

Pflanzenkläranlagen im Nationalpark Kalkalpen

Untersuchungsbericht 1992

Josef Sperrer

Jahresberichte 1992

SPERRER, DI Josef
Ritzendorf 10
4652 Steinerkirchen
tel.: 07241/5102

März 1993

PFLANZENKLÄRANLAGEN
IM
NATIONALPARK KALKALPEN

UNTERSUCHUNGSBERICHT
1992

Im Auftrag des Vereins Nationalpark Kalkalpen

ABSTRACT

Im Spätherbst 1991 wurden im Nationalpark Kalkalpen drei bewachsene Bodenfilter zur Aufbereitung der Hüttenabwässer errichtet. Im darauffolgenden Jahr durchgeführten Untersuchungen belegen, daß mit diesem System die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte eingehalten wurden. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind in der vorliegenden Arbeit dargestellt.

Schlüsselwörter:

Ablaufwerte bewachsener Bodenkörper, Pflanzenkläranlagen

ABSTRACT

In the late autumn 1991 three Emergent Hydrophyte Treatment Systems were build in the Nationalpark Kalkalpen. Analyses beeing done during the following year proof that the demanded limits have been met. The findings are presented in this paper.

Keywords:

Emergent Hydrophyte Treatment Systems, Analyses

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
2.	Konstruktive Grundsätze	3
2.1.	Abflussverhältnisse	3
2.2.	Substratwahl	4
2.3.	Beschickung	4
2.4.	Bepflanzung	4
2.5.	Dimensionierung	5
2.6.	Abdichtung	5
2.7.	Vielfalt	5
3.	ARA Laussabaueralm	6
3.1.	Beschreibung der Anlage	6
3.1.1.	Allgemeines	6
3.1.2.	Abwasserfrachten	8
3.1.3.	Konstruktive Ausbildung	9
3.1.4.	Pflanzenbestand	11
3.1.5.	Kosten	12
3.2.	Analysenergebnisse Laussabaueralm	13
3.2.1.	Einzelproben	14
3.2.2.	Meßkampagne 05.-06.09.1992	15
3.2.3.	Unterabteilung für Gewässerschutz	24
3.2.4.	Meßkampagne 19.-20.09.1992	25
3.2.5.	Meßkampagne 11.10.1992	27
4.	ARA Anlaufalm	30
4.1.2.	Abwasserfrachten	32
4.1.3.	Konstruktive Ausbildung	32
4.1.4.	Pflanzenbestand	35
4.1.5.	Kosten	36

4.2.	Analysenergebnisse	37
4.2.1	Einzelproben	38
4.2.2.	Meßkampagne 18.-19.07.1992	39
4.2.3.	Meßkampagne 09.-10.08.1992	40
5.	ARA Ebenforstalm	43
5.1.	Beschreibung der Anlage	43
5.1.1.	Allgemeines	43
5.1.2.	Abwasserfrachten	45
5.1.3.	Konstruktive Ausbildung	45
5.1.4.	Pflanzenbestand	47
5.1.5.	Kosten	48
5.2.	Analysenergebnisse Ebenforstalm	49
5.2.1.	Einzelproben	50
5.2.2.	Meßkampagne 18.-19.07.1992	51
5.2.3.	Meßkampagne 09.-10.08.1992	53
5.2.4.	Meßkampagne 19.-20.09.1992	54
6.	ARA Tretter	56
6.1.	Beschreibung der Anlage	56
6.1.1.	Allgemeines	56
6.1.2.	Abwasserfrachten	58
6.1.3.	Konstruktive Ausbildung	58
6.1.4.	Pflanzenbestand	60
6.1.5.	Kosten	60
6.2.	Analysenergebnisse Tretter	61
6.2.1.	Einzelproben	62
7.	Kommentar	63
8.	Zusammenfassung	65
	Literaturverzeichnis	66

1. EINLEITUNG

Im Sommer 1990 wurde dem Forschungsteam des Vereins Nationalpark Kalkalpen der Auftrag zur Entwicklung eines ökologisch und wirtschaftlich vertretbaren Systems zur Entsorgung beziehungsweise Aufbereitung von Hüttenabwässern erteilt.

Noch im selben Jahr wurde eine Studie zur Erfassung der derzeitigen Möglichkeiten und der Ermittlung der erfolgversprechendsten Entwicklungen fertiggestellt (Sperrer, 1990). Vor allem der Einsatz von Tropfkörpersystemen und die Weiterentwicklung von "Bewachsenen Bodenfiltern", allgemein als "Pflanzenkläranlagen" bekannt, erschienen als zielführend.

Da die Weiterentwicklung eines neuen Systems als klassischer Forschungsauftrag zu sehen war, entschloß sich der Verein Nationalpark Kalkalpen zur Errichtung eigener Versuchsanlagen.

Durch sehr umfangreiche Literaturstudien gelang es, die konzeptiven Grundlagen für die Erreichung der gewünschten Reinigungsleistung festzulegen und den theoretischen Beweis der Funktionsfähigkeit dieser bewachsenen Bodenkörper zu bringen (Sperrer, 1992). Dies erlaubte auch den zuständigen Sachverständigen eine befristete, wasserrechtliche Bewilligung der geplanten Anlagen auszusprechen.

Trotz größerer Schwierigkeiten gelang es, die vorgesehenen Versuchsanlagen noch im Winter 1991 zu errichten. In diesem Zusammenhang sei noch einmal den die Almen bewirtschaftenden Bauern für die sehr engagierte Mithilfe gedankt.

Im folgenden Jahr wurden die Anlagen intensiv auf ihre tatsächliche Leistungsfähigkeit untersucht. Das vereinseigene Labor stellte dabei eine wesentliche Voraussetzung dar, doch wären die Arbeiten nicht in dem erfolgten Umfang ohne die Unterstützung durch das Institut für Siedlungswasserbau der

Technischen Universität Innsbruck, der Abteilung für Siedlungswasserbau der Universität für Bodenkultur, dem Reinhaltungsverband Edt bei Lambach und der Abteilung Gewässerschutz, Oberösterreichische Landesregierung möglich gewesen. Ihnen allen sei in diesem Zusammenhang herzlich gedankt.

Die Ergebnisse der Analysen können, jeweils nach einer kurzen Beschreibung der entsprechenden Anlage, dieser Arbeit entnommen werden. Sie belegen die Leistungsfähigkeit der ausgeführten, bewachsenen Bodenkörper und sind als großer Erfolg zu werten.

Es ist vorgesehen, die Anlagen durch das Forschungsteam noch ein weiteres Jahr zu beproben. Da aber der Verein Nationalpark Kalkalpen nicht in der Lage ist, alle relevanten Bereiche abzudecken, werden alle an diesem neuen System zur Abwasseraufbereitung Interessierten eingeladen und gebeten, an der weiteren Absicherung der Ergebnisse und der Klärung der noch offenen Fragen direkt mitzuwirken. Der Nationalpark Kalkalpen bietet Ihnen dazu die Möglichkeit.

2. KONSTRUKTIVE GRUNDSÄTZE

Die in diesem Bericht behandelten Anlagen wurden entsprechend den 1991 erarbeiteten Grundsätzen (Sperrer, 1992) konzipiert. Allen Versuchsanlagen liegen diese als wesentlich erkannten Aspekte zugrunde. Um Wiederholungen bei der Beschreibung der einzelnen Projekte zu vermeiden, sind diese gemeinsamen, konzeptiven Regeln in der folgenden Kurzfassung skizziert.

Für eine detailliertere Beschäftigung mit den erkannten Abbauvorgängen wird auf die oben zitierte Arbeit verwiesen.

2.1. Abflussverhältnisse

Die durchgeführten Recherchen ergaben, daß vertikal durchströmte Beete den horizontal durchströmten Beeten deutlich überlegen sein dürften. Dabei sind die wesentlichen Vorteile in einer besseren Sauerstoffversorgung, dem größeren Durchflußquerschnitt und dadurch ermöglichte, feinere Korngrößen zu sehen.

Da aber selbst international angewandte Richtlinien horizontal durchströmte Becken empfehlen, wurde als Vergleichsgrundlage die ARA Ebenforstalm mit einem horizontal durchströmten Element ausgestattet.

2.2. Substratwahl

Alle Becken wurden mit in der Region vorkommenden, gewaschenen Kalksand und -kiesen gefüllt. Bruchmaterial wurde wegen der höheren Verschlammungsgefahr und angeblicher Verletzungsgefahr für die jungen Wurzeln abgelehnt. Der Kornverteilungskurve wird keine übermäßige Bedeutung zugebilligt. Allerdings wurden die Sande der Körnung 0/4 in Hinblick auf einen geringen Feinsandanteil ausgewählt. Jedenfalls wurden bewußt handelsübliche Mischungen eingesetzt.

2.3. Beschickung

Gerade bei den vertikal durchströmten Beeten wurde eine stoßweise Beschickung als wesentliche Voraussetzung erachtet. Leider erwiesen sich die eingesetzten Steuerungsmechanismen als anfällig. In der Folge mußten die Beete konstant beschickt werden.

Obwohl die geforderten Abbauraten trotzdem erreicht werden konnten, wird eine stoßweise Beschickung weiterhin als wünschenswert erachtet.

2.4. Bepflanzung

Der Artenwahl wird kein direkter Einfluß auf das gewünschte Reinigungsergebnis zugebilligt. Um diesbezüglich gezielte Maßnahmen setzen zu können, fehlen weitgehende Grundlagen. Die

verwendeten Pflanzen wurden lediglich nach den Kriterien angestammter Lebensraum und starkes Wachstum ausgewählt.

2.5. Dimensionierung

Der Dimensionierung der Beete wurde ein gesamter Flächenbedarf von 3 m²/EGW bei den vertikal durchströmten Einheiten und von 5 m²/EGW bei den horizontal durchströmten Becken zugrundegelegt. Die zu erwartende Abwassermenge wurde über Umrechnung der zu erwartenden Spitzenfrequenz mit den Werten aus dem ÖWWV-Regelblatt Nr. 1 rechnerisch ermittelt.

2.6. Abdichtung

Die Beete wurden mittels 1,5 mm starken Teichfolien, in welche die Zu- und Ablaufeinrichtungen eingeschweißt waren, abgedichtet. Zum Schutz der Folien wurden diese auf ein Fließ gebettet.

2.7. Vielfalt

Obwohl die Anlagen theoretisch sehr gut abgesichert waren, stellen sie doch Versuchsanlagen dar. Folglich wurden bewußt alle Anlagen in den Details verschieden ausgelegt. Dadurch sollten einerseits die Erfolgchance erhöht und gleichzeitig Vergleiche ermöglicht werden.

3. ARA LAUSSERBAUERALM

3.1. Beschreibung der Anlage

3.1.1. Allgemeines

Die Laussabaueralm befindet sich im Gebiet des Hengstpasses, ca. 10 km östlich von Windischgarsten. Sie liegt in 785 m Seehöhe und gehört zur oberösterreichischen Gemeinde Rosenau am Hengstpaß.

Die Alm wird in der Zeit von Mai bis Oktober vom Besitzer Baumann Herbert bewirtschaftet. Im Frühjahr 1992 wurde eine Solarstromanlage installiert, die die Hütte mit ausreichend Strom versorgt.

Den Gästen werden kalte und warme Speisen geboten. Auf Bestellung wird für größere Gruppen ein Grillabend veranstaltet. Im Matratzenlager können etwa 40 Personen untergebracht werden.

Für die Besucher stehen Spülklosetts und ein Waschbecken mit kaltem Wasser zur Verfügung. Warmwasser und Duschmöglichkeit sind dem Personal und länger bleibenden Gästen vorbehalten.

Die Hütte kann auch mit Autobussen erreicht werden. Sie gilt mittlerweile als Geheimtip und erfreut sich großer Beliebtheit.



3.1.2. Abwasserfrachten

Der Bemessung wurden 150 Tagesgäste und zwei Dauerbewohner zugrundegelegt. Die Nächtigungsmöglichkeiten wurden aufgrund falscher Informationen bei der Planung nicht berücksichtigt. Die jährlich anfallende Fäkalschlammmenge von 5 m^3 wurde als zweite Grundlage ebenfalls herangezogen.

rechnerische Abwassermenge:

a) Spitzentag: 150 Tagesgäste

ÖWWV-Rbl. 1:

150 Tagesgäste	$150 \cdot 10 \text{ l/d}$	1.500 l/Spitzentag
2 Dauerbewohner	$2 \cdot 150 \text{ l/d}$	300 l/d
gesamt:		1.800 l/Spitzentag

b) 5 m^3 Fäkalschlamm/Halbjahr

ATV: $1,0 \text{ m}^3/\text{E.Jahr}$ bzw. $0,5 \text{ m}^3/\text{E.Halbjahr}$

$5 \text{ m}^3/0,5 \text{ m}^3/\text{EGW.Jahr}$ 10 EGW

tatsächliche Abwassermenge:

Die durchgeführten Messungen ergaben einen tatsächlichen Abwasseranfall von bis zu $2,0 \text{ m}^3/\text{Spitzentag}$.

