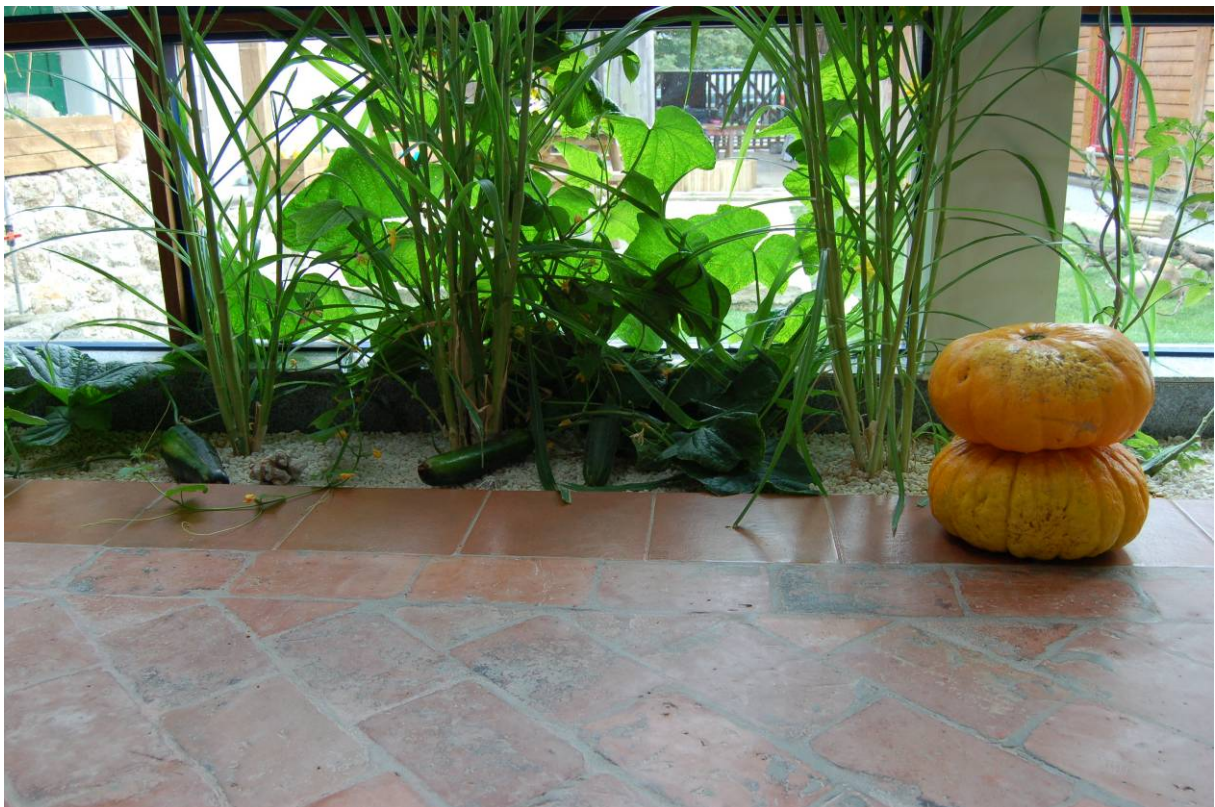




lebensministerium.at

Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft – Praktische Anwendungen (NASPA)

Endbericht





Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft – Praktische Anwendungen

ENDBERICHT

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Juli 2009

PROJEKTTEAM

Projektkoordination:

- EcoSan Club: DI Elke Müllegger

ProjektpartnerInnen:

- AEE INTEC: DI Martin Regelsberger, DI Dr. Barbara Regelsberger, Ing. Christian Platzer
- AWV Umwelttechnik: DI Thomas Pötsch
- BOKU, Institut für Siedlungswasserbau (SIG): Univ. Prof. DI Dr. Raimund Haberl, DI Dr. Norbert Weissenbacher
- EcoSan Club: DI Markus Lechner
- Ökologisches Projekt: Mag^a Gabriele Mitterer Reichmann
- SERI Nachhaltigkeitsforschung und –kommunikations GmbH: Mag^a Lisa Bohunovsky

AUTORINNEN

Konzeptionelle Leitung und redaktionelle Überarbeitung: Elke Müllegger

Kapitel 1: Elke Müllegger

Kapitel 2.1: Norbert Weissenbacher

Kapitel 2.2: Norbert Weissenbacher (2.2.1 und 2.2.2); Martin Regelsberger (2.2.3); Gabriele Mitterer Reichmann (2.2.4 und 2.2.5)

Kapitel 2.3: Norbert Weissenbacher

Kapitel 2.4: Martin Regelsberger, Barbara Regelsberger, Christian Platzer

Kapitel 2.5: Gabriele Mitterer Reichmann, Thomas Pötsch

Kapitel 2.6: Martin Regelsberger, Barbara Regelsberger, Christian Platzer

Kapitel 2.7: Gabriele Mitterer Reichmann

Kapitel 3: Norbert Weissenbacher (3.1); Martin Regelsberger (3.2 und 3.4); Gabriele Mitterer Reichmann, Thomas Pötsch (3.3); Gabriele Mitterer Reichmann (3.5)

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG IN DAS PROJEKT	11
1.1	Motivation und Ausgangslage	11
1.2	Projektziele und Forschungsschwerpunkte	11
1.3	Projektteam	12
2	PROJEKTERGEBNISSE	13
2.1	Begriffsbestimmungen	13
2.2	Objektbeschreibung	14
2.2.1	Christophorus Haus	14
2.2.2	Privathaushalt Oberwindhag	15
2.2.3	Wein- und Wohnressort Markt Hartmannsdorf - Gutshof Pöllau	16
2.2.4	Gemeinde Unterauersbach	17
2.2.5	Gemeinde Langegg Hirtenfeld	18
2.3	In-door Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserreinigung	21
2.3.1	Einleitung und Zielsetzungen	21
2.3.2	Methodik	22
2.3.2.1	Bestandsanalyse	22
2.3.2.2	Erhebung der Anforderungen	22
2.3.2.3	Messprogramm	22
2.3.2.4	Datenauswertung und Darstellung	24
2.3.2.5	Erarbeitung von Empfehlungen	25
2.3.3	Ergebnisse	25
2.3.3.1	Beschreibung der Anlagen	25
2.3.3.2	Anforderungen an Brauchwasser bzw. an gereinigtes Grauwasser	29
2.3.3.3	Qualitative Untersuchungen	31
2.3.3.4	Quantitative Untersuchungen	37
2.3.3.5	Beurteilung der Reinigungsleistung	41
2.3.3.6	Wartung und Betrieb	43
2.3.3.7	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	45
2.3.4	Zusammenfassung	48
2.4	Grauwasserreinigung mit SBR-Anlagen	51
2.4.1	Beschreibung der Anlagen	51
2.4.2	Methodik	55
2.4.3	Ergebnisse	58
2.4.3.1	Wohnanlage Pöllau	58
2.4.3.2	Privathaushalt Lieboch	64
2.4.4	Zusammenfassende Bewertung	67
2.5	Wasser- und Abwasserkonzept für Unterauersbach	68
2.5.1	Methodik	68
2.5.1.1	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen	68
2.5.1.2	Bestandsanalyse der Wassersituation	68
2.5.1.3	Erarbeitung von Varianten	72
2.5.1.4	Auswahl von Varianten	72
2.5.1.5	Umsetzung ausgewählter Projekte	72

2.5.1.6	Akzeptanzanalyse	73
2.5.1.7	Öffentlichkeitsarbeit	73
2.5.2	Ergebnisse	74
2.5.2.1	Bestandsanalyse der Wassersituation	74
2.5.2.2	Aktuelle Situation - Gemeindestruktur	77
2.5.2.3	Derzeitige Abwassersituation	82
2.5.2.4	Schlussfolgerungen der Akzeptanzanalyse	83
2.5.2.5	Ergebnis der Variantengenerierung	85
2.5.2.6	Umsetzung von Maßnahmen - Bewässerung von Energieholz im Kurzumtrieb	90
2.5.3	Zusammenfassung	94
2.6	Schwarzwasserreinigung in Pflanzenkläranlage	94
2.6.1	Beschreibung der Anlage	94
2.6.2	Methodik	95
2.6.3	Ergebnisse	96
2.6.4	Zusammenfassende Bewertung	98
2.7	Betriebskonzept für Klärschlammvererdungsanlage und Sickerwasserreinigung	98
2.7.1	Beschreibung der Anlage	98
2.7.2	Methodik	99
2.7.2.1	Auswertung von Betriebsaufzeichnungen	99
2.7.2.2	Gegenüberstellung unterschiedlicher Varianten	100
2.7.3	Ergebnisse	100
2.7.3.1	Auswertung der Betriebsaufzeichnungen	100
2.7.3.2	Messungen Zulauf Klärschlamm	102
2.7.3.3	Messungen Sickerwasser	102
2.7.3.4	Sickerwasserreinigung	105
2.7.3.5	Erfahrungen im Betrieb	106
2.7.3.6	Gegenüberstellung von Varianten der Handhabung für Klärschlämme aus dezentralen Kläranlagen	106
3	ZUSAMMENFASSENDE EMPFEHLUNGEN	110
3.1	In-door Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserreinigung	110
3.2	Grauwasserreinigung mit SBR-Anlage	111
3.3	Wasser- und Abwasserkonzept für Unterauersbach	111
3.4	Schwarzwasserreinigung in Pflanzenkläranlage	112
3.5	Betriebskonzept für Klärschlammvererdungsanlage und Sickerwasserreinigung	112
4	REFERENZEN	113

GLOSSAR

AFS	Abfiltrierbare Stoffe
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen
Coliforme	Indikatororganismus für mögliche humanpathologische Keime
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DO	Gelöster Sauerstoff
E. Coli	Indikatororganismus für mögliche humanpathologische Keime
EW	Einwohnergleichwert
EWV	Eigene Wasserversorgung
IWM	Integrierte Wassermanagementeinheit
LF	Leitfähigkeit [mS/cm]
KBE 22	Koloniebildende Einheiten bei 22°C [Anzahl/100ml]
KBE 37	Koloniebildende Einheiten bei 37°C [Anzahl/100ml]
KSV	Klärschlammvererdungsanlage
NH ₄ -N	Ammonium Stickstoff [mg/l]
NO ₃ -N	Nitratstickstoff [mg/l]
NO ₂ -N	Nitritstickstoff [mg/l]
ORP	Redoxpotential [mg/l]
ÖWV	Öffentliche Wasserversorgung
RWN	Regenwassernutzung
T	Temperatur [°C]
TA	Teilanschluss
TKN Stickstoff)	Kjeldahl Stickstoff (Summe aus Ammonium Stickstoff und organischem
TN	Gesamtstickstoff
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff
TWV	Trinkwasserverordnung
pH	pH - Wert
P _{ges}	Gesamtphosphor
WG	Wassergenossenschaft

TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Allgemeine Daten zur Klärschlammvererdungsanlage Gemeinde Langegg-Hirtenfeld.</i>	<i>18</i>
<i>Tabelle 2: Allgemeine Daten zur Klärschlammvererdungsanlage der Wassergenossenschaft Wetzelsdorg</i>	<i>19</i>
<i>Tabelle 3: Allgemeine Daten der Klärschlammvererdungsanlage der Abwassergenossenschaft Wollsdorferegg.</i>	<i>20</i>
<i>Tabelle 4: Allgemeine Daten der Klärschlammvererdungsanlage der Abwassergenossenschaft Dornegg Mitte.</i>	<i>20</i>
<i>Tabelle 5: Übersicht über die bei den Untersuchungen analysierten Parametern.</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 6: Überblick über die Termine der Probennahmen mit den entsprechenden Parametersätzen (Christophorushaus).</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 7: Überblick über die Termine der Probennahmen mit den entsprechenden Parametersätzen (Privathaushalt Oberwindhag).</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 8: Eckdaten Christophorushaus.</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 9: Auflistung der Bauchwasser Verwendung im Christophorushaus.</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 10: Übersicht der Trinkwasser Verwendung im Christophorushaus.</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 11: Eckdaten Privathaushalt Oberwindhag.</i>	<i>29</i>
<i>Tabelle 12: Vergleich der Qualitätsanforderungen der hygienischen Beschaffenheit nach Nutzung.</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 13: Charakteristik des Zulaufs zum Grauwasserreinigung im Christophorushaus aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1) und Vergleich mit Literaturangaben.</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 14: Ablaufcharakteristik der Grauwasserreinigung Christophorushaus aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1).</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 15: Stichprobenergebnisse bei Spitzenbelastung nach Abendveranstaltung.</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 16: Zu- und Ablaufwerte der hygienischen Parameter Christophorushaus.</i>	<i>35</i>
<i>Tabelle 17: Charakteristik des im Christophorushaus verwendeten Brauchwassers aus der monatlichen Probenahme (11 Beprobungen) im Vergleich mit dem gereinigten Grauwasser (Klammerwerte).</i>	<i>35</i>
<i>Tabelle 18: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Parameter von Zulauf und Ablauf der Grauwasserreinigung sowie des Brauchwassers im Christophorushaus.</i>	<i>36</i>
<i>Tabelle 19: Charakteristik des Grauwassers Privathaushalt Oberwindhag aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1) und Vergleich mit Literaturangaben.</i>	<i>36</i>
<i>Tabelle 20: Charakteristik des gereinigten Grauwassers Privathaushalt Oberwindhag aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1).</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 21: Zu- und Ablaufwerte der hygienischen Parameter Privathaushalt Oberwindhag.</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 22: Vergleichende Betrachtung der wichtigsten Anlagenkennwerte (berechnet aus Medianwerten).</i>	<i>41</i>
<i>Tabelle 23: Übersicht über die hygienische Eignung der analysierten Stichproben des Ablaufs der Grauwasserreinigungsanlage Christophorushaus (Gesamtprobenanzahl 10).</i>	<i>42</i>
<i>Tabelle 24: Übersicht über die hygienische Eignung der analysierten Stichproben des Ablaufs der Grauwasserreinigungsanlage Privathaushalt Oberwindhag (Gesamtprobenanzahl 4).</i>	<i>43</i>
<i>Tabelle 25: Abschätzung elektrischer Energieverbrauch durch das Brauchwassersystem.</i>	<i>44</i>
<i>Tabelle 26: Monetäre Abschätzung des jährlichen Einsparungspotenzials der Betriebskosten durch die Wiederverwendung von gereinigtem Grauwasser und Regenwasser.</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 27: Kostenschätzung für das Brauchwassersystem des Christophorushaus aus dem Planungskonzept (Angaben gerundet).</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 28: Barwertvergleich und Wasserbedarf des bestehenden Systems mit der Nullvarianten und fiktiven Varianten (Angaben gerundet).</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 29: Übersicht über die Bewertung der Varianten nach den Zielkriterien des Konzeptes der Wassernutzung im Christophorushaus.</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle 30: Probenahmestellen für chemische und bakteriologische Untersuchungen.</i>	<i>56</i>

Tabelle 31: Übersicht über die bei den Untersuchungen analysierten Parameter. _____	56
Tabelle 32: Messstellen zur Erstellung der Wasserbilanz. _____	56
Tabelle 33: Sonstige Messstellen. _____	57
Tabelle 34: Messstellen zur Erstellung der Wasserbilanz. _____	57
Tabelle 35: Probenahme stellen für chemische Untersuchungen. _____	58
Tabelle 36: Wasserverbrauch in Österreich nach Kategorien, in l/(EW.d) und Prozent, unter Angabe der geeignetsten Wasserquelle (T = Trinkwasser, G = Grauwasser, R = Regenwasser, mögliche Varianten in Klammer, in der Reihenfolge ihrer Eignung) _____	59
Tabelle 37: Gegenüberstellung von Wasserverbrauch, Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall in der Wohnanlage und in Österreich, in l/(EW.d) _____	60
Tabelle 38: Grauwasser Zulaufqualität. _____	61
Tabelle 39: Betriebswasserqualität. _____	63
Tabelle 40: Regenwasserqualität _____	63
Tabelle 41: Produktionszahlen in der Periode von 19.4 bis 13.7. 2009. _____	64
Tabelle 42: Grauwasser Zulaufqualität. _____	65
Tabelle 43: Betriebswasserqualität _____	66
Tabelle 44: Jährliche Niederschlagssummen von 3 Messstellen in der Nähe von Unterauersbach (ZAMG) _____	75
Tabelle 45: Grenzwerte für den guten Zustand und Median der Messwerte der Vorfluteruntersuchungen. _____	75
Tabelle 46: Versorgungssituation mit Trinkwasser der Gemeinde Unterauersbach. _____	78
Tabelle 47: Qualitätsanalysen von 7 verschiedenen Brunnen/Quellen _____	79
Tabelle 48: Derzeitiger Wasserverbrauch pro Kopf anhand der bei ausschließlich öffentlicher Nutzung abgerechneten Kubikmeter. _____	80
Tabelle 49: Abschätzung des Wasserverbrauchs aller Haushalte. _____	80
Tabelle 50: Wasserverbrauch bei Nutzung von Regenwasser zur Toilettenspülung. _____	80
Tabelle 51: Darstellung des Alters der sanitären Anlagen. _____	81
Tabelle 52: Brauchwassernutzungsarten. _____	81
Tabelle 53: Dezentrale Variante mit mehreren dezentralen Kläranlagen für Szenario 1. _____	86
Tabelle 54: Zentrale Variante mit wenigen dezentralen Kläranlagen. _____	88
Tabelle 55: Kostenzusammenstellung mit Standardsätzen. _____	89
Tabelle 56: Einsparungspotential bei Regenwassernutzung im gesamten Gemeindegebiet. _____	90
Tabelle 57: Probenahmestellen für chemische und bakteriologische Untersuchungen, Pöllau. _____	95
Tabelle 58: Messstellen zur Erstellung der Wasserbilanz. _____	95
Tabelle 59: „Schwarzwasser“ Zulaufqualität. _____	96
Tabelle 60: Ablauf der Pflanzenkläranlage _____	97
Tabelle 61: Auslegung und Aufbau der Vererdungsbecken laut technischem Bericht. _____	98
Tabelle 62: Klärschlammengen und Anzahl EW aus den Betriebsjahren 2000 bis 2008. _____	100
Tabelle 63: Klärschlammvolumen im Vererdungsbecken bei 3 Anlagen. _____	102
Tabelle 64: CSB und NH ₄ -N im Zulauf zur Klärschlammvererdung. _____	102
Tabelle 65: Zulauf zur Pflanzenkläranlage zur Sickerwasserreinigung. _____	103
Tabelle 66: CSB und NH ₄ -N an 5 Probestellen der Vererdungs-, bzw. Sickerwasserreinigungsanlage an 3 aufeinander folgenden Tagen. _____	103
Tabelle 67: Hygienische Parameter im Zulauf und Ablauf der Pflanzenkläranlage zur Sickerwasserreinigung. _____	105
Tabelle 68: Ergebnisse der Sickerwasserreinigungsanlage aus den Betriebsjahren 2002 bis 2008. _____	106
Tabelle 69: Kostenaufstellung für zentrale Vererdungsanlage _____	107
Tabelle 70: Kostenaufstellung für eigene Vererdung _____	108
Tabelle 71: Kostenaufstellung für Abgabe an kommunale ARA _____	108
Tabelle 72: Kostenaufstellung für Speicherung und Abfuhr an kommunale ARA _____	109
Tabelle 73: Kostenaufstellung für Speicherung und Hygienisierung _____	109

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Das Christophorushaus in Stadl-Paura, Oberösterreich. _____	14
Abbildung 2: Privathaushalt Oberwindhag. _____	15
Abbildung 3: Vulkanlandstöckl, im Hintergrund die Wohnanlage. _____	16
Abbildung 4: Wohnhaus Lieboch. _____	17
Abbildung 5: Wassergenossenschaft Langegg-Hirtenfeld: Situierung der Kläranlagen. _____	19
Abbildung 6: Güllefass zur Entleerung der Vorreinigung. _____	19
Abbildung 7: Anlagenschema Kläranlage Wetzelsdorf. _____	20
Abbildung 8: Anlagenschema Kläranlage Dornegg Mitte. _____	21
Abbildung 9: Messstellen Q1-Q7 zur Erstellung des Wasserbilanz im Christophorushaus. _____	24
Abbildung 10: Schema der Grauwasseraufbereitung, Regenwassersammlung und Brauchwassernutzung im Christophorushaus. _____	26
Abbildung 11: Veranstaltungsraum des Christophorushauses. Die bepflanzten Bodenfilter sind entlang des Wandbogens angeordnet. _____	26
Abbildung 12: Wasserkanal der Regenwassernutzungsanlage. _____	27
Abbildung 13: Einbindung des bepflanzten Bodenfilters in den Wohnbereich des Hauses. _____	29
Abbildung 14: Verlauf der Zulaufcharakteristik innerhalb von zwei Tagen im Normalbetrieb (Parametersatz 3) anhand von Zweistundenmischproben (Beginn um 13:00h). _____	33
Abbildung 15: Verlauf der Ablaufcharakteristik innerhalb von zwei Tagen im Normalbetrieb (Parametersatz 3) anhand von Zweistundenmischproben (Ausreißer eliminiert). _____	34
Abbildung 16: Monatsmittel des täglichen Trinkwasserverbrauchs im Christophorushaus. _____	38
Abbildung 17: Monatsmittel des täglichen gesamten Brauchwasserbedarfs im Christophorushaus (2007/2008). _____	38
Abbildung 18: Monatsmittel des täglichen Regenwasserverbrauchs im Christophorushaus. _____	39
Abbildung 19: Monatsmittel des täglichen Abwasseranfalls im Christophorushaus (2007/2008). _____	39
Abbildung 20: Monatsmittel des täglichen gesamten Wasserverbrauchs (Brauchwasser und Trinkwasser) im Christophorushaus (2007/2008). _____	40
Abbildung 21: Verlauf des tägliche Wasserbedarfs (entspricht dem Anfall von Grauwasser) vom 01.04.2008 bis 30.04.2009 im Privathaushalt Oberwindhag. _____	40
Abbildung 22: SBR Grauwasserrecyclinganlage. _____	52
Abbildung 23: Wassersystem der Wohnanlage Pöllau _____	53
Abbildung 24: Grauwasserreinigungsanlage. _____ Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 25: Wassersystem des Privathaushalts Lieboch _____	55
Abbildung 26: Verrohrung der Grauwasserreinigungsanlage Lieboch. Das oberste Rohr DN 110 mm ist das Zulaufrohr. Der Düker und die Probenentnahme sind gut zu sehen. _____	58
Abbildung 27: Wasserverbrauch der Wohnanlage nach ausgewählten Kategorien – Gesamtverbrauch 107 l/(EW.d) _____	59
Abbildung 28: CSB des Grauwassers, Zu- und Ablauf. _____	62
Abbildung 29: Gesamtstickstoff im Grauwasser, Zu- und Ablauf. _____	62
Abbildung 30: Grauwasserwärmetauscher. _____	64
Abbildung 31: CSB des Grauwassers, Zu- und Ablauf. _____	66
Abbildung 32: Gesamtstickstoff im Grauwasser, Zu- und Ablauf. _____	67
Abbildung 33: Gesamtphosphor im Grauwasser, Zu- und Ablauf. _____	67
Abbildung 34: Messwehr am Auersbach. _____	69
Abbildung 35: Probestellen für biologische Gewässergüte, chemisch-physikalische und mikrobiologische Parameter. _____	70
Abbildung 36: Bürgerinformation im Gemeindeamt. _____	73
Abbildung 37: Blick über die Felder Unterauersbach _____	74
Abbildung 38: Struktureicher Abschnitt des Auersbachs. _____	76

Abbildung 39: Gewässerabschnitt ohne Gehölzstreifen des Auersbachs.	76
Abbildung 40: Gärtnereibetrieb.	77
Abbildung 41: Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung, des Wasserbedarfs und der Niederschlagshöhen.	79
Abbildung 42: Abwasserentsorgungssituation in Unterauersbach	82
Abbildung 43: Szenario 0 – Ist Zustand.	85
Abbildung 44: Szenario 1 - Dezentrale biologische Abwasserreinigung.	86
Abbildung 45: Szenario 2 - Biologische Teilreinigung mit Energieholzproduktion.	87
Abbildung 46: Szenario 3 - Zentrale Ableitung zur ARA Bierbaum.	88
Abbildung 47: Energiewald in Glatzental, Lage des Grundstücks in der geologischen Karte.	91
Abbildung 48: Lage der Schürfe.	92
Abbildung 49 und 50: Aushub für ein Folienbecken und Errichtung der Ableitung.	93
Abbildung 51 und 52: Pflanzung von Weiden und Pappeln.	93
Abbildung 53: CSB des „Schwarzwassers“, Zu- und Ablauf	96
Abbildung 54: Ammonium im „Schwarzwasser“, Zu- und Ablauf	97
Abbildung 55: Klärschlammengen der Anlage Langegg Hirtenfeld im Zeitraum 2000 bis 2008.	101
Abbildung 56: CSB im Ablauf Vererdungsbecken, Pufferschacht, Intervallbeschickungsschacht und Ablauf Sickerwasserreinigung.	104
Abbildung 57: NH ₄ -N im Ablauf Vererdungsbecken, Pufferschacht, Intervallbeschickungsschacht und Ablauf Sickerwasserreinigung.	105

1 EINFÜHRUNG IN DAS PROJEKT

1.1 Motivation und Ausgangslage

Vor allem für ländliche Streusiedlungen ist die zentrale Abwasserbehandlung, wie sie in Ballungszentren üblich ist, nicht zwangsweise die ökologisch und ökonomisch günstigste Variante. Im Hinblick auf eine verantwortungsvolle Nutzung und Schonung unserer natürlichen Ressourcen wurde auch die Notwendigkeit zur Förderung nachhaltiger Systeme in der Siedlungswasserwirtschaft erkannt. Jedoch gibt es in Österreich nur wenige Projekte die auf eine Teilstofftrennung beruhen, somit nur wenig Erfahrung aus der Praxis und einen Mangel an Daten um nachhaltige Systeme bewerten zu können.

Mit dem Projekt SUS-SAN (Nachhaltige Strategien der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum) wurde eine theoretische Grundlage gelegt, um neue Wege aufzuzeigen. Der Endbericht (August 2005) des Projekts wirft jedoch neue Fragestellungen und Forschungsbedarf auf. Die im Projekt NASPA (Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft, Praktische Anwendungen) formulierten Ziele beruhen auf folgende Empfehlungen des SUS-SAN Projekts (Starkl, M. et al., 2005):

- Die Option der Trennung in Schwarz- und Grauwasser sowie des Feststoffspeichers sollte zukünftig im Rahmen von Variantenuntersuchungen berücksichtigt werden (wobei zuerst Pilotprojekte notwendig sind).
- Erhöhung der Transparenz der Planung und frühzeitige Einbindung der direkt Betroffenen in den Planungsprozess.
- Empfohlen werden auch im Einzelfall die Verwendung von Trenntoiletten und Komposttoiletten, sowie die Entwicklung von optimalen Betriebsformen für kleinräumige dezentrale Konzepte.

Im Auftrag des BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) wurden diese Empfehlungen in der gegenständlichen Studie aufgegriffen und bearbeitet. An fünf Objekten - zwei steirische Gemeinden (Unterauersbach und Langegg-Hirtenfeld), das Wein- und Wohnressort Markt Hartmannsdorf – Gutshof Pöllau (Nähe Gleisdorf), dem Christophorus Haus (Bürogebäude) in Stadl-Paura sowie einem Privathaushalt (Oberwindhag, Waldviertel) – wurden neue und sinnvolle Wege einer nachhaltigen Siedlungswasserwirtschaft unter praktischen Bedingungen untersucht und darauf basierend Empfehlungen ausgearbeitet.

1.2 Projektziele und Forschungsschwerpunkte

Das übergeordnete Ziel des Projekts ist es, einen Beitrag zur Umsetzung von Konzepten der nachhaltigen bzw. kreislauforientierten Siedlungswasserwirtschaft zu leisten. Auch der gewählte Titel des Projekts „Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft – Praktische Anwendungen“ weist auf die praktische Ausrichtung des Projekts hin.

Das generelle Projektziel soll durch folgende durchgeführten Maßnahmen erreicht werden:

- Analyse des derzeitigen Wassermanagements und Darstellung des Potentials von Wassersparmaßnahmen.
- Optimierung von Grauwasser- und Schwarzwasserreinigungsanlagen.
- Erarbeitung von optimierten Richtlinien und Betriebskonzepten für Brauchwasser- und Klärschlammvererdungsanlagen.
- Bewusstseinsbildung und Verbreitung von nachhaltiger Siedlungswasserwirtschaft durch eine breite Beteiligung der Bevölkerung.

Dabei wurden den fünf Forschungsobjekten unterschiedliche Schwerpunkte zugeordnet, das sich kurz zusammengefasst wie folgt darstellt:

Gemeinde Unterauersbach:

- Umsetzung eines Wasser- bzw. Abwasserkonzepts und Versuchsflächen zur Energieholzgewinnung durch Bewässerung mit mechanisch vorgereinigtem und biologisch gereinigtem Abwasser.
- Begleitung dieses Prozesses.

Gemeinde Langeegg-Hirtenfeld:

- Auswertung von langjährigen Betriebsdaten einer Klärschlammvererdungsanlage.
- Entwurf eines optimierten Betriebssystems.
- Daten zur Dimensionierung von bepflanzten Bodenfiltern zur Sickerwasserreinigung von Klärschlammvererdungsanlagen.

Wein- und Wohnressort Markt Hartmannsdorf – Gutshof Pöllau:

- Mess- und Analyseprogramm für dezentrale Abwasserreinigung (Grauwasserreinigung durch SBR-Anlage und Verwertung, Schwarzwasserreinigung mit einer Pflanzenkläranlage).
- Erhebung des tatsächlichen Einsparungspotenzials von Trinkwasser.
- Daten zu Menge und Qualität des verfügbaren Brauchwassers.
- Daten zur Dimensionierung von bepflanzten Bodenfiltern zur Schwarzwasserreinigung.
- Daten zur Dimensionierung von Grauwasseranlagen.

Christophorus Haus, Stadl-Paura:

- Untersuchung der „In-door“ Grauwasseranlage.
- Auswertung von Wassersparmaßnahmen.
- Daten zu Menge und Qualität des verfügbaren Brauchwassers.
- Darstellung der Möglichkeiten bei der Nutzung von Brauchwasser.
- Daten zur Dimensionierung von Grauwasseranlagen.

Privathaushalt Lechner, Oberwindhag:

- Untersuchung der „In-door“ Grauwasseranlage.
- Auswertung von Menge und Reinigungsleistung.
- Datenerhebung zum Einsparungspotential von Trinkwasser.
- Darstellung der Möglichkeiten bei der Nutzung von Brauchwasser.
- Daten zur Dimensionierung von Grauwasseranlagen.

1.3 Projektteam

Das Projektteam setzt sich aus sechs Partnerorganisationen zusammen, die in unterschiedlicher Intensität während der Projektlaufzeit (Februar 2007 – Juli 2009) zusammengearbeitet haben.

Projektkoordination:

EcoSan Club: DI Elke Müllegger

Projektpartner:

AEE Intec: DI Martin Regelsberger, DI Dr. Barbara Regelsberger, Ing. Christian Platzer

AWV Umwelttechnik: DI Thomas Pötsch

BOKU, Institut für Siedlungswasserbau (SIG): Univ. Prof. DI Dr. Raimund Haberl, DI Dr. Norbert Weissenbacher

EcoSan Club: DI Markus Lechner

Ökologisches Projekt: Mag^a Gabriele Mitterer Reichmann

SERI Nachhaltigkeitsforschung und –kommunikations GmbH: Mag^a Lisa Bohunovsky

Den einzelnen PartnerInnen sind die im Folgenden dargestellten Arbeitsschwerpunkte zugeordnet. Die einzelnen Kapitel dieses Berichts wurden den Zuständigkeiten entsprechend verfasst.

DI Elke Müllegger	Projektkoordination.
DI Martin Regelsberger Ing. Christian Platzer	Wein- und Wohnressort Markt Hartmannsdorf: Mess- und Analyseprogramm.
DI Dr. Barbara Regelsberger	Wein- und Wohnressort Markt Hartmannsdorf: Mikrobiologische Untersuchungen.
DI Thomas Pötsch	Unterauersbach: Planung eines dezentralen Abwasserkonzeptes; Versuchsflächen zur Energieholzgewinnung.
Univ. Prof. DI Dr. Raimund Haberl	Wissenschaftliche Begleitung.
DI Dr. Norbert Weissenbacher	Christophorus Haus und Privathaushalt Lechner: Mess- und Analyseprogramm.
DI Markus Lechner	Privathaushalt Lechner: Mess- und Analyseprogramm.
Mag ^a Gabriele Mitterer Reichmann	Unterauersbach: Versuchsflächen Energieholzgewinnung. Gemeinde Langegg-Hirtenfeld: Klärschlammvererdungsanlage.
Mag ^a Lisa Bohunovsky	Akzeptanzanalyse.

2 PROJEKTERGEBNISSE

2.1 Begriffsbestimmungen

Grauwasser: Abwasser, das bei häuslicher Verwendung des Trinkwassers entstanden ist, z.B. Wasser aus Dusch- oder Waschmaschinenabläufen, jedoch ohne Abwasser aus dem WC (ÖVGW Richtlinie W 86).

Brauchwasser: Wasser für den Gebrauch in Gebäuden, für den nicht zwingend Trinkwasser notwendig ist (FBR 2005). (Synonyme: Nutzwasser, Betriebswasser).

Betriebswasser: (Synonyme: Nutzwasser, Brauchwasser) Gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken dienendes Wasser mit unterschiedlichen Güteeigenschaften (DIN 4046).

Nutzwasser: Wasser, dessen Eignung als Trinkwasser nicht nachgewiesen ist (ON B2530-1) (Synonyme: Betriebswasser, Brauchwasser); Wasser für den menschlichen Gebrauch, das nicht aus einer Trinkwasserversorgungsanlage geliefert wird bzw. dessen Eignung als Trinkwasser nicht nachgewiesen ist (ÖVGW Richtlinie W 86).

Regenwasser: abfließender Regen; Regen: Niederschlag einschließlich Schmelzwasser (ON B 2500).

Dachablaufwasser: Dachablaufwasser besteht aus Niederschlag (Regenwasser, Schmelzwasser) und den auf den Dächern vorhandenen abschwemmbareren Depositionen. Dachablaufwasser ist somit qualitativ keinesfalls mit Regenwasser gleichzusetzen (ÖVGW Richtlinie W 86).

Die Begriffe ‚Brauchwasser‘ und ‚Nutzwasser‘ werden in den folgenden Kapiteln gleichbedeutend verwendet.

2.2 Objektbeschreibung

2.2.1 Christophorus Haus

Das Christophorushaus ist ein Verwaltungs- und Betriebsgebäude mit Geschäftsflächen, Werkstätte, Lager und Autowaschanlage in Stadl-Paura, Oberösterreich (Abbildung 1). Das Haus ist als Passivhaus nach ökologischen Gesichtspunkten konzipiert. Bauherr und Betreiberin ist die MIVA-BBM (www.miva.at). Das Gebäude wurde im Oktober 2003 fertig gestellt. Die Generalplanung wurde von den ArchitektInnen Böhm und Frohnwieser durchgeführt. Für die Planung Energie und Wärme zeichnet die AEE Intec verantwortlich. Der Bereich Trinkwasser - Brauchwasser wurde von ESC Consulting OEG geplant. Die nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser ist für den / die BetreiberIn ein wichtiger Teil im Gesamtkonzept des Gebäudes. Weiters wurde das Wasser im Gebäude als Gestaltungselement in die Architektur eingegliedert. Das Projekt Christophorushaus wurde mit einer Reihe von Auszeichnungen prämiert (Österreichischer Solarpreis 2004; OÖ. Landespreis für Umwelt und Natur 2004; Energy Globe Oberösterreich / Sonderpreis 2004; Best EU-Life-Environment Project 2005; R.I.O. Innovationspreis Aachen / Anerkennung 2006) und stellt ein Vorzeigeobjekt für nachhaltiges Bauen bei Gewerbeobjekten in Österreich dar.



Abbildung 1: Das Christophorushaus in Stadl-Paura, Oberösterreich.

Das Christophorushaus ist Arbeitsplatz für neun vollbeschäftigte und fünf teilzeitbeschäftigte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer Gesamtnutzfläche von ca. 2000 m². Das Haus dient auch als Veranstaltungsort.

Als übergeordnetes Ziel des Konzeptes Wassernutzung im Christophorushaus wurden das Prinzip der geschlossenen Stoffkreisläufe und ein damit einhergehender Schutz, vor allem der Ressource Wasser, gesehen. Dabei waren Einsparungen an qualitativ hochwertigem Trinkwasser sowie an Energie und eine Entlastung der Kläranlage als Ziele definiert. Geringere Investitions- bzw. Betriebskosten wurden dabei als Teilaspekte gesehen. Das Raumklima sollte in Hinblick auf die Austrocknung der Raumluft in den Wintermonaten durch den Einsatz von zwei im Gebäude integrierte, bepflanzte Bodenfilter verbessert werden.

Durch die kombinierte Nutzung von Regenwasser und gereinigtem Grauwasser für Brauchwasserzwecke und den Einsatz wassersparender Sanitäreinrichtungen wurde die Senkung des Trinkwasserverbrauchs angestrebt. Das Grauwasser der Anlage stammt aus den Handwaschbecken der Sanitärräume und der Küche, die besonders bei Veranstaltungen genutzt wird. Das getrennt abgeleitete Grauwasser wird mittels eines bepflanzten Bodenfilters (Pflanzenkläranlage) biologisch gereinigt, mit dem gesammelten Regenwasser gemischt und steht für die Wiedernutzung als Brauchwasser zur Verfügung. Besonders ist, dass das anfallende Grauwasser im Inneren des Gebäudes aufbereitet wird. Das Brauchwasser wird für die Spülungen der Toiletten, die Versorgung der Autowaschanlage und die Gartenbewässerung eingesetzt. Abwässer aus den Toiletten werden der öffentlichen Kanalisation zugeführt.

2.2.2 Privathaushalt Oberwindhag

Beim untersuchten Privathaushalt handelt es sich um ein revitalisiertes Bauernhaus im nördlichen Waldviertel in der Nähe von Weitra (Abbildung 2). Die Revitalisierung des Objektes wurde im Juni 2003 fertig gestellt. Es dient seitdem als ständiger Wohnsitz und Praxis mit einer Gesamtnutzfläche von 400 m². Sämtliche Einrichtungen wurden in Eigenregie geplant.



Abbildung 2: Privathaushalt Oberwindhag.

Da der Ortsteil Oberwindhag nicht über einen Anschluss an eine öffentliche Wasserversorgung und Kanalisation verfügt, erfolgen die Wasserversorgung und die Abwasserbeseitigung dezentral. Das Wohnhaus verfügt über einen eigenen Brunnen zur Trinkwasserversorgung. Aus beruflichem Hobby und der Notwendigkeit einer eigenen Abwasserentsorgung und aufgrund der fehlenden öffentlichen Kanalisation wurde eine Grauwasserbehandlung als Teil der Abwasserentsorgung vorgesehen.

Die Sanitäranlagen bestehen aus einer Trockentoilette mit Urinnutzung und Kompostierung sowie einer Erfassung des Grauwassers aus Bad (Duschen und Badewanne), Waschmaschine und Küche. Dieses wird mit einem bepflanzten Bodenfilter (Pflanzenkläranlage) im Haus gereinigt und im Garten für die Verwendung als Bewässerungswasser in der vorhandenen Senkgrube gespeichert.

2.2.3 Wein- und Wohnressort Markt Hartmannsdorf - Gutshof Pöllau

Die Grauwasseranlage und die weiter unten beschriebene Pflanzenkläranlage sind Teil einer Wohnanlage, die im folgenden beschrieben ist, da sie ein Gesamtsystem umweltrelevanter Maßnahmen darstellt, in die sich das Wasserkonzept eingliedert.

Die Wohnanlage (Abbildung 3) umfasst auf insgesamt etwas mehr als 11.000 m² drei Gebäude, den renovierten Gutshof, einen neu errichteten Zubau und ein liebevoll restauriertes Kellerstöckel. In den Gebäuden wurden insgesamt acht Mietwohnungen, mehrere Büroräume und ein Veranstaltungssaal untergebracht. Die Wohnungen haben zwischen 45 und 106 m² Wohnfläche.



Abbildung 3: Vulkanlandstöckl, im Hintergrund die Wohnanlage.

Über Sonne und Biomasse wird das Anwesen zu 100% mit erneuerbarer Wärme versorgt. Das gesamte Anwesen, Neubau und sanierter Altbestand, ist hochwertig wärmedämmend. Dabei ist es gelungen, den klassischen Charakter des Gutshofes trotz umfassend wärmetechnischer Sanierung architektonisch unverändert zu bewahren. Dem Bauherrn lag hierbei vor allem die Verwendung authentischer Baustoffe am Herzen.

Besonderes Augenmerk wurde auch auf das Wasserkonzept gelegt. Ein Anschluss an den öffentlichen Kanal war nicht möglich. Für die Abwasserreinigung war daher schon von vornherein eine hauseigene Pflanzenkläranlage vorgesehen. Um dem ökologischen Gesamtkonzept gerecht zu werden, wurde getrachtet, auch mit Wasser möglichst sparsam umzugehen. Das in der Wohnanlage anfallende Grauwasser (Abwasser aus den Duschen und Handwaschbecken, ohne Toilette) wird getrennt von den Fäkalabwässern gesammelt, in einer eigenen Grauwasseranlage zu Betriebswasser aufbereitet und für das Spülen der Toiletten genutzt. Zusätzlich wird Regenwasser gesammelt. Dazu wurden zwei Zisternen mit einem Gesamtnutzhalt von 42.000 Liter installiert. Dieses Volumen beinhaltet auch den Löschwasserbedarf, der stets als Restwassermenge in den Zisternen bleibt. Das Regenwasser wird primär für den Betrieb von zwei Gemeinschaftswaschmaschinen und zur Bewässerung der Außenanlagen genutzt. Diese Maßnahmen erlauben es, den Trinkwasserbedarf und den Abwasseranfall auf ca. die Hälfte des sonst üblichen Volumens zu senken.

Die Verwendung von weichem Regenwasser für die Wäsche spart Enthärter und somit Waschmittel. Die Beschränkung auf zwei Waschmaschinen für acht Wohnungen erlaubte die Wahl hochwertiger, wassersparender Geräte, die solar erwärmtes Wasser aufnehmen können, was wiederum den Stromverbrauch senkt.

Eine interessante Neuheit ist die Wärmerückgewinnung aus dem Bad- und Duschabwasser. Das ohnehin getrennt gesammelte Grauwasser wird über einen eigens konstruierten Abwasserwärmetauscher geleitet. Das Badewasser erreicht den Wärmetauscher mit einer

Temperatur bis zu über 30°C. Die aus dem Dusch- und Badewasser mitgeführte Wärme wird zurückgewonnen, womit viel Energie gespart werden kann.

Das Energie- und Wasserkonzept wurde von der AEE Intec aus Gleisdorf entwickelt. Im selben Zeitraum wurde ein Privathaushalt in Lieboch mit einem ähnlichen Konzept fertiggestellt. Die AEE Intec hat diese Anlage ebenfalls untersucht und die Daten NASPA zur Verfügung gestellt.

Privathaushalt Blümel, Lieboch

Im Wohnhaus (Abbildung 4) leben insgesamt 4 Personen. Mit zwei Erwachsenen und zwei Kindern im Schulalter spiegelt die Auslastung eine typische österreichische Familie wider.



Abbildung 4: Wohnhaus Lieboch.

Das Einfamilienhaus wurde in Holzriegelkonstruktion ausgeführt und hochwertig wärme gedämmt (Zellulosedämmung). Der Heizwärmebedarf des Objektes konnte damit im „bewohnten“ Zustand auf 25 kWh/(m².a) gesenkt werden. Die Wohnnutzfläche beträgt 150 m².

Die Heizung erfolgt über einen Fernwärmeanschluss und eine Solaranlage mit Heizungseinbindung. Maßgebend zum geringen Heizwärmebedarf trägt die installierte Wohnraumkomfortlüftung mit Wärmerückgewinnung bei. Insgesamt wird ein Wärmerückgewinnungsgrad von 85% erzielt.

Die Zuluft wird über einen Sole-Erdreichwärmetauscher angesaugt. In den Wintermonaten wird über den Wärmetauscher eine Vorwärmung und in den Sommermonaten eine Kühlung der angesaugten Frischluft erreicht.

2.2.4 Gemeinde Unterauersbach

Die steirische Gemeinde Unterauersbach liegt 55 km südöstlich von Graz zwischen Mur und Raab. Die Orte Ober- und Unterauersbach werden vom Auersbach durchflossen. In einem kleinen Seitengraben liegt der Ortsteil Glatzental der vom Glatzentaler Bach durchquert wird. Die Gemeinde hat 518 EinwohnerInnen. Die Fläche des Gemeindegebietes beträgt 7,89 km² und liegt auf einer mittleren Höhe von 330 m ü. A.

Bereits seit den 80er Jahren sind einzelne Anlagen zu Brauchwassernutzung und selbst gebaute Pflanzenkläranlagen in der Gemeinde in Betrieb. Der Vorschlag des Wasserwirtschaftlichen Planungsorgans die Abwässer zu einer zentralen Kläranlage in die Gemeinde Bierbaum anzuleiten führte zu einer Polarisierung in der Bevölkerung.

Nach Gründung der Abwassergenossenschaft GLAUBA welche dezentrale und nachhaltige Systeme favorisiert, wurde einerseits diese Polarisierung noch verstärkt, andererseits aber

ein Diskussionsprozess eingeleitet welcher eine genauere Betrachtung der Wasser- und Abwassersituation der Gemeinde zur Folge hatte.

Auf Basis eines einstimmigen Gemeinderatsbeschlusses sollten kreislauforientierte, nachhaltige Systeme für das Gemeindegebiet von Unterauersbach untersucht werden.

Dazu sollte der Blickwinkel auf sämtliche mit Wasser zusammenhängende Aspekte ausgeweitet werden und zuerst ein Überblick über die Wasservorkommen und Nutzung sowie die Oberflächengewässer in der Gemeinde erstellt werden. Daraus folgend sollten Maßnahmen entwickelt werden, deren Ziel es ist, den Umgang mit Wasser und Abwasser so zu gestalten, dass er für den Gemeindehaushalt möglichst umweltverträglich als auch kostengünstig ist.

Darüber hinaus sollten spezielle Fragestellungen wie z.B. hygienische Risiken der Brauchwassernutzung erforscht werden. Zu diesem Themenbereich hat sich im Projektverlauf als Untersuchungsschwerpunkt die Fragestellung der Bewässerung von Energieholz mit Abwasser ergeben.

2.2.5 Gemeinde Langegg Hirtenfeld

Klärschlammvererdungsanlage Langegg Hirtenfeld

Der Ortsteil Hirtenfeld der Gemeinde Langegg wird durch 11 Pflanzenkläranlagen in Ausbaugrößen von 4 bis 40 EW entsorgt (Tabelle 1; Abbildung 5). Die Errichtung der Kläranlagen erfolgte durch die Wassergenossenschaft Hirtenfeld im Jahr 2000. Weiters werden im restlichen Gemeindegebiet von Langegg mehrere private Pflanzenkläranlagen betrieben. Um den in diesen Kläranlagen anfallenden Primärschlamm weiterbehandeln zu können, hat die Wassergenossenschaft Langegg eine zentrale Klärschlammvererdungsanlage (KSV) errichtet. Der Transport von den Dreikammergruben zu der KSV erfolgt mittels Güllefass (Abbildung 6). Die Vererdungsanlage ist seit dem Jahr 2000 in Betrieb. Mittlerweile haben 20 private Kläranlagenbetreibende, die nicht Mitglied der Genossenschaft sind, mit der Gemeinde eine Vereinbarung für die Abgabe des Klärschlammes abgeschlossen.

