

# **Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege und Betrieb von Pflanzenkläranlagen (naturnahe Klärverfahren mit Pflanzenbewuchs)**

Aus der Arbeit des RWA „Pflanzenkläranlagen“

## **Benutzerhinweise**

FLL-Regelwerke stehen jedermann zur Anwendung frei. Eine Anwendungspflicht kann sich aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Verträgen oder aus sonstigen Rechtsgrundlagen ergeben.

FLL-Regelwerke sind Ergebnis ehrenamtlicher technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit. Durch die Grundsätze und Regeln, die bei ihrer Erstellung angewandt werden, sind sie als fachgerecht anzusehen.

FLL-Regelwerke sind eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall. Jedoch können sie nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können. Dennoch bilden sie einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten. Dieser Maßstab ist auch im Rahmen der Rechtsordnung von Bedeutung.

FLL-Regelwerke sollen sich als „anerkannte Regeln der Technik“ einführen.

Durch die Anwendung von FLL-Regelwerke entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr.

Jeder, der in einem FLL-Regelwerke einen Fehler oder eine Missdeutung entdeckt, die zu einer falschen Anwendung führen kann, wird gebeten, dies der FLL unverzüglich mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können.

Modale Hilfsverben (z. B. soll, sollte, muss) und deren Aussagefähigkeit sind für ein eindeutiges Verständnis des Regelwerkes von besonderer Bedeutung. Hinweise nennt DIN 820 „Normungsarbeit“.

<b>Vorwort</b>	.....	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Geltungsbereich, Zweck</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1</b>	<b>Geltungsbereich</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>Zweck und Erkenntnisstand</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Häusliches und kommunales Abwasser</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Sonstige Abwässer</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Verfahren</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Systematik</b> .....	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>Bewachsene Bodenfilter</b> .....	<b>14</b>
<b>4.3</b>	<b>Retentionsbodenfilter</b> .....	<b>15</b>
<b>4.4</b>	<b>Überströmte Feuchtgebiete</b> .....	<b>15</b>
<b>4.5</b>	<b>Klärschlammvererdungsanlagen</b> .....	<b>15</b>
<b>4.6</b>	<b>Sonstige Verfahren</b> .....	<b>16</b>
4.6.1	Hangverrieselung .....	17
4.6.2	Künstliche Schwimminseln emerser aquatischer Makrophyten .....	17
4.6.3	Sumpfpflanzendächer .....	19
<b>5</b>	<b>Planerische Anforderungen</b> .....	<b>20</b>
<b>5.1</b>	<b>Entscheidungsphase</b> .....	<b>20</b>
5.1.1	Verfahrenswahl .....	20
5.1.2	Einsatzbereiche der Hauptverfahren.....	20
5.1.3	Standortwahl .....	21
5.1.4	Wirtschaftlichkeit .....	21
<b>5.2</b>	<b>Planungsschritte</b> .....	<b>22</b>
5.2.1	Grundlagenermittlung.....	22
5.2.2	Vorplanung.....	23
5.2.3	Entwurfs- und Ausführungsplanung .....	23
5.2.4	Qualitätsmanagement .....	23
<b>5.3</b>	<b>Bemessung</b> .....	<b>24</b>
5.3.1	Bemessungsgrundlagen .....	24
5.3.2	Horizontalfilter .....	25
5.3.2.1	Bemessungskriterien.....	25
5.3.2.2	Horizontalfilter mit sandigem Filtersubstrat .....	26
5.3.3	Vertikalfilter .....	26
5.3.3.1	Bemessungskriterien.....	26
5.3.3.2	Alternierende Betriebsweise .....	26
5.3.3.3	Einstufige Vertikalfilter mit sandigem Filtersubstrat .....	27

5.3.4	Optimierte Bewachsene Bodenfilter .....	27
5.3.4.1	Mehrstufige Anlagen und Hybridanlagen.....	27
5.3.4.2	Vertikalfilter mit mehreren funktionalen Schichten.....	28
5.3.4.3	Technik .....	28
5.3.5	Bewachsene Bodenfilter zur Mischwasserbehandlung .....	29
5.3.6	Retentionsbodenfilter.....	29
5.3.7	Überströmte Feuchtgebiete .....	30
<b>5.4</b>	<b>Weitergehende Reinigung .....</b>	<b>30</b>
5.4.1	Stickstoff .....	30
5.4.2	Phosphor .....	31
5.4.3	Abwasserdesinfektion.....	31
5.4.4	Weitere Stoffe.....	32
<b>6</b>	<b>Bauliche Ausführung .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2</b>	<b>Vorreinigung .....</b>	<b>33</b>
6.2.1	Allgemeines .....	33
6.2.2	Bekannte und vielfach eingesetzte Vorreinigungen (a.a.R.d.T.) .....	34
6.2.2.1	Mehrkammergruben .....	34
6.2.2.2	Absetzteich .....	35
6.2.2.3	Absetzbecken .....	35
6.2.2.4	Emscherbrunnen .....	35
6.2.3	Neuere Verfahren der Vorreinigung.....	36
6.2.3.1	Rottevorklärung (organischer Grobstofffilter).....	36
6.2.3.2	Rohabwasserfilter .....	36
<b>6.3</b>	<b>Aufbau der biologischen Stufe.....</b>	<b>37</b>
6.3.1	Allgemeines .....	37
6.3.2	Bewachsene Bodenfilter .....	37
6.3.2.1	Horizontalfilter.....	37
6.3.2.2	Vertikalfilter .....	38
6.3.3	Retentionsbodenfilter.....	39
6.3.4	Überströmte Feuchtgebiete .....	40
<b>6.4</b>	<b>Zulaufkonstruktion zur biologischen Stufe.....</b>	<b>40</b>
6.4.1	Allgemeines .....	40
6.4.2	Einlaufkulissee Horizontalfilter .....	40
6.4.3	Beschickungssystem Vertikalfilter .....	41
6.4.4	Zulaufkonstruktion Retentionsbodenfilter .....	42
6.4.5	Zulaufkonstruktion überströmte Feuchtgebiete .....	42
<b>6.5</b>	<b>Ablaufkonstruktion der biologischen Stufe .....</b>	<b>42</b>
6.5.1	Allgemeines .....	42
6.5.2	Ablaufkonstruktion Bewachsene Bodenfilter .....	42
6.5.3	Ablaufkonstruktion Retentionsbodenfilter .....	43
6.5.4	Ablaufkonstruktion Überströmte Feuchtgebiete.....	44
<b>6.6</b>	<b>Abdichtungssysteme .....</b>	<b>44</b>
<b>6.7</b>	<b>Bodenkörper/Filtersubstrat .....</b>	<b>44</b>
6.7.1	Allgemeines .....	44
6.7.2	Physikalische Eigenschaften .....	45
6.7.3	Physikalisch-Chemische Eigenschaften .....	46
6.7.4	Filtersubstratauswahl .....	47
6.7.5	Einbau des Filtermaterials .....	47

<b>6.8</b>	<b>Bepflanzung</b> .....	<b>47</b>
6.8.1	Bedeutung.....	47
6.8.2	Besonders geeignete Repositionspflanzen.....	48
6.8.3	Pflanzung.....	49
6.8.4	Fertigstellungspflege.....	49
<b>6.9</b>	<b>Abnahme, Mängelansprüche</b> .....	<b>50</b>
6.9.1	Abnahme.....	50
6.9.2	Mängelansprüche.....	50
<b>7</b>	<b>Betrieb und Instandhaltung</b> .....	<b>51</b>
<b>7.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>51</b>
<b>7.2</b>	<b>Inbetriebnahme/Einweisung</b> .....	<b>51</b>
<b>7.3</b>	<b>Eigenüberwachung</b> .....	<b>51</b>
<b>7.4</b>	<b>Pflege der Pflanzen</b> .....	<b>52</b>
<b>7.5</b>	<b>Inspektion und Wartung</b> .....	<b>52</b>
<b>7.6</b>	<b>Instandsetzung</b> .....	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Prüfungen</b> .....	<b>54</b>
<b>8.1</b>	<b>Baugrunduntersuchung</b> .....	<b>54</b>
<b>8.2</b>	<b>Eignungsprüfungen</b> .....	<b>54</b>
	<b>Quellen-/Literaturverzeichnis</b> .....	<b>56</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>59</b>
<b>A1</b>	<b>Bestimmung der auswaschbaren Anteile <math>Q_{\text{ausw}}</math></b> .....	<b>59</b>
<b>A2</b>	<b>Bestimmung der Feldkapazität FK</b> .....	<b>60</b>
<b>A3</b>	<b>Bestimmung der Infiltrationsrate <math>k_{\text{if}}</math></b> .....	<b>61</b>
<b>A4</b>	<b>Bestimmung der Ammonium-Austauschkapazität</b> .....	<b>62</b>
<b>A5</b>	<b>Beispiele für geeignete Substrat-Texturen</b> .....	<b>64</b>