

Ziele der Messungen

- Menge eines Filters berechnen können, der innerhalb einer vollen Badesaison die gesamte anfallende Phosphatlast aufnehmen kann.
- Wann ist ein Filter voll?
- Wieviel Phosphor braucht es, um einen Filter zu füllen, resp. Was ist die Filterkapazität.
- Kann man durch Spülen und Blowern die Filterkapazität erhöhen, resp. Regenerieren?
- Welche Medien eignen sich überhaupt als Filter

Grundlagen der Filterberechnung

Filterberechnung

Für die Berechnung der Kapazität eines Filters im Schwimmteich sind im wesentlichen zwei Aspekte von Bedeutung.

Bei allen Betrachtungen ist es Bedingung, dass der Filter gleichmässig und komplett durchströmt wird.

- Phosphoradsorption durch den Biofilm
- Phosphoradsorption durch Kalk

Filterberechnungen

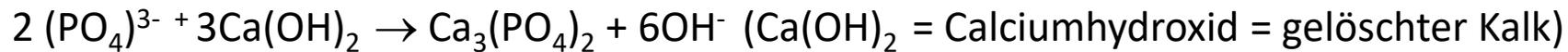
Phosphatabsorption durch Kalk

Zur Berechnung dienen folgende Kennzahlen und Formeln:

Für 1 g P werden 1,80 g Fe oder 0,87 g Al oder 1,94 g Ca bzw. ihre entsprechenden Salze benötigt.
Aus 1 g P entstehen dabei 4,87 g FePO_4 oder 3,94 g AlPO_4 oder 5,00 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

(Wikipedia)

(Im Versuch habe ich festgestellt, dass es ca. 20g Calciumhydroxid braucht, um 1 g P zu binden.)



Beispiel:

In einem reinen Kalkkies (Jura- oder Alpenkalk) der Körnung 3/6 ist pro Liter Kies 9.3 – 8.5 mg Ca löslich.

Pro Liter Filtermaterial kann also ca. 4.6 mg P gebunden werden.

1 Badegast bringt pro Bad ca. 100 mg/P in den Teich.

Können andere Eintragungen ausgeschlossen werden (was allerdings in den seltensten Fällen zutrifft)

bräuchte es pro Badegast und Tag ca. 21 lt Kies.

Oder anders ausgedrückt: Bei der Verwendung von 5 m³ Kalk-Kies (= 5000 lt) verbraucht

1 Badegast diese Kapazität in ca. 238 Tagen.

Trägermaterial für Biofilm

Welches Material ist überhaupt als Filtermaterial geeignet

Ich habe folgende Filtermaterialien untersucht:

PP – Kügelchen 3mm

Jura- Kalk, gebrochen 4/8

Glassplit

Granitsplit 4/8

Rundkies 8/16 mit ca. 30 % Kalkanteil

PVC – Kügelchen

Marmorsplitt

Filterkrallen (Koi-Bedarf) aus PVC

Filterberechnungen

PP-Kügelchen

Auf der Suche nach einem leichten Filtermaterial, das allenfalls in einem vorgefertigten und einfach einsetzbaren Filter zur Phosphatbindung eingesetzt werden könnte, bin ich auf die allerdings recht teuren PP-Kügelchen gestossen.

Wie die untenstehende Grafik aber zeigt, ist dieses Material völlig ungeeignet. Dies mag am Material liegen, aber vielleicht auch an der sehr glatten Oberfläche. Es kann ausgeschlossen werden, dass das Material vorher mit irgendwelchen Bioziden behandelt wurde.

Marmor-Splitt, gebrochen, 4/8 (CaCO₃)

Hier stellt sich die Frage, inwieweit die Bindung des Phosphors durch den Biofilm oder die chemische Bindung mit dem Kalk stattfindet. Letztere wäre wie oben erwähnt, mehr oder weniger irreversibel. Die Bindung des PO₄ erfolgt sehr schnell, stagniert aber auf einem recht hohen Niveau.

