

# Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen – Anhalt

- Bestandsaufnahme -



**SACHSEN-ANHALT**

Halle, September 2006

Auftraggeber :

Ministerium für Landwirtschaft  
und Umwelt des Landes  
Sachsen-Anhalt  
Referat 24

Olvenstedter Str. 4  
39012 Magdeburg

Bearbeitung : Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt  
Fachbereich 2  
Abfallwirtschaft / Bodenschutz /  
Anlagentechnik / Wasserwirtschaft  
Reideburger Str. 47  
06116 Halle (Saale)

Titel: Pflanzenkläranlage Einsdorf (LAU 2005)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	1
<b>2. Pflanzenkläranlagen</b>	
2.1 Bemessung, Bau und Betrieb bepflanzter Bodenfilter	1
2.2 Horizontalfilter	3
2.3 Vertikalfilter	3
<b>3. Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt - Bestandsaufnahme</b>	
3.1 Bestand Pflanzenkläranlagen $\leq$ 5 EW	4
3.2 Pflanzenkläranlagen > 5 EW	5
3.2.1 Bestand Pflanzenkläranlagen > 5 EW	5
3.2.2 Bemessung und Art der Vorklärung der PKA > 5 EW	8
3.2.3 Bemessung der Pflanzenbeetfläche der PKA > 5 EW	10
3.3 Beispiele für Pflanzenkläranlagen	11
<b>4. Zusammenfassung</b>	16
<b>5. Erkenntnisse und Ausblick</b>	20
<b>6. Quellen</b>	21
<b>7. Abkürzungsverzeichnis</b>	22



## 1. Einleitung

Im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt erfolgte eine Bestandsaufnahme und eine Analyse des Einsatzes von Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt.

Die durch die Unteren Wasserbehörden erhobenen Daten zu derzeit in Betrieb befindlichen Pflanzenkläranlagen (Stand 04/2006) sowie die im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogrammes „Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt“ gewonnenen Erkenntnisse (siehe /1/, /2/) bilden die Basis für die Erstellung des Berichtes.

Im vorliegenden Bericht werden Daten ausschließlich zu den Anlagen erfasst und ausgewertet, bei denen der bepflanzte Bodenfilter die **biologische Hauptreinigungsstufe** der Kläranlage darstellt.

## 2. Pflanzenkläranlagen

Pflanzenkläranlagen (PKA) dienen in erster Linie der Behandlung häuslichen oder kommunalen Abwassers und bestehen aus der Kläranlagenzulaufeinrichtung, einer mechanischen Vorbehandlungsstufe (z.B. Mehrkammerausfallgrube), dem bepflanzten Bodenfilter (Pflanzenbeetstufe) sowie dem Kläranlagenablauf (Ablauf- und Kontrollschacht). In den bepflanzten Bodenfiltern (nachfolgend auch als „Pflanzenbeete“ bezeichnet) vollzieht sich die biologische, chemische und physikalisch-sorptive Reinigung des mechanisch vorbehandelten Abwassers. Sie bestehen aus einem seitlich und nach unten hin abgedichteten Pflanzenbeet. Der für die Abwasserreinigung wirksame Bodenkörper muss aus sandig-kiesigem Material oder aus anderem Material mit vergleichbaren Eigenschaften bestehen. Als Bepflanzung eignen sich Sumpfpflanzen, vor allem Schilf (Phragmites). Die Pflanzenbeetstufe kann aus einem oder mehreren in Reihe oder parallel geschalteten Pflanzenbeeten bestehen, die horizontal und/oder vertikal durchflossen werden.

Nachfolgend wird kurz auf Vorgaben zum Bau und Betrieb bepflanzter Bodenfilter und auf das Grundprinzip der Horizontal- und Vertikalfilter eingegangen. Ausgehend von den Grundbauplänen für diese Bodenfilter erfolgten zahlreiche bauliche Modifizierungen verschiedener Hersteller. In Auswertung der Bestandsaufnahme von Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt werden unter dem Punkt 3.3 einige der in Sachsen-Anhalt im Betrieb befindlichen Pflanzenkläranlagentypen vorgestellt.

### 2.1 Bemessung, Bau und Betrieb bepflanzter Bodenfilter

Durch die Abwassertechnische Vereinigung (ATV) wurde zunächst ein Hinweisblatt ATV-H 262 (1989) mit Empfehlungen für die „Behandlung von häuslichem Abwasser in Pflanzenbeeten“ und später auf der Grundlage praktischer Erfahrungen und Erkenntnisse zu Bemessung, Bau und Betrieb der bepflanzten Bodenfilter das Arbeitsblatt ATV-A 262 (1998)



Bezüglich der Bemessung des bepflanzten Bodenfilters wird insbesondere auf die in der Tabelle 2 aufgeführten veränderten Vorgaben zur Pflanzenbeetfläche des Arbeitsblattes DWA-A 262 (2006) im Vergleich zum ATV-A 262 (1998) hingewiesen. Neben den genannten sind noch weitere Bemessungsvorgaben des DWA-A 262 (2006) einzuhalten.

Tab. 2: Vergleich der erforderlichen spezifischen Beetoberfläche für bepflanzte Bodenfilter als biologische Hauptreinigungsstufe

Bodenfilterart	ATV-A 262 (1998)		DWA-A 262 (2006)	
	Filterfläche pro Einwohnerwert	Mindestfilterfläche	Filterfläche pro Einwohnerwert	Mindestfilterfläche
<b>Horizontalfilter</b>	$\geq 5 \text{ m}^2/\text{E}$	20 m <sup>2</sup>	$\geq 5 \text{ m}^2/\text{E}$	20 m <sup>2</sup>
<b>Vertikalfilter</b>	$\geq 2,5 \text{ m}^2/\text{E}$	10 m <sup>2</sup>	$\geq 4 \text{ m}^2/\text{E}^*$	<b>16 m<sup>2</sup></b>

\*...Liegt die pro Austrittsöffnung beschickte Fläche bei  $\leq 1 \text{ m}^2$  je Loch, kann bei kleinen Kläranlagen (> 50 EW) die spezifische Fläche um  $0,5 \text{ m}^2/\text{E}$  verringert werden.

Basierend auf der jahrelangen praktischen Erfahrung mit Pflanzenkläranlagen entstanden, neben dem DWA-Arbeitsblatt A 262, noch verschiedene andere Regelwerke bzw. Anleitungen für Bau, Dimensionierung, Betrieb und Wartung von Pflanzenkläranlagen /8/, /9/, /10/.

## 2.2 Horizontalfilter

Für horizontal durchströmte Pflanzenbeete ist charakteristisch, dass an einer Beetseite über deren gesamte Breite ein aus groberem Material bestehender bis zur Sohle des Beetes reichender Verteilerkörper (Einlaufkulis) eingerichtet ist, der das zulaufende Abwasser aufnimmt und in das Beet weiterleitet. An der gegenüberliegenden Beetseite befindet sich dann die Auslaufkulis.

Der Zulauf des mechanisch vorgereinigten Abwassers kann entweder oberirdisch über den Verteilerkörper oder in diesen eingebettet erfolgen. In der Regel werden hierfür keine Zusatzaggregate wie Pumpen benötigt. Die Beschickung erfolgt meist kontinuierlich. Eine schwallartige Beschickung ist jedoch möglich.

Die Bemessung erfolgt in der Regel mit 5 bis 10 m<sup>2</sup> pro Einwohnerwert (EW).

## 2.3 Vertikalfilter

Vertikalfilter werden flächendeckend von oben entweder oberirdisch oder in der obersten Kiesschicht schwallartig mit mechanisch vorbehandeltem Abwasser beschickt. Das Abwasser durchströmt den Bodenkörper von oben nach unten. Für die Beschickung werden Pumpen oder stromlose hydraulische Heber benötigt.

Die Bemessung erfolgt in der Regel mit 2,5 bis 5 m<sup>2</sup> pro EW. Es sollten jedoch die neuen Vorgaben der DWA mit einer Bemessung von  $\geq 4 \text{ m}^2/\text{E}$  beachtet werden.

