

Verfahren zur Aufbereitung von Abwasser aus der Holzvergasung zu Nutzwasser in Polykulturen

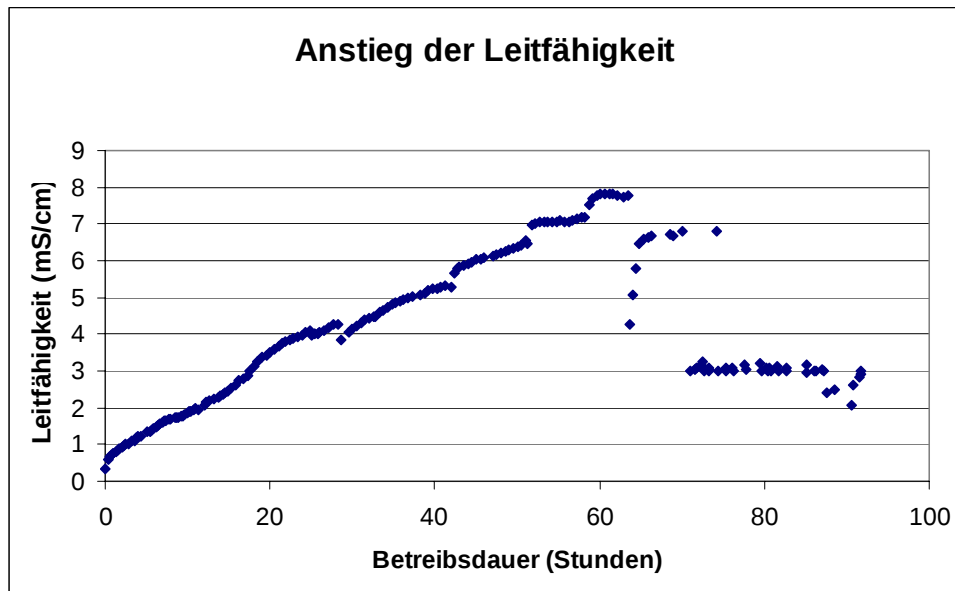
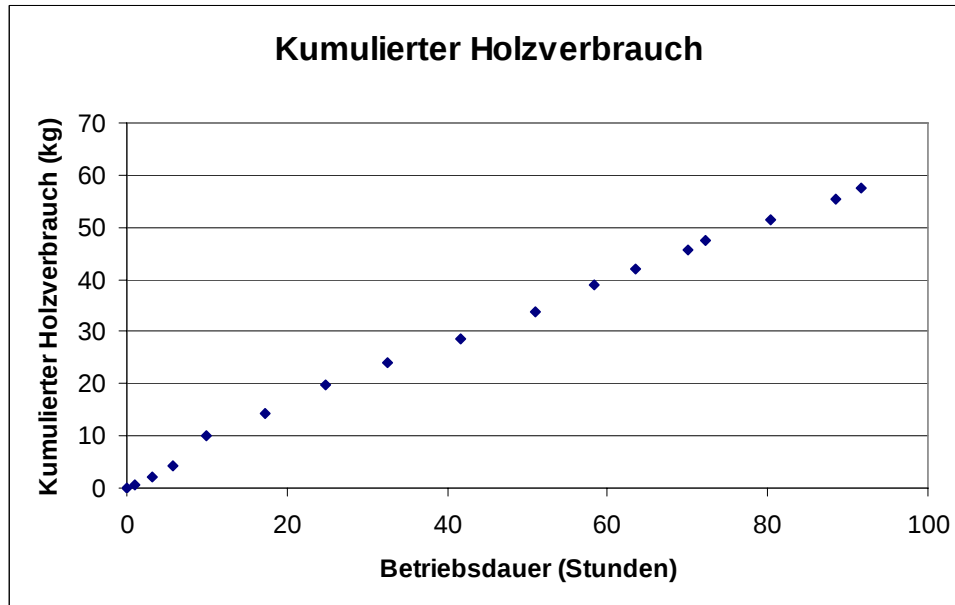
Nov 2003 - Okt 2004

Projektpartner

- Zollhaus Energy AG
- dasag renewable energy AG
- Hochschule Wädenswil
- unterstützt durch BUWAL



Betriebsdaten des Holzvergasers



Holzverbrauch:

0.62 kg/h

Leitfähigkeitsanstieg:

0.12 mS/cm/h

pH Anstieg bis 9.5

Ammoniakgeruch

Festlegung:

Für weitere Analysen
wird Waschwasser mit

LF 3mS/cm

verwendet (pH 7.5)

Frischwassereintrag
damit LF konstant:

2.4 Liter/h

Frischwassereintrag
pro Kg Holz:

3.8 Liter/kg

Toxizität des Waschwassers

	NOEL (Verdünnung)	EC 50 (Verdünnung)
Bakterien (Leuchtbakterientest)	< 20'000	1'000
Kresse (Keimtest 24h, 48h)	1'000	8
Filterpflanzen (Semesterarbeit David Bütikofer)	5	n.b.

Reinigung des Waschwassers mit verschiedenen Filtersystemen



**Holzvergaser
Prototyp**



**Rieselfilter
unbepflanzt**



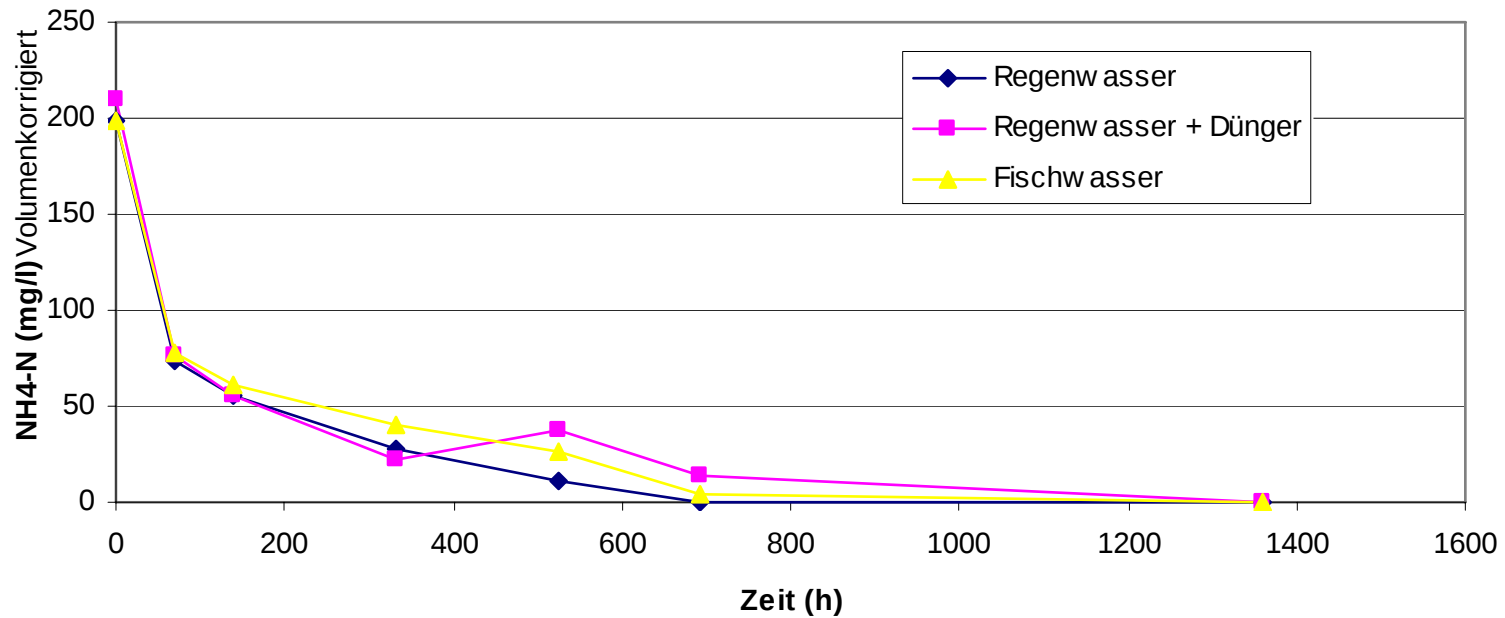
**Rieselfilter
bepflanzt**

Resultate:

Rieselfilter unbepflanzt



Abbaurrate von Ammonium aus Waschwasser Geordnet nach Verdünnungsart

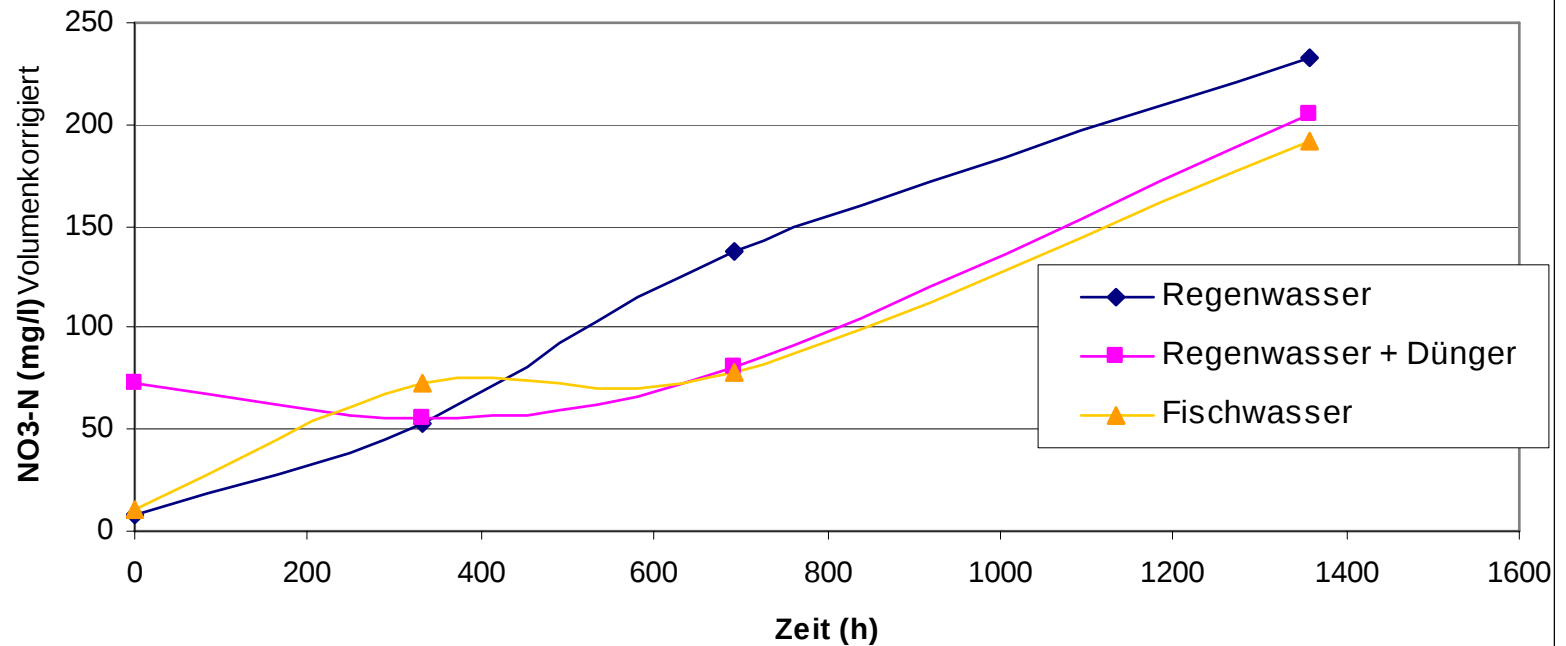


Resultate:

Rieselfilter unbepflanzt



Produktionsrate von Nitrat aus Waschwasser geordnet nach Verdünnungsart



Resultate:

