

## **Gliederung**

1. Erreichte Ergebnisse
2. Standort
3. Abgelaufene Prozesse im Tankgraben mit grundlegenden Betrachtungen.
4. Verlauf des Sauerstoffgehaltes im Gewässer während der Behandlung
5. Messprotokolle
6. Wasserniveau

Anlage: Pressebericht

### **1. Erreichte Ergebnisse**

Der Tankgraben ist ein ehemaliger Panzergraben in dem Bunkerschutt „entsorgt“ wurde. Daher eignet sich das Gewässer nicht zum Baden (Verletzungsgefahr). Der Angelsport kann aber umso besser dort betrieben werden. Über Jahrzehnte wurden Laub, Nadeln, Ästen, Fisch- und Vogelexkrementen etc. (= organische Materie) eingetragen und Nährstoffe aus der angrenzenden Landwirtschaft „düngten“ die vorhandenen Pflanzen. Das führte dazu, dass der Tankgraben immer mehr verschlammte. Das Ergebnis war, dass sich Spaziergänger und Nutzer über Gestank beschwerten. Ein Fischsterben im Jahr 2011 war der Grund für den Auftrag zur Sanierung an die Drausy GmbH durch die Gemeinde Malsch.

Seit Anfang April 2012 verteilen wir im gesamten Gewässer kontinuierlich feinblasig Luft. Im Abstand von je drei Wochen wurde zusätzlich in ausgewählten Bereichen im Sediment die bestehende Biologie gezielt mit Sauerstoff angereichertem Wasser angeregt um auch in den tieferen Sedimentschichten „zu kompostieren“.

Die erreichte Vertiefung des Tankgrabens, das heißt die abgebaute Menge an organischem Sediment, beträgt durchschnittlich 70 cm. Bei einer Fläche des Tankgrabens von etwa 1,6 ha ergibt sich ein abgebautes Schlammvolumen von 11.200 m<sup>3</sup>. Diese Schlammreduzierung erfolgte einerseits durch den biologischen Abbau andererseits durch die Verdichtung des Sediments. Das Gesamtvolumen des Sediments hat um etwa 60 % abgenommen.

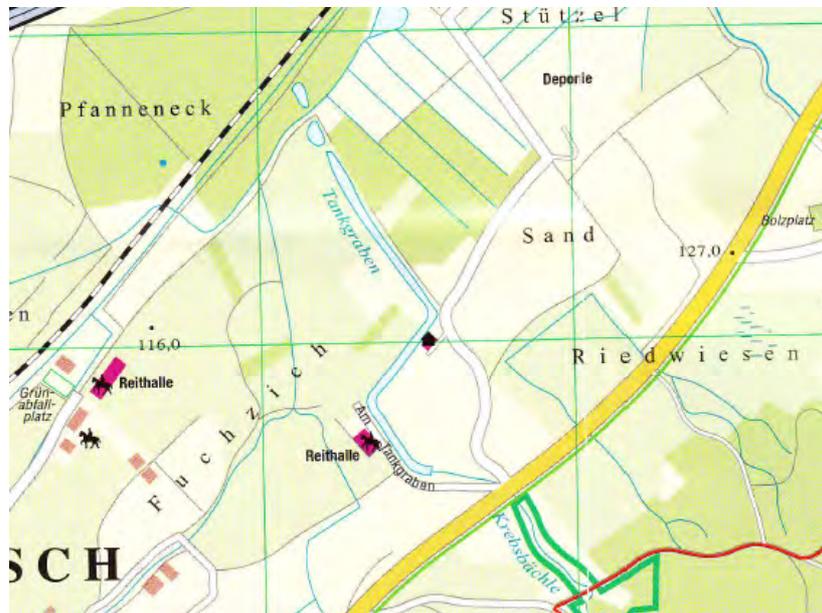
Bei der letzten Tiefenmessung des Wasserkörpers (22.11.2012) war es möglich, die Schlamm-Messscheibe bis auf dem Grund zu verfolgen, wie sie an der Grenze vom Wasser zum Schlamm aufliegt. Deutlich kann eine Aufweichung des Sediments festgestellt werden. Das Wasser ist klar und aufgewirbelte Feinstoffe sind grau.

Im Tankgraben selbst findet man nun wieder optimale Bedingungen für Flora und Fauna vor. Die Population an Fischen war noch nie so gut – alle Beteiligten freuen sich, dass das Gewässer wieder gesund ist.

Der Stromverbrauch für die Maßnahme betrug 3060 KWH x 0,30 €/KWH = 918,60 €.