3.1.3. Konstruktive Ausbildung

Sämtliche Abwässer werden in einer 3 m³ großen Absetzkammer von absetzbaren Stoffen getrennt. Die dabei auftretende Anfaulung des Abwassers wurde bewußt in Kauf genommen.

In einem horizontal durchströmten Kiesfilter werden eventuell noch vorhandene Grobstoffe zurückgehalten. Als Material wurde gewaschenes Naturkorn der Körnung 16/32, Kalkgestein, verwendet.

Die obere Schichte des vertikal durchströmten Beetes 1 wurde in Hinblick auf eine mögliche Verstopfungsgefahr und zur Sicherstellung einer ausreichenden Sauerstoffanreicherung des Abwassers mit gewaschenem Naturkies 4/8, Kalkgestein, ausgeführt. Die eingebaute Schichte Sand 0/4 soll ein zu rasches Durchfallen des Abwassers verhindern.

Das Beet 2 ist ausschließlich mit gewaschenem Sand der Körnung 0/4 gefüllt. Ein Rückstau des Abwassers war ursprünglich nicht vorgesehen, wurde jedoch aufgrund der ersten Meßergebnisse ab August durchgeführt.

Das letzte Beet 3 ist ebenfalls mit gewaschenem Sand der Körnung 0/4 gefüllt, weist aber im Unterschied zum Beet 2 einen künstlichen "Grundwasserspiegel" bis etwa 20 cm unter die Oberfläche auf.

Die gereinigten Abwässer werden in den Karbach eingeleitet.

Der folgenden Abbildung können der schematische Aufbau und die Größe der einzelnen Beete entnommen werden.

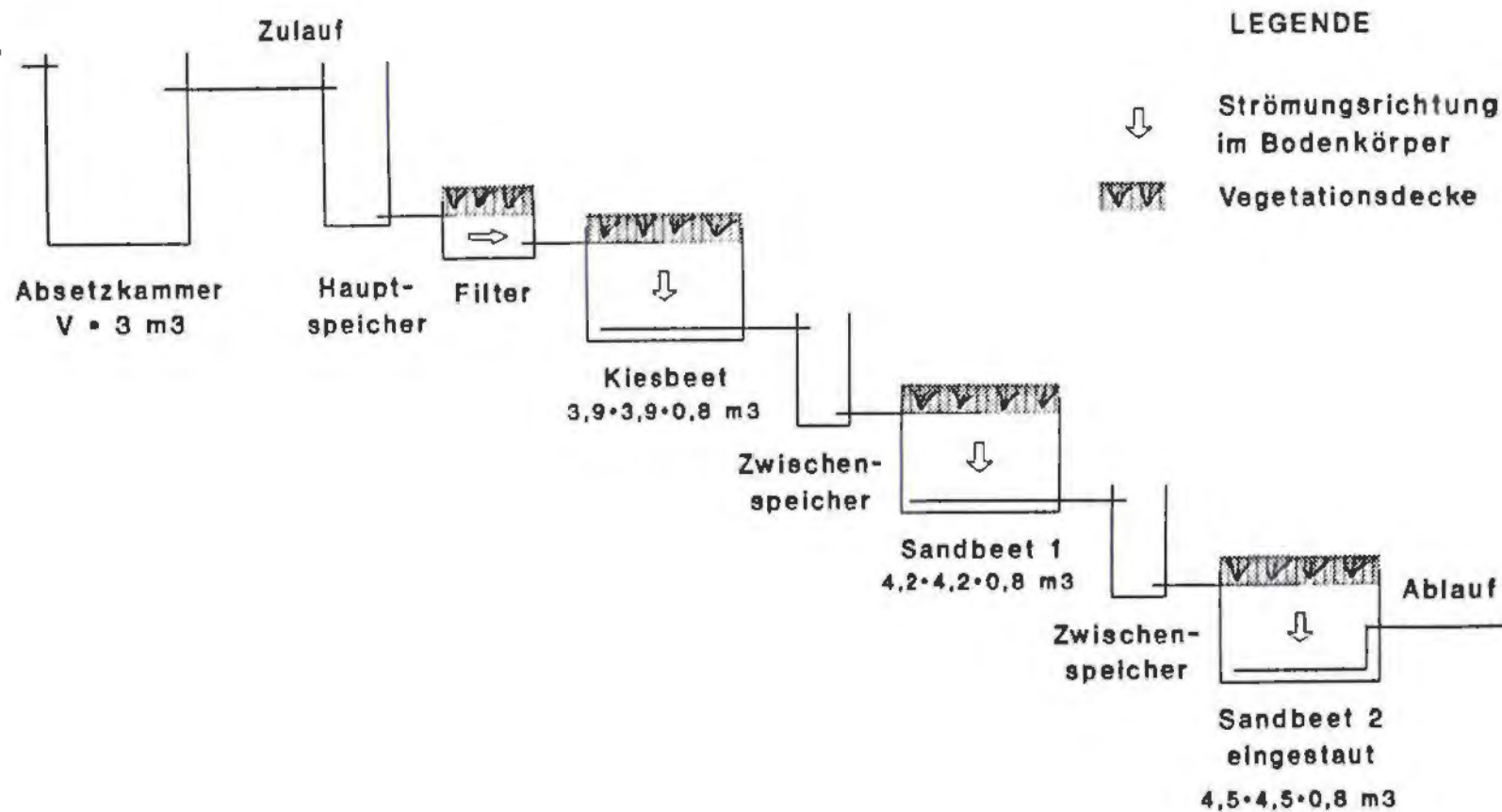


Abb. 2: Systemskizze ARA Laussabaueralm

3.1.4. Pflanzenbestand

Im laufe der Saison 1992 wurden die Beete mehrmals mit in der Umgebung vorhandenen Sumpfpflanzen initiiert. Aufgrund des äußerst trockenen Sommers verdörrte jedoch ein Großteil der Setzlinge. Eine am 11.10.1992 durchgeführte-Erhebung ergab für die ARA Laussabaueralm folgenden Pflanzenbestand:

Filter:

2 Stk. Gemeine Pestwurz	Petasites hybridus
Roßminze	Mentha longifolia

1. Beet: 19 Pflanzen

Wald-Simse	Scirpus silvaticus
Rohrglanzgras	Typhoides arundinacea
Roßminze	Mentha longifolia
Gemeine Pestwurz	Petasites hybridus
1 Sumpfwidenröschen	Epilobium palustre
1 Sumpfdotterblume	Caltha palustris

2. Beet: 1/3 bedeckt

Rohrglanzgras	Typhoides arundinacea
Roßminze	Mentha longifolia
Schilfrohr	Phragmites australis
Wald-Simse	Scirpus silvaticus
Alpenampfer	Rumex alpinus
Sumpfwidenröschen	Epilobium palustre
Sumpf-Vergißmeinnicht	Myosotis palustris

Gemeine Pestwurz
Große Brennessel
diverse Weidegräser

Petasites hybridus
Urtica dioica

3. Beet: 3/4 bedeckt

Rohrglanzgras
Schilfrohr
Gemeine Pestwurz
Wald-Simse
Große Brennessel
Sumpfdotterblume
Alpenampfer
Sumpfweidenröschen
Roßminze
Riesen-Schachtelhalm
diverse Weidegräser

Typhoides arundinacea
Phragmites australis
Petasites hybridus
Scirpus silvaticus
Urtica dioica
Caltha palustris
Rumex alpinus
Epilobium palustre
Mentha longifolia
Equisetum telmateia

3.1.5. Kosten

Die Kosten für die Errichtung der Abwasserreinigungsanlage Laussabaueralm beliefen sich, bei Berücksichtigung der Eigenleistungen auf rund öS 122.000,-. Vom Verein Nationalpark Kalkalpen wurde diese Anlage mit insgesamt öS 88.555,-- oder 75 % der Gesamtkosten gefördert.

3.2. Analysenergebnisse Laussabaueralm

Im folgenden sind die Analysenergebnisse der 1992 durchgeführten Messungen angeführt. Die neben dem jeweiligen Datum angeführten Abkürzungen stehen für das Labor, welches die Analysen durchgeführt hat. Dabei gelten die einzelnen Kurzformen für folgende Labors:

Labor Verein Nationalpark Kalkalpen	NPK
Universität Innsbruck	UI
Reinholdungsverband Lambach	RHV
Universität für Bodenkultur	BOKU
Unterabteilung für Gewässerschutz	UGS

Das Ziehen von Proben war an den Entnahmestellen Zulauf, 1. Zwischenspeicher (1.ZSP), 2. Zwischenspeicher (2. ZSP) und Ablauf möglich. Untenstehend sind alle vorliegenden Meßergebnisse, nach dem Datum der Probenahme geordnet, angeführt.

Sämtliche Proben, welche durch das Institut für Siedlungswasserbau der Technischen Universität Innsbruck analysiert wurden, sind von einem institutseigenen Team vor Ort gezogen worden.

Die von der Unterabteilung für Gewässerschutz analysierten Proben wurden ebenfalls durch Personal der Abteilung gezogen.

Allen anderen Labors wurden die Proben durch das Forschungsteam des Nationalparks Kalkalpen zugestellt.

3.2.1. Einzelproben

	CSB	BSB ₅	NH ₄	NO ₃	NO ₂	Pges
<u>06.08.1992 (RHV):</u>						
Ablauf:	15		10,5	16,8	1,665	
<u>12.08.1992 (NPK):</u>						
Ablauf:			10,4	20,9	2,11	3,85
<u>14.08.1992 (NPK):</u>						
Zulauf:			72	0,4	<0,01	7,6
1. ZSP:			36	1,5	1,8	0,05
2. ZSP:			12	20,5	1,1	4,0
Ablauf:			10	16,8	0,8	4,1
<u>16.08.1992 (BOKU):</u>						
Zulauf:	261	112	83	<0,1		7,5
Ablauf:	10	4	9,5	19		3,3
<u>31.08.1992 (NPK):</u>						
Zulauf:			92	0,54	0,06	
1. ZSP:			38	0,88	0,13	
2. ZSP:			24	14,0	1,23	
Ablauf:			7,5	20,1	0,68	

3.2.2. Meßkampagne 05.-06.09.1992:

Während dieser Meßkampagne besuchten etwa 100 Tagesgäste die Laussabaueralm. Davon nächtigten rund 60 Personen in den Lagern bzw. der Hütte. Die Tagestemperaturen lagen um +10 °C, in der Nacht sanken die Temperaturen auf +2°C.

Zur Absicherung der Werte wurde ein Teil der Proben doppelt genommen und von der Universität für Bodenkultur analysiert.