### 3. Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt - Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme der derzeit im Land Sachsen-Anhalt in Betrieb befindlichen PKA erfolgte in zwei Gruppen:

- PKA mit einer Kapazität bis einschließlich 5 EW
- für PKA mit einer Kapazität von > 5 EW

Die Datenerfassung wurde für alle PKA auf die Art des Bodenfilters bezogen durchgeführt. Zusätzlich wurden für die Gruppe der PKA mit einer Kapazität > 5 EW spezifische anlagenbezogene Angaben zur Kapazität (m<sup>3</sup>/d, EW), zur Vorklärung (Art, Volumen), zu den bepflanzten Bodenfiltern (Anzahl der Pflanzenbeete, Beetfläche) sowie zu Hersteller, Bautyp bzw. anlagenbezogenen Besonderheiten erfasst.

Nachfolgend werden die Daten der Bestandsaufnahme zu PKA mit einer Kapazität bis einschließlich 5 EW und zu den PKA mit einer Kapazität > 5 EW getrennt analysiert.

#### 3.1 Bestand Pflanzenkläranlagen $\leq$ 5 EW

Für die in Betrieb befindlichen PKA mit einer Kapazität bis maximal 5 EW erfolgte eine auf die Art des Bodenfilters bezogene Erfassung. Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick zur aktuellen Situation insgesamt sowie zum Anlagenbestand in den Landkreisen.

Tab. 3: Bestand an Pflanzenkläranlagen mit einer Kapazität bis zu maximal 5 EW im Land Sachsen-Anhalt

Horizontalfilter	Vertikalfilter	Horizontal- + Vertikalfilter	Launhardt- Reaktor	sonstige	Summe
307	126	83	96	1	613



Abb.1 : PKA Janisroda – Horizontalfilter, 5 EW (STAU Halle 2001)



Abb.2 : PKA Janisroda – Pflanzenbeet im zeitigen Frühjahr, Einlaufbereich im Vordergrund (LAU 2005))



Im Land Sachsen-Anhalt sind derzeit 613 PKA mit einer jeweiligen Kapazität bis maximal 5 EW in Betrieb. Die Analyse der zum Einsatz kommenden Bodenfiltersysteme ergab, dass überwiegend Anlagen mit Horizontalfiltern betrieben werden (307).

Vertikalfilter sind, wenn man die Launhardt-Reaktoren einrechnet, bei 222 PKA im Einsatz. PKA mit Launhardt-Reaktoren wurden schwerpunktmäßig insbesondere im Landkreis Anhalt-Zerbst (52 Anlagen) gebaut. Unter den PKA mit Vertikalfilter sind 15 vom Typ MUTEK (siehe Pkt. 3.3).

Kombinationen von Horizontal- und Vertikalfiltern liegen bei 83 PKA vor. Unter der Spalte „sonstige“ ist eine PKA aufgeführt, die keiner Bodenfilterart zugeordnet werden konnte.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Information über die landkreisbezogene Verteilung der PKA bis zu einer Kapazität von maximal 5 EW.

Tab. 4: Landkreisbezogene Auswertung der Erfassungsdaten zu PKA bis maximal 5 EW

Landkreis	Anzahl PKA $\leq$ 5 EW je Landkreis
Jerichower Land, Stadt Magdeburg, Wernigerode, Quedlinburg, Bernburg, Mansfelder Land, Stadt Halle, Merseburg-Querfurt	0
Aschersleben-Staßfurt, Köthen, Sangerhausen	1
Saalkreis	2
Stadt Dessau, Bitterfeld, Weißenfels	3
Schönebeck, Wittenberg	5
Bördekreis	11
Halberstadt	22
Anhalt-Zerbst	64
Ohrekreis	67
Stendal	122
Burgenlandkreis	144
Altmarkkreis Salzwedel	159
<b>Summe LSA</b>	<b>613</b>

### 3.2 Pflanzenkläranlagen > 5 EW

Für die in Betrieb befindlichen PKA mit einer Kapazität von > 5 EW erfolgte sowohl eine auf die Art des Bodenfilters bezogene Erfassung als auch eine Aufnahme spezifischer Anlagendaten (Vorklärung, Pflanzenbeetgröße usw.).

#### 3.2.1 Bestand Pflanzenkläranlagen > 5 EW

Die nachfolgende Tabelle enthält zunächst eine Zusammenfassung der Informationen zu den Bodenfiltern analog zum Pkt. 3.1.

Tab. 5: Bestand an Pflanzenkläranlagen mit einer Kapazität > 5 EW im Land Sachsen-Anhalt

Horizontalfilter	Vertikalfilter	Horizontal- + Vertikalfilter	Launhardt- Reaktor	sonstige	Summe
81	78	1	20	0	<b>180</b>



Abb. 3: PKA Iden – Pflanzenbeet Vertikalfilter , Kapazität 120 EW (LAU 2006)



Abb. 4: PKA Geestgottberg –Pflanzenbeet Horizontalfilter, Kapazität 40 EW (LAU 2004)

Insgesamt befinden sich aktuell 180 PKA mit einer jeweiligen Kapazität von 6 bis 400 EW im Land Sachsen-Anhalt in Betrieb. Davon verfügen mehr als die Hälfte über Vertikalfilter

(einschl. PKA mit Launhardt-Reaktor). Die Verteilung der PKA mit einer Kapazität von > 5 EW auf die Landkreise bezogen, ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

**Tab. 6: Landkreisbezogene Auswertung der Erfassungsdaten zu PKA > 5 EW**

Landkreis	Anzahl PKA > 5 EW jeweils
Stadt Magdeburg, Aschersleben-Staßfurt, Köthen	0
Wernigerode, Quedlinburg, Stadt Dessau, Mansfelder Land, Stadt Halle, Weißenfels	1
Schönebeck	2
Bitterfeld, Saalkreis, Sangerhausen	3
Bernburg	4
Jerichower Land, Bördekreis, Halberstadt, Wittenberg, Merseburg-Querfurt	5
Anhalt-Zerbst	17
Ohrekreis, Burgenlandkreis	19
Stendal	33
Altmarkkreis Salzwedel	46
<b>Summe LSA</b>	<b>180</b>

**Tab. 7: Pflanzenkläranlagen mit einer Kapazität > 50 EW im Land Sachsen-Anhalt**

PKA Standort		Inbetriebnahmejahr	Kapazität		Einleitung in	Vorklärung		Pflanzenbeetstufe			Bemerkungen, Hersteller, System	Spez. Beetfläche in m <sup>2</sup> /EW <sub>Kap.</sub>
PLZ / Gemeinde	PKA Name		in m <sup>3</sup> /d	in EW		Art	Volumen	Anzahl der Pflanzenbeete	Art	Fläche		
					FG / GW / BMK	EKAG / MKAG / MKAFG / T / sonstige	in m <sup>3</sup>		HF / VF / Laun.	insges. in m <sup>2</sup>		
06648 Eckartsberga	Mariental/ Funktumsiedlung	1999	7,7	53	GW	MKAG	12,0	2	VF	163	Eigenbau	3,08
03786 Wörlitz	Gaststätte "Elbterasse"	2000	11,7	65	FG	MKAG	25	1	VF	195	Firma Krüger/Schwarz	3,00
06862 Roßlau	Buchholzmühle	1997	7,92	66	FG	MKAG	50,9	1	VF	210	FA. aqua consult	3,18
06636 Golzen	Krawinkel	2000	10,5	70	GW	MKAFG	25,0	2	VF	180	Eigenbau	2,57
39517 Grieben	Grieben/ Weißewarter Weg	2004	6,08	76	GW	MKAFG auf dem jew. Privatgrundstück		1	HF	225	Grundstücks-KKA leiten über BMK in PKA	2,96
06268 Querfurt	Leimbach 2	2005	11,6	86	Verdunstung, Brauchwasser	MKAFG auf jew. Privatgrundstücken + 1 MKAFG* für PKA	24*	4	VF	256	"Phytofilt E", Eigenbau, Biofilt GmbH	2,98
39606 Iden	Iden	1998	10	120	GW	Fettabscheider mit Schlammfang vorgeschaltet; MKAG	6	1	VF	276	Kreislaufführung des Abwassers über Beet	2,30
06493 Königserode	Naturzentrum Schiefergraben	2000		120	Verdunstung	MKAG	ca. 40	1	VF	ca. 300	"Phytofilt E", Eigenbau, Biofilt GmbH	2,50
06542 Mittelhausen	Einsdorf	1996	35	200	FG	MKAG	40	2	VF	400	"Phytofilt MS"	2,00
39326 Heinrichsberg	Heinrichsberg	2006	96,0	400	FG	Emscherbrunnen		6	VF	2600	FA. Legroplan	6,50

In Sachsen-Anhalt sind derzeit insgesamt 10 PKA mit einer Kapazität über 50 EW in Betrieb. Davon erreichen lediglich 4 PKA eine Kapazität von über 100 EW.