Tabelle 1: Allgemeine Daten zur Klärschlammvererdungsanlage Gemeinde Langegg-Hirtenfeld.

Anlagenbezeichnung	Wassergenossenschaft Hirtenfeld
Einwohnerwerte:	240 EW (11 Anlagen)
In Betrieb seit:	August 1999
Vorreinigung:	Dreikammergruben
Intervallbeschickung:	Rohrventile (energieelos)
Pflanzenbecken:	11 vertikal beschickte Pflanzenbecken
Fläche:	1200 m ²
Ableitung des biologisch gereinigten Abwassers:	Vorfluter: Goggitschbach
Klärschlamm	Vererdung in zentraler Vererdungsanlage, 2 Vererdungsbecken

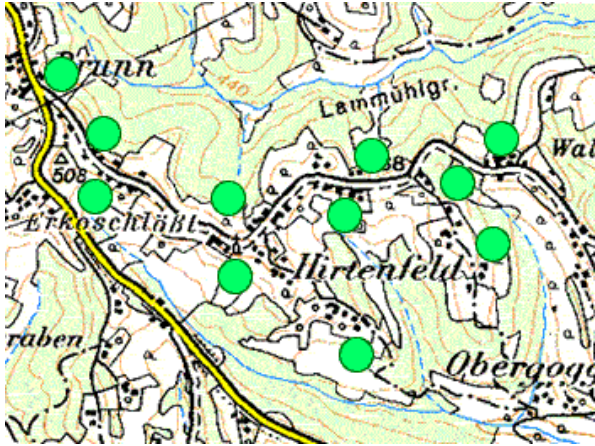


Abbildung 5: Wassergenossenschaft Langegg-Hirtenfeld: Situierung der Kläranlagen.

Abbildung 6: Güllefass zur Entleerung der Vorreinigung.

Zur Auswertung von Betriebsdaten wurden neben den Daten der Gemeinde Langegg Hirtenfeld auch Daten der Klärschlammvererdungsanlagen der Abwassergenossenschaft Dornegg-Mitte, der Abwassergenossenschaft Wollsdorfereg, der Wassergenossenschaft (WG) Wetzelsdorf und der Wassergenossenschaft Edelsbach herangezogen.

Zentrale Klärschlammvererdungsanlage Wassergenossenschaft Wetzelsdorf

Tabelle 2 fasst die wichtigsten Daten der zentralen Klärschlammvererdungsanlage der Wassergenossenschaft Wetzelsdorf zusammen. Abbildung 7 visualisiert das Anlagenschema der Kläranlage Wetzelsdorf.

Tabelle 2: Allgemeine Daten zur Klärschlammvererdungsanlage der Wassergenossenschaft Wetzelsdorf

Anlagenbezeichnung	Wassergenossenschaft Wetzelsdorf
Einwohnerwerte:	500 EW
In Betrieb seit:	November 2002
Vorreinigung:	SBR - Belebungsanlage
Intervallbeschickung:	2 Fäkalientauchpumpen
Pflanzenbecken:	4 vertikal beschickte Parallelbecken
Fläche:	360 m ²
Ableitung des biologisch gereinigten Abwassers:	Vorfluter: Teiplbach
Klärschlamm	Vererdung in 2 Vererdungsbecken



Abbildung 7: Anlagenschema Kläranlage Wetzelsdorf.

Klärschlammvererdungsanlage Abwassergenossenschaft Wollsdorferegg

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Klärschlammvererdungsanlage der Abwassergenossenschaft Wollsdorferegg.

Tabelle 3: Allgemeine Daten der Klärschlammvererdungsanlage der Abwassergenossenschaft Wollsdorferegg.

Anlagenbezeichnung	Abwassergenossenschaft Wollsdorferegg
Einwohnerwerte:	180 EW
In Betrieb seit:	1999
Vorreinigung:	SBR Belebungsanlage
Intervallbeschickung:	Rohrventile (energielos)
Pflanzenbecken:	2 vertikal beschickte Parallelbecken
Fläche:	140 m ²
Ableitung des biologisch gereinigten Abwassers:	Ufernahe Verrieselung in den Grabetzgraben
Klärschlamm	2 Vererdungsbecken

Klärschlammvererdungsanlage Abwassergenossenschaft Dornegg Mitte

Tabelle 4 beschreibt die Klärschlammvererdungsanlage der Abwassergenossenschaft Dornegg Mitte und Abbildung 8 zeigt das Anlagenschema der Kläranlage in Dornegg Mitte.

Tabelle 4: Allgemeine Daten der Klärschlammvererdungsanlage der Abwassergenossenschaft Dornegg Mitte.

Anlagenbezeichnung	Abwassergenossenschaft Dornegg - Mitte
Einwohnerwerte:	80 EW
In Betrieb seit:	1999
Vorreinigung:	Dreikammerfaulanlage
Intervallbeschickung:	Rohrventile (energieelos)
Pflanzenbecken:	4 vertikal beschickte Parallelbecken 1 horizontal beschicktes Becken
Fläche:	465 m ²
Ableitung des biologisch gereinigten Abwassers:	Vorfluter: Dorneggbach
Klärschlamm	1 Vererdungsbecken

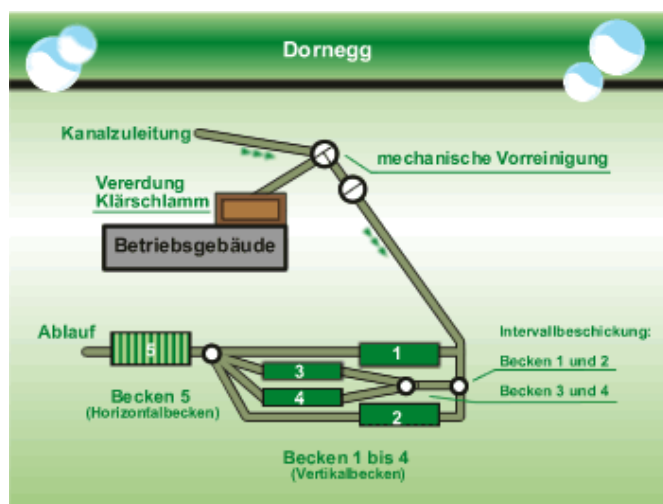


Abbildung 8: Anlagenschema Kläranlage Dornegg Mitte.

2.3 In-door Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserreinigung

2.3.1 Einleitung und Zielsetzungen

Die Nutzung von Grauwasser als Quelle für Brauchwasser steht in Österreich erst ganz am Anfang. Nichtsdesto trotz gibt es bereits eine Anzahl von Objekten, die über Mehrjährige Erfahrung mit solchen Systemen verfügen. Für die Nutzung sollte wieder verwendetes Grauwasser folgenden Kriterien entsprechen (Nolde, 1999):

- Hygienische Sicherheit
- Ästhetik
- Umweltverträglichkeit
- Wirtschaftlichkeit

Grauwasser ist geringer mit Nährstoffen belastet als kommunales Abwasser und auch die für die biologischen Abbauprozesse wichtigen Nährstoffverhältnisse sind anders. Generell ist die Zusammensetzung der Grauwassers von den einbezogenen Anfallstellen im Gebäude abhängig. Küchenabwässer weisen eine für biologische Prozesse günstigere Zusammensetzung auf als z.B. Grauwasser von Duschen und Handwaschbecken (Li et al., 2009). Grauwasser hat zwar im Vergleich mit herkömmlichem Abwasser eine geringere hygienische Belastung (Li et al., 2009), eine Aufbereitung ist für die sichere Anwendung als Brauchwasser aber jedenfalls erforderlich (fbr, 2005).

Die Auswahl des Behandlungsverfahrens richtet sich nach der Erreichung der Eignung zur Reduzierung der suspendierten Inhaltstoffe, der organischen Belastung und der Mikroorganismen, die eine mögliche gesundheitliche Beeinträchtigung hervorrufen könnten. Dabei sind noch der Energieverbrauch und der Wartungsaufwand zu berücksichtigen.

Bepflanzte Bodenfilter sind Stand der Technik im Bereich der dezentralen Abwasserreinigung und auch für die Behandlung von Grauwasser geeignet. Die Anwendung, der auch als Pflanzenkläranlagen bekannten Systeme, wird allgemein als die umweltfreundlichste und kosteneffektivste Behandlungsmethode für Grauwasser angesehen. Aus verschiedenen Untersuchungen zeigt sich, dass diese Systeme gut für die Verringerung von suspendierten Stoffen und der organischen Belastung eingesetzt werden können. Die Elimination der mikrobiologischen Belastung ist für eine aus gesundheitlicher Sicht unbedenkliche Nutzung jedoch nicht ausreichend und eine Desinfektion des Ablaufs wird daher in den meisten Fällen notwendig sein (Li et al., 2009).

Wird ein Einsatz innerhalb von Gebäuden angestrebt, so können solche Anlagen auch als architektonische Gestaltungselemente eingebunden werden. Ziel der vorliegenden Untersuchung der beiden so genannten ‚In-door‘ – Anlagen im Christophorushaus und im Privathaushalt Oberwindhag war es, die Funktionsweise im Praxisbetrieb zu untersuchen. Hierzu zählen nicht nur die Feststellung der Erreichung qualitativer Anforderungen sondern auch die Auswertung von Erfahrungen aus Betrieb und Wartung zur Identifizierung von Verbesserungspotenzial sowie die Analyse des tatsächlichen Einsparungspotentials für Wasser, Energie und Kosten.

2.3.2 Methodik

2.3.2.1 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Durchführung der Mengen- und Qualitätsmessungen der Brauchwasseranlage wurde eine Bestandsanalyse zur Beschreibung der Ist-Situation sowie der bisherigen Erfahrungen mit der Anlage durchgeführt. Als Grundlage für diese Bestandsanalyse dienten Planungsunterlagen, Gerätedokumentationen und die Befragung des zuständigen Mitarbeiters zum bisherigen Betrieb. Ziel dieser Erhebung war es, Erfahrungen, Anregungen und Probleme aus dem praktischen Betrieb für die Beurteilung der Messergebnisse als auch für die Erarbeitung von Empfehlungen zu gewinnen.

2.3.2.2 Erhebung der Anforderungen

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Projektes wurden die Anforderungen und Rahmenbedingungen zu Grauwasser und Regenwasser erhoben. Als Basis dazu dienten die vorhandenen Gesetze und Regelwerke in Österreich, Deutschland und der Europäischen Union. Die Beurteilung der Ergebnisse im Bereich Grauwasser richtet sich nach diesen Vorgaben. Hierbei waren vor allem die qualitativen Anforderungen im Bereich der Hygiene wichtig.

2.3.2.3 Messprogramm

Das im Projektantrag vorgeschlagene Messprogramm bei den einzelnen Objekten wurde entsprechend der ersten Ergebnisse und örtlichen Rahmenbedingungen adaptiert. Die geringen Anfallmengen an Grauwasser und die raue Witterung im Waldviertel haben eine geringere Untersuchungshäufigkeit beim Privathaushalt Oberwindhag als geplant bedingt. Beim Christophorushaus konnten die Untersuchungen bis auf einige geringfügige Störungen wie geplant durchgeführt werden. Die Beprobung wurde auf die qualitative Beurteilung des Brauchwassers (Mischung aus gereinigtem Grauwasser und Regenwasser) ausgedehnt, um Unterschiede zwischen dem gereinigtem Grauwasser und dem verwendeten Brauchwasser feststellen zu können. Für die Analyse des Energieverbrauchs wurde mittels der Nennleistungen und den mittleren Laufzeiten der elektrischen Aggregate eine Abschätzung des Energieverbrauchs vorgenommen.

Qualitative Untersuchungen

Beim Christophorushaus wurden über einen Zeitraum von einem Jahr regelmäßig Proben (monatlich) von Zu- und Ablauf des bepflanzten Bodenfilters und vom Brauchwasser genommen. Weiters sind im Rahmen einer Messkampagne über einen Zeitraum einer Woche tägliche Stichproben und über zwei Tage Zweistundenmischproben genommen worden. Die dabei analysierten Parametersätze finden sich im Detail in Tabelle 5.

Tabelle 5: Übersicht über die bei den Untersuchungen analysierten Parametern.

Untersuchungsbereich	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3
Nährstoffe	NH ₄ -N, TKN, NO ₂ -N, NO ₃ -N, P _{ges}	NH ₄ -N, TN*, NO ₂ -N, NO ₃ -N, P _{ges}	NH ₄ -N, TN*, NO ₂ -N, NO ₃ -N, P _{ges}
Organische Inhaltsstoffe	BSB ₅ , CSB	TOC*	TOC*
Partikuläre Inhaltstoffe	AFS	AFS	-
Mikrobiologie	Coliforme, E. Coli, Enterokokken, KBE 22, KBE 37	Coliforme, E. Coli, Enterokokken, KBE 22, KBE 37	-
Chemisch - physikalische Eigenschaften	DO, LF, ORP, pH, T	DO, LF, ORP, pH, T	-

*Äquivalente Messverfahren zur Reduktion des Chemikalien und Materialeinsatzes.

Die genauen Termine der Probenahmen sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Überblick über die Termine der Probenahmen mit den entsprechenden Parametersätzen (Christophorushaus).

Bezeichnung	Beginn	Ende	Intervall	Anzahl (Einzelproben)
Parametersatz 1*	23.08.2007	09.03.2009	1 - 2 Monate	8 (21)
Parametersatz 2*	09.03.2009	17.03.2009	1 – 2 Tage	6 (18)
Parametersatz 3**	09.03.2009	11.03.2009	2 Stunden	24 (48)

* Stichproben, **Mischproben

Beim Objekt Privathaushalt Oberwindhag wurden ebenfalls regelmäßig Proben entnommen, die Anzahl der Probenahme wurde jedoch aufgrund des geringern Anfalls an Grauwasser und der in der Winterzeit durch Frost behinderten Probenahme reduziert. Die Proben wurden entsprechend der in der Tabelle 7 angeführten Termine genommen. Es wurde jeweils der Zulauf und der Ablauf zur Grauwasserreinigung beprobt.

Tabelle 7: Überblick über die Termine der Probenahmen mit den entsprechenden Parametersätzen (Privathaushalt Oberwindhag).

Bezeichnung	Beginn	Ende	Intervall	Anzahl (Einzelproben)
Parametersatz 1*	02.04.2008	01.03.2009	3 - 4 Monate	4 (8)

* Stichproben

Quantitative Untersuchungen - Christophorushaus.

Um Schlüsse auf das Trinkwassereinsparungspotential durch die Brauchwassernutzung bzw. die frachtbezogene Reinigungsleistungen der Pflanzenkläranlagen ziehen zu können, wurden im Privathaushalt Oberwindhag die Zulaufmenge des Grauwassers erfasst und im Christophorushaus kontinuierliche Messungen zur Erstellung einer Wasserbilanz für das

gesamte Objekt durchgeführt. Die entsprechenden Messstellen mit Online- Aufzeichnung im Christophorushaus sind der folgenden Abbildung dargestellt (Abbildung 9).

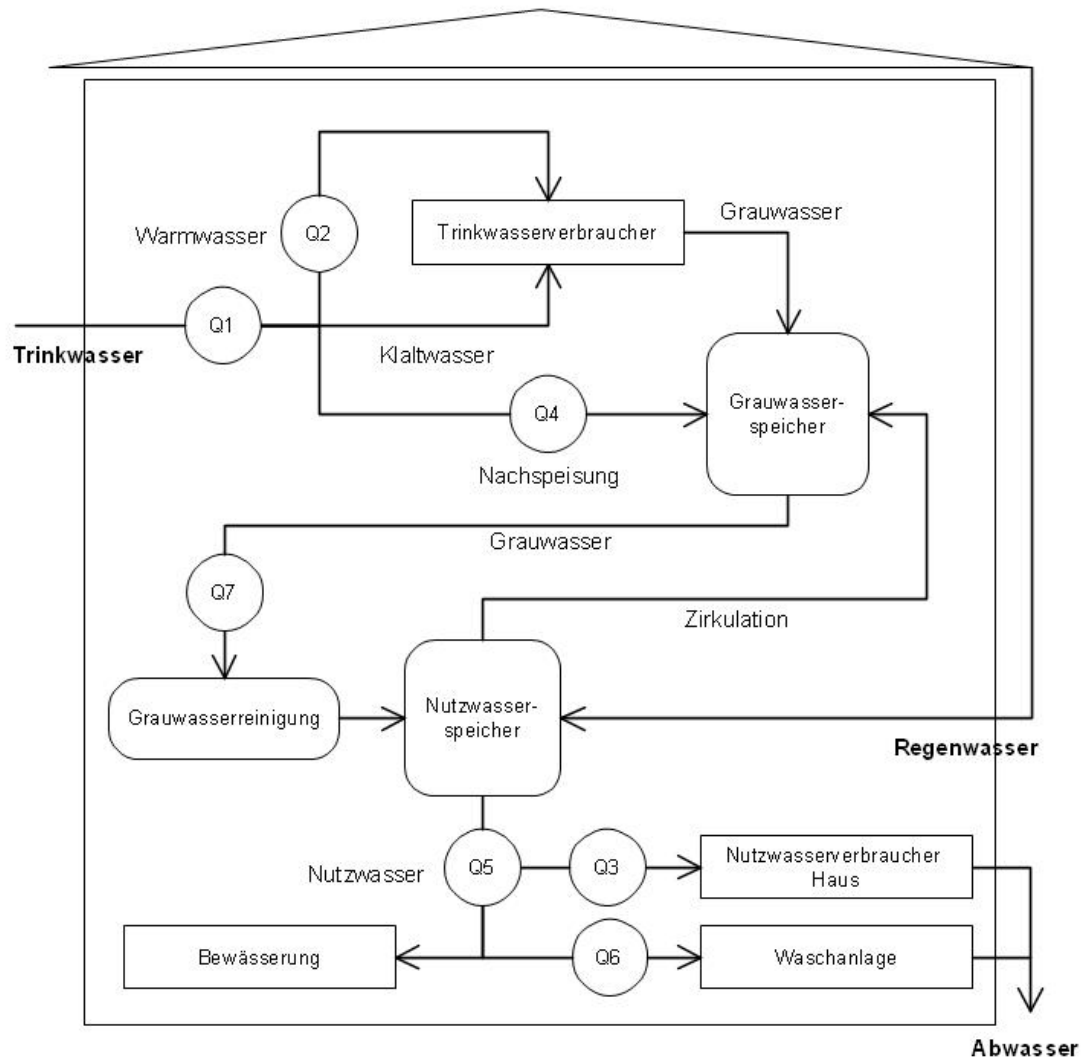


Abbildung 9: Messstellen Q1-Q7 zur Erstellung des Wasserbilanz im Christophorushaus.

Bei den Messstellen wurden Wasserzähler bzw. Durchflussmesser im Intervall von 15 Minuten aufgezeichnet. Die Daten wurden gespeichert und mittels GSM- Datenübertragung ausgelesen. Die Auswertung der Daten umfasst den Zeitraum vom 01.09.2007 bis zum 31.08. 2008. Die Verdunstung beim bepflanzten Bodenfilter wurde nicht berücksichtigt.

Quantitative Untersuchungen - Privathaushalt Oberwindhag

Der Zulauf an Grauwasser zum bepflanzten Bodenfilter wurde mittels eines Durchflussmessers ermittelt und als Tageswasserverbrauch dargestellt. Die Verdunstungsverluste wurden nicht berücksichtigt.

2.3.2.4 Datenauswertung und Darstellung

Die Datenauswertung und Darstellung ist unter den folgenden Hauptfragestellungen im Rahmen des Gesamtprojektes erfolgt:

1. Erreichen die installierten Pflanzenkläranlagen die an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich Qualität des gereinigten Grauwassers?
2. Erfüllen die installierten Systeme die Erwartungen der Betreibenden?
3. Führen die zu erwartenden Einsparungen des Trinkwasserverbrauchs zu einem wirtschaftlichen Gesamtergebnis?
4. Welche Empfehlungen können aus den bisherigen Erfahrungen abgeleitet werden?

2.3.2.5 Erarbeitung von Empfehlungen

Die Nutzung von Grauwasser wird grundsätzlich als sinnvoller Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Siedlungswasserwirtschaft gesehen. Um diese Möglichkeit in Zukunft auf breiterer Basis in die Praxis umsetzen zu können, ist allerdings die kritische Betrachtung dieser Möglichkeit notwendig. Bestehende Anlagen bieten diese Gelegenheit und die daraus gewonnenen Informationen können in Form von Empfehlungen einem breitem Interessiertenkreis zugänglich gemacht werden. Die im Rahmen des Projektes erzielten Ergebnisse sind als Ergänzung zu bestehenden Richtlinien wie z. B. dem Hinweisblatt H 201 der Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung (fbr) gedacht. Der Schwerpunkt liegt auf der Darstellung von Problemen und Lösungsansätzen aus dem praktischen Betrieb.

2.3.3 Ergebnisse

2.3.3.1 Beschreibung der Anlagen

Christophorushaus

Die wichtigsten Eckdaten des Christophorushaus sind in der Tabelle 8 angeführt.

Tabelle 8: Eckdaten Christophorushaus.

Art	Einheit	Wert
Geschoßanzahl	-	3
Gesamtnutzfläche	m ²	2090
Beheizte Fläche	m ²	1215
Dachfläche	m ²	460
Arbeitsplätze halbtags	-	5
Arbeitsplätze ganztags	-	9
Kernarbeitszeit	von - bis	7:30-16:30
Sonstige Einrichtungen	-	3. Welt-Laden
Betreuung Haustechnik	-	Eigen
Abwasservergebühung	-	Über Trinkwasserverbrauch

Wie bereits oben erwähnt, erfolgt die Brauchwasserversorgung des Christophorushaus einerseits aus der Reinigung des im Haus anfallenden Grauwassers und andererseits aus dem Regenwasser, das über die Dachflächen gesammelt wird. In Abbildung 10 sind diese zwei Komponenten des Systems als Schema dargestellt. Das Prinzip des bepflanzten Bodenfilters kommt hier an zwei Stellen zum Einsatz: Zur Reinigung des Grauwassers aus dem Haus und zur Schönung des Regenwassers aus dem Wasserkanal. Aus dem Schema ist ersichtlich, dass beide Teile über eine Zirkulationsmöglichkeit verfügen, die mit Pumpen betrieben werden kann.

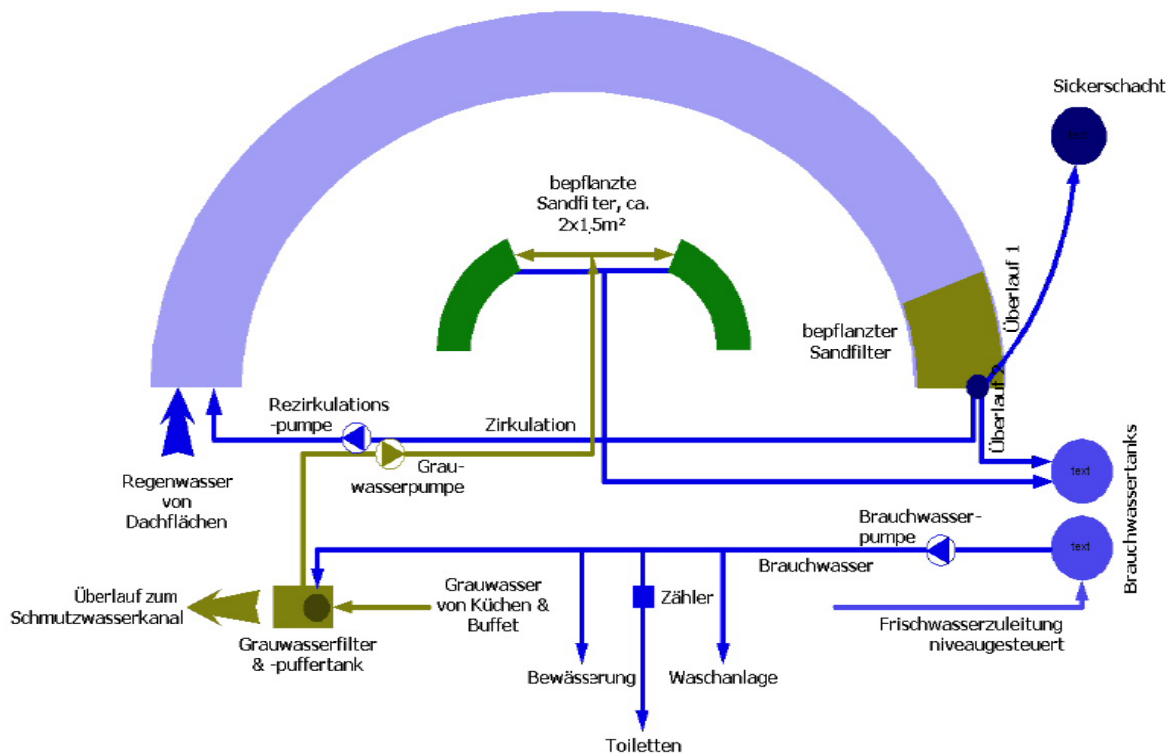


Abbildung 10: Schema der Grauwasseraufbereitung, Regenwassersammlung und Brauchwassernutzung im Christophorushaus.

Das Grauwasser von Spülen und Waschbecken wird in einem 1 m³ Kunststofftank im Keller gesammelt, nachdem es ein Feinsieb zur Grobstoffabtrennung passiert hat. Die Aufbereitung des Grauwassers wird im Veranstaltungsraum (Abbildung 11) durch den bepflanzten Bodenfilter (2 Teile) durchgeführt. Das gereinigte Grauwasser wird dann anschließend im 15 m³ Brauchwassertank zusammen mit dem gereinigten Regenwasser gespeichert und steht zur Verwendung bereit. Bei Unterschreiten von 0,2 m³ Füllvolumen des Grauwassertanks erfolgt eine Nachspeisung von Brauchwasser aus dem Brauchwassertank damit der bepflanzte Bodenfilter nicht trocken fällt.



Abbildung 11: Veranstaltungsraum des Christophorushauses. Die bepflanzten Bodenfilter sind entlang des Wandbogens angeordnet.

Der Aufbau des bepflanzten Bodenfilters wurde wie folgt ausgeführt:

Zwei betonierte Wannen (3 m x 0,5 m x 0,9 m; V=1,4 m³/Filterbeet)

Filteraufbau:

- Freibord 5 cm
- Deckschicht 10 cm Grobkies

- Filterschicht 60 cm Sand (1/4) mit Übergangsschicht (4/8)
- Drainschicht 20 cm
- Bepflanzung (z.B. Elefantengras, Papyrus, Canna sp.)

Der Betrieb der Grauwasserreinigung erfolgt nach folgendem Ablauf:

- Zulauf der Grauwassers aus Handwaschbecken und Küche im freien Gefälle.
- Beschickung des Bodenfilters: Zulaufpumpe: Leistung 0,55 kW, Förderleistung 15 L/min. Die Pumpe läuft für die Zirkulation von 00:00 – 10:00 und 15:00-24:00 Uhr alle 8 Minuten für 1 Minute. Die ständige Zirkulation von Brauchwasser über die Pflanzenanlage wurde notwendig, um die Geruchsentwicklung im Brauchwassertank zu vermeiden.
- Behandlung: Bepflanzter Bodenfilter: Fläche: 3 m², Volumen 1,4 m³x2; Bemessung: 300 L/d; Körnung des Filtermaterials: 1/4 mm.
- Ableitung des gereinigten Grauwassers: im freien Gefälle zum Brauchwasserspeicher.

Das gesamte Dachflächenwasser wird in einen Wasserkanal geleitet (Abbildung 12), der am Ende über einen vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfilter verfügt. Nach dessen Passage wird das gereinigte Regenwasser im 15 m³ Brauchwassertank gemeinsam mit dem gereinigten Grauwasser gespeichert. Der Wasserkanal wird umgewälzt und bei Bedarf aus einem 15 m³ Regenwassertank nachgespeist. Bei Unterschreiten eines Mindestfüllvolumens erfolgt eine Nachspeisung mit Trinkwasser.



Abbildung 12: Wasserkanal der Regenwassernutzungsanlage.

Der Betrieb der Regenwasserefassung und Aufbereitung erfolgt nach folgendem Ablauf:

- Zulauf Dachflächenwasser im freien Gefälle zum Umlaufbecken.
- Rezirkulation innerhalb des Wasserkanal: Pumpe: Leistung 0,55 kW, Laufzeit: alle 15 min für 5 min; Förderleistung 120 L/min.
- Nachspeisung Umlaufgraben aus Regenwassertank: Pumpe: Leistung 0,55 kW; Förderleistung: 25 L/min; Schwimmerschalter.

Das aus einer Mischung von geschönten Regenwasser und gereinigtem Grauwasser bestehende Brauchwasser wird den VerbraucherInnen mittels einer Pumpe zugeführt (Leistung 0,55 kW; Förderleistung: 25 L/min; Schwimmerschalter). Die Brauchwasseranlage wurde auf einen Tagesbedarf von 300 L/d ausgelegt.

Zur Abschätzung des Bedarfs an Trink- und Nutzwasser im Zuge der Plausibilitätsprüfung der Daten sind die bestehenden Sanitäreinrichtungen erfasst worden (Tabelle 9). In der Konzeption des Hauses wurde auf die Verwendung von wassersparenden

Sanitäreinrichtungen wertgelegt. Obwohl die Toilettenspülung mit Brauchwasser vorgesehen wurde, sind auch hier solche mit geringem Spülwasserbedarf eingesetzt worden.

Tabelle 9: Auflistung der Brauchwasserverwendung im Christophorushaus.

Brauchwasseranschlüsse			
Art	Einheit	Wert	Anmerkung
Toiletten			
Bauart	-	Spar	Normal / Spar / Wasserlos
Spülwasserbedarf	L/Spül.	5	
Anzahl	-	8	
Urinale			
Bauart Urinale	-	Wasserlos	Normal / Wasserlos
Spülwasserbedarf	L/Spül.	0	
Anzahl	-	4	
Autowaschanlage			
Verwendungshäufigkeit	1/Monat	8	
Verwendungsdauer	Min/Verw.	10	
Bewässerung			
Anzahl der Anschlüsse	-		
Verwendungshäufigkeit	1/M.	Nach Bedarf	Sommermonate
Verwendungsdauer	Min/Verw.	Nach Bedarf	

In der Tabelle 10 sind die Trinkwasserverbraucher, die den Anfall von Grauwasser bestimmen, aufgeführt.

Tabelle 10: Übersicht der Trinkwasserverwendung im Christophorushaus.

Trinkwasseranschlüsse			
Art	Einheit	Wert	Anmerkung
Sanitäreinrichtungen			
Anz. Handwaschbecken	-	12	
Sonstige		keine	
Küche/Buffer			
Anzahl Küchenspülen	-	4	
Sonstige	-	keine	Auslaufhähne etc.
Nachspeisung			
Warmwasser	-	1	
Nutzwasser	-	1	
Sonstige	-	keine	

Privathaushalt Oberwindhag

Die wichtigsten Eckdaten des Privathaushaltes Oberwindhag sind in der Tabelle 11 angeführt. Die Versorgung des Objektes erfolgt aus dem hauseigenen Brunnen, der eine ausreichende Entnahme für einen Haushalt erlaubt. Das Objekt verfügt über eine Trockentoilette mit Urintrennung.

Tabelle 11: Eckdaten Privathaushalt Oberwindhag.

Art	Einheit	Wert
Geschoßanzahl	-	1
Gesamtnutzfläche	m ²	400
Beheizte Fläche	m ²	400
BewohnerInnen	-	2
Betreuung Haustechnik	-	Eigen
Abwasservergebühung	-	n.v.

Das System zur Reinigung der Grauwassers aus Küche, Dusche, Handwaschbecken und Waschmaschine wurde wie in der Abbildung 13 dargestellt und ist direkt in den Wohnbereich eingebunden. Das anfallende Grauwasser wird durch einen Filtersack gereinigt, in einem Grauwassertank zwischengespeichert und das bepflanzte Filterbeet mittels einer Pumpe (Leistung 0,5 kW, 10 min/Tag) intermittierend beschickt. Die Oberfläche des Filterbeetes beträgt 4,7 m². Der Aufbau der Filterschicht entspricht dem der Anlage im Christophorushaus.

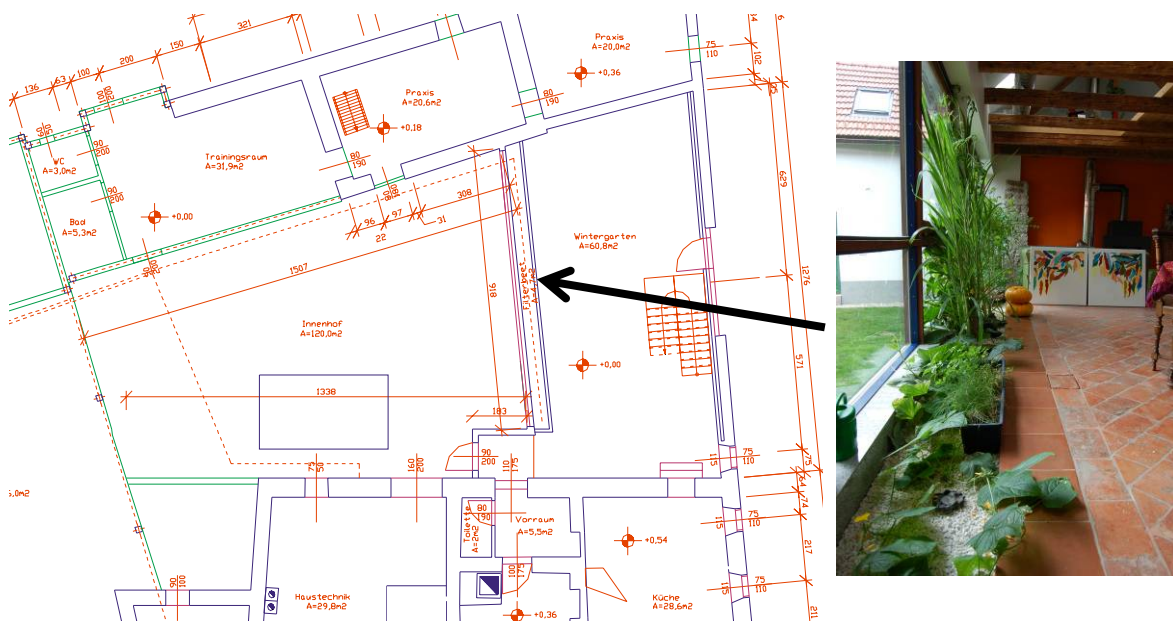


Abbildung 13: Einbindung des bepflanzten Bodenfilters in den Wohnbereich des Hauses.

2.3.3.2 Anforderungen an Brauchwasser bzw. an gereinigtes Grauwasser

Es gibt in Österreich keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Abwasserteilfraktionen genannt werden (SUS-SAN, 2005). Auch auf internationaler Ebene gibt es keine spezifischen Richtlinien für die Wiedernutzung von gereinigtem Gauwasser (Li et al., 2009). Für die Direkteinleitung von gereinigtem Grauwasser gelten dieselben gesetzlichen Vorgaben wie für die Einleitung kommunaler Abwässer (AAEV, 1996). Bei der Errichtung von Brauchwasserversorgungsanlagen gelten aber jedenfalls weitere gesetzliche Bestimmungen wie z.B. das Wasserrechtsgesetz (WRG 1959 i.d.g.F.) und die Trinkwasserverordnung

(TWV, 2001). Weiters sind Landesgesetze für Bau (Bauordnungen), Naturschutz und Vergebührung von Trinkwasser zu beachten. Auf Ebene der Gemeinden sind dann die entsprechenden Durchführungsverordnungen ausschlaggebend. Für Grauwasser sind die entsprechend der vorgesehenen Nutzung folgende Regelwerke, Richtlinien und Empfehlungen relevant:

- ÖWAV Arbeitsbehelf 011 (2003): Empfehlungen für Bewässerungswasser
- DIN 19650 (1999) Bewässerungswasser – Hygienische Belange von Bewässerungswasser (GW)
- ÖVGW Richtlinie W86 (2005) Brauchwasserverwendung - Richtlinie für die Verwendung von Brauchwasser in Gebäuden, ausgenommen industrielle Anwendung.
- WHO Guidelines: WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater; Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture (2006)
- EU Richtlinie für Badegewässer (Richtlinie 2006/7/EG)
- fbr Hinweisblatt 210: Grauwasser Recycling (2005)

Die EU- Badegewässerrichtlinie wird an vielen Stellen als Referenz für die hygienischen Anforderungen für Betriebswasser genannt, da ihre Anwendung eine Gefährdung durch Ganzkörperkontakt über einen längeren Zeitraum ausschließt. Die Richtlinie der WHO betrachtet vor allem die stoffliche Verwertung von Grauwasser in der Landwirtschaft und im Gartenbau. Zentraler Punkt ist hier der seuchenhygienisch sichere Umgang mit den Abwasserteilströmen. Das Barrierenkonzept sieht die Anforderungen an eine Behandlung in Abhängigkeit von der Art der pflanzenbaulichen Anwendung vor, ein Ansatz der sich beispielsweise bei den Anforderungen für Bewässerungswasser (DIN 19650) findet.

Die Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. beschäftigt sich auch mit der Grauwassernutzung. Das fbr - Hinweisblatt H 201 Grauwasser-Recycling, Planungsgrundlagen und Betriebshinweise ist als bisher erstes und einziges Regelwerk im Bereich Grauwasser veröffentlicht worden. Das fbr - Hinweisblatt H 201 dokumentiert den aktuellen Wissensstand in diesem Bereich und definiert Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung, die sich in der Praxis bewährt haben. Es dient als Empfehlung für HerstellerInnen, PlanerInnen sowie Interessierte und gibt erste Informationen für den Betrieb der Anlagen. Das Hinweisblatt gilt für Anlagen zur Betriebswasserversorgung aus Grauwasser für mehrere Haushalte oder im öffentlichen/gewerblichen Bereich (vgl. Christophorushaus). Die Anwendung für Einzelhaushalte wird empfohlen (vgl. Privathaushalt Oberwindhag). Die entsprechende Dimensionierung von Betriebswasserleitungen hat nach DIN 1988 und die eindeutige und dauerhafte Kennzeichnung gemäß DIN 2403 und DIN 4844 (Sicherheitskennzeichnung) zu erfolgen.

Die qualitativen Anforderungen richten sich wie bereits oben erwähnt nach der Art der Verwendung des Grauwassers. Da keine direkten gesetzlichen Vorschriften bestehen, sind die bestehenden Regelwerke für die Anwendungen heranzuziehen.

Wasser, das zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen oder zu anderen häuslichen Zwecken wie insbesondere zur Körperpflege und – Reinigung sowie der Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen können, verwendet wird, muss Trinkwasserqualität aufweisen (ON B 2572). In der ÖVGW Richtlinie W 86 sind folgende zulässige Nutzungsarten, nach denen sich die chemisch/physikalischen und mikrobiologischen Anforderungen von Brauchwasser richten, angeführt:

- Brauchwasser für die Klosettspülung
- Brauchwasser als Waschwasser
- Brauchwasser als Bewässerungswasser
- Brauchwasser für die Autowäsche

Die Einhaltung der EU- Badegewässerrichtlinie bietet jedenfalls eine ausreichende hygienische Qualität für alle Einsatzbereiche von Brauchwasser. Sie wurde oftmals als Ausgangsbasis für die Festlegung von Qualitätskriterien für die Grauwasserbehandlung herangezogen. Die Grenzwerte bezüglich Hygiene der Regelwerke, Richtlinien und Empfehlungen sind in Tabelle 12 nach Nutzung gegenübergestellt.

Tabelle 12: Vergleich der Qualitätsanforderungen der hygienischen Beschaffenheit nach Nutzungsart.

Parameter	Badewasser	Brauchwasser		Bewässerungswasser	
	EU-RL	FBR	ÖVGW W86	ÖWAV A011 ¹	DIN 19650 ⁴
E. Coli /100ml	<500 (1000) ³	<1000	k.A.	<2000	<2000
Enterokokken /100ml	<200 (400) ³	k.A.	k.A.	<1000	-
Salmonellen /100ml	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	n.n. ²
Koliforme /100ml	k.A.	<10 000	k.A.	k.A.	k.A.
Pseudomonas Aeruginosa /100 ml	k.A.	<100	k.A.	k.A.	k.A.

¹ Eignungsklasse 3 (Bewässerungswasser aus Oberflächenwasser).

² nicht nachweisbar.

³ ausgezeichnete Qualität (gute Qualität).

⁴ Eignungsklasse 3.

Für die Verwendung in Einzelhaushalten kann Grauwasser prinzipiell auch ohne Aufbereitung eingesetzt werden, sie wird aber dringend empfohlen. Die Stadt Berlin gibt für die Verwendung von Brauchwasser für die Toilettenspülung neben den Hygieneparametern für Gesamtkoliforme von <100/ml und für Fäkalkoliforme (E.Coli) von <10/ml noch eine Begrenzung der organischen Inhaltsstoffe von BSB₇ <5mg/L und eine Mindestsauerstoffsättigung von 50% vor (Nolde, 1999). Diese Anforderungen werden auch von der Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. angegeben (fbr, 2005; Tabelle 12). Für den Parameter Abfiltrierbare Stoffe (AFS), der wegen seinem Einfluss auf eine eventuell nachfolgende Desinfektion als sehr wichtig angesehen wird, gibt es lediglich aus den USA und Australien Angaben. Diese liegen bei jeweils 30 mg/L AFS (Asano, 2007; Queensland, 2003). Aus der Sicht des Betriebs von Bewässerungsanlagen wird ein Schwebstoffgehalt von <50 mg/L von Bewässerungswasser empfohlen (ÖWAV Arbeitsbehelf 11).

Voraussetzung für die landwirtschaftliche Verwendung von gereinigtem Grauwasser ist, dass das verwendete Wasser die Gesundheit des Menschen weder direkt noch indirekt beeinträchtigen kann. Die Nährstoffe, die im Grauwasser enthalten sind, bewirken einen Düngeeffekt. Der Gesamtgehalt an Salzen bestimmt jedoch die Verwendbarkeit des Bewässerungswassers und wird als Chlorid-Index angegeben. Für eine unbeschränkte Eignung für nahezu alle Pflanzen wird ein Chloridgehalt < 70 mg/l genannt und für den Gesamtsalzgehalt liegen Wässer mit einer Leitfähigkeit 250-750 µS/cm im Bereich für mäßig tolerante Pflanzen (z.B. Gras; ÖWAV Arbeitsbehelf 11).

2.3.3.3 Qualitative Untersuchungen

Christophorushaus

Die Ausgangsbedingungen für die Grauwasserreinigung im Zulauf zum bepflanzten Bodenfilter sind in der Tabelle 13 zusammengefasst. Hier ist zu berücksichtigen, dass die ermittelten Konzentrationen nicht denen des anfallenden Grauwassers entsprechen, da dieses durch die Zirkulation mit Brauchwasser verdünnt wird. Im Normalbetrieb beträgt das Verdünnungsverhältnis ca. 1:10.

Tabelle 13: Charakteristik des Zulaufs zum Grauwasserreinigung im Christophorushaus aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1) und Vergleich mit Literaturangaben.

	Mittelwert [mg/l]	Median [mg/l]	Minimum [mg/l]	Maximum [mg/l]
AFS	60 (40*)	16	2	496
BSB ₅	36 (111*)	7	3	214
CSB	68 (225*)	35	3	332
TOC	115	18	10	596
Gesamtstickstoff	12 (10*)	4	1	110
Gesamtphosphor	13 (1,5*)	11	6	26

* Mittlere Konzentrationen von Grauwasser aus häuslicher Herkunft nach fbr, 2005.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass das mittlere Nährstoffverhältnis CSB:N:P bei rund 5:1:1 liegt und nach Median 4:0,4:1 beträgt. Das optimale Nährstoffverhältnis CSB:N:P liegt bei 100:20:1 (Metcalf and Eddy, 1991). Daraus zeigen sich ein Überschuss an Phosphor und ein Mangel an Kohlenstoff im Vergleich zum Stickstoff, der eventuell zu suboptimalen Abbauverhältnissen in der biologischen Grauwasserreinigung führen könnte. Im Vergleich zu den in der Literatur (fbr, 2005) genannten Werten, liegt das verdünnte Grauwassers des Christophorushaus sehr niedrig. Wie ebenfalls in der Tabelle 13 ersichtlich, liegen die AFS und der Gesamtstickstoff in einem vergleichbaren Bereich, die organischen Parameter (CSB und BSB₅) liegen im Mittel weit unter den angegebenen Werten. Der Gesamtphosphor liegt jedoch trotz der Verdünnung weit darüber. Das kann dadurch erklärt werden, dass der vorhandene Phosphor in der Anlage nicht vermindert wird und daher auch im Brauchwasser in dieser Höhe vorliegt (Tabelle 17). Die Ursachen für eine derart hohe Phosphorkonzentration sind allerdings unklar, da ein Einsatz von phosphathaltigen Reinigungsmitteln ausgeschlossen werden kann.

Die Unterschiede in den Belastungen, die sich durch die weite Streuung der Werte zeigt, sind vor allem dadurch zu erklären, dass im Christophorushaus die Küche nur bei Veranstaltungen genutzt wird und dass die geringen Grauwassermengen im Normalbetrieb stark mit Brauchwasser verdünnt sind. Bei Veranstaltungen fällt genügend Grauwasser an und die Beschickung der Grauwasserreinigung erfolgt schwächer verdünnt (1:3 bis 1:4).

Der Mittelwertvergleich von CSB zu BSB₅ zeigt dann das optimale Verhältnis von 2:1 von leichter biologischer Abbaubarkeit. Der eher für den Normalbetrieb aussagekräftige Medianvergleich weist allerdings mit ca. 5:1 auf einen erheblichen Anteil von schwerer abbaubaren organischen Substanzen hin. In der Literatur wird allgemein ein günstiges CSB:BSB₅ – Verhältnis für Grauwässer berichtet (Knerr et al., 2008). Aus der zweitägigen Messkampagne (Parametersatz 3) im Normalbetrieb hat sich die Zulaufcharakteristik als sehr stabil und relativ gering belastet gezeigt (Abbildung 14).