05.-06.09.1992 (BOKU):

	CSB	BSB ₅	NH ₄ -N
Zul. 18-20 ^h :	350	180	92,0
Zul. 09-11 ^h :	397	193	112,0
Zul. 11-13 ^h :	436	195	111,0
1.ZSP. 11-13 ^h :	89	24	58,0
2.ZSP. 11-13 ^h :	25	2	27,0
Abl. 16-18 ^h :	14	3	2,0
Abl. 20-22 ^h :	19	1	4,3
Abl. 24 ^h :	21	2	10,4
Abl. 09-11 ^h :	17	1	6,6
Abl. 11-13 ^h :	17	1	5,0

<u>05 - 06.09.92 (NPK):</u>	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N
Zulauf 16-18 ^h :	79	0,02	0,40
Zulauf 18-20 ^h :	75	0,01	0,62
Zulauf 20-22 ^h :	110	0,05	0,48
Zulauf 22-24 ^h :	97	0,03	0,49
Zulauf 01-04 ^h :	77	0,02	0,48
Zulauf 07-09 ^h :	99	0,04	0,61
Zulauf 09-11 ^h :	94	0,02	0,59
Zulauf 11-13 ^h :	110	0,04	0,71
1. ZSP 16-18 ^h :	44	0,26	1,81
1. ZSP 18-20 ^h :	41	0,56	3,50
1. ZSP 20-22 ^h :	57	0,57	0,65
1. ZSP 22-24 ^h :	53	0,19	0,51
1. ZSP 01-04 ^h :	54	0,01	0,43
1. ZSP 07-09 ^h :	47	0,55	4,30
1. ZSP 09-11 ^h :	47	1,98	1,78
1. ZSP 11-13 ^h :	59	0,71	1,13
2. ZSP 16-18 ^h :	13	0,16	7,4
2. ZSP 18-20 ^h :	27	0,21	8,9
2. ZSP 20-22 ^h :	15	0,17	9,5
2. ZSP 22-24 ^h :	16	0,18	9,2
2. ZSP 01-04 ^h :	21	0,16	8,6
2. ZSP 09-11 ^h :	28	0,25	12,2
2. ZSP 11-13 ^h :	32	0,30	13,7
Ablauf 18-20 ^h :	3,1	0,47	10,5
Ablauf 20-22 ^h :	4,8	0,67	10,8
Ablauf 22-24 ^h :	8,6	0,77	11,7
Ablauf 01-04 ^h :	12,0	0,71	11,6
Ablauf 07-09 ^h :	8,4	0,89	11,6
Ablauf 09-11 ^h :	7,7	0,57	10,4
Ablauf 11-13 ^h :	5,7	0,70	12,4

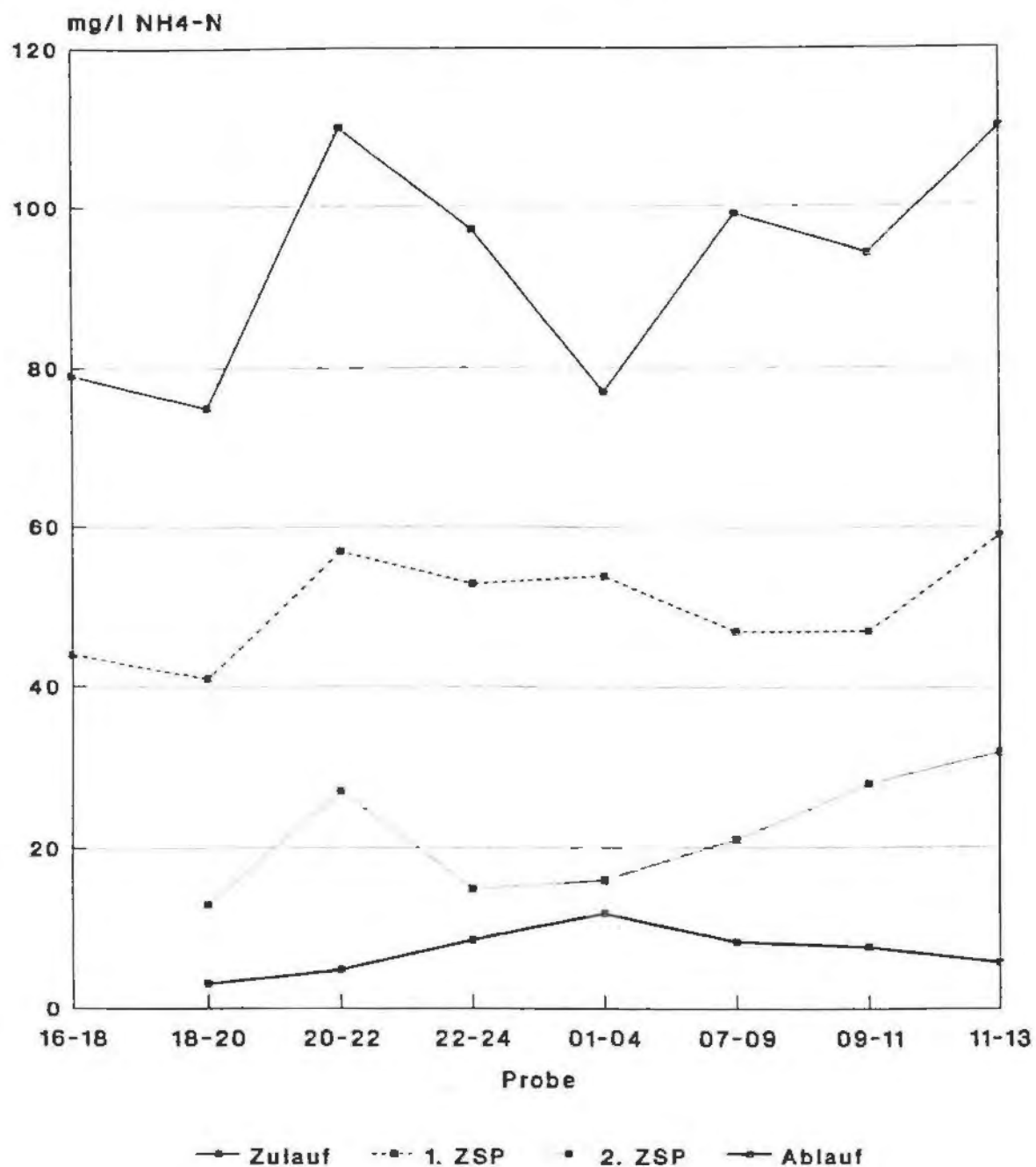


Abb. 3: Ammonium-Werte Laussabaueralm
Meßkampagne 05 - 06.09.92 (NPK)

Untenstehend sind alle im Feld durchgeführten Messungen angeführt. Die einzelnen Parameter wurden mit Kleingeräten vor Ort ermittelt. Die durchgeführte Mengenermittlung ergab für den Beobachtungszeitraum von 21 h eine aufbereitete Abwasserfracht von 1400 l.

Zulauf

Zeit	Abstich (cm) NW 120	pH	LF	°C	mg O ₂ /l
16.25	110				
16.50	107				
17.28	106				
17.53	101	7,05	853	10,2	1,8
18.25	114				
18.55	100				
19.15	95				
19.50	114		640	9,7	1,8
20.15	112				
20.55	101				
21.20	95				
21.55	114				
22.22	109				
22.50	101				
23.20	99				
23.55	112		610	10,7	1,9
01.15	103				
02.10	95				
03.22	95		649	8,6	1,5
07.17	108		674	10,1	1,3
07.50	107		695	10,1	1,3

Zeit	Abstich (cm) NW 120	pH	LF	°C	mg O ₂ /l
08.17	104		716	10,5	
09.03	109		727	10,5	
09.40	105		735	11,2	
09.42	118				
10.17	116		730	11,1	
10.48	106		757	11,3	
11.20	97		790	12,0	
11.49	90		780	12,2	
12.20	84		818	11,9	
12.22	117				
12.49	118		804	12,2	
13.25	114		802	12,0	

dH = 124 cm

1,4 m³1. Zwischenspeicher

16.15	31,3	7,24	685	10,8	3,1
16.44	25,0	7,2	669	10,4	3,8
17.21	24,0	7,12	657	9,2	3,6
17.50	21,2	7,04	647	10,5	4,1
18.20	20,0	6,98	573	9,7	5,1
18.50	75,0	7,13	509	10,2	3,8
19.10	37,5		510	10,0	4,3
19.45	35,0		504	10,1	4,3
20.12	52,5		495	9,7	3,9
20.50	27,5		502	10,1	4,2
21.50	125,0		493	9,2	9,7
22.47	26,7				

Zeit	Schüttung (ml/s)	pH	LF	°C	mg O ₂ /l
23.18	25,0				
23.50	14,0		502	9,5	3,8
02.07			533	9,4	2,6
03.27	15,0		554	8,7	3,0
07.12	26,7		520	9,1	3,3
07.47	22,7		558	10,0	3,2
08.15	21,7		553	9,4	5,1
08.58	16,7		560	10,1	
09.38			563	10,2	
10.16			587	10,5	
10.47			590	10,1	
11.17	25,0		631	10,7	
11.48	25,0		630	10,5	
12.17	20,0		672	10,7	
12.47			669	10,5	
13.20	35,0		666	10,9	

2. Zwischenspeicher

16.06	62,5	7,21	555	10,5	3,4
16.38	37,5	7,18	613	9,8	3,2
17.15	28,8	7,05	532	9,9	4,0
17.45	30,6	6,95	506	9,3	4,1
18.15	26,8	6,9	463	10,1	5,3
18.45	37,5	7,05	452	9,5	5,0
20.45			432	9,9	4,6
23.45			426	9,9	3,5
03.12			462	8,8	3,6
07.05			485	9,4	4,2
07.43			493	9,5	3,9

Zeit	Schüttung (ml/s)	pH	LF	°C	mg O ₂ /l
08.10			510	9,7	4,1
08.52			510	9,7	
09.36			511	9,8	
10.15			513	9,6	
10.43			515	9,7	
11.14			536	10,1	
11.46			538	10,3	
12.15			538	10,1	
12.45			553	10,2	
13.15			547	10,5	

Ablauf

15.55	95,5	7,2	424	11,8	4,6
16.30	88,2	7,25	433	10,8	5,1
17.08	40,0	7,20	401	10,3	5,5
17.35	31,3	7,06	404	11,2	5,0
18.10	25,0	6,95	385	10,1	6,4
18.40	17,5	7,01	366	11,5	6,7
19.04	12,5		357	10,1	6,4
19.33	8,8		353	10,0	6,1
20.05	8,8		344	11,0	6,3
20.43	8,3		348	11,8	5,9
21.10	10,0		349	10,1	5,2
21.40	10,0		373	11,0	5,3
22.10	10,0		370	9,7	5,0
22.40	9,5		372	10,9	5,5
23.05	10,0		382	11,1	5,3
23.40	10,0		394	10,0	4,4
24.05	10,0				

Zeit	Schüttung (ml/s)	pH	LF	°C	mg O ₂ /l
24.15	16,7				
01.03	15,0		396	12,5	4,4
02.00	7,5		369	10,3	5,2
03.07	kein Ablauf				
07.00	kein Ablauf				
07.35	3,3		391	8,6	6,1
08.04	23,3		417	11,6	3,9
08.48	45,0		403	12,5	
09.32	45,0		393	11,7	
10.08	40,0		400	11,0	
10.40	4,3		406	10,5	
11.10	22,5		401	12,3	
11.41	13,3		400	12,2	
12.10	4,2		405	11,2	
12.40	kein Ablauf				
13.10	kein Ablauf				

Der rein rechnerischen Ermittlung der Tagesmischprobe liegen die Frachtmessungen und die Laboranalysen der Mischproben zugrunde.

Mengenmäßige Gewichtung der Ablaufwerte

Zeit	Mittel	Dauer (min)	Schüttung (ml/s)	Q (l)	Gewicht (%)
	15.38				
15.55	16.13	35	95,5	201	15,0
16.30	16.49	36	88,2	191	14,2
17.08	17.22	33	40,0	79	5,7

Zeit	Mittel	Dauer (min)	Schüttung (ml/s)	Q (l)	Gewicht (%)
17.35	17.53	31	31,3	58	<u>4,3</u>
18.10	18.25	32	25,0	48	5,9
18.40	18.52	27	17,5	28	3,4
19.04	19.19	27	12,5	20	2,5
19.33	19.49	30	8,8	16	<u>2,0</u>
20.05	20.24	35	8,8	18	2,2
20.43	20.57	33	8,3	16	2,0
21.10	21.25	28	10,0	17	2,1
21.40	21.55	30	10,0	18	<u>2,2</u>
22.10	22.25	30	10,0	18	2,2
22.40	22.53	28	9,5	16	2,0
23.05	23.23	30	10,0	18	2,2
23.40	23.53	30	10,0	18	<u>2,2</u>
00.05	00.10	17	10,0	10	1,2
00.15	00.39	29	16,7	29	3,6
01.03	01.32	53	15,0	48	5,9
02.00	02.34	62	7,5	28	3,4
03.07			kein Ablauf		
07.00	07.18		kein Ablauf		
07.35	07.50	32	3,3	6	0,7
08.04	08.26	36	23,3	50	6,2
08.48	09.10	44	45,0	119	<u>14,7</u>
09.32	09.50	40	45,0	108	13,3
10.08	10.24	34	40,0	82	10,1
10.40	10.55	31	4,3	8	<u>1,0</u>
11.10	10.26	31	22,5	42	5,2
11.41	11.56	30	13,3	24	3,0
12.10	12.25	29	4,2	7	0,9
12.40			kein Ablauf		
13.10			kein Ablauf		

1341

Probenahme von - bis	Gewicht	NH ₄	Meßwert NH ₄ *G	NO ₃	NO ₃ *G
18-20	13,8	3,1	42,8	10,5	144,9
20-22	8,5	4,8	40,8	10,8	91,8
22-24	8,6	8,6	74,0	11,7	100,62
00-04	14,1	12,0	169,2	11,6	163,56
07-09	21,6	8,4	181,4	11,6	250,56
09-11	24,4	7,7	187,9	10,4	253,76
11-13	9,1	5,7	51,9	12,4	112,84
	100,1				

Gewichtetes Ablaufmittel:

7,48 mg NH₄-N/l
11,18 mg NO₃

3.2.3. Unterabteilung für Gewässerschutz

17.09.1992 (U-GS):

Die Probenahme erfolgte an einem ruhigen Montag. Die Hütte war am Vortag allerdings stark frequentiert worden.