Glassplit

Dieses Material wurde vor allem eingesetzt, um im Vergleich zum Kalk herauszufinden, wieviel P durch den Biofilm heraus genommen werden konnte. Und es ist durchaus erstaunlich, wieviel das ist, besonders bei höheren P-Konzentrationen



Filterberechnungen

Rundkies 8/16 mit ca. 30% Kalkanteil

Hier haben wir ein Material, wie es in der Schweiz und wohl auch im süddeutschen Raum in den Gletschermoränen recht häufig vorkommt. Hier liegt häufig eine Mischung aus Granit, Quarzit und Kalkgestein vor. Die Abbauraten sind durchschnittlich

PVC-Kügelchen.

Auch bei diesem Material steht im Vordergrund die Verwendung als Filtermaterial in einem vorgefertigten Filter, der anstelle eines grossen Kiesfilters zum Einsatz kommen könnte, sei es als Sanierungsmassnahme oder auch als Grundausstattung. In der Form von Kügelchen scheint das Material aber nicht geeignet zu sein, die Abbauraten sind gering,

Koiteich-Krallen (PVC)

Dieses Material, auch bekannt unter [HEL-X® HXF 25 KLL](#) oder anderen Markenbegriffen. Im Gegensatz zu den PVC- Kügelchen ist dieses Material sehr effizient und bildet sehr rasch einen Biofilm



Filterberechnungen

Rundkies 8/16 mit ca. 30% Kalkanteil

Hier haben wir ein Material, wie es in der Schweiz und wohl auch im süddeutschen Raum in den Gletschermoränen recht häufig vorkommt. Hier liegt häufig eine Mischung aus Granit, Quarzit und Kalkgestein vor. Die Abbauraten sind durchschnittlich

PVC-Kügelchen.

Auch bei diesem Material steht im Vordergrund die Verwendung als Filtermaterial in einem vorgefertigten Filter, der anstelle eines grossen Kiesfilters zum Einsatz kommen könnte, sei es als Sanierungsmassnahme oder auch als Grundausstattung. In der Form von Kügelchen scheint das Material aber nicht geeignet zu sein, die Abbauraten sind gering,

Koiteich-Krallen (PVC)

Dieses Material, auch bekannt unter [HEL-X® HXF 25 KLL](#) oder anderen Markenbegriffen. Im Gegensatz zu den PVC- Kügelchen ist dieses Material sehr effizient und bildet sehr rasch einen Biofilm



Filterberechnungen

Mein Labor



Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer

Filterberechnungen

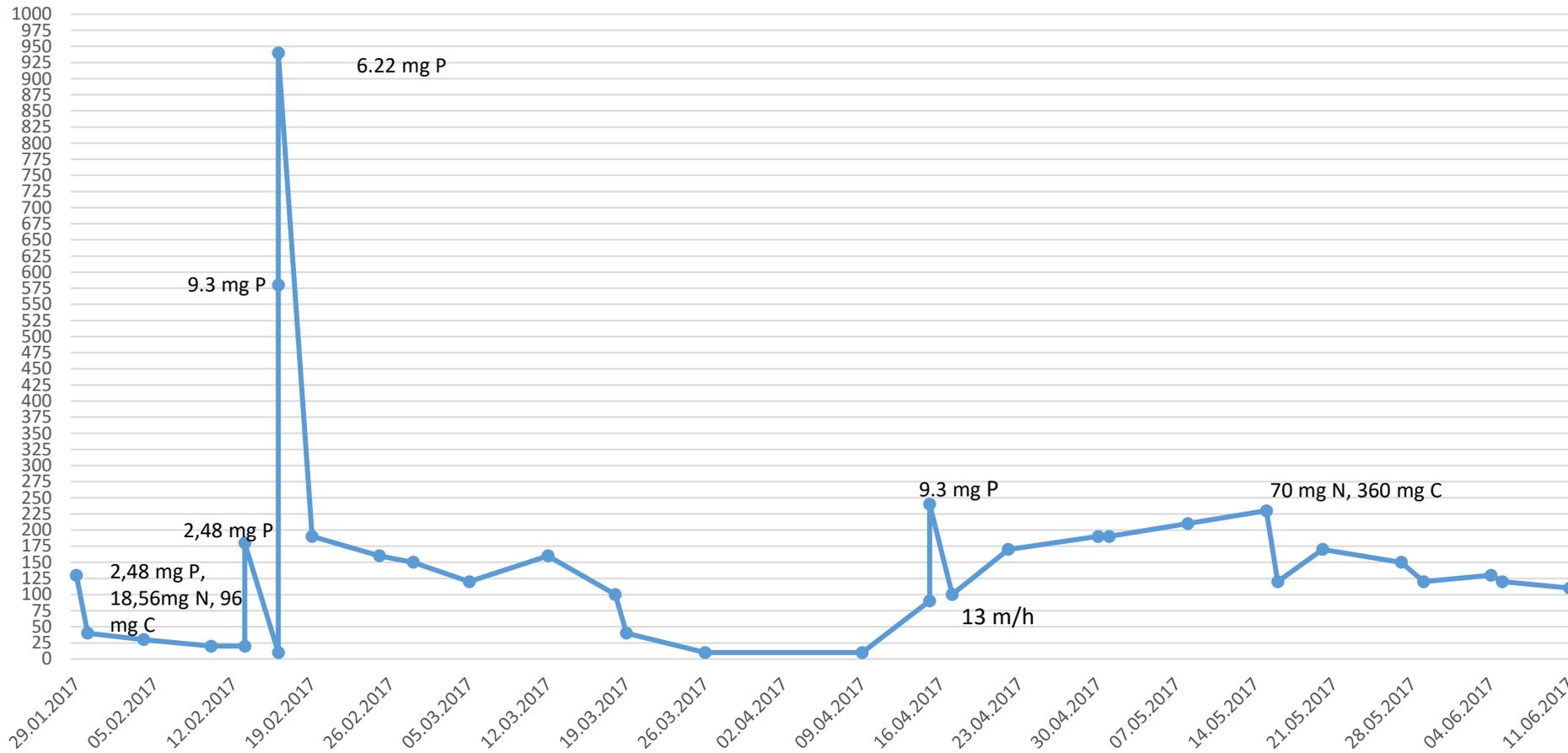


Die Chemikalien

Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer

Filterberechnungen

6 Liter Marmorsplitt 9/12, 40 lt Wasser 1.3m/h

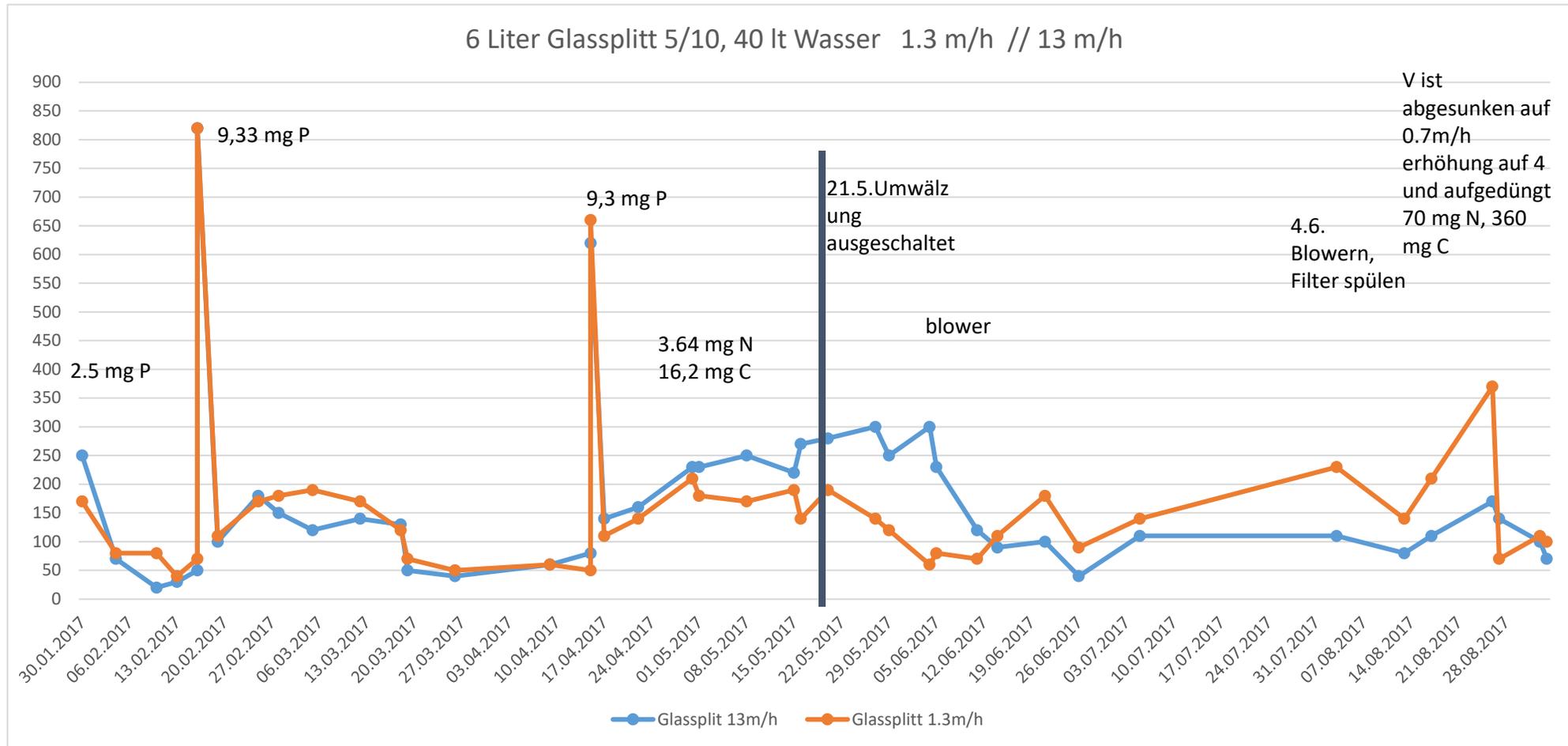


Total Belastung mit P: 27.3 mg auf 6 lt Marmorsplitt, = 4.5 mg P / lt Am Ende des Versuches wurden noch 0,110 mg PO₄ gemessen. (Restmenge (0.110 x 40 x 0.32) = 25.9 : 6 = 4.3 mg P / lt Kies)
Weiter absenken liess sich die Konzentration nicht.

Dieser Splitt hätte also eine Kapazität von 3.8 mg P/lt (27.3 P Eintrag - 4.3 mgP = 23mgP : 6 lt Kies = 3,8 mg/Liter Kies) Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer



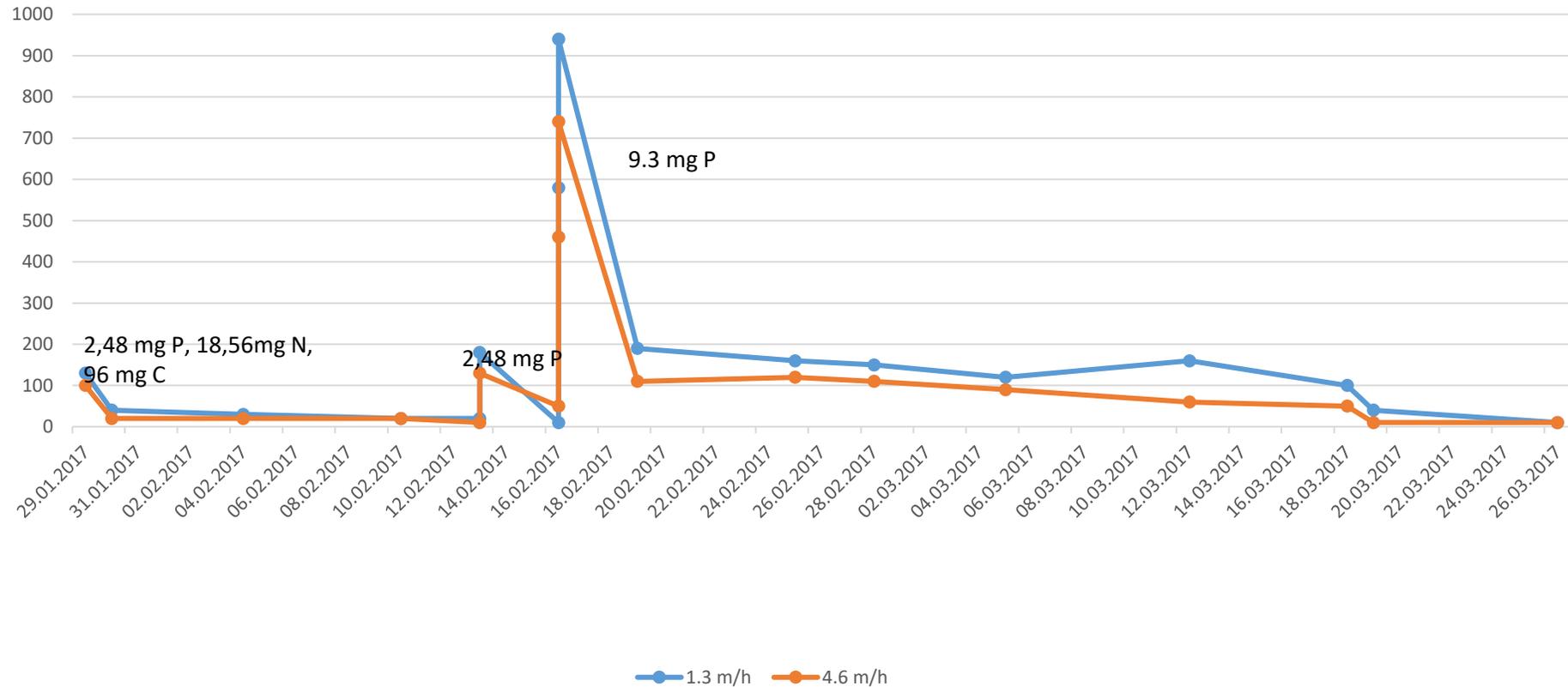
Filterberechnungen



Total Belastung mit P: 21.13 mg auf 6 lt Glassplitt, = 3.5 mg P / lt Am Ende des Versuches
 20.5.17 wurden bei 13 m/h noch total 3.5mg P gemessen = Aufnahme total 17.63 mg P. Kapazität
 pro lt Glassplitt = 2.9 mg P

Filterberechnungen

6 Liter Marmorsplitt 9/12, 40 lt Wasser 1.3m/h // 4.6 m/h



Total Belastung mit P: 14.26 mg auf 6 lt Marmorsplitt, = 4.37 mg P / lt

Am Schluss wurde weniger als 10 µg P gemessen. So beträgt die Kapazität dieses Filtermaterials 4.37 mg P / lt (bei 4.6m/h)

Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer

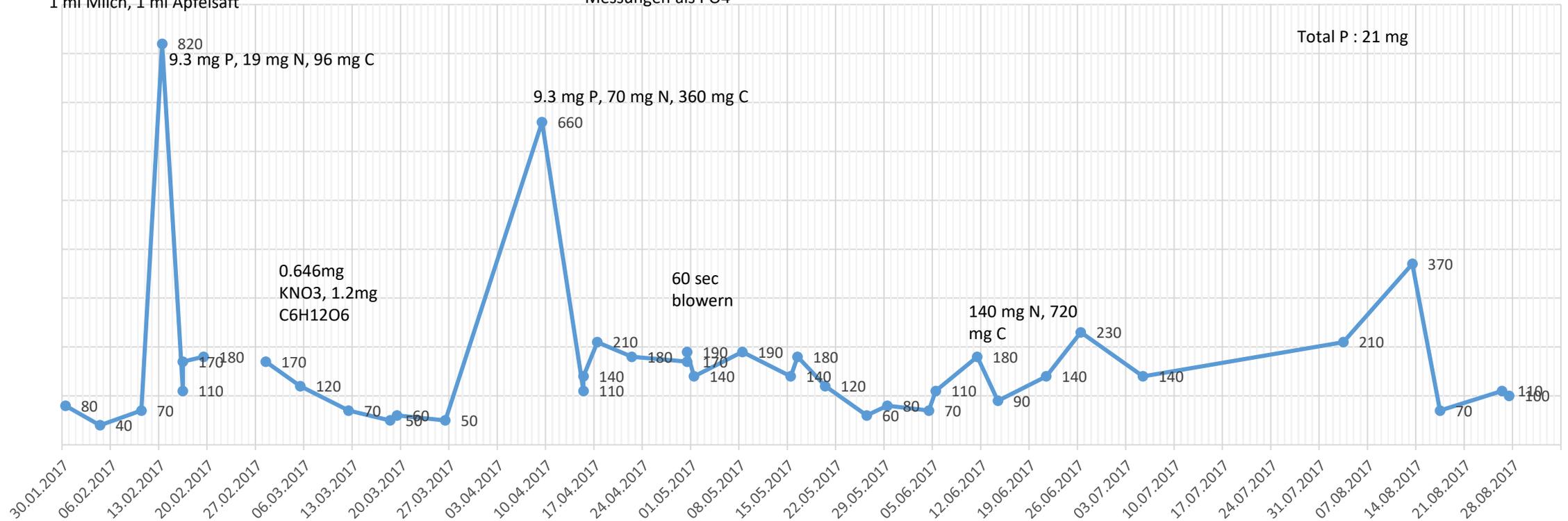


Filterberechnungen

Anfangsdüngung:
2.4 mg P, 38.4mgN, 240 mgC
1 ml Milch, 1 ml Apfelsaft

6 lt Glassplitt 8/12, Durchströmung 1.3 m/h

Messungen als PO4



Total Belastung mit P: 21,0 mg auf 6 lt Glassplitt, = 3.5 mg P / lt Am Ende des Versuches wurden noch 0,100 mg PO4 gemessen. (Restmenge $(0.100 \times 40 \times 0.32) = 1.28 : 6 = 0.21$ mg P / lt Kies)
Weiter absenken liess sich die Konzentration nicht.

Dieser Splitt hätte also eine Kapazität von 3.8 mg P/lt $3.5\text{mg P Eintrag} - 0.21 \text{ mgP} = \mathbf{3.19\text{mgP}}$
/Liter Kies)

Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer



Filterberechnungen

Die Berechnung der Kiesmenge

Filtermaterial	Marmorsplitt	
P-Eintrag	14535 mg	Aus Tab. P-Eintrag
P- Abbaukapazität	3.8 mg	Aus Versuch
Ergibt die Menge Kies in Liter	3825 Liter	Eintrag/Abbaukapazität

Berechnung des P-Eintrages pro Jahr

		P _{in} mg	
Anzahl Erwachsene	2	5600	2 hinterlegt ist 80 mg/Badegang, multipliziert mit Anzahl Badetage /
Anzahl Kinder	2	2800	2 hinterlegt ist 40 mg/Badegang, multipliziert mit Anzahl Badetage /
Dauer der Saison in Tagen	70		
Grösse der Wasserfläche in m ²	50		
Regenmenge in mm	600	1260	0.13 mg PO ₄ /Liter Niederschlag (1mm = 1lt/m ²) multipliziert mit Regenmenge
P-Gehalt in mg/lit Füllwasser / Nachfüllwasser	0.006		
Füllwassermenge / Nachfüllmenge in lt	5000	30	Füllwassermenge * P-Gehalt pro lt
Allfälliger Eintrag von Aussen			
Weiteres			
Total P-Eintrag pro Jahr in Milligramm		9690	
Sicherheitsfaktor 1.0 - 2.0	1.5	14535	

Badeteichbauer



Filterberechnungen

Die Berechnung der Kiesmenge

P-Eintrag	14535	Aus Tab. P-Eintrag											
P- Abbaukapazität	3.8	Aus Versuch											
Menge Kies in Liter	3825	Eintrag : Abbaukapazität											
Anzahl Erwachsene	2	5600	hinterlegt ist 80 mg/Badegang, multipliziert mit Anzahl Badetage / 2										
Anzahl Kinder	2	2800	hinterlegt ist 40 mg/Badegang, multipliziert mit Anzahl Badetage / 2										
Dauer der Saison in Tagen	70												
Grösse der Wasserfläche	50												
Regenmenge in mm	600	1260	0.13 mg PO4 /Liter Niederschlag (1mm = 1lt/m2) multipliziert mit Regenmenge										
P-Gehalt in mg/lit Füllwasser / Nachfüllwasser	0.006												
Füllwassermenge / Nachfüllmenge in lt	5000	30	Füllwassermenge * P-Gehalt pro lt										
Allfälliger Eintrag von Aussen													
Weiteres													
Total P-Eintrag pro Jahr in Milligramm		9690											
Sicherheitsfaktor 1.0 - 2.0	1.5	14535											