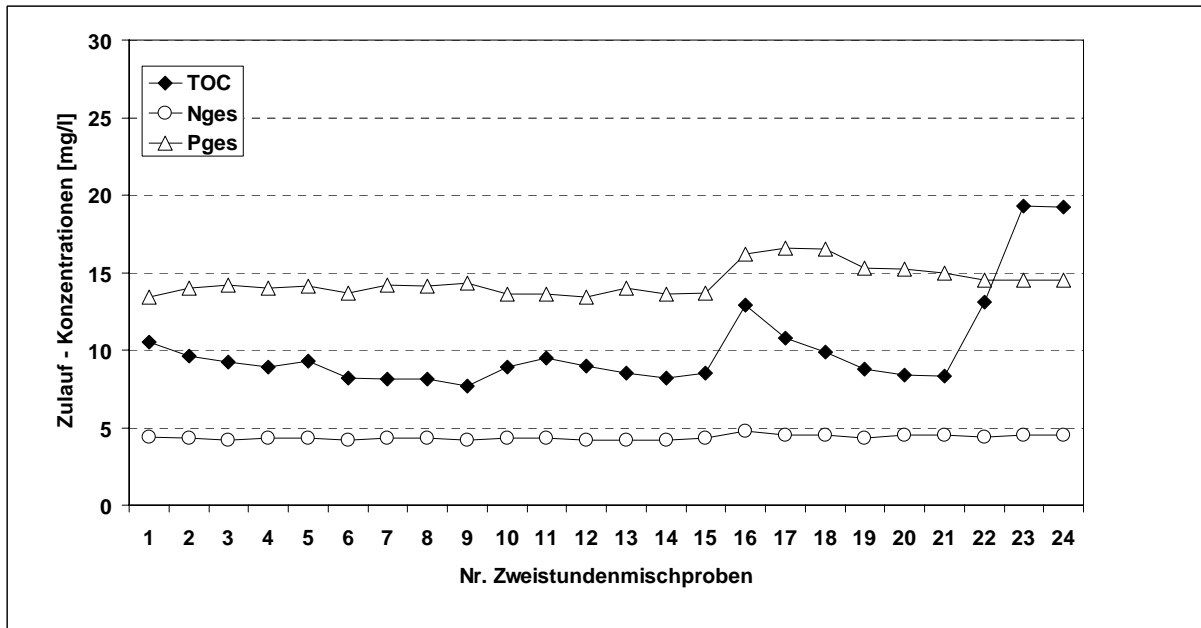


Abbildung 14: Verlauf der Zulaufcharakteristik innerhalb von zwei Tagen im Normalbetrieb (Parametersatz 3) anhand von Zweistundenmischproben (Beginn um 13:00h).

Im Mittel zeigt sich auch hier wieder die relativ hohe Phosphorbelastung und das enge Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (ca. 2:1). Durch die Vergleichmäßigung der Zirkulation sind Tagesgänge in den Zweistundenmischproben erkennbar.

Die erzielten Ablaufkonzentrationen aus den monatlichen Stichproben sind der Tabelle 14 zu entnehmen. Vergleicht man die Mittel- und Medianwerten der Zu- und Ablaufproben, so kann von einer erreichten Eliminationsleistung von maximal 50% der gesamten organischen Inhaltsstoffe (Vergleich der CSB – Werte) ausgegangen werden. Diese im Vergleich zur Leistung von bepflanzten Bodenfiltern bei kommunalem Abwasser (Pressl und Haberl, 2005) relativ geringe Abbaurrate ist auf die ungünstigen Nährstoffverhältnisse bzw. die geringe hydraulische Aufenthaltszeit durch die sehr starke Verdünnung des anfallenden Grauwasseranfalls zurückzuführen. Betrachtet man den Summenparameter BSB₅ für die biologisch abbaubaren organischen Inhaltsstoffe, so zeigt sich eine höhere Abbauleistung von 60% (Median) bis 80% (Mittelwert). Zur Beurteilung der Reinigungsleistung in der Zusammenschau muss in diesem Fall die hohe Beschickungsmenge dieser Anlage mit berücksichtigt werden (Abschnitt 2.3.3.5).

Tabelle 14: Ablaufcharakteristik der Grauwasserreinigung Christophorushaus aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1).

	Mittelwert [mg/l]	Median [mg/l]	Minimum [mg/l]	Maximum [mg/l]
AFS	39	23	234	1
BSB ₅	7	3	<BG	59
CSB	37	22	121	20
TOC	15	12	8	27
Gesamtstickstoff	4	4	10	2
Gesamtphosphor	12	11	17	6

Beim Gesamtstickstoff ist bei der Betrachtung des Mittelwertes von einer teilweisen Elimination auszugehen, was auf eine Denitrifikation bei Stossbelastungen hinweist. Im Normalbetrieb (Medianwerte) bleiben die Stickstoffkonzentrationen unverändert. Die Ergebnisse des Gesamtphosphors ergeben ebenfalls keine Reduktion durch die

Grauwasseraufbereitung. Die kontinuierliche Beobachtung der Ablaufcharakteristik des Systems über zwei Tage bestätigt die oben genannte mäßige Kohlenstoffreduktion und der unveränderten Nährstoffverhältnisse im Normalbetrieb (Abbildung 15).

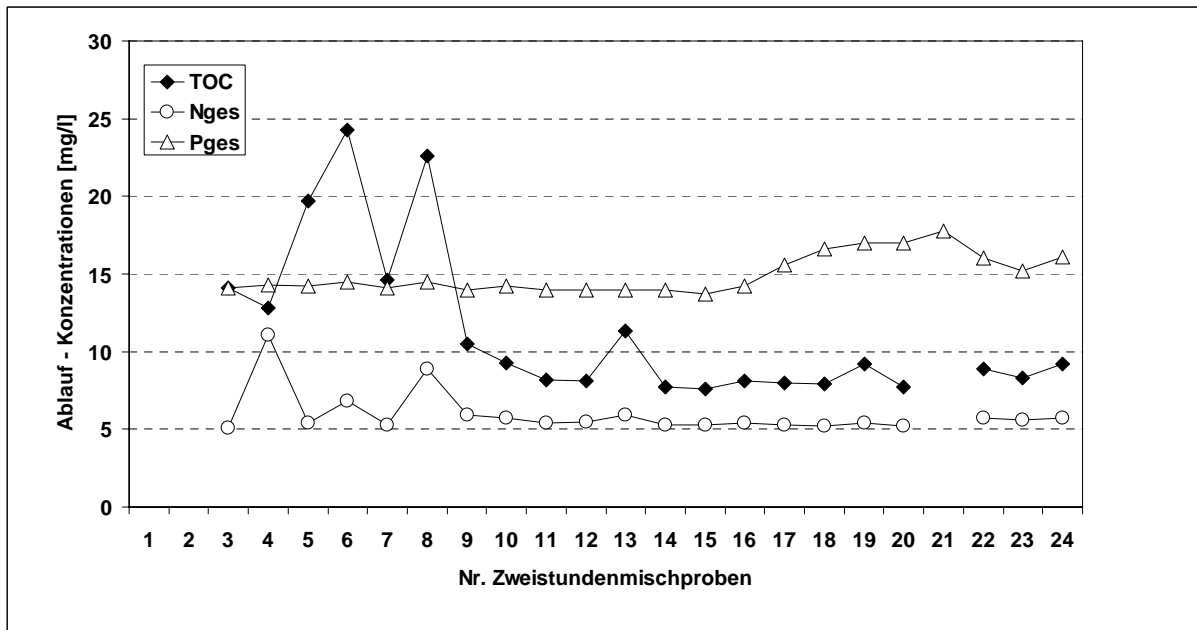


Abbildung 15: Verlauf der Ablaufcharakteristik innerhalb von zwei Tagen im Normalbetrieb (Parametersatz 3) anhand von Zweistundenmischproben (Ausreißer eliminiert).

Bei Belastungsspitzen, wie sie im Objekt bei Veranstaltungen mit Buffet auftreten, zeigt sich allerdings, dass das System über höhere Reinigungskapazitäten des CSB verfügen würde. Da diese aber im Normalbetrieb mit hoher Verdünnung mit Brauchwasser nicht gefordert sind, kann sich aber keine leistungsfähigere Biologie entwickeln und die Spitzen schlagen durch. Als Beispiele dafür sind die Analysen vom 12.02.2008 in Tabelle 15 angeführt. Der Nährstoffverhältnisse an den Tagen mit Spitzenbelastung liegen günstiger als an Tagen mit normaler Belastung, wobei hier Stickstoffmangel vorliegt.

Tabelle 15: Stichprobenergebnisse bei Spitzenbelastung nach Abendveranstaltung.

12.02.2008	Konzentration ZU	Konzentration AB	Reinigungsleistung %
CSB	332	121	64
BSB ₅	191	59	69
Gesamtstickstoff	2,7	2,3	-
Gesamtphosphor	11	11	-

Als wichtiger Punkt sind die mikrobiologischen Untersuchungen anzusehen, da sie die sichere Verwendbarkeit des gereinigten Grauwassers für Brauchwasserzwecke widerspiegeln. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen für die Anlage im Christophorushaus sind in der Tabelle 16 zusammengefasst (Parametersatz 1 und 2). Im Vergleich mit Literaturwerten liegt die mikrobiologische Belastung des verdünnten Zulaufs ca. 2-3 Zehnerpotenzen unter den Angaben für Grauwasser aus dem häuslichen Bereich (Li et al., 2009).

Tabelle 16: Zu- und Ablaufwerte der hygienischen Parameter Christophorushaus.

	Zulauf		Ablauf	
	Mittel	Median	Mittel	Median
Keimzahl bei 22°C KBE/100ml	7,4.10 ⁵	1,7.10 ⁵	6,0.10 ⁴	2,0.10 ⁴
Keimzahl bei 37°C KBE/100ml	2,5.10 ⁵	8,0.10 ⁴	1,6.10 ⁵	4,3.10 ³
Koliforme KBE/100ml	1,0.10 ⁵	5,3.10 ⁴	2,8.10 ⁴	1,8.10 ³
E.Coli KBE/100 ml	2,6.10 ⁴	1,0.10 ³	3,7.10 ³	1,4.10 ²
Enterokokken KBE/100 ml	4,4.10 ⁴	1,6.10 ⁴	3,0.10 ³	1,5.10 ²

Die Reduktion der Keimbelastung liegt für die Koloniezahl bei 22°C bei 1,0 LOG- Stufen (Median 1,1 LOG- Stufen) und für die Koloniezahlen bei 37°C bei 1,3 LOG- Stufen (Median 1,5 LOG –Stufen). Vergleicht man die Reduktion der potentiell pathogenen Keime mit Literaturangaben, so liegt die Leistung dieser Grauwasserreinigungsanlage im Bereich von anderen untersuchten Bepflanzten Bodenfiltern zur Grauwasserreinigung. Reinoso et al. (2008) geben die Reduktion von E.Coli und Koliformen mit 70% bzw. mit 72% für eine vergleichbare Anlage an. Die in dieser Studie untersuchte Anlage des Christophorushauses erreichte für diese Parameter im Mittel 89% bzw. 93%.

In der Tabelle 17 wird ein Vergleich der Charakteristik des gereinigten Grauwassers und dem verwendeten Brauchwasser angestellt, um signifikante Unterschiede erkennen zu können. Die Analysen des Brauchwassers im Vergleich zu den Ergebnissen des gereinigten Grauwassers zeigen bei den Nährstoffen Stickstoff und Phosphor keinen Unterschied, bei den organischen Parametern BSB₅ und CSB waren etwas geringere Konzentrationen festzustellen. Die geringen Unterschiede sind auf die Verdünnung des Zulaufs der Grauwasserreinigungsanlage mit Brauchwasser zurückzuführen. Wesentlich geringere Werte zeigen sich bei den abfiltrierbaren Stoffen (AFS). Das ist vor allem auf die Absetzprozesse in der Brauchwasserspeicherung (Nutzwassertank in Abbildung 10) zurückzuführen.

Tabelle 17: Charakteristik des im Christophorushaus verwendeten Brauchwassers aus der monatlichen Probenahme (11 Beprobungen) im Vergleich mit dem gereinigten Grauwasser (Klammerwerte).

	Mittelwert [mg/l]	Median [mg/l]	Minimum [mg/l]	Maximum [mg/l]
AFS	8 (39)	3 (23)	0 (1)	54 (234)
BSB ₅	2 (7)	0 (3)	0 (0)	5 (59)
CSB	23 (37)	20 (22)	20 (20)	31 (121)
TOC	9 (15)	8 (12)	7 (8)	20 (27)
Gesamtstickstoff	4 (4)	4 (4)	1 (2)	6 (10)
Gesamtphosphor	12 (12)	14 (11)	6 (6)	16 (17)

Eine Probennahme aus dem Wasserkanal hat gezeigt, dass das dort gesammelte Regenwasser im Sommer eine Nährstoffbelastung von ca. 5 mg/L Stickstoff und ca. 40 µg/L Phosphor aufweist.

Aus der Messung der in Tabelle 5 dargestellten Parameter für die chemisch-physikalischen Eigenschaften wurden die in der Tabelle 18 dargestellten Ergebnisse ermittelt.

Tabelle 18: Ergebnisse der chemisch-physikalischen Parameter von Zulauf und Ablauf der Grauwasserreinigung sowie des Brauchwassers im Christophorushaus.

(Mittelwerte)	Zulauf	Ablauf	Brauchwasser
pH-Wert [-]	7,4	7,3	7,3
Redoxpotenzial [mV]	115	132	132
Leitfähigkeit [μ S/cm]	820	826	849
Temperatur [°C]	18	17	15
Sauerstoff [mg/L]	4,7	7,0	6,7

Die Messungen der chemisch-physikalischen Parameter vor Ort zeigen keinen wesentlichen Unterschiede zwischen Zu- und Ablauf der Anlage bzw. zum Brauchwasser. Lediglich beim Sauerstoff zeigt sich eine Anreicherung durch die biologische Behandlung im bepflanzten Bodenfilter. Eine Sauerstoffsättigung >50% war für den Ablauf der Anlage in allen Fällen gegeben. Die Leitfähigkeit des Brauchwassers zeigt, dass es für die Bewässerung für mäßig salztolerante bis salztolerante Pflanzen laut ÖWAV Arbeitsbehelf 11 geeignet ist.

Privathaushalt Oberwindhag

Die Auswertungen der Analysen des Zulaufs zum bepflanzten Bodenfilter im Privathaushalt Oberwindhag sind in Tabelle 19 dargestellt. Die Verhältnisse von CSB und BSB₅ liegen sowohl beim Vergleich der Mittelwerte als auch der Medianwerte im Bereich von 5:1, was wie beim Christophorushaus auf einen erheblichen Anteil von schwerer abbaubaren organischen Substanzen hinweist.

Tabelle 19: Charakteristik des Grauwassers Privathaushalt Oberwindhag aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1) und Vergleich mit Literaturangaben.

	Mittelwert [mg/l]	Median [mg/l]	Minimum [mg/l]	Maximum [mg/l]
AFS	47 (40*)	41	24	82
BSB ₅	39 (111*)	30	12	82
CSB	158 (225*)	161	80	228
Gesamtstickstoff	11 (10*)	10	10	12
Gesamtphosphor	3 (1,5*)	2	1	7

* Mittlere Konzentrationen von Grauwasser aus häuslicher Herkunft nach FBR, 2005.

Die Untersuchungen des Zulaufs zur Pflanzenkläranlage des Privathaushaltes Oberwindhag haben gezeigt, dass das Nährstoffverhältnis CSB:N:P sowohl im Mittel als auch im Median bei 80:5:1 liegt und dem optimalen Verhältnis von CSB:N:P = 100:20:1 näher kommt als das Grauwasser des Christophorushaus. Dies ist vor allem auf den häuslichen Ursprung und des Fehlens der Verdünnung durch eine Rezirkulation mit gereinigtem Grauwasser zurückzuführen. Belastungsspitzen wie im Christophorushaus beobachtet kommen im Privathaushalt nicht vor, was am geringen Unterschied zwischen Median und Mittelwert zu erkennen ist. Im Vergleich zu den in der Literatur (fbr, 2005) genannten Werten liegt das Grauwasser des Privathaushalts Oberwindhag im üblichen Bereich, wobei die organischen Parameter etwas darunter liegen.

Betrachtet man die Ergebnisse des Ablaufs der Anlage nach der biologischen Reinigung (Tabelle 20) so zeigt sich eine Abbauleistung der organischen Inhaltstoffe von 80-90% für BSB₅ und 70-80% für CSB. Damit liegt die Reinigungsrate der Anlage höher als die der im Christophorushaus. Das ist vor allem auf die günstigere Nährstoffzusammensetzung des Grauwassers und die gleichmäßigere Belastung zurückzuführen.

Tabelle 20: Charakteristik des gereinigten Grauwassers Privathaushalt Oberwindhag aus der monatlichen Probenahme (Parametersatz 1).

	Mittelwert [mg/l]	Median [mg/l]	Minimum [mg/l]	Maximum [mg/l]
AFS	6	5	1	15
BSB ₅	7	4	3	16
CSB	44	41	25	69
Gesamtstickstoff	14	14	7	21
Gesamtphosphor	3	3	2	4

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen für die Anlage im Privathaushalt Oberwindhag sind in der Tabelle 21 zusammengefasst (Parametersatz 1 und 2).

Tabelle 21: Zu- und Ablaufwerte der hygienischen Parameter Privathaushalt Oberwindhag.

	Zulauf		Ablauf	
	Mittel	Median	Mittel	Median
Keimzahl bei 22°C KBE/100ml	1,8.10 ⁶	1,9.10 ⁵	1,4.10 ⁵	1,0.10 ⁵
Keimzahl bei 37°C KBE/100ml	1,0.10 ⁶	2,3.10 ⁵	5,8.10 ⁴	5,1.10 ⁴
Koliforme KBE/100ml	1,3.10 ⁵	1,3.10 ⁵	6,5.10 ³	8,6.10 ²
E.Coli KBE/100 ml	8,7.10 ³	5,2.10 ³	4,1.10 ²	1,0.10 ¹
Enterokokken KBE/100 ml	1,8.10 ²	1,8.10 ²	4,0.10 ⁰	2,0.10 ⁰

Die Gesamtkeimzahlreduktion durch diese Anlage liegt in einem ähnlichen Bereich wie bei der Anlage Christophorus Haus. Bei den Keimzahlen 22°C liegt eine Reduktion von 0,8-0,9 LOG- Stufen vor, bei den Keimzahlen 37°C liegt sie bei 1,7-1,8 LOG- Stufen und damit geringfügig höher als beim Christophorus Haus. Die Reduktion der potentiell pathogenen Erreger erreichte im Mittel mehr als 90% für E.Coli und mehr als 95% für Koliforme.

2.3.3.4 Quantitative Untersuchungen

Christophorus Haus

Für eine/n MitarbeiterIn in einem Bürogebäude wird von der VDI (Richtlinie 3807) ein Richtwert von 25 L/Kopf/Tag (Arbeitszeit 8h) angegeben. Für das Christophorus Haus ergibt sich somit ein theoretisch kalkulierter Wasserbedarf für 5 Halbtags- und 9 Ganztagsangestellte von 290 L/d (Werktag) ohne zusätzlichen Bedarf für Waschanlage und Bewässerung. Für die Abdeckung des zusätzlichen Bedarfs für diese Zwecke und die Toilettenspülung wurde von der Planung ein Gesamtbrauchwasserbedarf von 300 L/d veranschlagt. Veranschlagt man den Spülwasseranteil mit einem Drittel des gesamten Wasserbedarfs eines Bürogebäudes, so kann man unter Einbeziehung der Anlagenauslegung vorab von einem Gesamtwasserbedarf von 500 L/d für das Christophorus Haus ausgehen.

Die Auswertungen der Online - Messwerte der Wasserzähler und des induktiven Durchflussmessers sind im Folgenden dargestellt. Der mittlere Trinkwasserverbrauch liegt für die Periode vom 01.09.2007 bis 31.08.2008 bei 170 L/d für alle Kalendertage und 237 L/d bezogen auf Werktage. Die Abbildung 16 zeigt einen Bereich der Monatsmittel des Tageswasserbedarfs von ca. 120 bis 370 L/d. Verbrauchsreiche Monate waren Dezember und Jänner sowie der März (Defekt in der Brauchwasseranlage). Anzumerken ist, dass der

Veranstaltungsbetrieb den Tageswasserverbrauch dabei wesentlich beeinflusst. Es wurden Spitzen von bis zu 2300 L/d erreicht. Im Normalbetrieb (ohne Veranstaltungen) liegt der Trinkwasserverbrauch bei 200 L/d (Median des Tagesverbrauchs der Werkzeuge) und somit ein Drittel niedriger als die veranschlagte Verbrauchsmenge nach VDI.

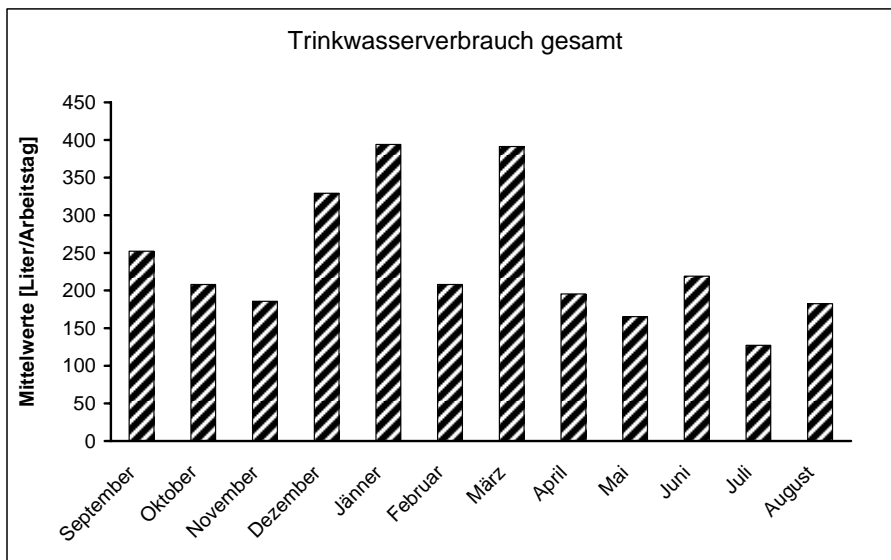


Abbildung 16: Monatsmittel des täglichen Trinkwasserverbrauchs im Christophorushaus (2007/2008).

Betrachtet man den Brauchwasserbedarf so zeigt sich ein im Wesentlichen gleichmäßiger Verlauf ohne ausgeprägte Spitzen im Jahresverlauf (Abbildung 17). Dazu muss angemerkt werden, dass es keine Nutzung von Brauchwasser für Bewässerungszwecke während der Untersuchungen gegeben hat, der saisonale Schwankungen hätte verursachen können. Über das gesamte Jahr betrachtet liegt der tägliche Bedarf an Brauchwasser bei 226 L/d für alle Kalendertage und 317 L/d bezogen auf Werkzeuge. Davon entfallen im Mittel 75% auf aufbereitetes Grauwasser und 25% auf Regenwasser. Der Verbrauch der Waschanlage ist aufgrund der Waschwasseraufbereitung gering, die Nachspeisung bei Waschbetrieb liegt unter 50 L/d. Es werden fast 60% des Wasserbedarfs durch die kombinierte Nutzung von gereinigtem Grauwasser und Regenwasser abgedeckt und entsprechend viel Trinkwasser eingespart. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der Brauchwasserbedarf im Bereich der Anlagenauslegung (300 L/d) liegt (Abbildung 17).

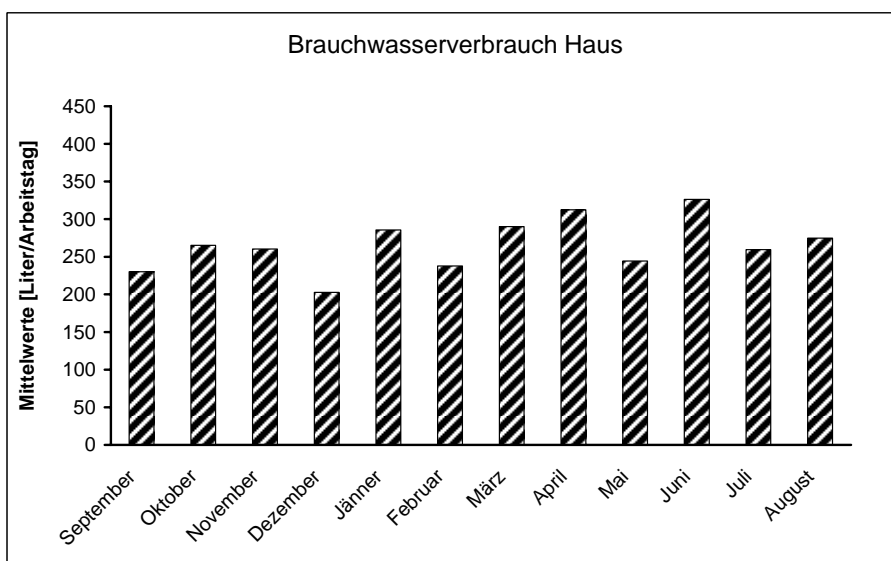


Abbildung 17: Monatsmittel des täglichen gesamten Brauchwasserbedarfs im Christophorushaus (2007/2008).

Zu einer nennenswerten Nachspeisung von Trinkwasser in die Brauchwasseranlage ist es nur in den Monaten Februar und März gekommen, da ein Pumpendefekt die Grauwasserreinigung außer Betrieb setzte. Der Anteil an Regenwasser lag außer in den Monaten Dezember und Jänner, wo aufgrund der Witterung kein Regenwasser für die Brauchwasserversorgung zur Verfügung stand, im Bereich von ca. 70 bis 170 L/d (Abbildung 18).

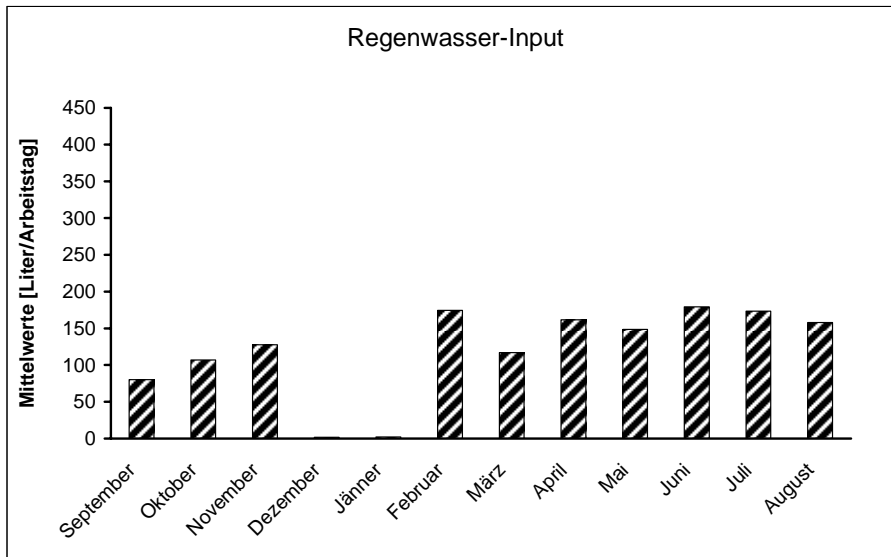


Abbildung 18: Monatsmittel des täglichen Regenwasserverbrauchs im Christophorushaus (2007/2008).

In Summe steht einem gesamten Wasserbedarf (Trinkwasser und Brauchwasser) von 145 m³ pro Jahr (Untersuchungszeitraum) ein Abwasseranfall von 83 m³ gegenüber. Das entspricht einer Reduzierung der Abwassermenge um über 40% durch die Wiederverwendung des gereinigten Grauwassers. Der entsprechende Abwasseranfall ist im Jahresgang in der Abbildung 19 dargestellt.

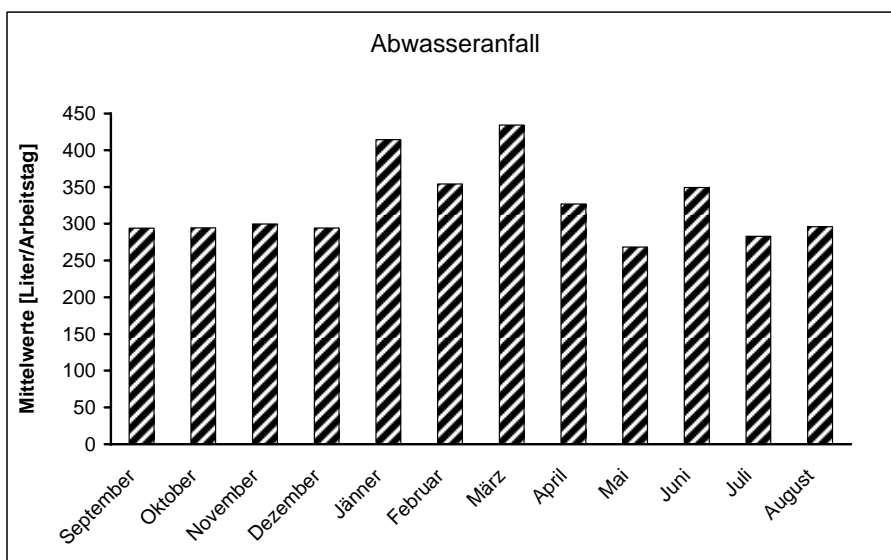


Abbildung 19: Monatsmittel des täglichen Abwasseranfalls im Christophorushaus (2007/2008).

Nach der Untersuchung des gesamten Wasserverbrauchs wurde ein Tageswasserbedarf von ca. 400 bis 700 L/d festgestellt (Abbildung 20), der durch die Nutzung des gereinigten Grauwassers und des gesammelten und aufbereiteten Regenwassers mit einem wesentlich geringeren Trinkwassereinsatz von 120 bis 370 L/d abgedeckt werden konnte.

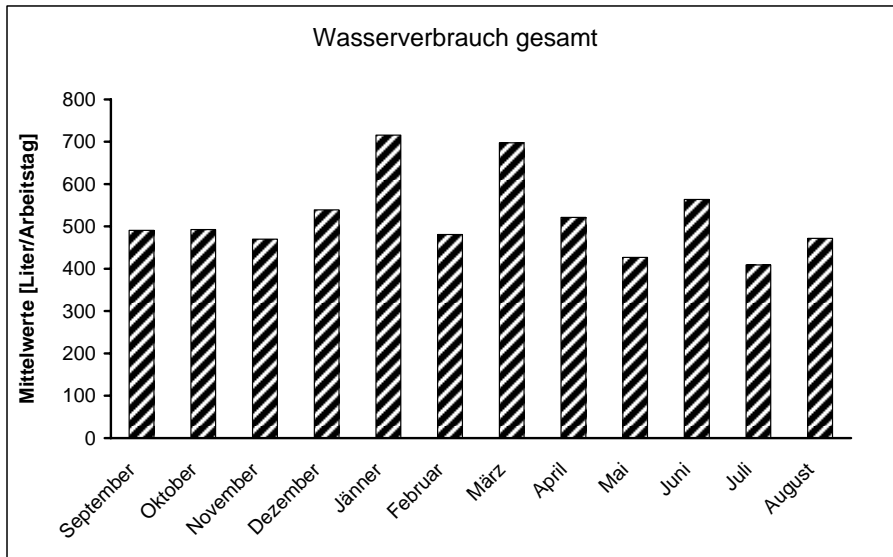


Abbildung 20: Monatsmittel des täglichen gesamten Wasserverbrauchs (Brauchwasser und Trinkwasser) im Christophorushaus (2007/2008).

Wird die Reduktion der organischen Abwasserinhaltsstoffe in der Grauwasserreinigung wie oben beschrieben mit 80% (Mittel der Elimination) bei einer mittleren BSB₅-Belastung von 36 g/m³ (Tabelle 13) und einem Jahresdurchsatz der Grauwasserreinigung von ca. 1100 m³/a angenommen, so ergibt sich eine Entlastung der öffentliche Kläranlage um ca. 24 kg BSB₅/a oder ca. einem Einwohnerwert (EW₆₀).

Privathaushalt Oberwindhag

Der Grauwasseranfall im Privathaushalt Oberwindhag beträgt in Mittel und Median ca. 50 L/d. Der maximale Tagesanfall erreicht ca. 100 L. Wird der Anteil des Grauwassers am gesamten Wasserkonsum eines Haushalts mit 50-80 % angenommen (Eriksson et al. 2009), so wird durch die Installation der Trockentoilette ca. 15-50 L/d an Spülwasser eingespart. Durch die intensiven Reisetätigkeiten der Fam. Lechner kommt es zu einer starken Fluktuation der Verbrauchswerte, die als zeitlicher Verlauf in der Abbildung 21 dargestellt sind. Insgesamt wurden im dargestellten Zeitraum ca. 20 m³ Grauwasser gereinigt.

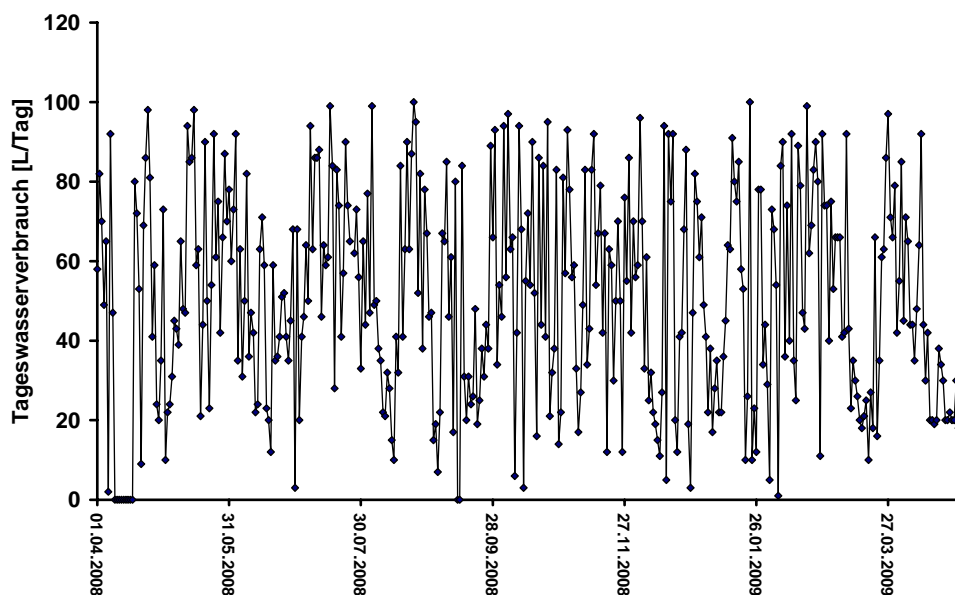


Abbildung 21: Verlauf des tägliche Wasserbedarfs (entspricht dem Anfall von Grauwasser) vom 01.04.2008 bis 30.04.2009 im Privathaushalt Oberwindhag.

2.3.3.5 Beurteilung der Reinigungsleistung

Um die quantitativen und qualitativen Ergebnisse zusammenzuführen und die beiden untersuchten Anlagen besser vergleichen zu können, sind die wichtigsten Kennwerte in der Tabelle 22 gegenübergestellt. Der Vergleich zeigt, dass trotz der geringeren Konzentration der organischen Parameter im Zulauf und aufgrund der hohen Zulaufmengen die Anlage Christophorushaus weit höher belastet ist.

Tabelle 22: Vergleichende Betrachtung der wichtigsten Anlagenkennwerte (berechnet aus Medianwerten).

Christophorushaus Privathauhalt Oberwindhag	Täglich	Täglich pro m ²	Reduktion %	Reduktion Fracht pro m ²
Organische Fracht (BSB ₅)	22 g/d	7,30 g/(m ² .d)	60	4,4 g/(m ² .d)
	1,5 g/d	0,32 g/(m ² .d)	85	0,3 g/(m ² .d)
Stickstofffracht	12 g/d	4,00 g/(m ² .d)	-	-
	0,5 g/d	0,10 g/(m ² .d)	-	-
Phosphorfracht	34 g/d	11,3 g/(m ² .d)	-	-
	0,1 g/d	0,02 g/(m ² .d)	-	-
Hydraulische Belastung	3,1 m ³ /d	1,0 m ³ /(m ² .d)	-	-
	0,05 m ³ /d	0,01 m ³ /(m ² .d)	-	-

Aus den Frachten und dem Mischungsverhältnis von Grauwasser und Brauchwasser als Zulauf zur Anlage im Christophorushaus lässt sich mithilfe der Ablaufwerte die mittlere Reduktion der organischen Inhaltstoffe aus dem Grauwasser (BSB₅) mit ca. 80-85% abschätzen. Die beiden Anlagen sind damit auch in diesem Punkt sehr ähnlich.

Vergleicht man die stoffliche Belastung der untersuchten Angaben mit den Vorgaben der ÖNORM B 2502 für bepflanzte Bodenfilter so liegt die Anlage des Christophorushaus zwar für BSB₅ bei der Hälfte der Dimensionierung hinsichtlich stofflicher Belastung (60 g BSB₅ pro EW für 4 m² Filterfläche), die Parameter Stickstoff und Phosphor liegen jedoch darüber. Die Anlage des Privathaushalts in Oberwindhag liegt für alle Parameter unter den Dimensionierungsangaben der ÖNORM.

In der ÖNORM B 2505 werden wie üblich 150 L/EW als täglicher Abwasseranfall angenommen. Mit einem Dimensionierungswert von für 4 m² Filterfläche pro EW ergibt sich daraus eine hydraulische Belastung von 38 L/m²/d. Vergleicht man hier die beiden Anlagen, so liegt die hydraulische Belastung der Anlage im Christophorushaus mit 1,0 m³/m²/d weit über diesen Angaben, die Anlage in Oberwindhag zwei Drittel darunter.

Diese Ergebnisse sind in Bezug auf die Betriebserfahrungen mit dem bepflanzten Bodenfilter im Christophorushaus wichtig, da hier immer wieder Kollmationen der Anlage aufgetreten sind (siehe 2.3.3.6). Die sehr hohe hydraulische Belastung könnte ein Grund dafür sein.

Um die Erreichung der qualitativen Anforderungen aus den verschiedenen Richtlinien beurteilen zu können, werden die Ergebnisse der wichtigsten Parameter im Folgenden zusammengefasst.

Suspendierte Stoffe

Die Reduktion der suspendierten Stoffe stellt wegen deren Einfluss auf die mikrobiologischen und organische Kontamination das Grauwassers ein wichtiges Ziel der Grauwasserreinigung dar. Die Anlage im Christophorushaus erreicht im Mittel eine Reduktion der abfiltrierbaren Stoffen von 35%, die Anlage in Oberwindhag 87%. In Oberwindhag wird aufgrund der relativ

geringen hydraulischen Belastung eine sehr geringe Konzentration von AFS im Ablauf (<6 mg/L) erreicht. Die hohe hydraulische Belastung im Christophorushaus führt auch zu höheren Ablaufkonzentrationen von AFS, wobei diese im Median mit 23 mg/L noch unter den Empfehlungen <30 mg/L AFS von Asano (2007) und Queensland (2003) liegen. Betrachtet man das Brauchwasser im Christophorushaus, so ist dieses mit <8 mg/L AFS gering belastet. In den Empfehlungen des fbr (2005) sind keine Grenzwerte für AFS angegeben.

Organische Belastung

Als weiteres wichtiges Ziel der Grauwasserreinigung gilt die Reduktion der organischen Inhaltsstoffe. Hier sind aus im Hinweisblatt H 201 des fbr eine Zielkonzentration von <5 mg/L BSB₇ angegeben, die umgerechnet einem BSB₅ von <4,3 mg/L entsprechen. Die Ablaufergebnisse der beiden Anlagen zeigen, dass die Anlage Christophorushaus mit einer mittleren BSB₅ –Konzentration mit 7 mg/L im Mittel und 3 mg/L im Median dieses Niveau erreicht. Die Anlage in Oberwindhag liegt mit 7 mg/L im Mittel und 4 mg/L im Median fast gleich. Die Reduktion der organischen Belastung erfolgt daher bei beiden Anlagen in ausreichendem Ausmaß.

Sauerstoffverhältnisse

Aus den Messungen der Sauerstoffverhältnisse im Ablauf der Grauwasserreinigung des Christophorushaus zeigt sich, dass die empfohlene Sauerstoffsättigung von 50% in jedenfalls eingehalten wird. Für Bewässerungswasser liegen keine Empfehlungen hinsichtlich Sauerstoffverhältnisse vor und wurden daher beim Objekt Oberwindhag nicht erhoben.

Mikrobiologie

Als letztes wesentliches Qualitätskriterium sind die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen zusammengefasst. Als Vergleichswerte wurden die in der Tabelle 12 angeführten Anforderungen herangezogen. Von den zehn analysierten Stichproben im Ablauf des bepflanzten Bodenfilters im Christophorushaus erfüllen zwei die Mindestanforderungen für Bewässerungswasser und damit die geringsten genannten Anforderungen nicht (Tabelle 23). Betrachtet man die Mittel- und Medianwerte aller Untersuchungsergebnisse so zeigt sich, dass die im Median (E.Coli <137 KBE/100 ml; Enterokokken <146 KBE/100ml) die Anforderungen nach der Badegewässerrichtlinie (strengste hygienische Kriterien) erfüllt werden. Beim Mittelwert schlagen einzelne Proben mit hoher Belastung durch. Es zeigt sich auch, dass es bei Spitzenbelastungen, wie sie nach Veranstaltungen auftreten, auch zu erhöhten hygienischen Belastungen kommt.

Tabelle 23: Übersicht über die hygienische Eignung der analysierten Stichproben des Ablaufs der Grauwasserreinigungsanlage Christophorushaus (Gesamtprobenanzahl 10).

Anzahl Proben mit Eignung nach	Badewasser	Brauchwasser	Bewässerungswasser	
	EU-RL	FBR	ÖWAV	DIN
Geeignet	4/10	5/10	5/10	8/10
Ung geeignet	6/10	5/10	5/10	2/10

Die Untersuchung der hygienischen Eignung des Ablaufs der Grauwasserreinigung im Privathaushalt Oberwindhag ist in Tabelle 24 zusammengefasst. Es zeigt sich, dass nur eine der Proben den höchsten Anforderungen (EU- Badegewässerrichtlinie) nicht entspricht, den Anforderungen der anderen Regelwerke aber genügt.

Tabelle 24: Übersicht über die hygienische Eignung der analysierten Stichproben des Ablaufs der Grauwasserreinigungsanlage Privathaushalt Oberwindhag (Gesamtprobenanzahl 4).

Anzahl Proben mit Eignung nach	Badewasser	Brauchwasser	Bewässerungswasser	
	EU-RL	FBR	ÖWAV	DIN
Geeignet	3/4	3/4	4/4	4/4
Ungeeignet	1/4	1/4	4/4	4/4

Die beiden Anlagen erreichen zwar die empfohlene hygienische Qualität im Normalbetrieb, Spitzenbelastungen schlagen aber beim Christophorushaus durch. Eine aus hygienischer Sicht sichere Nutzung des Brauchwassers ist daher im Christophorushaus bei Spitzenbelastungen durch Veranstaltungen nicht gewährleistet.

2.3.3.6 Wartung und Betrieb

Christophorushaus

Das Betriebspersonal wurde vom Planer / von der Planerin in den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage eingewiesen. Ein Betriebsbuch ist vorhanden. Für die Grauwasserreinigung muss der Grauwassertank einer regelmäßigen Sichtkontrolle unterzogen werden. Gegebenenfalls ist dann das Siebnetz zu reinigen. Die Zulaufleitungen zum bepflanzten Bodenfilter müssen ebenfalls regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden. Im Regenwassertank befindet sich ebenfalls ein Sieb, das regelmäßig gereinigt werden muss. Für diese Tätigkeiten wird in Summe ein Zeitaufwand von 2 h/Monat angegeben.

Als Kritikpunkt wird angeführt, dass ein Überlauf beim bepflanzten Bodenfilter im Haus fehlt. Das hat bereits mehrmals zu Wasserschäden geführt, der durch einen Überlauf verhindert hätte werden können. Im Sommer kommt es zu einer regelmäßigen Algenblüte im Wasserkanal, deren Bekämpfung einen Zeitaufwand von ca. 12 h/Jahr verursacht. Der Algenbefall ist im Sommer unangenehm, dieses Problem konnte durch das Abfischen der Algen und das Einbringen von Jutesäcken mit Stroh in den Umlaufgraben zumindest zeitweise beseitigt werden (hält ca. 4 Wochen). Der Wasserkanal wird witterungsabhängig (erster Frost) entleert und im Frühjahr wieder in Betrieb genommen, die Regenwassereinspeisung als Teil des Brauchwassersystems ist in diesem Zeitraum daher nicht verfügbar.

Die Erwartungen in die Funktion der Brauchwasseranlage wurden im Großen und Ganzen erfüllt. Anfangs hat es jedoch Probleme mit dem bepflanzten Bodenfilter gegeben (Verstopfungen, Geruchsentwicklung), da der Sandaufbau nicht entsprechend der Planung eingebracht wurde. Der Sandaufbau wurde daraufhin entsprechend der Planung mit der Körnung $\frac{1}{4}$ neu eingebracht. Die Neigung zu Verstopfungen (Kollmation) und Geruchsbildung wurde dadurch zwar wesentlich reduziert, es traten aber immer wieder Kollmation des Filters auf. Als Grund dafür könnte die stark erhöhte hydraulische Belastung durch die Zirkulation in Frage kommen (vergl. Kapitel 2.3.3.5). Wie bereits oben angeführt war eine Zirkulation in diesem Ausmaß nicht geplant, wurde aber aufgrund einer starken Geruchsentwicklung im Brauchwassertank notwendig. Der Brauchwassertank ist im Vergleich zum Brauchwasserbedarf stark überdimensioniert, da dieser aus dem Altbestand auf dem Grundstück übernommen wurde.

Der ursprünglich vorhandene Jutesack als Feinsieb des Zulaufs zu Grauwassertank wurde durch ein Feinsieb aus Kunststoff ersetzt, wodurch die Verstopfungsanfälligkeit wesentlich reduziert werden konnte. Die Versorgung mit Brauchwasser wird im Normalfall als ausreichend angegeben. Längere Ausfälle der Brauchwasseranlage kommen in der Regel nicht vor. Als letzte Störung wurde das Überlaufen des Brauchwassertanks durch einen defekten Schwimmerschalter angegeben. Diese Störung konnte aber nach kurzer Zeit

wieder behoben werden. Eine Geruchsbelästigung durch die Grauwasserreinigung im Haus war anfangs vorhanden, konnte aber durch Erhöhung der Umwälzung beseitigt werden. Die Beschickung des bepflanzten Bodenfilters erzeugt Geräusche. Bei Veranstaltungen wurde diese daher händisch ausgeschaltet, wodurch es in der Folge zu Faulung und Geruchsbildung im Grauwassertank gekommen ist. Diese Vorgangsweise wird seither nicht mehr praktiziert.

Aus den Nennleistungen der Pumpen und den Laufzeiten der einzelnen Aggregate wurden der Energiebedarf abgeschätzt (Tabelle 25). Die Ergebnisse zeigen, dass die meiste Energie für die Zirkulation im Wasserkanal benötigt wird, gefolgt für die Zirkulation über die Grauwasserreinigung. Der Bedarf für die Förderung zu den VerbraucherInnen ist im Vergleich gering.

Tabelle 25: Abschätzung elektrischer Energieverbrauch durch das Brauchwassersystem.

Pumpe	Nennleistung kW	Laufzeit h/d	Energieverbrauch kWh/d
Zulauf/Rezirkulation Bodenfilter	0,55	4	2,2
Rezirkulation Umlaufbecken	0,55	8	4,4
Förderung Verbraucher	0,55	0,2 *	0,1
Nachspeisung Umlaufgraben	0,55	k.A.	vernachlässigbar
Summe			6,7

Betrachtet man die Aggregate, die der Grauwasserreinigung zugeordnet sind, so ergibt sich ein spezifischer Energiebedarf von 14 kWh/m³ gereinigtem Grauwasser. Bezieht man den Gesamtenergiebedarf auf die genutzte Brauchwassermenge, so ergibt sich ein spezifischer Bedarf von fast 30 kWh/m³ Brauchwasser. Für den Betrieb der Anlage werden weiters keine nennenswerten Betriebsmittel benötigt.