	pH	Leitf	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Pges	CSB	TOC
Zulauf:	7,20	1170	79	0,07	<1	9,7	384	
Ablauf:	7,20	705	0,8	0,13	18	1,4	20	5,6

3.2.4. Meßkampagne 19.-20.09.1992 (UI):ISWU-Analysen, Tagesmischproben

Text	Zulauf	1. ZSP	2. ZSP	Ablauf	Trink- wasser
pH-Wert	7,7	7,6	7,6	7,7	7,8
m-Wert	7,80	5,55	5,88	4,83	2,12
p-Wert	0,96	0,55	0,46	0,29	0,11
Gesamthärte	7,4	10,0	9,8	9,5	6,3
Carbonathärte	7,4	10,0	9,8	9,5	5,9
CSB o	290	47	50	41	
CSB d	254	41			
BSB ₅ o		8	9	9	
N-Ammonium	67	34	27	9	
N-Nitrit	0,06	0,82	0,89	0,42	
N-Nitrat	0,73	6,26	11,60	21,90	
P-o-Phosphat	7,4	4,5	4,3	2,4	
PE-Extrakt	12	13	18	32	
An. Tenside	2,8	0,1	0,2	0,3	

2 Stunden-Mischproben:

PROBE DIM	CSB o mg/l	CSB d mg/l	NH ₄ -N mg/l
Zul. 14-19 ^h :	333	309	69,5
Zul. 19-24 ^h :	315	282	63,0
Zul. 00-06 ^h :	239	229	56,8
Zul. 06-10 ^h :	246	231	60,8
Zul. 10-14 ^h :	297	248	64,3
Zul. EZP:	225	215	60,0
1. ZSP. 14-19 ^h :	40	38	26,8
1. ZSP. 19-24 ^h :	78	78	43,3
1. ZSP. 00-06 ^h :	53	48	37,0
1. ZSP. 06-10 ^h :	40	35	29,8
1. ZSP. 10-14 ^h :	51	45	30,3
1. ZSP. EZP:	43	30	32,8
2. ZSP. 14-19 ^h :	41		20,0
2. ZSP. 19-24 ^h :	46		27,5
2. ZSP. 00-06 ^h :	46		33,5
2. ZSP. 06-10 ^h :	45		33,0
2. ZSP. 10-14 ^h :	24		34,8
2. ZSP. EZP:	41		
Abl. 14-19 ^h :	24		2,4
Abl. 19-24 ^h :	42		7,7
Abl. 00-06 ^h :	24		12,4
Abl. 06-10 ^h :	41		12,6
Abl. EZP:	30		12,4

Einzelproben:

PROBE DIM	CSB o mg/l	NH ₄ -N mg/l
Zul. 02.00 ^h :	243	51,8
Zul. 10.00 ^h :	288	63,3
Zul. 14.00 ^h :	270	41,0
1. ZSP. 02.00 ^h :	25	29,0
1. ZSP. 10.00 ^h :	15	22,0
1. ZSP. 14.00 ^h :	48	26,8
2. ZSP. 02.00 ^h :	80	35,0
2. ZSP. 10.00 ^h :	45	33,8
2. ZSP. 14.00 ^h :	29	26,8
Abl. 02.00 ^h :	33	13,3
Abl. 10.00 ^h :	36	8,5
Abl. 14.00 ^h :	161	17,5

3.2.5. Meßkampagne 11.10.1992 (NPK):

Für dieses Wochenende war eine Gruppe von 40 Personen für einen Grillabend angemeldet. Es war geplant, im Lager zu übernachten und am Sonntag morgen abzureisen. Tagesgäste kamen nur mehr wenige.

Am 7.10.1992 wurden einige Änderungen an der Schwimmersteuerung zur stoßweisen Beschickung der Beete durchgeführt. Am 10.10.1993 nachmittags mußte jedoch festgestellt werden, daß sich die Steuerung verklemmt hatte und der Anlage offensichtlich während der letzten Tage kein Abwasser zugeführt worden war. In einer ersten Maßnahme wurde eine Entleerung des vollen Hauptspeichers durchgeführt und die Anlage dadurch mit etwa 1,4 m³ Abwasser beschickt. Der Beginn der Meßkampagne wurde auf Sonntag morgen verschoben.

Am 11.10.92 bot sich um 9.30 wiederum dasselbe Bild. Die Steuerung hatte sich erneut verklemmt, der Hauptspeicher war voll. Wiederum wurden 1,4 m³ Abwasser der Anlage zugeführt und die Messungen begonnen. Um 11.10 hatten sich erneut 0,7 m³ Abwasser im Speicher angesammelt. Die Hütte war bereits leer. Es kam zu keinem weiteren Abwasseranfall. Auch diese Menge wurde der Anlage zugeführt.

Wie zu erwarten, zeigen die Ablaufwerte aufgrund der extremen Belastung (3,5 m³ innerhalb von 20 h) einen deutlichen Sprung. Trotzdem wurde eine beachtliche Reinigungsleistung erzielt.

	Zeit	pH	NH ₄	NO ₂	NO ₃
Zulauf:	9.35	7,38	112		0,68
Zulauf:	10.25	7,54	113		0,70
Zulauf:	10.50	7,62	117		0,63
1. ZSP:	9.30	7,37	79		0,43
1. ZSP:	10.51	7,23	69		0,33
1. ZSP:	10.56	7,46	88		0,55
1. ZSP:	11.07	7,56	105		0,58
1. ZSP:	11.23	7,59	98		0,56
1. ZSP:	12.02	7,53	96		0,56

	Zeit	pH	NH ₄	NO ₂	NO ₃
2. ZSP:	9.00	8,18	37,6	<0,005	0,37
2. ZSP:	10.45	7,96	51,0	<0,010	0,39
2. ZSP:	11.02	8,01	36,7	<0,005	0,40
2. ZSP:	11.08	8,06	50,4	<0,007	0,47
2. ZSP:	11.29	8,13	61,3	<0,005	0,43
2. ZSP:	12.07	8,02	64,5	<0,005	0,49
2. ZSP:	16.30	8,18	31,3	<0,005	0,41
Ablauf:	9.40	7,8	0,33	0,03	12,9
Ablauf:	10.20	7,7	0,24	0,08	12,3
Ablauf:	10.45	7,8	0,18	0,12	12,9
Ablauf:	11.20	7,5	10,60	0,31	10,4
Ablauf:	11.47	7,7	17,90	0,41	10,4
Ablauf:	12.15	7,6	7,60	0,15	11,7
Ablauf:	12.45	7,9	14,20	0,06	12,8

Da der verwendete Abflußschlauch (NW 50) die anfallende Abwassermenge nicht unmittelbar abführen konnte, kam es zu einem leichten Einstau des dritten Beetes. Diese Gelegenheit wurde benützt, um über eine eingebaute Sonde das Porenvolumen des verwendeten Sandes zu bestimmen.

In der Zeit von 14.53 bis 16.01 wurde ein konstanter Maximalabfluß von 168 ml/sec gemessen. Dies entspricht einer abgeführten Wassermenge von 685 l während des Beobachtungszeitraumes. Gleichzeitig sank der Wasserspiegel im Sandkörper von 0 auf -15,9 cm. Bei einer Oberfläche von 20 m² des Beetes 3 ergibt sich ein Gesamtvolumen von 3,18 m³ bzw. ein Porenvolumen (Luftporen) von 21,5 %.

4. ARA ANLAUFALM

4.1. Beschreibung der Anlage

4.1.1 Allgemeines

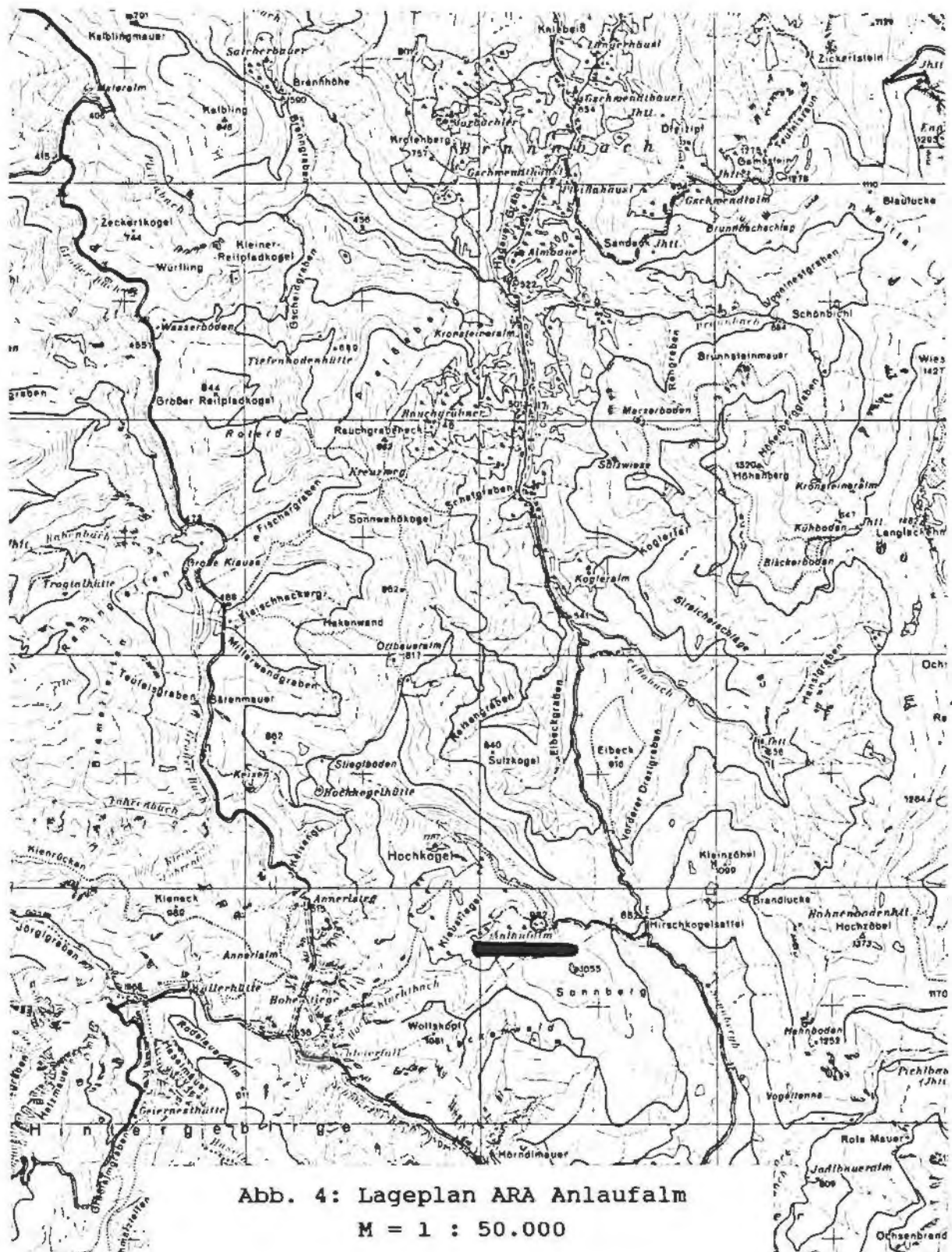
Die Anlaufalm befindet sich am Rand des Reichraminger Hintergebirges, ca. 12 km südlich von Großraming. Sie liegt in 982 m Seehöhe und gehört zum Gebiet der oberösterreichischen Gemeinde Reichraming.

Die Alm ist Eigentum der Österreichischen Bundesforste und wird von der Weidegenossenschaft Großraming Ges.m.b.H. vom 10.Mai bis 30. September bewirtschaftet. Es steht kein elektrischer Strom zur Verfügung.

Den Gästen werden kalte und warme Speisen geboten. Im Matratzenlager können etwa 30 Personen untergebracht werden. Warmwasser und steht nur dem Personal zur Verfügung.

Die Toiletanlage ist in Anlehnung an die Holzhütte errichtet. Die Fäkalien werden in der Jauchegrube zwischengespeichert und auf das Weidegebiet verbracht.

Die Hütte kann nur über Forststraßen mit Genehmigung der Österreichischen Bundesforste erreicht werden.



4.1.2. Abwasserfrachten

Der Bemessung wurden 2 Dauerbewohner, 30 Lager und 150 Tagesgäste zugrundegelegt.

rechnerische Abwassermenge:

ÖWWV-Rbl. 1: 2 Dauerbewohner	2* 150 l/d	300 l/d
30 Lager	30*10 l/d	300 l/d
5 l/Besucher *150 Tagesgäste		750 l/d
gesamt:		1.350 l/Spitzentag

tatsächliche Abwassermenge:

Um immer frisches Wasser im Holztrog zu haben wird der Wasserhahn nur bei extremer Trockenheit abgedreht. Der tatsächliche Anfall liegt daher mit bis zu 9 m³/d wesentlich über der rechnerischen Abwassermenge. Das Abwasser ist dadurch stark verdünnt.