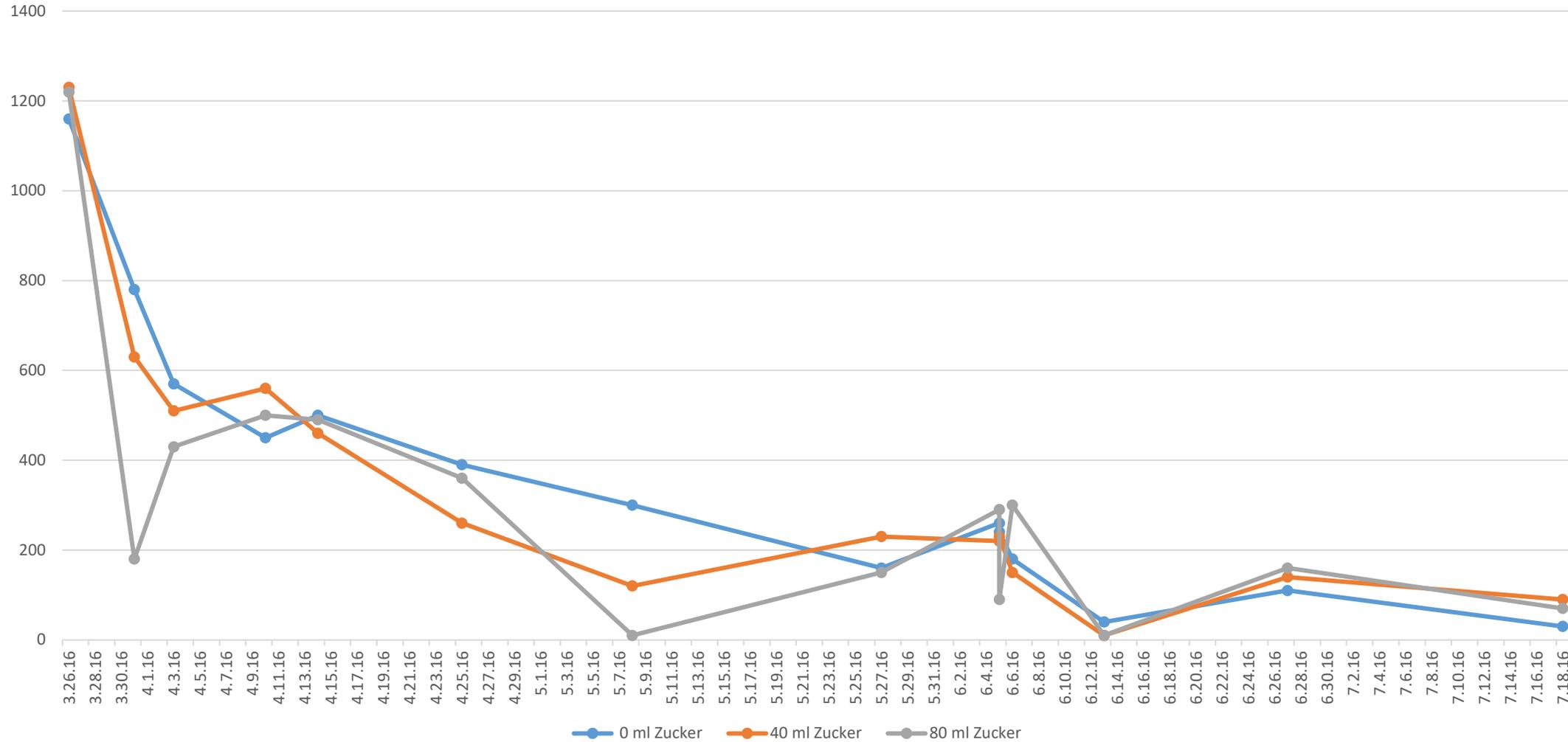


Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer



Filterberechnungen

unterschiedliche Zuckermengen

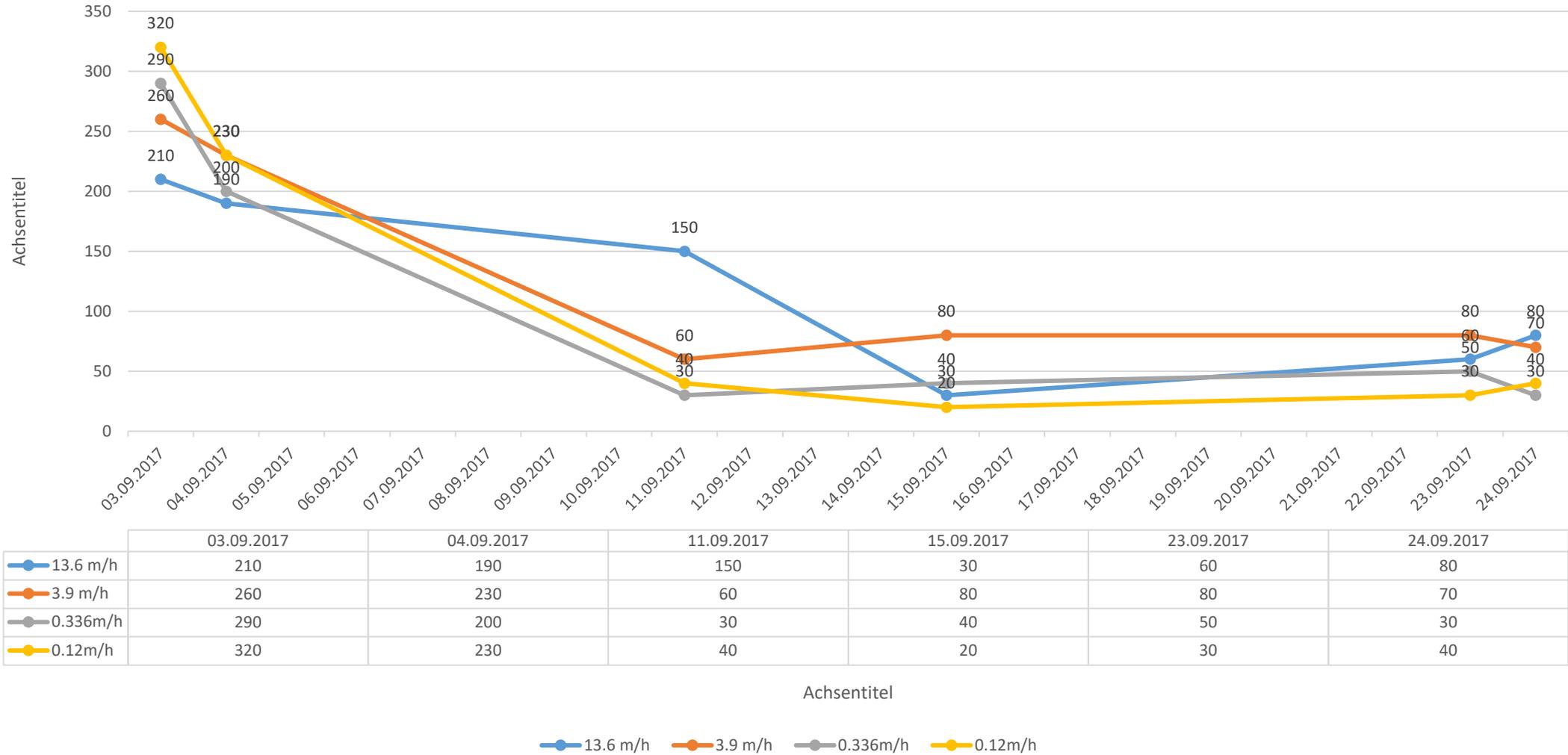


Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer



Filterberechnungen

Koi-Krallen (PVC) unterschiedliche Durchströmungsgeschwindigkeiten



Graf Gartenbau + Schwimmteich GmbH die führenden Badeteichbauer



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