Wie bereits oben beschrieben handelt es sich bei der Brauchwasseranlage um ein komplexes System, das eine regelmäßige Betreuung und Wartung durch Personal mit gutem technischen Verständnis und entsprechender Einschulung erfordert. In Summe wurde ein jährlicher Arbeitsaufwand von 36 h für das Gesamtsystem angegeben.

Privathaushalt Oberwindhag

Die BewohnerInnen des Privathaushalts Oberwindhag sind mit der Grauwasserreinigungsanlage sehr zufrieden. Als Kritikpunkt wurde der Reinigungsaufwand für die Verteilleitung genannt, den man durch technische Verbesserungen bei einer Neuerrichtung reduzieren könnte. Weiters wird noch die Abtrennung der Grobstoffe aus dem Grauwasser mit dem Filtersack genannt, die nicht optimal funktioniert. Das ist ein Problem, das auch im Christophorushaus aufgetreten ist und dort durch die Adaption des Filtersacks gelöst werden konnte. Für die anfallenden Wartungsarbeiten (Filter entleeren, Schacht reinigen, Verteilleitung reinigen) werden ca. 5-10 Stunden pro Jahr genannt. Der Aufwand für Reinigungsarbeiten im Bereich der Bepflanzung des Filterbeets wird zusätzlich einer Stunde pro Monat veranschlagt.

Bei einer Laufzeit der Beschickungspumpe der Grauwasserreinigung von 10 min/Tag kann mit einem mittleren Energiebedarf von ca. 0,1 kWh/Tag und einem mittleren spezifischen Energiebedarf von 2 kWh/m³ gereinigtem Grauwasser gerechnet werden. Der spezifische Energiebedarf liegt bei dieser Anlage also bei einem Zehntel der Anlage Christophorushaus. Kosten für Betriebsmittel fallen auch bei dieser Anlage keine an.

2.3.3.7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Die Wasserbezugsgebühr in der Gemeinde Stadl-Paura beträgt zum Zeitpunkt der Berichterlegung 1,45 €/m³. Die entsprechende Gebühr für die Abwasserentsorgung beträgt 3,90 €/m³ (Kanalbenützungsg Gebühr). Entsprechend diesen Eckdaten wurde eine Abschätzung der Einsparung an Betriebskosten für das Gebäude erstellt (Tabelle 26). Für die Abschätzung der Energiekosten wurden die Angaben des Energiemonitors des BMWFJ vom 26.05.2009 herangezogen (Angaben für die Energie AG, Oberösterreich). Die Personalkosten wurden entsprechend einem Technikersatz von 40 €/h abgeschätzt.

Tabelle 26: Monetäre Abschätzung des jährlichen Einsparungspotenzials der Betriebskosten durch die Wiederverwendung von gereinigtem Grauwasser und Regenwasser.

Position	Menge	Einheitspreis €	Einsparung + Kosten p.a.
Mittleres jährliche Einsparung Trinkwasser	83 m ³	1,45	+120 €
Mittleres jährliche Einsparung Abwasser	83 m ³	3,90	+324 €
Zusätzlicher Energieverbrauch	2446 kWh	0,1775	-434 €
Zusätzlicher Personalaufwand	36 h	40,00	-1440 €
Summe			-1430 €

Als Mehrkosten der Investitionen im Vergleich mit einer konventionellen Lösung wurden für die gesamte Brauchwasseranlage laut Konzept ca. 9.000 € gegenüber einer konventionellen Lösung angegeben. Die Gesamtkosten für die Wasserversorgung inklusive Toiletten für die Sanitärräume werden mit rund 17.340 € angegeben. In der Tabelle 27 sind die baulichen und maschinellen Bestandteile der einzelnen Teile des Brauchwassersystems, die geschätzten Kosten und Mehrkosten gegenüber einem konventionellen System aufgeführt.

Tabelle 27: Kostenschätzung für das Brauchwassersystem des Christophorushaus aus dem Planungskonzept (Angaben gerundet).

Angaben in €	Kosten	Teilsummen	Mehrkosten	Teilsummen
Wasserlose Urinale und Low-Flush Toiletten		5380		740
Wasserlose Urinale (4Stk.)	1600		0	
Low-Flush Toiletten inkl. Transport (8 Stk.)	3220		180	
Sammelheber	560		560	
Grauwassersammlung und -behandlung		3650		3650
Getrennte Grauwassersammlung (Hausinstallationen)	400		400	
Filterkorb	600		600	
Kunststoffsammeltank	900		900	
Brauchwasserzuleitung mit Schwimmerventil	250		250	
Pumpe mit Zubehör	600		600	
Pflanzenfilter	750		750	
Ableitung zu Brauchwassertank	150		150	
Regenwasserbehandlung und Rezirkulation		4010		600

Pflanzenfilter	1050		0	
Pumpenschacht mit Überlaufleitungen	2040		600	
Zirkulationspumpe und Leitungen	920		0	
Brauchwassersystem		4300		4000
Speicherung	1500		1500	
Drucksteigerung	1000		1000	
Verteilsystem	1500		1200	
Frischwasserzuleitung	300		300	

Für die Speicherung der Grauwassers wurde aufgrund der Nutzung eines bestehenden Behälters nur Aushub, Bettung, Verfüllen und Herstellen der Anschlüsse in der obigen Kostenaufstellung berücksichtigt.

Um die Wirtschaftlichkeit unter Einbeziehung der Investitions-, Re-Investitionskosten und Betriebskosten gegenüberzustellen, wurden im folgenden die oben angeführten laufenden Kosten zusammen mit den Angaben aus der Planung nach den KVR-Leitlinien zur dynamischen Kostenvergleichsrechnung (LAWA, 2005) auf Barwerte zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme diskontiert. Alle Berechnungen wurden auf eine Nutzungsdauer von 25 Jahren untersucht (lt. Empfehlung für kompakte Abwasserreinigungsanlagen). Die Re-Investitionen wurden nach der halben Nutzungsdauer für die maschinellen Anlagenteile (Pumpen) angenommen (12,5 Jahre). Als langfristiger Zinssatz wurden 3% p.a. real angesetzt.

Da die Brauchwasserversorgung im Fall des Christophorushaus aus einer Kombination von Grauwasserreinigung und Regenwassernutzung besteht, ist es von Interesse, wie sich die Trennung dieser Kombination als fiktive Varianten auf den Ressourcenverbrauch und die Kosten auswirken würden. Weiters ist von Interesse, in wie weit sich die wassersparenden Sanitäreinrichtungen auf das Ergebnis auswirken. Im Folgenden werden diese Varianten beschreiben und in einem Barwertvergleich dargestellt. Bei allen Varianten wurden die Aufwendungen für den Betrieb der Wasserkanals berücksichtigt, da dieser als architektonisches Element in das Objekt integriert wurde.

- **Variante 0a:** Keine Brauchwassernutzung, jedoch mit wassersparenden Sanitäreinrichtungen.
- **Variante 0b:** Wie Variante 0a, jedoch wurden bei dieser Variante keine wassersparenden Einrichtungen berücksichtigt. Der bestehende Brauchwasserverbrauch des Hauses wurde entsprechend erhöht und zum bestehenden Trinkwasserverbrauch addiert ($77,8 \text{ m}^3/\text{a} + 30\% + 62 \text{ m}^3/\text{a}$), um die Wasserversorgung abdecken zu können. Es fallen lediglich Energie- und Wartungskosten für den Betrieb der Wasserkanals an. Der Gesamtwasserbedarf liegt bei $170 \text{ m}^3/\text{a}$.
- **Variante 1a:** Bestehendes System wie oben beschrieben. Der Gesamtwasserbedarf (Summe aus Trinkwasser und Brauchwasser) liegt bei $145 \text{ m}^3/\text{a}$.
- **Variante 1b:** Bestehendes System wie oben beschrieben jedoch ohne Sparmaßnahmen bei der Einrichtung der Sanitäreinrichtungen (Gesamtwasserbedarf wie bei Variante 0b bei ca. $170 \text{ m}^3/\text{a}$).
- **Variante 2a:** Nur Grauwasserreinigung für die Bereitstellung von Brauchwasser. Da die Menge an verfügbarem Grauwasser vom Trinkwasserverbrauch abhängt und dieser geringer ist als die benötigte Brauchwassermenge, liegt der jährliche Trinkwasserbedarf etwas höher als bei der Variante 1.
- **Variante 2b:** Wie Variante 2a jedoch ohne wassersparenden Sanitäreinrichtungen. Der Trinkwasserbedarf erhöht sich aufgrund des erhöhten Brauchwasserbedarfs noch weiter.

- **Variante 3a:** Nur Regenwassernutzung ohne Grauwasserreinigung. Bei dieser Variante ist die Verfügbarkeit von Brauchwasser vom Niederschlag abhängig. Es kann daher in den Wintermonaten und bei längeren Trockenperioden zu beschränkter Verfügbarkeit und folglich zu erhöhtem Trinkwasserbedarf durch Nachspeisung kommen. Es wurde daher ein zusätzlicher Trinkwasserverbrauch des dreifachen monatlichen Brauchwasserbedarfs angesetzt (2 Wintermonate und eine einmonatige Trockenperiode mit insgesamt +21 m³/a).
- **Variante 3b:** Wie Variante 3a jedoch ohne wassersparenden Sanitäreinrichtungen. Hier führt der dadurch bedingte erhöhte Brauchwasserbedarf zur Trinkwassernachspeisung und folglich zu einem weiter erhöhten Trinkwasserbedarf. Hier wurden 26 m³/a zusätzlicher Trinkwasserbedarf zur Berücksichtigung von Trockenperioden und Wintermonaten angesetzt.

Die Ergebnisse der Barwertberechnungen sind in der Tabelle 28 zusammengefasst. Es zeigt sich, dass die Nullvariante trotz der geringen Investitionen und aufgrund der Kosten für die Wassergebühren im Mittelfeld der Barwartergebnisse liegt. Der Unterschied des Barwertes der Nullvariante und der Bestandsvariante (Variante 1a) liegt vor allem in den Personalkosten für die Wartung. Würde man diese halbieren so liegen die Barwerte beider Varianten in etwa gleich.

Weiters zeigt sich, dass die Versorgung des Systems mit Brauchwasser nur durch Grauwasser bzw. nur durch Regenwasser in beiden Fällen zu einer Erhöhung des Trinkwasserbedarfs führt. Hier ist der Einfluss von wassersparenden Einrichtungen bei den Brauchwasserverbrauchern ersichtlich. Bei der Variante 2b führt der erhöhte Brauchwasserbedarf aufgrund des Fehlens dieser Einrichtungen zu einem höheren Barwert und damit zu einer geringeren Wirtschaftlichkeit als bei der Variante 2a. Nur bei dieser Variante und der Variante 0 bringt die Installation solcher Einrichtungen auch einen wirtschaftlichen Vorteil, da sich der Brauchwasserbedarf direkt auf den Trinkwasserverbrauch auswirkt. Bei der Variante 3 wirkt sich die Höhe des Brauchwasserbedarfs ebenfalls auf die Kosten für Trinkwasser aus, das fällt aber im Rahmen der getroffenen Annahmen nicht so stark ins Gewicht.

Tabelle 28: Barwertvergleich und Wasserbedarf des bestehenden Systems mit der Nullvarianten und fiktiven Varianten (Angaben gerundet).

Varianten	Investitions-kosten €	Re-Investitions-kosten €	Betriebs-kosten €/a	Trinkwasser bedarf m ³ /a	Projekt-kostenbar-wert €
0a – Kein Brauchwasser	9100	1500	1500	145	36900
0b- ohne Wassersparm.	8400	900	1700	170	38000
1a- Grau/Regenw.(Bestand)	17300	3100	2200	62	47400
1b – ohne Wassersparm.	16600	2500	2200	62	43400
2a- Grauwassernutzung	16740	3100	2300	73	49100
2b– ohne Wassersparm.	16000	2500	2400	104	52000
3a- Regenwassernutzung	13750	2500	1200	83	28800
3b– ohne Wassersparm.	13000	1920	1200	88	25900

Aus der Sicht des Ressourcenverbrauchs zeigt sich die Bestandsvariante als die Günstigste. Im Barwertvergleich liegt diese Variante rund 10.000 € über der Nullvariante, jedoch klar unter der Variante 2 mit reiner Grauwassernutzung. Der Verzicht auf die Regenwassernutzung bringt keinen Vorteil, da die Wartungskosten nicht reduziert werden, ein Mehrverbrauch von Trinkwasser aber die Folge ist. Aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit ist die Variante 3 mit reiner Regenwassernutzung am günstigsten, da die Betriebskosten hier wesentlich geringer sind als in Kombination mit der Grauwasserreinigung. Die Personalkosten für die Wartung der Anlage haben sich als wesentlichster Kostenfaktor erwiesen. Hier liegen noch wesentliche Einsparungspotentiale, die weit höher sind als bei den anderen Betriebskostenpositionen wie z.B. bei der Energie. Weiters ist anzumerken, dass die Vergütung der Wasserversorgung und der Abwasserbeseitigung ebenfalls Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit solcher Systeme hat.

Unter Berücksichtigung der im Konzept genannten Zielsetzungen des sparsamen Umganges der Ressourcen Wasser und Energie, der Wirtschaftlichkeit und des Beitrags der Wassernutzung zum Raumklima des Hauses kann die in Tabelle 29 dargestellte Überblicksbewertung angestellt werden.

Tabelle 29: Übersicht über die Bewertung der Varianten nach den Zielkriterien des Konzeptes der Wassernutzung im Christophorushaus.

Kriterien	Sparsame Ressourcennutzung		Wirtschaftlichkeit	Beitrag zum Raumklima
	Wasser	Energie		
Varianten				
0a – Kein Brauchwasser	-	+	+	--
0b- ohne Wassersparm.	--	+	+	--
1a- Grau/Regenw.(Bestand)	++	-	-	++
1b – ohne Wassersparm.	++	-	-	++
2a- Grauwassernutzung	++	-	--	++
2b– ohne Wassersparm.	+	-	--	++
3a- Regenwassernutzung	++	+	++	--
3b– ohne Wassersparm.	+	+	++	--

Aus dem Bewertungsansatz stellt sich die Variante 3a der Kombination einer Regenwassernutzung mit wassersparenden Sanitäreinrichtungen als günstigste dar. Danach kommen die Varianten auf Basis der bestehenden Anlage. Die reine Grauwasserbehandlung schneidet mäßig ab und die Nullvariante am schlechtesten.

Da die Grauwasserreinigung des Privathaushalts Oberwindhag in Eigenregie errichtet wurde und keine detaillierten Aufzeichnungen über die Gestehungskosten bestehen, wurde auf eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung im Rahmen des vorliegenden Projektes verzichtet.

2.3.4 Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden zwei Anlagen zur Reinigung von Grauwasser untersucht. Obwohl in den beiden Fällen die gleiche Technologie für diese Aufgabe zum Einsatz gekommen ist, sind aufgrund der örtlichen Rahmenbedingungen wesentliche Unterschiede in den Voraussetzungen, Zweck und der Betriebsführung zu verzeichnen. Die wesentlichsten Unterschiede können wie folgt zusammengefasst werden:

- **Voraussetzungen:** Beim Christophorushaus handelt es sich um ein öffentlich zugängliches Büro- und Betriebsgebäude mit unterschiedlichen Bereichen der Wassernutzung. Zentrale Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind gegeben. Der Privathaushalt Oberwindhag ist ein Einzelhaushalt in ländlicher Lage ohne Zugang zu einer öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Die Vergütung von Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung erfolgt über den Trinkwasserverbrauch.
- **Zweck der Grauwasserreinigung:** Beim Christophorushaus dient das gereinigte Grauwasser als Ersatz für Trinkwasser für Brauchwasserzwecke. Die Einsparung von Trinkwasser und die Integration von Wasser in die nachhaltige Gebäudephilosophie waren vorrangige Ziele. Im Privathaushalt Oberwindhag dient die Grauwasserreinigung als eine Komponente der Abwasserentsorgung durch dessen Verwendung als Bewässerungswasser im eigenen Garten. Die Grauwasserreinigung im Gebäude dient in beiden Fällen auch zur Verbesserung des Raumklimas.
- **Betriebsführung:** Die Grauwasserreinigung im Privathaushalt Oberwindhag funktioniert als vertikal durchflossener bepflanzter Bodenfilter mit intermittierender Beschickung. Das anfallende Bewässerungswasser wird im Garten gespeichert. Im Christophorushaus wird über den bepflanzten Bodenfilter zusätzlich Brauchwasser zirkuliert, das gereinigtes Grauwasser wird mit behandeltem Regenwasser vermischt und vorwiegend für die Toilettenspülung verwendet.

Die Betreibenden beider untersuchter Anlagen sind grundsätzlich mit den installierten Anlagen zur Reinigung von Grauwasser zufrieden. Entsprechend der technischen Komplexität der installierten Anlagen ist der Betriebs- und Wartungsaufwand unterschiedlich, bleibt aber bei beiden Anlagen in einem vertretbaren Rahmen. Beide Anlagen erfordern jedenfalls technisches Verständnis und eine entsprechende Einschulung. Die Wartung der Anlagen wird in beiden Fällen ordnungsgemäß durchgeführt und die Störungsanfälligkeit ist relativ gering. Aus technischer Sicht verursachen die Vorreinigung des Grauwassers und die Wartung der Beschickungsleitungen den höchsten Wartungsaufwand. Der Bedarf an Energie ist wesentlich vom Pumpeneinsatz für die Beschickung der Anlagen, für die eventuell vorhandene Rezirkulation und die nachfolgende Nutzung des Brauch- bzw. Bewässerungswassers abhängig. Hier unterscheiden sich die beiden Anlagen aufgrund der oben genannten technischen Unterschiede wesentlich. Allerdings ist anzumerken, dass die generell sparsame Wasserverwendung im Christophorushaus volumenbezogene Auswertungen des Energieverbrauchs in einem schlechteren Licht darstellt, da die Bezugsmengen dementsprechend gering sind.

Aus den qualitativen Analysen zeigt sich, dass die prozentuelle Reinigungsleistung von den Nährstoffverhältnissen und den Belastungsverhältnissen im Zulauf der bepflanzten Bodenfilter abhängen. Die Verdünnung des Grauwassers im Christophorushaus im Normalbetrieb führt zu einem ungünstigen Nährstoffverhältnis und einer relativ geringeren prozentuellen Abbaurate von organischen Inhaltsstoffen. Da aber die Zulaufmenge bei einer Zirkulation wesentlich höher ist, werden trotz der geringeren prozentuellen Abbaurate wesentliche Anteile der Fracht abgebaut und eine zufriedenstellende Reduktion der organischen Inhaltsstoffe erreicht. Stoßweise Belastungen durch z.B. Veranstaltungen wirken sich nachteilig auf die Reinigungsleistung aus, da trotz des besseren Nährstoffverhältnisses die Kapazitäten der Anlage zu gering sind und es kommt zu einer zeitweiligen Verschlechterung der Brauchwasserqualität.

Die mikrobiologischen Untersuchungen zeigen, dass beide Anlagen zu einer vergleichbaren Reduktion der enthaltenen Keimbelastung beitragen. Aber auch hier zeigt sich, dass sich stoßweise Belastungen negativ auf die hygienischen Parameter auswirken. Um die empfohlenen hygienischen Anforderungen an Brauchwasser nach fbr (2005) für die Verwendung als Spülwasser und für Reinigungszwecke auch bei diesen Betriebszuständen sicher zu erreichen, müsste im Christophorushaus eine zusätzliche Desinfektion des Brauchwassers vorgesehen werden. Bei vergleichbaren Anlagen wurden ähnliche Ergebnisse erzielt und darauf hingewiesen, dass für das Erreichen der hygienischen

Anforderungen im Normalfall eine nachgeschaltete Hygienisierung notwendig ist (Reinoso et al., 2008). Im Fall des Privathaushalts Oberwindhag werden die Anforderungen für die Nutzung als Bewässerungswasser sicher eingehalten.

Aus den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen hat sich gezeigt, dass der Personalaufwand für die Wartung das wesentliche Kriterium für das Ergebnis darstellt. Weiters wurde deutlich, dass bei solchen Systemen unbedingt der Mehrwert durch nicht-technische Aspekte - wie z.B. die Wirkung der Anlage auf das Raumklima – in einer nicht monetären Bewertung berücksichtigt werden müssen

Für das **Christophorus**haus können die Ergebnisse folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Die starke Zirkulation mit einem Verdünnungsverhältnis von 1:10 wurde durch den überdimensionierten Speichertank erforderlich, um die Geruchsbildung im Brauchwasser zu vermeiden. Diese Betriebsweise entspricht nicht der Planung und führt zu mehreren Nachteilen im Zuge des Betriebes. Darunter sind die Verschlechterung des Nährstoffverhältnisses im Zulauf des bepflanzten Bodenfilters, eine stark überhöhte hydraulische Belastung als mögliche Ursache für Kolmationen im Filter und ein hoher Energieaufwand für das Pumpen.
- Das Grauwassers des Christophorushaus weist bei Normalbetrieb eine ungünstige Zusammensetzung für die biologische Reinigung auf. Die organische Belastung ist im Normalbetrieb äußerst gering, da das anfallende Grauwasser durch die Zirkulation stark verdünnt wird.
- Bei Veranstaltungen werden durch den Buffetbetrieb Belastungsspitzen hervorgerufen, die aus Sicht der Nährstoffverhältnisse zwar günstiger für die biologische Aktivität in der Reinigungsanlage sind, aufgrund der Trägheit des Systems innerhalb des kurzzeitigen Auftretens dieser Spitzen von der Anlage nur zum Teil bewältigt werden können.
- Aufgrund der ungünstiger Nährstoffverhältnisse und der stoßweisen Überlastung der Biologie bei Veranstaltungen ergibt sich eine Reduktion der organischen Fracht von ca. 50% - 60%, berücksichtigt man allerdings die Verdünnung des Grauwassers mit Brauchwasser so kann man eine Frachtreduktion von ca. 80 - 85% des BSB₅ durch die biologische Reinigung im bepflanzten Bodenfilter annehmen. Die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor bleiben im Normalbetrieb unverändert, bei Spitzenbelastungen zeigt sich eine teilweise Stickstoffelimination durch Denitrifikation.
- Aus den mikrobiologischen Untersuchungen zeigt sich, dass nur die Hälfte aller Proben die geforderte Qualität für die Brauchwassernutzung im Haus erreicht. Für die Nutzung als Bewässerungswasser sind 80% der Proben geeignet. Die Keimeliminationsfähigkeit der Anlage liegt bei einer Keimreduktion von 1,5 LOG- Stufen (37°C). Die Ergebnisse für potenzielle pathogene Parameter liegen mit rund 90% Reduktion über vergleichbaren Anlagen aus der Literatur (Li et al., 2009).
- Aus den quantitativen Messungen belaufen sich die Einsparungen an Trinkwasser auf knapp 60% bezogen auf den gesamten Wasserbedarf.
- Für die Wartung der Grauwasserreinigung sind vor allem die Funktionsfähigkeit der Grobstoffabtrennung und die Reinigung der Beschickungsleitung wichtig. Bei der mit der Grauwassernutzung kombinierten Regenwassernutzung entsteht vor allem durch die Algenblüte im Wasserkanal erheblicher Wartungsaufwand. Der gesamte Wartungszeitaufwand wird für das Gesamtsystem mit 36 Arbeitsstunden pro Jahr angegeben, wobei für die Grauwasserreinigung alleine 2 Stunden pro Monat veranschlagt werden können. Die Auswertung des Energieeinsatzes geben mit einem spezifischen Energiebedarf von 14 kWh/m³ gereinigtem Grauwasser und 30 kWh/m³ genutztem Brauchwasser relativ hohe Werte. Diese sind auf den Energiebedarf der Pumpen der Rezirkulation bei der Grauwasserreinigung und beim Wasserkanal zurückzuführen.

- Die verminderten Gebühren für Trink- und Abwasser durch den verringerten Trinkwasserbedarf und die Energiekosten für die Anlagen gleichen sich in etwa aus. Rechnet man allerdings den Zeitaufwand für Betrieb und Wartung, so ergeben sich Mehrkosten von etwa 1400 € pro Jahr. Die Barwertberechnung im Vergleich mit drei anderen Varianten der Wassernutzung (kein Brauchwasser, nur Grauwassernutzung und nur Regenwassernutzung) zeigen, dass die bestehende Anlage etwas unter der Wirtschaftlichkeit der Nullvariante liegt. Sie ist allerdings günstiger als die Variante mit alleiniger Grauwassernutzung. Als wirtschaftlich günstigste Variante ergibt sich eine ausschließliche Nutzung von Regenwasser.
- Werden die weiteren Ziele der Wasserkonzeptes wie der sparsame Umgang mit Ressourcen Wasser und Energie und die positive Wirkung auf das Raumklima berücksichtigt, so liegt die bestehende Variante vor der Nullvariante und der alleinigen Grauwassernutzung.
- Verbesserungspotenzial besteht jedenfalls im Zusammenhang mit der Zirkulation des Brauchwassers. Diese sollte so weit wie möglich vermieden werden.

Die Untersuchungen beim **Privathaushalt Oberwindhag** lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die Nährstoffverhältnisse liegen aufgrund der fehlenden Verdünnung durch Zirkulation und der gleichmäßigen Belastung günstiger als beim Christophorushaus. Es gibt keine signifikanten Stoßbelastungen.
- Die Reinigungsleistung des bepflanzten Bodenfilters liegt bei ca. 80 - 90% für BSB₅ und 70 - 80% für CSB.
- Die mikrobiologischen Untersuchungen zeigen eine Reduktion der Gesamtkeimzahl von 1,8 LOG – Stufen (37°C). Die Parameter E.Coli und Koliforme (potentiell pathogene Keime) werden im Mittel um 91% und um 97% reduziert. Nur eine der untersuchten Proben hat aus hygienischer Sicht die Vorgaben der Badegewässerrichtlinie nicht erreicht, die Vorgaben für die Nutzung als Bewässerungswasser werden in allen Fällen erfüllt. Das gereinigte Grauwasser des Privathaushaltes Oberwindhag wird für die Bewässerungszwecke eingesetzt, würde aber auch den Anforderungen für die Nutzung als Brauchwasser im Haus genügen.
- Bis auf die Funktion des Filtersacks zur Grobstoffentfernung aus dem Grauwasser und dem Wartungsaufwand für die Zulaufleitungen des bepflanzten Bodenfilters ist der Betrieb der Anlage als sehr zufrieden stellend beurteilt worden.
- Außer den Energiekosten für den Betrieb der Beschickungspumpe, die sich nach den derzeitigen Stromkosten auf jährlich ca. 5 € belaufen und daher zu vernachlässigen sind, fallen keine weiteren Betriebsmittelkosten an. Der Wartungs- und Betriebsaufwand wird in Summe mit ca. 20 Arbeitsstunden pro Jahr abgeschätzt.

2.4 Grauwasserreinigung mit SBR-Anlagen

2.4.1 Beschreibung der Anlagen

Wohnanlage Pöllau

Das Herzstück des Wasserkonzeptes (Abbildung 23) der Wohnanlage Pöllau ist eine Grauwasserrecyclinganlage (Abbildung 22). Das anfallende Grauwasser wird getrennt von den Fäkalabwässern gesammelt und in einer eigens installierten Grauwasserreinigungsanlage aufbereitet, die täglich 1000 Liter Grauwasser reinigen und zur weiteren Verwendung bereitstellen kann. Die biologische Wasserreinigung, ein Produkt der Pontos – Hans Grohe GmbH., basiert auf dem SBR-Prinzip („Sequencing Batch Reactor“) mit einer nachgeschalteten UV-Desinfektion. Klarwasserspeicher und Haushebwerk sind bereits integriert. Die Betriebsführung erfolgt voll automatisiert.

Sämtliche Toiletteanlagen und Urinale sowie einige Wasserhähne im Außenbereich werden mit Betriebswasser gespeist. In Ausnahmefällen wird automatisch erst Regenwasser oder, bei erschöpften Regenwasserreserven, Trinkwasser in das System nachgespeist.



Abbildung 22: SBR Grauwasserrecyclinganlage.

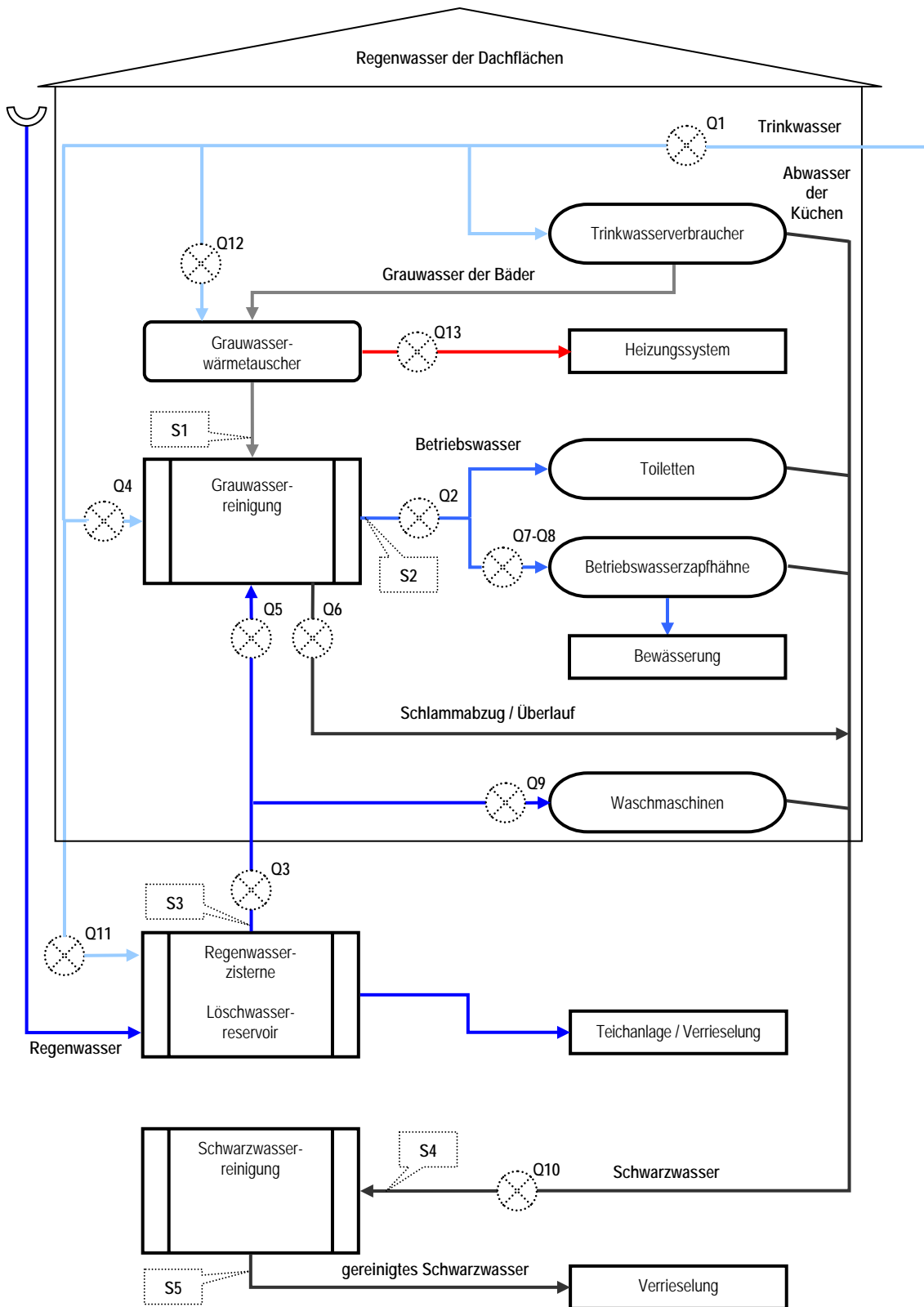


Abbildung 23: Wassersystem der Wohnanlage Pöllau

Privathaushalt Lieboch

Das anfallende Grauwasser, als Teil eines Gesamtwassersystem (Abbildung 24), wird getrennt von den Fäkal- und Küchenabwässern gesammelt und in der dafür vorgesehenen Grauwasserreinigungsanlage (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) im Kellergeschoss aufbereitet.



Abbildung 24: Grauwasserreinigungsanlage.

Die Wasserreinigung, ein Produkt der GEP-Umwelttechnik GmbH, basiert auf der Biomembran-Technologie.

Die Filtrationseinheit besteht aus Membranplatten mit einer Porengröße von 50 nm und garantiert damit einen vollständigen Rückhalt von Keimen und Bakterien aufgrund der Sterilfiltration. Die Filtration erfolgt über Schwerkraft der Wassersäule (Überstau der Membran) im Rohwasserbehälter. Klarwasserspeicher und Haushebwerk sind in die Anlage bereits integriert. Die Anlage kann täglich 300 Liter Grauwasser reinigen und zur weiteren Verwendung bereitstellen.

Es werden die beiden Toiletteanlagen, zwei Brauchwasserzapfhähne im Außenbereich und in den Sommermonaten die Dusche im Außenbereich am Swimmingpool mit Betriebswasser gespeist. Von den Zapfhähnen im Außenbereich wird auch der Garten gegossen. Im Winterhalbjahr wird auch die Waschmaschine aus dem Brauchwassernetz versorgt. In den Sommermonaten wird die Waschmaschine vorübergehend an das Trinkwassernetz angeschlossen. Mit dieser Maßnahme können in den Sommermonaten die Überschüsse der Solaranlage zum Aufheizen des Waschwassers genutzt werden. In kühleren Monaten wird der Solarertrag gänzlich zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung verwendet.

Im Bedarfsfall wird Regenwasser in das Brauchwassersystem nachgespeist. Durch die Ergänzung mit Regenwasser können Spitzen im Wasserverbrauch, welche beispielsweise durch die Gartenbewässerung im Sommer anfallen, abgedeckt werden. In Ausnahmefällen, etwa bei erschöpften Regenwasserreserven, wird automatisch Trinkwasser in das Betriebswassersystem nachgespeist.

Zur Regenwassernutzung wurde eine Zisterne mit einem Nutzinhalt von 6 m³ installiert. Insgesamt werden die Niederschläge von 200 m² Dachfläche gesammelt. Ein behördlicher Auflagenpunkt im Baubescheid war, dass keine Niederschlagswässer der Dachflächen vom Grundstück abgeleitet werden dürfen. Die Zisterne übernimmt somit auch die Funktion eines Retentionsbeckens. Der Überlauf der Regenwasserzisterne wird noch auf dem Grundstück versickert.

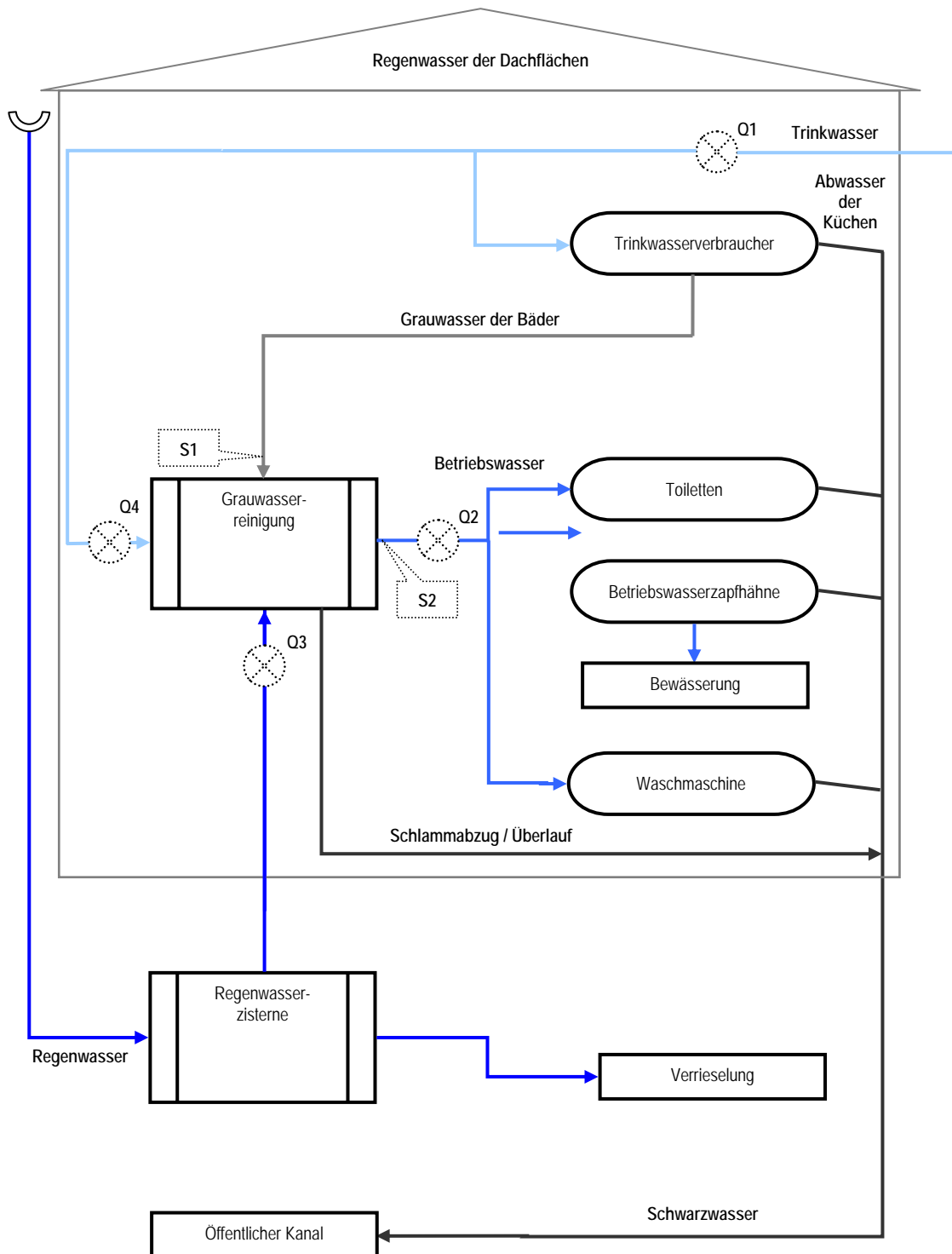


Abbildung 24: Wassersystem des Privathaushalts Lieboch

2.4.2 Methodik

Wohnanlage Pöllau

Das Wassersystem der Wohnanlage wurde zu Beginn des Projektes NASPA fertig gestellt. Allerdings gab es dann Verzögerungen beim Bau. So wurde die Wohnanlage insgesamt erst zu Beginn 2008 ganz abgeschlossen und die Wohnungen vermietet. Ab November 2008 bis April 2009 wohnten durchgehend 12 Personen in dem Objekt. Im April 2009 stieg die BewohnerInnenzahl auf 14, was allerdings immer noch beträchtlich unter der für die Bemessung anzunehmenden maximalen langfristigen Auslastung von 25 BewohnerInnen

lag. Für die Auswertung der Messungen wurde vor allem die Periode von November 2008 bis April 2009 bzw. Teile davon herangezogen.

Die Proben von Rohgrauwasser wurden direkt aus dem Zulauf zur Anlage genommen. Allerdings ist dort nicht immer ein Durchfluss garantiert. Daher wurde am Tag der Probenahme über ein zeitgesteuertes Ventil jede Stunde etwa 5 min lang der Durchfluss von der Rohrsohle abgezweigt und in einem 50 L Fass gespeichert. Dadurch wurden von den ca. 400 L Grauwasser pro Tag etwa 35 L in annähernd mengenproportionaler Mischung in dem Fass gesammelt. Aus diesem Fass wurde dann die Grauwasserprobe entnommen und das Fass anschließend entleert.

Ein umfangreiches Messprogramm sollte Auskunft über das NutzerInnenverhalten und die Auswirkungen des gewählten Wassersystems auf den Wasserverbrauch geben. Weiters sollte die Leistungsfähigkeit der Einrichtungen in quantitativer und qualitativer Hinsicht, also bezüglich der verfügbaren Wassermengen wie auch der Wasserqualität dokumentiert und bewertet werden. Dazu wurde das Wassersystem mit Durchfluss- und Mengenmessenrichtungen an allen wichtigen Stellen ausgestattet um Wasserbilanzen und Ganglinien erstellen zu können. Etwa einmal monatlich wurden Wasserproben an den in Tabelle 30 angeführten Stellen entnommen.

Tabelle 30: Probenahmestellen für chemische und bakteriologische Untersuchungen.

	Probennahmestelle	Parametersatz	Probennahme
S1	Grauwater Zulauf	1	Mengenproportionale 24 h Mischprobe
S2	Grauwater Ablauf	1	Stichprobe
S3	Regenwater		

Die in Tabelle 31 angeführten Werte wurden an den in Abbildung 24 gekennzeichneten Stellen viertelstündlich erfasst und in einem zentralen Logger gespeichert. Die Daten wurden regelmäßig von den HausbewohnerInnen ausgelesen und der AEE INTEC zur Auswertung übergeben. Bei der Validierung der Daten wurden diese zu Stundenwerten aggregiert.

Tabelle 31: Übersicht über die bei den Untersuchungen analysierten Parameter.

Untersuchungsbereich	Parametersatz 1	Parametersatz 2
Nährstoffe	NH ₄ -N, TKN, P _{ges}	NH ₄ -N, TKN, P _{ges}
Chemisch-physikalische Parameter	pH, LF, Temperatur	pH, LF, Temperatur
Organische Inhaltsstoffe	BSB ₅ , CSB	BSB ₅ , CSB
Mikrobiologie	Gesamtkoliforme, Fäkalcoliforme, E. Coli, Fäkalstreptokokken	

Die Daten wurden in einem zentralen Logger als Fünfzehnminutenwerte entweder als Durchschnitt (z.B. Temperatur) oder als Summe (z.B. Durchfluss oder Stromverbrauch) erfasst. Sie wurden per GSM regelmäßig auf Speicher im Büro der AEE INTEC ausgelesen und dort zu Stundenwerten aggregiert. Die Messstellen sind so angeordnet, dass eine Bilanz der verschiedenen Wasserflüsse möglich ist (Tabelle 32). Eine weitere Messstelle betrifft das Schwarzwassersystem und ist in Tabelle 58 angeführt.

Tabelle 32: Messstellen zur Erstellung der Wasserbilanz.

Q1	Trinkwasserverbrauch
----	----------------------

Q2	Grauwasserverbrauch
Q3	Regenwasserverbrauch
Q4	Trinkwassernachspeisung für Betriebswasser
Q5	Regenwassernachspeisung für Betriebswasser
Q6	Grauwasserüberlauf in den Kanal
Q7	Betriebswasserverbrauch im Technikraum
Q8	Betriebswasserverbrauch Weinkellerei
Q9	Regenwasserzulauf Waschraum
Q11	Trinkwassernachspeisung für Regenwasser
Q12	Wasserverbrauch Filtrerrückspülung
Q13	Volumen Heizungskreislauf durch Wärmetauscher
Q13	Zulauftemperatur Grauwater im Wärmetauscher
Q13	Ablauftemperatur Grauwater im Wärmetauscher
Q13	Kaltwassertemperatur Grauwaterwärmetauscher
Q13	Warmwassertemperatur Grauwaterwärmetauscher

Im Zusammenhang mit der Regenwassersammlung wurden die Außentemperatur und der Niederschlag gemessen.

Nicht in der Graphik des Wassersystems gekennzeichnet sind die folgenden Messstellen (Tabelle 33). Ihre Lage ist jedoch selbsterklärend.

Tabelle 33: Sonstige Messstellen.

	Stromverbrauch Grauwasserreinigungsanlage
	Grauwassertemperatur SBR 1. Stufe
	Wassertiefe im Regenwassertank

Privathaushalt Lieboch

Die in Tabelle 34 angeführten Werte wurden an den in Abbildung 24 gekennzeichneten Stellen viertelstündlich erfasst und in einem zentralen Logger gespeichert. Die Daten wurden regelmäßig von den HausbewohnerInnen ausgelesen und der AEE INTEC zur Auswertung übergeben. Bei der Validierung der Daten wurden diese zu Stundenwerten aggregiert.

Tabelle 34: Messstellen zur Erstellung der Wasserbilanz.

Q1	Trinkwasserverbrauch
Q2	Betriebswasserverbrauch
Q3	Regenwassernachspeisung für Betriebswasser
Q4	Trinkwassernachspeisung für Betriebswasser

Weiters wurde der Stromverbrauch der Grauwasserreinigungsanlage gemessen.

Etwa einmal monatlich wurden Wasserproben an den in Tabelle 35 angeführten Stellen entnommen.

Tabelle 35: Probenahme stellen für chemische Untersuchungen.

	Probennahmestelle	Parametersatz	Probennahme
S1	Grauwasser Zulauf	2	Qualifizierte Stichprobe
S2	Grauwasser Ablauf	2	Stichprobe

Für die Entnahme der Grauwasserprobe wurde hier eine etwas einfachere Methode als in Pöllau gewählt. Das Zulaufrohr zur Grauwasserreinigungsanlage wurde gedückert und aus dem Düker eine Probe entnommen. Das Volumen im Düker gewährt eine gewisse Durchmischung des Rohgrauwassers. Um die Entnahme von Ablagerungen zu vermeiden war der Probenablauf in Rohrmitte des Zulaufrohrs angebracht. Dies ist in Abbildung 25 gut zu sehen.



Abbildung 25: Verrohrung der Grauwasserreinigungsanlage Lieboch. Das oberste Rohr DN 110 mm ist das Zulaufrohr. Der Düker und die Probenentnahme sind gut zu sehen.

2.4.3 Ergebnisse

2.4.3.1 Wohnanlage Pöllau

Wasserverbrauch

Das gereinigte Wasser, sogenanntes Betriebswasser, ist vollkommen klar, geruchlos und gut lagerfähig. Die Wasserqualität entspricht Badewasserqualität nach EU-Richtlinie bzw. den Anforderungen des fbr Hinweisblattes H201 (fbr, 2005). Das Betriebswasser wird über ein eigenes Betriebswasserleitungsnetz verteilt.

Betriebswasseranfall und –verbrauch halten sich annähernd die Waage. Somit steht praktischerweise, im Gegensatz zum Regenwasser, sobald das Objekt bewohnt wird, witterungstunabhängig Betriebswasser in ausreichender Menge zur Verfügung.

Durch Regen- und Grauwassernutzung konnte der Trinkwasserverbrauch im Haus um gut die Hälfte und auch der Abwasseranfall massiv reduziert werden. Schätzungen auf Grund des durchschnittlichen Jahresverbrauchs ergeben eine Trinkwassereinsparung von etwa 27.000 Litern pro Person und Jahr.

Der Wasserverbrauch (Abbildung 26) wurde an Hand einer Periode von 10. Februar bis 6. März untersucht. Während dieser Periode war die BewohnerInnenzahl (12 BewohnerInnen)

konstant und es gibt durchgehend Daten. Im betrachteten Zeitraum ist kein Regenwasserverbrauch für Gießen zu erwarten, das heißt, dass der gesamte verzeichnete Regenwasserverbrauch im Haus für die Wäsche angefallen ist.