4.1.3. Konstruktive Ausbildung

Da lediglich die Grauwässer aufzubereiten sind, konnte auf ein Absetzbecken verzichtet werden.

Diverse Grobstoffe werden im horizontal durchströmten Kiesfilter zurückgehalten.

Die obere Schichte des vertikal durchströmten Beetes 1 wurde in Hinblick auf eine mögliche Verstopfungsgefahr und zur Sicherstellung einer ausreichenden Sauerstoffanreicherung des Abwassers ebenfalls mit gewaschenem Naturkies 4/8, Kalkgestein, ausgeführt. Die eingebaute Schichte Sand soll ein zu rasches Durchfallen des Abwassers verhindern.

Im Frühjahr 1992 wurde das Beet 1 überflutet und es kam zu starkem Erdeintrag. Die Durchlässigkeit des Beetes 1 ist daher nicht mehr in dem gewünschten Maß gegeben, doch können die anfallenden Mengen ordnungsgemäß abgeführt werden.

Das Beet 2 ist ausschließlich mit gewaschenem Sand der Körnung 0/4 gefüllt. Das Abwasser wird über die Drainage sofort abgeführt.

Das letzte Beet 3 ist ebenfalls mit gewaschenem Sand der Körnung 0/4 gefüllt, weist aber im Unterschied zum Beet 2 einen künstlichen "Grundwasserspiegel" bis etwa 20 cm unter der Oberfläche auf.

Aufgrund technischer Problem werden die Beete, entgegen der ursprünglichen Absicht, konstant beschickt.

Der Dimensionierung ist ein gesamter Flächenbedarf von 3 m²/EGW zugrundegelegt.

Die gereinigten Abwässer werden in den Hochschlachtbach eingeleitet.

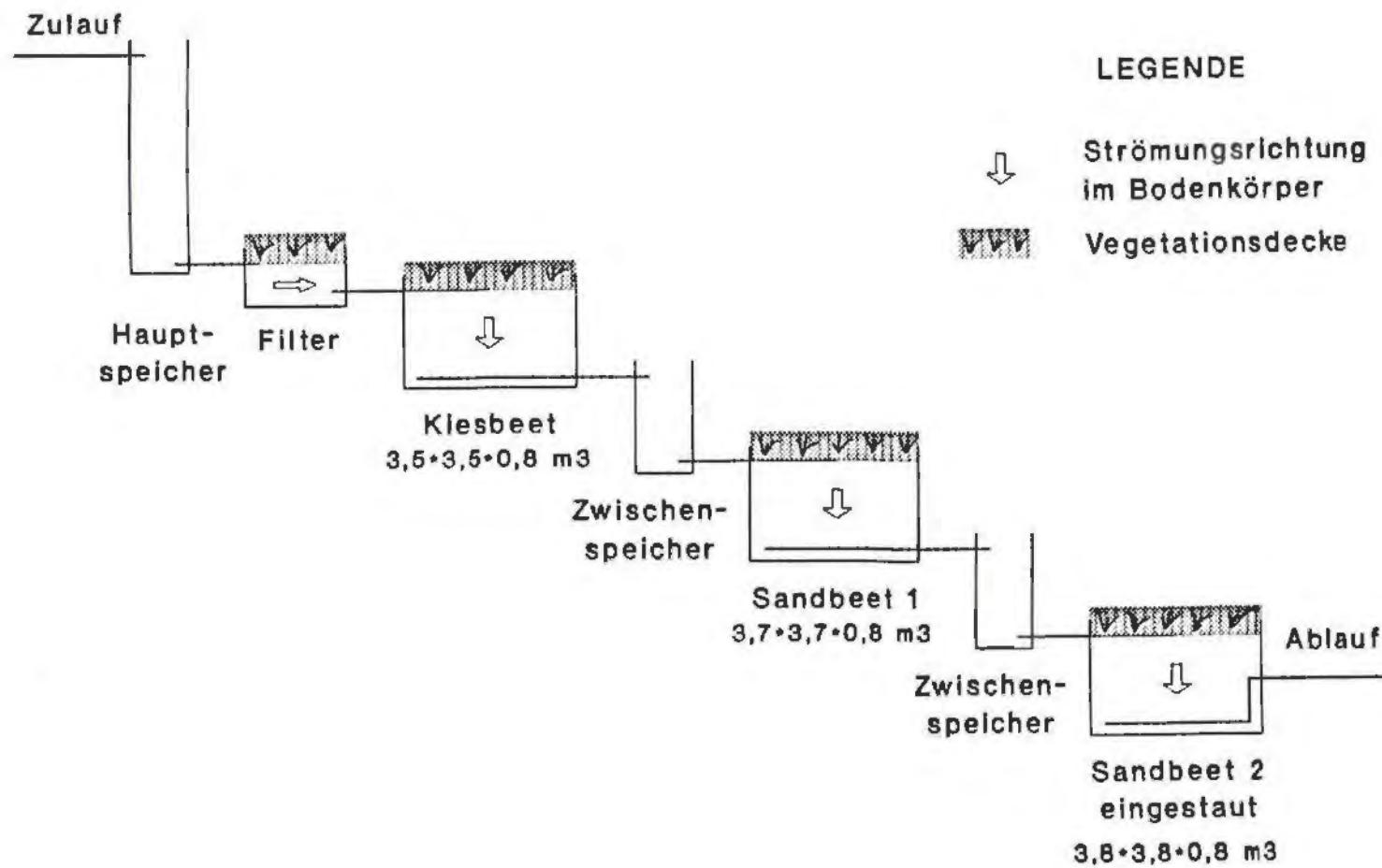


Abb. 5: Systemskizze ARA Anlaufalm

4.1.4. Pflanzenbestand

Im Laufe der Saison 1992 wurden die Beete mehrmals mit in der Umgebung vorkommenden Sumpfpflanzen initiiert. Aufgrund des äußerst trockenen Sommers verdorrte jedoch ein Großteil der Setzlinge. Bei einer am 3.10.1992 durchgeführten Erhebung wurden in den Beeten der ARA Anlaufalm folgende Pflanzen gefunden:

Filter: 1/10 bedeckt

1. Beet: 1/4 bedeckt

Rohrglanzgras	Typhoides arundinacea
Schilfrohr	Phragmites australis
Sumpfdotterblume	Caltha palustris
Große Brennnessel	Urtica dioica
Sumpfweidenröschen	Epilobium palustre
Wald-Simse	Scirpus silvaticus
Steife Segge	Carex elata
Kohldistel	Cirsium oleraceum
diverses Weidegras	

2. Beet: 1/3 bedeckt

Flatter-Binse	Juncus effusus
Steife Segge	Carex elata
Wald-Simse	Scirpus silvaticus
Roßminze	Mentha longifolia
Alpenampfer	Rumex alpinus

Große Brennessel
Wegerich
Sumpfdotterblume

Urtica dioica

Caltha palustris

3. Beet: 1/3 bedeckt

Roßminze
Alpenampfer
Große Brennessel
Sumpfdotterblume
Sumpfweidenröschen
Wald-Simse
Steife Segge
Wegerich

Mentha longifolia
Rumex alpinus
Urtica dioica
Caltha pa
Epilobium palustre
Scirpus silvaticus
Carex elata

4.1.5. Kosten

Die Gesamtkosten dieses Projektes beliefen sich auf öS 160.585,--. Vom Verein Nationalpark Kalkalpen wurde dieses Projekt mit insgesamt öS 91.368,-- oder 57 % gefördert.

4.2.1. Einzelproben

14.08.1992 (NPK):

	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Pges
Zulauf:	1,3	0,01	0,54	0,07
1. ZSP:	0,44	<0,01	0,14	0,19
2. ZSP:	0,02	0,02	1,60	0,10
Ablauf:	0,04	<0,01	0,78	

16.08.1992 (BOKU):

	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Zulauf:	127	260	3,0	<0,1	0,3
Ablauf:	5	11	0,8	<0,1	0,5

17.09.1992 (U-GS):

Die Probenahme erfolgte an einem ruhigen Montag. Die Hütte war am Wochenende allerdings stark frequentiert worden.

	pH	Leitf	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Pges	CSB	TOC
Ablauf:	7,30	395	0,4	0,05	1	<1	<15	1,8

4.2. Analysenergebnisse Anlaufalm

Im folgenden sind die Analysenergebnisse der 1992 durchgeführten Messungen angeführt. Die neben dem jeweiligen Datum angeführten Abkürzungen stehen für das Labor, welches die Analysen durchgeführt hat. Dabei gelten die einzelnen Kurzformen für folgende Labors:

Labor Verein Nationalpark Kalkalpen	NPK
Universität Innsbruck	UI
Reinholdungsverband Lambach	RHV
Universität für Bodenkultur	BOKU
Unterabteilung für Gewässerschutz	UGS

Das Ziehen von Proben war an den Entnahmestellen Zulauf, 1. Zwischenspeicher (1.ZSP), 2. Zwischenspeicher (2. ZSP) und Ablauf möglich. Untenstehend sind alle vorliegenden Meßergebnisse, nach dem Datum der Probenahme geordnet, angeführt.

Sämtliche Proben, welche durch das Institut für Siedlungswasserbau der Technischen Universität Innsbruck analysiert wurden, sind von einem institutseigenen Team vor Ort gezogen worden.

Die von der Unterabteilung für Gewässerschutz analysierten Proben wurden ebenfalls durch Personal der Abteilung gezogen.

Allen anderen Labors wurden die Proben durch das Forschungsteam des Nationalparks Kalkalpen zugestellt.

4.2.2. Meßkampagne 18.-19.07.1992 (UI):

PROBE DIM	CSB o mg/l	CSB d mg/l	NH ₄ -N mg/l
<u>Einzelmischproben ZULAUF</u>			
18.20	480	160	0,50
20.22	140	178	1,07
22.06	72	164	0,18
06.10	250	197	0,00
10.14	388	170	0,00
14.18	346	175	0,00
18.20	331	156	2,07
Tagesmischprobe	220	139	0,07
<u>Einzelmischproben 1. ZSP</u>			
18.20	105		0,00
20.22	68		0,26
22.06	80		0,01
06.10	36		0,19
10.14	24		0,28
14.18	9		0,21
18.20	14		0,14
Tagesmischprobe	69		0,06
<u>Einzelmischproben 2. ZSP</u>			
18.20	7		0,00
20.22	9		0,00
22.06	73		0,00
06.10	20		0,00
10.14	12		0,00
14.18	42		0,00
18.20	9		0,00
Tagesmischprobe	39		0,00

PROBE DIM	CSB o mg/l	CSB d mg/l	NH ₄ -N mg/l
<u>Einzelmischproben ABLAUF</u>			
18.20	17		0,07
20.22	17		0,05
22.06	5		0,03
06.10	64		0,03
10.14	10		0,16
14.18	14		0,13
18.20	23		0,18
Tagesmischprobe	11		0,09

4.2.3. Meßkampagne 09.-10.08.1992 (UI):

Da das Wasser aufgrund der Trockenheit bereits knapp war, wurde der Wasserhahn nur mehr bei Bedarf geöffnet. Während der Kampagne wurden 62 Tagesgäste, 5 Übernachtungen und 2 Personal gezählt. Der Abwasseranfall lag bei etwa 0,66 m³/3h.

ISWU-Analysen, Tagesmischproben

Text	DIM	Zulauf	1.ZSP	2.ZSP	Ablauf
CSB o	mg/l	2900	39	20	17
N-Ammonium	mg/l	1,5	0,3	0,1	0,0
P-Gesamt	mg/l	5,5	0,4	0,2	0,1
An. Tenside	mg/l	16,6	3,4	0,5	0,3
PE-Extrakt	mg/l	88,8	49,6	4,0	1,6
pH-Wert		6,9	7,3	7,6	7,7
Kappa 25	mS/cm	0,44	0,41	0,41	0,42

PROBE DIM	CSB o mg/l	CSB d mg/l
<u>Einzelmischproben ZULAUF</u>		
08.11	3110	715
11.14	2090	439
14.17	3860	578
17.20	3420	456
Tagesmischprobe	2900	205
 <u>Einzelmischproben 1.ZSP</u>		
08.11	32	
11.14	36	
14.17	27	
17.20	62	
20.23	76	
23.05	102	
05.08	34	
Tagesmischprobe	39	
 <u>Einzelmischproben 2. ZSP</u>		
08.11	42	
11.14	10	
14.17	97	
17.20	95	
20.23	72	
23.05	72	
05.08	29	
Tagesmischprobe	23	

1. Beet: 1/10 bedeckt

Wald-Simse	Scirpus silvaticus
Steife Segge	Carex elata
Gemeine Pestwurz	Petasites hybridus
Sumpfdotterblume	Caltha pa
Rohrglanzgras	Typhoides arundinacea
Schilfrohr	Phragmites australis
diverse Bodendecker	

2. Beet: 1/2 bedeckt

Wald-Simse	Scirpus silvaticus
Steife Segge	Carex elata
Gemeine Pestwurz	Petasites hybridus
Sumpfdotterblume	Caltha pa
Rohrglanzgras	Typhoides arundinacea
Schilfrohr	Phragmites australis
Flatter-Binse	Juncus effusus
Pfeffer-Knöterich	Polygonum hydropiper
diverse Weidegräser	

5.1.5. Kosten

Die Kosten für die Errichtung der Abwasserreinigungsanlage Ebenforstalm beliefen sich, bei Berücksichtigung der Eigenleistungen auf rund öS 127.000,-. Vom Verein Nationalpark Kalkalpen wurde diese Anlage mit insgesamt öS 98.682,- oder 78 % der Gesamtkosten gefördert.

