
- Überwachung durch Telekommunikationstechnologie
- Bodenverbesserung des Grundstücks durch Kompost (Fäkalschlamm) und Bewässerung mit Nutzwasser (Restmengen Stickstoff und Phosphor)
- keimfreie Nutzwasserqualität und Verbesserung des Mikroklimas durch Verbleib des Nutzwassers in der Landschaft (Grundstück)
- Erhöhung der stofflichen Effizienz und Integrität des Grundstücks
- hohe Wasserqualität und keine Geruchsbelästigung
- Hohe Lebensdauer der Anlage (Abschreibungszeitraum des Hauses)
- Membranen, Behälter und Rohrleitungen sind 100 Prozent recyclebar
- kein Flächenverbrauch in der Außenanlage

Mehrfacher Wassergebrauch durch Kreislaufführung

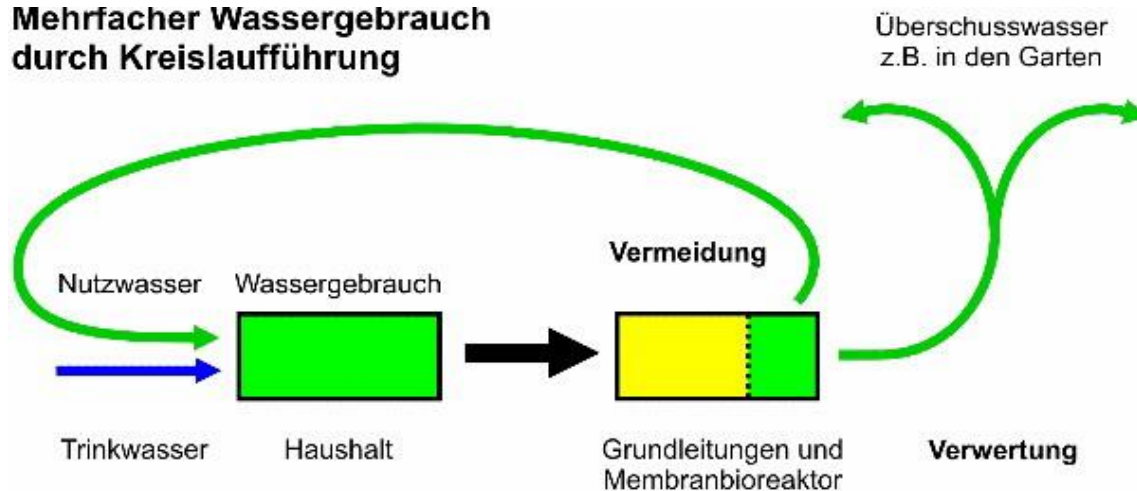


Abb. 23: Mehrfacher Wassergebrauch durch Kreislaufführung (Wolter, K-D, 2005)

Nachteile

- MBR - Anlagen sind gegenwärtig noch teurer als herkömmliche Kleinkläranlagen
- höhere Betriebs- und Wartungskosten gegenüber konventionellen Anlagen
- es fallen höhere Energiekosten an, diese werden aber durch das Wassereinsparpotenzial mehr als kompensiert



Abb. 24: Vergleich Nutzwasser und Schmutzwasser

Die Abbildung 24 zeigt einen Vergleich zwischen Nutzwasser links nach der Membran und rechts Schmutzwasser vor der Membran. Das aufbereitete Wasser nach der Membran (links) ist klar, geruchsneutral und weitgehend keimfrei.

5.3.1.1 Qualitäts- und Kostenkontrolle

Einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung des dauerhaften Betriebs leistet der Hersteller der keramischen Mehrkanalplattenmembranen. Das Kernelement eines jeden Membranbioreaktors ist das Membranmodul, welches dem Nutzer zum Gebrauch überlassen wird. Die Vereinbarung zur Gebrauchsüberlassung sichert zum Einen das Eigentumsrecht des Herstellers und zum Anderen die Forderung des Nutzers. Bei dieser Regelung ist es Herstellersache „sein“ Anlagevermögen durch die ordnungsgemäße Pflege und Wartung zu sichern. Beim Umgang mit der Anlage werden keine Chemikalien benötigt, eine eventuelle – eher unwahrscheinliche – Modulreinigung erfolgt durch kompletten Modulaustausch durch den geschulerten Wartungsdienst. Durch die Verwendung der Keramikmembran ist es darüber hinaus möglich, diese durch kurze Druckstöße mit Permeat (aus dem Nutzwasserbehälter) automatisch über die Steuerung rückzuspülen. In der Regel ist es überhaupt nicht erforderlich, das Modul auszubauen und zu reinigen, da eine Deckschicht, die sich auf der Membran bilden kann, durch die Druckrückspülung kontrolliert wird. Beim Austausch des Membranmoduls partizipiert der Nutzer automatisch von der technischen Weiterentwicklung. Bei den laufenden Kosten verbürgt sich der Hersteller, ähnlich wie bei der Pfandbestellung beim Membranmodul, für eine obere Betriebskostengrenze im Jahr, die sich an der Menge des zu behandelnden Schmutzwassers anlehnt.

Das Membranmodul besitzt die Eigenschaften eines technischen Nährstoffs. "Ein technischer Nährstoff ist ein Material oder Produkt, das so konstruiert ist, dass es in den technischen Kreislauf zurückkehren kann. Isoliert man sie von biologischen Nährstoffen, kann man sie upcyclen, statt sie nur zu recyceln - sie in ihrer hohen Qualität innerhalb eines geschlossenen Kreislaufs weiterzirkulieren lassen (BRAUNGART & MC DONOUGH, 2003, 142). Damit ein solches Szenario überhaupt praktikabel ist, müssen wir jedoch ein Konzept haben, das Hand in Hand mit der Vorstellung eines technischen Nährstoffs geht: Das Konzept des Dienstleistungs-Service- oder Pfandprodukts. Statt davon auszugehen, dass die "Konsumenten" bzw. Nutzer alle Produkte kaufen, besitzen und beseitigen sollen, würde man Produkte, die wertvolle technische Nährstoffe enthalten - hier die Wasserwaschmaschine - als Service wahrnehmen. Der Nutzer würde nicht für Materialien bezahlen für die er, wenn das Produkt ausgedient hat, oder eine neue Version auf dem Markt ist, keine Verwendung hat.

Dezentrale und haushaltszentrierte Systemlösungen bieten ein hohes Maß an Reinigungsleistung und Betriebssicherheit und sind einfach in der Wartung. Durch eine Massenfertigung werden sie den Nutzern leichter zugänglich. Sie werden dadurch zunehmend kostengünstig und konkurrenzfähig. Dass diese Idee nicht utopisch ist, zeigt die Computer- Auto- und Handyproduktion. Diese Geräte sind weltweit verbreitet. Ihr Besitz und ihre Nutzung hängen nicht vom Ausbildungs- und Wohlstand des Benutzers ab. Gutes Marketing und Massenproduktion haben für ihre Verbreitung gesorgt (WILDERER, P.-A. 2001).

5.3.1.2 Nutzwertanalyse

Das Ziel einer Nutzwertanalyse ist festzustellen, welche Technologie zur Schmutzwasser-aufbereitung/Nutzwassergewinnung für den Nutzer die Beste darstellt. Dazu muss sich der Nutzer im Klaren sein, welche Ansprüche er an die jeweilige Technologie stellt und welche Bedürfnisse er mit dieser Technologie befriedigen möchte. Mit einer Nutzwertanalyse kann erreicht werden, eine an die Bedürfnisse des Nutzers und an der Ausstattung des Wohnhauses und Grundstücks angepasste Lösung zu finden. Dazu muss er sich im Vorfeld mit den Möglichkeiten die sein Grundstück bietet und seinen Ansprüchen auseinander setzen, ohne dabei Dritte in Anspruch zu nehmen und über Kosten nachzudenken.

Wassermanagement "Zum Windfang 3"			Pflanzenkläranlage	Wasserwaschmaschine	Anschluß an Kanal	abflußlose Sammelgrube	WWM mit Anschluß an Kanal
Benotungssystem			V1	V2	V3	V4	V5
Optimal, ausgesprochen gut	1						
Gut, bringt eine Verbesserung	2						
Neutral	3						
Gerade noch zu vertreten	4						
Schlechter geht's wirklich nicht, Finger davon	5						
Zielkriterien	ZG*)						
Möglichkeiten der Nutzwassergewinnung, kein Abwasser	5	2	1	5	3	5	
Nähr- und Mineralstoffe lokal sichern	3	3	3	5	3	5	
Trinkwassereinsparung (Ressourcenschutz)	3	2	1	5	5	5	
Wahrung der Selbstständigkeit (Unabhängig von fremden Dritten)	15	1	1	5	5	3	
Senkung der Wartungshäufigkeiten	3	3	4	3	1	4	
Wasserbevorratung für die vegetationsarme Zeit	3	3	3	5	5	3	
Mehrfachnutzung des Wassers im Garten und im Haushalt	10	1	1	5	4	1	
Möglichkeit des Upcycling	3	3	3	5	5	3	
Gesetzeskonformität	3	4	4	1	5	1	
Hygienische Unbedenklichkeit	10	4	1	1	5	1	
Prozeßsicherheit	3	4	2	1	3	2	
Persönliche Besitzstandswahrung	3	2	1	5	5	5	
Nachhaltigkeit (Wasser, Boden, Luft, Energie auf dem Grundstück)	10	2	2	4	4	2	
Anpassungsfähigkeit an neue Technologien	3	2	1	5	2	1	
Flexibilität bei sich verändernden, gesellschaftlichen Rahmenbedingungen	3	4	1	5	5	1	
Zu erwartende Kostenentwicklung, Preisstabilität	5	2	2	5	5	5	
Niedrigste Betriebskosten	5	1	4	3	5	5	
keine Grund- und Mengengebühren	10	1	1	5	5	5	
*) ZG = Faktor für Zielgewichtung der Zielkriterien		100					
		Nutzwert	185	129	320	337	200
		Rangfolge	2	1	4	5	3

Tab. 5: Nutzwertanalyse Wassermanagement Zum Windfang 3, Zaatzke

Das Beispiel der Nutzwertanalyse Wassermanagement Zum Windfang 3 soll hier zur Veranschaulichung dienen.

Die Grundlage für eine Nutzwertanalyse bildet die Aufstellung eines Benotungssystems, die Festlegung der Zielkriterien und die Beschreibung der Varianten. Der Nutzer kann die Zielkriterien selbst festlegen und gewichtet diese mit Gewichtungsfaktoren von 1 bis 100. Es können maximal 100 Punkte auf alle Zielkriterien verteilt werden. Die Noten aus dem Benotungssystem werden den einzelnen Zielkriterien zugewiesen.

Im Ergebnis entspricht der kleinste Wert, der beim Nutzwert angezeigt wird, dem höchsten Nutzwert. Im Beispiel hat die Wasserwaschmaschine den höchsten Nutzwert erzielt, weil diese die beste Technologie für den Nutzer des Grundstücks Zum Windfang 3 darstellt.

Empfehlung: Um ein repräsentatives Gesamtergebnis und somit eine logische Rangfolge zu erzielen wird empfohlen, mind. 50-70 Punkte auf 3 - 5 der wesentlichen Zielkriterien zu verteilen. Die restlichen 30-50 Punkte sind auf die verbleibenden Zielkriterien, ggf. in unterschiedlichen Größen zu verteilen. Felder, denen die Zuordnung einer Variante u./o. Zielkriteriums fehlt, müssen leer bleiben.

5.3.2 Nutzwasserverwertung im Wohnhaus

Im Wohnhaus ist ein Nutzwasserteilstromnetz vorhanden (vgl. Abschnitt Grundstück Bestand) welches zur Bereitstellung von Nutzwasser dient.

Tageswasserbedarf		600		I/d
Verwendung	Anteil in %	Trinkwasser I/d	Nutzwasser I/d	
Kochen, trinken	4,0	24,00		
Toilettenspülung	32,0		192,00	
Baden, duschen	30,0		180,00	
Wäsche waschen	11,0		66,00	
Geschirr spülen	6,0		36,00	
Körperpflege, waschen	5,0		30,00	
Blumen gießen	7,0		42,00	
Putzen	3,0		18,00	
Sonstiges (z.B. Autopflege)	2,0		12,00	
Summen	100,0	24,00	576,00	Liter
		8,76	210,24	m ³ /a
		4,00	96,00	%

Tab. 6: zukünftige Anteile am Tageswasserbedarf Zum Windfang 3, Zaatzke

Wie sich der zukünftige Tageswasserbedarf mit den jeweiligen Anteilen der Nutzungen darstellt, zeigt Tabelle 6. Zur Bereitstellung des Nutzwassers für alle Nutzungen im Haushalt dient hier die Wasserwaschmaschine. Sie ist als Ergänzungskonzept in Tabelle 4 (integriertes Wassermanagement) aufgeführt. Zukünftig können 96 Prozent des im Haushalt verwendeten Wassers durch Nutzwasser ersetzt werden.

Die restlichen vier Prozent, die für Trinkwasser benötigt werden, können weiterhin aus dem Trinkwassernetz bezogen, oder optional aus Regenwasser gewonnen werden. Regenwasser bietet sich neben den klassischen Verwendungen wie Toilettenspülung auch für Trinkwassergewinnung an. Die Stoffe, die mit dem Regenwasser transportiert werden, sind leicht, im Gegensatz zum Schmutzwasser, zu entfernen. In Zukunft wäre es denkbar, dass gesamte anfallende Regenwasser zu sammeln und für die gesamte Wasserversorgung des Haushalts zu nutzen. Ein Anschluss an das örtliche Trinkwassernetz ist dann nicht mehr nötig. Der Tageswasserbedarf ist dann rückgekoppelt mit dem Angebot des Regenwassers auf dem Grundstück zu gestalten. Das setzt eine effiziente Nutzung des Wassers auf dem Grundstück voraus. Ein begrenztes Angebot an Wasser kann sich effizienzsteigernd auswirken. Ein weiterer Vorteil ist, dass nur Druck auf das System gegeben werden muss, wenn Wasser gebraucht wird. Das entlastet zum Einen die Rohrleitungen, die keinem permanenten Druck standhalten müssen, zum Anderen spart es Energie, da die Pumpen nur Wasserdruck aufbauen, wenn er benötigt wird. Eine Notversorgung mit Wasser kann über einen Brunnen auf dem Grundstück sichergestellt werden.