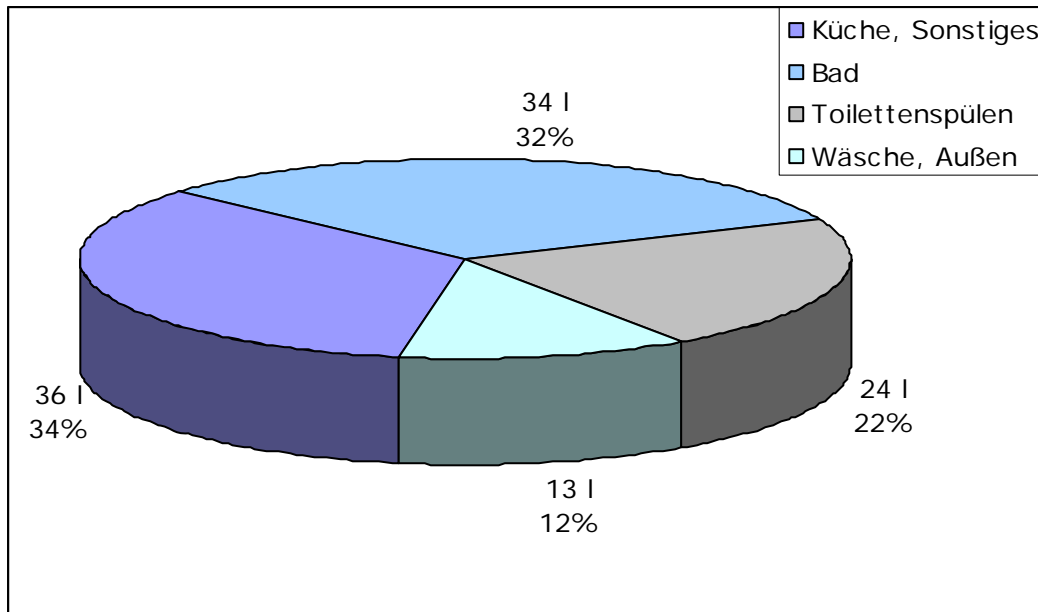


Abbildung 26: Wasserverbrauch der Wohnanlage nach ausgewählten Kategorien – Gesamtverbrauch 107 l/(EW.d)

Der durchschnittliche Verbrauch (ohne Einbeziehung von Gewerbe, Industrie oder Großverbrauchern) in Österreich liegt bei etwa 135 Litern pro Tag und Person (Tabelle 36). Ein 4 Personen - Haushalt benötigt durchschnittlich etwa 200 m³ Trinkwasser pro Jahr.

Tabelle 36: Wasserverbrauch in Österreich nach Kategorien, in l/(EW.d) und Prozent, unter Angabe der geeignetsten Wasserquelle (T = Trinkwasser, G = Grauwasser, R = Regenwasser, mögliche Varianten in Klammer, in der Reihenfolge ihrer Eignung)

Verbrauchskategorie	Verbrauch %	Verbrauch l/(EW.d)	Quelle
Duschen und Baden	34 %	45,8	T (R,G)
Toiletenspülung	22 %	29,6	G
Wäsche waschen	17 %	23,0	R (G)
Persönliche Hygiene	7 %	9,5	T
Geschirr spülen	6 %	8,1	T (R)
Andere Verwendungen	6 %	8,1	R (G)
Putzen	5 %	6,8	G
Trinken und Kochen	3 %	4,1	T
Summe		135,0	

Die Gegenüberstellung in Tabelle 37 zeigt den spezifischen Verbrauch für Wohnanlage und den österreichischen Durchschnitt nach einigen ausgewählten Kategorien. Eine feinere Einteilung war auf Grund der Messungen in der Wohnanlage nicht möglich. Die Einteilung in

Abbildung 26 bezieht sich aber nicht nur auf die Verbrauchskategorien, sondern gleichzeitig auf die Art des in der Wohnanlage verwendeten Wassers. So wurde für die in Blau gehaltenen Kategorien „Küche, Sonstiges“ und „Bad“ Trinkwasser verwendet. Die graue Kategorie „Toilettenspülen“ wird mit gereinigtem Grauwasser abgedeckt und die Kategorie „Wäsche, Außen“ in Türkis entspricht dem Regenwasserverbrauch.

Tabelle 37: Gegenüberstellung von Wasserverbrauch, Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall in der Wohnanlage und in Österreich, in l/(EW.d)

	Wohnanlage l/(EW.d)	Österreich l/(EW.d)	Einsparung l/(EW.d)
Gesamtwasserverbrauch	107	135	28
Gesamtrinkwasserverbrauch	70	135	65
Gesamtabwasseranfall	76	120	44

Es fällt auf, dass etwa 20% weniger Wasser als im österreichischen Schnitt zum Toilettenspülen verwendet wird. Dies ist vermutlich im Wesentlichen auf die durchgehende Verwendung wassersparender Toiletten zurückzuführen. Andererseits wird überhaupt kein Trinkwasser dafür eingesetzt, da das Spülwasser gereinigtes Dusch- und Badewasser ist. So werden nicht nur 6 sondern 30 l Trinkwasser pro Person und Tag eingespart. Die 24 l Grauwasser pro Person und Tag werden vor Ort gereinigt. Sie werden entsprechend nicht an den Abwasserkanal und eine Abwasserreinigungsanlage abgegeben. Gegenüber dem österreichischen Schnitt entfallen sogar 30 l Abwasser oder etwa ein Viertel der Gesamtabwassermenge.

Beim Duschen und Baden und der Körperhygiene, den Tätigkeiten die Grauwasser produzieren, wurde eine Verminderung des Wasserverbrauchs von 55 auf 34 l pro Person und Tag gegenüber dem österreichischen Schnitt festgestellt. Dies kann vermutlich teilweise mit einem bewussteren Verhalten der BewohnerInnen der Wohnanlage und zum anderen Teil mit der Verwendung von effizienten Wasserarmaturen erklärt werden. Immerhin wird dadurch etwa ein Drittel weniger Trinkwasser in diesen Kategorien verwendet. Die Einsparung ist deshalb besonders interessant, weil für diese Verbrauchskategorien in Österreich auf absehbare Zeit Trinkwasser zum Einsatz kommen wird.

In der Kategorie „Küche, Sonstiges“ wurden in der Wohnanlage alle weiteren Verbräuche, für die Trinkwasser verwendet wird, zusammengefasst. Dadurch ist diese Kategorie möglicherweise nicht direkt mit der gleich benannten Kategorie des österreichischen Schnitts gleichzusetzen. In Summe lassen sich die beiden Kategorien aber vergleichen. Die Wassermengen entsprechen sich auch ziemlich genau. Auffällig ist, dass der Wasserverbrauch für Wäschewaschen in der Wohnanlage bei etwa 13 l/(E.d) liegt, während im österreichischen Schnitt 23 l/(E.d) verwendet werden. Ob dies auf die Verwendung von zwei hocheffizienten Gewerbewaschmaschinen als Gemeinschaftsgeräte zurückzuführen ist, lässt sich mit dem vorhandenen Datenmaterial nicht sicher feststellen. Der Wasserverbrauch dieser Geräte liegt nicht wesentlich unter dem von effizienten Haushaltsgeräten. Es könnte aber sein, dass im Schnitt in Österreich noch sehr viele ältere, wesentlich ineffizientere Geräte in Gebrauch sind. Die Verwendung von sehr weichem Regenwasser für die Wäsche hat allerdings ganz sicher einen reduzierten Waschmittelverbrauch zur Folge, da der dem Waschmittel fix zudosierte Enthärter praktisch gar nicht benötigt wird. Die gewählten Waschmaschinenmodelle erlauben auch eine Einspeisung von warmem Wasser, was es ermöglicht, das Waschwasser mit erneuerbarer Energie, im Sommer komplett solar, aufzuwärmen.

Eine leichte Ungenauigkeit entsteht dadurch, dass in der gewählten Periode der Außenwasserbedarf vernachlässigbar ist, während im österreichischen Schnitt dafür eine gewisse Menge angesetzt werden muss. In der Wohnanlage wird dafür aber ausschließlich Regenwasser verwendet, das auch nicht in den Kanal gelangt sondern über ein Biotop und

eine Verrieselung gesondert versickert wird oder mit einer Rasenberegung direkt in den Boden gelangt. Das Biotop ist auch über den Winter ausreichend mit Wasser versorgt, das aber nicht erfasst wird.

Diese Vorgangsweise, der Einsatz effizienter Einrichtungen und der Ersatz von Trinkwasser durch vor Ort gereinigtes Grauwasser oder gesammeltes Regenwasser, entlasten die Trinkwasserversorgung und die Abwasserentsorgung und ist ein erstes Element einer integrierten Regenwasserbewirtschaftung. Die im Fall der Wohnanlage erzielten Einsparungen sind in Tabelle 37 dargestellt. Der Trinkwasserbedarf ist um 65 l/(EW.d) oder knapp die Hälfte, der Abwasseranfall um 44 l/(EW.d) oder 40 Prozent reduziert. Die EU hat im Projektauftrag des 7. Rahmenprogramms im Herbst 2008 im Bereich Wasser Projekte gesucht, die die Kapazität von Abwasseranlagen, sowohl Kanälen als auch Reinigungsanlagen, erhöhen. Die großflächige Einführung von wassersparenden Einrichtungen und Grauwasserwiederverwendung vor Ort könnte die Kapazität der Abwasserinfrastruktur drastisch erhöhen.

Diese Werte sind allerdings durch längere Messreihen, vor allem auch an weiteren Objekten, zu bestätigen um tatsächlich dem österreichischen Durchschnittsverbrauch gegenübergestellt werden zu können.

Wasserqualität

Die Qualität des in der Grauwasserreinigungsanlage erzeugten Betriebwassers ist in Tabelle 38 und in Abbildung 27 für den CSB und in Abbildung 28 für Gesamtstickstoff dargestellt.

Tabelle 38: Grauwasser Zulaufqualität.

Grauwasser Zulauf					
	Mittelwert	Median	Standart- abweichung	Max	Min
CSB (mg O ₂ /l)	72,4	75,0	34,4	118,0	10,4
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	58,3	53,5	32,5	105,0	17,0
NH ₄ (mg/l)	2,4	1,3	2,8	6,9	0,1
N _{tot} (mg/l)	10,6	5,3	15,7	49,0	1,1
P _{tot} (mg/l)	0,7	0,6	0,3	1,2	0,2
E. coli (KBE/100 ml)	6,3E+06	0,33E+06	12E+06	35E+06	n.n.

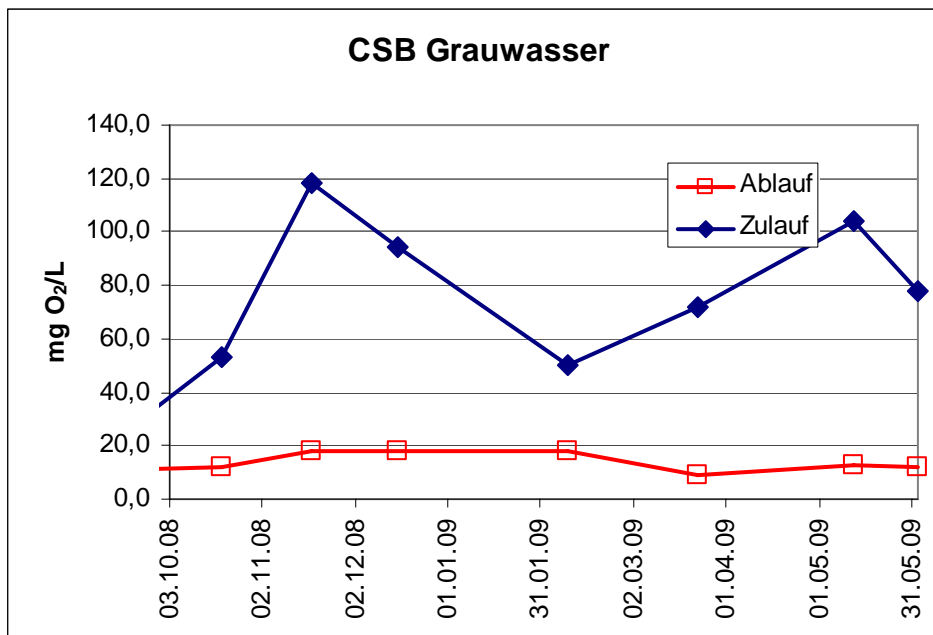


Abbildung 27: CSB des Grauwassers, Zu- und Ablauf.

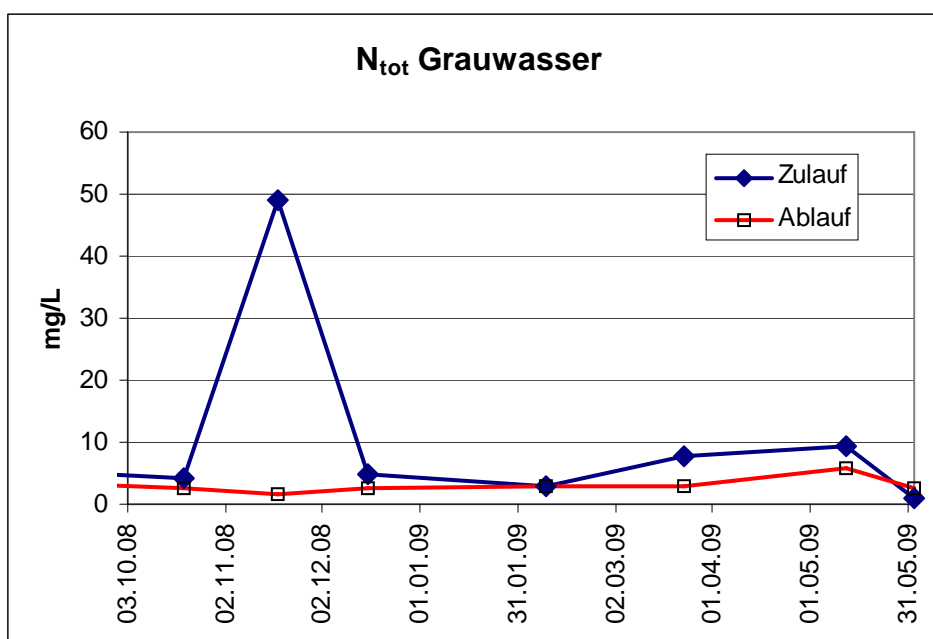


Abbildung 28: Gesamtstickstoff im Grauwasser, Zu- und Ablauf.

Bis auf den Einzelwert im November 2008 sind die Stickstoffwerte insgesamt niedrig und daher auch im Ablauf nicht besonders hoch. Ammonium ist weit unter einem Wert, der eine Geruchsbeeinträchtigung verursachen könnte.

Während der einmalig aufgetretene Maximalwert von 1000 KBE (bei 11 Proben) (Tabelle 39) noch guter Badegewässerqualität nach der Richtlinie 2006/7/EG, vom 15. Februar 2006 entspricht, liegen alle anderen Werte im Bereich ausgezeichneter Qualität. Der Median weist darauf hin, dass in mehr als der Hälfte, tatsächlich in 8 von 11 Fällen, keine E. coli nachweisbar sind.

Tabelle 39: Betriebswasserqualität.

Betriebswasser					
	Mittelwert	Median	Standart- abweichung	Max	Min
CSB (mg O ₂ /l)	13,2	12,4	8,3	40,9	9,2
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	2,7	1,9	3,0	12,0	1,1
NH ₄ (mg/l)	0,3	0,1	0,3	1,1	0,0
N _{tot} (mg/l)	3,2	2,8	1,2	5,8	1,7
P _{tot} (mg/l)	0,4	0,4	0,2	0,7	0,2
E. coli (KBE/100 ml)	145	n.n.	308	1.000	n.n.

Tabelle 40 zeigt die Qualität des Regenwassers. Die Werte entsprechen alle einem ausgezeichneten Oberflächengewässer. Während in Österreich Regenwasser als Trinkwasser nicht in Betracht kommt, wäre dieses Wasser in anderen Ländern, auch der EU, durchaus mit dem dort verteilten Trinkwasser zu vergleichen. Nichts spricht gegen eine Nutzung dieses Wassers für das Waschen von Wäsche oder auch zum Duschen. Es sei erwähnt, dass zwar keine E. coli nachgewiesen werden konnten, in 2 von 11 Proben jedoch jeweils 16 bzw. 5 KBE/100ml Fäkalcoliforme nachgewiesen wurden, während die restlichen 9 Proben auch frei von Fäkalcoliformen waren.

Tabelle 40: Regenwasserqualität

Betriebswasser					
	Mittelwert	Median	Standart- abweichung	Max	Min
CSB (mg O ₂ /l)	8,3	7,2	5,4	24,7	3,1
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	1,3	1,3	0,4	2,0	0,8
NH ₄ (mg/l)	0,3	0,1	0,3	0,9	0,0
N _{tot} (mg/l)	1,5	1,3	0,6	2,8	0,8
P _{tot} (mg/l)	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1
E. coli (KBE/100 ml)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Wärmetauscher

Der in das Grauwassernetz eingebaute Wärmetauscher (Abbildung 29) und vor allem die damit verbundene Messeinrichtung erlauben es, das Temperaturniveau des Grauwassers in der Ableitung zu messen. Auch bei der AEE INTEC herrschte vor diesen Messungen große Unsicherheit über die erzielbaren Temperaturen. In den wärmeren Monaten liegen die Temperaturen des ablaufenden Grauwassers von Dusche und Bad bei etwa 25 bis 30 °C mit einem Mittelwert um die 26°C. In den Monaten Dezember bis März sinken die Temperaturen auf zwischen 18 und 30 °C ab und der Mittelwert bewegt sich um 22 °C.

Das verwendete 2-Leiternetz bedingt, dass im zentralen Bereich des Technikraums Wasser mit einer Vorlauftemperatur von 60 °C und einer Rücklauftemperatur von 35 °C in Umlauf ist. Erst in den Wohnungen wird Kaltwasser in einem Wärmetauscher auf die gewünschte Brauchwassertemperatur erwärmt. Daher ist der Grauwasserwärmetauscher im Bereich des Technikraums nicht für die Erwärmung von Kaltwasser einsetzbar. Aus diesem Grund wurde der Wärmetauscher versuchsweise in einen lokalen Bodenheizungskreislauf im Keller als

erste Energiequelle eingebunden. Das relativ hohe Temperaturniveau des Rücklaufs dieses Heizkreises wird allerdings keine optimale Nutzung der vorhandenen Energie zulassen. Hier kann es sich nur um einen ersten Versuch handeln. Es wird jedenfalls, neben den Temperaturmessungen, festgestellt werden, wie sich der Wärmetauscher im Betrieb mit häuslichem Grauwasser bewährt. Bis jetzt konnte dieser Versuch allerdings nicht gestartet werden, da die Bodenheizung in der letzten Heizperiode noch nicht fertig war.



Abbildung 29: Grauwasserwärmetauscher.

2.4.3.2 Privathaushalt Lieboch

Wasserverbrauch

Das Grauwasser wird in einer Biomembrananlage gereinigt. Bei der Inbetriebnahme war leider ein Fehler passiert. Es war die Anlage schon einige Zeit vor Bezug des Hauses vorübergehend in Betrieb genommen worden und ist dann wieder trocken gefallen. Dadurch ist die Membran ausgetrocknet und beschädigt worden. Sie hatte anschließend nur eine sehr geringe Durchlässigkeit. Am 5.12.2008 wurde die Membran daher getauscht. Danach hat die Membran ordnungsgemäß funktioniert.

Die Grau- und Betriebswassermengen der Tabelle 41 wurden anhand von Messungen über knapp drei Monate vom 19.4 bis 13.7. 2009 ermittelt.

Die gesamte Betriebswassermenge wird über den Klarwassertank der Biomembrananlage geführt. Falls dieser nicht ausreichend mit Grauwasser versorgt wird, wird erst Regenwasser und dann, bei Erschöpfung der Regenwasserreserven, Trinkwasser nachgespeist. Die Steuerung aller Komponenten übernimmt eine integrierte Wassermanagementeinheit (IWM). Eine Eigenheit dieser Steuerung ist die Tatsache, dass der Reinwassertank der Biomembrananlage bei Nachspeisung mit Regenwasser immer komplett gefüllt wird. Der / die HerstellerInnen möchte damit die Pumpe im Regenwassertank schonen. Dies wirkt sich etwas ungünstig auf den Nachspeisewasserbedarf aus, da bei kurzem Defizit an Grauwasser der gesamte Tank mit Regenwasser gefüllt und das nachfolgende Grauwasser über den Überlauf abgeführt wird.

Tabelle 41: Produktionszahlen in der Periode von 19.4 bis 13.7. 2009.

Beschreibung	Einheit	Wert
Anzahl Einwohner		4
Betriebswasserverbrauch gesamt	m ³	12,2
Nachspeisung aus Regenwasser	m ³	3,3
Nachspeisung aus Trinkwasser	m ³	0,0

Nachspeisung gesamt	m ³	3,3
Nachspeisungsverhältnis		27%
Grauwasserproduktion	m ³	8,9
Energieverbrauch	kWh/m ³	9,2
Betriebswasserverbrauch	L/d	144
	L/(E.d)	36

Der Betriebswasserverbrauch in dem Vierpersonenhaushalt liegt für die Toilettenspülung, das Wäschewaschen und eine Dusche sowie zwei Zapfstellen im Aussenbereich bei 36 l/(E.d). Im Vergleich dazu würde ein/e durchschnittliche/r ÖsterreicherIn für diese Tätigkeiten etwa 60 l pro Tag verbrauchen (30 l für Spülen, 23 l für Wäsche und 8 l im Außenbereich). Dies bedeutet eine Trinkwassereinsparung von 40%. Leider kann bei der derzeitigen Messanordnung, die aus Budgetgründen so gewählt werden musste, keine Aussage über den Grauwasseranfall gemacht werden, da der Überlauf nicht erfasst wurde.

Über die Messperiode wurden insgesamt 12,2 m³ Betriebswasser verbraucht. Knapp 9 m³ davon oder etwa 70% wurden aus Grauwasser produziert. Für die restlichen 30% oder 3,3 m³ wurde Regenwasser verwendet. Dieser Wert könnte mit einer anderen Steuerungsweise der Nachspeisung noch etwas reduziert werden. Dadurch würde der Energieverbrauch pro m³ gereinigtem Grauwasser, das auch tatsächlich als Betriebswasser zum Einsatz kommt etwas sinken. Mit 9,2 kWh/m³ ist dieser Energieverbrauch derzeit sehr hoch. Auch mit optimierter Nachspeisung wäre der spezifische Energieverbrauch allerdings noch immer ziemlich hoch. Es wird weitere Anstrengungen brauchen, diesen zu senken, wenn Grauwassersysteme in großem Maßstab zur Anwendung kommen sollen. Vermutlich sind Pflanzenkläranlagen für die Reinigung von Grauwasser aus Sicht des Energieverbrauchs eine günstigere Variante als technische Anlagen.

Wasserqualität

Die in Tabelle 42 und Tabelle 43 sowie in Abbildung 30, Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellten Grauwasserzulaufswerte stellen sich wie folgt dar: Der pH und die Leitfähigkeit des Grauwassers sind unauffällig. Der CSB ist etwas höher als in der Wohnanlage Pöllau, aber entspricht den Literaturwerten für Abwasser aus dem Bad, wobei es eher im unteren Bereich liegt (fbr, 2001). Wie in der Wohnanlage Pöllau ist auch hier die gute biologische Abbaubarkeit der organischen Substanz auffällig (Verhältnis CSB: BSB₅ 1,4:1 bei Verwendung des Medianwertes). Nährstoffkonzentrationen sind im Zulauf so gering, dass auch bei nur teilweisem Abbau sehr gute Werte im Ablauf erzielt werden. Die Ammoniumkonzentrationen sind daher ebenfalls sehr niedrig und können zu keiner Geruchsbelästigung führen.

Tabelle 42: Grauwasser Zulaufqualität.

Grauwasser Zulauf					
	Mittelwert	Median	Standart- abweichung	Max	Min
pH	7,5	7,4	0,8	9,5	6,5
Leitfähigkeit µS/cm	288,1	262,5	58,3	367,0	192,0
CSB (mg O ₂ /l)	146,5	156,0	76,1	300,0	53,4
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	112,2	110,0	44,6	160,0	40,0
NH ₄ (mg/l)	0,6	0,6	0,4	1,2	0,1
N _{tot} (mg/l)	5,2	5,3	1,5	7,2	3,2

P _{tot} (mg/l)	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1
-------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Tabelle 43: Betriebswasserqualität

Betriebswasser					
	Mittelwert	Median	Standart- abweichung	Max	Min
pH	7,6	7,5	0,8	9,5	6,8
Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	226,0	179,5	129,6	556,0	110,0
CSB (mg O ₂ /l)	7,0	6,0	5,0	20,0	2,4
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	1,2	1,1	0,7	2,7	0,3
NH ₄ (mg/l)	0,3	0,2	0,3	1,0	0,0
N _{tot} (mg/l)	2,9	2,8	1,4	5,1	0,8
P _{tot} (mg/l)	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0

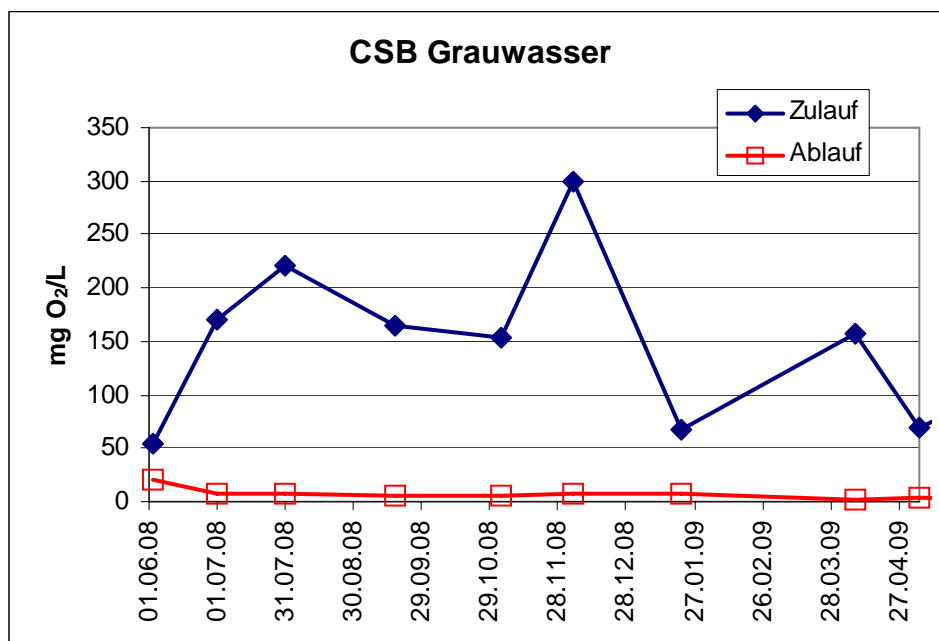


Abbildung 30: CSB des Grauwassers, Zu- und Ablauf.

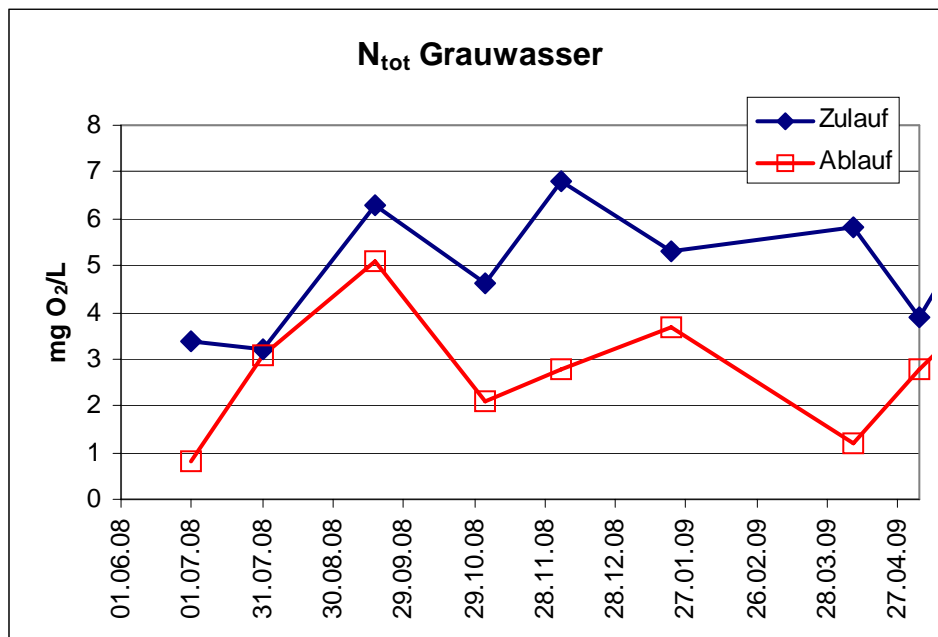


Abbildung 31: Gesamtstickstoff im Grauwasser, Zu- und Ablauf.

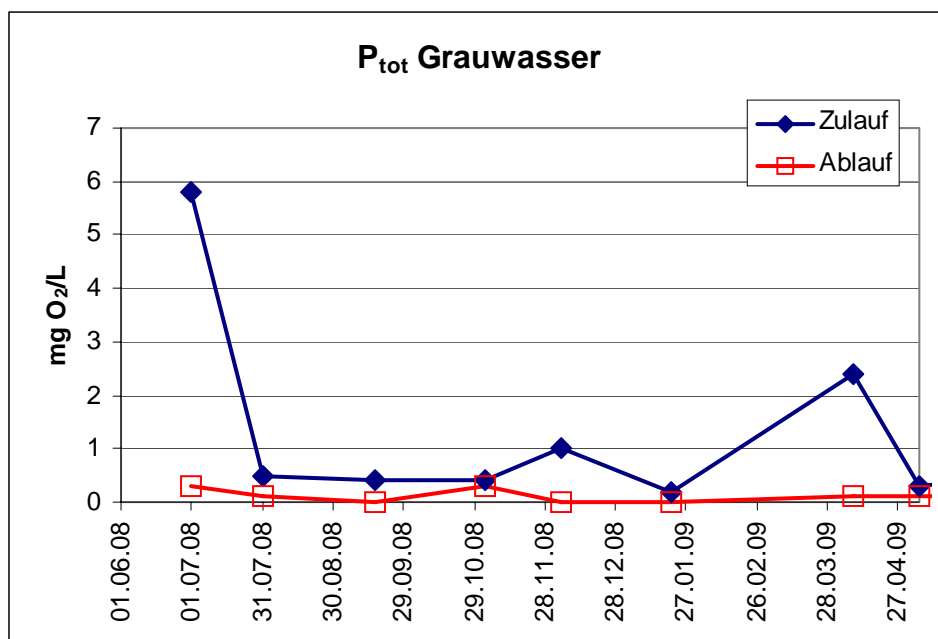


Abbildung 32: Gesamtphosphor im Grauwasser, Zu- und Ablauf.

Beachtenswert sind vielleicht die zwei beobachteten erhöhten Gesamtphosphorwerte (Abbildung 32). Unter Umständen kann hier eine besondere Quelle ausgemacht und beseitigt werden.

2.4.4 Zusammenfassende Bewertung

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ergibt sich bei beiden beobachteten Anlagen, dass die Reinigung von Grauwasser und Wiederverwendung vor Ort einen sehr positiven Effekt auf den Trinkwasserverbrauch und den Abwasseranfall hat. Die Verwendung von wassersparenden Einrichtungen im Haushalt und ein bewusster Umgang mit dem Wasserverbrauch zeigen deutliche Auswirkungen. So ist der Wasserverbrauch im Wohnressort um 28 l/(EW.d) geringer als im österreichischen Schnitt. Der Trinkwasserverbrauch wird durch die Verwendung von Grauwasser für das Toilettenspülen

und Regenwasser für die Wäsche um weitere 37 l/(EW.d) gegenüber dem Schnitt gesenkt. Damit liegt der Trinkwasserverbrauch bei 70 l/(EW.d) oder nur knapp über der Hälfte des durchschnittlichen Verbrauchs. Auch der Abwasseranfall wird von ca. 120 auf 76 l/(EW.d) gesenkt.

Für einen endgültigen Vergleich von spezifischen Wasserverbräuchen in Haushalten mit und ohne Grauwasseraufbereitung werden noch längere Messreihen, auch an weiteren Objekten, benötigt.

Die Reinigungsleistung der Anlagen ist sehr befriedigend. Sie liegt für die organische Belastung im Wohnressort bei 82% bzw. 95% für CSB und BSB₅. Stickstoff wird um gut 40% und Phosphor um 30% reduziert. Die Belastung mit E. Coli wurde in den meisten Proben von im Schnitt einigen Millionen koloniebildenden Einheiten in 100 ml auf ein nicht mehr nachweisbares Niveau gesenkt. In drei von 11 Ablaufproben wurden 300 bzw. 1000 KBE/100 ml gefunden. Der Geruch des Betriebswassers ist völlig unauffällig. Bei der Anlage Blümel sind die Werte durchwegs höher: 95% für den CSB, 99% für den BSB₅, knapp 50% bei Stickstoff und über 80% bei Phosphor. Es wird Betriebswasser von guter Qualität für die angestrebten Zwecke erzeugt.

Der Energieverbrauch der Grauwasserreinigungsanlagen, der derzeit bei 6 (Wohnressort) bzw. 9 kWh (Blümel) pro Kubikmeter liegt, sollte allerdings noch gesenkt werden.

Andererseits ist das Temperaturniveau des Grauwassers mit 25 bis 30 °C relativ hoch. Diese Energie wäre in größeren Anlagen als Heizenergie, zum Beispiel zur Vorwärmung von Warmwasser durchaus nutzbar.

2.5 Wasser- und Abwasserkonzept für Unterauersbach

2.5.1 Methodik

2.5.1.1 Wasserwirtschaftliche Maßnahmen

Die Aufgabenstellung bestand darin in der gewachsenen Siedlungsstruktur der Gemeinde Unterauersbach mögliche umweltverträglich und kostengünstig Maßnahmen im Rahmen der Siedlungswasserwirtschaft herauszuarbeiten und sodann ausgewählte Projekte einer Umsetzung zuzuführen.

Der Themenbogen umspannte die Bereiche:

- Nutzung von Brauchwasser in Form von Regenwasser und geklärtem Abwasser.
- Erarbeitung möglichst dezentraler Varianten der Abwasserreinigung für das Gemeindegebiet.
- Eigene Klärschlammvererdung.

2.5.1.2 Bestandsanalyse der Wassersituation

Die Bestandsanalyse der Wassersituation der Gemeinde Unterauersbach gliedert sich in Erhebung Hydrogeologischer Daten, die Erfassung von Geologie und Bodenbeschaffenheit sowie die Beschreibung der klimatischen Situation. Grundlage für die Datenerhebung bildeten Literatur und Karten des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Daten aus dem Umweltinformationssystem des Landes Steiermark sowie Daten aus Temperatur- und Niederschlagsmessstellen der FA 19 vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

Weiters wurde der Zustand der Oberflächengewässer vom Auersbach (Abbildung 33) und Glatzentaler Bach erhoben. Der Untersuchungsumfang umfasste die Analyse der biologischen Gewässergüte, eine ökomorphologische Zustandsbewertung, eine Untersuchung der chemisch physikalischen Parameter sowie eine hygienische Beurteilung.



Abbildung 33: Messwehr am Auersbach.

Im Gemeindegebiet wurden drei Probenahmestellen (Abbildung 34) ausgewählt, welche aufgrund des Gemeindeabwasserplans auch als mögliche Standorte für eine Abwasserreinigungsanlage vorgesehen waren. Zusätzlich wurde noch eine Beprobung in Bierbaum (Probestelle 4, Abbildung 34) vorgenommen.

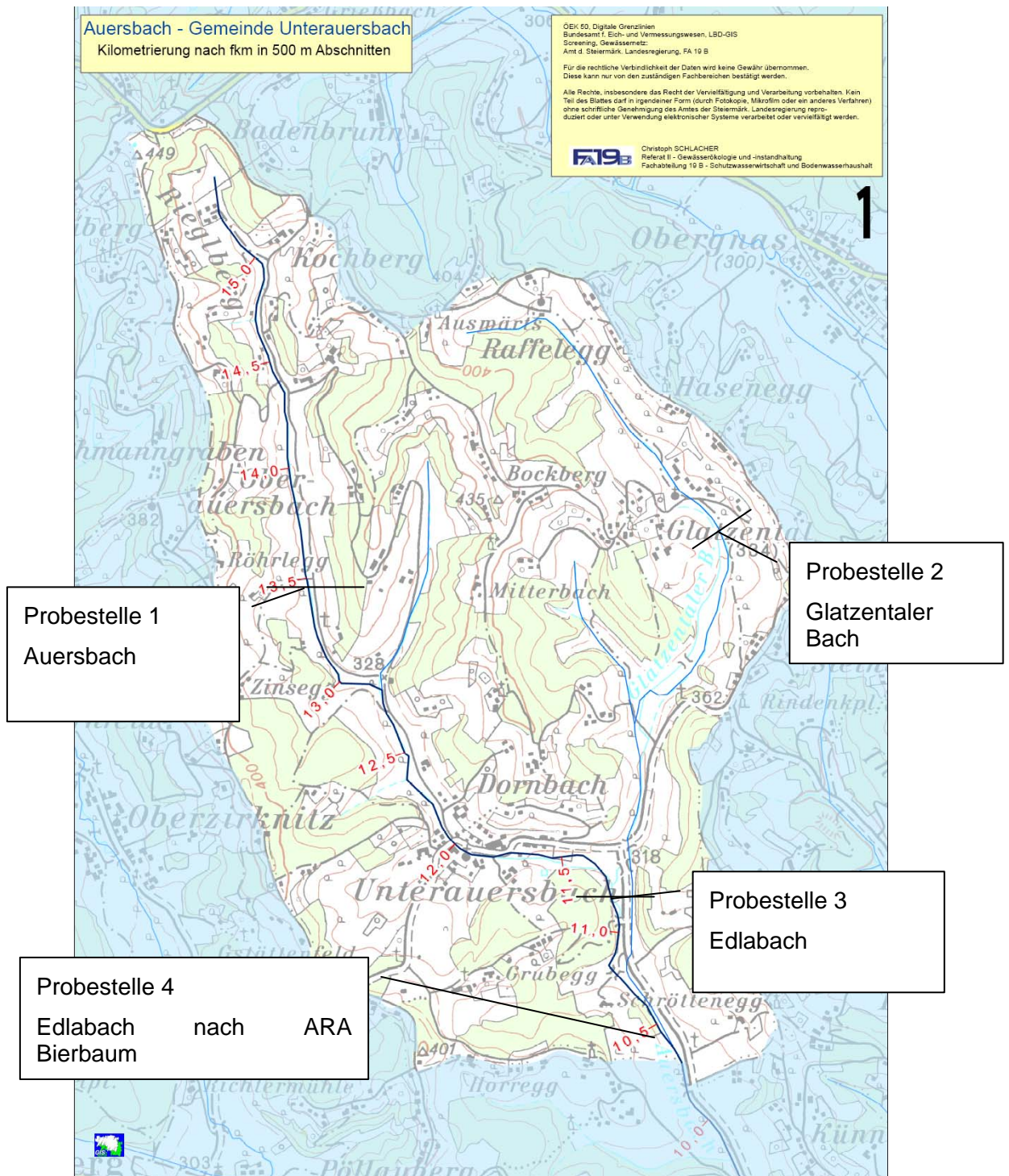


Abbildung 34: Probestellen für biologische Gewässergüte, chemisch-physikalische und mikrobiologische Parameter.

Für die Bestandsanalyse der Bäche in der Gemeinde Unterauersbach wurde Modul 2 nach der Richtlinie zur Bestimmung der saprobiologischen Gewässergüte von Fließgewässern (BMLFUW, 1999) gewählt.

Der Begriff biologische Gewässergüte wurde in der neuen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ersetzt durch die neue Klassifikation in ökologischen Zustandsklassen (1-5). Die Bestimmung erfolgt anhand einer MHS Beprobung (multi habitat sampling). Auch die chemische Beurteilung wurde in der Qualitätszielverordnung Chemie neu geregelt. Die Bewertung erfolgt anhand von Jahresmittelwerte (aus 12 bzw. 4 Messungen). Maßnahmen die zur Verschlechterung von gut nach mäßig führen sind aufgrund des

Wasserrechtsgesetztes nicht zulässig. Die Hydromorphologische Bewertung ist nur bei sehr gutem ökologischen Zustand von Relevanz. Sie wird mit 7 Parametern bewertet, wovon die 2 Parameter Uferdynamik und Sohldynamik für die Gesamtbewertung ausschlaggebend sind. In der Realität werden die Anforderungen der WRRL in Österreich vorerst nur an den großen Vorflutern untersucht weil der Untersuchungsaufwand sehr hoch ist.

Für die ökomorphologische Zustandsbestimmung wurde die Methodik der Kartierung von Strukturparametern herangezogen: Uferdynamik, Sohldynamik, Laufentwicklung, Substratzusammensetzung, Struktur im Bachbett sowie Uferbegleitsaum – Vegetation dienen als Parameter für die Bewertung.

Für die chemisch physikalische Analyse wurden die Parameter Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Sauerstoffsättigung an den drei oben angeführten Probenahmestellen vor Ort mittels mobiler Messgeräte ermittelt.

Die Untersuchung der Parameter CSB, BSB₅, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Sulfat, Oxidierbarkeit und Gesamtphosphor wurde vom Institut für Hygiene, Wasserhygiene und Mikroökologie Graz und vom Wasserlabor der Graz Stadt AG anhand der geltenden Analysevorschriften durchgeführt. Die Untersuchungen fanden an 4 Terminen statt.

Die Untersuchung der hygienischen Parameter umfasst die Gesamtkeimzahl, Escherichia coli, Coliforme Bakterien sowie Enterokokken. Die Mikrobiologische Analyse wurde einerseits mit der Richtlinie für Badegewässer andererseits mit den Anforderungen an die Beschaffenheit von Trinkwasser gemäß Österreichischem Lebensmittelbuch und BGBl 304/2001 „Trinkwasserverordnung“ in Bezug gesetzt.

Als letzter Punkt der Bestandsanalyse wurde die aktuelle Wasserversorgungssituation der Gemeinde Unterauersbach analysiert und die wichtigsten Strukturdaten der Gemeinde erhoben.

Die Analyse der Wasserversorgungssituation erfolgte in Bezug auf die öffentliche Wasserversorgung aufgrund der Abrechnungsdaten der Gemeinde. Eine Erhebung der privaten Brunnen bei den einzelnen Haushalten in Verbindung mit einer Befragung der VerbraucherInnen mittels detailliertem Fragebogen ergänzte die Verbrauchsanalyse.

Gemeindestruktur

Zur Erhebung der aktuellen Situation wurde eine Befragung vor Ort durchgeführt. Dabei sollten die Strukturdaten wie die Anzahl der Wohnhäuser und der Art und Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe, sowie der derzeitigen Wasserversorgungssituation der Gemeinde erhoben werden. Ein weiteres Ziel der Umfrage war es, die Situierung der privaten Wasserversorgungsanlagen wie Brunnen oder Quellen zu ermitteln und durchgeführte Qualitätsanalysen zu erheben. Des Weiteren sollten Aussagen über den täglichen Wasserverbrauch in den Haushalten und der Landwirtschaft getroffen werden und die Art und Anzahl der Brauchwassernutzungen erhoben werden. Die derzeitige Abwassersituation sollte im Überblick dargestellt werden.

Im Zeitraum vom 9. bis 12. Juli 2007 wurde in der Gemeinde Unterauersbach eine Umfrage durchgeführt. Für die Datenerhebung wurden die einzelnen Parteien persönlich aufgesucht und ein Interview anhand eines Fragebogens durchgeführt.

Die Menge des öffentlichen Wasserverbrauchs der einzelnen Parteien wurde den von der Gemeinde zur Verfügung gestellten Daten entnommen.

Die jährlichen Niederschlagshöhen der Gemeinde Unterauersbach der Jahre 2000 bis 2006 wurden von einem Anrainer erhoben. Niederschlagsdaten der umliegenden Messstellen Straden und St. Peter am Ottersbach wurden vom hydrographischen Dienst Österreich zur Verfügung gestellt. Die Qualitätsanalysen der eigenen Wasserversorgung wurden von verschiedenen Prüflabors durchgeführt und bestehende Daten von insgesamt drei BrunnenbesitzerInnen zur Verfügung gestellt.

2.5.1.3 Erarbeitung von Varianten

Da der Handlungsbedarf für die Gemeinde in erster Linie in der fehlenden Abwasserreinigung liegt, wurde der Schwerpunkt auf die Darstellung von Varianten der Abwasserreinigung gelegt.

Abwasserreinigung

Dazu wurden 4 Szenarien vorgestellt. Für die Beschreibung der Szenarien wurden folgende Rahmenbedingungen gewählt bzw. Eingangsgrößen verwendet:

Als Systemgrenze für alle Szenarien wurde die Ableitung der Abwässer zur bestehenden Kläranlage Bierbaum gewählt. Die Kläranlage Bierbaum hat freie Kapazitäten um die Abwässer aus dem Gemeindegebiet von Unterauersbach aufzunehmen.

Brauchwassernutzung

Maßnahmen der Brauchwassernutzung sollten nach Auswahl der Variante zur Abwasserreinigung entwickelt werden.

2.5.1.4 Auswahl von Varianten

Ausgehend von der Bestandsanalyse und auf Basis des Gemeindeabwasserplanes wurden 4 Szenarien ausgearbeitet, in einem Bewertungsbogen gegenübergestellt und hinsichtlich folgender Aspekte bewertet:

- Wirtschaftliche Aspekte
- Ökologische Aspekte
- Möglichkeit der Wiedernutzung von Abwasser

Die Beschreibung der wirtschaftlichen Aspekte gliedert sich in die Investitionskosten, Reinvestitionskosten, Betriebskosten und daraus abgeleitet die Förderfähigkeit der geplanten Maßnahmen.

Die Beschreibung der ökologischen Aspekte umfasst die Auswirkungen der Maßnahmen auf Vorfluter sowie Wasserhaushalt der Gemeinde.

Die Beschreibung der Möglichkeit der Wiedernutzung von Abwasser umfasst die Bereiche Einsparung von Trinkwasser durch die Nutzung von gereinigtem Abwasser im Haushalt, in Betrieben und in der Landwirtschaft.

Regenwassernutzung

Wird anhand von Messdaten aus bestehenden Anlagen für die ganze Gemeinde vorgestellt.

2.5.1.5 Umsetzung ausgewählter Projekte

Nur 5% des Abwassers der Gemeinde Unterauersbach werden derzeit biologisch, dem Stand der Technik entsprechend gereinigt. Aufgrund der herrschenden Gesetzeslage bestand somit dringender Handlungsbedarf. In Bierbaum wurde vor 10 Jahren eine Kläranlage errichtet, welche die Kapazität aufweist die Abwässer der Gemeinde Unterauersbach zu reinigen. Aus der Sicht des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung stellt die Ableitung der Abwässer der Gemeinde Unterauersbach nach Bierbaum die volkswirtschaftlich günstigste und somit förderungsfähige Maßnahme dar.

Da die Förderfähigkeit der Abwasserreinigung für die Gemeinde letztendlich die Voraussetzung für die Auswahl der Maßnahmen darstellte, wurde folgende Variante ausgewählt: ca. 80% der EW werden an die Nachbargemeinde angeschlossen, während die Abwasserreinigung des Ortsteils Glatzental in Einzelkläranlagen vorgesehen ist. In der Nähe einer Gruppenkläranlage wird eine Versuchsfläche errichtet, auf der die Bewässerung von Energieholz mit mechanisch vorgereinigtem und biologisch gereinigtem Abwasser untersucht werden kann.

2.5.1.6 Akzeptanzanalyse

Als methodischer Ansatz wurde die Akzeptanzanalyse gewählt, denn nur wenn die Handlungsmotive der beteiligten AkteurInnen verstanden werden, können Umsetzungshemmnisse identifiziert und gegebenenfalls überwunden werden. Als Akzeptanz versteht man die positive Einstellung eines Kunden / einer Kundin gegenüber einem Produkt oder einer Dienstleistung. Umgelegt auf nachhaltige Systeme in der Siedlungswasserwirtschaft, im Bereich der Gemeinde Unterauersbach, bedeutet Akzeptanz also die positive Einstellung der Unterauersbacher Bevölkerung gegenüber dem gewählten System zur Abwasserbehandlung.

Die Akzeptanzanalyse wurde in zwei Schritten durchgeführt. Im Frühling 2007 wurde im Rahmen einer BürgerInnenversammlung (Abbildung 35) eine Diskussionsrunde unter den ca. 40 TeilnehmerInnen initiiert und eine Befragung mittels Fragebogen durchgeführt (28 wurden ausgefüllt retourniert). Dies diente für eine erste Voranalyse und als Hilfestellung bei der Wahl der Methode für die zentrale Erhebung. Dieser 2. Schritt wurde im Dezember 2007 wiederum mittels Fragebogen an alle Haushalte und ergänzende Telefoninterviews durchgeführt. 47 Fragebögen wurden ausgefüllt retourniert und flossen in die Analyse ein. Bei einer Haushaltszahl von 140 entspricht das einer Rücklaufquote von 33,5%. Die Durchführung der Befragungen und die Konzeption des Fragebogens erfolgte in enger Abstimmung mit dem NASPA-Projektteam und den EntscheidungsträgerInnen vor Ort, um eine möglichst große Relevanz der Analyse für das Projekt zu erreichen.



Abbildung 35: Bürgerinformation im Gemeindeamt.

Die Fragen des Fragebogens waren in neun Themen gegliedert, die eine umfassende Analyse möglich machten, die auch Informationen zu prinzipiellen Einstellungen und Problemverständnis der Bevölkerung zu Wassernutzung und -schutz beinhaltet: Wassernutzung allgemein, Kosten, System, Arbeitsplätze / Wertschöpfung, Umwelt, Risiko, Wissen, Wassersparen, Gesellschaftlich.

Über Korrelationsanalysen wurde untersucht, welche allgemeinen Einstellungen zu Wassernutzung mit der Bevorzugung von bestimmten Lösungsmöglichkeiten zusammenhängen.

2.5.1.7 Öffentlichkeitsarbeit

Die Information der Bevölkerung erfolgte über eine öffentliche Veranstaltung zur Vorstellung des Forschungsprojektes, über Gruppenarbeiten und Fragebögen im Zuge der Akzeptanzanalyse sowie über Befragung einzelner Haushalte mittels Fragebogen im Zuge der Erhebung der Gemeindestruktur.

Außerdem wurden im Projektzeitraum mehrere Gespräche mit VertreterInnen der Baubezirksleitung Feldbach, der Bezirkshauptmannschaft Feldbach, VertreterInnen der

Fachabteilung 19 der Steiermärkischen Landesregierung der Landwirtschaftskammer und der Energiewirtschaft (Estag) geführt.

Weiters wurde ein Aktionstag unter dem Titel „Das Leben im Bach“ im Zuge der Beurteilung der Oberflächengewässer durchgeführt und Zwischenergebnisse auf der Plakattafel vor dem Gemeindeamt und in der Gemeindezeitung veröffentlicht.

2.5.2 Ergebnisse

2.5.2.1 Bestandsanalyse der Wassersituation

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse der Wassersituation werden im Folgenden auszugsweise dargestellt. Die gesammelten Ergebnisse sind dem Zwischenbericht zu entnehmen.

Hydrogeologie

Unterauersbach liegt ca. 34 km südöstlich von Graz und ca. 13 km südwestlich der Bezirkshauptstadt Feldbach im oststeirischen Tertiär.

Im Gebiet der Gemeinde Unterauersbach sind keine Grundwassermessstellen vorhanden. Für die Tiefe des Grundwasserspiegels wurden als Hinweis die Angaben zur Tiefe der Brunnen herangezogen, welche für die Erhebung der Strukturdaten aufgenommen wurden. Die Brunnen weisen eine Tiefe von 26 bis 2,5 m auf.

In der Karte der Schongebiete für Wasserversorgungsanlagen und Heilquellen in der Steiermark 1991 herausgegeben vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, FA LBD FA IIIa Wasserwirtschaft Referat 2 ist das Gemeindegebiet Unterauersbach nicht als Schongebiet ausgewiesen.

Geologie und Bodenbeschaffenheit

Geologisch gehört das Gemeindegebiet Unterauersbach zum Oststeirischen Tertiärbecken. Abbildung 36 zeigt einen Blick über die hügelige Landschaft des Oststeirischen Hügellandes.

Im Gemeindegebiet finden sich laut Bodenkarte folgende Bodenarten: Hauptsächlich Lockersediment, Braunerde, außerdem Kulturröhboden und Gley.



Abbildung 36: Blick über die Felder Unterauersbach

Hydrologie und Klima

Bezüglich der Niederschlagsverhältnisse ist der Jahresgang kontinental (Jänner 32 mm, Juli 134 mm). Die Sommerniederschläge beruhen vorwiegend auf Konvektionsniederschlag (Gewitter: ca. 40 d/a, damit relativ gewitterreich und auch hagelgefährdet), wobei die

absoluten Maxima in 24 Stunden 100 – 130 mm erreichen können. **Tabelle 44** gibt Auskunft über den jährlichen Niederschlag von 3 Messstellen in der Nähe von Unterauersbach.

Tabelle 44: Jährliche Niederschlagssummen von 3 Messstellen in der Nähe von Unterauersbach (ZAMG)

	mm/a	Seehöhe m
Kirchbach i.d. Stmk	820,7	350
St. Peter a. Ottersbach	856,9	270
Straden	806	360

Die Winter sind schneearm und auf den Riedeln ausgesprochen mild (Zahl der Tage mit Schneedecke 60-70 d/a, in den Südhängen 30-40 d/a, in den Nordhängen 80-90 d/a).

Situation der Oberflächengewässer

Gemäß dem Leitfaden zur typenspezifischen Wasserrahmenrichtlinie gehören die Fließgewässer in der Gemeinde Unterauersbach zur Fließgewässer-Bioregion Grazer Feld und Grabenland.

Der Auersbach gehört zur Gruppe der Grabenlandbäche. Er entspringt am Rieglberg im NO von Unterauersbach, fließt durch die Ortschaften Oberauersbach und Unterauersbach. Am Ortsende mündet der Glatzentaler Bach ein. Von dort wird der Bach Edlabach genannt und fließt durch Radisch, Aug, Bierbaum und Perbersdorf. Er mündet südlich von St. Peter am Ottersbach in den Ottersbach, dieser weiter in den Saßbach und südlich von Gosdorf in die Mur. Sowohl Saßbach als auch Ottersbach werden im letzten Gewässergütebericht des Landes Steiermark (2000) mit Güteklasse II-III klassifiziert

Die Angaben zur Wasserführung an den Probestellen (Abbildung 34) wurden von der Fachabteilung 19 a, Abteilung Hydrographie, zur Verfügung gestellt.

Zusammenfassende Bewertung der Vorfluter

Überträgt man die Ergebnisse der in Unterauersbach durchgeführten Vorfluteruntersuchungen in die neue Klassifikation nach der WRRL so wäre streng genommen an keiner der Probestellen eine Einleitung von Kläranlagenabläufen zulässig. Die chemischen Parameter $\text{NO}_3\text{-N}$ bzw. $\text{PO}_4\text{-P}$ wären in allen Probestellen schon vor einer Einleitung Zustandsklasse 3 zugeordnet.

Der Leitfaden zur typenspezifischen Bewertung der allgemein physikalisch-chemischen Parameter in Fließgewässern lässt allerdings hinsichtlich der Bedeutung der Bewertung des guten Zustands mehrere Interpretationsmöglichkeiten zu. Um bei Diskrepanzen, d. h. die biologischen Qualitätselemente weisen einen guten Zustand aus, die allgemein physikalisch-chemischen Parameter sind jedoch überschritten, eine „falsche“ Einstufung zu vermeiden, wurde ein Prüfverfahren vorgeschlagen, das vor allem dann anzuwenden ist, wenn diese Diskrepanzen in einer bedeutenden Anzahl von Messstellen innerhalb eines Typs auftreten. In diesem Fall ist eine allfällige Nachjustierung der Bewertungsmethoden oder des Monitorings vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Vorfluteruntersuchungen sind Tabelle 45 zu entnehmen.

Tabelle 45: Grenzwerte für den guten Zustand und Median der Messwerte der Vorfluteruntersuchungen.

Gewässerabschnitt	BSB ₅		NO ₃ -N		PO ₄ -P		NH ₄ -N (QZV)*	
	¹⁾	Median (n=3)	¹⁾	Median (n=4)	¹⁾	Median (n=4)	²⁾	Median (n=4)
Oberauersbach	3,5	3,4	4,0	7,0	0,09	0,05	0,83	0,09
Glatzentaler Bach	3,5	2,8	4,0	5,1	0,09	0,07	0,76	0,20

Auersbach UAB	4,0	3,0	5,5	6,1	0,09	0,06	0,64	0,19
Auersbach Bierbaum	4,0	5,3	5,5	4,4	0,09	0,33	0,77	0,09

¹⁾ Grenzwerte für den guten Zustand (Ökologische Zustandsklasse 2) gemäß der Einstufung der Probestellen nach dem Leitfaden zur typenspezifischen Bewertung der allgemein physikalisch-chemischen Parameter in Fließgewässern gemäß WRRL, Lebensministerium Endfassung 2008.

²⁾ Einstufung der Probestellen nach der Qualitätszielverordnung Chemie: 96. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer 2006 Grenzwerte.

Im gesamten Gebiet der Grabenlandbäche (zu welchem auch Unterauersbach gehört) kommt durchwegs Gewässergüte von 2 bis 2-3, vereinzelt 3 vor (Das Land Steiermark, 2000). Die Ursachen für die Qualität der Gewässer sind verschieden. Der für den Gewässertyp natürliche höhere trophische Grundzustand wird durch niedere Wasserführung, teilweise fehlende Ufervegetation, Begradigung und Abschwemmungen aus den intensiv bewirtschafteten Ackerflächen (Abbildung 37: Struktureicher Abschnitt des Auersbachs) verschlechtert.



Abbildung 37: Struktureicher Abschnitt des Auersbachs.

Abbildung 38: Gewässerabschnitt ohne Gehölzstreifen des Auersbachs.

Eine Abschätzung der Stickstoffmengen aus Landwirtschaft und Abwasser für das Gemeindegebiet Unterauersbach ergibt folgendes Verhältnis: Von 100% der im Gemeindegebiet in Umlauf befindlichen Stickstoffmenge aus häuslichem Abwasser und Wirtschaftsdünger entfallen 3% auf Abwasser und 97% auf die Wirtschaftsdünger aus der Landwirtschaft.

Wenn eine Verbesserung der Vorflutersituation gewünscht wird, sollte deshalb die Einführung einer flächendeckenden biologischen Abwasserreinigung unbedingt mit einer sorgsamem Bewirtschaftung der die Vorfluter beeinflussenden Flächen einhergehen. Um die Abschwemmung von Nährstoffen in die Vorfluter zu verhindern, können folgende Maßnahmen empfohlen werden:

- Anbau erosioschonender Kulturen speziell im Bereich der Vorfluter.
- Bedarfsgerechte Düngung unter Einhaltung von Mindestabständen.

- Erhaltung bzw. Wiedereinführung von Uferstreifen.

Obwohl diese Fakten allgemein bekannt sind, kann jedes Jahr während der Zeit der Frühjahrsgewitter beobachtet werden, dass große Mengen an Feinmaterial vornehmlich aus Maisäckern abgeschwemmt werden.

Im September 2008 wurde in Auerbach (und 5 Nachbargemeinden) von der Landwirtschaftskammer Vorträge zum Thema Erosionsschutz abgehalten. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass allein aufgrund des Nährstoffverlustes und der aktuellen Preissituation von Mais und Getreide (niedere Mais-, hoher Getreidepreis) die Anbauepflogenheiten überdacht werden sollten.

2.5.2.2 Aktuelle Situation - Gemeindestruktur

Im Zuge der Umfrage konnten 120 von 160 Parteien befragt werden.

Betriebs- und Siedlungsstruktur

Die derzeitigen 518 EinwohnerInnen zählende Gemeinde Unterauersbach zeichnet sich durch eine stark ländliche Siedlungsstruktur aus Streusiedlungen mit Einfamilienhäusern und landwirtschaftlichen Betrieben aus.

Mehr als ein Drittel der Befragten (40%) betreiben einen landwirtschaftlichen Betrieb. Die Landwirte dieser Region halten in größeren Stückzahlen vor allem Schweine und Geflügel. 23 Landwirte halten Schweine, 18 halten Hühner und sieben Betriebe halten Ziegen, Schafe oder ein Pferd. Ein Großteil hat sich dabei auf bestimmte Zweige wie z.B. Zucht oder Mast spezialisiert. Die Haltung der Tiere erfolgt fast ausschließlich im Stall ohne Freilauf, nur ein Betrieb hält Hühner im Freiland. Die Rinderhaltung ist nicht dominierend in dieser Region; sie wird von 26 Landwirten betrieben. Die Rinder werden zumeist in geringen Stückzahlen gehalten, zwei Betriebe haben sich jedoch auf Rinderhaltung mit bis zu 50 Stück spezialisiert. Ein Landwirt betreibt außerdem eine Frühstückspension mit sechs Gästebetten. Weitere 10% der Befragten haben ihre landwirtschaftlichen Flächen verpachtet, die Wirtschaftsgebäude sind jedoch noch vorhanden. 42% der Anwesen sind reine Wohnhäuser. Im Befragungsgebiet befinden sich außerdem acht Gewerbebetriebe (7%), das sind: Eine Steinveredelungsfirma, eine Tischlerei, eine Gärtnerei (*Abbildung 39*), ein Gasthof mit Tankstelle, ein Getränkelieferant, eine Schmiede mit Tankstelle und Autowaschanlage, eine Keramikfirma und ein KFZ-Betrieb.



Abbildung 39: Gärtnereibetrieb.

Wasserversorgung

Die Wasserversorgung wird größtenteils durch eigene Brunnen oder Quellen abgedeckt (Tabelle 46). Diese befinden sich zumeist am hauseigenen Grundstück und werden allein oder in Gemeinschaft mit einem oder mehreren Nachbarn genutzt.

Tabelle 46: Versorgungssituation mit Trinkwasser der Gemeinde Unterauersbach.

Trinkwasserversorgung	Anzahl	Brunnen/Quelle	öffentlich	Gemeinschaft
Brunnen/Quelle (EWW)	59			35
-> davon Teilanschluss (TA)	22			
Ausschließlich öffentlich (ÖWV)	18			
ÖWV und eigene WV	32			
-> davon Hauptbezug		26	6	
Regenwasser	1			
Keine Angaben	10			

EWW... eigene Wasserversorgung; TA... Teilanschluss; ÖWV... Öffentliche Wasserversorgung

Von den 59 befragten Parteien die auch 2007 noch ausschließlich eine eigene Wasserversorgung (EWW) nutzen, installierten 22 bereits einen Teilanschluss (TA). Dabei wurden, als der Kanal in der Gemeinde gegraben wurde, bereits alle Anschlüsse zum Haus vorbereitet. Es fehlt lediglich die Wasseruhr und die Freischaltung der Nutzung durch die Gemeinde. Diese Variante bringt die Vorteile, dass einerseits ohne Freischaltung nur die halben Kosten anfallen, während andererseits im Falle der Wasserknappheit durch anbringen der Wasseruhr innerhalb weniger Stunden die Versorgung gewährleistet ist. Nur 18 Parteien nutzen eine ausschließlich öffentliche Wasserversorgung (ÖWV). Von den 32 Parteien, die ihren Trinkwasserbedarf aus öffentlichen und eigenen Ressourcen beziehen dient 26 Parteien der eigene Brunnen oder ihre Quelle als Hauptbezug.

Zusammenhang Wasserversorgung und Niederschläge

In den vergangenen Jahren kam es des Öfteren zu länger andauernden Trockenperioden welche zu einer Wasserverknappung führten und manche Brunnen auch vollkommen austrocknen ließen. Viele Parteien waren deshalb gezwungen, bei der öffentlichen Wasserversorgung anzuschließen um ihren Bedarf sichern zu können. Ein besonders starker Anstieg des Wasserverbrauches als auch der Neuanschlüsse an die öffentliche Trinkwasserversorgung war in den Jahren 2000 bis 2003 zu verzeichnen (Abbildung 40). Während in den folgenden Jahren der öffentliche Jahreswasserbedarf wieder sank, stieg die Zahl der Neuanschlüsse noch einmal in geringem Maße an. Laut den Angaben eines Bewohners / einer Bewohnerin ist diese Entwicklung auf den Wasserpreis von € 1,38 Brutto je m³ Wasser zurückzuführen. Da das eigene Wasser kostenlos zur Verfügung steht und somit erhebliche Einsparungen getätigt werden können, wird vermehrt auf die eigene Wasserversorgung zurückgegriffen und die öffentliche Wasserversorgung nur benutzt, wenn zuwenig eigenes Wasser verfügbar ist. Dies erklärt auch die Verringerung des jährlichen Wasserbedarfes ab 2003 trotz weiterhin steigender Verbraucherzahlen. Auffallend ist auch der sprunghafte Anstieg der Neuanschlüsse von 2001 auf 2002 und 2003. Offenbar konnten viele Parteien durch die geringen Jahresniederschläge in den Jahren 2001 und 2003 von weniger als 600 mm ihre Eigenwasserversorgung nicht gewährleisten und sahen sich daraufhin zum Anschluss bei der öffentlichen Wasserversorgung gezwungen.

Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung

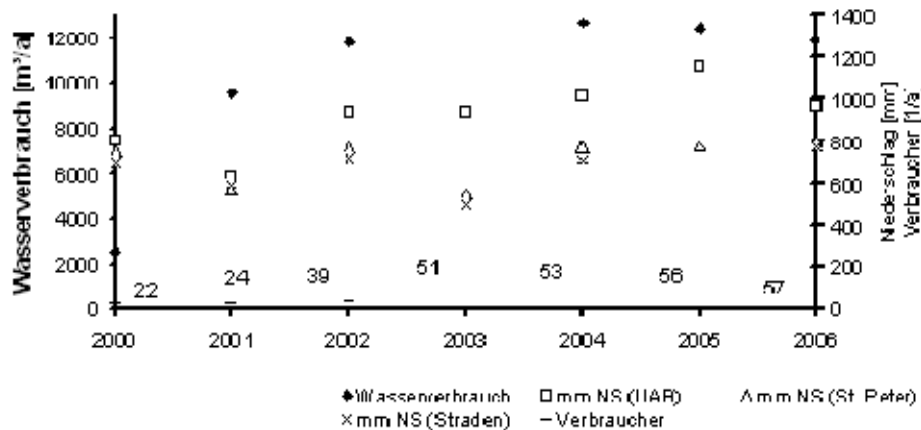


Abbildung 40: Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung, des Wasserbedarfs und der Niederschlagshöhen.

Wasserqualität

Von 3 Brunnen waren schon Qualitätsanalysen aus dem Zeitraum 2003-2006 vorhanden. Brunnen 1 wurde in 3 aufeinander folgenden Jahren untersucht. Eine starke Erhöhung der koloniebildenden Einheiten und somit eine Verminderung der Wasserqualität ist daraus ersichtlich. Trotzdem würde das Wasser ausgenommen im Jahr 2005, in dem Escherichia coli Bakterien im Wasser nachgewiesen wurden, noch den Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TWV, 2001, Tabelle 47) entsprechen. Das Wasser von Brunnen 2 erfüllt die Anforderungen der TWV. Brunnen 3 wurde aufgrund der Anzahl der Coliformen und der Escherichia coli bei der Untersuchung 1999 als nicht trinkwassertauglich eingestuft.

Im Jahr 2008 wurden im Rahmen des Projekts NASPA weitere 4 Brunnen (4-7) untersucht. Sämtliche Proben erfüllen die Anforderungen der Trinkwasserverordnung, auch hinsichtlich der gemessenen Nitratwerte (5,8 bis 22,4 mg/l, alle Ergebnisse im Anhang).

Tabelle 47: Qualitätsanalysen von 7 verschiedenen Brunnen/Quellen

Koloniebildende Einheiten bei 22°C [KBE/ml]	Koloniebildende Einheiten bei 36°C [KBE/ml]	Coliforme Bakterien [1/100ml]	Escherichia coli [1/100ml]	Enterokokken [1/100ml]	Analysejahr
56	14	0	0	0	2003 ¹⁾
72	14	0	nachgewiesen	0	2005 ¹⁾
98	20	0	0	0	2006 ¹⁾
4	7	0	0	0	1996 ²⁾
11	7	0	0	0	1997 ²⁾
68	17	4	4	0	1999 ³⁾
7	8	0	0	0	2008 ⁴⁾
1	1	0	0	0	2008 ⁵⁾
7	2	0	0	0	2008 ⁶⁾
9	1	0	0	0	2008 ⁷⁾
100	20	0	0	0	TWV 2001

Wasserverbrauch der Haushalte mit öffentlicher Wasserversorgung:

Aus den 18 Haushalten die ausschließlich die ÖWV nutzen, konnten sechs Haushalte ermittelt werden, die weder eine Landwirtschaft noch einen Betrieb über die ÖWV versorgen (Tabelle 48). Aus diesen Daten konnte ein durchschnittlicher Wasserbedarf von 76 Litern pro EinwohnerIn und Tag ermittelt werden.

Tabelle 48: Derzeitiger Wasserverbrauch pro Kopf anhand der bei ausschließlich öffentlicher Nutzung abgerechneten Kubikmeter.

Haushalte	EW	m ³ /a	m ³ /(EW*a)	m ³ /(EW*d)
ohne RWN für WC				
6	20	555	27,75	0,076

Da es für die EinwohnerInnen mit eigener Wasserversorgung keine Verbrauchsdaten gibt, kann für eine Abschätzung des Gesamtverbrauchs angenommen werden, dass der Wasserverbrauch dem der abgerechneten EinwohnerInnen entspricht (Tabelle 49).

Tabelle 49: Abschätzung des Wasserverbrauchs aller Haushalte.

Abschätzung des	EW	m ³ /a	m ³ /(EW*a)	m ³ /(EW*d)
Wasserverbrauchs aller Haushalte				
160	596	16.539	27,75	0,076

Wasserverbrauch bei Regenwassernutzung

Zwei der 18 Haushalte betreiben eine Regenwassernutzung (RWN). Sie haben Tanks installiert in denen Regenwasser gesammelt und für die WC- Spülung benutzt wird. Bei zwei Haushalten wird das Trinkwasser ausschließlich von der öffentlichen Wasserversorgung bezogen. Entsprechend der jährlichen Wasserverbrauchsdaten konnte der Wasserverbrauch pro EW ermittelt werden. Er liegt mit 42 l pro Einwohner und Tag (Tabelle 50) um 34 l niedriger als ohne Regenwassernutzung.

Tabelle 50: Wasserverbrauch bei Nutzung von Regenwasser zur Toilettenspülung.

Haushalte	EW	m ³ /a	m ³ /(EW*a)	m ³ /(EW*d)
mit RWN für WC				
2	8	123	15,38	0,042

Sanitäre Ausstattung

In Tabelle 51 werden die Wasserverbrauchenden Geräte sowie die sanitäre Ausstattung aufgelistet. Aus der Befragung geht hervor, dass bei den Toiletten ab Baujahr 1990 mit Sicherheit eine Spartaste installiert wurde. Man kann davon ausgehen, dass vor 1990 mit Ausnahme weniger Haushalte noch keine Spareinrichtungen in Toiletten oder Duschen vorhanden waren. Insgesamt sind zumindest zwei Drittel der im Befragungsgebiet vorhandenen Toiletten mit einer Spareinrichtung und zwei Drittel der Duschen mit Wassersparenden Spülköpfen ausgestattet.

Für Geschirrspüler und Waschmaschinen wird wiederum angenommen, dass abhängig von Qualität und Marke ab ca. 1990 alle Geräte, die auf dem Markt angeboten wurden, mit

geringerem Wasserverbrauch auskommen. Über eine Badewanne verfügen nur 5 der befragten Haushalte.

Tabelle 51: Darstellung des Alters der sanitären Anlagen.

Baujahr der Toiletten Ausstattung	Toiletten	Duschen	Geschirrspüler	Waschmaschine	Badewanne
1960-1975	16	13			1
1976-1989	42	40	6	7	2
1990-1999	39	35	13	17	2
ab 2000	51	46	41	67	
keine Angaben	1	3	10	8	

Brauchwassernutzung

Tabelle 52 gibt einen Überblick über die verschiedenen Brauchwassernutzungsarten. Die Nutzung von Regenwasser für die WC-Spülungen wird bereits von acht Parteien durchgeführt, drei Parteien nutzen Regenwasser zumindest teilweise zum Wäschewaschen. Das Regenwasser wird dabei entweder am Dach oder in alten Gruben oder Brunnen gesammelt und mittels Pumpen oder im freien Gefälle zum Ort des Bedarfs transportiert. Im Zuge der Umfrage gaben mehrere Parteien an, in Zukunft Regenwasser als Brauchwasser nutzen zu wollen. Als Speicher sollte die derzeit für die häuslichen Abwässer genutzte Sammelgrube dienen.

Die Bewässerung des Gartens wird von 56 Parteien über den Hausbrunnen durchgeführt; 19 Parteien benutzen teils Brunnen-, teils Regenwasser und nur zehn Parteien gießen ausschließlich mit Regenwasser. Der Bedarf an Bewässerungswasser in der Landwirtschaft ist lediglich bei zwei Betrieben gegeben. Es handelt sich dabei um Obstplantagen die mit Regenwasser bewässert werden. Die Sammlung erfolgt in einem Fall in einer alten Grube, im anderen Fall in einer Teichanlage. Ein zukünftiger, darüber hinausgehender Bewässerungsbedarf besteht nicht. Die Gärtnerei deckt ihren Bewässerungsbedarf über Brunnen ab, da eine Regenwassernutzung laut EigentümerIn aufgrund der verstreuten Lage der Anbauflächen nicht möglich ist.

Tabelle 52: Brauchwassernutzungsarten.

	Brunnen/Quelle	Brunnen/Quelle/RW	Regenwasser (RW)
Bewässerung Garten	56	19	10
LW-Betriebe			2
Gärtnerei	1		
Nutzung im WC	86		8
Nutzung Waschmaschine	in 88	3	

Wasserbedarf Landwirtschaft

Der Bedarf an Nutzwasser in den landwirtschaftlichen Betrieben beschränkt sich auf die Milchbetriebe, die je nach Stückzahl einen abgestimmten Bedarf an Waschwasser für die Melkmaschinen aufweisen. Dieses Nutzwasser muss jedoch aus hygienischen Gründen

(Milchhygieneverordnung) Trinkwasserqualität aufweisen (BGBl. II Nr. 40/1998 + BGBl. II Nr. 278/2002). Das bei den Reinigungsvorgängen der Ställe anfallende Wasser wird in den Untergrund versickert. Die Hühnerställe werden trocken gereinigt.

Der tägliche betriebliche Trinkwasserbedarf der Tiere wurde von Literaturwerten abgeleitet (Kirchgessner, 2004). Die Werte wurden zur Berechnung des täglichen Wasserverbrauches der landwirtschaftlichen Betriebe herangezogen und im Datenerhebungsblatt als auch im Brunnenkataster dargestellt.

2.5.2.3 Derzeitige Abwassersituation

Haushalte

In Unterauersbach existiert bis dato noch keine öffentliche Abwasserentsorgungseinrichtung (Abbildung 41). Zwei Häuser haben sich zu einem Kanalanschluss bei der Gemeinde Jagersberg entschlossen. Drei der befragten Parteien betreiben bereits eine biologische Abwasserreinigung in Form eines bepflanzten Bodenfilters. Diesen Anlagen wurden allerdings keine wasserrechtlichen Bewilligungen erteilt. Darüber hinaus existiert eine biologische Reinigungsanlage welche drei Anwesen mit insgesamt 14 EinwohnerInnen umfasst und bereits über eine wasserrechtliche Bewilligung verfügt. Der Großteil der BewohnerInnen, das sind 56 der befragten Hausparteien, leiten die anfallenden Abwässer in eine Sammelgrube mit oder ohne Überlauf ein, die ein bis mehrmals im Jahr ausgeleert und über den landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wird. Die Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber der Aufbringung von Klärschlamm und Abwasser auf landwirtschaftliche Flächen ist demnach sehr groß. In 44 der befragten Anwesen befindet sich eine Dreikammerfaulanlage in der die Feststoffe abgetrennt werden und die mechanisch gereinigten Abwässer über einen Überlauf versickert werden. Die Feststoffe werden ebenfalls landwirtschaftlich verwertet. Sechs Häuser verfügen über keine Einrichtungen zur Sammlung oder Vorklärung. In diesen Fällen werden die Abwässer entweder in eine Regenrinne eingeleitet oder in Hanggebieten versickert.

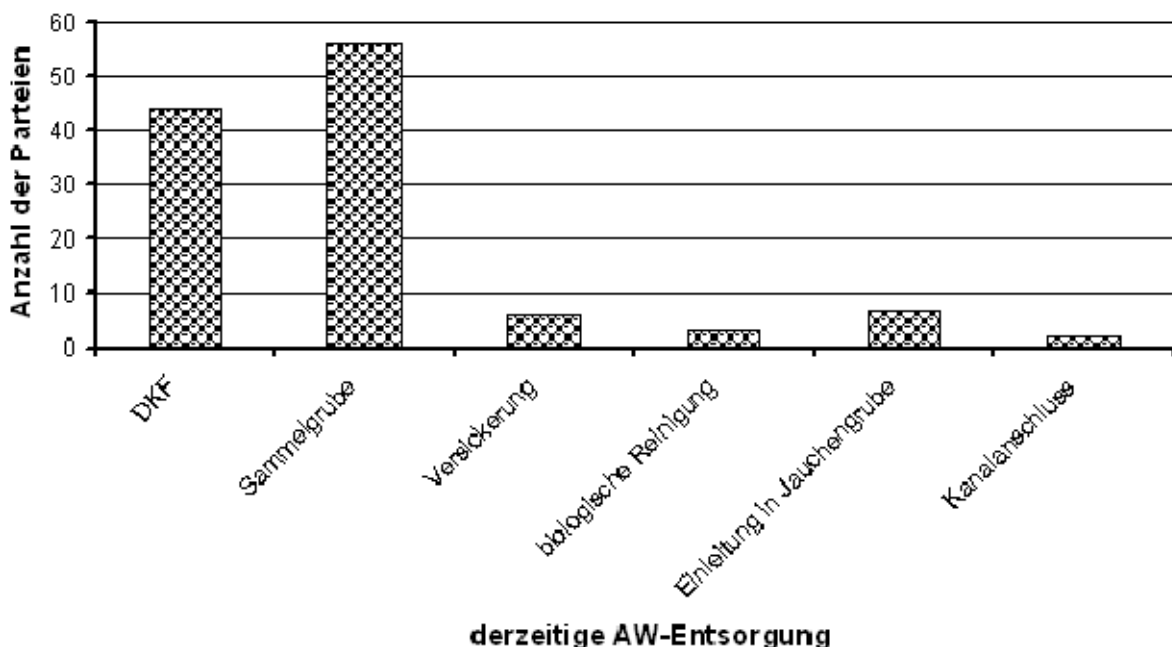


Abbildung 41: Abwasserentsorgungssituation in Unterauersbach

Betriebliche Abwassersituation

Die Steinveredlungsfirma benötigt Brauchwasser ausschließlich zum Waschen der Steine, wobei keine chemischen Zusatzstoffe verwendet werden. Durch den Waschprozess fallen

Feinteile an, die durch drei Absetzbecken abgetrennt werden. Das Wasser wird ständig im Kreislauf geführt. Der Betrieb wies keinen produktionsbedingten Abwasseranfall aus.

Die zwei Tankstellen im Ort haben zur Reinigung des Oberflächenwassers einen Benzinabscheider installiert und leiten die mechanisch gereinigten Abwässer ebenfalls in den Unterauersbach ein. Einer Tankstelle ist ein Gasthaus angeschlossen, dessen Abwässer nach mechanischer Reinigung in einer Dreikammerfaulgrube dem Vorfluter zugeführt werden. Die an der zweiten Tankstelle angeschlossene Autowaschanlage, die ohne den Einsatz von Reinigungsmitteln betrieben wird, fallen täglich ca. 1,5 m³ Abwasser an. Das Abwasser wird nach mechanischer Reinigung in einem eigenen Benzin- bzw. Ölabscheider und einem Schlammfang in den Unterauersbach eingeleitet. Der wasserrechtliche Bescheid für diese Anlage ist abgelaufen, um Verlängerung wurde bereits angesucht. Die ebenfalls der zweiten Tankstelle angeschlossene Schmiede produziert keine Abwässer.

Der Abwasseranfall im Keramikbetrieb ist sehr gering. Er beläuft sich auf ca. 80 l/Woche und resultiert aus der Produktreinigung. Das Abwasser ist ausschließlich mit Tonerde und Glasurbestandteilen verunreinigt und wird durch insgesamt vier Absetzbecken geleitet. Danach wird es gemeinsam mit den häuslichen Abwässern der belüfteten Klärgrube zugeführt welche der hauseigenen Pflanzenkläranlage als Vorreinigungsstufe dient. Auch für diese Anlage liegt keine wasserrechtliche Bewilligung vor.

Die übrigen Betriebe wiesen keinen produktions- bzw. betriebsbedingten Abwasseranfall aus, es fallen lediglich häusliche Abwässer an.

2.5.2.4 Schlussfolgerungen der Akzeptanzanalyse

Die im ersten Jahr des Projekts durchgeführte Akzeptanzanalyse ist dem Zwischenbericht im Anhang beigefügt. Im vorliegenden Bericht sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Viele Fragen in Bezug auf die Abwasserentsorgung werden von einem Großteil der Bevölkerung geteilt. Das Thema „Wasser“ sowie eine fachgerechte und möglichst risikoarme Verwertung des Abwassers ist fast allen Befragten ein großes Anliegen.

Dennoch spiegelt sich die Diskussion der letzten Jahre, in der es um die Entscheidung für eine zentrale Ableitung des Abwassers nach Bierbaum oder um eine dezentrale Versorgung in kleineren Pflanzenkläranlagen vor Ort ging, auch in der Meinungsverteilung der Bevölkerung wider. Zwei unterschiedliche Überzeugungen lassen sich aus den Antworten ablesen.

Die eine Gruppe sieht in der zentralen Abwasserentsorgung die sichere und erprobte Methode, die für die Gemeinde den besseren Weg darstellen würde. Sicherheit und Förderungen sind dabei verwendete Argumente. Die andere Gruppe stützt sich stärker auf Argumente wie Wiederverwendung/Kreislauf oder lokale Wertschöpfung und sieht die Vorteile eher auf Seite der dezentralen Lösung. Jene Personen, die den Fragebogen ausgefüllt haben, teilen sich ziemlich gleichmäßig auf die beiden Gruppen auf. Es gibt eine geringe Mehrheit für eine dezentrale Lösung.

Hier treffen zwei Denkschulen zum Teil sehr emotional aufeinander – was man sowohl anhand der bisherigen Entwicklung im Ort als auch anhand der (Kommentare zu den) Fragebögen sehen kann. Dabei geht es keiner der beiden Gruppen darum, Verantwortung abzugeben. Bei diesbezüglichen Fragen („Ich halte Wasser für ein kostbares Gut, mit dem man sparsam umgehen muss.“ oder „Es ist wichtig, dass Unterauersbach für die im Gemeindegebiet entstehenden Gewässer auch Verantwortung übernimmt.“) war kein Zusammenhang zu der Präferenz der Methode zu sehen. Die Gruppen nehmen Verantwortung hier auf unterschiedliche Weise wahr und daher werden unterschiedliche Wege als die jeweils optimalen gesehen.

Um eine möglichst breite Akzeptanz für die gewählte Abwasserentsorgung zu erreichen, sollte auf sachlichen Informationen aufgebaut werden. Der Wunsch nach mehr Information wurde sowohl in den Interviews als auch im Rahmen der ersten Veranstaltung vorgebracht.

Die Tatsache, dass es den VertreterInnen beider Gruppen wichtig ist, dass möglichst keine Spannungen in der Gemeinde entstehen, kann als Argument dafür genommen werden, eine möglichst hohe Akzeptanz anzustreben und auch im weiteren Verlauf der Entscheidungsfindung und der nachfolgenden Umsetzung dafür einzutreten.

Einige der strittigen Punkte können durch Vorlegen weiterer Untersuchungsergebnisse und sachlicher Informationen wahrscheinlich bis zu einem gewissen Grad relativiert und somit entschärft werden. Weitere „Aufklärung“ und „zusätzliche Fakten“ war in beiden Interviews ein wichtiges Thema – dieser Punkt ist also auch den EntscheidungsträgerInnen bewusst. Tatsache ist aber auch, dass es in manchen Punkten kaum möglich ist, sichere Daten zu liefern, vor allem, wenn es um innovative Methoden geht.

Ein weiterer wesentlichen Faktor sind die zu erwartenden Kosten. Die bisher vorliegenden Kalkulationen sind für beide Lösungsmethoden relativ ähnlich und wurden bereits auf unterschiedliche Weise angezweifelt und interpretiert. Das sorgt natürlich für Unsicherheit in der Bevölkerung, der der Kostenfaktor besonders wichtig ist. In Bezug auf die Kosten gibt es auch ein gewisses Misstrauen: „in solchen Fällen gehen die Kosten dann oft um 50% rauf“ bzw. „Welcher Betrag ist angemessen aus Sicht der Eigentümer und der Zahlenden?“. Wichtig ist also auch, dass eventuell vorgelegte Zahlen von den Betroffenen als glaubwürdig erachtet werden.

Neben dem Wunsch nach einer möglichst kostengünstigen Lösung herrscht Übereinstimmung in der Frage nach möglichen Risiken für das Unterauersbacher Grundwasser und Gewässer und dass das Abwasserentsorgungssystem zu einer guten Wasserqualität beitragen soll. Um Akzeptanz für eine Abwassersystem zu erhalten, muss auf jeden Fall eine sachliche Diskussion der Auswirkungen der möglichen Maßnahmen auf die Wassersituation und -qualität geführt werden. Welche Maßnahme auch immer umgesetzt werden, die Auswirkungen auf die Wasserqualität sollten gut und glaubhaft kommuniziert werden, da Wasserqualität von fast allen Befragten als sehr wichtig eingestuft wurde.

Der Einsatz von wassersparenden Technologien ist ein weiterer Punkt, der auf große Zustimmung in der Bevölkerung stößt und nicht von der Zugehörigkeit zu einer der beiden Denkschulen abhängt. Darin kann ein weiterer Ansatzpunkt gesehen werden, für den alle zu gewinnen sind. Im Sinne einer nachhaltigen Nutzung von Wasser sollte diesem Punkt auch weiterhin – unabhängig von der Wahl des Abwasserentsorgungssystems – besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Das Thema „Energiewald“, das im Rahmen der BürgerInnenversammlung im Frühjahr 2007 zum ersten Mal öffentlich aufgeworfen wurde, wurde damals noch überwiegend positiv aufgenommen. Im Rahmen der Fragebögen und Gespräche im Herbst 2007 wurde das Thema bereits differenzierter gesehen. Es wurde moniert, dass „zu wenig Infos am Tisch“ wären, dass die benötigte Fläche (die Rede war von 20ha) für Unterauersbach zu groß sei, und es wurde Unmut wegen möglicher Geruchsbelästigung geäußert. Auch in den Interviews wurde der Energiewald nicht als optimale Lösung genannt, sondern u.a. als Möglichkeit, „um die Behörden zufrieden zu stellen“. Die Implementierung als kleine Versuchsfläche kann hier sicherlich eine gute Möglichkeit sein, um die geforderten Daten und Fakten zu liefern und in kleinem Maßstab vorzuzeigen, wie sich diese Maßnahme auswirken würde. Hier kann auch Bedenken gegen eine Vorreiterrolle von Unterauersbach entgegengewirkt werden.

Im weiteren Entscheidungs- und Umsetzungsprozess kann auf das Vertrauen eines Großteils der Bevölkerung in die EntscheidungsträgerInnen aufgebaut werden, das über beide Gruppen gleich verteilt ist. Es wird kaum möglich sein, den Bedürfnissen und Wünschen beider Gruppen gleich zu entsprechen. Jene Punkte, die von praktisch allen Befragten als sehr wichtig angesehen wird, sollte aber besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Das Thema „Abwasserentsorgung“ und die Wahl des Systems sind den Befragten durchaus wichtig. Auf die gemeinsamen Ziele der Bevölkerung, die aus den Fragebögen klar zu erkennen sind, einzugehen, kann helfen, die Akzeptanz für ein System zu erhöhen und eventuelle Meinungsunterschiede zu verringern.

2.5.2.5 Ergebnis der Variantengenerierung

Als Eingangsgröße für den Abwasseranfall wurde der derzeitige Wasserverbrauch (76 l/EW*d) herangezogen.

Als zukünftig realisierbare, dem Stand der Technik entsprechende Reinigungssysteme, wurden die biologische Abwasserreinigung in der Gemeinde Unterauersbach sowie die Ableitung über ein Freispiegelkanalsystem zur Kläranlage Bierbaum betrachtet.

Für das gereinigte Abwasser wurde die Einbringung in Brauchwassersysteme mitbetrachtet.

Die Bewässerung von Energieholzflächen im Kurzumtrieb mit biologisch gereinigtem Abwasser sowie mechanisch vorgereinigtes Abwasser wurde ebenfalls als mögliches Szenario analysiert.

Bei allen dezentralen Varianten wurde die Einbringung des Klärschlammes in Vererdungsbecken dargestellt. Der Klärschlamm der Abwasserreinigungsanlage Bierbaum wird in einem Schlamm-speicher gesammelt, über eine mobile Presse abgepresst und von einem konzessionierten Unternehmen entsorgt.

Die generelle Variantenauswahl erfolgte auf Basis des vorhandenen Gemeindeabwasserplanes.

Im Folgenden sind die entwickelten Szenarien kurz dargestellt:

Szenario 0 – Ist Zustand:

Szenario 0 (Abbildung 42) stellt den Ist Zustand der Abwasserentsorgung der Gemeinde Unterauersbach dar. Nur 5% des anfallenden Abwassers werden derzeit dem Stand der Technik entsprechend gereinigt. Weitere 5% versickern ungereinigt im Untergrund. Die restlichen 90% werden nach Sammlung oder Teilreinigung landwirtschaftlich verwertet oder versickern im Untergrund.

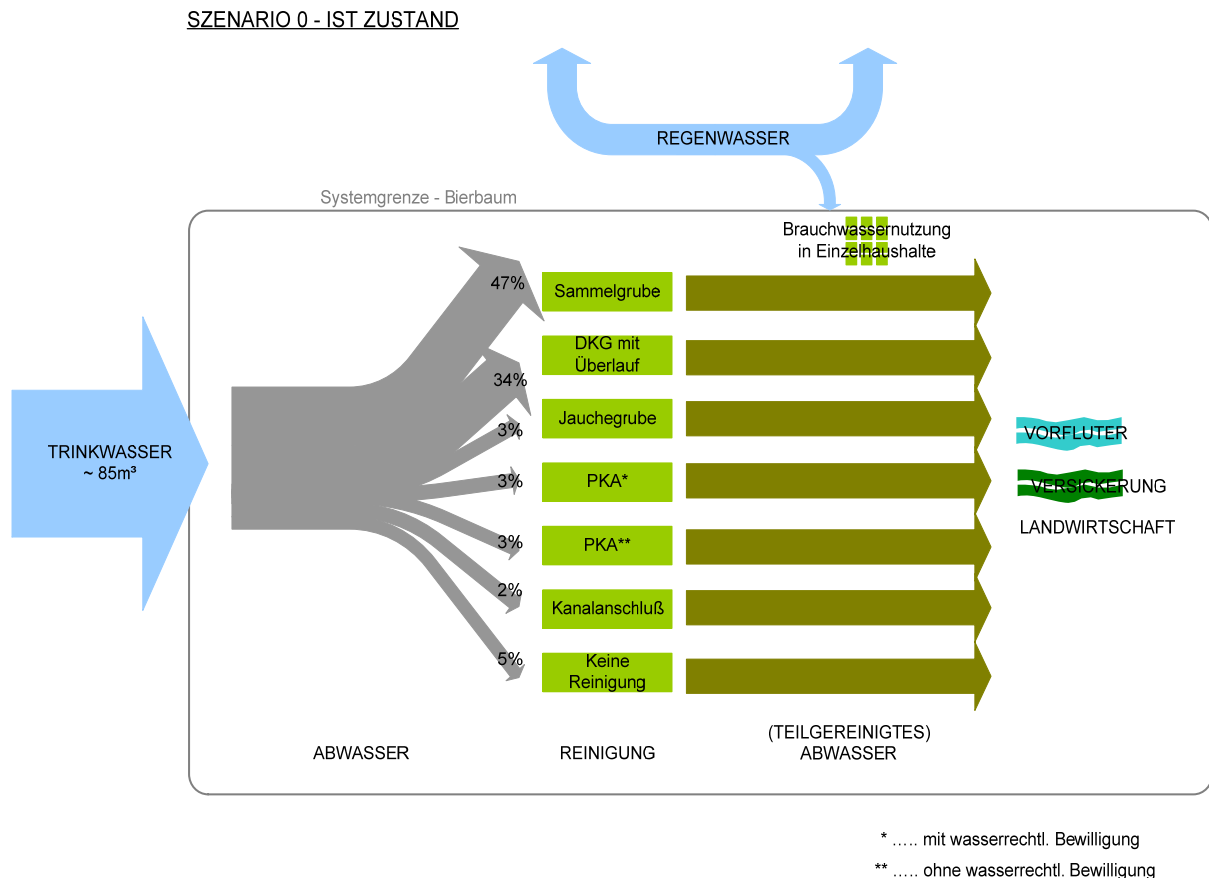


Abbildung 42: Szenario 0 – Ist Zustand.

Szenario 1 - Dezentrale biologische Abwasserreinigung

Szenario 1 (Abbildung 43) stellt ein weitestgehend dezentrales biologisches Reinigungskonzept dar. Die anfallenden Abwässer werden über 3 größere Gruppenkläranlagen (Tabelle 53) in den Ortsteilen Unterauersbach, Oberauersbach und Glatzental gereinigt und in den Auersbach sowie Glatzentaler Bach eingeleitet. Die Randgebiete werden über 29 Klein- und Gruppenkläranlagen bis 15 EW biologisch gereinigt. Etwa 80% des Abwassers wird lokal versickert die restlichen 20% in die Vorfluter eingeleitet.

SZENARIO 1 - BIOLOGISCHE ABWASSERREINIGUNG

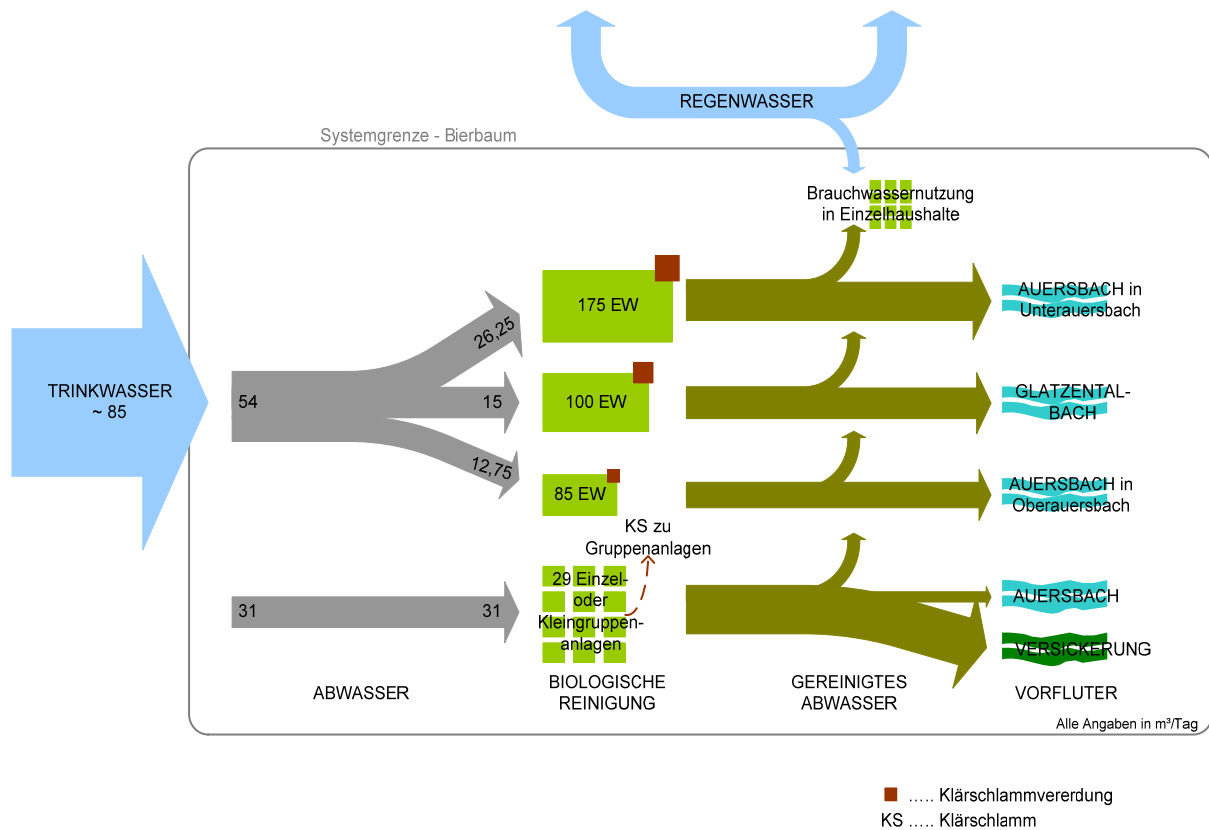


Abbildung 43: Szenario 1 - Dezentrale biologische Abwasserreinigung.

Tabelle 53: Dezentrale Variante mit mehreren dezentralen Kläranlagen für Szenario 1.

ARA Unterauersbach (mit 5.450 m Ortsnetz)	175 EW
ARA Oberauersbach (mit 3.920 m Ortsnetz)	100 EW
ARA Glatzental (mit 2.300 m Ortsnetz)	85 EW
EKA – Restgebiet (ca. 29 Stk. KKA's mit insgesamt ca. 3.500 m Ortsnetz)	212 EW

Szenario 2 - Biologische Teilreinigung mit Energieholzproduktion

Szenario 2 (Abbildung 44) weist die gleiche Gliederung auf wie Szenario 1 (Tabelle 53) und geht somit von 3 größeren Gruppen- und 29 Kleinanlagen aus. Das den drei größeren Gruppenanlagen zufließende Abwasser wird jedoch nach biologischer Reinigung oder nach mechanischer Vorreinigung (nicht Stand der Technik) zur Bewässerung von Energieholzflächen im Kurzumtrieb verwendet.

SZENARIO 2 - BIOLOGISCHE TEILREINIGUNG MIT ENERGIEHOLZPRODUKTION

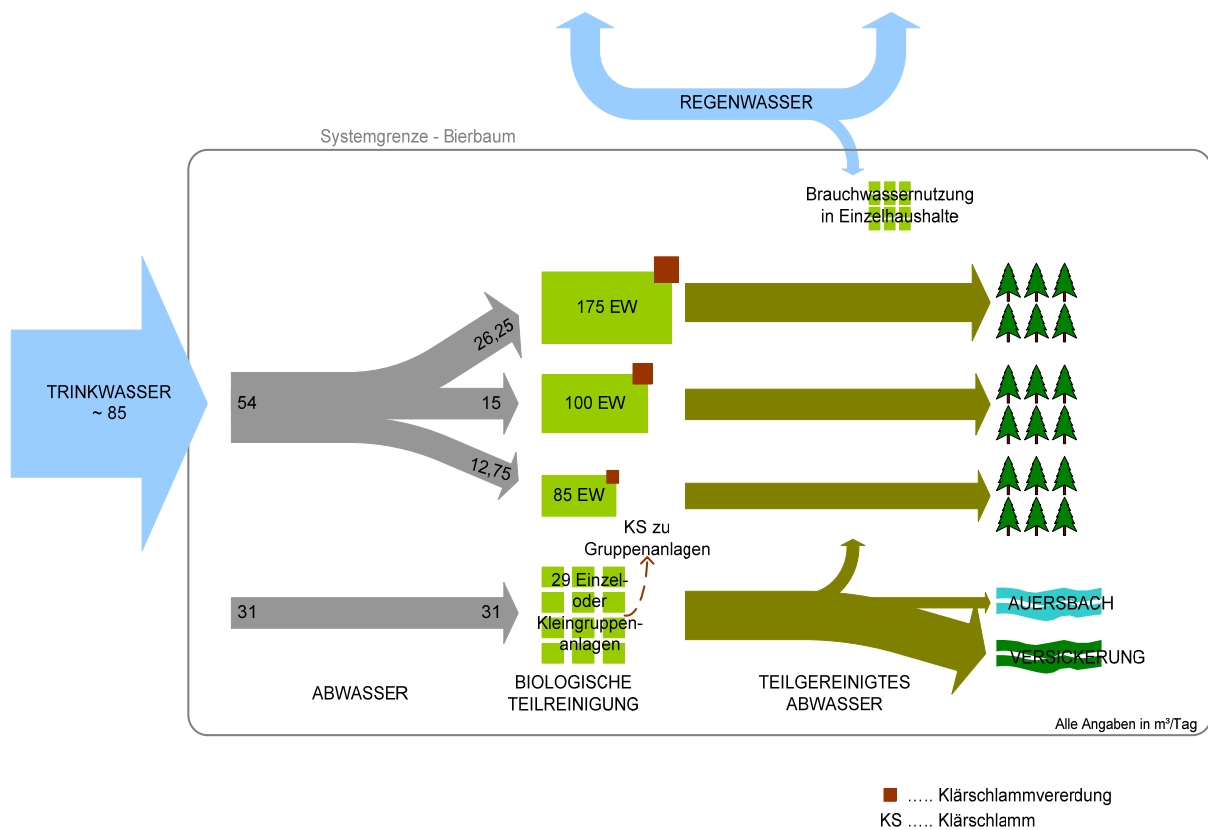


Abbildung 44: Szenario 2 - Biologische Teilreinigung mit Energieholzproduktion.

Szenario 3 - Zentrale Ableitung zur ARA Bierbaum

Szenario 3 (Abbildung 45 und Tabelle 54) stellt ein weitestgehend zentrales Entsorgungskonzept dar. 81% (465 EW) des anfallenden Abwassers werden zur Kläranlage Bierbaum abgeleitet. 19% werden über 15 Einzel- oder Gruppenanlagen lokal gereinigt.

SZENARIO 3 - ZENTRALE ABLEITUNG ZUR ARA BIERBAUM

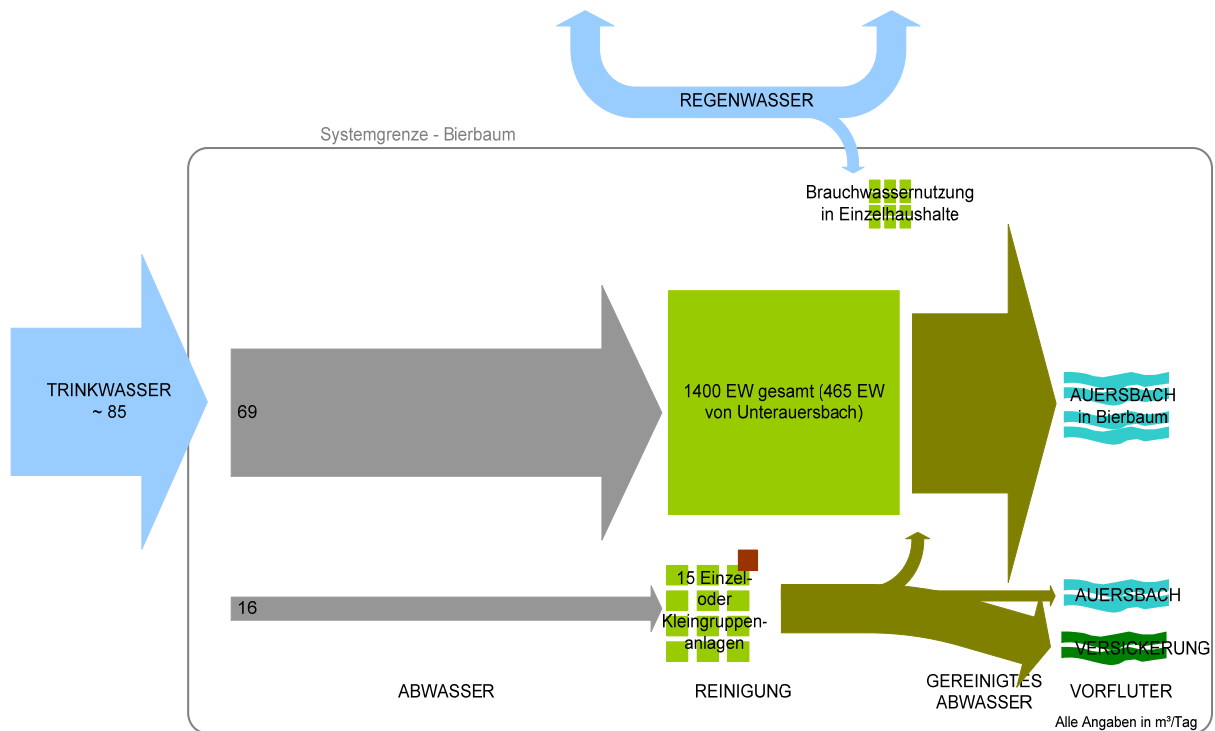


Abbildung 45: Szenario 3 - Zentrale Ableitung zur ARA Bierbaum.

Tabelle 54: Zentrale Variante mit wenigen dezentralen Kläranlagen.

Ableitung (27.305 m Ortsnetz)	465 EW
EKA – Restgebiet (ca. 15 Stk. KKA's mit insgesamt ca. 3.500 m Ortsnetz)	107 EW

Wirtschaftliche Aspekte

Die Betrachtung der wirtschaftlichen Aspekte wurde aus dem vorliegenden Gemeindeabwasserplan übernommen und für Szenario 1 (dezentral) und 3 (zentral) dargestellt (Tabelle 55):

- Volkswirtschaftliche Betrachtung mit Standardkostenansatz:** Sämtliche Kostenansätze beruhen auf Standardkosten laut Merkblatt des Amtes der Stmk. Landesregierung. Für die bestehende Kläranlage Bierbaum und das Pumpwerk Aug wurden die Betriebskosten mit Standardkosten eingesetzt. Auch für die Reinvestitionskosten wurden „Standardkosten“ berücksichtigt. Lediglich für die Schlamm Entsorgungskosten wurden Erfahrungswerte eingesetzt.
- Herstellungskosten:** Kosten laut Merkblatt für Variantenuntersuchungen für Kanäle, Hausanschlüsse, Pumpwerke, Druckleitungen und für alle neuen Kläranlagen. Bei neuen Kläranlagen wurden wegen kleiner Vorfluter 10% Aufschlag für weitergehende Reinigung angenommen. Herstellungskosten – PW Aug: € 0,00, keine Herstellungskosten (Bestand).
- Betriebskosten:** Kosten laut Merkblatt für Variantenuntersuchungen für Kanäle, Hausanschlüsse, Pumpwerke, Druckleitungen und für alle neuen Kläranlagen. Bei neuen Kläranlagen wurden wegen kleiner Vorfluter 10 % Aufschlag für weitergehende Reinigung angenommen.

4. **Reinvestitionskosten:** Kosten laut Merkblatt für Variantenuntersuchungen für Kanäle, Hausanschlüsse, Pumpwerke, Druckleitungen und für alle neuen Kläranlagen.

Tabelle 55: Kostenzusammenstellung mit Standardsätzen.

STANDARDVARIANTE	Szenario 1	Szenario 3
Kurzbezeichnung	Dezentrale Abwasserentsorgung	Ableitung nach Bierbaum
Investitionskosten	1.795.383	2.073.930
Gesamte Betriebskosten	889.946	589.099
Reinvestitionskosten	403.218	344.617
Projektskostenbarwert	3.088.548	3.007.646
Investitionskosten pro dzt. EW	3.264	3.771
Betriebskosten pro dzt.EW und Jahr	63	42
Projektskostenbarwert pro dzt. EW	5.616	5.468
Investitionskosten pro dzt. HA	14.597	16.861
Betriebskosten pro dzt. HA und Jahr	281	186
Projektskostenbarwert pro dzt. HA	25.110	24.452

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist die Variante 3 – Ableitung der Abwässer von Unterauersbach nach Bierbaum, die günstigste Lösung. Der Unterschied von nur 2,7% im Projektskostenbarwert wurde als Entscheidungsgrundlage herangezogen.

Ökologische Aspekte

Die Immissionsbetrachtung für die betroffenen Vorfluter bei Szenario 1 und 3 verdeutlicht die Problematik der Auswirkungen durch die Einleitung gereinigter Abwässer in die schon vorbelasteten Vorfluter. Wie in Kapitel 2.5.2.1 dargelegt, wäre nach der neuen Klassifikation der WRRL streng genommen an keiner der Probestellen eine Einleitung von Kläranlagenabläufen zulässig. Der Parameter $\text{NO}_3\text{-N}$ wären in allen Probestellen im Gemeindegebiet Unterauersbach schon vor einer Einleitung Zustandsklasse 3 zugeordnet. Der Auersbach unterhalb der Kläranlage Bierbaum weist bei BSB_5 und $\text{PO}_4\text{-P}$ Werte auf die Zustandsklasse 3 zuzuordnen wären.

Die konsequente Umsetzung dieser Vorschrift würde eine weitergehende Reinigung erfordern. Dies wurde in der Variantenberechnung berücksichtigt.

Maßnahmen wie ufernahe Verrieselung oder Reduktion der Ablaufmenge durch weitere Nutzung des geklärten Abwassers (z.B. Bewässerung) könnten diese Situation verbessern.

Generelle Variantengenerierung zur Brauchwassernutzung

Maßnahmen der Brauchwassernutzung sind eng mit der gewählten Variante der Abwasserreinigung verknüpft. Nur bei dezentralen Abwasserreinigungsanlagen ergibt sich die Möglichkeit durch Speicherung eine Wiedernutzung zu erzielen. Da diese dezentrale Variante nicht zur Anwendung gekommen ist, konnte eine Brauchwassernutzung aus gereinigtem Abwasser im Rahmen des Projektzeitraumes nicht umgesetzt werden.

Die unten angeführten Nutzungsmöglichkeiten wurden zu Projektbeginn in einem brainstorming mit GemeindebürgerInnen vorgeschlagen:

- Waschplatz für landwirtschaftliche Geräte

- Bewässerung in einem Obstbaubetrieb
- Stallreinigung
- Eislaufplatz
- Verdünnung von Spritzmitteln
- Straßenreinigung
- Kanalspülung

Die Bewässerung des Energiewaldes ist eine Variante um eine kleinräumige Wiedernutzung von Wasser und Nährstoffen zu erzielen.

Generelle Variantengenerierung für Regenwassernutzung

Im Zuge des Projekts wurde ein durchschnittlicher Wasserbedarf pro EinwohnerIn und Tag von 76 l ermittelt. Der Wasserverbrauch pro EW und Tag liegt bei den Haushalten mit Regenwassernutzung bei 42 l.

Für den Wasserverbrauch der Gemeinde mit 596 EinwohnerInnen könnte somit eine Einsparung von 7.396 m³/Jahr erreicht werden (Tabelle 56):

Tabelle 56: Einsparungspotential bei Regenwassernutzung im gesamten Gemeindegebiet.

Wasserverbrauch Gemeinde (596 EW)	m ³ /d	m ³ /a
mit Regenwassernutzung	25,0	9.137
ohne Regenwassernutzung	45,3	16.533
Einsparung	20,3	7.396

Umsetzung von Maßnahmen - Bewässerung von Energieholz im Kurzumtrieb

Um eine Entscheidung und Umsetzung zu forcieren, wurde im Frühjahr 2009 eine neue Variantenberechnung erstellt, in der die zentrale Ableitung zur ARA Bierbaum der dezentralen Variante gegenübergestellt wurde. Die zentrale Variante erwies sich aus volkswirtschaftlicher Sicht als geringfügig kostengünstiger. Basierend auf dieser Entscheidung werden folgende Maßnahmen umgesetzt:

Circa 80 % der EinwohnerInnen werden an die Nachbargemeinde (Kläranlage Bierbaum) angeschlossen, während die Abwasserreinigung des Ortsteils Glatzental in Einzelkläranlagen erfolgen soll.

Es wurde beschlossen, die Variante Bewässerung von Energieholz im Kurzumtrieb bei einer Gruppensiedlung im Bereich Glatzental zu testen. Von Seiten der Landwirtschaftskammer Steiermark besteht großes Interesse, die Pflanzung von Kurzumtriebshölzern zu forcieren.

In der Nähe einer noch zu errichtenden Gruppenkläranlage wurde eine Versuchsfläche eingerichtet, auf der die Bewässerung von Energieholz mit mechanisch vorgereinigtem und biologisch gereinigtem Abwasser untersucht werden kann.

Kurzbeschreibung der Versuchsanlage

Das Abwasser einer Gruppe von 10 Haushalten (etwa 40 EW) wird über eine Kanalisationsanlage gesammelt und zum Grundstück in Abbildung 46 geleitet. Nach mechanischer Vorreinigung in einer Dreikammerfaulanlage, Filtration und Speicherung wird ein Abwasserteilstrom zwei, speziell gegen den Untergrund abgedichteten, Versuchsbecken zugeführt. Eines dieser Becken ist mit Weiden, das andere mit Pappeln bepflanzt. Das Abwasser wird auf den Becken mit konventioneller Bewässerungstechnik verteilt. Ein Versuchsbecken hat eine Größe von 12 m².

Das übrige Abwasser passiert nach der mechanischen Vorreinigung eine biologische Reinigungsstufe in Form einer Pflanzenkläranlage, wird wiederum gespeichert und über das Bewässerungssystem einer etwa 1500 m² großen Energieholzfläche zugeführt.

In der vegetationslosen Zeit und in Phasen in denen kein Bewässerungsbedarf besteht, gelangt das Abwasser nach biologischer Reinigung in eine ufernahe Verrieselungsanlage im Bereich des Glatzentaler Baches.



Abbildung 46: Energiewald in Glatzental, Lage des Grundstücks in der geologischen Karte.

Zweck des wasserwirtschaftlichen Versuchs ist:

- Optimierung der technischen Ausführung einer Energieholzbewässerungsanlage mit vorgereinigtem bzw. biologisch gereinigtem Abwasser
- Bestimmung des Gefahrenpotentials in Hinblick auf mögliche Grundwasserbelastungen.
- Hygienische Aspekte im Betrieb und in der Nachnutzung derartiger Flächen.

Durch unterschiedliche Verzögerungen in der Umsetzungen werden folgende Untersuchungen nach Beendigung des Projekts NASPA durchgeführt:

- Qualitative und quantitative Analysen zur Wasser- und Stoffbilanz aus den Referenzflächen (Sickerwasseranalysen).
- Beweissicherung von etwaigen Einträgen ins Oberflächengewässer (Analyse des Vorfluters vor und nach der Versuchsfläche).
- Ertragsanalysen, Brennstoff- und Ascheanalysen zur Beurteilung der Düngewirkung.
- Bodenuntersuchungen.
- Untersuchung der Betriebsstabilität im Praxisbetrieb sowie davon abzuleitender Optimierungs- und Managementmaßnahmen in der Betriebsführung.

Wasserrechtliche Bewilligung

Der Betrieb der Anlage wurde als wasserwirtschaftlicher Versuch bei der Bezirkshauptmannschaft Feldbach mit einer auf 3 Jahre befristeten wasserrechtlichen Genehmigung beantragt. Die wasserrechtlichen Einreichprojekte für die Pflanzenkläranlage und die Energiewaldanlage sind erstellt und eingereicht.

Geologische Bodenuntersuchung

Da die Bodenbeschaffenheit für die Unbedenklichkeit einer Abwasserversickerung eine wichtige Rolle spielt und somit ein gewisses Risiko birgt, wurde auf der Versuchsfläche eine geologische Voruntersuchung durchgeführt. Die Lage der Schürfe sind in Abbildung 47 dargestellt.



Abbildung 47: Lage der Schürfe.

Zusammenfassung der Geologischen Untersuchung:

Der geplante Energiewald befindet sich im Übergangsbereich der neogenen Ablagerungen des Oststeirischen Beckens im Hangbereich und dem holozänen Talboden des Glatzentaales. Zur Erkundung der hydrogeologischen Situation wurden drei Schürfe bis auf eine maximale Tiefe von 4,2 m niedergebracht. Diese Schürfe zeigen, dass unter einer rund 1 m mächtigen Humusschicht mindestens 2 m mächtige schluffige Tone auftreten. Diese Tone sind aus hydrogeologischer Sicht nahezu undurchlässig. In Schurf I wurde in 3,6 m Tiefe ein Feinsandhorizont angetroffen, der aufgrund seiner Permeabilität eine geringe Wasserführung aufwies. Ob es sich dabei um Sickerwässer oder um Grundwasser handelt, kann ohne weitere Untersuchungen nicht eindeutig geklärt werden.

Einbau der Folienbecken

Vor der Bepflanzung wurden 5 Folienbecken in die Fläche eingebaut. Sie dienen der Untersuchung der Bewässerung von Energieholz unter unterschiedlichen Bedingungen:

- Zwei Folienbecken (1 x Weide-, 1 x Pappelbepflanzung) mit mechanisch gereinigtem Abwasser.
- Zwei Folienbecken (1 x Weide-, 1 x Pappelbepflanzung) mit biologisch gereinigtem Abwasser.
- Ein Folienbecken ohne Bewässerung.

Die Versuchsbecken werden vergleichbar einem Bodenkörperfilter betrieben. Anstatt des üblichen Filteraufbaues wurden die Becken aber mit dem anstehenden Boden wiederverfüllt und mit Weiden bzw. Pappeln bepflanzt.

Die Becken wurden mit einer Dichtungsbahn aus PEHD, 1,5 mm, gegenüber dem Untergrund abgedichtet. Über ein Drainagerohr (DN 80), werden die auf der Analysefläche anfallenden Sickerwässer gesammelt und in einem noch zu errichtenden Probenahmeschacht geleitet.

Abbildung 48 und 49: Aushub für ein Folienbecken und Errichtung der Ableitung zeigen die Arbeiten während des Aushubs für die Folienbecken und die Bauarbeiten für die Ableitung.



Abbildung 48 und 49: Aushub für ein Folienbecken und Errichtung der Ableitung.

Pflanzung der Energiewaldanlage

Im April 2008 wurde von der Landwirtschaftskammer Steiermark eine ca. 3.000 m² große Fläche Energieholz angelegt (Abbildung 50 und 51: Pflanzung von Weiden und Pappeln.. Es wurden die Weidensorten Inger und Tordis, schwedische Weiden mit sibirischen Linien, gepflanzt. Sie sind damit sehr kältetolerant. Im Ertrag hat Inger eine höhere Leistung, wobei sie weniger verzweigt als Tordis. Der Laubfall tritt bei beiden Sorten annähernd gleichzeitig auf.

Die Pappelsorten Monviso und AF2 sind beide italienische Züchtungen. Monviso zeigt auf schwereren Böden höhere Leistungen als AF2. Die Wiederaustriebsgeschwindigkeit dürfte allerdings bei AF2 höher sein. AF2 bildet weniger Seitenäste als Monviso.



Abbildung 50 und 51: Pflanzung von Weiden und Pappeln.

Sickerwasseruntersuchung

Im Herbst 2008 wurden bei den 5 Folienbecken Mischproben vom Sickerwasser entnommen. Die Analysen sollen als Vergleichswerte zur zukünftigen Bewirtschaftung mit biologisch bzw. mechanisch gereinigtem Abwasser dienen.

Technische Projektbeschreibung der Bewässerungsanlage

Die Bewässerungsanlage kann erst nach Erteilung der wasserrechtlichen Bewilligung des wasserwirtschaftlichen Versuchs errichtet werden. Die Errichtung der Bewässerungsanlage und der Kläranlage wird voraussichtlich frühestens im Herbst 2009, ansonsten im Frühjahr 2010 durchgeführt werden.

2.5.3 Zusammenfassung

Die aufgrund der volkswirtschaftlichen Vergleichsrechnung geringfügig günstigere Ableitung der Abwässer zur Nachbargemeinde (zentrale Kläranlage Bierbaum) wurde gegenüber einer dezentralen Abwasserreinigungsvariante als entscheidendes Faktum für die Auswahl gewertet.

Andere Aspekte wie die Möglichkeit der Brauchwassernutzung, die Erhöhung der Wassermenge in den lokalen Vorflutern, Verknüpfung mit Verbesserungsmaßnahmen an den Vorflutern, teilweise Reduzierung der Nährstofffracht durch Verdunstung bei bepflanzten Bodenfiltern oder kleinräumige Rezirkulierung von Nährstoffen werden nicht bewertet und spielen somit eine geringe Rolle.

Die von den BefürworterInnen angestrebte Diskussion darüber wurde auf die vordringlich notwendige Umsetzung der Abwasserreinigung beschränkt.

Die Einsparung von Trinkwasser durch Brauchwassernutzung spielt in Situationen wie in Unterauersbach, wo 50% der Wassermenge aus eigenen Brunnen stammen und der Wasserverbrauch pro EinwohnerIn ohnehin schon 50% unter dem offiziell angenommenen Wert von 150 l/EW*d liegt eine geringe Rolle.

Vorschläge die Vorflutersituation zu verbessern hätten mehr Aussicht auf Umsetzung, wenn ufernahe Verrieselung oder Einleitung von gereinigten Abwässern mit der Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen an den Bächen verknüpft werden könnte.

Allgemeine Akzeptanz ist leichter zu erreichen, wenn auf konventionelle und „erprobte“ Varianten zurückgegriffen wird. Eine Ursache dafür ist die fehlende ökologische und monetäre Bewertung der sogenannten kreislauforientierten Maßnahmen.

Um eine solche Bewertung zu ermöglichen, müssen Beispiele vorerst in kleinem Maßstab erprobt werden. Diese Strategie wird in Unterauersbach am Beispiel der Bewässerung von Kurzumtriebshölzern mit mechanisch bzw. biologisch gereinigtem Abwasser umgesetzt.

Auch die Bereitschaft der Behörden, Maßnahmen die nicht dem Stand der Technik bzw. den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechen, zu bewilligen, wird nur durch positive Ergebnisse aus Versuchsanlagen Schritt für Schritt zu erreichen sein. Am Beispiel Energiewald in Unterauersbach kann dies an mit Folien, gegen den Untergrund, abgedichteten Flächen untersucht und eventuell nach erfolgreichem Probebetrieb erweitert werden.

Der aus dem Projekt NASPA entstandene wasserwirtschaftliche Versuch „Bewässerung von Energieholz mit mechanisch vorgereinigtem und biologisch gereinigtem Abwasser“ vereint AkteurInnen aus der Energiewirtschaft, der Landwirtschaft und der Abwassertechnik. Aus der Maßnahme Abwassernutzung zur Energieholzproduktion ergeben sich Synergien für alle Beteiligten. Für die Energiewirtschaft wird die Produktion biogener Energieträger angeregt. Für die Landwirtschaft wird eine weitere Erwerbsmöglichkeit untersucht. Für die Abwassertechnik wird eine neue Variante der Abwasserbehandlung, bzw. -verwertung entwickelt. Als zusätzlichen Bonus stellt die lokale Nutzung einen kurzen Stoffkreislauf und damit eine wesentliche Strategie nachhaltiger Wirtschaftsweise dar.

2.6 Schwarzwasserreinigung in Pflanzenkläranlage

2.6.1 Beschreibung der Anlage

Die anfallenden Fäkalabwässer, die stark verunreinigten Küchenabwässer und jene von den Waschmaschinen, (also etwa 60% des Wasserverbrauchs,) werden in einer Pflanzenkläranlage, einem intermittierend beschickten und vertikal durchflossenen Bodenfilter, biologisch gereinigt. Der bepflanzte Bodenfilter wird fremdenergiefrei betrieben. Mechanische Bauteile wie Pumpen oder Kompressoren entfallen gänzlich. Daher wird für die Abwasserreinigung keine elektrische Energie aufgewandt. Im Sinne der Schließung des

natürlichen Wasserkreislaufs wird das biologisch gereinigte Wasser nicht abgeleitet, sondern noch am Anwesen oberflächennah verrieselt.

Bei der Dimensionierung der Abwasserreinigungsanlage, also der Vorreinigung und des Pflanzenbeets, wurde bereits ein vom Bauträger geplanter weiterer Ausbau der Wohnanlage berücksichtigt. Die Schächte wurden so positioniert, dass weitere Gebäude einfach anzuschließen sind.

Die Anlage kann täglich 3750 Liter Abwasser bzw. Schwarzwasser reinigen. D.h. die Anlage ist beim gegenwärtigen Abwasseranfall nicht voll ausgelastet.

Aufbau

Eine Pflanzenkläranlage besteht im Wesentlichen aus drei Bauteilen: Der mechanischen Vorreinigung, der Intervallbeschickung und dem bepflanzten Bodenfilter.

Als mechanische Vorreinigung ist eine 3-Kammerabsetzanlage mit einem Nutzinhalt von 9,6 m³ errichtet worden. Der Inhalt der ersten Kammer (Primärschlamm) wird nach Bedarf entsorgt. Die geplante Klärschlammvererdungsanlage (Schlammkompostierung) wurde noch nicht errichtet. Diese soll aber im Zuge der Fertigstellung der Außenanlagen realisiert werden.

Die Intervallbeschickung erfolgt, fremdenergiefrei, mittels Rohrventil aus einem Intervallbeschickungsschacht DN1500. Pro Beschickungsvorgang wird der Bodenfilter mit etwa 600 Liter Abwasser beaufschlagt.

Das Pflanzenbeet bildet die eigentliche biologische Reinigungsstufe der Abwasserreinigung. Der einstufige Bodenfilter wurde als Vertikalfilter mit einer Beetfläche von 125 m² ausgeführt. Das Abwasser aus dem Intervallbeschickungsschacht wird mehrmals am Tag durch die an der Oberfläche verlegte Drainage verteilt. Das Beet wurde mit Schilf (*Phragmites australis*) bepflanzt.

Der Abfluss aus dem Pflanzenbeet wird derzeit zur Gänze oberflächennah verrieselt. Bei Bedarf ist es möglich, mit dem noch immer nährstoffreichen Wasser den angrenzenden Weingarten zu bewässern und damit zu düngen. Die dazu nötigen Einrichtungen (Schächte) sind bereits implementiert.

2.6.2 Methodik

Etwa einmal monatlich wurden Wasserproben an den in Tabelle 57 angeführten Stellen entnommen. Der Zulauf wurde nach dem Parametersatz 2, der Ablauf nach dem Parametersatz 1 bewertet.

Tabelle 57: Probenahmestellen für chemische und bakteriologische Untersuchungen, Pöllau.

	Probennahmestelle	Parametersatz	Probennahme
S4	PKA Zulauf	2	Stichprobe
S5	PKA Ablauf	1	Stichprobe

Die in Tabelle 58 angeführten Werte wurden an der in Abbildung 24 gekennzeichneten Stelle, dem Beschickungsschacht der Pflanzenkläranlage, erfasst und in einem zentralen Logger gespeichert. Die beiden Werte sind an und für sich redundant. Auf Grund von früheren Erfahrungen mit magnetisch-induktiven Durchflussmessern (MID) bei sehr kleinen Durchflüssen wurde auch jede Auslösung des Rohrventils und somit jede Beschickung aufgezeichnet. Über die Höhendifferenz zwischen Höchst- und Tiefstwasserstand im Beschickungsschacht und das damit zusammenhängende Beschickungsvolumen konnte der gemessene Durchfluss geprüft werden.

Tabelle 58: Messstellen zur Erstellung der Wasserbilanz.

Q10	Abwasserzulauf zur PKA mit MID
Q10	Impulse Rohrventil, PKA-Beschickung

2.6.3 Ergebnisse

Das zur Reinigung gelangende Abwasser enthält alle Küchenabwässer, den Ablauf der Wäsche, der Toiletten, den (geringen) Überschussschlamm und den Überlauf der Grauwasserreinigung sowie die Grauwässer des Kellerstöckels der Wohnanlage, in dem sich eine Wohnung befindet, die aber während des Beobachtungszeitraums nur an manchen Wochenenden belegt war. Es handelt sich also nicht im strengen Sinn um Schwarzwasser. Entsprechend sind auch die Konzentrationen an organischer Substanz (Tabelle 59), ausgedrückt als CSB (Abbildung 52) oder BSB₅ (Median 670 bzw. 300 mg O₂/l, Verhältnis ca. 2:1), nicht wesentlich höher als bei normalem häuslichem Abwasser. Auch die Nährstoffkonzentrationen liegen im üblichen Bereich.

Tabelle 59: „Schwarzwasser“ Zulaufqualität.

Pka Zulauf					
	Mittelwert	Median	Standart- abweichung	Max	Min
CSB (mg O ₂ /l)	586,5	669,0	244,2	826,0	130,0
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	314,4	295,0	111,3	470,0	195,0
NH ₄ (mg/l)	79,1	74,7	24,4	130,0	47,2
N _{tot} (mg/l)	101,9	108,0	31,3	146,0	51,0
P _{tot} (mg/l)	13,0	14,5	5,4	20,1	3,0

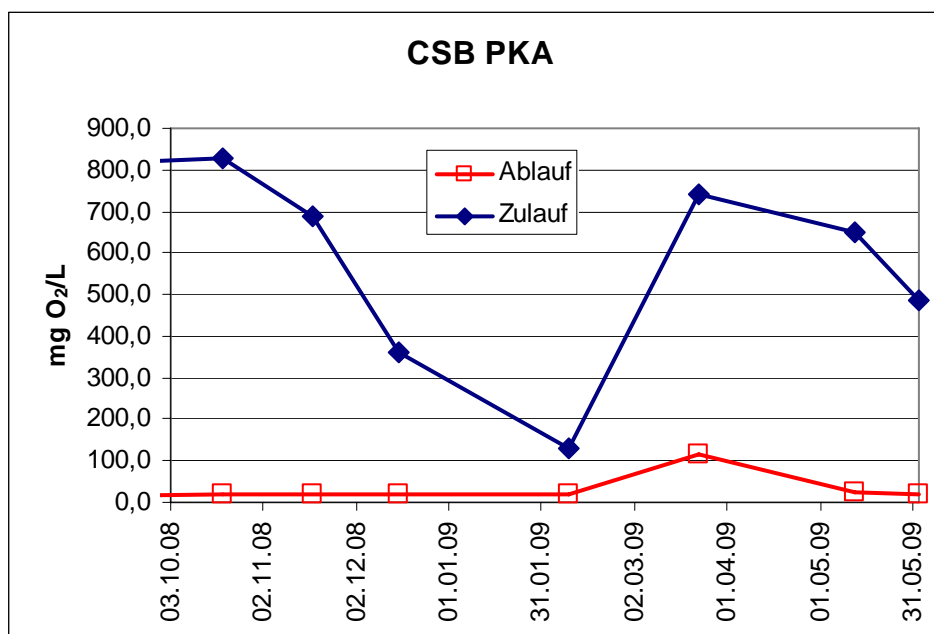


Abbildung 52: CSB des „Schwarzwassers“, Zu- und Ablauf

Die Schwankungen der Werte sind relativ hoch. Das lässt sich aber mit der kleinen Einheit erklären.

Was die Ablaufqualität betrifft, fallen die Werte der Probe vom März 2009 auf. Der maximal zulässige CSB-Wert wird hier überschritten, und obwohl der Ammoniumwert auf Grund der niederen Temperatur noch nicht schlagend ist, sollte die beobachtete Überschreitung bei einer gut funktionierenden Anlage nicht auftreten. Diese Werte sind durch einen Defekt am Rohrventil bedingt, der zu einer Dauerbeschickung geführt und, weil noch in der kalten Jahreszeit, sich relativ dramatisch ausgewirkt hat. Gleich nach Beheben des Defekts hat die Anlage aber wieder normal und wie erwartet funktioniert.

Außer bei der Probe im März und außer in der Einfahrphase liegen die CSB-Werte unter 20 mg O₂/l, die BSB₅-Werte unter bzw. weit unter 5 mg O₂/l. Die Ammoniumkonzentration (Abbildung 53) liegt normalerweise unter 1, lediglich im Dezember ist sie auf 6 angestiegen. Der Nährstoffabbau ist nicht bedeutend, mit etwa 50% bei Stickstoff und etwa gleich viel beim Phosphor. Dies kann aber auch darauf zurückzuführen sein, dass die Anlage so neu ist. Bei einer Versickerung sind Nährstoffe natürlich nicht erwünscht. Deshalb sollte getrachtet werden, das gereinigte Abwasser mit möglichst geringen Verlusten an Nährstoffen der landwirtschaftlichen Nutzung zuzuführen.

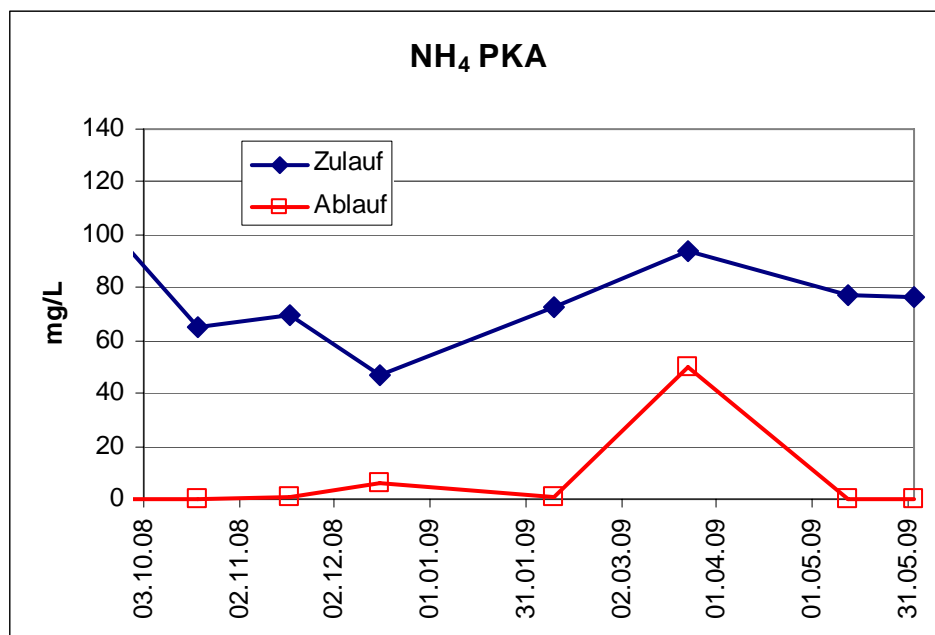


Abbildung 53: Ammonium im „Schwarzwasser“, Zu- und Ablauf

Die Ergebnisse der Anlage (Tabelle 60) sind fast zu gut, sie liegen bis auf den Zeitraum des Defekts weit unter den vorgeschriebenen Grenzwerten. Allerdings wurde die Anlage für einen Endausbau von 25 EinwohnerInnen konzipiert, der noch länger nicht erreicht ist, da ein Nachbargebäude, das auch revitalisiert werden sollte, noch nicht in Angriff genommen worden ist. Auch kann sich in Zukunft die Auslastung der Veranstaltungsräume noch erhöhen, wodurch der jetzt vorhandene Spielraum stärker genutzt werden würde. Eventuell wurde hier aber einem Wunsch des Bauherrn, auf „Zuwachs“ zu planen, zu stark nachgeben und es hätte eher eine spätere Ergänzung geplant werden sollen.

Tabelle 60: Ablauf der Pflanzenkläranlage

Pka Ablauf					
	Mittelwert	Median	Standart-abweichung	Max	Min
CSB (mg O ₂ /l)	27,0	18,2	26,7	114,0	14,1
BSB ₅ (mg O ₂ /l)	8,3	2,7	19,5	70,0	0,2
NH ₄ (mg/l)	7,0	0,4	15,6	50,0	0,0

N _{tot} (mg/l)	49,1	47,0	29,5	97,0	11,3
P _{tot} (mg/l)	6,4	5,5	3,8	11,0	1,9
Fäkalcolif. (KBE/100 ml)	29.431	3.850	53.765	110.000	22

2.6.4 Zusammenfassende Bewertung

Im Wohnressort Markt Hartmannsdorf wird das verbleibende Abwasser in einer Pflanzenkläranlage gereinigt. Statt üblichen 120 L/(E.d) fallen nur mehr 76 L Abwasser an. Dieser Umstand ist bei der Bemessung der Anlage, die für 25 EinwohnerInnen mit 3 m² pro EW bemessen wurde, berücksichtigt worden. Während des Beobachtungszeitraums war die Anlage allerdings mit zuletzt 14 angeschlossenen EinwohnerInnen stark unterbelastet. Dementsprechend unproblematisch war auch die Reinigungsleistung. Der BSB₅ wird um über 98 % auf im Median 2,7 mg O₂/L abgebaut. Die Ammoniumkonzentration liegt im Ablauf im Normalfall unter 1 mg/L, auch bei niederen Temperaturen. Allerdings gab es im Februar Probleme mit der Intervallbeschickung, so dass es zu einem ununterbrochenen Durchfluss der Anlage kam, wodurch die Ammoniumoxidation bei den kalten Temperaturen zusammenbrach. Nach Behebung des Problems hat sich die Pflanzenkläranlage jedoch rasch erholt.

Ausgehend von den 4 m²/EW, die mittlerweile für die Bemessung von Pflanzenkläranlagen empfohlen werden, könnte die spezifische Fläche bei Vorhandensein einer Grauwasserreinigung von Abwasser aus dem Bad unter Umständen auf 2,5 m² pro EW reduziert werden.

Die Pflanzenkläranlage war allerdings während des Projektes durch die etwas verzögerte Fertigstellung der Wohnanlage im Wesentlichen in der Einfahrphase und auch das Schilfwachstum ist noch nicht abgeschlossen. Deshalb sollen die Versuche in einem weiteren Projekt wenn möglich fortgesetzt werden. In einer zukünftigen Versuchsreihe soll die für die Reinigung genutzte Fläche reduziert werden um die Reinigungsleistung bei Vollauslastung und 2,5 m² pro EW zu prüfen.

2.7 Betriebskonzept für Klärschlammvererdungsanlage und Sickerwasserreinigung

2.7.1 Beschreibung der Anlage

Die Klärschlammvererdungsanlage Langegg Hirtenfeld ist eine Gemeinschaftsanlage für die Vererdung von Schlamm aus 11 Pflanzenkläranlagen mit insgesamt 232 EW und einer Ausbaugröße von 4 bis 40 EW. Die Anlagen befinden sich innerhalb einer Fläche von 4 km². Bei der Planung der KSV wurde berücksichtigt, dass im Gemeindegebiet einige Einzelkläranlagen privat betrieben werden, deren Klärschlamm auch in die zentrale Klärschlammvererdungsanlage aufgenommen und weiterverarbeitet werden sollte. Insgesamt wurde die KSV daher auf 300 EW ausgelegt.

Zur Reinigung der anfallenden Sickerwässer wurde ein bepflanzter Bodenfilter errichtet, in welchem ausschließlich das Sickerwasser der Vererdungsanlage gereinigt wird. Dieser Bodenfilter (dimensioniert als 10 EW Anlage) wird vertikal durchströmt und intermittierend beschickt.

Die Vererdungsanlage (Tabelle 61) besteht aus zwei Folienbecken mit je 51 m³ Vererdungsvolumen. Als Bemessungsgrundlage wurde ein Platzbedarf von 0,25 m² pro EW herangezogen.

Tabelle 61: Auslegung und Aufbau der Vererdungsbecken laut technischem Bericht.

Einwohnergleichwerte		300 EW
Naßschlammanfall	200 l/EW a	60,0 m ³ /a
Feststoffgehalt	50 g/EW d	5.475 g/a
Flächenbedarf	0,25 m ² /EW	75,0 m ²
Vererdungsbecken:		
Länge	9,5 m	
Breite	4,5 m	
Tiefe	1,2 m	
Anzahl Becken	2	
Volumen	2 x 51,3 m ³ = 102,6 m ³	
Aufbau von unten nach oben	Gewaschener Kies 16/32 Bauvlies 500 g/m ² Humus	20 cm 10cm

Das Sickerwasser fließt zum Großteil über die Bodendrainage in einen Pufferschacht und anschließend in den Intervallbeschickungsschacht. Die stoßweise Beschickung des Bodenfilters erfolgt durch ein Rohrventil (Schwenkrohr). Das biologisch gereinigte Sickerwasser wird über eine Schlauchleitung zu einer oberflächigen Verrieselungsstelle geleitet.

2.7.2 Methodik

2.7.2.1 Auswertung von Betriebsaufzeichnungen

Klärschlammmenge

Die jährlichen Aufzeichnungen der Betreibenden umfassen Menge, Datum und Herkunftsanlage. Die jährlich variierende tatsächliche Anzahl der Anlagenbenutzer wurde aus den jährlichen Wartungsberichten übernommen.

Klärschlammqualität

Die Konzentrationen der Parameter CSB und NH₄-N von Klärschlamm aus Dreikammergruben wurden zu 3 Terminen an der Kläranlage Edelsbach und zu einem Termin an der Kläranlage D der Wassergenossenschaft Langegg Hirtenfeld gemessen.

Qualität und Menge von Sickerwasser

Im Zeitraum 2006 bis 2009 wurden 4 Probenahmen vom Zulauf zur Sickerwasserreinigungsanlage Langegg Hirtenfeld durchgeführt:

Am 30.5.2009 wurde eine Befüllung mit Klärschlamm durchgeführt und das entstehende Sickerwasser an den darauf folgenden drei Tagen an 5 Probestellen gemessen und analysiert.

Funktion der Sickerwasserreinigung

Die Ablaufergebnisse der Sickerwasserreinigung stammen aus den Fremdüberprüfungsbefunden der bisherigen Betriebsjahre 2002 bis 2008 bzw. aus einer 3-tägigen Beprobung in Langegg Hirtenfeld.

Klärschlammkompost - Qualität und Menge

Daten über die Qualität des vererdeten Komposts stammen von der Wassergenossenschaft Wetzelsdorf.

Mengenangaben wurden in Langegg Hirtenfeld, Wassergenossenschaft Wetzelsdorf, und der Wassergenossenschaft Wollsdorferegge erhoben.

2.7.2.2 Gegenüberstellung unterschiedlicher Varianten

Zur Gegenüberstellung der Klärschlammverwertung und Kosten wurden 5 Varianten herangezogen:

- 1 Zentrale Vererdungsanlage
- 2 Eigene Vererdung als Bestandteil der Kläranlage
- 3 Abfuhr zur Kläranlage
- 4 Speicherung und Abfuhr zur Kläranlage
- 5 Speicherung, Hygienisierung mit Branntkalk und Ausbringung

Zur Darstellung der Kosten von Bau und Betrieb wurden die tatsächlichen Kosten der Genossenschaftsanlage Langegg Hirtenfeld herangezogen. Die Kosten für die Variante der Deponierung des vererdeten Inhalts stammen von der Gemeinde Dornegg (Anlage Dornegg Mitte), jene für die Variante Ausbringung des vererdeten Komposts stammen von der Wassergenossenschaft Wetzelsdorf.

Kosten für einzelne Vererdungsanlagen als Bestandteil der Kleinkläranlage stammen von der Firma Ökologisches Projekt GmbH.

2.7.3 Ergebnisse

2.7.3.1 Auswertung der Betriebsaufzeichnungen

Die tatsächliche, im Rahmen der jährlichen Wartungsüberprüfung erhobene, Auslastung betrug im Jahr 2000 113 EW und erreichte im Jahr 2004 ein Maximum von 185 EW. Damit ist die Anlage erst zu ca. 2/3 der Dimensionierung ausgelastet. Bis 2007 wurde Klärschlamm auch landwirtschaftlich verwertet. Nach der Änderung des Steiermärkischen Bodenschutzgesetzes wurde 2008 erstmals der Klärschlamm sämtlicher Vorkläranlagen zur zentralen Vererdungsanlage gebracht. Entleert wurde jeweils die 1. und 2. Kammer der Dreikammergruben. Die Anlagen wurden ein- oder zweimal pro Jahr entleert. Die Menge pro Befüllung schwankt zwischen 1,5 und 16 m³. Tabelle 62 gibt einen Überblick über die wichtigsten Daten der Betriebsjahre 2000 bis 2008.

Tabelle 62: Klärschlammengen und Anzahl EW aus den Betriebsjahren 2000 bis 2008.

	m ³ Klärschlamm			tats. EW laut Wartungsbericht			m ³ /EW*Jahr		
	VB	LW	Gesamt	VB	LW	Gesamt	VB	LW	Gesamt
2000	28	18	46	78	35	113	0,36	0,51	0,41
2001	63	12	75	135	21	156	0,47	0,57	0,48
2002	58	20	78	128	43	171	0,45	0,47	0,46
2003	37	18	55	125	38	163	0,30	0,47	0,34
2004	52	20	72	143	42	185	0,36	0,48	0,39
2005	70	6	76	160	7	167	0,44	0,86	0,46
2006	74	6	80	145	16	161	0,51	0,38	0,50
2007	97,5	6	103,5	154	16	170	0,63	0,38	0,61
2008	104,5	0	104,5	175	0	175	0,60	0,00	0,60
	584	106	690	1243	218	1461	0,47	0,49	0,47
	85%	15%	100%	84%	16%	100%			

(VB: Vererdungsbecken, LW: Landwirtschaft)

Die Menge pro EinwohnerIn und Jahr (Abbildung 54) schwankt zwischen 0,34 und 0,60 m³. Sie ist somit deutlich höher als bei der Planung angenommen (0,2 m³/EW und Jahr).

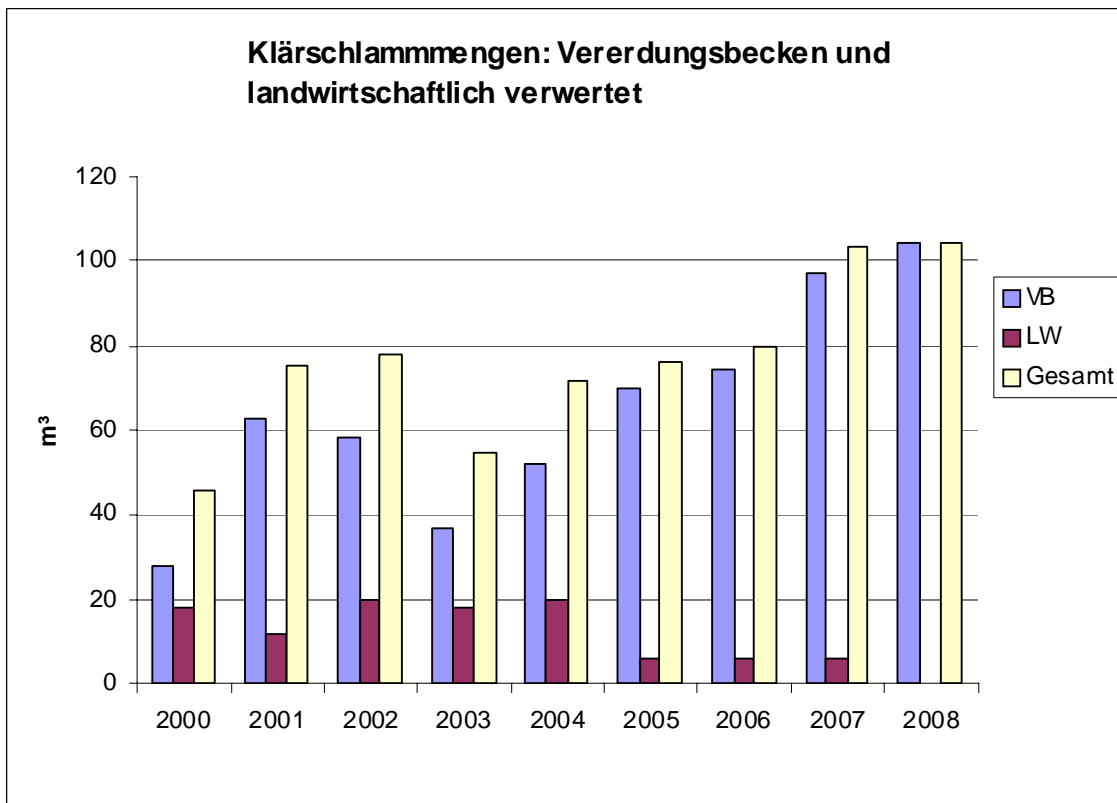


Abbildung 54: Klärschlammengen der Anlage Langegg Hirtenfeld im Zeitraum 2000 bis 2008.

Klärschlamm im Vererdungsbecken - Volumensreduktion

Die im Laufe von 9 Jahren eingebrachte Menge von 584 m³ wurde auf 50 m³ entwässert. Dies entspricht einer Volumenreduktion von 91%.

Verglichen mit den Ergebnissen der Klärschlammvererdung in Heiligenkreuz am Waasen (Berghold und Reinhofer, 1998) liegt die Reduktion in Langegg Hirtenfeld um 6% höher (85% Reduktion in Heiligenkreuz). Dies dürfte auf die Reduktion des Porenvolumens und die Vergrößerung der Lagerungsdichte zurückzuführen sein, die bei längerer Nutzung und größerer Beschickungshöhe eintritt.

Seit der Inbetriebnahme im Jahr 2000 wurde ausschließlich Becken 1 befüllt. Mit Jahresende 2008 betrug der Füllstand des Beckens ca. 50 m³.

Es ist absehbar, dass im Laufe des Jahres 2009 der maximale Füllstand erreicht sein wird und dann mit der Befüllung des zweiten Beckens begonnen wird.

Vergleich mit anderen Vererdungsanlagen

Der Vergleich mit Vererdungsanlage der WG Wetzelsdorf und Wollsdorferegg zeigt folgende Ergebnisse (Tabelle 63): Im Betriebszeitraum von 9 Jahren (2000 bis 2008) erreichte der Füllstand des Vererdungsbeckens Langegg Hirtenfeld insgesamt 50 m³. Die durchschnittliche Auslastung der Kläranlage mit 162 EW /Jahr ergibt eine Klärschlammmenge von 0,03 m³/EW und Jahr. Sie liegt deutlich niedriger, als die Menge vererdeter Klärschlamm pro EW und Jahr bei den Anlagen der WG Wetzelsdorf und Wollsdorferegg, bei denen nicht Klärschlamm aus Pflanzenkläranlagen, sondern Überschussschlamm aus Belebungsanlagen vererdet wird. Die Vererdungsbecken der Kläranlage Wetzelsdorf sind nur spärlich bepflanzt, sodass die entwässernde Wirkung des Schilfs fehlt. Deshalb dürfte die Menge im Vererdungsbecken auch überdurchschnittlich hoch sein. Die Kläranlage Wollsdorferegg ist gut bepflanzt und kann als Referenz für das in der Vererdung entstehende Volumen pro EW und Jahr gewertet werden.

Tabelle 63: Klärschlammvolumen im Vererdungsbecken bei 3 Anlagen.

Vererdungsanlage	durchschnittliche EW/Jahr	Befüllungszeitraum (Jahre)	Füllstand (m³)	m³/EW	m³/EW*Jahr
Langegg Hirtenfeld	162	9	50	0,3	0,03
WG Wetzelsdorf	430	2	135	0,3	0,16
Wollsdorferegg	125	4	52	0,4	0,10

Das deutliche geringere Volumen bei Vorklärinhalten aus Pflanzenkläranlagen ist auch darauf zurückzuführen, dass die Vererdungsbecken nur in der Vegetationsperiode befüllt werden, während bei Überschussschlamm aus Belebungsanlagen insgesamt häufiger und auch außerhalb der Vegetationsperiode befüllt werden muss.

Qualität des vererdeten Klärschlamm

Da im Zeitraum der Messungen im Rahmen von NASPA in Langegg Hirtenfeld noch immer das erste Becken befüllt wurde, konnten dort keine Messungen des vererdeten Materials durchgeführt werden.

Die Untersuchungen von vererdetem Klärschlamm der WG Wetzelsdorf aus den Jahren 2004, 2006 und 2008 bestätigen die Ergebnisse der Untersuchungen von Reinhofer und Berghold (1998). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bis auf Zink alle Parameter der Steiermärkischen Klärschlammverordnung eingehalten wurden.

Im Jahr 2007 wurde in der Steiermärkischen Klärschlammverordnung der Grenzwert für Zink von 2000 mg/l auf 1200 mg/l herabgesetzt. Dieser Grenzwert wurde bei 2 Untersuchungen (1.368 bzw. 1.494 mg/l) des Klärschlammkomposts im Jahr 2008 überschritten.

2.7.3.2 Messungen Zulauf Klärschlamm

Die Konzentrationen der Parameter CSB und NH₄-N von Klärschlamm aus Dreikammergruben wurden zu 3 Terminen an der Kläranlage der Wassergenossenschaft Edelsbach und zu einem Termin an der Kläranlage E der Wassergenossenschaft Langegg Hirtenfeld gemessen (Tabelle 64). Die Probenahmen erfolgten direkt bei der Entleerung des Güllefasses in das Vererdungsbecken.

Tabelle 64: CSB und NH₄-N im Zulauf zur Klärschlammvererdung.

Anlage		WG Edelsbach	WG Edelsbach	WG Edelsbach	Anlage E Hirtenfeld	Mittelwert
Datum Probenahme Klärschlamm		16.9.2007	1.4.2008	20.11.2008	30.5.2009	
CSB	mg/l	5005	3266	3893	4686	4212,5
NH ₄ -N	mg/l	116,8	102,3	142,4	104,0	116,4

Die Konzentration des Klärschlammes aus der Dreikammergrube liegt beim CSB zwischen 3000 und 5000 mg/l. Der NH₄-N Wert liegt mit 116 mg/l über dem üblichen Bereich von häuslichem Abwasser (60-100 mg/l). Im Verlauf des Durchsickerns durch das Vererdungsbecken wird der CSB stark reduziert.

2.7.3.3 Messungen Sickerwasser

Sickerwasserqualität:

Im Zeitraum 2006 bis 2009 wurden 4 Probenahmen vom Zulauf zur Sickerwasserreinigungsanlage Langegg Hirtenfeld durchgeführt (Tabelle 65):

Tabelle 65: Zulauf zur Pflanzenkläranlage zur Sickerwasserreinigung.

Datum letzte Beschickung		8.7.2006	18.8.2007	20.11.2008	04.05.09	
Menge bei letzter Beschickung	l	4000	3000	6000	4000	
Tage vor PN	d	68	44	8	26	
Datum Probenahme IBS		14.9.2006	1.10.2007	28.11.2008	30.5.2009	Mittelwert
T	°C	15	15	10	13	
pH		7,6	7,4	7,7	7,3	8
LF	mg/l	2680	2957	2870	2097	2836
CSB	mg/l	685	734	1056	761	809
NH ₄ -N	mg/l	88,2	102,3	117,2	108,0	103,9

Die Konzentrationen des Sickerwassers im Intervallbeschickungsschacht liegen bei CSB und NH₄-N im Bereich der Konzentrationen von häuslichem Abwasser.

Sickerwasseranalysen nach einer Beschickung des Vererdungsbeckens:

Am 30.5.2009 wurde an der Anlage Langegg Hirtenfeld eine Befüllung mit Klärschlamm durchgeführt und das entstehende Sickerwasser an 3 darauf folgenden Tagen an 4 Probestellen gemessen und analysiert (Tabelle 66).

Probestellen:

- Klärschlamm Zulauf
- Ablauf aus Vererdungsbecken = Zulauf Pufferspeicher
- Inhalt Pufferspeicher
- Inhalt Intervallbeschickungsschacht = Zulauf Pflanzenkläranlage
- Ablauf Pflanzenkläranlage zur Sickerwasserreinigung

Die Befüllung erfolgte mit 4 m³ Klärschlamm aus der Dreikammergrube der Anlage Spitzer-Pauli (Hirtenfeld E). Aufgrund von Regen in der Nacht zuvor war schon vor der Befüllung ein kontinuierlicher Ablauf aus beiden Vererdungsbecken in den Pufferspeicher zu verzeichnen. Vom Zeitpunkt der Befüllung bis einen Tag danach wurde ein Niederschlag von 12 mm aufgezeichnet; das entspricht einer Regenwassermenge von 1536 l aus den beiden Vererdungsbecken. Somit wurden 4000 l Zulauf aus Klärschlamm stark verdünnt.

Aus dem Pufferspeicher erfolgte ein kontinuierlicher Ablauf in den Intervallbeschickungsschacht. Die Menge wurde im Intervallbeschickungsschacht mittels eines mit dem Rohrventil verbundenen mechanischen Zählwerks aufgezeichnet. Innerhalb der ersten 24 Stunden wurden 9 Beschickungen verzeichnet.

Tabelle 66: CSB und NH₄-N an 5 Probestellen der Vererdungs-, bzw. Sickerwasserreinigungsanlage an 3 aufeinander folgenden Tagen.

Mengen	Stunden	0	25	49	73
	Anzahl Beschickungen		9	5	5
	l/d	1413	785	785	628
CSB	Klärschlamm	4686			
	Ablauf Vererdungsbecken	1419	1129	1189	1036
	Puffer	815	856	920	914
	IBS	761	863	904	875
	Ablauf PKA	59	22	35	32
NH ₄ -N	Klärschlamm	104,0			
	Ablauf Vererdungsbecken	144,0	155,8	144	146
	Puffer	111	103	115	128

IBS	108	99,8	116	129
Ablauf PKA	4,6	2,2	2,5	2

Ablauf aus Vererdungsbecken

Vor der Beschickung mit Klärschlamm wurden höhere CSB Werte als nach der Beschickung gemessen. Dies dürfte auf die Ausschwemmung aus dem Vererdungsbecken aufgrund Regenfälle zurückzuführen sein. Einen Tag nach den Niederschlägen war trotz der Beschickung mit Klärschlamm ein Absinken der Konzentration, wahrscheinlich aufgrund der Verdünnung mit Regenwasser, zu verzeichnen. Erst am 2. Tag nach dem Regen scheint ein neuerlicher Anstieg beim CSB auf, der auf ein Durchtreten der Beschickung hinweist.

Der $\text{NH}_4\text{-N}$ Wert stieg am 1. Tag nach der Befüllung leicht an und blieb insgesamt relativ konstant.

Puffer und Intervallbeschickungsschacht

An den ersten beiden Tagen nach der Beschickung trat ein geringfügiger Anstieg auf, der am Tag 3 danach absank.

Der $\text{NH}_4\text{-N}$ Wert stieg am 2. und 3. Tag nach der Beschickung.

Ablauf Pflanzenkläranlage

Die Ablaufkonzentration aus der Pflanzenkläranlage sank am 1. Tag von 59 auf 22 deutlich ab und stieg am 2. Tag. Der $\text{NH}_4\text{-N}$ Wert war vor der Beschickung höher als danach (Abbildung 55 und Abbildung 56).

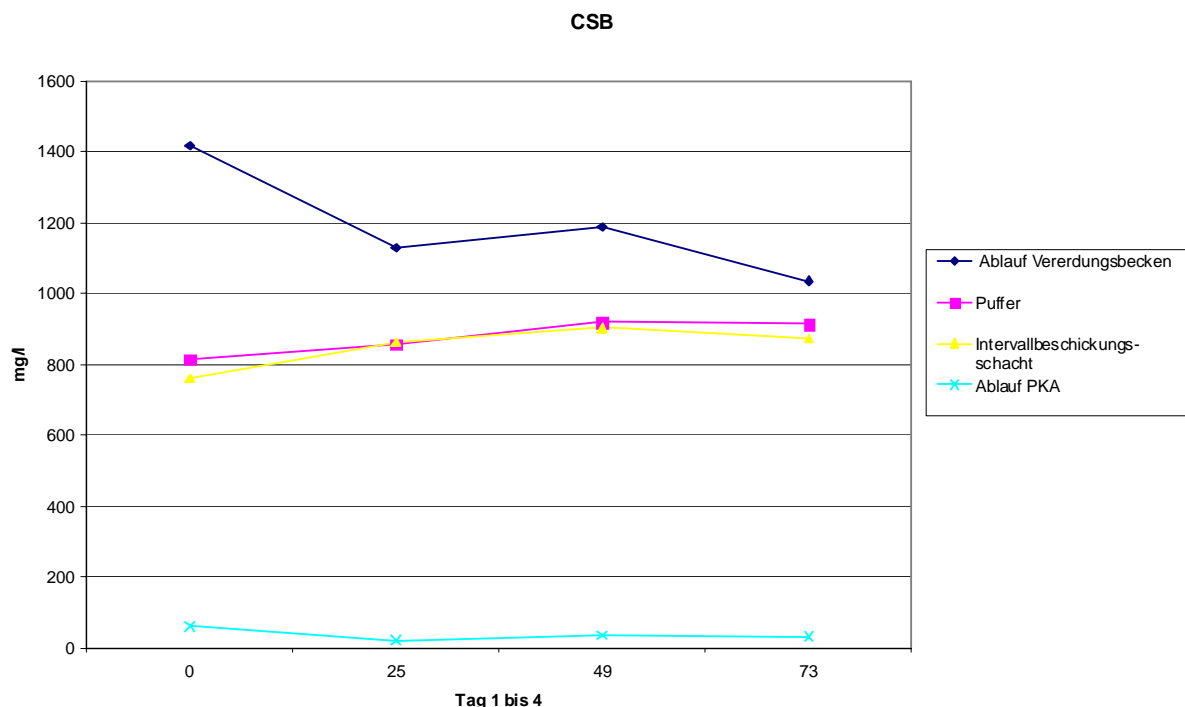


Abbildung 55: CSB im Ablauf Vererdungsbecken, Pufferschacht, Intervallbeschickungsschacht und Ablauf Sickerwasserreinigung.

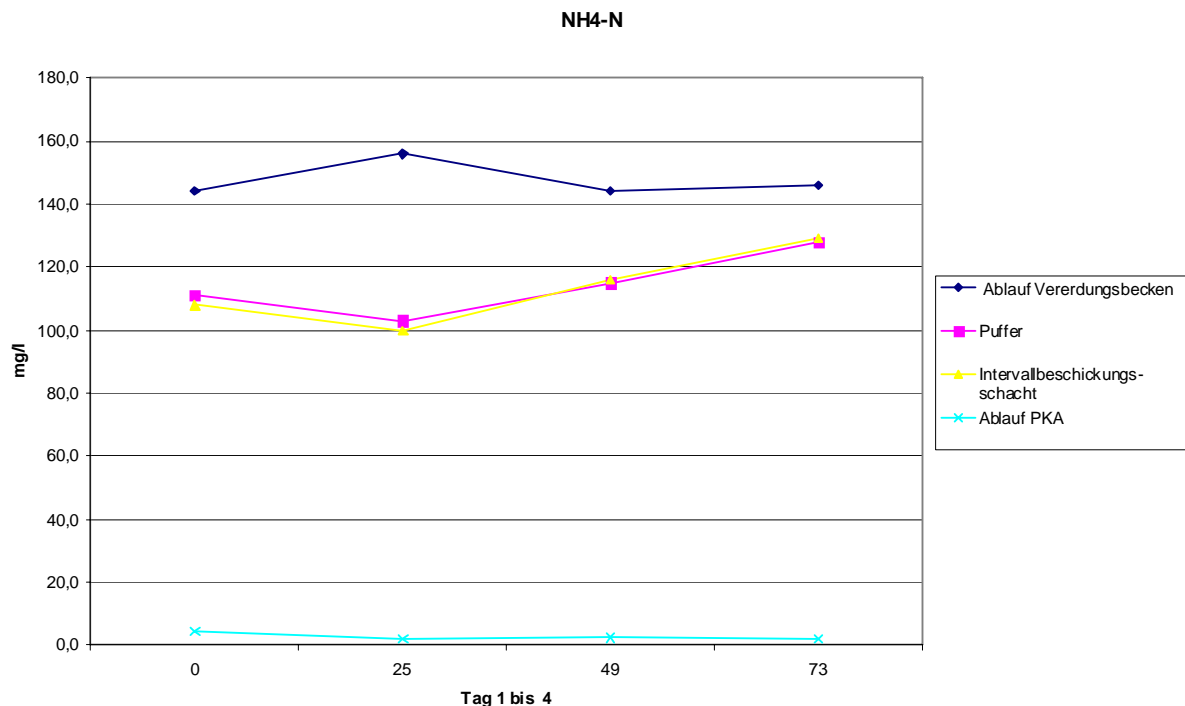


Abbildung 56: NH₄-N im Ablauf Vererdungsbecken, Pufferschacht, Intervallbeschickungsschacht und Ablauf Sickerwasserreinigung.

Hygienisch – bakteriologische Parameter

Im Ablauf der Sickerwassereinigungsanlage wurden an den drei Tagen nach der Beschickung des Vererdungsbeckens mit Klärschlamm keine der untersuchten Parameter nachgewiesen (Tabelle 67).

Tabelle 67: Hygienische Parameter im Zulauf und Ablauf der Pflanzenkläranlage zur Sickerwasserreinigung.

Stunden	0	0	25	49	73
	Zulauf	Ablauf PKA			
E.coli	2755	<10	<10	<10	<10
Fäk.coli	3076	<10	<10	<10	<10
Salmonellen	n.n.	0	0	0	0
Enterokokken	n.g.	<10	<10	<10	<10

2.7.3.4 Sickerwasserreinigung

Die Dimensionierung der Pflanzenkläranlage als 10 EW - Anlage erweist sich als ausreichend für die Reinigung der Sickerwässer aus der Vererdungsanlage. Die Ablaufwerte der Jahre 2002 bis 2008 liegen durchwegs weit unter den Grenzwerten. Es ist daher anzunehmen, dass auch bei Volllastung (ca. 1/3 mehr als bisher, derzeit 175, geplant für maximal 300 EW) die Grenzwerte eingehalten werden.

In der untenstehenden Tabelle (Tabelle 68) ist die jeweils letzte Befüllung des Vererdungsbeckens vor den Probenahmen am Kläranlagenablauf verzeichnet. Die Annahme, dass die Ablaufkonzentration umso niedriger sein müsste, je länger die Zeitdauer ohne Beschickung vor den Probenahmen war, kann aus den Daten nicht abgelesen werden. Es ist hingegen eine kontinuierlich gute Reinigungsleistung zu beobachten.

Tabelle 68: Ergebnisse der Sickerwasserreinigungsanlage aus den Betriebsjahren 2002 bis 2008.

letzte Befüllung		17.5.2002	19.7.2003	30.3.2004	23.7.2005	8.7.2006	18.8.2007	20.11.2008
m ³		6	4	6	6	4	3	6
Tage vor PN		41	4	163	33	68	44	8
Datum		27.6.2002	23.7.2003	9.9.2004	25.8.2005	14.9.2006	1.10.2007	28.11.2008
pH		7	6,8	6,7	6,2	6,6	6,4	6,4
LF		1308	2200	1007	568	1655	915	1732
T	°C	17	19,4	14,5	15,6	14,8	14	9
a.F.	ml/l	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
CSB	mg/l	68,8	38,5	< 10	< 10	17,4	24,5	13,9
NH4-N	mg/l	6,48	1,08	0,03	0,07	0,21	0,06	0,05

2.7.3.5 Erfahrungen im Betrieb

Langegg Hirtenfeld

Die Betreibenden der Anlage Langegg Hirtenfeld sind mit dem derzeitigen Konzept der Betriebsführung sehr zufrieden. In den ersten beiden Betriebsjahren musste bei der Befüllung besonderes Augenmerk auf die jungen Schilfpflanzen gelegt werden.

Als einzige Verbesserung wurde genannt, dass die Rampe für die Entleerung des Güllefasses mit einer Neigung ausgestaltet werden sollte, damit das Fass vollständig entleert werden kann.

Die Kosten pro EW und Jahr betragen bei der derzeitigen Auslastung ca. € 20.-, wenn die Betreibenden das Material wie geplant nach den erforderlichen Untersuchungen von Klärschlammkompost und Aufbringungsfläche selbst ausbringen. Betrachtet man die Kosten in Hinblick auf die volle Auslastung der Anlage so verringert sich der Preis auf € 13,60.- pro EW und Jahr.

Abgesehen davon besteht die Möglichkeit das Material an eine Müllfirma abzugeben, wie es bei der WG Dornegg Mitte gehandhabt wurde. Diese Variante ist geringfügig teurer (16€ bei voller Auslastung bzw. 21€ bei derzeitiger Auslastung).

Klärschlammvererdung Wetzelsdorf und Wollsdorferegg

Erfahrungen bei den Anlagen Wetzelsdorf und Wollsdorferegg zeigen, dass es bei der Vererdung von Schlamm aus Belebungsanlagen empfehlenswert ist, einen Pufferspeicher einzubauen, um den Überschussschlamm weiter absetzen zu lassen und dann von unten abzuziehen.

Bei der WG Wetzelsdorf wird derzeit erwogen, einen Puffer nachträglich zu errichten. Außerdem wurde in einem Vererdungsbecken das Filtervlies über der Drainageschicht entfernt um damit eine schnellere Entwässerung des Vererdungsbeckens zu erzielen.

2.7.3.6 Gegenüberstellung von Varianten der Handhabung für Klärschlämme aus dezentralen Kläranlagen

Im Jahr 2004 wurde das steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz geändert. Seither ist die landwirtschaftliche Ausbringung von Klärschlamm nur zulässig, wenn eine Klärschlammuntersuchung und eine Bodenuntersuchung vorgelegt werden, deren Ergebnisse eine Ausbringungsberechtigung erlauben.

Aufgrund der dabei entstehenden Kosten sind viele Betreibende von Kleinkläranlagen daran interessiert andere Wege der Verwertung zu finden.

Derzeit sind in der Steiermark ca. 4.000 Kleinkläranlagen in Betrieb. Für die Zukunft werden ca. 10.000 Kleinkläranlagen in der Steiermark prognostiziert.

Möglichkeiten der Verwertung von Vorklärschlamm

Nachfolgend sind fünf Varianten und die wesentlichen Kostenkriterien für die Verwertung von Klärschlamm aus Einzelkläranlage aufgelistet (Tabelle 69 bis Tabelle 73).

Variante 1. Zentrale Vererdungsanlage für mehrere Kläranlagenbetreibende

- Errichtung
- Betriebskosten
- Transport
- Nutzungsdauer
- Untersuchung von Klärschlamm und Boden
- Ausbringung oder Deponie

Tabelle 69: Kostenaufstellung für zentrale Vererdungsanlage

1. Gemeinschaftsanlage für zentrale Vererdung Beispiel Langegg Hirtenfeld (ausgelastet)					€/Jahr	Variante Deponie	Variante Kompost
Investitionskosten der Vererdung (IK)	12.800						
Nutzungsdauer	30						
Anteilige IK / Jahr					427	427	427
Fixkosten / Jahr	Pflege der Anlage jährl. Fremdüberwachung Pacht für Grundstück		Std./Jahr 52	Stundensatz 15	780 120 800	1.700	1.700
Entleerung	Deponie Kompostierung Entleerungsintervall (6 Jahre x 2)	8.000 2.520 12			667 210	667	210
Klärschlammtransport	Transportzeit "große" Kläranlagen Anzahl "große" Kläranlagen Transportzeit "kleine" Kläranlagen Anzahl "kleine" Kläranlagen	3 10 1 20	30	35	1.050 700	1.750	1.750
Gesamtkosten / Jahr	tats. entsorgte EW	300				4.543	4.087
Kosten / EW*Jahr						15,1	13,6

Variante 2. Vererdungsbecken als Bestandteil der Kläranlage

- Errichtung beim Bau der Kläranlage oder nachträglich
- Nutzungsdauer
- Untersuchung von Klärschlamm und Boden
- Ausbringung

Tabelle 70: Kostenaufstellung für eigene Vererdung

2. Eigene Vererdung als Bestandteil der Kleinkläranlage					€/Jahr	
Investitionskosten der Vererdung (IK)	Bau	1.300			43	
Nutzungsdauer Anteilige IK / Jahr		30				43
Fixkosten / Jahr	Einbringen von Klärschlamm		Std./Jahr 1	Stundensatz 35	35	35
Entleerung	Untersuchung von Klärschlamm (pauschal) Ausbringung	400			40	
	Entleerungsintervall (Jahre)	10	3	25	8	48
Gesamtkosten / Jahr						126
Entsorgte EW	8					
Kosten / EW*Jahr						15,7

Variante 3. Abfuhr an kommunale ARA

- Kapazität der kommunalen ARA
- Transport
- Übernahme

Tabelle 71: Kostenaufstellung für Abgabe an kommunale ARA

Abgabe an kommunale ARA					€/Jahr	von	bis
Investitionskosten		0			0		
Nutzungsdauer Anteilige IK / Jahr						0	0
Fixkosten / Jahr						0	0
Entleerung	Grubendienst inkl Übernahme	von			110	110	
	Grubendienst inkl Übernahme	bis			250		
	Entleerungsintervall (Jahre)		1				250
Gesamtkosten / Jahr						110	250
Entsorgte EW	8						
Kosten / EW*Jahr						13,8	31,3

Variante 4. Speicherung und Abfuhr an eine kommunale ARA

- Speicher Altbestand oder neu
- Nutzungsdauer
- Kapazität der kommunalen ARA
- Transport
- Übernahme

Tabelle 72: Kostenaufstellung für Speicherung und Abfuhr an kommunale ARA

Speicherung und Abgabe an kommunale ARA					€/Jahr	neuer Speicher	Speicher vorhanden
Investitionskosten Speicher (12m³)		2.000			67		
Nutzungsdauer		30					
Anteilige IK / Jahr						67	0
Fixkosten / Jahr	Einbringen von Klärschlamm		Std./Jahr 1	Stundensatz 35	35	35	35
Entleerung	Grubendienst (pauschal)	400			133		
	Entleerungsintervall (Jahre)	3				133	133
Gesamtkosten / Jahr						235	168
Entsorgte EW	8						
Kosten / EW*Jahr						29,4	21,0

Variante 5. Speicherung, Hygienisierung durch Kalkzugabe und landwirtschaftliche Ausbringung

- Speicher Altbestand oder neu
- Nutzungsdauer
- Hygienisierung mit Branntkalk
- Untersuchung von Klärschlamm und Boden
- Ausbringung

Tabelle 73: Kostenaufstellung für Speicherung und Hygienisierung

Speicherung, Hygienisierung mit Kalk und Ausbringung					€/Jahr	neuer Speicher	Speicher vorhanden
Investitionskosten Speicher (12m³)		2.000			67		
Nutzungsdauer		30					
Anteilige IK / Jahr						67	0
Fixkosten / Jahr	Einbringen von Klärschlamm		Std./Jahr 1	Stundensatz 35	35	35	35
Entleerung	Kalksuspension (10 kg³/m³ KS)	20			7		
	Untersuchung von Klärschlamm	400			133		
	Ausbringung		3	35			
	Entleerungsintervall (Jahre)	3			35	140	140
Gesamtkosten / Jahr						242	175
Entsorgte EW	8						
Kosten / EW*Jahr						30,2	21,9

Die Gegenüberstellung der Varianten ergab Kosten zwischen € 13,60.- und 31,30 pro EW und Jahr. Zusammenfassend lassen sich die Varianten wie folgt darstellen:

Zentrale Vererdung für mehrere Kläranlagenbetreibende

Die einzelnen Kläranlagen müssen auf geographisch engem Raum liegen. Bei der Erstellung eines Gemeindeabwasserplans bzw. bei der Umsetzung einzelner Kläranlagen in einem Gemeindegebiet sollte daher die Möglichkeit der zentralen Vererdungsanlage mitbedacht werden.

Vererdungsanlage als Bestandteil der Kläranlage

Bei neu zu errichtenden Kleinkläranlagen ist auch der Betrieb einer eigenen Vererdungsanlage mit Rückführung des Sickerwassers in die Vorkläranlage eine günstige Variante, vor allem, wenn die Betreibenden über die Möglichkeit verfügen den Klärschlamm selbst in das Vererdungsbecken zu überführen.

Speicherung und Abfuhr zur kommunalen ARA

Je nach Transportweg sind die Preise für die Abfuhr zu einer kommunalen ARA sind sehr unterschiedlich hoch. Bei Vorhandensein einer ungenutzten dichten Güllegrube kann das Abfuhrintervall und somit die Kosten verringert werden.

Hygienisierung mit Kalk, Ausbringung

Die Variante Klärschlamm durch Kalkzugabe zu hygienisieren ist nur bei größeren Mengen Klärschlamm kostengünstig. Dies kann erreicht werden indem Klärschlamm über mehrere Jahre gespeichert und dann hygienisiert wird.

3 ZUSAMMENFASSENDE EMPFEHLUNGEN

3.1 In-door Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserreinigung

In der Zusammenschau der Ergebnisse können für Planung und Errichtung sowie für Betrieb und Wartung folgende Empfehlungen abgegeben werden:

1. **Optimierung der Grobstoffabtrennung:** Zur Reduzierung des Wartungsaufwandes sollte die Grobstoffentfernung so einfach wie möglich und leicht zugänglich ausgeführt werden.
2. **Vermeidung von Zirkulation:** Durch keine oder eine geringe Zirkulation von gereinigtem Grauwasser wird eine Verdünnung der Nährstoffe vermieden und die Abbauprozesse im bepflanzten Bodenfilter begünstigt. Ebenso wird der Energieverbrauch durch Pumpen so gering wie möglich gehalten. Weiters wird eine Kollmation des Filters durch eine zu hohe hydraulische Belastung vermieden.
3. **Belastungsabhängige Beschickung bei Anlagen mit Stoßbelastungen:** Durch eine einfache belastungsabhängige Zulaufsteuerung (z.B. Schwimmerschaltung von kürzeren Beschickungsintervallen bei Veranstaltungsbetrieb) können ein angepasster Anlagenbetrieb und eine Verbesserung der Reinigungsleistung erreicht werden.
4. **Sicherheitsdesinfektion:** Bei Anlagen mit Stoßbelastungen kann durch das Vorsehen einer Sicherheitsdesinfektion (z.B. UV) auch bei Stoßbelastungen die Gefahr der hygienischen Kontamination des Brauchwassers vermieden werden. Das ist vor allem bei Objekten mit öffentlicher Zugänglichkeit zu empfehlen.
5. **Sekundärnutzen von In-Door - Anlagen darstellen:** In-door – Grauwasserreinigungsanlagen tragen nicht nur zur Versorgung des Objektes bei, sondern stellen auch einen architektonischen und gebäudetechnischen Mehrwert dar (z.B. durch die Verbesserung des Raumklimas). Dieser muss von vorne herein bei der Planung berücksichtigt und im Rahmen einer Gesamtbewertung berücksichtigt und entsprechend dargestellt werden.
6. **Kombination von Grauwasser mit Regenwasser und Sparmaßnahmen betrachten:** Im Rahmen der Erstellung eines Gesamtkonzeptes der Wassernutzung sollten immer die Grauwasserreinigung auch in Verbindung mit Regenwassernutzung und den Auswirkungen von Wassersparmaßnahmen betrachtet werden. Der Aufwand für Wartung und Betrieb sollte bei einem Variantenvergleich besonders berücksichtigt werden (Personalverfügbarkeit, Ausbildung, Kosten)

3.2 Grauwasserreinigung mit SBR-Anlage

Für die Planung und den Betrieb können aus den beobachteten Anlagen folgende Erfahrungen abgeleitet werden.

1. **Wasserhaushalt:** Aus wasserwirtschaftlicher Sicht kann es durchaus Sinn ergeben, durch die Wiederaufbereitung von schwach belastetem Grauwasser Trinkwasser hoher Qualität einzusparen und auch weniger Abwasser zu produzieren. Mit einer Kombination aus Wassereffizienzmaßnahmen und Grauwasseranlagen können knapp 50% des Trinkwasserbedarfs und 40% des Abwasseranfalls eingespart werden. Dies kann bei der Planung der weiteren Wasserinfrastruktur in Rechnung gestellt werden.
2. **Erzeugung von Betriebswasser:** Das Betriebswasser der untersuchten Anlagen ist für alle Zwecke im Haushalt, für die nicht ausdrücklich Trinkwasser nötig ist, geeignet.
3. **Betriebssicherheit:** Die Anlagen sind so konzipiert, dass sie weitgehend selbsttätig funktionieren. Es bedarf einer regelmäßigen Kontrolle durch den Betreibenden, wie das bei allen dezentralen Abwasserreinigungsanlagen üblich ist.
4. **Energieverbrauch:** Der Energieverbrauch der SBR-Anlagen, ob als Festbettreaktor oder MBR-Anlage ausgeführt, ist noch zu hoch. Eventuell kann die Optimierung der Reinigungsleistung für den jeweiligen Verwendungszweck und eine bessere Anpassung an die Auslastung der Anlage dies verbessern. Größere Anlagen, zum Beispiel für eine ganze Wohnsiedlung, würden hier sicher besser abschneiden.

3.3 Wasser- und Abwasserkonzept für Unterauersbach

Die aufgrund der volkswirtschaftlichen Vergleichsrechnung geringfügig günstigere Ableitung der Abwässer zur Nachbargemeinde (zentrale Kläranlage Bierbaum) wurde gegenüber einer dezentralen Abwasserreinigungsvariante als entscheidendes Faktum für die Auswahl gewertet.

Andere Aspekte wie die Möglichkeit der Brauchwassernutzung, die Erhöhung der Wassermenge in den lokalen Vorflutern, Verknüpfung mit Verbesserungsmaßnahmen an den Vorflutern, teilweise Reduzierung der Nährstofffracht durch Verdunstung bei bepflanzten Bodenfiltern oder kleinräumige Rezirkulierung von Nährstoffen wurden nicht bewertet und spielten somit eine geringe Rolle.

Die von den BefürworterInnen angestrebte Diskussion darüber wurde auf die vordringlich notwendige Umsetzung der Abwasserreinigung beschränkt.

Die Einsparung von Trinkwasser durch Brauchwassernutzung spielt in Situationen wie in Unterauersbach, wo 50% der Wassermenge aus eigenen Brunnen stammen und der Wasserverbrauch pro EinwohnerIn ohnehin schon 50% unter dem offiziell angenommenen Wert von 150 l/EW*d liegt eine geringe Rolle.

Vorschläge die Vorflutersituation zu verbessern hätten mehr Aussicht auf Umsetzung, wenn ufernahe Verrieselung oder Einleitung von gereinigten Abwässern mit der Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen an den Bächen verknüpft werden könnte. Um die Abschwemmung von Nährstoffen in die Vorfluter zu verhindern, können folgende Maßnahmen empfohlen werden:

- Anbau erosionsschonender Kulturen speziell im Bereich der Vorfluter.
- Bedarfsgerechte Düngung unter Einhaltung von Mindestabständen.
- Erhaltung bzw. Wiedereinführung von Uferstreifen.

Allgemeine Akzeptanz ist leichter zu erreichen, wenn auf konventionelle und „erprobte“ Varianten zurückgegriffen wird. Eine Ursache dafür ist die fehlende ökologische und monetäre Bewertung der sogenannten kreislauforientierten Maßnahmen. Um eine solche

Bewertung zu ermöglichen, müssen Beispiele vorerst in kleinem Maßstab erprobt werden. Diese Strategie wird in Unterauersbach am Beispiel der Bewässerung von Kurzumtriebshölzern mit mechanisch bzw. biologisch gereinigtem Abwasser umgesetzt.

Auch die Bereitschaft der Behörden, Maßnahmen die nicht dem Stand der Technik bzw. den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechen, zu bewilligen, wird nur durch positive Ergebnisse aus Versuchsanlagen Schritt für Schritt zu erreichen sein. Am Beispiel Energiewald in Unterauersbach kann dies an mit Folien, gegen den Untergrund, abgedichteten Flächen untersucht und eventuell nach erfolgreichem Probetrieb erweitert werden.

3.4 Schwarzwasserreinigung in Pflanzenkläranlage

Die Verwendung von Pflanzenkläranlagen für die Reinigung von Abwasser hat sich als Standard etabliert. Die Abzweigung eines Teils des Grauwassers hat auf die Funktionsweise und die Reinigungsleistung der Pflanzenkläranlage wenig Einfluss. Bei der Bemessung der Anlage kann die Reduktion des Abwasseranfalls in Rechnung gestellt werden.

3.5 Betriebskonzept für Klärschlammvererdungsanlage und Sickerwasserreinigung

Die Methode einer zentralen Vererdungsanlage wie in Langegg Hirtenfeld erweist sich als kostengünstige und sehr gut funktionierende Variante der Klärschlammverwertung aus Einzelkläranlagen.

Wesentlich für die Kosten sind die laufenden jährlichen Betriebskosten (Grundpacht und Pflege der Anlage), möglichst kurze Transportwege und eine gute Auslastung.

Um eine zentrale Vererdungsanlage zur Übernahme von Klärschlamm aus Kleinkläranlagen wirtschaftlich zu betreiben, müssen die Kläranlagen geographisch auf möglichst kleinem Raum liegen. Bei der Erstellung eines Gemeindeabwasserplans bzw. bei der Umsetzung einzelner Kläranlagen in einem Gemeindegebiet sollte daher die Möglichkeit der zentralen Vererdungsanlage mitbedacht werden.

Die zeitliche Planung der Beschickung der Vererdungsbecken durch die Kläranlagenbetreibenden sollte durch eine für die Vererdungsanlage verantwortliche Person gewährleistet sein. Damit kann verhindert werden, dass mehrere Betreibende in kurzen Abständen nacheinander beschicken.

Im ersten Betriebsjahr ist besonderes Augenmerk auf das Aufwachsen der Schilfpflanzen zu legen.

Die Pflanzenkläranlage zur Sickerwasserreinigung wurde mit ca. 0,2 m²/ EW dimensioniert. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse bei 2/3 Auslastung ist zu erwarten, dass die Reinigungsleistung auch bei Volllastung innerhalb der Grenzwerte liegen wird.

Erfahrungen bei den Anlagen Wetzelsdorf und Wollsdorferegg - Klärschlammvererdung bei Belebungsanlagen - zeigen, dass es bei der Vererdung von Schlamm aus Belebungsanlagen empfehlenswert ist, einen Pufferspeicher einzubauen, um den Überschussschlamm weiter absetzen zu lassen und dann konzentriert abzuziehen.

4 REFERENZEN

AAEV (1996) Allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (AAEV). BGBl. 186/

Asano T. (2007) Milestones in the reuse of municipal wastewater. Proceedings of water supply and sanitation for all, 295-306, Berching, Germany

BGBl. II Nr. 40/1998 + BGBl II Nr. 278/2002: 897. Verordnung: Milchhygieneverordnung. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich.

BMLFUW (1999) Richtlinie zur Bestimmung der Saprobiologischen Gewässergüte von Fließgewässern. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Das Land Steiermark (2000): Steirischer Gewässergüteatlas 2000. LUIS Umweltinformation Steiermark. Online: <http://www.umwelt.steiermark.at> (Abgerufen am 15.07.2009).

Eriksson E., Andersen H.R., Toke S. Madsen T.S, Ledin A. (2009) Greywater pollution variability and loadings. Ecological Engineering 35, 661–669

fbr (2005) Hinweisblatt 2005 – Grauwasser Recycling. Planungsgrundlagen und Betriebshinweise. Fachvereinigung Betriebs und Regenwassernutzung, Darmstadt

LAWA (2005) Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien). Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Berlin

Li F., Wichmann K., Otterpohl R. (2009) Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. Science of the Total Environment 407, 3439–3449

KIRCHGESSNER M.: Tierernährung. 11. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 2004.

Knerr H, Engelhart, Hansen J, Sagawe G. (2008) Separated grey- and blackwater treatment by the KOMPLETT water recycling system — a possibility to close domestic water cycle. Proceeding of Sanitation Challenge: New Sanitation Concepts and Models of Governance, 260-269, Wageningen, The Netherlands

Metcalf and Eddy, Inc (1991) Wastewater engineering — treatment, disposal and reuse. In: Tchobanoglous G, Burton FL, editors. McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering. 3rd edition. New York

Nolde E. (1999) Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings — over ten years experience in Berlin. Urban Water 1999,1, 275–84.

ÖNORM B 2505 – Kläranlagen – Bepflanzte Bodenfilter (Pflanzenkläranlagen). Anwendung, Bau und Betrieb. Österreichisches Normungsinstitut.

Pressl A. und Haberl R. (2005) Übersicht und Vergleich von Kleinkläranlagen. Wiener Mitteilungen, Band 194, D1- D32.

Reinhofer M. und Berghold H. (1998) Klärschlammvererdung mit Schilf. Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

Starkl M., Binner E., Fürhacker M., Holubar P., Koeck S., Lenz K., Mascher F., Ornetzeder M., Pollak M. und Haberl R. (2005): Nachhaltige Strategien der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum (SUS-SAN). Forschungsprojekt, Endbericht, August 2005. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

Sus-San (2005) Nachhaltige Strategien der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum – SUS-SAN FORSCHUNGSPROJEKT; Endbericht, Lebensministerium; August 2005

Reinoso R., Torresa L.A., Bécares E. (2008) Efficiency of natural systems for removal of bacteria and pathogenic parasites from wastewater. *Science of the Total Environment* 395, 80-86

TWV (2001) Trinkwasserverordnung. BGBl. 304/2001

WHO (2006): Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture, World Health Organization, WHO Press, Geneva.

ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik : Klimaatlas Steiermark. Das Land Steiermark: LUIS Umweltinformation Steiermark. Online: <http://www.umwelt.steiermark.at> (Abgerufen am 15.07.2009).