PROBE	CSB o	CSB d
DIM	mg/l	mg/l

Einzelmischproben Ablauf

08.11	5
11.14	13
14.17	5
17.20	7
20.23	32
23.05	5
05.08	3
Tagesmischprobe	18

Anmerkung:

Die Tagesmischprobe Zulauf wurde 2 Stunden lang im Imhoff-Trichter abgesetzt, dabei wurden 12 ml/l absetzbare Stoffe erhalten, die dunkelgrau gefärbt waren. Der Überstand war klar.

5. ARA EBENFORSTALM

5.1. Beschreibung der Anlage

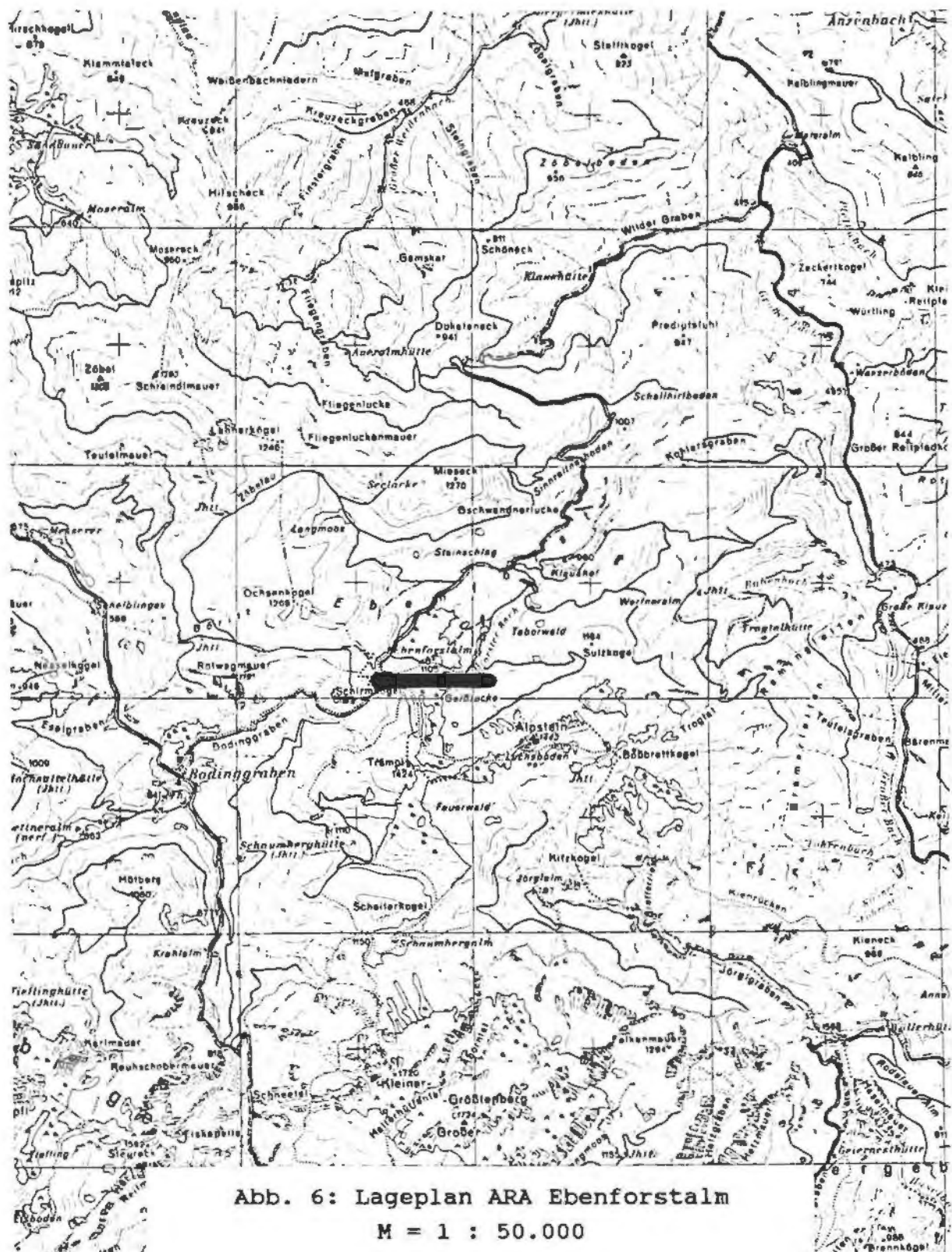
5.1.1. Allgemeines

Die Ebenforstalm befindet sich am Ebenforst, einem nördlichen Nachbarn des Reichraminger Hintergebirges. ca. 10 km südlich von Reichraming. Sie liegt in 1105 m Seehöhe und gehört zum Gebiet der oberösterreichischen Gemeinde Reichraming.

Die Alm befindet sich im Besitz der Österreichischen Bundesforste und wird in der Zeit vom 10. Mai bis 30. September von der Weidegenossenschaft Großraming Ges.m.b.H. bewirtschaftet. Es steht keine elektrische Energie zur Verfügung.

Auf der Ebenforstalm stehen drei Gebäude. Die Bewirtung und Unterbringung der Gäste erfolgt im Hauptgebäude, in dem auch das Sennpersonal wohnt. Die Toilettenanlage ist als Trockenabort in Anlehnung an die Scheune errichtet. Ein Matratzenlager bietet zusätzlich etwa 30 Personen Platz. Das dritte Gebäude wird nur gelegentlich von verschiedenen Gruppen benutzt. Es werden sowohl kalte als auch warme Speisen geboten. Warmwasser steht nur dem Personal zur Verfügung.

Die Hütte kann prinzipiell nur zu Fuß erreicht werden, da die Forststraße nur mit Genehmigung der Österreichischen Bundesforste befahren werden darf.



5.1.2. Abwasserfrachten

Der Bemessung wurden zwei Dauerbewohner, 150 Tagesgäste, sowie 40 Nächtigungen zugrundegelegt.

rechnerische Abwassermenge:

ÖWWV-Rbl. 1:	2 Dauerbewohner	2* 150 l/d	300 l/d
	40 Lager	40*10 l/d	400 l/d
	5 l/Besucher *150 Tagesgäste		750 l/d
	gesamt:		1.450 l/d

tatsächliche Abwassermenge:

Die tatsächlich anfallende Wassermenge liegt deutlich unter dieser rechnerischen Ermittlung bei etwa 1,0 m³ pro Spitzentag.

5.1.3. Konstruktive Ausbildung

Da keine Fäkalien im Abwasser enthalten sind, konnte auf ein Absetzbecken verzichtet werden. Das anfallende Abwasser gelangt somit unmittelbar in die Abwasserreinigungsanlage.

Ein horizontal durchströmter Kiesfilter hält alle anfallenden Grobstoffe zurück. Als Material wurde gewaschenes Naturkorn der Körnung 4/8, Kalkgestein, verwendet.

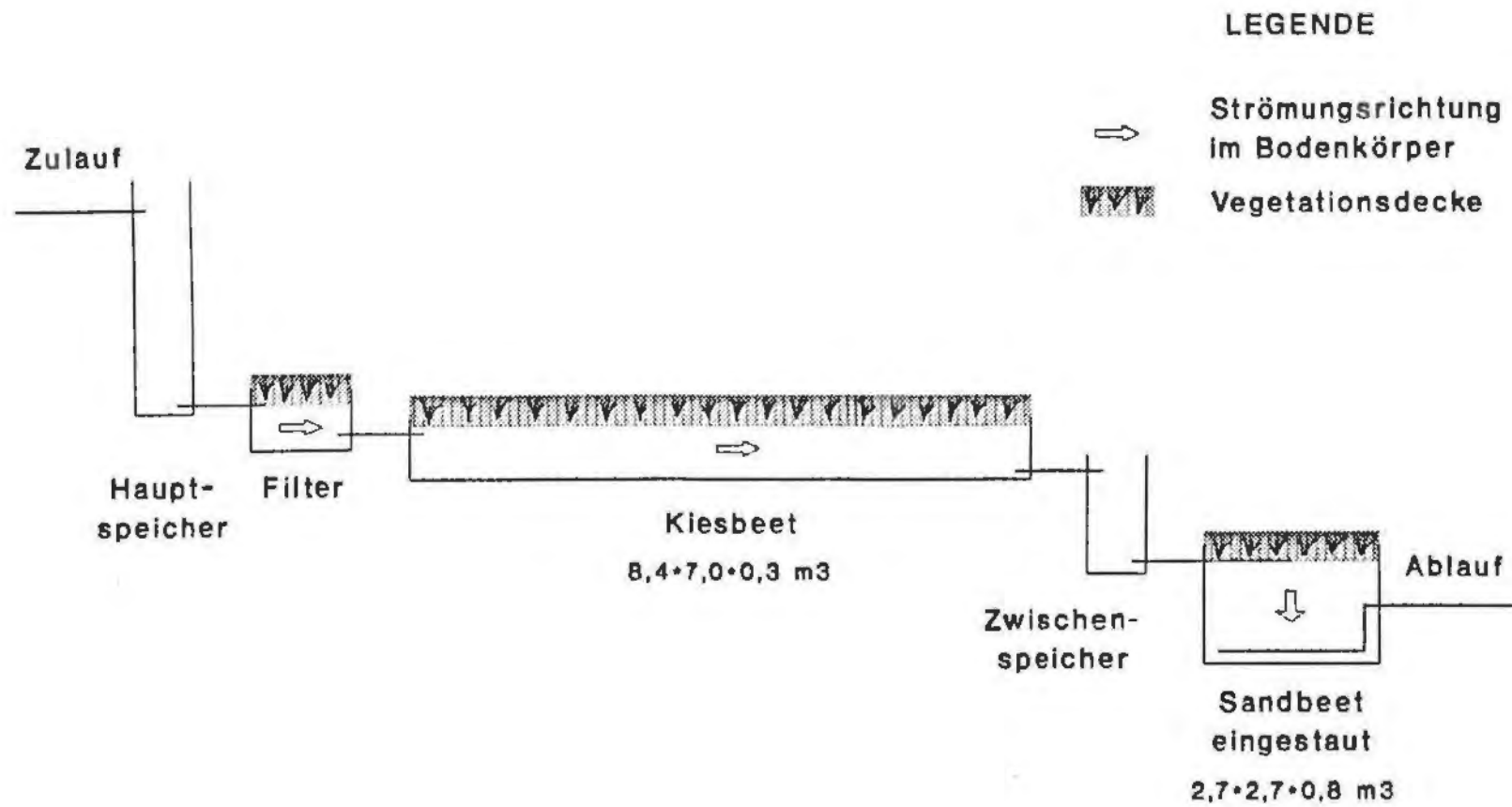


Abb. 7: Systemskizze ARA Ebenforstalm

Das Beet 1 wurde entsprechend der üblicherweise verwendeten Konzipierung mit horizontaler Durchströmung ausgeführt. Die Mächtigkeit der Kiesschichte wurde mit nur 30 cm allerdings bewußt seicht gewählt. Um ein Verdörren der jungen Pflanzen zu verhindern und die Aufenthaltszeit des Abwassers zu erhöhen, wurde das Becken rückgestaut.

Da die Leistungsfähigkeit horizontal durchströmter Becken als gering beurteilt wurde, wurde zur Absicherung ein vertikal durchströmtes Sandbeet angefügt. Dieses Becken weist konzeptiv einen künstlichen "Grundwasserspiegel" bis etwa 20 cm unter der Oberfläche auf.

Aufgrund technischer Problem werden die Beete, entgegen der ursprünglichen Absicht, konstant beschickt.

Der Dimensionierung ist ein gesamter Flächenbedarf von 5 m²/EGW zugrundegelegt.

Die gereinigten Abwässer werden in den Ebenforster Bach eingeleitet.