5.3.3 Nutzwasserverwertung auf dem Grundstück

Für den Teil des anfallenden Nutzwassers, der nicht im Wohnhaus verwendet wird, steht das Grundstück zur Verfügung. Mit der Wasserwaschmaschine ist es möglich das Schmutzwasser so aufzubereiten, dass die Nähr- und Mineralstoffe weitestgehend im Nutzwasser verbleiben, da sie den Pflanzen zur Verfügung stehen sollen.

Das Nutzwasser wird bereitgestellt für:

- Energieplantage
- Aquakultur
- Glashausmodul
- Nahrungspflanzen
- Gebäudeklimatisierung
- Baubotanik

Die anfallende Nutzwassermenge ist abhängig von der Anzahl der Personen, die im Haushalt leben und von deren Tageswasserbedarf. Bei einem derzeitigen Tageswasserbedarf von 600 Litern fallen täglich 330 Liter Nutzwasser an. Dieses Nutzwasser wird im Wohnhaus verwendet.

Dadurch, dass täglich 270 Liter Trinkwasser nachgespeist werden, fallen 270 Liter Überschusswasser (Nutzwasser) an. Das sind im Jahr ca. 100 m³ Wasser.

Nährstoff	Menge in g/m ³	Menge in kg/100m ³
Stickstoff (N)	80	8
Kalium (K)	60	6
Phosphor (P)	20	2

Tab. 7: Durchschnittliche Nährstoffgehalte im häuslichen Schmutzwasser (nach Lange & Otterpohl 2001)

Die Nährstoffgehalte im Schmutzwasser des Wohnhauses Zum Windfang 3 fallen relativ gering aus. Die Verwertung des Wassers steht hier im Vordergrund.

Das Nutzwasser, welches für die Bewässerung der belebten Bodenzone verwendet wird, stellt eine Art Ersatzregen dar. Dieser Ersatzregen ist im Unterschied zum herkömmlichen Regen mit Nähr- und Mineralstoffen angereichert. Mit diesem "Regen" können die Defizite bei den Niederschlägen im Sommerhalbjahr (vgl. klimatische Wasserbilanz Kap. Klima und Niederschlag) ausgeglichen werden. Hierfür kann das Nutzwasser in Speichern auf dem Grundstück (Teich, Zisterne) in den Monaten mit positiver Wasserbilanz vorgehalten werden. 1 m³ Nutzwasser entsprechen ca. 100 mm Regen. Diese Menge würde ausreichen, die Bilanz weitestgehend auszugleichen (vgl. Kap.3.2.2 Klima und Niederschlag). Nicht nur das aufbereitete Schmutzwasser sollte vorgehalten werden, auch eine Bevorratung von Regenwasser ist unter Umständen sinnvoll. Ergänzend zur Nutzwassergewinnung aus Schmutzwasser kann der Rückhalt von Regenwasser auf dem Grundstück von Bedeutung sein. Die Regenwassernutzung hat sich mittlerweile zu einem festen Bestandteil der Wassernutzung auf Grundstücken und Gebäuden etabliert. Regenwasser ist mit relativ wenig Aufwand zu reinigen und einer Nutzung im Haus zuzuführen.

Die haushaltszentrierte Bewirtschaftung des Regenwassers ist gerade in ländlichen Gemeinden eine relativ leicht umzusetzende Sache, da ausreichend Fläche zur Bevorratung in Oberflächengewässern vorhanden ist. Regenwasser kann auch in unterirdischen Zisternen gesammelt werden, um Platz für andere Nutzungen zu schaffen.

5.3.3.1 Pflanzenbau

Die landwirtschaftliche Nutzfläche dient der Kultivierung von Nahrungs- und Energiepflanzen. Für den Anbau der Nahrungspflanzen werden im folgenden zwei Methoden vorgestellt, die sich speziell für kleine Flächen eignen. Als Energiepflanze wird hier das C4 Gras Miscanthus 'Giganteus' vorgestellt.

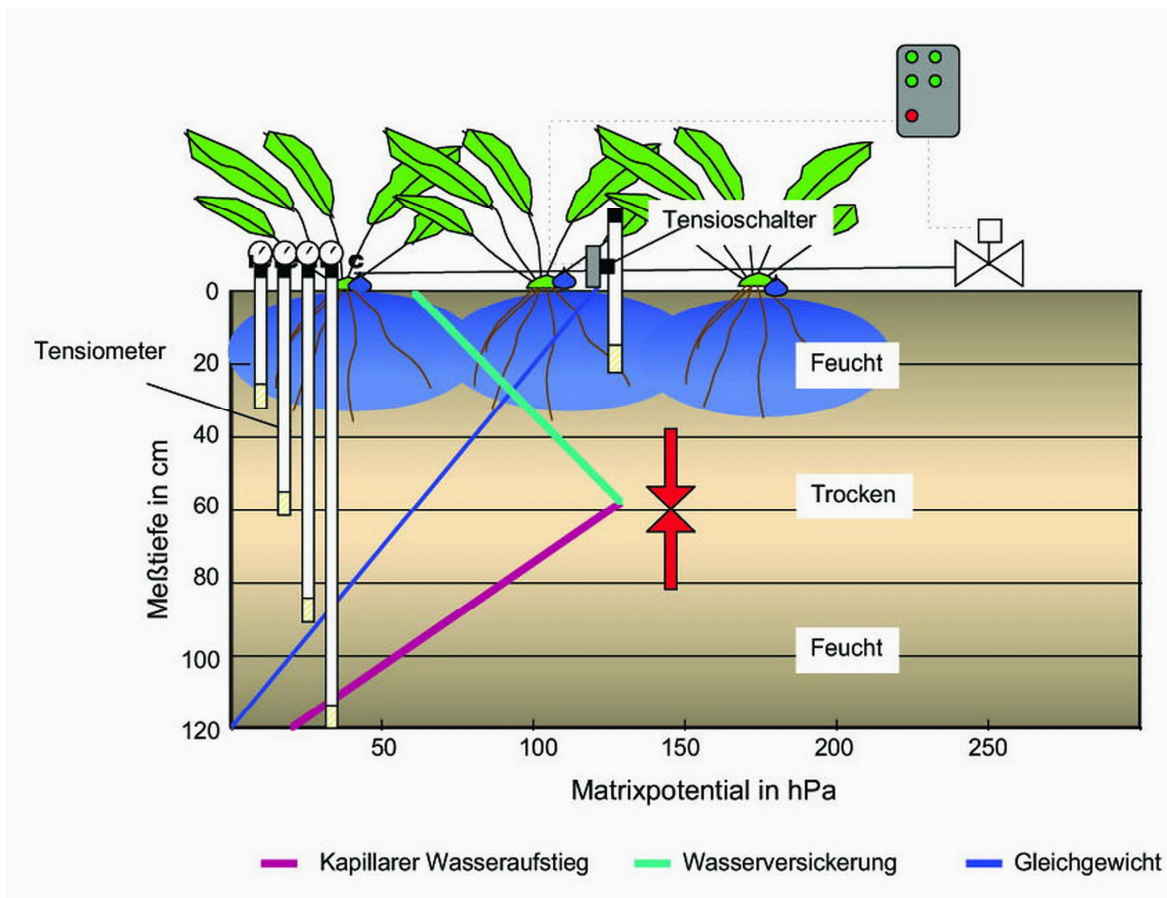


Abb. 25: Optimale Matrixpotenziale zur Verhinderung der Wasserversickerung bei der tensiogeschalteten Bewässerung (Beck *et al.* 1995).

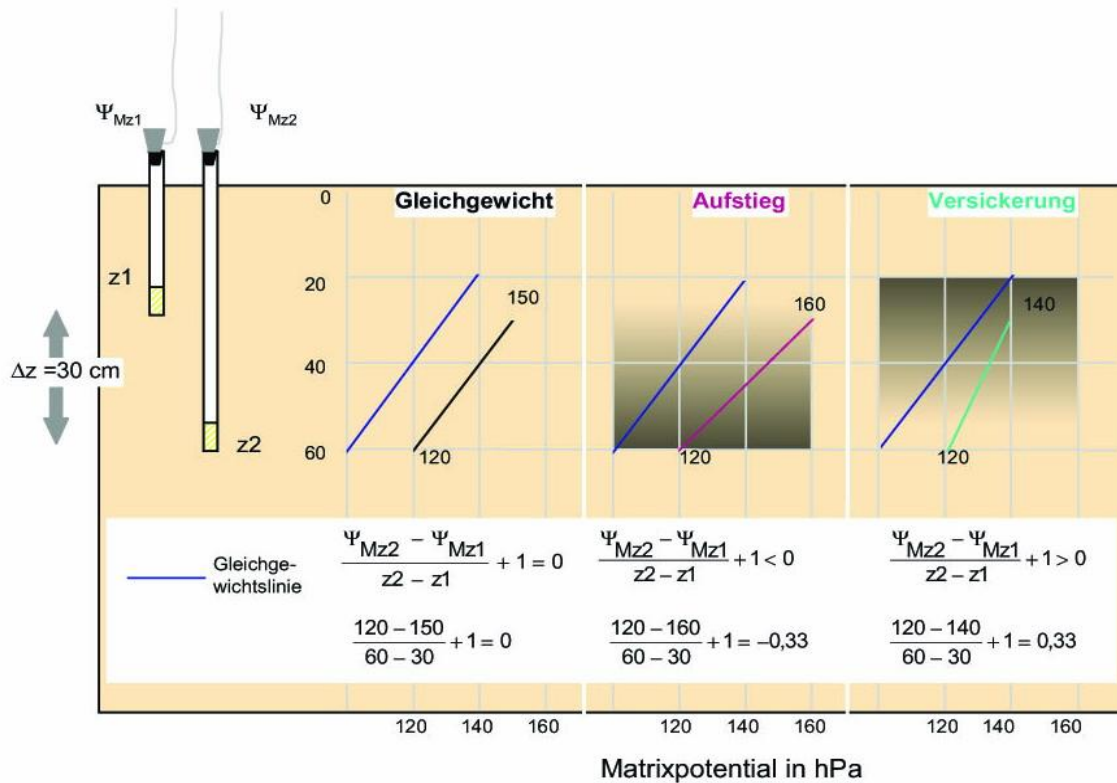


Abb. 26: Beurteilung der Wasserbewegung mit Hilfe des hydraulischen Gradienten

Zunächst soll jedoch durch die Abbildung 25 gezeigt werden, wie durch Wasserentzug von Pflanzen und kontrollierten Bewässerungsbedingungen eine Verlagerung von Nähr- und Mineralstoffen in untere Bodenschichten weitestgehend vermieden werden.

Die Wasserbewegung im Boden wird mit Hilfe des hydraulischen Gradienten bestimmt (vgl. Abb.26). Ist der hydraulische Gradient Null herrscht Gleichgewicht, es findet keine Wasserbewegung statt. Ist er kleiner Null findet ein Wasseraufstieg statt, ist er größer Null eine Wasserversickerung (BECK, M. 2000)

Anbaumethoden

Von den neuen Methoden für den Anbau von mehr Gemüse auf kleiner Fläche ist die so genannte Tiefkultur wohl eine der Bedeutendsten. Das Wichtigste an dieser Methode ist: tief umgraben (rigolen) und den gelockerten Boden nicht mehr betreten. Dadurch dringen die Wurzeln der Pflanzen tief in den Boden. Es entsteht keine seitliche Konkurrenz zu anderen Pflanzen. Die Pflanzen können deshalb dichter stehen und haben genug Platz zum Wachsen. Ein Tiefkulturbeet von neun Quadratmetern Größe kann einen Ertrag von 90 - 180 kg Gemüse pro Jahr erzeugen. Dieses kleine Beet kann den Bedarf eines Erwachsenen an Gemüse für ein Jahr decken. Die Tiefkultur muss nicht auf den Anbau von Gemüse beschränkt bleiben. Auch Obstbäume und Beerensträucher können in Tiefkulturbeeten angebaut werden. (SEYMOUR, J. 2002)

Eine weitere Methode auf kleiner Fläche möglichst viel Nahrungsmittel anzubauen ist die Ackerbeetkultur. Diese Methode wurde schon 1911 von den Russen N.A. und B.N. Demtshinsky in der Schrift "Die Ackerbeetkultur" beschrieben. Die Ackerbeetkultur ist ein ostasiatisches Verfahren. Das Verfahren geriet infolge von Interesselosigkeit der Landschaftswissenschaft in Vergessenheit. In neuerer Zeit wurden Versuche durch Siegfried Lange aus dem sauerländischen Felbecke in der Ackerbeetkultur, eine Form der Getreide- Gemüse-Mischkultur, unternommen. Auf seinem 2500 m² großen Gartengrundstück brachte er es mit bekannten und von ihm entwickelten Fruchtfolgen, Mischkulturmethoden und Mulchmöglichkeiten unter Einbeziehung von Getreide auf 100 Zentner je Morgen. Das sind hochgerechnet 200 Doppelzentner je Hektar! Sein Versuchsfeld hatte eine Bodenzahl von 35 und lag in einer Höhe von 450 m über dem Meer. Die Jahresniederschläge betragen im Durchschnitt 1000 bis 1200 mm. (HITSCHFELD, O. 2000)

Diese Methoden können dazu geeignet sein, einen Teil der Nahrungsmittel auf dem Grundstück bereitzustellen.

Energiepflanzen und Energieversorgung

Die Energieplantage mit einer Nutzfläche von ca. 2500 m² steht für die Produktion von *Miscanthus`Giganteus´* zur Verfügung.

Bei einem maximalen Ertrag von 25 t/ha Trockenmasse könnten auf dieser Fläche ca. sechs Tonnen Trockenmasse geerntet werden. Diese Menge würde ausreichen, um eine Energiemenge ca. 24000 kWh bereitzustellen. Die 24000 kWh können sicherlich nur bei einem sehr guten Wirkungsgrad des Heizsystems erzielt werden. Es kommt darauf an, wie gut die gewählte Brenntechnik und das verwendete Brennmaterial sind. Zum Anderen ist zu prüfen, wie gut die Wärmedämmung des Wohnhauses ist.

Es können bis zu vier Pflanzen pro Quadratmeter gepflanzt werden. Diese hohe Pflanzendichte mindert zwar die Auswinterungsgefahr im Etablierungsjahr, in den Folgejahren kommt es dann jedoch aufgrund zunehmender Konkurrenz häufig zu Ertragseinbußen. Auch aufgrund der Pflanzgutkosten sollte bei mikrovermehrten Pflanzen oder großen Rhizomstücken eine Pflanze pro Quadratmeter gesetzt werden. Bei kleinen (fingergroßen) Rhizomen sollten drei bis vier Rhizome pro Quadratmeter ausgelegt werden. Der Reihenabstand sollte an die mechanische Unkrautbekämpfung (Hackgerät) angepasst sein. Die Pflanztiefe beträgt auf leichten Böden fünf cm, auf schweren zwei cm.



Abb. 27: Miscanthus Giganteus (www.Miscanthus.de, download 10.04.2006)

Für Miscanthus `Giganteus´ spricht:

- relativ geringer Düngerbedarf (kann möglicherweise durch das anfallende Nutzwasser auf dem Grundstück gedeckt werden)
- relativ geringer Aschegehalt (drei Prozent)
- geringer Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- weitestgehende Vermeidung von Bodenerosion, da die Ernte im späten Frühjahr bei geringem Feuchtigkeitsgehalt der Pflanzen durchgeführt wird
- geringer Modifikationsbedarf vorhandener Maschinen und Technik auf Erzeuger- bzw. Verwerterseite
- geringe Transportkosten, da Produktion und Verwertung am Ort
- Lagerungskosten können durch Pelletierung reduziert werden, Raumbedarf für 20 t beträgt ca. 40 m³.
- Die Ernte von Miscanthus ist ab dem dritten Standjahr sinnvoll, kann aber bereits im zweiten Standjahr erfolgen. Geerntet wird von Mitte Februar bis Ende Mai, da dann der Bestand relativ trocken ist. Ein optimaler Heizwert ist abhängig vom Wassergehalt des Materials. Er sollte nicht über 20 % betragen. Unter günstigen Wachstumsbedingungen ist ein Ertrag von ca. 25 t/ha Trockenmasse möglich. Es können auch 30 t/ha erreicht werden. Die Nutzdauer eines Bestandes kann 20 Jahre betragen.

Miscanthus kann zur Wärme und Stromgewinnung, Kraft-Wärme-Kopplung, eingesetzt werden. Prinzipiell stehen Verfahren der Verflüssigung, Vergasung und Verfeuerung zur Verfügung. Die auftretenden Rückstände und Emissionen bewegen sich im Rahmen der gesetzli-

chen Vorschriften. Die anfallenden Ascherückstände können als Dünger auf die Fläche zurückgebracht werden.

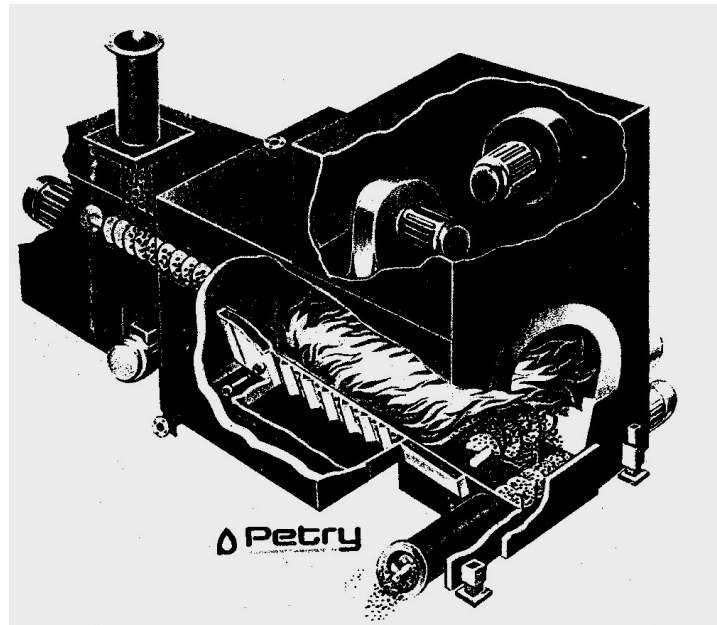


Abb. 28: Feuerungsprinzip (Fellner GmbH, o.J., S.5)

Abbildung 28 zeigt ein mögliches Feuerungsprinzip. Hier wird zerkleinertes Material über eine "Schnecke" der Heizkammer zugeführt. Die anfallenden Ascherückstände werden über eine weitere "Schnecke" wieder abgeführt.

Neue Heizsysteme wie Solarkollektoren, Wärmerückgewinnungsanlagen, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke und speichernde Komponenten kommen besonders dann in Frage, wenn sie sich mit anderen Technologien im Haus funktional koppeln lassen, wie z. B. Kombination mit einem Glashaus, welches Nahrung, Licht und Wärme liefern kann.

Aufgrund des ungünstigen Verhältnisses von Außenhaut und Volumen ist das Einfamilienhaus vom energetischen Gesichtspunkt her eine extrem ineffiziente Bauform. Dieses Defizit kann durch einige Möglichkeiten Effizienz steigernder Maßnahmen zur Steigerung des gesamten ökologischen Wirkungsgrades, ausgeglichen werden. Durch die Wahl bestimmter Bau- und Wohnformen ist es möglich, bereits auf Haushaltsebene einen erheblichen Nutzen durch Beachtung der vorgegebenen Spielregeln aus der Natur zu ziehen.

Auf dem Grundstück soll die Energie mittels eines Blockheizkraftwerkes bereitgestellt werden, da die Größe des Grundstücks den Anbau von Biomasse zur thermischen Verwertung zulässt. Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) kann Heizwärme, warmes Wasser und die Stromversorgung sichern.

Energieträger	Menge	kWh
---------------	-------	-----

Heizöl	1 Liter	10
Pflanzenöl	1 Liter	9,2
Holz	1 kg	4-5
C4 Gras	1 kg	4

Tab. 8: Elektrische Leistung (kWh) verschiedener Energieträger

Tabelle 8 zeigt, welche Leistung mit verschiedenen Energieträgern erzielt werden kann. Diese Angaben sind in der Haustechnik üblich. Der Heizwert wird in kWh angegeben, wie z.B. kWh/l oder bei Gas kWh/m³.

Die kWh ist eine Maßeinheit für die Energie und steht in enger Beziehung zur Leistung (kW) Wird die Leistung (kW) mit der Zeit multipliziert, erhält man die aufgewendete Energie. Energie = Leistung * Zeit. Die Leistung ist definiert als Energieaufwand pro Zeit.

Das ist nicht ganz korrekt. Der (untere) Heizwert ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare Wärmeenergie, bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kommt, bezogen auf die Menge des eingesetzten Brennstoffs. Das Formelzeichen für den Heizwert ist H_i (früher H_u).

Angegeben wird der Heizwert in Kilojoule pro Kilogramm (kJ/kg). Mit Hilfe der Dichte des Brennstoffs kann der massenbezogene Heizwert auch in einen volumenbezogenen Heizwert umgewandelt werden, also z. B. in (kJ/l) oder auch (kJ/m³).

Energieträger	aufgewendete Energie im Wohnhaus in kwh/a	Heizöl in Liter	Holz in kg	C4 Gras in kg	Pflanzenöl in Liter (Raps)
Elektrische Energie	15000	1500	3000	3750	1700
Heizenergie	20000	2000	4500	4000	2000

Tab. 9: Energieaufwand für verschiedene Nutzungen und Äquivalente verschiedener Energieträger (eigene Angaben)

Tabelle 9 zeigt die aufgewendete Energie in kWh pro Jahr im Wohnhaus Zum Windfang 3. Die Angaben für die elektrische Energie sind nicht repräsentativ, da dieser hohe Energieverbrauch auf die spezielle Heizungsanlage zurück zu führen ist.

Die Heizung wird mit einem aufwendigen Lüftungssystem betrieben, bei dem die Ventilatoren die stromverbrauchenden Komponenten sind. Um den Energiebedarf auf dem Grundstück zu befriedigen, wird eine neue Lösung zu suchen sein. Der Stromverbrauch eines durchschnittlichen Haushaltes in Deutschland beträgt zwischen 2000 und 3000 kWh pro Jahr.

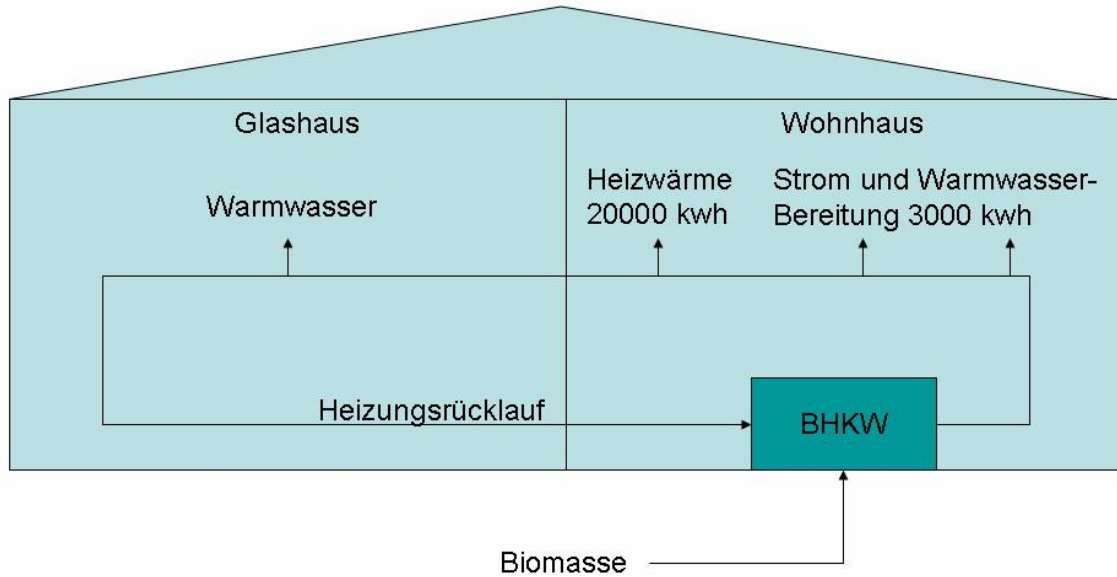


Abb. 29: Umsatz von Energie zwischen Wohnhaus und Gewächshausmodul

Abbildung 29 zeigt einen möglichen Umsatz von Energie zwischen Wohnhaus und Glashaus. Bei diesem System besteht die Möglichkeit, die Wärme des Wohnhauses über den Heizungsrücklauf im Glashaus zu nutzen.

5.3.3.2 Aquakultur

Bei der Aquakultur handelt es um eine kontrollierte Fisch- oder Krebskultur in Teichen. Sie ist eine Form der Teichwirtschaft. Es gibt viele verschiedene Formen der Aquakultur. Man kultiviert nicht nur Fische darin, sondern auch Krebse, Garnelen, Mollusken und Algen, um nur einige zu nennen. Die Aquakultur stellt ein wunderbares System zur Kopplung mit anderen Systemen auf dem Grundstück dar. Sie dient außerdem der Erhöhung der Produktivität auf der Fläche und ist eine Ergänzung zur landwirtschaftlichen Tier- und Pflanzenproduktion.

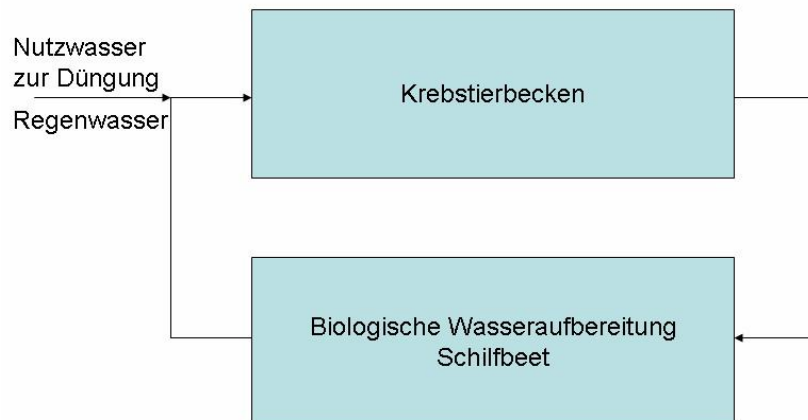


Abb. 30: Aquakultur im Kreislaufsystem

Die Abbildung 30 zeigt eine mögliche Anordnung eines Kriebstierbeckens mit biologischer Wasseraufbereitung. Das auf dem Grundstück Zum Windfang 3 vorhandene Schilfbeet wird nach dem Einbau der Wasserwaschmaschine zur Reinigung des Kriebstierbeckens umgenutzt. Durch das Kriebstierbecken ist es möglich, dass anfallende Nutzwasser gezielt für die Aufzucht oder die Haltung von Kriebstieren einzusetzen. Durch die Kopplung der Aquakultur mit der Nutzwasserverwertung und den Betrieb eines vorhandenen Schilfbeetes zur Reinigung des Krebsbeckenwassers kann eine optimale Wasserbewirtschaftung auf dem Grundstück erzielt werden.



Abb. 31: Edelkrebs (*Astacus astacus* L.) (<http://www.edelkrebs.de/> 19.01.2006)

Edelkrebse stellen eine sinnvolle Alternative zu Fisch da. Er wird sowohl in seiner Größe und seinem Aussehen als auch im Geschmack seinem Namen gerecht. Er ist der große heimische Krebs und kann bis zu 250 g Lebendgewicht erreichen. Sein Verbreitungsgebiet ist Mitteleuropa, Skandinavien, Russland. Edelkrebse gedeihen, wie fälschlich angenommen, nicht nur im klaren, kühlen und sauberem Wasser. Optimal ist eine Wassertemperatur von 18-21 °C. Er ist erstaunlich unempfindlich gegenüber organischer Belastung. Der pH-Wert sollte nicht unter fünf liegen und der Sauerstoffgehalt mindestens drei bis vier mg/l betragen. Das Kriebstierbecken sollte mindestens eine Größe von 200 m² haben und eine Tiefe von einem Meter (HAGER, J. 1996).

5.3.3.3 Glashausmodul

Ein Vorteil von Glashausmodulen ist die effektivere Biomasseproduktion pro Flächeneinheit im Vergleich zum Freilandanbau. Durch die Kopplung von Funktionen kann die räumlich-zeitliche Nutzung eines Glashausmoduls enorm erweitert werden. Durch die Steigerung der Biomasseproduktion im Glashausmodul werden andere Flächen auf dem Grundstück frei und können andere Funktionen erfüllen. Glashausmodule erfüllen je nach Anwendungsprofil eine Vielzahl von Funktionen. Durch die Möglichkeit, unterschiedlichste Substrate, Klimate

und Nährstoffangebote zu trennen und in mehreren Ebenen übereinander zu stapeln, ist hier die Dritte Dimension noch eher und bedarfsangepasster zu nutzen als im Freiland. Eine Produktion von Biomasse im Gewächshaus ist in mehreren Etagen möglich. Dadurch ist eine effiziente Nutzung der Fläche möglich. Funktionen, die verschieden stark in den Vordergrund der Nutzung gebracht werden können sind:

- Nutzwasserverwertung und Wasseraufbereitung
- Energiegewinnung
- Biomasseproduktion
- erweiterter Wohn- und Lebensbereich
- Fischproduktion

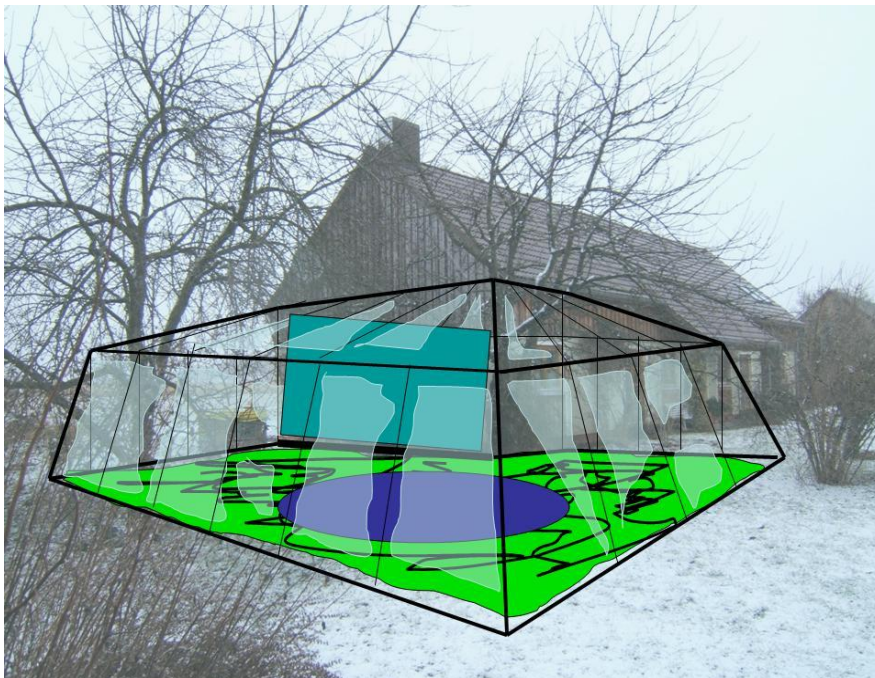


Abb. 32: Neubauernhaus mit Glashausmodul

In der Abbildung 32 ist das Wohnhaus Zum Windfang 3 mit einem Anbauglashausmodul dargestellt. Sie zeigt die Ansicht von Südosten. Diese Seite des Hauses ist gewählt worden, damit eine optimale Ausnutzung des Sonnenlichtes gewährleistet ist. An dieser Seite des Hauses können die ersten Sonnenstrahlen "eingefangen" werden. Das ist die Sonnenseite des Hauses. Die Seitenwände des Glashausmoduls sind ca.30° geneigt. Da die Sonne im Winter in unseren Breiten relativ tief am Himmel steht, werden die Strahlen bei dieser Neigung kaum reflektiert. In unseren Breiten ist es wichtig, möglichst im Winter bei tiefstehender Sonne eine gute Wärmeausbeute zu haben.

Nutzwasserverwertung

Das Glashausmodul dient einerseits der Nutzwasserverwertung, andererseits kann Nutzwasser im Glashaus bei entsprechender Ausstattung bevorratet werden. Im Glashaus existiert ein Pufferspeicher für Nutzwasser, aus dem bedarfsgerecht Nutzwasser auf die Kulturen gebracht werden kann. Wenn auf den Freiflächen keine Produktion von Biomasse aufgrund der Jahreszeit in Betracht kommt, kann im Glashausmodul das Nutzwasser verwendet werden. Der Pufferspeicher kann als Massenspeicher für Wärme genutzt. Mit ihm kann Wärme vom Tag für die Nacht vorgehalten werden. Gerade bei kalten und klaren Wintertagen kann die Sonneneinstrahlung am Tag zur Speicherung für die Nacht genutzt werden. Im Winter kann der Heizungsrücklauf aus Gebäuden - je nach Größenverhältnis von Gebäude und Gewächshaus - zur Beheizung des Gewächshauses, zumindest für den Frostschutz im Gewächshaus genutzt werden. Der Pufferspeicher kann auch zur Produktion von Fisch und Algen dienen.

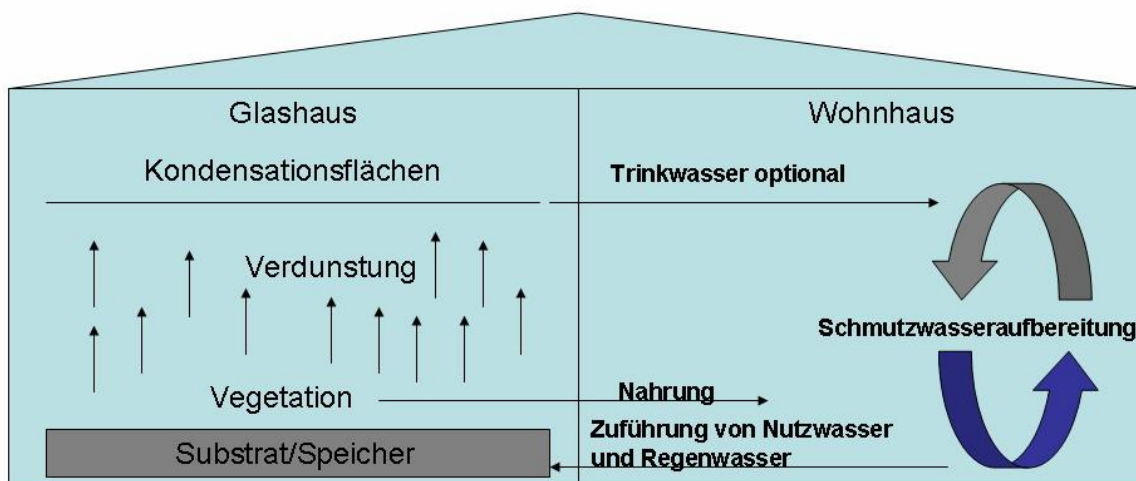


Abb. 33: Umsatz von Nutzwasser und Regenwasser zwischen Wohnhaus und Glashausmodul

In der Abbildung 33 ist der Umsatz von Nutzwasser und Regenwasser dargestellt. Nutzwasser bzw. Regenwasser kann in das Glashausmodul zur Produktion von Biomasse geleitet werden. Aus dem Glashausmodul wird Nahrung in Form von Biomasse oder Fisch zurückgeführt.

Energiegewinnung

An wolkenfreien Tagen unterstützt einfallendes Sonnenlicht die Beheizung des Glashausmoduls. Die in einem Pufferspeicher gespeicherte Wärmeenergie könnte mit einem zuschaltbaren Vorwärmregister für das häusliche Lüftungssystem gekoppelt sein, um an strah-

lungsreichen Tagen die Überhitzung unter Glas nicht „weglüften“ zu müssen, sondern sie im Haus zu nutzen.

Gegen ein Glashaushaltsmodul spricht immer noch das schlechtere Dämmverhalten von verglasten Flächen, doch wenn Möglichkeiten der Kopplung zwischen Glashaushaltsmodul oder transparenten Gebäudehüllen und Wohnhaus ausgenutzt werden und das Glashaushaltsmodul nur im frostfreiem bzw. pflanzlich aktiven Temperaturbereich von \geq fünf °C gehalten werden muss, ist es sehr wahrscheinlich, dass auch die Heizenergiebilanz mit einem erheblichen Zusatznutzen ausfällt.

Im Glashaushaltsmodul welches der Produktion von Biomasse dient, stehen die Klimatisierung und der sparsame Umgang mit Wasser und Nährstoffen im Vordergrund. Durch die Speicherung von Wärme am Tag für die Nacht kann die Amplitude des Temperaturgangs stark verringert und für das Pflanzenwachstum optimiert werden. Im gemäßigten Klima mit zum Teil kalten Nächten in den Übergangsjahreszeiten und im Winter ist die Beheizung des Glashaushaltsmoduls wichtig oder wichtiger als die mittägliche Kühlung. Durch einen Wärmeausgleich zwischen Tag und Nacht kann die Betriebszeit in die Hochsommer- und Winterzeiten ausgeweitet werden, indem Temperaturmaxima abgesenkt oder angehoben werden. Glashaushaltsmodule sind im gemäßigten Klima für den Anbau von Sonderkulturen (vor allem Gemüse und Südfrüchte) interessant, da im Bereich des Übergangsklimas nicht nur jahreszeitliche Schwankungen des Klimas ausgeglichen werden müssen, sondern auch tageszeitliche, wochenzeitliche und monatliche Schwankungen, die je nach Lage und Bauart des Glashaushalts unterschiedliche Auswirkungen haben.

Der größte Teil der Sonnenenergie wird von der Vegetation umgesetzt. Die Luftfeuchtigkeit bleibt durch die ständige Verdunstungsleistung der Pflanzen konstant auf 80-85 Prozent. Hierbei wird der Energiegehalt der Luft erhöht, die in Form von Wasserdampf gespeichert wird. In trockener Luft ist der Energiegehalt wesentlich geringer. Unter idealen Bedingungen wird die gesamte Evapotranspiration von den Pflanzen erzeugt. Ein möglichst hoher Wasserumsatz im Gewächshaus ermöglicht eine entsprechend geringe Luftwechselzahl zur Kühlung. Unzureichende Verdunstungsleistungen können durch zusätzliche Verfahren zur Luftbefeuchtung ausgeglichen werden.

Schon die Erhaltung von frostfreien Temperaturverhältnissen ermöglicht eine ganze Bandbreite von perennen Pflanzen aus den subtropischen Breiten. Bei entsprechenden Heizmöglichkeiten über Abwärme aus Kompostierungsvorgängen sowie über eine kaskadenartige Einspeisung von Wärme aus dem Heizungsrücklauf des anliegenden Gebäudes bietet grundsätzlich die Möglichkeit des Anbaus von Nutzpflanzen im Winter bei Temperaturen um ca. 15 °C. Zum Teil erfüllen auch einheimische Wasser- und Sumpfpflanzen die Erfordernisse an Temperatur und Feuchteresistenz. Der Wirkungsgrad eines Gewächshauses kann sich

beim Anbau von konventionellen Kulturen verringern, da meist die Luftfeuchte bzw. die Temperatur abgesenkt werden muss.

Mykorrhizapilze

Das Nebeneinander von Gewächshaus und Fermentationsreaktor ermöglicht eine direkte Fusion beider Bereiche zur Produktion von Mykorrhizapilzen (BUCHHOLZ, M. 2002). Mykorrhiza ist eine Symbiose zwischen dem Wurzelbereich der Pflanzen und Pilzen. Dabei bekommen die Pilze Kohlenhydrate der Pflanze und die Pflanze mineralische Nährstoffe von den Pilzen. Die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanzen wird verbessert. Sie können auch zur Produktion von Speisepilzen und hochwertigen Bodensubstraten für den Gartenbau eingesetzt werden. Durch den Einsatz von diesen Bodensubstraten kann der Bedarf an Dünger gesenkt werden, man kann sagen, dass sich zusätzliche Düngung schädlich auf die Symbiose auswirkt. Der Anbau des wohlschmeckenden Mykorrhizapilzes Trüffel würde sich lohnen.

5.3.3.4 Gebäudeklimatisierung

Eine weitere Möglichkeit das Nutzwasser auf dem Grundstück zu nutzen ist die Gebäudeklimatisierung mittels Vegetation. Mit der Vegetation werden Kühlstrukturen geschaffen, die den thermischen Wirkungsgrad von Gebäuden optimieren können. Glasfassaden von Wintergärten, Glashäusern und Hausfassaden können mit Hilfe von Kletterpflanzen verschattet werden. Die Innentemperatur kann so auf ein erträgliches Maß durch verdunstende Oberflächen gehalten werden. Grünflächen wandeln mehr als 80 Prozent der Strahlungsbilanz in die Verdunstung von Wasser um. (SCHMIDT, M. 2003) Die Umgebungsluft wird abgekühlt und schafft ein ausgeglichenes Klima.

Warme Abluft aus dem Gebäude wird über die verdunstenden Oberflächen der Blätter geführt und kühle Luft kommt ins Gebäude zurück. Andererseits kann bei immergrünen Pflanzen an Hauswänden im Winter eine Dämmwirkung erzielt werden.

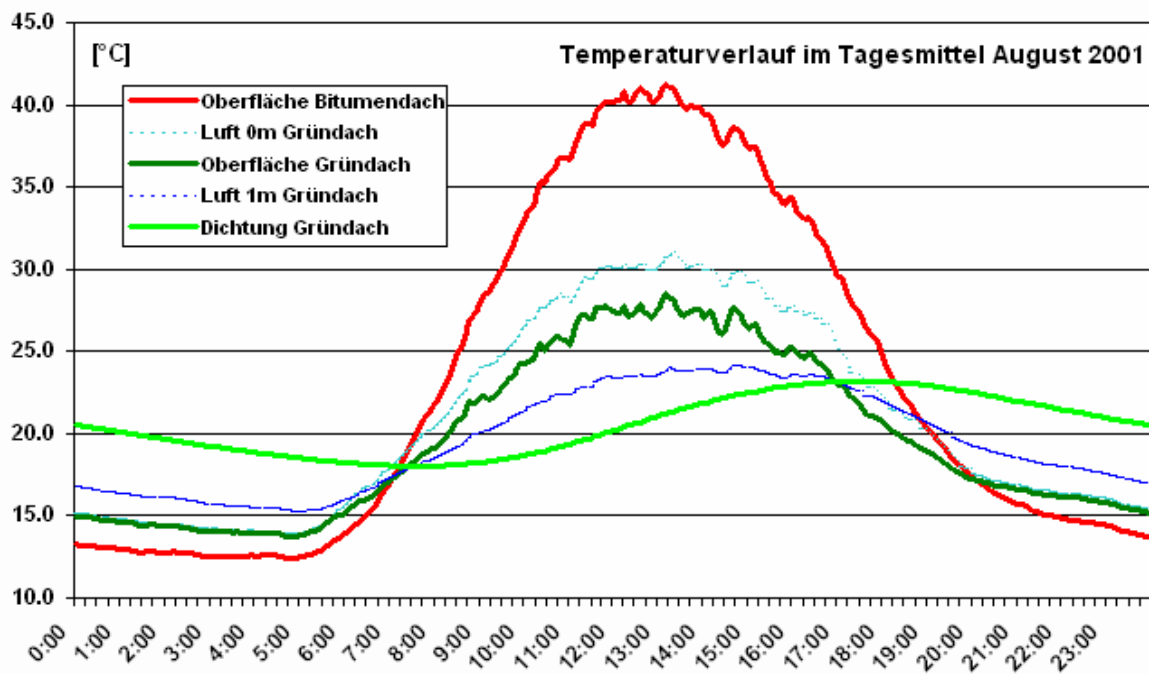


Abb. 34 : Durchschnittlicher Temperaturverlauf im Tagesmittel (SCHMIDT, M. 2001)

Die Abbildung 34 zeigt den Temperaturverlauf der Oberflächentemperaturen eines begrüntem und unbegrüntem Daches im August. Die Messungen wurden berührungslos (Infrarot) durchgeführt. Das Bitumendach zeigt eine Amplitude von etwa 30 Kelvin, das Gründach von nur etwa 15 °Kelvin. Die Amplitude der Dichtung des Gründachs zeigt sogar nur fünf Kelvin. Zum Vergleich sind noch die Lufttemperaturen über dem Gründach dargestellt.

Die Oberflächentemperaturen sind eine entscheidende Größe bei der Bestimmung der Energiebilanz der Flächen. Sie bestimmen das Verhältnis der langwelligigen Strahlung (auch Wärme- oder Infrarotstrahlung genannt). Eine zweite Komponente in der Energiebilanz ist die Erwärmung der Luft, die sog. fühlbare Wärme, die über die Luftbewegung ausgetragen wird. Eine dritte Größe stellt die kurzwellige Reflexion der Flächen dar, die mit der Helligkeit der Flächen, der sog. Albedo zusammenhängt. Die vierte Komponente, die versiegelte von begrüntem Flächen unterscheidet, ist die Energiemenge, die zur Verdunstung "verbraucht" wird, die sog. latente Wärme. Bei der Verdunstung von 1 Gramm Wasser werden 2450 kJ benötigt. Diese Energiemenge wird der Umgebung entzogen und bei der Kondensation an kühleren Flächen wieder freigegeben (SCHMIDT, M. 2003).

5.3.3.5 Baubotanik

Die Verwendung lebender Pflanzen führt zu Bauten, die während ihrer Lebenszeit ständig weiter wachsen und stabiler werden.

Der Planer solcher Bauwerke gibt einen Teil seiner Gestaltungskompetenz an die Natur ab. Die Pflanzen bauen weiter, und wie ein Bauwerk nach zehn, 20 oder 30 Jahren aussehen wird, kann zwar prognostiziert, aber nie exakt vorhergesagt werden. Aktuelle Forschungsergebnisse aus unterschiedlichen Disziplinen schaffen jedoch eine Wissensbasis, die verlässliche Strukturen garantiert, die sogar statisch berechnet werden können. Das Prinzip, nachdem die Pflanzen weiterbauen, folgt klaren Regeln. Pflanzen reagieren auf äußere Kräfte, und optimieren ständig ihre Form - genauso sind die aus ihnen gebildeten Tragwerke adaptive, sich in ihrer äußeren Form und inneren Struktur selbst optimierende Systeme, die sogar kleine Fehlstellen selbstständig reparieren können.

Weidenpavillion

Weiden zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass sich auch unbewurzelte Pflanzenteile beachtlicher Dimension wieder zu vollständigen Pflanzen regenerieren können, wenn ihr unteres Ende in die Erde eingegraben wird. Dadurch, dass mehrere dünne Weidenruten zu dickeren Einheiten gebündelt werden können, ist es möglich, Konstruktionselemente mit sinnvollen Durchmessern und Längen zu erhalten. Mit diesen Bauteilen besteht die Möglichkeit „lebende Tragwerke“ zu konstruieren, die gleich in der angestrebten Größe erstellt und fast sofort genutzt werden können. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei immer eine konstruktive, nicht dekorative Verwendung der Pflanzen und die Untersuchung der Anschlussmöglichkeiten zwischen lebenden und technischen Bauteilen.

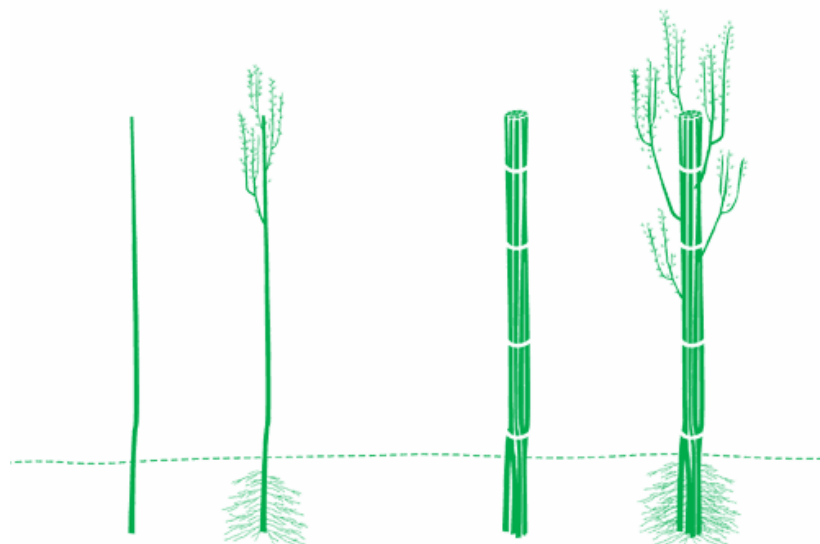


Abb. 35 Weidenruten

Der Pavillion besteht aus lebenden Weiden, die ein leichtes Dach tragen und eine grüne Wand bilden. Durch diese neue Verbindung zwischen Natur und Technik vereinen sich die Qualitäten lebender Bäume mit der Funktion eines Sonnen- und Regendachs. Die Weiden-

struktur und das Dach sind dabei so stabil, dass der Pavillon problemlos Sturm- und Schneelasten widersteht.



Abb. 36: Weidenpavillion (Storz, O. 2006)

Mit ca. vier Metern Durchmesser und einer Dachhöhe von max. 2,7 Metern bietet der Pavillon unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten. Es ist geplant, in Anlehnung an diesen Pavillion einen Carport als Abstellmöglichkeit (Weidencarport) für einen oder zwei Personenkraftwagen auf dem Grundstück Zum Windfang 3 zu entwerfen. Der Aufbau eines solchen Bauwerks kann von mindestens drei Personen mit den dazugehörigen Erdarbeiten bewerkstelligt werden. Sie können an jedem sonnigen Standort mit ausreichend Platz zur Entfaltung der Blätter und Wurzeln aufgestellt werden. Im Normalfall ist dafür keine Baugenehmigung nötig (STORZ, O. 2006).

5.3.4 Rohstofftransformation

Die Rohstofftransformation durch Rotteprozesse ist für die Verarbeitung organischer Rohstoffe wie Holz und Abfälle aus Haus und Garten interessant. Sie werden durch Pilze und Mikroorganismen transformiert und bilden neue Produkte. Dafür kommen sehr unterschiedliche Verfahren mit jeweils differierenden Substratmaterialien, Mikroorganismen und Endprodukten sowie mit einem sehr unterschiedlichen Stand der Technik in Frage.

5.3.4.1 Kompostierung

Als Beispiel von Rotteprozessen die auf dem Grundstück möglich sind, ist die Kompostierung häuslicher "Abfälle". Über das Jahr gesammelte organische Abfälle und separierter Fä-

kalschlamm aus der Vorlage (abflusslose Sammelgrube) einer Wasseraufbereitungsanlage können das Ausgangssubstrat für diesen Prozess bilden. Ein feuchtes Rottemilieu und eine gelegentliche ausreichende Belüftung bilden die Grundvoraussetzung. Spezielle Mikroorganismen sind nicht erforderlich. Bei ausreichender Menge kann die Prozesswärme im Glashausmodul zum Vorwärmen von Wasser oder zur Anreicherung mit CO₂ genutzt werden.

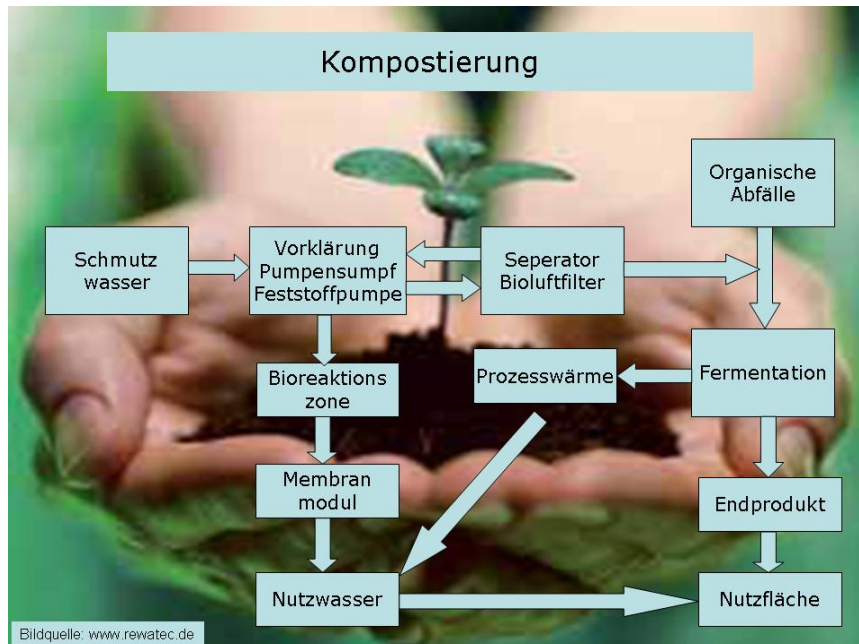


Abb. 37: Prinzip der Kompostierung

Vorteile einer Kompostierung:

- Kein Anfall von Schlamm und Abfall, d. h. keine hygienische Belastung der Umwelt, der entstehende Fertigkompost ist seuchenhygienisch unbedenklich und gut pflanzenverträglich.
- Rückführung von Nährstoffen
- Bodenverbesserung
- Vermeidung von Transporten
- Anbau von hochwertiger Biomasse
- Nutzung von Prozesswärme (ist nur sinnvoll, wenn ausreichend Material vorhanden ist. Zu bedenken ist auch, dass bei der Nutzung der Prozesswärme ein Teil der Wärme entzogen wird, die zur Aufrechterhaltung der Rotteprozesse benötigt wird. Eigene Erfahrungen haben aber gezeigt, dass es möglich ist, einen Teil der Prozesswärme für die Warmwasserbereitung zu nutzen, ohne den Rotteprozess negativ zu beeinflussen)

Die Kompostierung von Fäkalschlamm ist in der Regel auf jedem Grundstück möglich. Es entstehen ca. 40-100 Liter Schlamm je Einwohner und Jahr.

Beispiel Dreikammergrube

Da die erste Kammer einer sechs m³ Grube einen Rauminhalt von drei m³ hat, d.h. ein nutzbarer Schlammstapelraum von mindestens zwei m³ vorliegt, kann eine Entnahme in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl des Hauses im Abstand von mehreren Jahren erfolgen. Rechenbeispiel vier Personenhaushalt: 4*100 Liter =400 Liter, 2000 Liter/400 Liter= 5 Jahre. (MAHAL,S. 1999)

Die jährliche Zuwachsmenge an Schlamm wird mit einem Schlammspiegelmessrohr bestimmt. Im Handel werden mittlerweile zuverlässige Verfahren zur Kompostierung von Fäkalschlamm angeboten. Der fertige Kompost wird auf dem Grundstück wieder verwendet.

Jährliche Schlammspiegelmessungen auf dem Grundstück Zum Windfang 3 haben ergeben, das durch die ungestörte Ausfäulung des Fäkalschlammes in der abflusslosen Sammelgrube keine Zuwachsraten zu erkennen sind. Es hat sich ein Gleichgewicht zwischen Zuwachs und Abbau eingestellt. Es ist davon auszugehen, dass durch die ständige Entnahme von Schmutzwasser der Erhalt dieses Gleichgewichtes unterstützt wird und die Ordnung der Mikroorganismen in der Sammelgrube erhalten bleibt.



Abb. 38: Schlammspiegelmessung Zum Windfang 3 in Zaatzke (Mai 2005)

Abbildung 38 zeigt die Durchführung einer Schlammspiegelmessung. Das Schlammspiegelmessrohr hat am unteren Ende eine Öffnung, durch die beim Einlassen in die Grube das

Wasser und der Schlamm hineinfließen können. Ist das Rohr eingelassen worden, wird mit Hilfe einer Zugvorrichtung das Rohr verschlossen. Dann wird es herausgezogen und man misst mit Hilfe eines Zollstocks oder Maßbandes den Schlamm Spiegel (siehe Abbildung 38 rechte Seite).

Schlammspiegelmessungen

Grube Ø 2,00 m
Einstauvolumen 4,50 m³

08.06.1999 Inbetriebnahme
20.05.2001 Einstauhöhe 37 cm
20.05.2002 Einstauhöhe 36 cm
20.05.2003 Einstauhöhe 41 cm
20.05.2004 Einstauhöhe 38 cm
14.05.2005 Einstauhöhe 44 cm

daraus folgt eine
naturbelassene Nutzungsdauer
von mehr als

20 Jahren



Abb. 39: Schlammspiegelmessungen Zum Windfang 3 in Zatzke (2005)

In Abbildung 39 sind die Ergebnisse der jährlichen Schlammspiegelmessungen auf dem Grundstück Zum Windfang 3 in Zatzke dargestellt. Durch eine naturbelassene Nutzung ohne Störungen ergibt sich eine Nutzungsdauer von 20 Jahren, in denen keine Entleerung der Grube notwendig ist.

5.3.5 Entwurfsdarstellung

Die Abbildung 40 bildet den Abschluss dieser Arbeit und stellt den konzeptionellen Entwurf zusammenfassend grafisch dar.

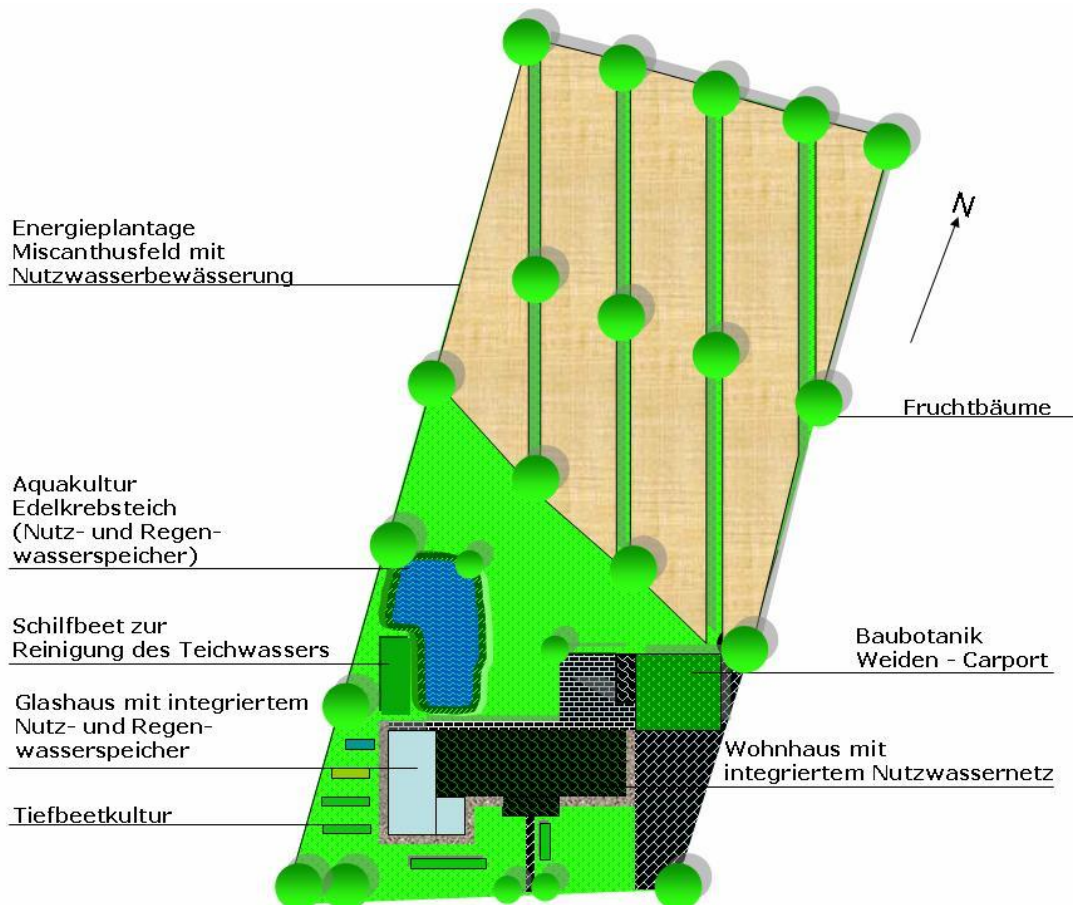


Abb. 40: Entwurfsdarstellung Zum Windfang 3 in Zaatzke

Durch eine Erhöhung der Prozessdichte auf kleiner Fläche, z. B. eines Grundstücks durch hochintegrierte Bewirtschaftung, werden effiziente Kopplungen aller Einzelkomponenten des Systems Haus und Grundstück notwendig. Die Prozesse beruhen auf kurzgeschlossenen Wasser- und Stoffkreisläufen. Dabei steht die Erfüllung von Funktionen (im Sinne einer Kreislaufschließung) im Vordergrund, aus denen sich durch ständige Rückkopplung die optimalen Strukturen entwickeln. Auf diese Weise wird ein hoher Wirkungsgrad des jeweiligen Systems erreicht, der ein Optimum an physischer Nachhaltigkeit darstellt.

5.3.6 Umsetzbarkeit des haushaltszentrierten Ansatzes

Die Umsetzung des haushaltszentrierten Ansatzes mit dem primären Ziel der kleinräumigen Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen zur Steigerung der stofflichen und energetischen Effizienz des Systems, kann nicht nur als isolierte bauliche Maßnahme auf lokaler Ebene betrachtet werden. Notwendigerweise sind eine Vielzahl von Überlegungen und Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen der Gesellschaft erforderlich.

Strategien und neue Ansätze können nicht nur auf lokaler und regionaler Ebene entwickelt und umgesetzt werden, sondern müssen auch von übergeordneten höheren Ebenen (Land, Europäische Union) begleitet werden.

Internationale und nationale Interventionen und die Einführung immer neuer Gesetze und Verordnungen zur Steuerung der Gesellschaft, ist meiner Meinung nach nicht effektiv genug, um eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft einzuleiten. Das schafft meiner Meinung nach keinen Anreiz zur Umsetzung lokaler und regionaler Nachhaltigkeitsstrategien. Die Steuerung der gesellschaftlichen Prozesse sollte vereinfacht werden, um erfassbar und handhabbar zu sein.

Als entscheidende Maßnahme, die zur Umsetzung des haushaltszentrierten Ansatzes führen kann, dient die künstliche Limitierung von bereits übernutzten und gefährdeten Ressourcen, wie z. B. Wasser und Boden. Diese Limitierungen wirken sich auf das gesellschaftliche Verhalten in logischer Weise aus (Heßler, M., Pult, P., Willmann, B. 2004). Dies dient nicht nur dem Schutz dieser Ressourcen, sondern stellt ein effektives Steuerungs- und Anreizinstrument dar.

5.3.7 Projektplanung

Bei den ersten Überlegungen zur Umsetzung, sind nicht nur die primären Ziele zu berücksichtigen, sondern darüber hinaus weitere Vorteile, aber auch mögliche Nachteile, die auftreten können. Neben den direkten Auswirkungen eines solchen Vorhabens, sind auch weitere indirekte Effekte zu berücksichtigen. Diese können im Rahmen einer Projektbewertung als Entscheidungsgrundlage dienen.

Im Folgenden sollen einige erforderliche Schritte für vorbereitende Untersuchungen aufgeführt werden.

- Methodische Erfordernisse, d. h. inter- und transdisziplinäre Ausrichtung aller Projektbeteiligten und Akteure, Erfassung des ganzen Systems nötig
- Erhebung der naturräumlichen Grundlagen
- Klärung der administrativen und rechtlichen Fragen
- Identifizierung möglicher Konflikte
- Analyse der in Frage kommenden Technologien
- Findung einer passenden Organisationsformen
- Finanzierungsmöglichkeiten

Eine Bewertung beinhaltet die Abwägung der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Folgen, hinsichtlich der Vorteilhaftigkeit und Durchführbarkeit. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie können diese identifiziert und bewertet werden. Mögliche kritische Punkte könne hierdurch ermittelt werden, auf die sowohl während der Planung, während der Ausführung

als auch nach Abschluss der Arbeiten besonders eingegangen werden kann (FREISEM, C. 1998). Eine Bewertung beinhaltet i. d. R. eine Qualitäts-, Zeiten- und Kostenanalyse.

Stehen einer Umsetzung keine grundlegenden physischen und rechtlichen Argumente mehr entgegen, müssen die Möglichkeiten zur Durchführung des Vorhabens überdacht werden. Dazu zählen:

- Bauphase und Betrieb, Untersuchungen hinsichtlich der Möglichkeiten zur Durchführung der Bauarbeiten
- Folgearbeiten und -kosten, Überprüfung der finanziellen Absicherung, Absicherung des Betriebs, der Zuständigkeiten, der Funktionstüchtigkeit der einzelnen technischen Systeme und der Sicherheit
- Begleitende Maßnahmen, Betreuung über ein Netzwerk, Austausch von Informationen, Erhalt der ständigen Lernbereitschaft beim Umgang mit neuen Techniken

5.4 Zusammenfassung

Durch kurzgeschlossene Wasser- und Stoffkreisläufe kann die stoffliche Effizienz und eine optimierte Kühlung der Erdoberfläche durch die Verdunstung von Wasser auf der Fläche erhöht werden. Die für diesen Ansatz neuartige Integration der heute sektoriellen Fachdisziplinen setzt eng vernetzte, transdisziplinär arbeitende Teams voraus, welche Maßnahmen zur Annäherung an das Ziel „Nachhaltigkeit“ fachübergreifend konzipieren, planen und ausführen sowie Wartung und Betrieb der bereitgestellten Technologien gewährleisten können. Lokale, kleinräumige Defizite an Wasser und Nährstoffen können relativ zeitnah und mit geringem Aufwand ausgeglichen werden.

Durch den Verzicht des Transports von "Abwasser" und Fäkalschlamm zur nächsten Kläranlage und Einleitung in ein nachgeschaltetes Gewässer, kann durch die lokale Aufbringung von Nutzwasser auf den Boden ökologisch und ökonomisch ein sinnvoller Beitrag zur Verbesserung des Bodens und des Mikroklimas geleistet werden. Die politisch gewollte und rechtlich geforderte Wiederverwertung von aufbereitetem Schmutzwasser dient auch dem gebotenen sparsamen Umgang mit der Ressource Wasser. Durch den haushaltszentrierten Ansatz wird dieser Forderung mehr Geltung verschafft. Mit dem haushaltszentrierten Ansatz wird durch hochintegrierte technische Subsistenz die Vision des abwasserlosen, abfalllosen mit erneuerbarer Energie versorgten Haushalts verfolgt. Diese Vision gibt den Weg für die weiteren Planungen vor, sie lässt das Handeln sicherer werden.

6 Organisation

Im Zusammenhang mit der Einführung dezentraler Wasserinfrastruktursysteme und Konzepte ergeben sich neue Möglichkeiten der Bereitstellung, des Betriebs und der Wartung der Wasserinfrastrukturleistungen.

Fortgeschrittener und erweiterter Stand der Technik, zeit- und bedarfsgerechte Anpassung an neue Technologien, strategische Bemühungen bei der Erhebung von Beiträgen, kalkulatorische Ansätze bei Grundbeiträgen und Mengengebühren für das Wassermanagement lassen erkennen, dass die Organisation der Siedlungswasserwirtschaft künftig neu zu ordnen sein wird. Auf dem Abwassersektor befinden sich die großtechnischen und flächendeckenden Entsorgungssysteme in einer Stagnationsphase. Nutzernahe Siedlungstechnik erobert das Terrain. Haushaltszentrierte und anpassungsfähige Einheiten verbinden die Ver- und Entsorgungsbereiche Trinkwasser, Regenwassernutzung, Nutzwassergewinnung, Abfallverwertung, Energie und Nahrung.

Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen:

1. die räumliche Anordnung der technischen Komponenten ändert sich mit zunehmender Dezentralität
2. Dezentrale Anlagen können sich im Besitz des Hauseigentümers, der Betreiber- und Dienstleistungsfirma, dem Hersteller bzw. beim Investor befinden.

6.1 Genossenschaften

Mitte des 19. Jahrhunderts gründeten sich die ersten Genossenschaften in Deutschland. Die ersten Genossenschaften waren Konsumgenossenschaften nach englischem Vorbild. Genossenschaften sind Zusammenschlüsse von engagierten Gemeinschaften. Das Prinzip, das die Mitglieder auch über die Zukunft und Ausrichtung der Genossenschaft mitbestimmen, setzt sich auch heute fort, egal, ob es dabei um Öko-Strom, Zeitungen, Landwirtschaft oder in Zukunft auch um die Wasserversorgung geht. Gleichgesinnte Interessenvertreter können unter dem Mantel als genossenschaftliches Wirtschaftsunternehmen agieren.

Bei der Unternehmensform eingetragene Genossenschaft (e.G.) handelt es sich um das Modell der Aktiengesellschaft (AG), allerdings ohne Kapitalrisiko. Es gelten für beide Unternehmensformen die gleichen Spielregeln nur mit dem feinen Unterschied, dass es sich bei der AG um eine Anhäufung von Geld, also um die Höhe des Kapitals handelt und bei der Genossenschaft um eine Ansammlung von Menschen, die von ihrem Unternehmen wollen, dass es ihnen besser geht. Nicht die Vermehrung von Geld steht im Vordergrund,

sondern das, was es konkret leistet. Jedes einzelne Mitglied bestimmt die Entwicklung des Wirtschaftsunternehmens. Die Genossenschaft ist ein Wirtschaftsunternehmen, das von seinen Betreibern als Selbsthilfeeinrichtung geschaffen, unterhalten und getragen wird.

Zu den Aufgaben eines solchen Wirtschaftsunternehmens gehören:

- Planung
- Organisation
- Ausführung/Herstellung
- Initiativen
- Forschung & Entwicklung
- Controlling
- Betrieb
- Berater (z.B. Marketing, Rechtsanwälte, Wirtschaftswissenschaftler, Berichterstatter)

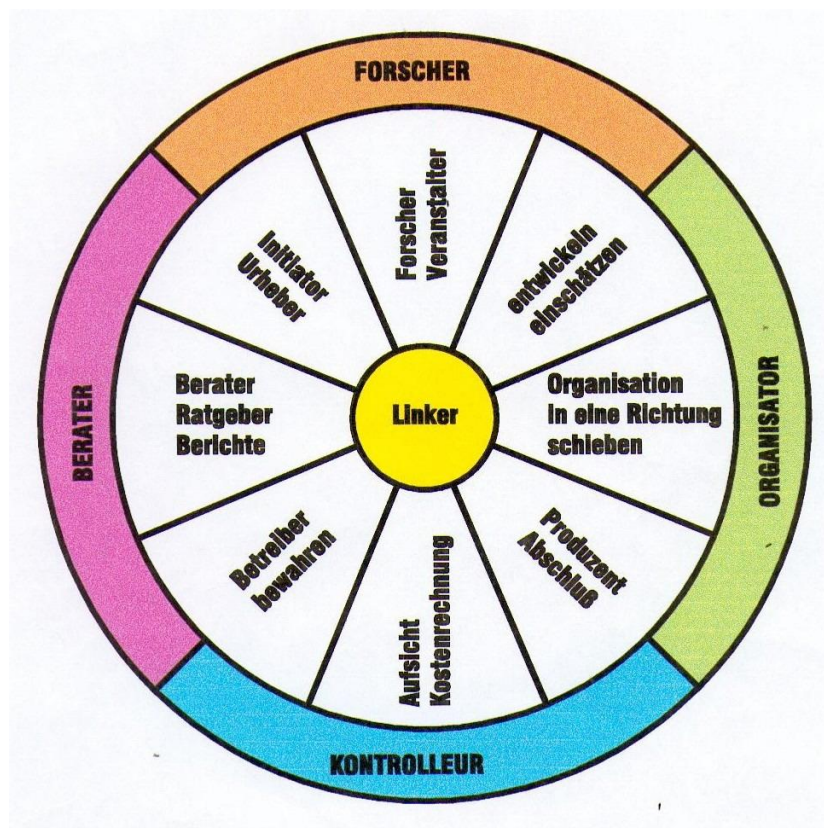


Abb. 41: Regelkreis der am Projekt beteiligten Akteure (Köhler, G. Dezent e.G. 2003)

Die Genossenschaft kann die oben genannten Akteure (vgl. Abb. 41) wirkungsvoll bei der Gestaltung der Veränderungsprozesse zusammenführen und deren Kompetenz bündeln. Sie unterliegen einem ständigen Veränderungsdruck und müssen flexibel auf wechselnde Markt-

und Produkthanforderungen reagieren. Gerade dort, wo Bürger und kleinere bis mittlere Unternehmen mit neuen Ideen auf diese Herausforderungen reagieren müssen und sollen, können Genossenschaften den wirtschaftlichen Rahmen dafür, demokratische Strukturen und wirtschaftliches Denken - Mitspracherechte wie im eigenen Haus – üben und fördern. Das sind große Vorteile der Genossenschaften. Des Weiteren gibt es keinen Interessengegensatz zwischen Anbietern und Kunden und heute besonders wichtig: die Treue zum eigenen Unternehmen, denn es ist sehr wichtig, dass Mitglieder einer Genossenschaft so etwas wie einen Gemeinschaftsgedanken verspüren. Dieser Gedanke schafft Identifikation. Und das ist die Grundlage einer Genossenschaft und auch für die genossenschaftliche Arbeit.

Mögliche Geschäftsfelder von Genossenschaften sind:

- Umwelt- und Gewässerschutz (Nutzwassergewinnung)
- Veredelung nachwachsender Rohstoffe
- Energiegewinnung aus Biomasse
- Nahrungsmittelproduktion
- Handel und Finanzen
- Bildung und Kultur
- Dienstleistungen

6.1.1 Prinzip

Eine Übertragung der bisherigen öffentlichen Aufgabe der Schmutzwasserbeseitigung an private Nutzer, Organisationen und Unternehmen kann möglich sein und ist im Falle der Nutzwassergewinnung empfehlenswert, wenn diese Pflichtaufgabe praktisch von den Verursachern selbst oder einer von ihnen getragenen lokal agierenden Organisation getragen und selbstständig wahrgenommen werden kann. Die bisherigen Endverbraucher sind dann Kunden und gleichzeitig Eigentümer einer von ihnen getragenen lokal agierenden Organisation (Genossenschaft).

Das Ziel einer Genossenschaft ist nicht die Vermehrung der Einlagen, sondern sauberes Trinkwasser bzw. Nutzwasser zu liefern. Das Produkt steht im Mittelpunkt. Die Mitglieder der Genossenschaft als lokale Kompetenz- und Bedarfsträger planen und regeln selbst. Sie legen die technische Lösung fest, stellen selber her und legen die Beiträge fest. So kann eine individuelle, sozialverträgliche, angepasste, technisch notwendige und wirtschaftliche Lösung gefunden werden. Sie kann die Beschaffung einer Vielzahl von Anlagen ermöglichen, was einzelnen Hausbesitzern nicht möglich wäre, z. B. durch Gewährung von Mengenrabatten.

Auch beim Kauf, Betrieb und Wartung dieser Anlage müssen Voraussetzungen (bauliche, rechtliche und konzeptionelle) geschaffen werden, die der Nutzer nicht alleine leisten kann. Außerdem würden sich Kostensenkungspotenziale ergeben.

6.1.2 Netzwerkknotenpunkt

Eine Genossenschaft versteht sich als Netzwerkknotenpunkt, als Organisationsplattform zwischen privaten, gewerblichen und industriellen Grundstückseigentümern, lokalen Genossenschaften und Trägern öffentlicher Belange. Dieser Netzwerkknotenpunkt dient dazu, Menschen an einem Veränderungsprozess, im Sinne der „Lokalen Agenda 21“, teilhaben zu lassen. Dazu ist die Kommunikation und Vernetzung untereinander nötig. Nur das konstruktive und offene Zusammenspiel sichert den Erfolg. Wenn das nicht klappt, ist der Erfolg Anderen überlassen. Über dieses Netzwerk können die Menschen motiviert werden, sich eine Umgebung zu schaffen, in der sich ihre Kreativität als positive Kraft ausdrückt.

Das Netzwerk dient dazu, lokale Genossenschaften und Akteure zu unterstützen. Dieser Netzwerkknoten ist sozusagen ein Dienstleister, der den lokalen Genossenschaften als Organisations- und Kommunikationsplattform dient. Bei der Umsetzung von Strategien und Lösungen im Bereich der Wasserver- und Entsorgung sind verschiedene Akteure beteiligt und tragen zu Entscheidungen bei.



Abb. 42: Genossenschaften als Netzwerkknotenpunkt

Abbildung 42 zeigt, wer oder was zu Entscheidungen bei der Suche nach Lösungen beiträgt. Ziel ist es, über diesen Netzwerkknotenpunkt gemeinsame lösungsorientierte Ansätze zu finden. Über solch ein Netzwerk können die Akteure möglichst zeitnah und über kurze Wege zu Lösungen gelangen.

Im Rahmen eines sektorübergreifenden Netzwerkes kann von der Bereitstellung der Nutzwassergewinnungsanlagen bis hin zur Veredelung von Produkten und Energiegewinnung alles durch die Bürger selbst geplant, gebaut und betrieben werden.

Mit lokalen Organisations- und Unternehmensstrukturen kann das historisch gewachsene Konfliktpotenzial im Bereich der Wasserver- und entsorgungsstrukturen entschärft werden. Der Bürger wird zum kompetenten Bedarfsträger, dem alle Informationen, die er benötigt zur Verfügung stehen, um seine ureigensten Bedürfnisse selbst zu befriedigen. Sie werden nicht an ihm vorbeigelenkt oder vorenthalten, sondern weitergegeben und ziel- und aufgabenorientiert verarbeitet. Mit Hilfe eines lokalen Netzwerkes sollte es möglich sein, ein gemeinsames lokales Bewirtschaftungsmodell zu entwickeln, das der Landschaft und der Gesellschaft zu mehr Stabilität verhilft.

7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Die dargestellte Situation beim Umgang mit den Ressourcen Wasser, Boden und Luft sollte eine Gesellschaft veranlassen, einen anderen Umgang zu ermöglichen. Die regionale und lokale Verknappung, besonders der Ressource Wasser, stellt die dauerhafte Nutzung der Landschaft in Frage.

Die Analyse der Wasserinfrastruktursysteme und des Betrachtungsraums Heiligengrabe/Zaatzke lässt keinen nachhaltigen Umgang im Sinne einer Stoffverlustminimierung mit den Ressourcen erkennen. Die Wirtschaftsweise und die zentralen Wasserinfrastruktursysteme, die unsere heutigen gesellschaftlichen Tätigkeiten ermöglichen, tragen wenig zur Entwicklung einer nachhaltigen Gesellschaft bei. Eine auf Großtechnologie aufbauende Wasserver- und entsorgungsstruktur die nur auf lineare Stoffströme und lineares Wachstum ausgelegt ist, verhindert schon durch ihr Konzept der zentralen Schwemmkanalisation eine nachhaltige umweltverträgliche Wasserver- und entsorgung.

Hinzu kommt, dass durch eine weiträumige Entwässerung der Landschaft durch die landwirtschaftliche Nutzung der Wasserhaushalt der Landschaft geschädigt wird. Sektorielle Betrachtungsweisen der einzelnen Wirtschaftsbereiche in der Gesellschaft hat eine Verselbstständigung der Wasserwirtschaft vorangetrieben. Dies hat dazu beigetragen, dass wasserwirtschaftliche Ziele den der Landwirtschaft konträr gegenüberstehen und umgekehrt.

Eine räumlich und zeitlich angepasste Bewirtschaftung des Wassers erfordert u.a. neue Ansätze in Land- und Forstwirtschaft. Land- und Forstwirte sind darüber hinaus für die Bereitstellung sauberen Oberflächenwassers, für Trinkwasser und die nachhaltige Produktion von nachwachsenden Rohstoffen und Nahrungsmitteln verantwortlich. Sie sind wieder angemessen zu bezahlen, wobei Menge und Güte gekoppelt betrachtet werden müssen. Schließlich gilt es, die ineffiziente Arbeitsteilung der Gesellschaft, soweit sie Transporte betrifft, zu überwinden.

Trotz vieler neuer Technologien, die bereits auf dem Markt vorhanden sind und aus schmutzigstem Wasser jedes Wasser generieren können, greift eine rein technische Betrachtung des Wassers zu kurz. Sie verleitet dazu, der lebensspendenden Ressource Wasser getrost jede Art von Belastung zuzumuten. Die neuen Reinigungstechnologien werden es schon richten. Was bleibt dann übrig von unserem Lebenselixier Wasser, wenn es, bevor wir es trinken einer "aufwendigen" Reinigung unterzogen werden muss?

Will sich eine Gesellschaft in Zukunft das Wasser nicht selber abgraben, sind neue Ansätze und Konzepte für den Umgang mit dem Wasser nötig. Beim Umgang mit dem Wasser in all seinen vielfältigen Nutzungen ist die Arbeit nur trans- und interdisziplinär möglich. Eine Neuorientierung in der "Abwasserpolitik" lässt erkennen, dass ein Umdenkungsprozess einsetzt.

Wichtig ist aber, dass dieser Prozess alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens erreicht. Der Gedanke einer nachhaltigen Gesellschaft muss von allen getragen werden. Die Entstehung neuer Netzwerke und Netzwerkknotenpunkte schafft neue Beziehungen. Diese Netzwerke werden die Menschen in die Lage versetzen, in ihrem unmittelbaren Umfeld selbst zu agieren und nicht nur auf Weisungen zu reagieren. Sie sind dann Aufgaben,- Entscheidungs- und Bedarfsträger in einer Person. Die Entscheidungen können so wieder an der Basis getroffen werden. Das setzt ein hohes Maß an Selbstverantwortung jedes Einzelnen voraus. Politik und Verwaltung sind aufgefordert, diese Selbstverantwortung dem Einzelnen auch zu überlassen. Die gesellschaftliche Steuerung, die Bewirtschaftung des Wassers und der Landschaft sollte wieder in Rückkopplung mit den örtlichen Gegebenheiten und Besonderheiten erfolgen.

Der haushaltszentrierte Ansatz ist Teil eines Systemansatzes, der dazu dienen kann, die Vision einer nachhaltigen Gesellschaft zu verwirklichen. Soll ein solches Szenario Wirklichkeit werden, ist die Einführung bzw. Anwendung des Subsidiaritätsprinzips notwendig. Subsidiarität stellt ein gesellschaftliches Prinzip dar, nach dem übergeordnete, gesellschaftliche Einheiten (besonders der Staat) nur solche Aufgaben übernehmen, zu deren Wahrnehmung untergeordnete Einheiten (z.B. Familie, Gemeinde), nicht in der Lage sind. Arbeiten, Wohnen, die Bereitstellung von Wasser, Energie und Nahrung kann bereits auf der Haushaltsebene realisiert werden. Durch die Limitierung der großräumigen Stoffströme in Form von Transporten wird das Wirtschaften für jeden Einzelnen wieder rentabel werden.

Der politische und rechtliche Rahmen zur Umsetzung einer Strategie in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung ist in Teilen vorhanden. Es kommt nun darauf an, diesen Rahmen durch entschiedenes Handeln zu nutzen und endlich Taten folgen zu lassen.

8 Anhang

8.1 Glossar

Abwasser - nach geltendem Recht: jegliches durch gebrauch verändertes, deshalb zu beseitigendes und in die Kanalisation, ein Gewässer (Vorfluter) oder in den Untergrund eingeleitetes Wasser. Nach DIN 4045 unterscheidet man im Abwasser Schmutzwasser, Regenwasser, Fremdwasser (z.B. durch undichte Rohre eindringendes Grundwasser), Mischwasser, Kühlwasser. Abwasser gilt strafrechtlich als Abfall. (Otterpohl, R. 1997)

Benefit - Nutzen

Bodenzahl - ist ein ungefähres Maß für die Ertragsfähigkeit eines Bodens

Biologischer Metabolismus - natürlicher Kreislauf bzw. biologischer Kreislauf (Produzenten, Konsumenten, Destruenten)

Doppelzentner - altes Gewichtsmaß, entspricht 100 kg

Energiedissipation - Prozess der Absenkung der Energieflussdichte der Sonne durch die Vegetation, ist demnach ein Kühlprozess, bei dem Wärmestrahlung zu Biomasse umgewandelt wird

Eutrophierung - zunehmende Anreicherung von Nährstoffen in Gewässern

Feedbackschleifen - Rückmeldungen

Fraktale Ebenen - bedeutet hier hierarchische Gliederung der Gesellschaft

Luch - ursprüngliche Bezeichnung für Sumpfgebiete in Brandenburg

Matrixpotenzial - früher Kapillarpotenzial genannt, ist ein Maß für den Einfluss der Matrix, d. h. es umschließt alle im Boden auf das Wasser ausgeübten Wirkungen.

Melioration - flächenhafte Entwässerung von Landschaften

Morgen - altes Flächenmaß, entspricht 2500 m²

Nachhaltigkeit - hier im Sinne von Dauerhaftigkeit, unter Dauerhaftigkeit ist die Aufrechterhaltung der dynamischen, selbstoptimierenden Prozesse im Ökosystem und die Fähigkeit zur Energiedissipation und Regeneration

Nutzwasser - aufbereitetes Schmutzwasser das den Anforderungen der Badegewässerrichtlinie ... entspricht, hygienisch unbedenkliches zur Mehrfachnutzung in Haus und Garten bereitgestelltes Wasser

On-site Technologie - Wasseraufbereitungsanlagen, die am Ort des Entstehens von Schmutzwasser eingesetzt werden

Permeat - das durch die Filtration von Bakterien und anderen Stoffen befreite Wasser (Fluid)

perenne Vegetation - dauerhafte, mehrjährige Vegetation, z. B. Bäume

Regenwasser - ist aufgefangenes oder, nicht in Rohrleitungen gefasstes, abgeleitetes Niederschlags- bzw. Meteorwasser

Ressourcen - Wasser, Boden, Luft, Mensch, Zeit

Rigolen - System zur Versickerung von Niederschlagswasser

Schmutzwasser - ausschließlich durch häuslichen Gebrauch verschmutztes Trink-, Regen- bzw. Nutzwasser

Sewage - das im Haus oder auf dem Grundstück anfallende Schmutzwasser

Supply-side-management - Lenkung des Wasserangebotes ausschließlich seitens der Wasserversorgungsunternehmen

Technischer Metabolismus - technischer Kreislauf bzw. industrieller Kreislauf in dem technische bzw. industrielle Masse zirkuliert

Trinkwasser - Süßwasser mit einem hohen Maß an Reinheit, das für den menschlichen Gebrauch (Kochen/Trinken) geeignet ist.

Uferfiltrat - insbesondere in Ballungsgebieten aus flussnahen Grundwasserleitern gefördertes infiltriertes Oberflächenwasser

Ultrafiltration - bezeichnet eine Technik zur Abtrennung von makromolekularen Substanzen und zur Aufkonzentrierung derselben

Vorfluter - hydrologisch jedes Gerinne, in dem Wasser mit natürlichem oder künstlichem Gefälle abfließen kann. Die Einleitung von Abwässern gehört lediglich zur Nutzung, nicht zur Definition des Vorfluters, wie es sich in der Limnologie (seit Naumann: Terminologie) fälschlicherweise eingebürgert hat.

Waste Design - meint hier Verhaltensregeln und Verbote am Entstehungsort zur Beeinflussung der Qualität des anfallenden Schmutzwassers

Wasserwaschmaschine - Membranbioreaktor (MBR) mit Hochleistungsfiltren auf Basis der Nanokeramiktechnik zur Aufbereitung des durch häuslichen Gebrauch verunreinigten Schmutzwassers

8.2 Abkürzungen

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Verbraucherschutz und Reaktorsicherheit

DEZENT-eG - Genossenschaft zur Entwicklung dezentraler Regionalstrukturen

DWA - Deutsche Water Association

EU - Europäische Union

WHG - Wasserhaushaltsgesetz

WHO - World Health Organisation

BbgWG – Brandenburger Wassergesetz

9 Quellenverzeichnis

9.1 Literatur

BACCINI, P./OSTWALD, F. (HRSG.) (1999): Netzstadt. Transdisziplinäre Methoden zum Umbau urbaner Systeme.

BALL, PH. (1999): H₂O- Biografie des Wassers. München Zürich

BECK, M. (2000): Strategien zur Steuerung der Bewässerung im Gewächshaus und Konsequenzen für die Strukturierung von Leitrechnersystemen. Dissertation an der Landwirtschaftlich- Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

BEGON, M. E., TOWNSEND, C. R., HARPER, J. L., (1998): Ökologie. Spektrum- Verlag

BERGER, C. ET AL. (2002): Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der ATV-DVWK- Umfrage 2001, in: KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, 49(3), 302-311

BERNDT, D. DIPL.-ING. (1999): Schmutzwasser sinnvoll reinigen und wiederverwerten, in Jahrbuch 2. Tarmstedter Forum "Erneuerbare Energie in der Landwirtschaft". Zeven

BOHLA, T. (2005): schriftliche und mündliche Mitteilungen. Rechtsanwalt, Berlin

BRANDENBURGER BAUERNZEITUNG (2005): Schwerpunkt: Heizen mit Holz. 46. Jahrgang, Ausgabe: 50. Woche, A 01438 ISSN 0941-2247 Landwirtschaftliches Wochenblatt

BRAUNGART, M. & MCDONOUGH, W. (2003): Einfach intelligent produzieren. Gebrauchsanweisungen für das 21. Jahrhundert. Gero von Randow (Hrsg.) Berliner Taschenbuch Verlag. Berlin

BUCHHOLZ, M.(2002): Energiegewinnung, Wasseraufbereitung und Verwertung von Biomasse in Gewächshaus – Gebäude – Modulen. Dissertation an der Fakultät VII der Architektur, Umwelt und Gesellschaft der TU-Berlin

DREISEITL, H., GRAU, D., LUDWIG, KARL H.C. (2001): Waterscapes. Planen, Bauen und Gestalten mit Wasser. Birkhäuser Basel - Berlin - Boston.

EU WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS (2004): Stellungnahme des Europäischen zu dem Thema „Realitäten und Chancen für angepasste Umwelttechnologien in den Beitrittsländern (NAT/203 – 31. März 2004)

FESTER, TH. ET AL.(2001): Multimedia- Präsentation: Mykorrhiza. Institut für Pflanzenbiochemie der Universität Halle (Saale). Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.

FREISEM, C. (1998): Vorspanische Speicherbecken in den Anden - Eine Komponente der Bewirtschaftung von Einzugsgebieten. Das Beispiel Nepeñatal - Peru. Diplomarbeit am Fachgebiet für Wasserhaushalt- und Kulturtechnik der TU- Berlin

-
- HAGER, J. (1996): Edelkrebse. Biologie, Zucht, Bewirtschaftung. Stuttgart
- Heßler, M., Pult, P., Willmann, B. (2004b): Universität für nachhaltige Entwicklung - Modellstudiengang Ressourcenmanagement. Projektbericht im Studiengang Landschaftsplanung am Fachgebiet für Limnologie der TU- Berlin
- HIESSL, H. & TOUSSAINT, D. (1999): Szenarios für Stadtentwässerungs-Systeme. GAIA 8 (1999) No. 3, S. 176 - 185
- HIESSL, H. *ET AL.* (2003): Alternativen der kommunalen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung AKWA 2100. Schriftenreihe des Fraunhofer- Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI. Physica-Verlag
- JANSEN, TH. (1999): Ortsplanung. Erläuterungsbericht zum Flächennutzungsplan Amt Heiligengrabe
- KLUGE, TH./SCHRAMM, E. (1998): Urbane Wasserkreisläufe, in Ibsen, D./Cichorowski, G./Schramm, E. (Hrsg): Wasserkultur. Beiträge zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung, Berlin, 48- 56, in: Zukunft der Wasserinfrastrukturen 2005 S. 321
- KLUGE, TH./SCHRAMM, E. (1988): Wassernöte. Zur Geschichte des Trinkwassers. Köln
- KOTTE, G. DIPL.-ING. (1999): Orts- und Landschaftsplanung. Landschaftsplan Amt Heiligengrabe / Blumenthal
- KUNZ, P. (1990): Behandlung von Abwasser. 2. Auflage. Vogel Buchverlag. Würzburg
- Lange, J., Otterpohl, R. (1997): Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft. MALLBETON- Verlag. Donaueschingen- Pfohren
- LARSEN, T.A., GUJER, W. (2001): Waste design and source control lead to flexibility in wastewater management, in: Water and Science and Technology, 43(5), 309- 317
- LARSEN, T., LIENERT, J., MAURER, M., GUJER, W. (2005): Ökologische Strukturinnovationen in der Siedlungswasserwirtschaft, in: Die Zukunft der Infrastrukturen, S. 356-357
- LEHMANN, M. (1994): Volkswirtschaftliche Bedeutung der Siedlungswasserwirtschaft, in: Gas, Wasser, Abwasser, 74(6), 442-447
- LOSKE, R. SCHAEFFER, R. (HRSG.) (2005): Die Zukunft der Infrastrukturen. Metropolis Verlag Marburg.
- MAHAL, S. (1999): MEDENBACH M.C. (HRSG.) Erneuerbare Energie in der Landwirtschaft. Jahrbuch 2. Tarmstedter Forum
- MATHIES, S. (1996): Miscanthus`Giganteus` als "Botanische Innovation" Berliner Beiträge Umwelt und Entwicklung. TU- Berlin
-

-
- MAURER *ET AL.* (2003): Nutrients in urine: energetic aspects of removal and recovery in: *Water Science and Technology*, 48(1) 37-46
- MAURER, M. *ET AL.* (IM DRUCK): Decentralised waste-water treatment technologies from a national point of view: At what cost are they competitive? Accepted for publication in the proceedings of the International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance, Crete 8-10 Juli 2005, in: *Zukunft der Infrastrukturen 2005*
- MLVU BRANDENBURG (HRSG.) (2005): Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz. Kommunale Abwasserbeseitigung im Land Brandenburg - Lagebericht
- NÄGEL, L.(1977): Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (Hrsg.) *Aquakultur in der Dritten Welt*. Eschborn
- NEFIODOW, L.-A. (2001): *Der sechste Kondratieff. Wege zur Produktivität und Vollbeschäftigung im Zeitalter der Information*. 5. Auflage Sankt Augustin. Rhein- Sieg- Verlag
- PAULI, G. (1999): *UpCycling - Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur für mehr Arbeitsplätze und eine saubere Umwelt*. Riemann-Verlag
- PINSTRUP- ANDERSEN/PANDYA- LORCH (1998): Food security and sustainable use of natural resources: A 2020 Vision, in: *Ecological Economics*, 26(1),1-10
- POSTEL, S., (1992): *Last Oasis. Facing Water Scarcity*. W.W. Norton und Company. New York
- REIDENBACH, M. *ET AL.* (2002): *Der kommunale Investitionsbedarf in Deutschland*. DiFu- Beiträge zur Stadtforschung 35, Berlin
- RIPL, W. (1995): Der landschaftliche Wirkungsgrad als Maß für die Nachhaltigkeit. In: *Umwelt und Fernerkundung*, 40- 52
- RIPL, W. (1995): Management of Water Cycle and Energy Flow for Ecosystem Control - The Energy-Transport- Reaction (ETR) Model. In: *Ecological Modelling* - 78, 61-76
- RIPL, W., HILDMANN, CH., JANSSEN, TH. (1997): Minimierung der Stoffverluste als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung im Einzugsgebiet der Stör. In: *Zbl. Geol.Paläont. Teil I*, 1995 (10), 993-1011
- RIPL, W., HILDMANN, C., JANSSEN, T. & WOLTER, K.-D. (1997): Systemanalyse und Handlungsstrategien im Umweltschutz. Diskussionspapier zur Abschlussveranstaltung „Systemanalyse und Handlungsstrategien im Umweltschutz“ am 10. Februar 1997 in der Technischen Universität Berlin. Fachgebiet Limnologie – Berlin
- RIPL, W. (2001): *Wasser in der Stadt. - Unsere Städte haben sich zu Krebszellen entwickelt, die den Wasserhaushalt plündern. Haben wir noch eine Chance?* In: *Zukünfte*, 36, 22-25.
-

RIPL & WOLTER (2001): Stoffstrommanagement nach dem Energie-Transport- Reaktions-Modell (ETR-Modell). In: Wasser & Boden, 53/10, 4-9.

RIPL, W. & WOLTER, K.D. (2002B): Ressourcenmanagement. Konzept für einen neuen modularisierten Aufbaustudiengang, Förderantrag an den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie, Fachgebiet Limnologie. Manuskript.

RUDOLPH, K.U. & SCHÄFER, D (2001): BmBF (Hrsg.) Untersuchung zum internationalen Stand und der Entwicklung Alternativer Wassersysteme. Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt.

RÜGEMER, W. (1995): Staatsgeheimnis Abwasser. Zeublon- Verlag. Düsseldorf

Salzwedel, J., Dohmann, M. (1992): Fachliche und rechtliche Begutachtung und daraus abgeleitete Neufassung des Standpunktes der Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg zur Auslegung und Anwendung des §34 WHG. Institut für Siedlungswasserwirtschaft TU-Aachen. Institut für das Recht der Wasserwirtschaft Universität Bonn.

SCHEER, H. (1993): Sonnen - Strategie – Politik ohne Alternative. München

SCHEFFER, F. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage neubearb. und erw. von Hans-Peter Blume. Heidelberg

SCHMELTER, H., BAECK, H. (2004A): Universität für nachhaltige Entwicklung - Modellstudien-gang Ressourcenmanagement. Projektbericht im Studiengang Landschaftsplanung am Fachgebiet für Limnologie TU-Berlin

SIKORA, J. (2002): Vision einer Tätigkeitsgesellschaft - Neue Tätigkeits- und Lebensmodelle im 3. Jahrtausend. Katholisch-Soziales Institut der Erzdiözese Köln

SPD-LANDTAGSFRAKTION BRANDENBURG (HRSG.) (2004): Dokumentation der Veranstaltungsreihe „Kostenentlastungen durch kluge Lösungen“ Sommer 2003. Beiträge v. Berndt, D. Dipl.-Ing., Gemmel, R. MdL, Ripl, W. Prof. Dr..

STORM, P.-C. (2000): Umweltrecht. Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG). Deutscher Taschenbuchverlag

WHO (1989): Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture, Techn. Rep. Ser. nr.778, WHO, Geneva

WILDERER, P.-A. (2001): Integrierte Ver- und Entsorgungssysteme für urbane Gebiete. Abschlussbericht im Auftrag des BmBF am Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wassergüte- und Abfallwirtschaft. Garching

9.1.1 World-Wide-Web (Internet)

AKTIONSPLAN FÜR UMWELTECHNOLOGIE IN DER EUROPÄISCHEN UNION (2004):
http://europa.eu.int/eurlex/lex/LexUriServ/site/de/com/2004/com2004_0250de01.pdf Download am 20.01.2006

BMU, (2006): EU-Badegewässerrichtlinie
http://www.bmu.de/gesundheits_und_umwelt/badegewaesser/doc/2295.php, Download am 20.01.2006

EU-Richtlinie vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalen Abwasser (91/271/EWG) Artikel12 <http://www.bmu.de/gewaesserschutz/doc/5879.php> Download am 20.01.2006

KÖHLER, G. (2006): Wissen ist unser Rohstoff, <http://www.dezent-eG.de>, Download am 23.01.2006

R IPL ET AL. (2001): Ausstellung Aqua vitam donat. http://www.tu-berlin.de/~Limnologie/index_d.htm Download am 15.01.2006

SCHMIDT, M. (2001): <http://www.gebaeudekuehlung.de/>, Download am 25.01.2006

Selle, O. (2002): Die Nutzungsdauer von sanierten Rohrleitungen, Weimar, abrufbar unter:
http://www.fitr.de/site/rohrbau_kongress_2002.php

STORZ, O. (2006): Entwurfsstudio Weidenprinz <http://www.weidenprinz.de>, Download am 19.01.2006

USGS, U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2004): Phosphate Rock - Statistics and Information, abrufbar unter:
http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubscommodity/phosphate_rock/index.html

9.1.2 weitere Quellen

GRUMBACH, D. (2005): Engagierte Gemeinschaften. Geschichte und Gegenwart der Genossenschaftsidee. Deutschlandradio Kultur. Sendung vom 14.12.2005. 19:30Uhr

NDR Fernsehen (2005): Wasser unterm Hammer - Die Privatisierung eines Lebensmittels. Sendung vom 31.05.2005. 23:00 Uhr

9.2 weiterführende Quellen

CMHC Kanada

<http://www.cmhc.com>

DEZENT-eG Genossenschaft zur Entwicklung dezentraler Regionalstrukturen

<http://www.dezent-eG.de>

SAT Systeminstitut Aqua-Terra

<http://www.SAT.de>

Franz Alt

<http://www.sonnenseite.com>

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung

<http://www.isi.fraunhofer.de>

EAWAG

<http://www.eawag.ch>