## 2. Standort

Lage des Tankgrabens:



### 3. Abgelaufene Prozesse im Tankgraben mit grundlegenden Betrachtungen.

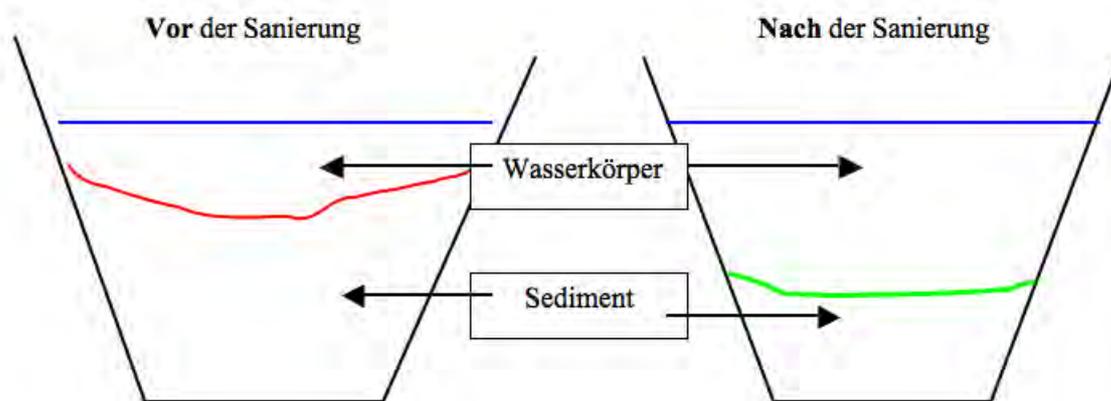
#### Schemazeichnung vom Tankgraben

**Blau:** Wasserhöhe

**Rot:** Ehemaliges Schlammniveau mit organischem und anorganischem Sediment

**Grün:** Jetziges Schlammniveau ohne **biologisch aktives** organisches Sediment (Der **aktive organische Anteil** wurde mineralisiert)

Durch den Abbau des organischen Sedimentanteils ist das Gewässer nicht mehr belastet durch freigesetzte Nährstoffe, so dass Algen- und andere Gewässerprobleme für die kommenden Jahre biologisch beherrschbar sind.



Durch die konische Form des Tankgrabens war es schwierig die genaue Zunahme der Vertiefung der Wassersäule im Gewässer zu messen. Der abgebaute organische Schlamm macht die anorganischen Bestandteile (Sand) wieder fließfähig. Dadurch entsteht ein Niveaueausgleich auf dem Gewässerboden.

Zur Messmethodik ist auszuführen, dass die zu Beginn durchgeführten Messungen der Schlamm-Mächtigkeit durch die geringe Homogenität des Grundes vom Tankgraben zu wenig vergleichbaren Ergebnissen führten. Wir änderten ab August die Messmethode in der Weise, dass sowohl die Tiefe des Wasserkörpers, als auch die Höhe des Sediments gemessen wurden. Um bei den schwierigen Gegebenheiten aussagefähige Messwerte zu erhalten, markierten wir die Messpunkte mit Bojen, die in einer Flucht zu Markierungen an Uferbäumen wieder auffindbar waren.

Durch Laubeintrag sind viele Blätter in den vergangenen Wochen ins Gewässer gefallen. Sie brauchen einige Jahre, um zu verrotten. Der Sauerstoffgehalt im Wasser wird diesen Stoffwechsel beschleunigen. Der ASV Malsch hat in den vergangenen Wochen den Uferbewuchs in Abstimmung mit den zuständigen Behörden ausgedünnt.

Zum Erhalt des jetzigen Gewässerzustandes wurde mit den Beteiligten abgestimmt, dass eine kontinuierliche Grundbelüftung in einem Teilbereich des Tankgrabens ab Dezember 2012 weiter läuft. In den vier Folgejahren wird diese Grundbelüftung in alle Abschnitte des Tankgrabens umgesetzt. Dadurch wird anschließend geprüft, wie weit diese Erhaltungsmaßnahme das Gewässer im sanierten Zustand erhält.

## Abbildung der Markierungen und der Bojen im Tankgraben:



Ufermarkierung

Boje

Boje

Ufermarkierung

## Darstellung der abgelaufenen Prozesse im Tankgraben, Malsch.

Die kontinuierliche Drausy Belüftung im Wasserkörper und die schrittweise Sediment-Konditionierung führte zum Ergebnis, dass sich die aeroben biologischen Abbauprozesse rasch bis in die tiefen Schichten des Sediments durchsetzen konnten. Dadurch wurde der **aktive organische Sedimentanteil** von der im Gewässer vorhandenen Mikrobiologie „kompostiert“ d.h. in Muttererde umgewandelt. Dies ist mit einer Volumenreduzierung des organischen Teils von bis zu 80% verbunden. Diese Verringerung des Volumens vom **organischen Sediment** wird in der Literatur mit bis zu 80% angegeben. Anorganisches Sediment (z.B. Sand) kann durch eine biologische Sanierung nicht abgebaut werden, aber Sand verdichtet sich erheblich, weil die organische Umhüllung um die einzelnen Sandkörnchen abgebaut wird.

Der organische Schlammanteil mit seinem geringeren spezifischen Gewicht hat wesentlich mehr Volumen, als der anorganische Schlamm-Anteil. Jedes Sandkörnchen wird von organischem Schlamm umschlossen. Der Abbau des organischen Sediments bewirkt dadurch eine erhebliche Verringerung des gesamten Schlammvolumens im Sediment. Das verbleibende – nun weitgehend mineralische - Sediment enthält jetzt deutlich weniger organische Materie als zu Beginn der Maßnahme. Durch dieses Sediment werden auch keine anaeroben Faulungsprozesse mit Nährstoff-Freisetzungen mehr ausgelöst, die Ursache für explosives Algenwachstum und Geruchsbelästigungen sind.

Durch Unebenheiten auf der Gewässersohle bedingt veränderten wir die sonst übliche Messmethodik. Von April bis August 2012 wurde die Mächtigkeit des Sediments direkt gemessen. Ab August maßen wir zusätzlich die Höhe des Wasserkörpers an markierten Punkten. Die Ergebnisse finden Sie in der beiliegenden Tabelle. Abbauwerte von teilweise bis zu 10 cm innerhalb von drei Wochen zeigen, dass die vorhandene Biologie nach der Startphase richtig „loslegen“ konnte.

Die in einem Gewässer so wichtigen aeroben Prozesse führten zum Ergebnis:

- das Wasser ist gesund,
- natürliche Wasserpflanzen wachsen im Wasser (und können oft leicht aus dem weichen Sediment entfernt werden = Nährstoffentnahme),
- es gibt viele Fische im Gewässer, die sich offensichtlich sehr wohl fühlen.

Der eingesetzte Kompressor für die Belüftung hatte eine Leistung von 3,7 KW lief bis zum 22.11.2012 insgesamt 634 Betriebsstunden. Der Stromverbrauch in der Zeit von April bis November 2012 betrug 3.060 KW. Die Stromkosten dafür betrugen 918,60€. Diese Kosten hat der ASV Malsch–Hurst e.V. getragen.

Darstellung der feinblasigen Belüftung



Test mit Aufwuchsträgern im Gewässer



Die feinblasige Belüftung im Gewässer ist oftmals nicht oder kaum zu sehen. Nur wenn man im Gegenlicht über das Wasser schaut kann man die Bläschenreihen erkennen.

An zwei Stellen im Tankgraben wurden als Test über mehrere Wochen Aufwuchsträger in das Gewässer eingebracht. Durch das sauerstoffhaltige Wasser bedingt entstand aktive Biomasse.

Die Versuche verliefen positiv. Der Bewuchs an Biomasse war geruchsneutral. Dieser Technik kann künftig für Klärungsprozesse direkt im Gewässer mit entsprechender Anpassung nachgedacht werden.

## **Grundlegende Betrachtungen zu den Sanierungsprozessen in einem Gewässer**

„Durch flächige Belüftung auf dem Gewässergrund wird die organische Masse mineralisiert, was zu einer deutlichen Volumenabnahme führt. Bei der Mineralisierung entstehen aus organischen Verbindungen vor allem Wasser, Kohlendioxid, Phosphat und anorganische Stickstoffverbindungen. Phosphat wird, wenn die Umgebungssituation aerob ist, hauptsächlich in Form von Kalziumphosphat und Eisenphosphat gebunden und in das Sediment eingelagert.

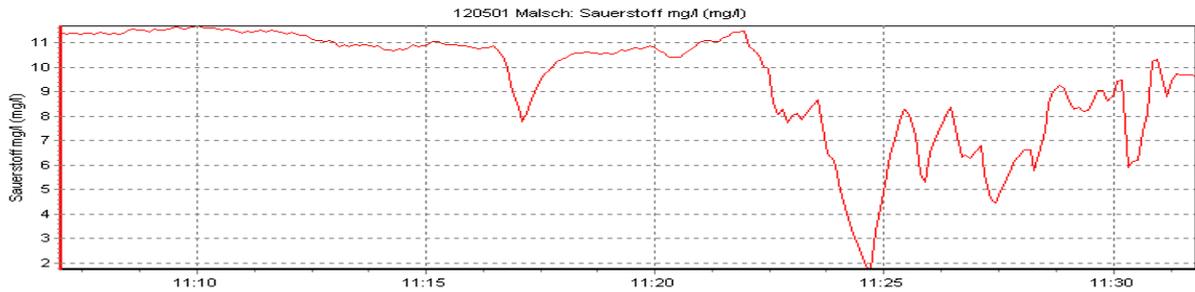
Durch die Belüftung werden keine Nährstoffe entfernt, sondern z.B. Phosphatverbindungen unter streng aeroben Verhältnissen ins Sediment überführt. Phosphate sind an Kalzium und Eisen gebunden und können so lange nicht als Nährstoffe zur Verfügung stehen, solange das Sediment in einem aeroben, also gut mit Sauerstoff versorgten Milieu vorliegt. Diese Fixierung („Phosphatfalle“) schafft das System Drausy, sodass eine Rücklösung des Phosphats, wie sie in anaeroben, also sauerstoffarmen Milieus stets erfolgt, so gut wie nicht stattfinden kann. Damit wird auch die Nährstoffversorgung der Wasserpflanzen und Algen weitgehend unterbunden.

Wird der Phosphorgehalt klein genug gehalten, dann ist auch das Algenwachstum sehr gering. Stickstoffverbindungen allein können kein kritisches Algenwachstum bewirken. Durch den mit dem System Drausy eingetragenen Sauerstoff (Luft) werden das Wasser und das Sediment aerob gehalten und die Phosphatbindung im Sediment wird so stark, dass das Algenwachstum weitgehend unterdrückt wird. Aber allein durch den neu hinzukommenden mineralischen Anteil wird jedes Stillgewässer im Laufe der Zeit langsam Tiefe verlieren und schließlich verlanden.“

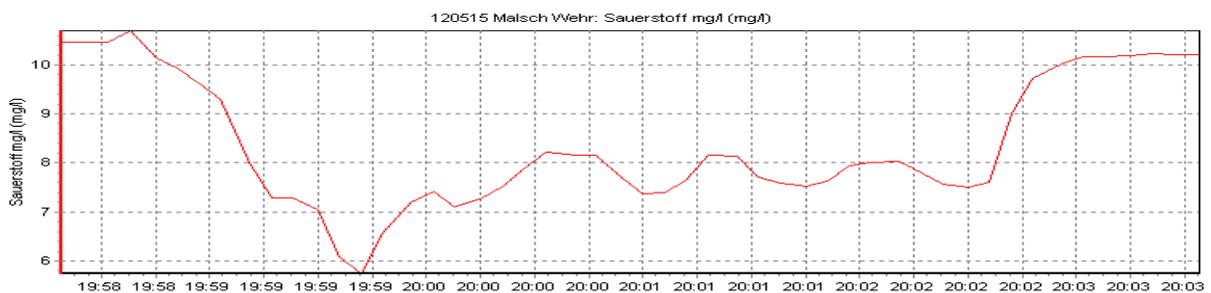
Dr. Ernst Ecker, Diplom-Chemiker

### 3. Biologische Entschlammung Tankgraben Malsch: Sauerstoff

01. Mai 2012



Messung in 30 cm Tiefe: 11:08 Fischerhütte, 11:15 Wehr, Tiefentest, zurück  
Oberflächenmessung, 11:22 Fischerhütte, Messung bis Sediment



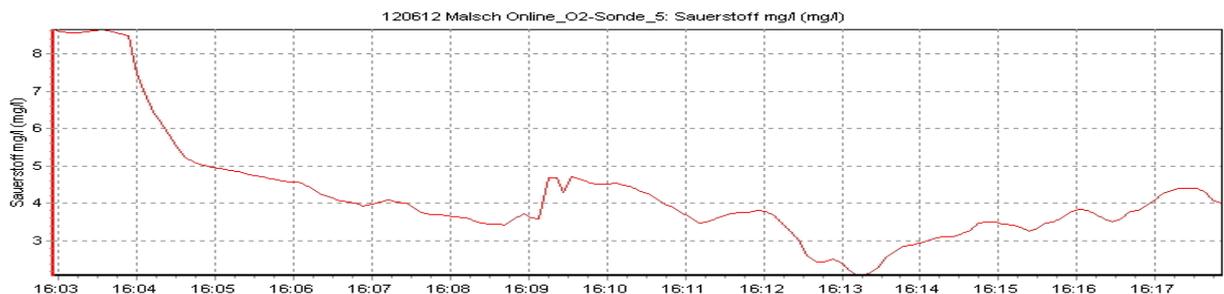
Beginn der Messung Absenken der Sonde bis auf den Grund

Seite Fischerhütte

Seite Reiterhof

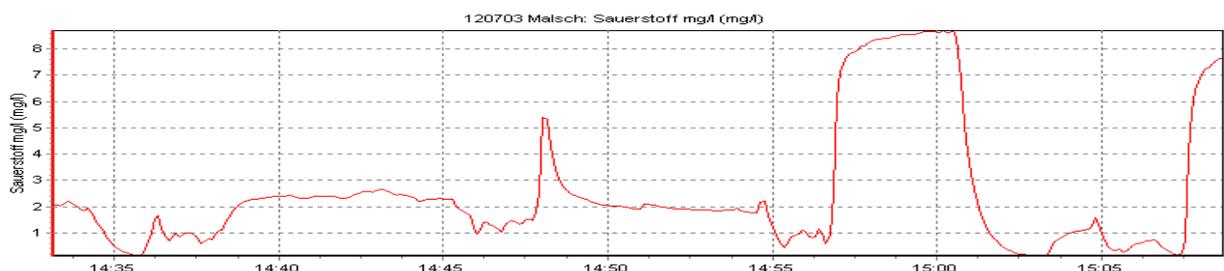
Es zeigt sich, dass zu Beginn der linearen Behandlung der Sauerstoffgehalt hoch ist. Das kommt, weil die aerobe Biologie den eingeleiteten Sauerstoff zu diesem Zeitpunkt noch nicht aufnehmen kann.

12. Juni 2012

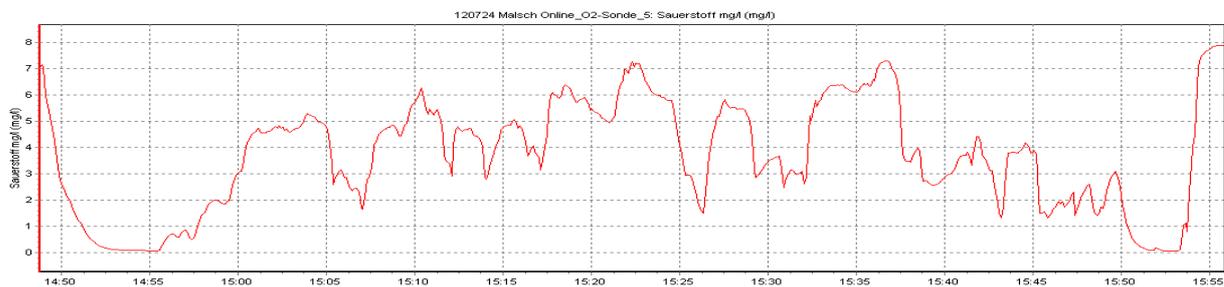


Im weiteren Behandlungsverlauf steigt die Sauerstoffzehrung im Gewässer an, das heißt der Sauerstoffgehalt nimmt ab (Blütenstaub). Siehe auch Kurvenverlauf unten.

03. Juli 2012



24. Juli 2012



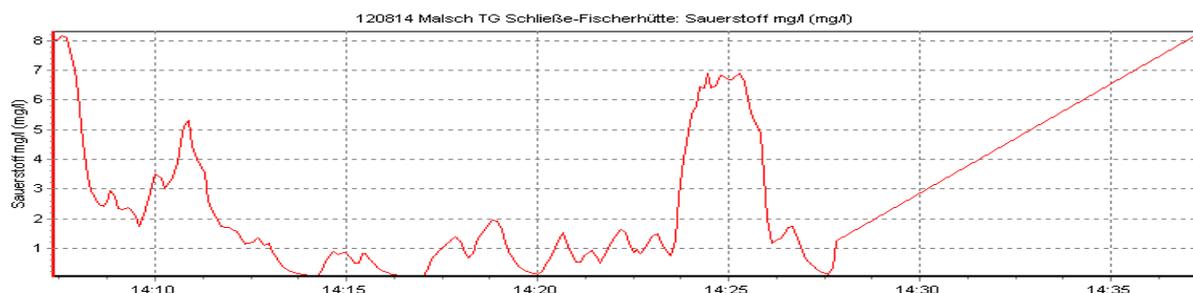
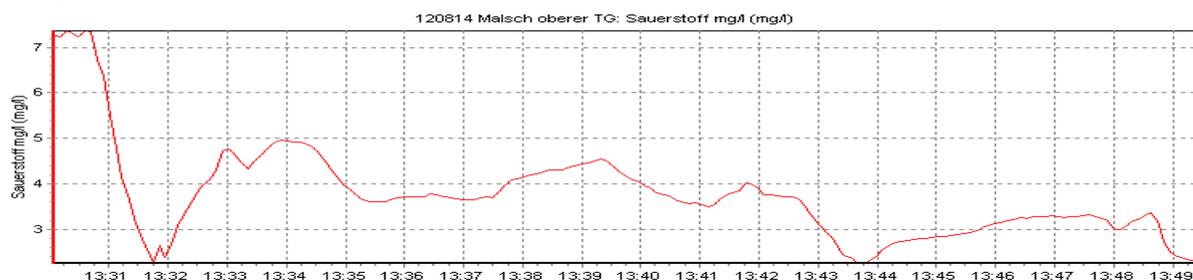
Wehr beim Pferdehof

Fischerhütte

Brücke vor Flachwasserzone

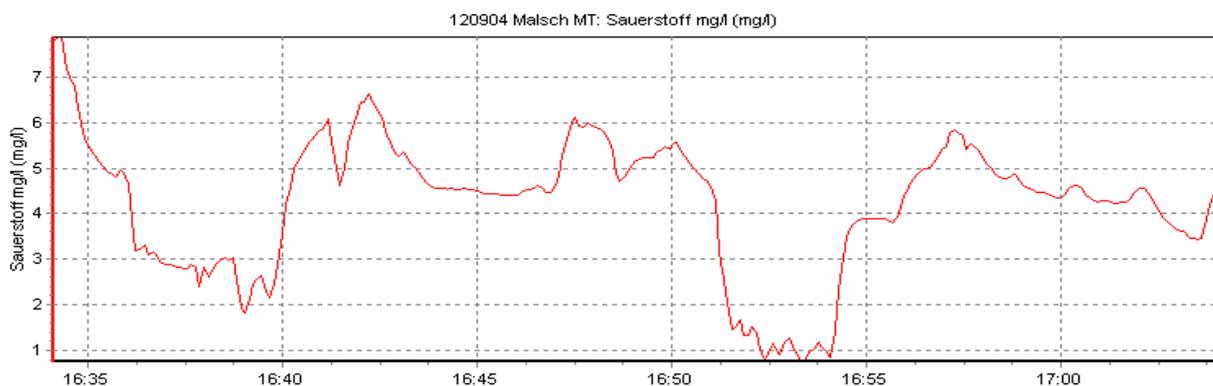
Es zeigt sich, dass die Sauerstoffwerte im Vergleich zu früheren Messungen ansteigen. Das bedeutet, dass die Kompostierung voll im Gange ist und die Biologie im Tankgraben sich verstärkt auf den zur Verfügung gestellten Sauerstoff einstellt.

14 August 2012

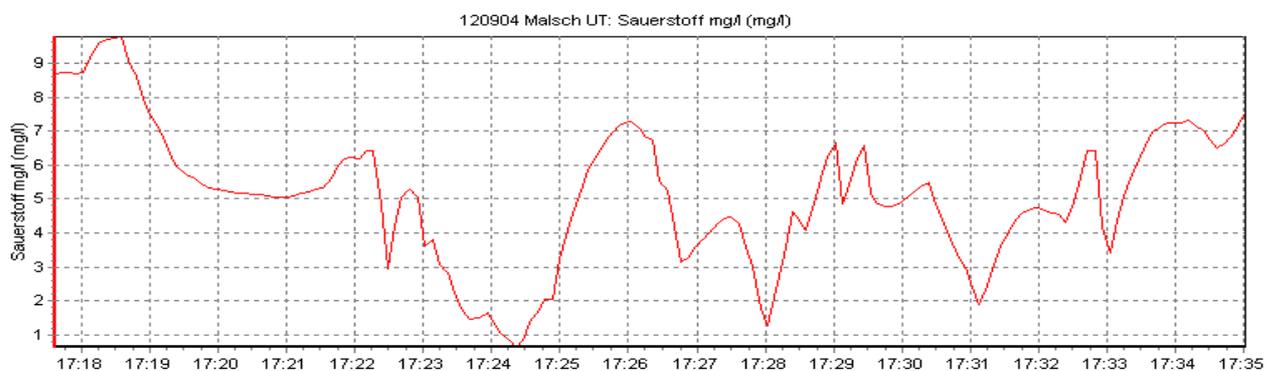
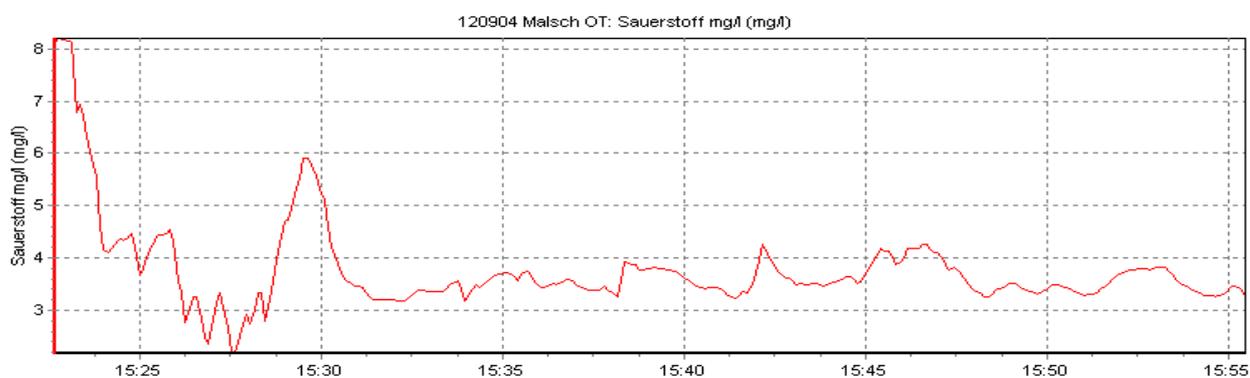


In den verschiedenen Gewässerabschnitten sind die Abbauprozesse unterschiedlich weit fortgeschritten.

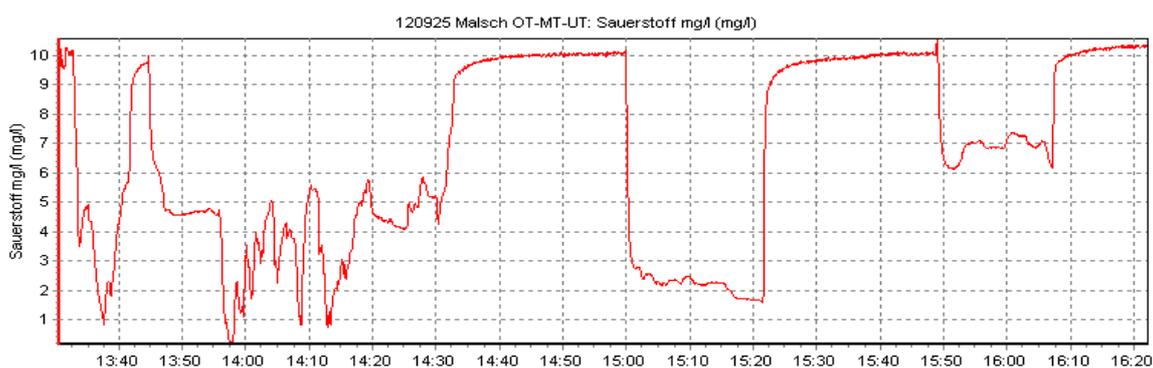
#### 04. September 2012 Mittlerer Tankgraben (MT)



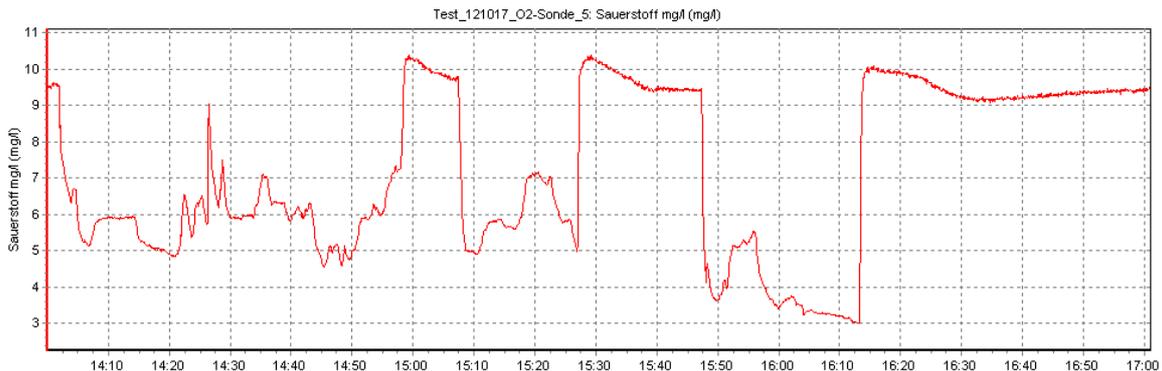
#### 04. September 2012 Oberer Tankgraben (OT) und Unterer Tankgraben (UT)



#### 25. September 2012 – Oberer – Mittlerer und unterer Tankgraben



## 17. Oktober 2012 Oberer- Mittlerer und unterer Tankgaben.



Die Einzelmessungen erfolgten im Abstand von 5 Sekunden. Die Spitzen und Täler ergaben sich durch Wasserpflanzen, durch die Mess-Sonde angehoben wurde. In einzelnen Bereichen sind noch stark Sauerstoff zehrende organische Schlamm-Reste vorhanden.

Aus den Kurven zeigt sich, dass zu Beginn der Behandlung der Sauerstoffgehalt durch die intensive biologische Sauerstoffzehrung absank. Im weiteren Verlauf der Sanierung des Tankgrabens stieg der Sauerstoffgehalt wieder an. Dies ist ein deutliches Zeichen dafür, dass sich der mikrobiologische Abbau der organischen Materie verlangsamte – aus Mangel an organischem Schlamm. Selbst bei Sauerstoffüberschuss kann die Biologie nicht mehr abbauen als sie vorfindet. Der ansteigende Sauerstoffgehalt zeigt daher das Ende der Maßnahme an.

In den vergangenen Wochen verloren die Bäume ihr Laub. Dadurch wurde wieder neue organische Materie in das Gewässer eingetragen. Aus diesem Grund vereinbarten wir mit dem ASV Malsch-Hurst im oberen Tankgraben ein Teilstück des eingesetzten DRAUSY-Schlauches weiterhin zu nutzen. Ziel ist es, einen Vergleich mit den anderen unbelüfteten Teilstrecken zu erhalten. Wenn die lineare Belüftung sowohl im Winter, als auch im Sommer läuft, dann werden die Abbauprozesse der organischen Materie noch nachhaltiger ausfallen. Aus diesem Grund hat der Verein ein DRAUSY Schlauchstück von ca. 350 m Länge angemietet. Es wird in den Folgejahren in den vier Teilbereichen des Tankgrabens jeweils für ein Jahr zum Einsatz kommen. Es wird sich dann zeigen, ob diese Maßnahme den Erhalt des Gewässers langfristig sicherstellen kann.

Über das Projekt wurde in der regionalen Presse berichtet. Der Artikel ist im Anhang beigefügt.

#### 4. Entschlammung Tankgraben Malsch 2012 Messprotokoll

##### Wasserwerte

Datum	Temp. °C	O2/mg/l	Ph-Wert	Redox-Pot.	LF µS/cm	Sichttiefe cm
02.04.2012						
24.04.2012						
15.05.2012						

##### Wichtiger Hinweis für die Beurteilung des Schlamm-Abbaus

1. Eine Schlammprobe wird bei 105° getrocknet bis kein Wasser mehr enthalten ist.
2. Diese Probe wird dann gewogen und im Glühofen bei 550°C durchgeglüht.
3. Die dabei verbleibende Restmenge (2) wiegt man und setzt sie in Bezug zum Gewicht von 1.
4. Daraus wird der Glühverlust berechnet - der entspricht der organischen Materie in der Probe (denn nur die kann verbrennen).
5. Diesen organischen Anteil kann die Mikrobiologie um maximal 80% abbauen (mineralisieren), der Sand bleibt unverändert.
6. Bei einer Fläche des Tankgrabens von ca. 16.000 m<sup>2</sup> ergeben sich bei einer Sedimentvertiefung um 40 cm ein abgebautes Volumen von 8.000 m<sup>3</sup> organisches Sediment. Nur das bereitet in Gewässern Probleme weil es sich nicht mit Sauerstoff zersetzen kann, sondern bei anaerobem Milieu fault und damit auch das Gewässer "vergiftet".

##### Schlammstärke in cm

Datum	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	Durchschnitt
02.04.2012							
24.04.2012							
15.05.2012							

Wegen des schwierigen Untergrunds (Bunkerschutt) waren keine vergleichbaren Messungen möglich

##### Laboruntersuchungen Schlamm

Probennahme	02.04.2012	24.04.2012	15.05.2012	12.06.2012	03.07.2012	24.07.2012	14.08.2012	05.09.2012	25.09.2012	17.10.2012
Aussehen	schwarz/gra									
Geruch	modrig	modrig	modrig	gering	gering	kein Geruch	kein Geruch	ohne Geruch	o. Geruch	o. Geruch
Glühverlust	17,7	17,7	15	15,9	17,5	17,9	12,8	15,30	16,60	10,60
Trockenmas.	31,2	31,2	26,1	26,8	25,5	32,5	35,0	33,20	30,40	31,40
TOC	6,1	6,1	7,3	7,3	8,2	7,6	6,1	7,20	8,30	4,60
Ammonium	0,0054	0,0054	0,0012	0,57	0,004	0,017	<0,10	<0,10	<0,006	0,01
Stickstoff ges	0,48	0,48	0,58	0,57	0,57	0,53	0,47	0,45	0,50	0,43
Phosphor ges	0,084	0,084	0,1	0,086	0,085	0,085	0,065	0,10	0,051	0,08

Bei der Beurteilung der Probe muss das sich laufend verringernde Gesamt-Sedimentvolumen berücksichtigt werden.

Ausserdem ist bei der Beurteilung wichtig, dass im Probenahmeverlauf laufend wieder Nährstoffeintrag erfolgt, der nicht sofort umgesetzt wird.

## 5. Wasserniveau Tankgraben Malsch

Tiefe Wasserkörper OT = oberer Tankgraben      Schlamm-Ausgangshöhe ca 140 cm

Messung vom      14.08.2012    04.09.2012    25.09.2012      17.10.2012      22.11.2012

Oberer TG    Blickrichtung: Oberer Zulauf

	Wasser- körper 93 cm Schlie	Wasser- körper 93 cm	Wasser- körper 92 cm	Wasser- körper 92 cm	Rest- Sediment cm	Wasser- körper 92 cm	Rest- Sediment cm	Wasser- körper 92 cm	Rest- Sediment cm
Einlauf									
OTG 1 Rechts	110	103	102	101	79	106	75	106	85
OTG 1 Links	95	113	106	101	102	107	75	107	92
Mitte Pferdeh.									
OTG 2 Rechts	197	198	201	208	70	214	30	214	80
OTG 2 Links	195	208	208	93	93	207	55	207	50
obere Schlie									
OTG 3 Rechts	206	229	226	236	35	236	25	236	50
OTG 3 Links	219	240	232	238	60	223	53	223	40
Summe OT	1022	1091	1075	977	439	1093	313	1093	397

Mittelwert OT

170      182      179      163      182

66

Durchschnittlich abgebaute Schlamm-Menge: 150 - 66 = 74 cm

## 5. Wasserniveau Tankgraben Malsch

Tiefe Wasserkörper Mittlerer Tankgraben = MT Schlamm-Ausgangshöhe ca 150 cm

Messung vom	14.08.2012	04.09.2012	25.09.2012	17.10.2012	22.11.2012
Wasserniveau	44 cm	42 cm	32 cm = + 1	38 cm = - 6	
Ab SchlieÙe	Blickrichtung SchlieÙe Pferdehof				
MTG 1 Rechts	126	135	126	135	145
MTG 1 Links	135	138	114	133	145
			Rest-Sediment cm	Rest-Sediment cm	Rest-Sediment cm
MTG 2 Rechts	148	163	135	141	167
MTG 2 Links	156	158	145	149	160
	Blickrichtung Untere SchlieÙe				
MTG 3 Rechts	156	167	147	155	163
MTG 3 Links	134	134	138	138	156
			Rest-Sediment cm	Rest-Sediment cm	Rest-Sediment cm
MTG 4 Rechts	176	176	170	177	186
MTG 4 Mitte	126	195	178	190	207
MTG 4 Links	180	183	170	183	194
Summe MT	1337	1449	1323	1401	1523
			Rest-Sediment cm	Rest-Sediment cm	Rest-Sediment cm
Mittelwert MT	149	161	147	156	169
Durchschnittlich abgebaute Schlamm-Menge: 140 - 74 = 76 cm					

5. Wasserniveau Tankgraben Malsch

Tiefe Wasserkörper Unterer Tankgraben = UT Schlamm-Ausgangshöhe ca 200 cm

Messung vom 14.08.2012 04.09.2012 25.09.2012

	Wasser- körper	Wasser- körper	Wasser- körper	Rest- Sediment cm	Wasser- körper Beginn cm	Rest- Sediment cm	Wegen Abbauarbeiten keine Messungen durchgeführt
--	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------------	--

Wasserniveau 53 cm Schließung 55 cm 67 cm = + 14 60 cm = - 7

Ab obere Schließung Blickrichtung Auslauf

OTG 1 Mitte	149	178	179	109	181	100	
OTG 2 Mitte	133	134	133	91	127	90	
OTG 3 Mitte	124	130	109	85	118	80	
OTG 4 Mitte	117	120	111	129	112	86	

Summe UT 523 562 532 414 538 356

Mittelwert UT 131 141 133 104 134,5 89

Durchschnittlich abgebaute Schlamm-Menge: 200 - 89 = 111cm 111

Kompressor Zählerstand Beginn (KWH)	26022	Ende	29084	3062	0,30€	918,60€
Betriebsstunden zu Beginn	663	Ende	1306	643	Gesamte Stromkosten	