5.1.4. Pflanzenbestand

Eine am 3.10.1992 durchgeführte Erhebung des Vegetationsbildes ergab folgenden Bestand:

Filter: kein Bewuchs

5.2. Analysenergebnisse Ebenforstalm

Im folgenden sind die Analysenergebnisse der 1992 durchgeführten Messungen angeführt. Die neben dem jeweiligen Datum angeführten Abkürzungen stehen für das Labor, welches die Analysen durchgeführt hat. Dabei gelten die einzelnen Kurzformen für folgende Labors:

Labor Verein Nationalpark Kalkalpen	NPK
Universität Innsbruck	UI
Reinholdungsverband Lambach	RHV
Universität für Bodenkultur	BOKU
Unterabteilung für Gewässerschutz	UGS

Das Ziehen von Proben war an den Entnahmestellen Zulauf, Zwischenspeicher (ZSP) und Ablauf möglich. Untenstehend sind alle vorliegenden Meßergebnisse, nach dem Datum der Probenahme geordnet, angeführt.

Sämtliche Proben, welche durch das Institut für Siedlungswasserbau der Technischen Universität Innsbruck analysiert wurden, sind von einem institutseigenen Team vor Ort gezogen worden.

Die von der Unterabteilung für Gewässerschutz analysierten Proben wurden ebenfalls durch Personal der Abteilung gezogen.

Allen anderen Labors wurden die Proben durch das Forschungsteam des Nationalparks Kalkalpen zugestellt.

5.2.1. Einzelproben

14.08.1992 (NPK):

	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Pges
1. ZSP:	0,57	<0,01	0,28	0,78
Ablauf:	0,41	0,01	0,24	0,66

16.08.1992 (BOKU):

	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Zulauf:	690	1815	3,0	<0,1	5,8
Ablauf:	2	4	0,3	0,8	0,1

17.09.1992 (U-GS):

Die Probenahme erfolgte an einem ruhigen Montag. Die Hütte war am Wochenende allerdings stark frequentiert worden.

	pH	Leitf	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Pges	CSB	TOC
Ablauf:	7,35	395	0,6	<0,05	<1	<1	<15	4,3

5.2.2. Meßkampagne 18.-19.07.1992 (UI):

Tagesmischproben

PROBE	Zulauf	ZSP	Ablauf	DIM.	Methode
pH- Wert	8,2	8,7	8,6		ISWU
CSB o (mg/l)	725	305	74	mg/l	LANGE
BSB ₅	500	160	53	mg/l	ISWU
N-Ammonium	0,63	1,44	0,95	mg/l	LANGE
N-Nitrit	0,00	0,00	0,00	mg/l	IC
N-Nitrat	0,22	0,00	0,00	mg/l	IC
P-ortho-Phosphat	1,98	2,02	0,81	mg/l	IC
P-Gesamt	2,8	5,4	0,6	mg/l	LANGE
Chlorid	12,6	9,9	9,1	mg/l	IC
Sulfat	10,7	10,0	11,1	mg/l	IC
An. Tenside	10,9	4,7	1,7	mg/l	ISWU
PE-Extract	108	34	45	mg/l	ISWU
Gesamthärte	7,1	7,1	5,2	mg/l	ISWU
m-Wert	2,87	1,14	4,26	mg/l	ISWU
p-Wert	0,00	0,00	0,00	mg/l	ISWU
Carbonathärte	7,1	3,2	5,2	mg/l	ISWU

PROBE DIM	CSB o mg/l	CSB d mg/l	NH ₄ -N mg/l
<u>Einzelmischproben ZULAUF</u>			
18.24	3210	2410	0,05
05.10	713	980	0,18
10.14	876	721	0,00
14.18	930	866	0,20
Tagesmischprobe	1446	1182	0,63
<u>Einzelmischproben ZSP</u>			
18.22	356		0,20
05.10	309		0,18
10.14	213		0,18
14.18	292		0,00
18.22	290		0,00
Tagesmischprobe	305		1,44
<u>Einzelmischproben ABLAUF</u>			
18.22	250		0,11
10.14	200		0,02
14.18	180		0,20
18.22	180		0,00
Tagesmischprobe	190		1,44

5.2.3. Meßkampagne 09-10.08.1992 (UI):

Während der Meßkampagne wurden 2 Halterleute, 1 Meßpersonal, 15 Übernachtungen und 60 Tagesgäste registriert.

ISWU-Analysen, Tagesmischproben

PROBE	Zulauf	Ablauf
CSB o (mg/l)	425	50
N-Ammonium (mg/l)	0,4	0,2
P-gesamt (mg/l)	1,5	1,6
An. Tenside (mg/l)	3,2	1,6
PE-Extrakt (mg/l)	67,6	12,0
pH-Wert	6,9	7,8
Kappa 25 (mS/cm)	0,41	0,49

Weiter Analysen Zulauf

PROBE DIM.	CSB o mg/l	NH ₄ -N mg/l	pH-Wert	Kappa 25 µS/cm
MP 07-10	349	0,23	6,8	420
MP 10-14	246	0,45	7,0	440
MP 14-18	164	0,15	7,1	420
MP 18-22	195	0,55	7,3	415

5.2.4. Meßkampagne 19-20.09.1992 (UI):

ISWU-Analysen, Tagesmischproben

PROBE	Zulauf	1. ZSP	Ablauf	DIM.	Methode
pH-Wert	6,6	7,9	8,2		ISWU
m-Wert	3,51	4,41	1,93	mÄqu./	ISWU
p-Wert	1,18	0,11	0,11	mÄqu./	ISWU
Gesamthärte	6,1	2,7	2,9	° dH	ISWU
Carbonathärte	6,1	2,7	2,9	° dH	ISWU
CSB o	678	35	24	mg/l	LANGE
CSB d	372	30	18	mg/l	LANGE
CSB mf	311	29	10	mg/l	LANGE
BSB5 o	420	9	10	mg/l	ISWU
N-Ammonium	0,24	0,27	0,14	mg/l	LANGE
N-Nitrit	0,00	0,00	0,00	mg/l	LANGE
N-Nitrat	0,52	0,26	0,42	mg/l	LANGE
P-o-Phosphat	1,2	0,7	0,8	mg/l	LANGE
P-p-Phosphat	0,1	3,3	1,5	mg/l	LANGE
P-Gesamt	4,1	3,5	1,6	mg/l	LANGE
PE-Extrakt	38	27	22	mg/l	ISWU
An. Tenside	6,0	0,3	0,2	mg/l	ISWU

Einzelproben

PROBE DIM	CSB o mg/l	CSB d mg/l	NH ₄ -N mg/l
Zulauf 1	1120	840	1,02
Zulauf 2	770	364	1,14
Zulauf 3	358	358	1,07
Zulauf 4	470	474	0,46
ZSP 1	15	11	1,35
ZSP 2	17	14	0,67
ZSP 3	16	9	0,09
Ablauf 1	16	8	0,74
Ablauf 2	499	6	0,48
Ablauf 3	27	20	0,68

6. ARA TRETTER

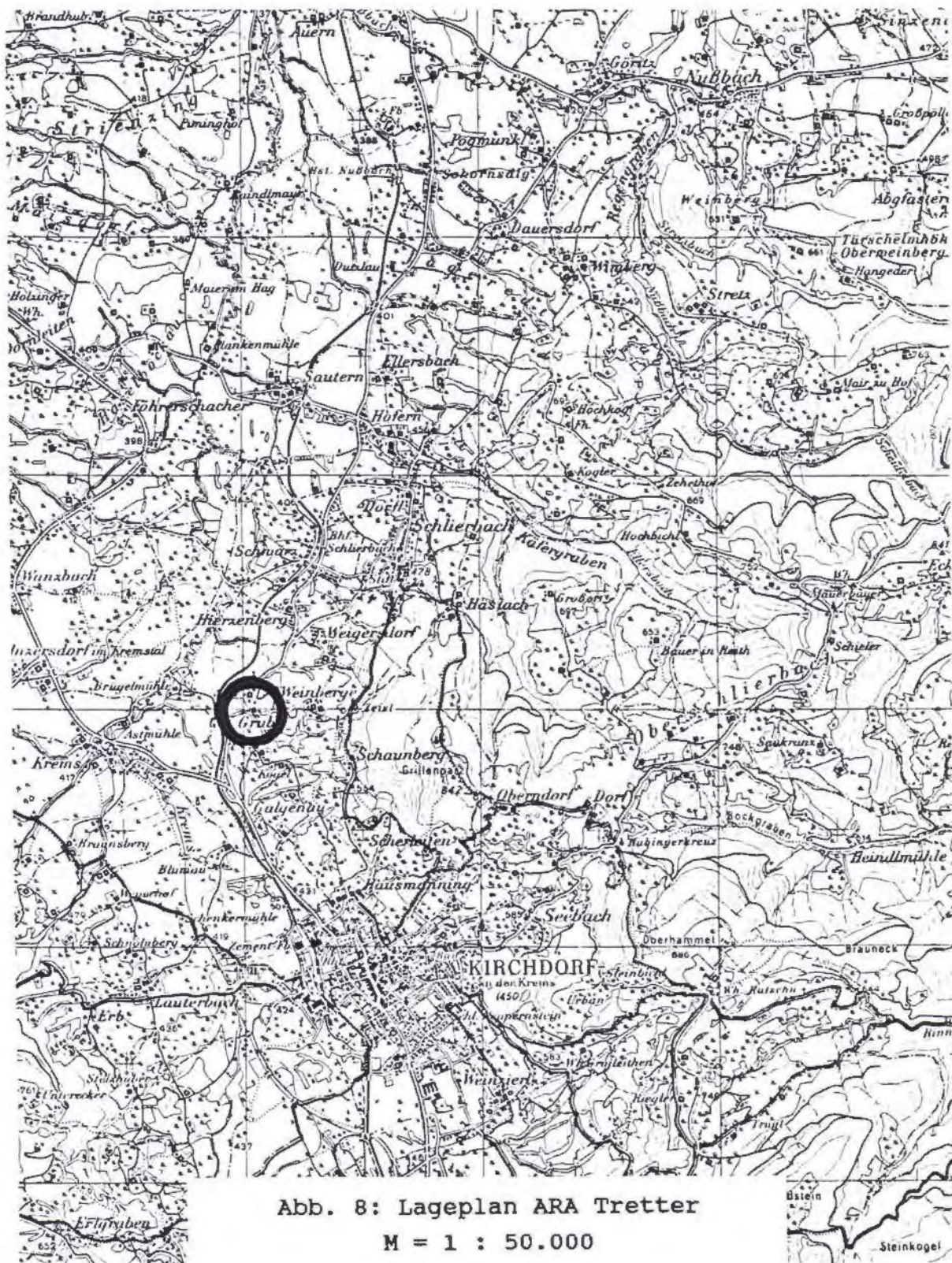
6.1. Beschreibung der Anlage

6.1.1. Allgemeines

Im Zuge der Vorbereitungen zu den vorgesehen Versuchsanlagen ersuchte Herr Tretter Franz das Forschungsteam des Vereins Nationalpark Kalkalpen um Unterstützung bei der geplanten Errichtung einer Pflanzenkläranlage zur Aufbereitung seiner häuslichen Abwässer. Herr Tretter war sich bewußt, daß ein Erreichen der geforderten Ablaufwerte nicht garantiert werden konnte. Trotzdem war er bereit die nötigen Mittel selbst aufzubringen und den Versuch zu wagen.

Da dieses Angebot praktisch eine vierte Versuchsanlage darstellte, wurden Planskizzen ausgetauscht und im Sommer 1991 ein bewachsener Bodenfilter entsprechend den bereits bekannten konzeptiven Voraussetzungen errichtet.

Das landwirtschaftliche Gut Tretter befindet sich in Schlierbach und liegt in etwa 470 m Seehöhe. Der biologisch wirtschaftende Milchbetrieb verarbeitet einen großen Teil seiner Milch selbst zu Käse und Topfen und bietet diese Produkte auf Bauernmärkten und ab Hof an.



6.1.2. Abwasserfrachten

Der Dimensionierung wurde der über den Wasserzähler ermittelte, tägliche Wasserverbrauch von $4,0 \text{ m}^3/\text{d}$ zugrundegelegt.

Die tatsächlich anfallende Wassermenge dürfte jedoch zeitweise beträchtlich von dieser Grundlage abweichen, da einerseits die Fäkalwässer über die Jauchegrube verbracht werden, gleichzeitig alle Dachwässer des Vierkanthofes der Abwasserreinigungsanlage zugeführt werden.

6.1.3. Konstruktive Ausbildung

Mit Rücksicht auf den privaten Betreiber wurde die Anlage bewußt einfachst ausgeführt.