Rieselfilter unbepflanzt



PAK

Waschwasser pur
Filterstart: 8.4.2005

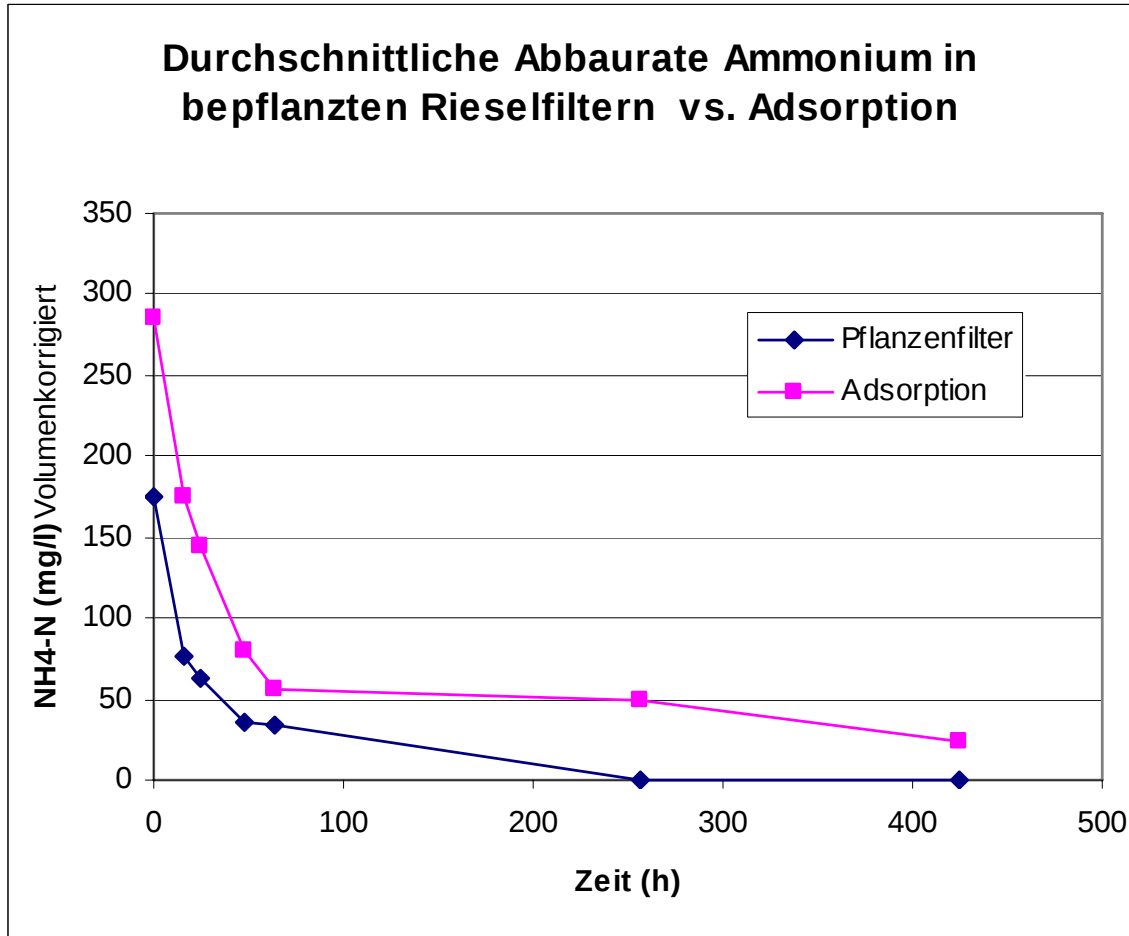
3.05 mg/Liter

Waschwasser filtriert
Entnahme: 15.6.2004

0.89 µg/Liter

Resultate:

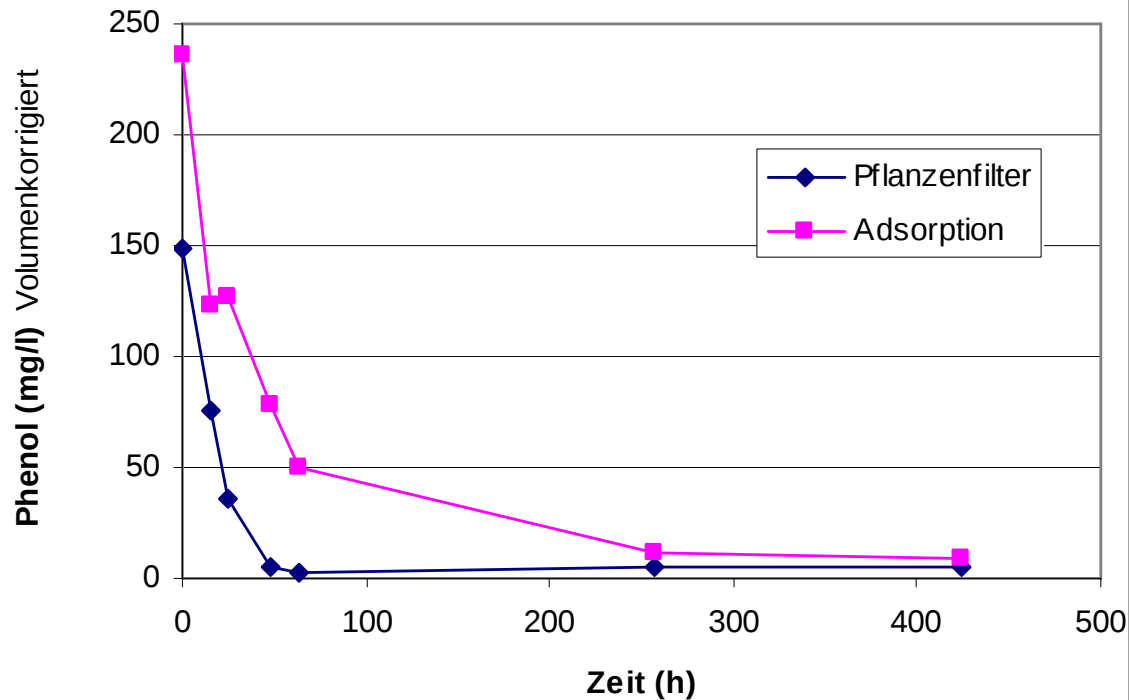
Biologischer Abbau mit Pflanzenfilter versus Adsorption



Resultate:

Biologischer Abbau mit Pflanzenfilter versus Adsorption

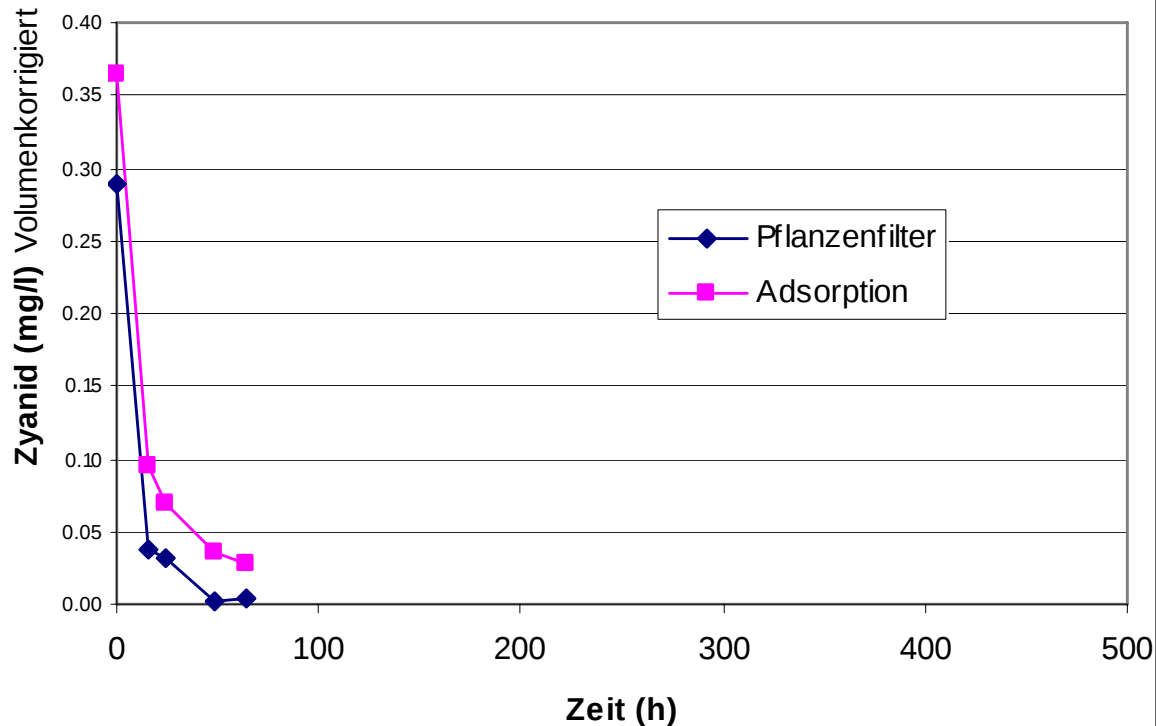
Durchschnittliche Abbaurate Phenol in
bepflanzten Rieselfiltern vs. Adsorption



Resultate:

Biologischer Abbau mit Pflanzenfilter versus Adsorption

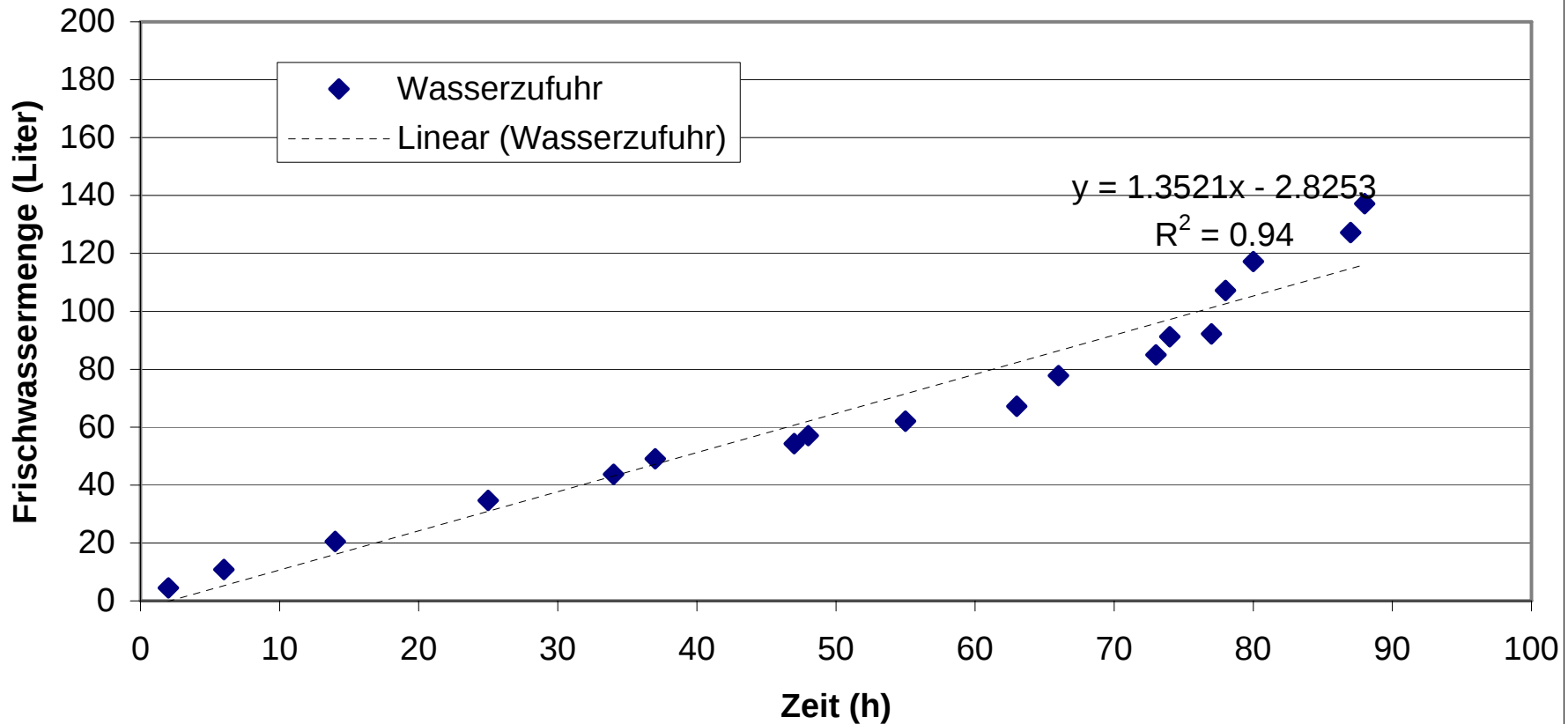
Durschnittliche Abbaurate Zyanid in bepflanzten Rieselfiltern vs Adsorption



Langzeitexperiment

Pflanzenfilter gekoppelt mit laufendem Holzvergaser

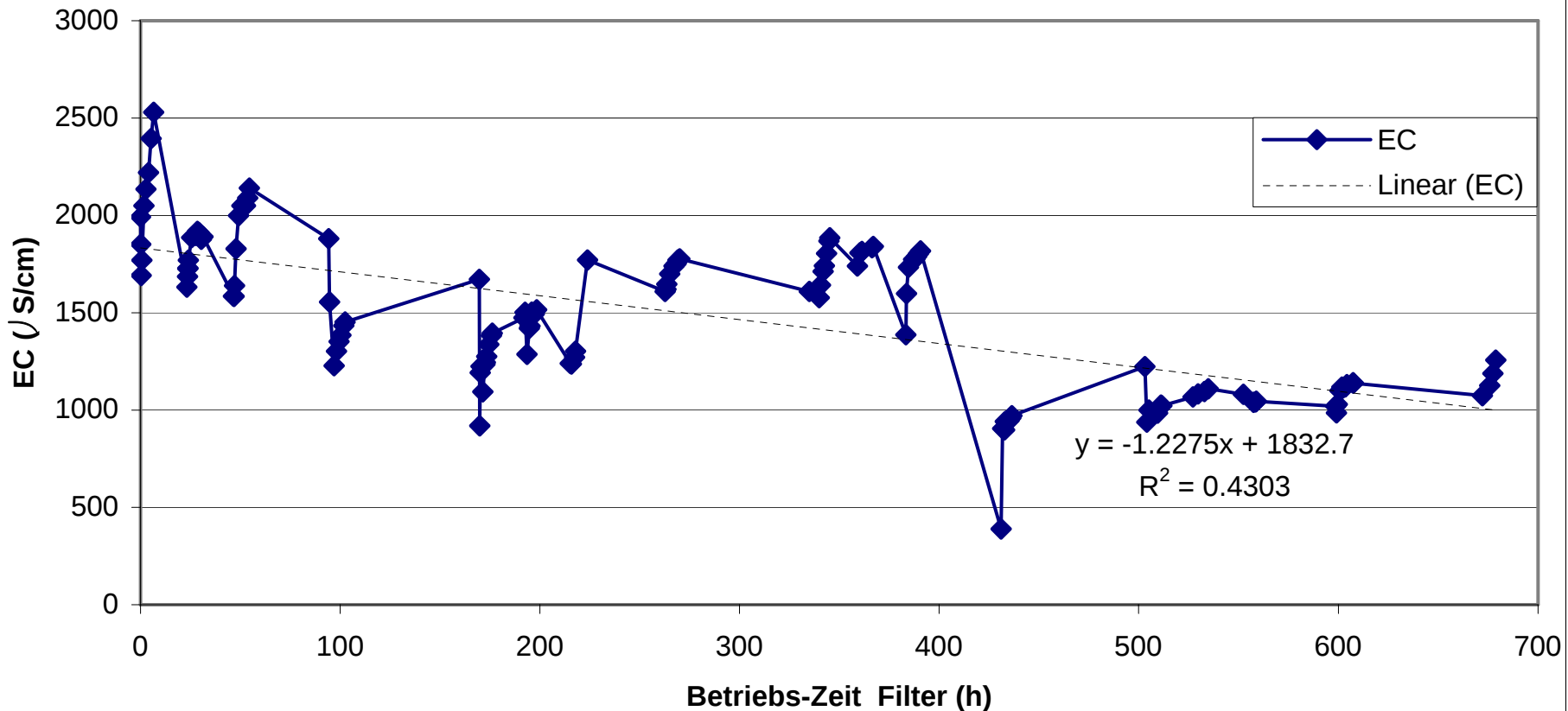
Frischwasserzufuhr in Pflanzenfilter bei laufendem Holzvergaser nach Betriebsstunden:
Im Mittel mussten 1.3 Liter Frischwasser dem System zugegeben werden. Der Holzvergaser war durchschnittlich 8 Stunden pro Tag während 4 Tagen pro Woche in Betrieb



Langzeitexperiment

Pflanzenfilter gekoppelt mit laufendem Holzvergaser

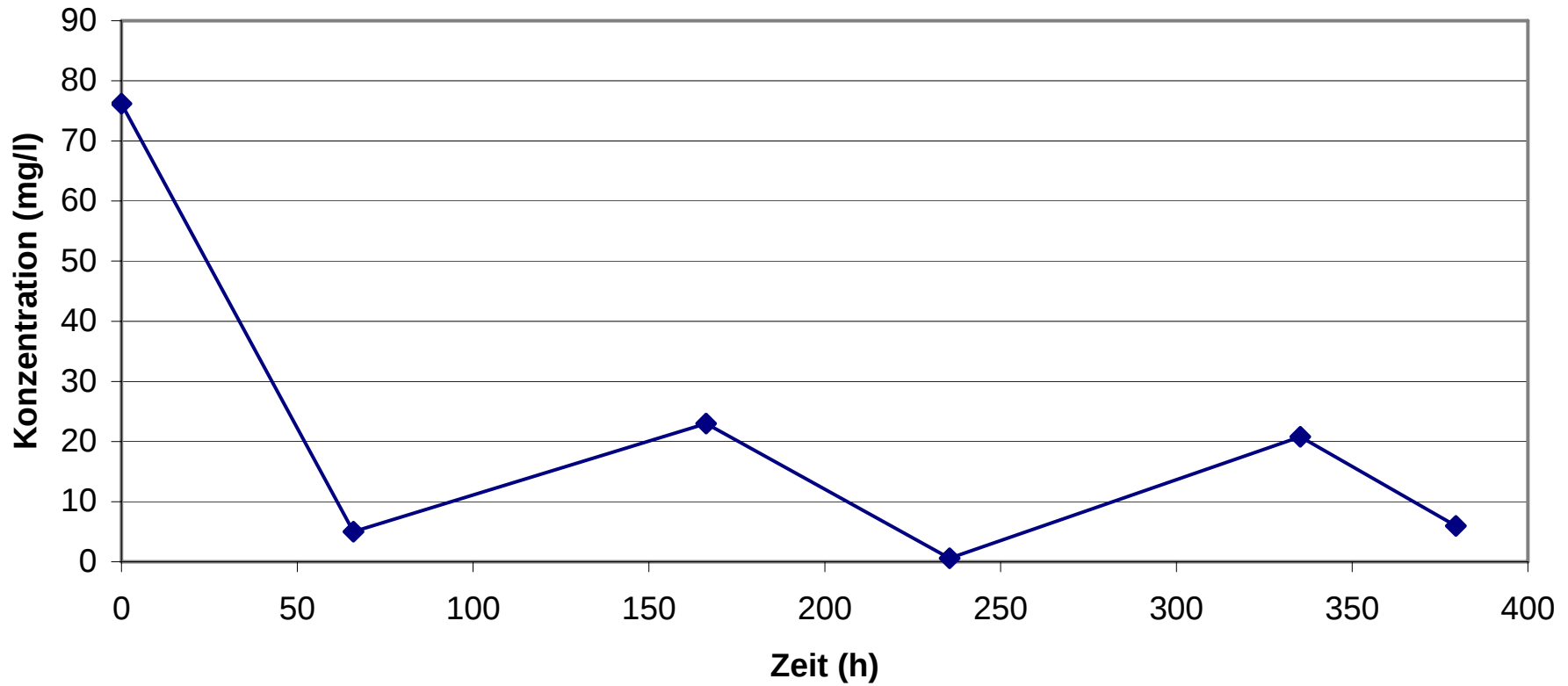
Leitfähigkeit Waschwasser aus der Holzvergasung:
1 Pflanzenfiltermodul reinigt während des Holzvergaserbetriebes das Waschwasser



Langzeitexperiment

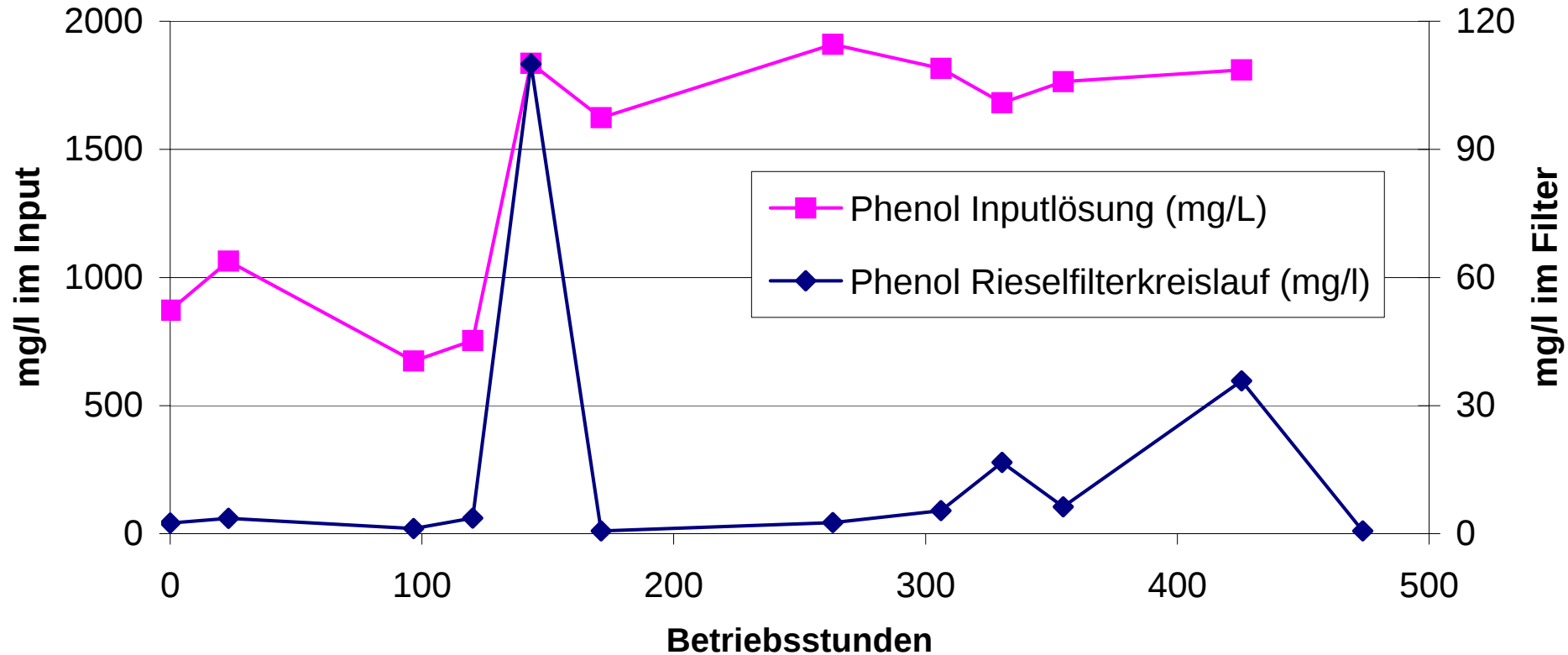
Pflanzenfilter gekoppelt mit laufendem Holzvergaser

**Ammoniumkonzentration Waschwasser nach Betriebsdauer
Pflanzenfilter & Holzvergaser kombiniert**



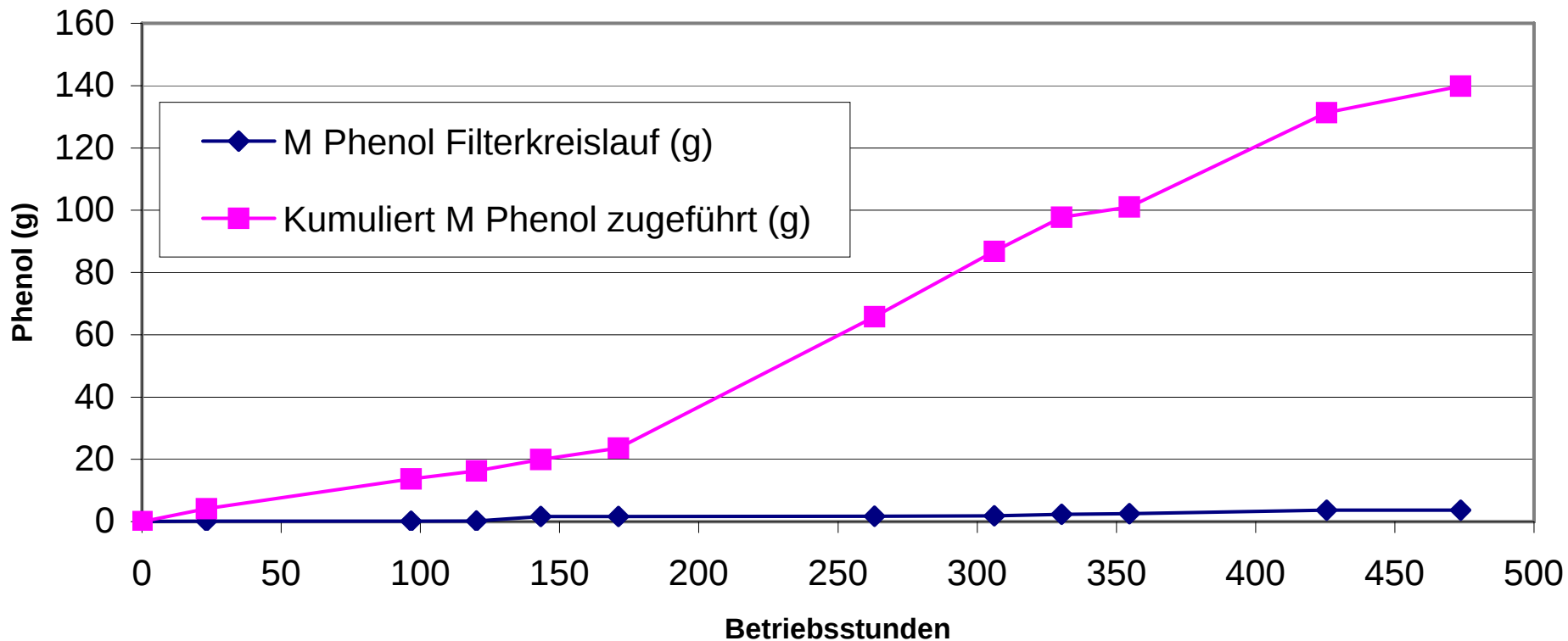
Phenolabbau im Pflanzenfilter

Phenolkonzentration der Inputlösung und des laufend gereinigten Wassers im Rieselfilterkreislauf.



Phenolabbau im Pflanzenfilter

Abbauleistung für Phenol: Gelöstes Phenol im Rieselfilterkreislauf (kumuliert) vs. Zufuhrtes Phenol (kumuliert). 8 g Phenol wurden täglich in den Filterkreislauf befördert.
Volumen des Filtersubstrats: 80 Liter Leca

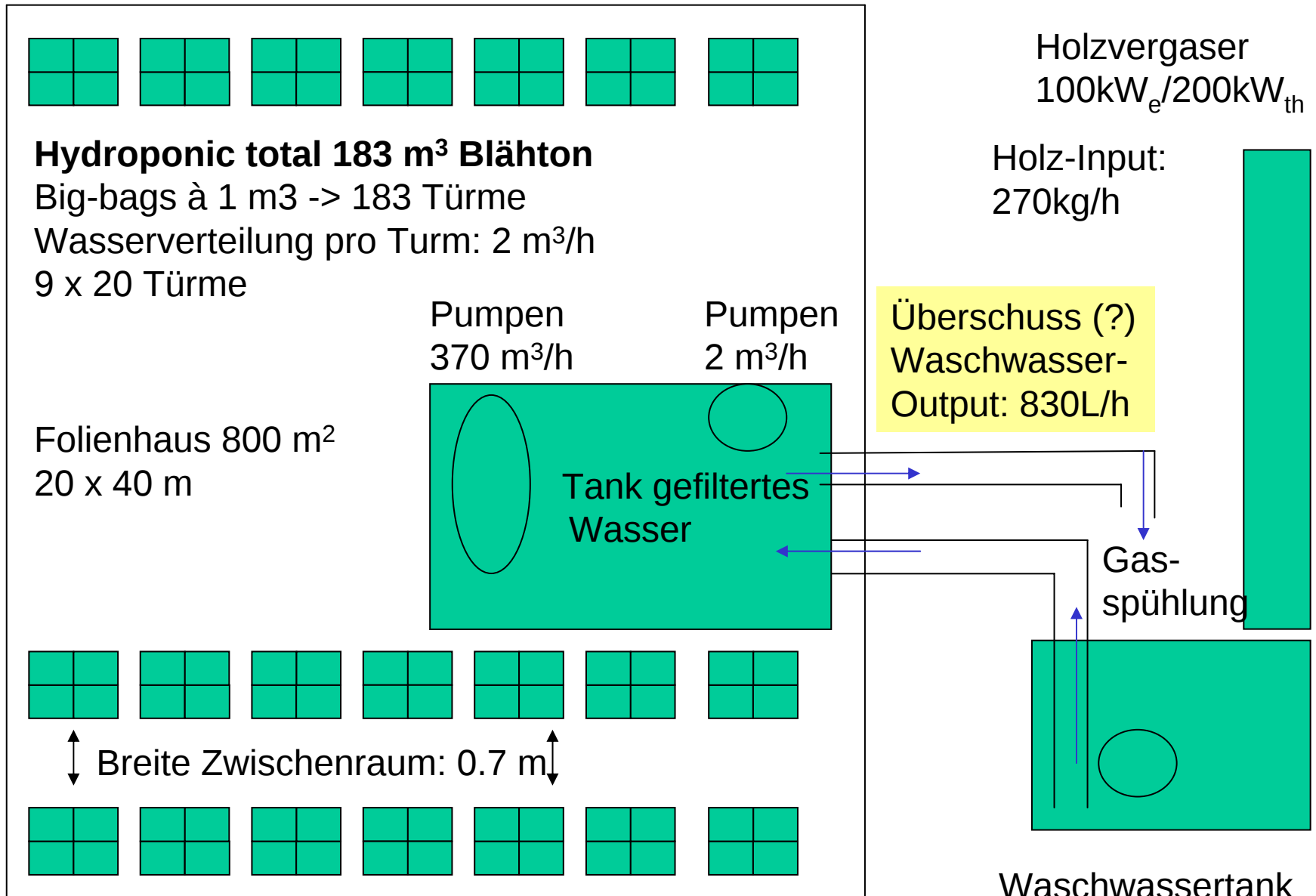


Kennzahlen für Dimensionierung

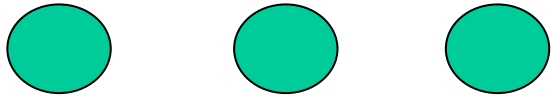
Parameter	Einheit	Wert	siehe Kap.	Messbedingungen / Einflussfaktoren
Produktion Waschwasser für LF = 3 mS/cm	l / kg Holz	3.8	3.2	Abgasungstemperatur 150 °C
Anstieg Leitfähigkeit Ww im Dauerbetrieb	mS / cm / d	3.6	3.2	0.62 kg Holz/h auf 40 L Wasservolumen ohne Filter
Wasserverdunstung	l / m ³ Leca / d	400	8.3	Sommer, Filterturm 2x G1 Kiste bepflanzt, an HV
	l / m ³ Leca / d	108	9.3	Herbst, Filterturm 2x G1 Kiste bepflanzt, einzeln
Abbau von Phenol	g / m ³ Leca / d	100	9.3	Filterturm 2x G1 Kiste bepflanzt, einzeln
Abbau von Ammonium	g / m ³ Leca / d	90	*	*
Abbau von Waschwasser für LF = 3 mS/cm	l / m ³ Leca / d	140	8.3	Filterturm 2x G1 Kiste bepflanzt, an HV

Pro m³ Lecafilter kann Waschwasser aus 37 kg Holz/d abgebaut werden oder eine 1.2 kW-Anlage betrieben werden

Totalreinigung des Waschwassers



Übergangslösung Waschwasserreinigung



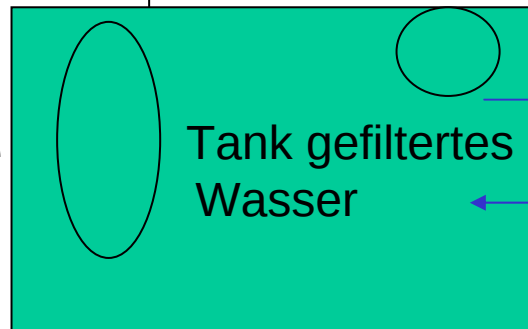
Hydroponic scale-up von HSW: 36 m³ Blähton

Big-bags à 1 m³ -> 36 Türme
Wasserverteilung
pro Turm: 2 m³/h
3 x 12 Türme

Betrieb:
Waschwasser muss alle
3-5 Tage ausgetauscht
werden

-> Pilotphase
für Dimensionierung einer
späteren Totalreinigung
(KTI-Projekt ?)

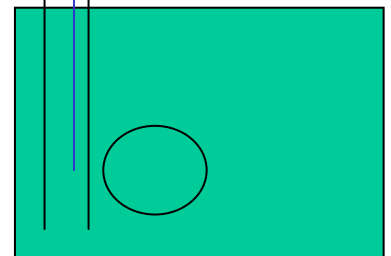
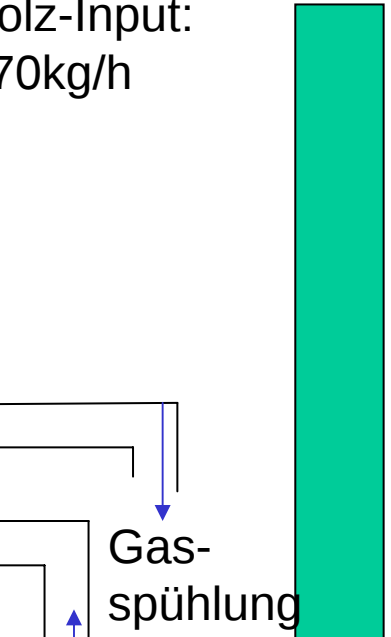
Pumpen 70 m³/h Pumpen 2 m³/h



Folienhaus 200 m²
8 x 25 m

Holzvergaser
100kW_e/200kW_{th}

Holz-Input:
270kg/h



Waschwassertank

Zusammenfassung

- ✓ Waschwasseranfall beträgt 3.8 l/kg Holz
- ✓ Nitrifikation funktioniert gut
- ✓ Nährstoffzugabe beschleunigt Nitrifikation nicht
- ✓ toxische Substanzen werden eliminiert
- ✓ Adsorptionsprozesse sehr wahrscheinlich
- ✓ «eingefahrene» Filter beschleunigen Elimination
- ✓ Pflanzen gedeihen im Waschwasser bis zu einer Salzkonzentration von 3 mS/cm gut
- ✓ Filter werden mit der Zeit nicht gesättigt
- ✓ eine Filterung des Waschwassers in einem geschlossenen System und in einer praktikablen Dimension ist möglich

Ausblick

Langzeitexperiment mit Prototyp:
Filter gekoppelt mit laufendem Holzvergaser

Wird zeigen, ob

- sich Filter mit der Zeit sättigen
- toxische Substanzen "rasch genug" biologisch verwertet werden
- eine Filterung des Waschwassers in einem geschlossenen System und in einer praktikablen Dimension möglich ist

Langzeitversuch in Zusammenarbeit mit RV-College in Bangalore, Indien

- Mai 2005 bis September 2007
- Unterstützt vom BAFU (Bundesamt für Umwelt) und der DEZA
- Test einer Rieselfilteranlage an einer in Betrieb stehenden Grossanlage



Gestaltungsvarianten für Aussenanlagen

- Bepflanzter Rieselfilter als Themenpark
- Unsichtbares "Constructed Wetland" im Boden