Bezogen auf die Art der Vorklärung, entspricht allein die PKA Heinrichsberg (400 EW) den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 262 für kleine Kläranlagen. Bei zwei der 10 PKA (Grieben, Leimbach 2) erfolgt bereits eine Vorklärung auf den jeweiligen angeschlossenen Privatgrundstücken in Mehrkammerausfallgruben (MKAFG). Die PKA Iden verfügt über einen Fettabscheider mit Schlammfang vor der Mehrkammerabsetzgrube (MKAG). Die PKA Buchholzmühle verfügt über ein ausreichend großes Vorklärvolumen. Für die übrigen PKA erscheint das zur Verfügung stehende Vorklärvolumen als zu knapp bemessen und entspricht nicht den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 262 (siehe Pkt. 2.1 und Pkt. 3.2.2).

Die PKA Golzen, Ortsteil Krawinkel, die PKA Buchholzmühle und die PKA Einsdorf (siehe Titelblatt) werden seit 2001 bzw. 1999 im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogrammes „Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt“ untersucht (siehe /1/ und /2/). Bei den PKA Golzen und Einsdorf gibt es u.a. aufgrund hoher Zulaufwerte (CSB > 800 mg/l) und zu knapp bemessener Beetflächen Probleme bei der Einhaltung der Vorgaben des Anhangs 1 der AbwV.

Die PKA Iden und die PKA Leimbach 2 sind seit 2006 im Sonderuntersuchungsprogramm. Die PKA Iden (siehe Abb. 3) wird von der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) betrieben. Hier wird hoch belastetes Abwasser aus dem LLG-eigenen Schlachtbetrieb (2/3) sowie Sanitärabwasser (1/3) behandelt (CSB und BSB<sub>5</sub> je > 1000 mg/l). Die Beschickung des Pflanzenbeetes erfolgt nur einmal in der Woche. Danach wird das Abwasser 6 Tage im Kreislauf über das Beet geführt, ehe es mit sehr guten Ablaufwerten die PKA verlässt.

Ebenfalls gute Reinigungsleistungen werden mit der PKA Leimbach 2 erreicht (siehe Abb. 8). Diese PKA vom Typ „Phytofilt E“ verfügt neben den MKAFG der einzelnen Privatgrundstücke noch über eine eigene zentrale MKAFG, die der Pflanzenbeetstufe vorgeschaltet ist. Über 4 Pflanzenbeete mit Vertikalfiltern wird das Abwasser gereinigt (Anhang 1 der AbwV wird bisher eingehalten), in einem nachgeschalteten Teich gespeichert und abschließend als Brauchwasser genutzt.

### **3.2.2 Bemessung und Art der Vorklärung der PKA > 5 EW**

Für die Entschlammung und Befreiung des Abwassers von Grob- und Schwimmstoffen ist eine mechanische Vorbehandlungsstufe erforderlich. Ohne diese mechanische Vorreinigung kommt es zu erheblichen Störungen (z.B. Auflandungen im Zulaufbereich, Verstopfungen der Einsickerungskulisse, Ungeziefer- und Geruchsbelästigungen) bei der Beschickung der Pflanzenbeete. Darüber hinaus kann es bei ungenügender mechanischer Reinigung in kurzer Zeit zur Verstopfung des Bodenmaterials im Pflanzenbeet (Kolmation) kommen.

Die DWA empfiehlt für die mechanische Vorbehandlungsstufe von PKA bei Kleinkläranlagen (bis 50 EW) den Einsatz von Mehrkammerausfallgruben und Mehrkammergruben nach DIN 4261. Für die Vorbehandlung des Abwassers bei kleinen Kläranlagen (Kapazität >50 bis <1.000 EW) werden Absetzteiche (mit vorgeschalteter Grobentschlammung) bzw. Emscherbrunnen empfohlen.

Die Bestandsaufnahme der PKA ergab das in der folgenden Tabelle aufgelistete Spektrum der Vorbehandlung.

Tab.8 : Vorbehandlungstufen der PKA in Sachsen-Anhalt

Vorbehandlung	Kleinkläranlagen Kapazität > 5 ≤ 50 EW	Kleine Kläranlagen Kapazität > 50 < 1.000 EW
Einkammerabsetzgrube	X	
Mehrkammerabsetzgrube	X	X
Mehrkammerausfallgrube	X	X
MUTEC-Behälter	X	
Rottebehälter/-sack	X	
Absetzschacht	X	
Emscherbrunnen		X
Absetzteich		

Erfolgte im ATV-Arbeitsblatt 262 aus dem Jahr 1998 nur ein kurzer Hinweis auf die DIN 4261 hinsichtlich der für die Pflanzenkläranlage zu verwendenden mechanischen Vorklärung, so geht das neue Arbeitsblatt aus dem Jahr 2006 sehr ausführlich auf die entsprechenden Anforderungen für eine ausreichend gute Vorklärung ein. Hier wurden auch die höheren Anforderungen der neuen DIN 4261 aus dem Jahr 2002 zum Volumen von Kleinkläranlagen zur Abwasservorbehandlung eingearbeitet (siehe Pkt. 2.1).

Wie die Tabelle 8 zeigt, sind insbesondere für kleine Kläranlagen (> 50 EW) überwiegend Vorbehandlungsstufen im praktischen Einsatz, die nicht mehr den neuen Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 262 entsprechen. Lediglich die im Jahr 2006 in Betrieb gegangene PKA Heinrichsberg verfügt über einen Emscherbrunnen als Vorklärung. Es ist jedoch zu beachten, dass bei 2 PKA bereits auf den einzelnen Privatgrundstücken KKA der Vorklärung des Abwassers dienen und bei einer PKA das Abwasser über einen Fettabscheider mit Schlammfang geleitet wird, ehe es in die eigentliche Vorklärung gelangt. Auch ohne die Berücksichtigung der Sonderfälle zeigt sich jedoch bei den 10 in Sachsen-Anhalt betriebenen PKA mit einer Kapazität > 50 EW ein überwiegend nicht den heutigen Regeln der Technik genügendes Vorklärvolumen.

Bei den Kleinkläranlagen (PKA > 5 ≤ 50 EW) überwiegt in Sachsen-Anhalt die Vorbehandlung mittels Mehrkammerausfallgruben (MKAFG). Hier wird das Minimalvolumen von 6 m<sup>3</sup> nicht unterschritten und pro EW stehen bei der Mehrzahl der MKAFG mehr als

1500 I/E an Kapazität zur Verfügung. Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenfassung der Daten zur Vorklärung bei PKA im Land Sachsen-Anhalt.

Tab. 9: Bemessung und Art der Vorklärung bei PKA im Land Sachsen-Anhalt mit einer Kapazität von größer 5 bis maximal 50 EW

Art der Vorbehandlung	Vorklärung bei PKA Anzahl	Gesamtvolumen Vorklärung pro Anlage in m <sup>3</sup>	Volumen pro EW im Durchschnitt in I/ E <sub>Kap.</sub>
Einkammerabsetzgrube	2	1 - 2	183
Mehrkammerabsetzgrube	61	≥ 3	903
Mehrkammerausfallgrube	81	≥ 6	1494
MUTEC-Behälter	17	i.d.R. ≥ 6	1290
Rottebehälter/-sack	5	i.d.R. ≥ 12	i.d.R. 1500
Keine Angaben zur Art	4	≥ 9	≥ 1500

i.d.R. in der Regel

Die überwiegende Zahl der PKA mit einer Kapazität  $\leq 50$  EW verfügen über ein Vorklärvolumen, welches den Anforderungen der neuen DIN 4261 entspricht. Es ist zu berücksichtigen, dass sich die Angaben zum pro EW zur Verfügung stehenden Volumen auf die Anlagenkapazität beziehen. Tatsächlich dürfte das für die Vorklärung zur Verfügung stehende Durchschnittsvolumen aufgrund der geringeren Zahl real angeschlossener EW etwas höher liegen.

### 3.2.3 Bemessung der Pflanzenbeetfläche der PKA > 5 EW

Alle im Rahmen der Bestandsaufnahme erfassten PKA sind bis auf eine Ausnahme (PKA Heinrichsberg: 400 EW) vor der Veröffentlichung des neuen DWA-Arbeitsblattes A 262 im März 2006 in Betrieb gegangen. Das bis dahin gültige Arbeitsblatt ATV- A 262 aus dem Jahr 1998 gab für Vertikalfilter eine Filterfläche von mindestens 2,5 m<sup>2</sup>/E und für Horizontalfilter von 5,0 m<sup>2</sup>/E vor. Auf Grundlage der in der Zwischenzeit gewonnenen praktischen Erfahrungen, insbesondere zur Vorklärung, zum Flächenansatz, zur Schichtdicke des Filterkörpers sowie zu Betrieb und Wartung der Pflanzenkläranlagen erfolgte eine Überarbeitung des ATV-A 262 (siehe Pkt. 2.1). Bezogen auf die empfohlene Fläche wurde für die Vertikalfilter eine Veränderung vorgenommen. Hier werden nun mindestens grundsätzlich 4,0 m<sup>2</sup>/E angesetzt.

Im Folgenden wird eine Analyse der PKA hinsichtlich der je EW zur Verfügung stehenden Flächen für die Horizontal- und die Vertikalfilter des ATV-A 262 (1998) im Vergleich zum DWA-A 262 (2006) vorgenommen.



Tab. 10: Überprüfung der PKA > 5 EW hinsichtlich Übereinstimmung mit den Empfehlungen der DWA – Horizontalfilter

ATV-A 262 (1998)		DWA-A 262 (2006)	
Filterfläche pro Einwohner : $\geq 5 \text{ m}^2/\text{E}$	Mindestfilterfläche: 20 m <sup>2</sup>	Filterfläche pro Einwohner : $\geq 5 \text{ m}^2/\text{E}$	Mindestfilterfläche: 20 m <sup>2</sup>
Ca. 86 % der PKA entsprechen der Vorgabe.	Alle PKA haben mindestens eine Filterfläche von 20 m <sup>2</sup> .	Ca. 86 % der PKA entsprechen der Vorgabe.	Alle PKA haben mindestens eine Filterfläche von 20 m <sup>2</sup> .

Tab. 11: Überprüfung der PKA > 5 EW hinsichtlich Übereinstimmung mit den Empfehlungen der DWA – Vertikalfilter

ATV-A 262 (1998)		DWA-A 262 (2006)	
Filterfläche pro Einwohner : $\geq 2,5 \text{ m}^2/\text{E}$	Mindestfilterfläche: 10 m <sup>2</sup>	Filterfläche pro Einwohner : $\geq 4 \text{ m}^2/\text{E}$	Mindestfilterfläche: 16 m <sup>2</sup>
Ca. 92 % der PKA entsprechen der Vorgabe.	Alle PKA haben mindestens eine Filterfläche von 10 m <sup>2</sup> .	Ca. 23 % der PKA entsprechen der Vorgabe.	Ca. 97 % der PKA haben mindestens eine Filterfläche von 16 m <sup>2</sup> .

Bei der pro EW zur Verfügung stehenden Bodenfilterfläche ist zu berücksichtigen, dass sich die Angaben auf die Anlagenkapazität beziehen und im Realfall in einigen Fällen aufgrund geringerer Belastung durch die tatsächlich angeschlossenen EW größer sein dürfte und sich somit die Prozentzahlen etwas nach oben verschieben können.

### 3.3 Typbeispiele für Pflanzenkläranlagen bzw. Bodenfilter

Der zunehmende Einsatz von PKA in der dezentralen Abwasserbehandlung seit den 60er Jahren bewirkte auf der Grundlage der gewonnenen Forschungsergebnisse und der gesammelten praktischen Erfahrungen eine stetige Weiterentwicklung der Verfahrenstechniken. Die unterschiedlichen Bauausführungen und Verfahren der in der Bundesrepublik in Betrieb befindlichen PKA zeigen ebenso unterschiedliche Reinigungsleistungen wie Ansprüche an die technische Ausrüstung, Vorklärung, Wartung und Pflege. Insbesondere bei Vertikalfiltern wurden die unterschiedlichsten Bautypen und Verfahrensausführungen entwickelt.

Die in Sachsen-Anhalt in Betrieb befindlichen Pflanzenkläranlagen sind neben der Vielzahl der durch Eigenbau entstandenen, keinen spezifischen Bautyp zuordenbaren PKA häufig den Anlagentypen

- MUTEK-Pflanzenkläranlagen,
  - PURE-Pflanzenkläranlagen,
  - „Phytofilt“,
  - „Launhardt-Reaktor“
- zuzuordnen.

Nachfolgend sollen die am häufigsten im Land Sachsen-Anhalt verwendeten Bautypen, welche sich im Wesentlichen auf die unterschiedliche Ausführung der biologischen Hauptreinigungsstufe der PKA beziehen, vorgestellt werden.

### MUTEC - Pflanzenkläranlagen

Anlagen vom Typ MUTEC werden in verschiedenen Größen von 4 bis 1.000 EW angeboten. Die Anlagen bestehen aus der Vorklärung (2 Behälter VK 1 und VK 2 sowie Dickstoffspeicher), dem vertikal durchströmten Pflanzenbeet und dem Ablauf (Sammel- und Kontrollschacht) (siehe Abb. 5).

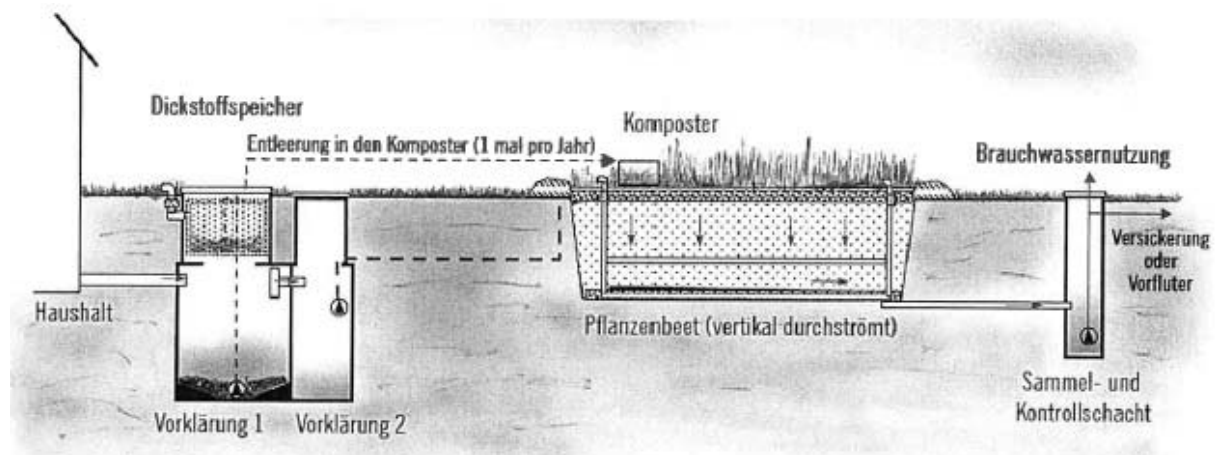


Abb. 5: Prinzip der MUTEC-Pflanzenkläranlage (Quelle: Produktbeschreibung MUTEC Markgraf GmbH)

Für die Vorklärung werden spezielle Behälter aus PE-LLD-Material bis 50 EW eingesetzt. Ab 50 EW wird die Vorklärung in Beton-Ausführung gebaut. Die Vorklärung ist mit Bioluffiltern ausgestattet. Der Dickstoffspeicher wird entweder auf dem VK 1-Behälter aufgesetzt oder extern neben dem Pflanzenbeet angeordnet. Die im Dickstoffspeicher entwässerten Feststoffe werden nach 12 Monaten durch Fachpersonal im Rahmen der Kläranlagenwartung in einem Komposter auf das Pflanzenbeet zur Fertigkompostierung mit Hitzehygienisierung gelagert. Das abtropfende Wasser wird der Abwasserreinigung zugeführt.

Das Pflanzenbeet ist mit Sand und Kies befüllt, mit Schilf bepflanzt und insgesamt 1,20 m tief. Das vorgereinigte Abwasser wird in Intervallen über ein Beschickungssystem, welches in ca. 20 cm Tiefe verlegt ist, eingeleitet. Das Pflanzenbeet wird vertikal durchströmt. Eine Zwangsbelüftung soll über Bioluffilter erfolgen.

Das gereinigte Abwasser gelangt über den Sammel- und Kontrollschacht zum Ablauf (Versickerung, Vorfluter). Hier sind die Brauchwasser- und/oder Probeentnahmen möglich.



### PURE-Pflanzenkläranlagen

PURE-Pflanzenkläranlagen bestehen aus einer Vorreinigungsstufe und der biologischen Hauptreinigungsstufe, einem mit einheimischen Sumpfpflanzen bewachsenen, sandig/kiesigen Bodenfilter und dem Kontrollschacht/PKA-Ablauf. Für die Vorreinigung werden verschiedene technische Lösungen angeboten; entweder mechanisch-biologisch im Fäkalschlammvererdungsbeet oder mechanisch über 3-Kammergrube bzw. Emscherbrunnen. Die biologische Hauptreinigungsstufe kann entweder aus einem Vertikalfilter oder aus einem Horizontalfilter oder aus einer Kombination von Vertikal- und Horizontalfilter (Hybridanlage) bestehen.

Charakteristisch für die PURE-Vertikalfilter ist die stoßweise Beschickung des Pflanzenbeetes (4 – 6 Stöße pro Tag) mit dem vorbehandelten Abwasser über ein oberirdisches Beschickungssystem, welches das Abwasser gleichmäßig über das Pflanzenbeet verteilt. Das Abwasser durchdringt den Bodenfilter von oben nach unten und wird in der Bodenzone des Pflanzenfilters zum anderen Beetende hin geleitet und erreicht über eine Sammelleitung den Kontrollschacht.

Die PURE-Horizontalfilter werden an einer Beetseite über deren gesamte Breite oberflächlich mit vorgereinigtem Abwasser beschickt. Das Abwasser durchströmt das Pflanzenbeet horizontal zur gegenüberliegenden Seite hin und fließt über die Sammelleitung zum Kontrollschacht.

Häufig sind PURE-Pflanzenkläranlagen als Hybridanlagen aus vertikal und horizontal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern (siehe Abb. 6) ausgeführt. Beide Beeteile sind i.d.R. in einer gemeinsamen, abgedichteten Beetgrube angeordnet. Zuerst wird das vorbehandelte Abwasser schwallartig über ein ringförmiges Rohrverteilungssystem auf die Beetoberfläche des Vertikalfilters beschickt, welcher hydraulisch mit dem zweiten, dem Horizontalfilter, verbunden ist. Der Vertikalfilter verfügt über Belüftungsrohre. Für den Ablauf des Horizontalfilters wird i.d.R. ein Fangdrain mit Belüftung eingebaut. Es gibt aber auch Variationen mit freiem Ablauf und mit einer Teilstromrückführung. In der nachfolgenden Abbildung ist eine PURE-Hybridanlage schematisch dargestellt.

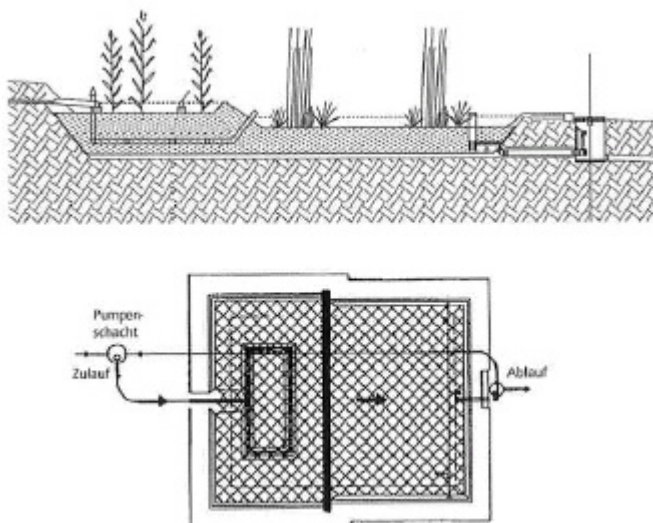


Abb. 6: Prinzip der PURE-Pflanzenkläranlage Typ 2 v/h (aus „Kleinkläranlagen heute“/Bernd Goldberg/ HUSS-MEDIEN GmbH, Verlag Bauwesen 2004)

„Phytofilt“- Pflanzenkläranlagen

Dieses System unterscheidet sich von anderen Vertikalfiltern im Wesentlichen dadurch, dass ein mehrschichtiger Bodenkörper aufgebaut ist, bei welchem die untere Bodenschicht zusätzlich belüftet wird. Über Ablaufheber soll die untere Bodenschicht auf eine bestimmte Höhe eingestaut und dann abgehebert werden, so dass sich ein diskontinuierlicher Abfluss aus dem Bodenkörper einstellt. Während des Abhebers des Abwassers soll der unteren Bodenschicht dabei durch Belüftungsrohre zusätzlich Sauerstoff zugeführt werden, womit ein weiterer Abbau der organischen Fracht bzw. die Nitrifikation gefördert werden soll. Die Beschickung des Pflanzenbeetes erfolgt intermittierend mittels Zulaufheber, welcher sich in der letzten Kammer der Vorklärung befindet.

Wie PKA nach dem System „Phytofilt“ prinzipiell aufgebaut sind, zeigt die nachfolgende Abbildung. In Sachsen-Anhalt kommen die Ausführungen „Phytofilt MS“ (siehe Titelbild und Abb. 7) und „Phytofilt E“ (Ausführung als Eigenbausystem; siehe Abb. 8) zu Einsatz.

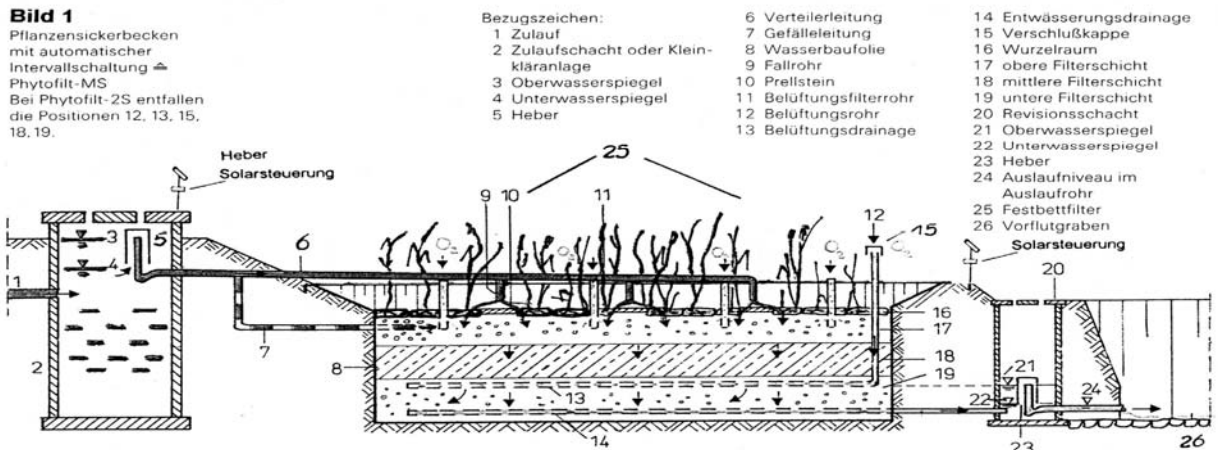


Abb. 7: PKA nach dem System „Phytofilt MS“ (Quelle: Systemunterlagen von Prof. Löffler)



Abb. 8: PKA Leimbach 1, Typ „Phytofilt E“ Kapazität 23 EW im Winter (LAU 2006)

### „Launhardt-Reaktor“

Der „Launhardt-Reaktor“ wurde 1995 erstmals als „erster beatmeter Bodenfilter Deutschlands“ von Manfred Launhardt gebaut und im Verlauf der Jahre in seiner Bauweise mehrfach variiert. Nach dem patentierten Verfahren soll binnen 24 h aus häuslichem Abwasser Brauchwasser gewonnen werden.

Pflanzenkläranlagen dieses Typs bestehen in der Regel aus einer Mehrkammergrube, dem Launhardt-Reaktor und einem nachgeschalteten Nutzwasserteich. Der „Bio-Reaktor“ besteht aus einem Bodenfilter, welcher verschiedene Filterschichten (Fein- und Grobkies) enthält. Die Beschickung des Bodenfilters erfolgt mittels Pumpe über ein Beschickungssystem in die obere Grobkieschicht. Über eine untere Grobkieschicht und entsprechendes Gefälle gelangt das durch die Bodenfilterschicht gesickerte Wasser in einen Sammelbehälter (Brauchwasserentnahme, Wiederbeschickung des Pflanzenbeetes). Nach mehrfacher Kreislaufführung (Zyklen) durch den Bodenkörper soll das gereinigte Abwasser als Brauchwasser verwendet oder aber über einen Schönungsteich in die Vorflut eingeleitet werden können.

Eine Bepflanzung des Bodenfilters (z.B. mit Binsen) wird vom Entwickler als nicht notwendig erachtet.

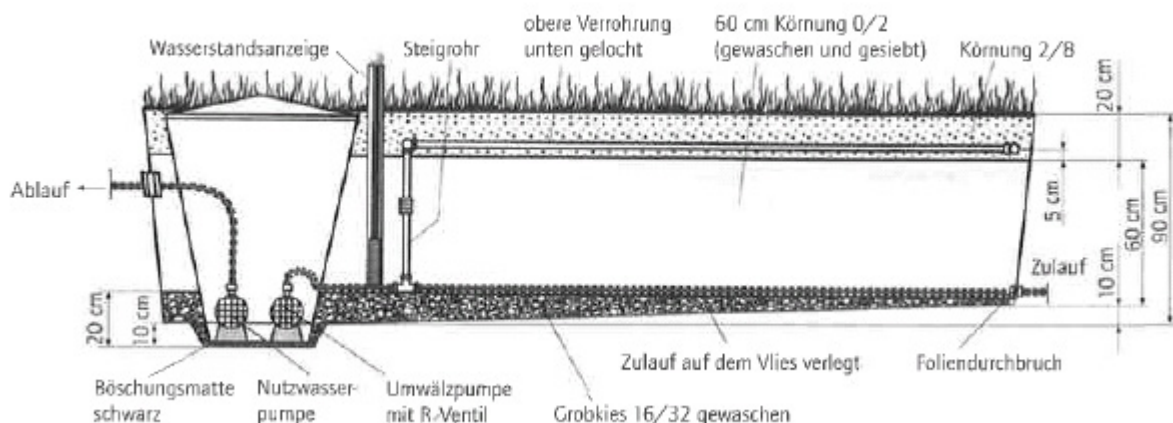


Abb. 9: „Launhardt-Reaktor“ – Seitenansicht (aus „Kleinkläranlagen heute“/Bernd Goldberg/ HUSS-MEDIEN GmbH, Verlag Bauwesen 2004)

Aufgrund der o.g. Besonderheiten (Kreislaufführung, wahlweise mit oder ohne Bepflanzung, Aufbau der Filterschichten) stellt der Launhardt-Reaktor einen Sonderfall für PKA dar und lässt sich nicht in das DWA-A 262 einordnen.

#### 4. Zusammenfassung

Im Ergebnis der Erhebung durch die Unteren Wasserbehörden konnte eine Bestandsaufnahme für PKA im Land Sachsen-Anhalt erfolgen. Insgesamt sind derzeit 793 PKA in Betrieb, deren biologische Hauptreinigungsstufe der Kläranlage der bepflanzte Bodenfilter bildet.

Eine Analyse des Alters der zur Zeit in Betrieb befindlichen PKA mit einer Kapazität > 5 EW zeigt (Stand 04/2006), dass die meisten der PKA seit dem Jahr 1999 und verstärkt seit 2003 in Betrieb gegangen sind (siehe Abb. 10). Die älteste der erfassten PKA nahm im Jahr 1982 in Fischbeck ihren Betrieb auf.

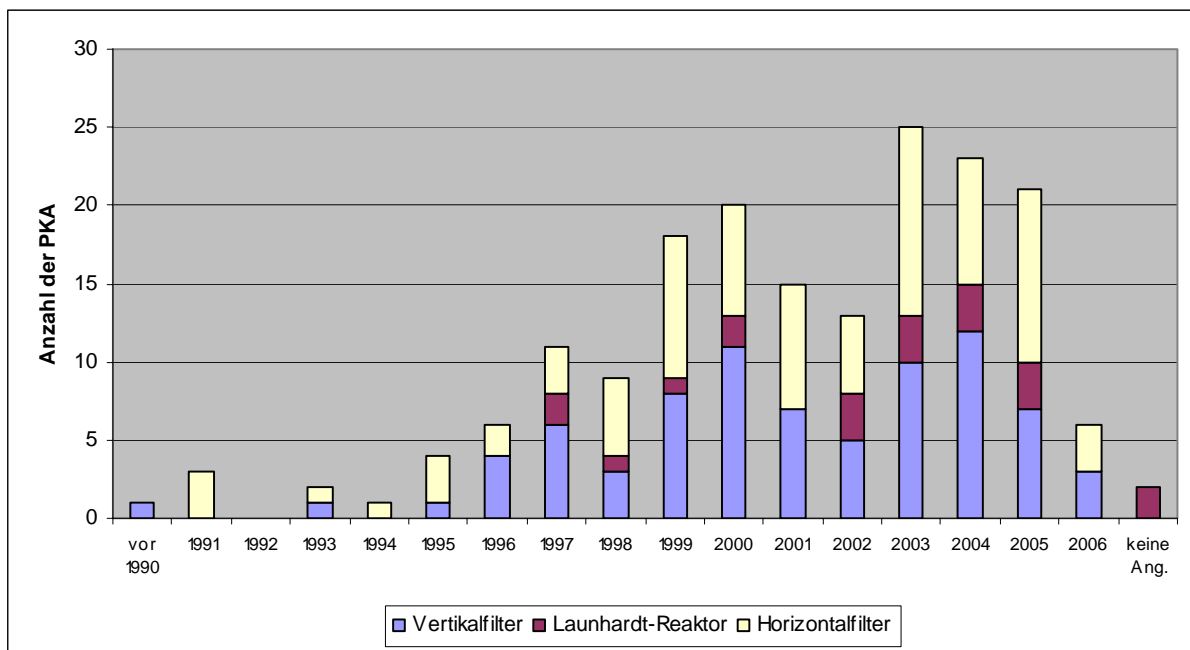


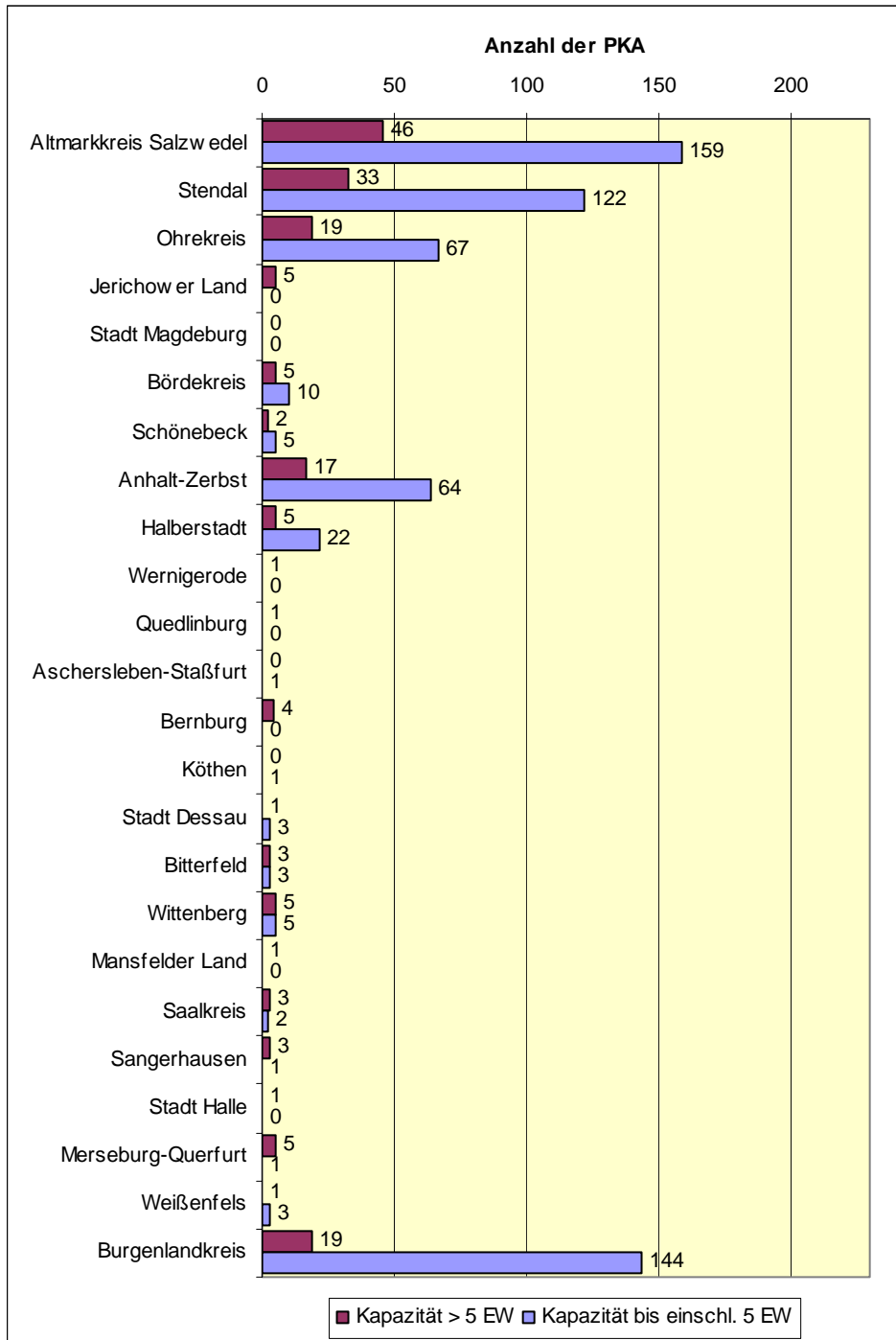
Abb. 10: Inbetriebnahmejahre der PKA im Land LSA

Tab. 12: Übersicht zum Vorkommen verschiedener Bodenfilterarten bei PKA unterschiedlicher Ausbaugrößen

Kapazität der PKA	Horizontalfilter	Vertikalfilter	Horizontal- + Vertikalfilter	Launhardt-Reaktor	sonstige	Summe 1
≤ 5 EW	307	126	83	96	1	<b>613</b>
> 5 ≤ 10 EW	63	37	0	18	0	<b>118</b>
> 10 ≤ 25 EW	10	21	0	2	0	<b>33</b>
> 25 ≤ 50 EW	7	11	1	0	0	<b>19</b>
> 50 EW	2	8	0	0	0	<b>10</b>
<b>Summe 2</b>	<b>389</b>	<b>203</b>	<b>84</b>	<b>116</b>	<b>1</b>	<b>793</b>

Wie aus der Tabelle 12 zu entnehmen, überwiegen bei PKA mit einer Kapazität von bis zu 10 EW die Anlagen mit Horizontalfilter. Mit zunehmender Ausbaugröße verschiebt sich das Verhältnis in Richtung der Anlagen mit Vertikalfilter.

Der folgenden Abbildung 11 ist die jeweilige Anzahl der PKA  $\leq 5$  EW und  $> 5$  EW pro Landkreis zu entnehmen.



**Abb. 11: Anzahl der PKA je Landkreis im Land Sachsen-Anhalt - Anlagen bis einschließlich 5 EW und größer 5 EW**



Eine Auswertung der erhobenen Daten bezüglich der Herkunft des Abwassers zeigt, dass bei den PKA mit einer Kapazität  $> 5 < 10$  EW ca. 95 % der Anlagen Abwasser aus privaten Haushalten reinigen. Erwartungsgemäß erhöht sich der Anteil gewerblichen Abwassers (Gaststätten, Pensionen, Firmen, Bildungseinrichtungen usw.) mit steigender Kapazität der PKA. So beträgt deren Anteil über 50 % bei PKA mit einer Kapazität  $> 10$  EW. Insgesamt reinigen etwa 80 % der PKA  $> 5$  EW Abwasser aus privaten Haushalten.

Für eine Betrachtung der durch die PKA im Land Sachsen-Anhalt zur Verfügung stehenden Reinigungskapazität wurde für PKA  $\leq 5$  EW eine durchschnittliche Kapazität von 4 EW angenommen, die sich aus der durch die DWA empfohlenen Mindestbeetgrößen für die bewachsen Bodenfilter ergibt. Für die PKA  $> 5$  EW lagen die jeweiligen Ausbaugrößen tabellarisch vor. Die Tabelle 13 gibt einen Überblick zu Anzahl und Kapazität der erfassten PKA im Land Sachsen-Anhalt pro Landkreis.

Tab. 13: Anzahl und Kapazität der PKA im Land Sachsen-Anhalt nach Anlagen bis einschließlich 5 EW und größer 5 EW auf die Landkreise bezogen

Landkreis	Anzahl der PKA im LSA			Summe der Anlagenkapazität		
	$\leq 5$ EW	$> 5$ EW	Summe 1	PKA $\leq 5$ EW in EW	PKA $> 5$ EW in EW	Summe 2 in EW
Altmarkkreis Salzwedel	159	46	205	636	450	1086
Stendal	122	33	155	488	548	1036
Ohrekreis	67	19	86	268	651	919
Jerichower Land	0	5	5	0	102	102
Stadt Magdeburg	0	0	0	0	0	0
Bördekreis	10	5	15	40	66	106
Schönebeck	5	2	7	20	45	65
Anhalt-Zerbst	64	17	81	256	296	552
Halberstadt	22	5	27	88	36	124
Wernigerode	0	1	1	0	10	10
Quedlinburg	0	1	1	0	50	50
Aschersleben-Staßfurt	1	0	1	4	0	4
Bernburg	0	4	4	0	24	24
Köthen	1	0	1	4	0	4
Stadt Dessau	3	1	4	12	16	28
Bitterfeld	3	3	6	12	26	38
Wittenberg	5	5	10	20	136	156
Mansfelder Land	0	1	1	0	120	120
Saalkreis	2	3	5	8	48	56
Sangerhausen	1	3	4	4	227	231
Stadt Halle	0	1	1	0	33	33
Merseburg-Querfurt	1	5	6	4	188	192
Weißenfels	3	1	4	12	6	18
Burgenlandkreis	144	19	163	576	278	854
<b>Summe LSA</b>	<b>613</b>	<b>180</b>	<b>793</b>	<b>2452</b>	<b>3356</b>	<b>5808</b>

Bezogen auf die durch die PKA in den Landkreisen vorhandenen Kläranlagenkapazitäten liegt der Altmarkkreis mit ca. 1.100 EW an der Spitze, gefolgt vom Landkreis Stendal mit ca. 1.000 EW und dem Ohrekreis mit ca. 900 EW. Insgesamt steht durch die über 600 PKA der Ausbaugröße  $\leq 5$  EW eine Kapazität von ca. 2.450 EW und durch 180 PKA der Ausbaugröße  $> 5$  EW eine Kapazität von ca. 3.350 EW zur Verfügung. Somit sind im Land Sachsen-Anhalt Pflanzenkläranlagen mit einer Gesamtkapazität von rund 5.800 EW im Betrieb.

Im Ergebnis der Bestandsaufnahme zeigt sich an der Vielzahl der verwendeten Anlagentypen die stetige Weiterentwicklung/Modifizierung der Verfahrenstechniken. Die in Sachsen-Anhalt zum Einsatz kommenden Vertikalbodenfilter sind, neben den in Eigenbau entstandenen Anlagen, insbesondere den Anlagentypen

- „Launhardt-Reaktor“,
- MUTEK-Pflanzenkläranlagen,
- „Phytofilt“-Pflanzenkläranlagen zuzuordnen.

Gemäß den Mitteilungen der Unteren Wasserbehörden sind nur wenige PKA bekannt, bei denen Probleme hinsichtlich der Einhaltung der in der wasserrechtlichen Erlaubnis festgelegten Überwachungswerte auftreten. Hier können durch einen sehr niedrigen Wasserverbrauch und/oder unzulässige Einleitungen die Zulaufwerte zur PKA schon so hoch liegen, dass selbst bei optimaler Reinigungsleistung der PKA die Vorgaben des Anhangs 1 der AbwV im Ablauf nicht erreicht werden. Ein anderes Problem stellen Fehler bei der Pflege und Wartung bzw. vorliegende zeitlich begrenzte technische Probleme (z.B. defekte Heber oder Pumpen) der Anlagen dar. In der Regel werden aber, nach Auskunft der Unteren Wasserbehörden, gute Reinigungsleistungen mit den PKA erreicht.

Die Vorklärung ist bei der überwiegenden Zahl von PKA mit der Kapazität von 5 bis 50 EW entsprechend der neuen DIN 4261 ausgeführt. Auffällig ist allerdings, dass insbesondere bei den PKA mit einer Kapazität über 50 EW die Vorklärung zu 50 % nicht den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 262 genügt.

Die Analyse der für den Reinigungsprozess zur Verfügung stehenden Filterflächen der PKA im Land Sachsen-Anhalt ergab, dass 92 % der Vertikalfilter und 86 % der Horizontalfilter den Vorgaben des ATV-A 262 (1998) entsprechen und alle die vorgegebenen Größen der Mindestflächen einhalten. Im Vergleich mit den neuen Anforderungen des DWA-A 262 (03/2006) für Vertikalfilter ergibt sich allerdings ein Wert von nur 23 % an PKA, die die geforderte Fläche pro EW erreichen. Allerdings liegen keine Aussagen zur tatsächlichen Auslastung der PKA vor. Ausgehend von den Erfahrungen aus dem Sonderuntersuchungsprogramm zu PKA im Land Sachsen-Anhalt ist jedoch anzunehmen, dass ein Teil der PKA nicht voll ausgelastet ist. Die damit pro angeschlossenem EW zur Verfügung stehende Fläche läge dann über der ausgehend von der Kapazität der PKA berechneten Fläche.

Der überwiegende Teil der PKA (ca. 80 %) wird für die Behandlung des in privaten Haushalten anfallenden Abwassers eingesetzt.

## **5. Erkenntnisse und Ausblick**

Obgleich die Zahl der PKA, die im Land Sachsen-Anhalt in Betrieb sind, hoch ist, zeigt sich, dass lediglich ein geringer Prozentsatz (unter 1 %) des anfallenden kommunalen Abwassers über PKA dezentral gereinigt wird. Auffällig sind die Häufungen bestimmter Bautypen in einigen Landkreisen, die sicher auf die Aktivitäten der jeweiligen Herstellerfirmen zurückzuführen sein dürften. Aber auch ein hoher Anteil der PKA wurde in Eigenleistung erbaut. Umso wichtiger ist hier die Sorgfalt mit der bei Planung und Bauausführung der PKA zu arbeiten ist. Wie sich im Rahmen des seit 1999 durchgeführten Sonderuntersuchungsprogrammes zu Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt zeigte, bestimmt die bauliche Ausführung (Vorklärung, Bodenfilter, Anlagentechnik) maßgeblich die Funktionstüchtigkeit, die Leistungsfähigkeit und die Betriebsdauer einer PKA. Dies bezieht sich insbesondere auf das für den Bodenfilter einzusetzende Material. Die Möglichkeiten, während des laufenden Betriebes bauliche oder technische Veränderungen vorzunehmen, sind sehr gering.

Die Sonderuntersuchungen an ausgewählten Pflanzenkläranlagen in Sachsen-Anhalt zur Reinigungsleistung und zum Langzeitverhalten werden bis zum Jahr 2008 fortgesetzt. Unter den 13 im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogrammes erfassten PKA sind 5 mit einer Kapazität > 50 EW. Es ist vorgesehen, die Ergebnisse in einem 3. Erfahrungsbericht zusammenfassend darzustellen.



## 6. Quellen:

- /1/ Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2000): Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt – Erfahrungsbericht, Halle (Saale)
- /2/ Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2005): Pflanzenkläranlagen im Land Sachsen-Anhalt – 2. Erfahrungsbericht, Halle (Saale)
- /3/ ATV-H 262 (1989): Behandlung von häuslichem Abwasser in Pflanzenbeeten. Hinweisblatt der ATV
- /4/ ATV-A 262 (1998): Grundsätze für Bemessungen, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbaugrößen bis 1000 Einwohnerwerte, ATV-Regelwerk
- /5/ DWA-A 262 (2006): Grundsätze für die Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers. DWA-Regelwerk März 2006
- /6/ DIN 4261 (2002): Kleinkläranlagen. Teil 1: Anlagen zur Abwasservorbehandlung. Deutsche Norm
- /7/ MU (1999): Behandlung von häuslichem Abwasser in Pflanzenbeeten. Runderlass des Ministeriums für Raumordnung und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, MBI. LSA Nr. 36/1999 vom 16.11.1999, S. 1431
- /8/ Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2001): Pflanzenbeete zur Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen, München
- /9/ KTBL (1995): Bau von Pflanzenkläranlagen, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Arbeitsblatt 2061/1995
- /10/ FLL/IÖV (2005): Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege/Wartung und Betrieb von Pflanzenkläranlagen – Gelbdruck; Regelwerk der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. und der Ingenieurökologischen Vereinigung e.V.

## 7. Abkürzungsverzeichnis

PKA	Pflanzenkläranlage
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e.V.
ATV-DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWA	neues Kürzel für ATV-DVWK
KKA	Kleinkläranlage
EW	Einwohnerwert; entspricht der täglich von einem Einwohner in das Abwasser abgegebenen Menge an organischen Verbindungen (60 g BSB <sub>5</sub> /E * d)
BSB <sub>5</sub>	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen; Menge an Sauerstoff in mg/l, die beim mikrobiellen Abbau organischer Verbindungen bei einer Temperatur von 20 °C in 5 Tagen verbraucht wird
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf; Maß für die chemisch abbaubare Substanz in mg/l
AbwV	Verordnung über das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung) Anhang 1: Häusliches und kommunales Abwasser
E <sub>Kap.</sub>	Angabe bezogen auf die Einwohnerwerte gemäß Kapazität der PKA
FG	oberirdisches Fließgewässer
GW	Grundwasser
BMK	Bürgermeisterkanal
EKAG	Einkammerabsetzgrube
MKAG	Mehrkammerabsetzgrube
MKAFG	Mehrkammerausfaulgrube
T	Teich
VF	Vertikalfilter
HF	Horizontalfilter
Laun.	Launhardt-Reaktor