Da keine Fäkalien im Abwasser enthalten sind, konnte auf ein Absetzbecken verzichtet werden. Das anfallende Abwasser gelangt über einen Speicher unmittelbar in das erste Sandbeet.

Diese Beet 1 ist mit Sand der Körnung 0/4 gefüllt. Die durchgesickerten Abwässer werden sofort in das mit Feinsand, Körnung 0/1 gefüllte Beet 2 von wo das aufbereitete Wasser in einen Vorfluter eingeleitet.

Im ersten Betriebsjahr wurde noch keine Bepflanzung der Beete durchgeführt. Durch die Niederschlagsereignisse wurden jedoch der Anlage häufig solche Wassermassen zugeführt, daß es immer wieder zu längerem Einstau der Beete kam. Die Sonnenbestrahlung führte dabei wiederholt zu Algenbildung und in der Folge kam es zu einem Verschlämmen der Oberflächen. Nur durch wiederholtes Umstechen konnte das totale Ausfallen der Anlage verhindert werden. Nach dieser Maßnahme konnten die anfallenden Abwassermengen wieder problemlos abgeführt werden.

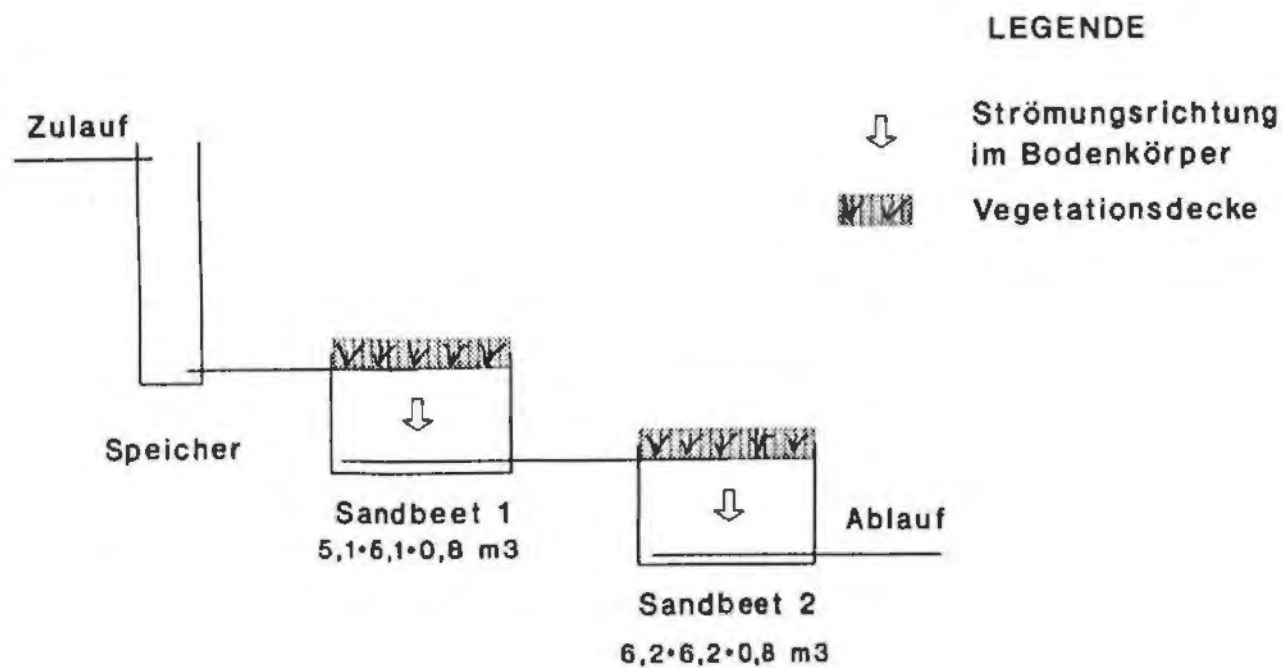


Abb. 9: Systemskizze ARA Tretter

6.1.4. Pflanzenbestand

Im Sommer 1992 wurden die Beete mit jungen Pflanzen bestückt. Im Herbst hatte sich im zweiten Beet ein dichter Bewuchs gebildet. Die Abwässer des Milchbetriebes dürften jedoch eine entsprechende Entwicklung im Beet 1 unterbunden haben. Folgender Bewuchs konnte festgestellt werden:

1. Beet: 1/4 bedeckt

Gelbe Schwertlilie
diverse Bodendecker

Iris pseudacorus

2. Beet: voll bedeckt

Wald-Simse
Steife Segge
Sumpfdotterblume
Rohrglanzgras
Schilfrohr
Flatter-Binse

Scirpus silvaticus
Carex elata
Caltha pa
Typhoides arundinacea
Phragmites australis
Juncus effusus

6.1.5. Kosten

Inklusive Eigenleistung beliefen sich die Kosten der Anlage auf etwa öS 40.000,-.

6.2. Analysenergebnisse Tretter

Im folgenden sind die Analysenergebnisse der 1992 durchgeführten Messungen angeführt. Die neben dem jeweiligen Datum angeführten Abkürzungen stehen für das Labor, welches die Analysen durchgeführt hat. Dabei gelten die einzelnen Kurzformen für folgende Labors:

Labor Verein Nationalpark Kalkalpen	NPK
Reinholdungsverband Lambach	RHV
Universität für Bodenkultur	BOKU
Unterabteilung für Gewässerschutz	UGS

Das Ziehen von Proben war an den Entnahmestellen Zulauf und Ablauf möglich. Untenstehend sind alle vorliegenden Meßergebnisse, nach dem Datum der Probenahme geordnet, angeführt.

Die von der Unterabteilung für Gewässerschutz analysierten Proben wurden durch Personal der Abteilung gezogen.

Allen anderen Labors wurden die Proben durch das Forschungsteam des Nationalparks Kalkalpen zugestellt.

Da diese Anlage nicht direkt in das Forschungsprogramm eingebunden werden konnte, war nur eine stichprobenweise Untersuchung möglich.

Selbstverständlich wird dieser bewachsene Bodenfilter ganzjährig beschickt. Die erforderliche Reinigungsleistung konnte auch während der Wintermonate nachgewiesen werden.

6.2.1. Einzelproben

Probe	CSB mg/l	BSB mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l
-------	-------------	-------------	----------------------------	----------------------------

06.09.92 (BOKU):

Ablauf:	18	2	0,3	
---------	----	---	-----	--

09.09.92 (RHV):

Zulauf:	571	280	1,98	
Ablauf:	31	2	0,59	

18.11.92 (RHV)

Ablauf:	10		2,0	1,6
---------	----	--	-----	-----

28.12.92 (RHV):

Ablauf:	25		3,2	
---------	----	--	-----	--

13.02.93 (RHV):

Ablauf:	42		2,3	
---------	----	--	-----	--

17.09.92 (U-GS):

	pH	Leitf	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Pges	CSB	TOC
Ablauf:	7,10	870	3,2	0,14	0,76	5,5	32	11

7. KOMMENTAR

Die vorliegenden Ergebnisse belegen, daß mit bewachsenen Bodenfiltern bzw. Pflanzenkläranlagen die für Anlagen mit einer maximalen Rohzulaufkraft entsprechend $>50 - 500$ EGW vorgeschriebenen Grenzwerte von 25 mg/l BSB_5 , 90 mg/l CSB , 30 mg/l TOC und $10 \text{ mg/l NH}_4\text{-N}$ eingehalten werden können.

Weiters bestätigen die bisherigen praktischen Erfahrungen die der Anlagenkonzeption zugrundeliegenden theoretischen Erkenntnisse (Sperrer, 1992) und lassen darüber hinaus die Vermutung zu, daß das mögliche Leistungsoptimum noch nicht erreicht ist.

So kann man derzeit aufgrund des geringen Bewuchses eigentlich noch kaum von bewachsenen Bodenkörpern sondern vielmehr nur von Sandfiltern reden. Durch die sich sicherlich rasch verdichtende Vegetation auf den Beeten ist eine weitere Stabilisierung und Verbesserung der Ablaufwerte zu erwarten.

Wie mehrmals erwähnt, mußten die Anlage mit konstanter Beschickung betrieben werden. Dies führte dazu, daß nur etwa ein Drittel der Beetoberflächen vom Abwasser erreicht wurden. Es dürften sich hier noch beträchtliche Leistungsreserven befinden, die erst durch die stoßweise Beschickung in Anspruch genommen werden können.

Untersuchungen des Sauerstoffgehaltes ergaben einen deutlichen Sauerstoffüberschuß in allen, vertikal durchströmten Beeten. Es erscheint daher sinnvoll, alle Beete rückzustauen und dadurch die Aufenthaltszeit noch wesentlich zu erhöhen. Dies würde wiederum eine bedeutende Verbesserung der Ablaufwerte erwarten lassen.

Die verschiedentlich geäußerten Bedenken, daß die Aufbereitung der Grauwässer aufgrund des ungünstigeren Nährstoffverhältnisses nur bedingt möglich sein würde, haben sich als falsch erwiesen. Auch kann den Einwänden, daß die Reinigungswirkung nur auf vorübergehende Filterwirkungen zurückzuführen ist, nicht zugestimmt werden. Die nachgewiesenen Stickstoffverbindungen sind ein eindeutiges Indiz dafür, daß in den Becken bakterielle Abbauprozesse stattfinden.

Um die vorliegenden Erkenntnisse auch längerfristig abzusichern, wird der Verein Nationalpark Kalkalpen das diesbezügliche Forschungsprogramm voraussichtlich noch bis Ende 1993 durchführen lassen. Über das bisher erfolgte Maß hinausgehende Untersuchungen sind jedoch nicht möglich. Es wäre wünschenswert, würden besser ausgestattete Institutionen die vorgesehenen Arbeiten unterstützen bzw. eigene Programme zur Bestätigung der vorliegenden Ergebnisse und Klärung der noch offenen Fragen durchführen. Der Verein Nationalpark Kalkalpen würde eine solche Kooperation jedenfalls sehr begrüßen.

Zusätzlich wird darauf hingewiesen, daß die vorliegenden Ergebnisse bei etwas großzügiger Interpretation als Beleg für die Eignung von bewachsenen Bodenfiltern zur ganzjährigen Aufbereitung der Abwässer in dünn besiedelten Räumen gewertet werden können. Der Planer der beschriebenen Anlagen und Autor dieses Berichtes würde sich sehr freuen, würde ihm die Möglichkeit geboten, den praktischen Beweis zu führen.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Im Sommer 1990 beauftragte der Verein Nationalpark Kalkalpen sein Forschungsteam mit der Entwicklung eines wirtschaftlich und ökologisch vertretbaren Systems zur Aufbereitung der Hüttenabwässer. Nach umfangreichen Vorarbeiten wurden im Spätherbst 1991 drei entsprechende Versuchsanlagen errichtet. Dabei handelt es sich um bewachsenen Bodenfilter, allgemein als Pflanzenkläranlagen bekannt.

Die nun vorliegenden Ergebnisse bestätigen, daß es sehr wohl möglich ist, bei richtiger Konzipierung dieser Anlagen die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte von 25 mg/l BSB₅, 90 mg/l CSB, 30 mg/l TOC und 10 mg/l NH₄-N einzuhalten bzw. sogar deutlich zu unterschreiten.

So liegen die Ablaufwerte bei den nur mit Grauwässern beschickten Anlagen Anlaufalm und Ebenforstalm im Mittel unter 50 mg/l CSB und unter 1 mg/l NH₄-N. Selbst die der Anlage Laussabaueralm zugeführten, hohen NH₄-N-Werte von etwa 100 mg/l im Zulauf wurden auf unter 10 mg/l im Ablauf abgebaut. Weiters konnten an der ganzjährig mit Grauwässern beschickten Anlage Tretter auch im tiefsten Winter hervorragende Ablaufwerte festgestellt werden.

Die nun vorliegenden Ergebnisse bestätigen, daß es dem Verein Nationalpark Kalkalpen gelungen ist, ein System zu finden, daß eine wirtschaftlich und ökologisch vertretbare Aufbereitung der Hüttenabwässer im Nationalparkgebiet und vermutlich auch in dünn besiedelten Räumen ermöglicht. Man kann davon ausgehen, daß diese Entwicklung noch große Beachtung finden wird. Jedenfalls hat der Verein Nationalpark Kalkalpen durch die durchgeführten Maßnahmen im Bereich der Abwassertechnik bedeutende Schritte gesetzt.

LITERATURVERZEICHNIS

SPERRER, J.: Studie zur Abwasserbehandlung bzw. Abwasserbeseitigung von Berghütten im Nationalparkgebiet, 1990

SPERRER, J.: Weiterentwicklung von Pflanzenkläranlagen und Trockenaborten zur Abwasserbehandlung im Nationalpark Kalkalpen, 1992

Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete.