

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung .....	1
1.2	Zielsetzung.....	3
1.3	Einordnung .....	4
1.4	Vorgehensweise .....	4
<b>2</b>	<b>Teilortskanalisationen - ein etabliertes System .....</b>	<b>7</b>
2.1	Begriffsbestimmung.....	7
2.2	Verbreitung von Teilortskanalisationen .....	9
2.3	Entstehung von Teilortskanalisationen.....	12
2.4	Teilortskanalisationen als System.....	16
2.4.1	Systemgliederung und Systemgrenzen .....	16
2.4.2	Funktionen .....	19
2.4.3	Merkmale von Entwässerungsgebieten mit Tok .....	22
2.4.4	Merkmale von Tok-Netzen .....	24
2.4.5	Abgrenzung gegenüber Gewässern .....	29
2.4.6	Eigentumsfragen und wirtschaftliche Bewertung.....	31
<b>2.5</b>	<b>Elemente bestehender Teilortskanalisationen .....</b>	<b>32</b>
2.5.1	Haltungen .....	32
2.5.2	Schächte und sonstige Bauwerke .....	40
2.5.3	Klärgruben (KGr) und Kleinkläranlagen (KKA).....	43
2.5.4	Grundstücksentwässerungsanlagen .....	47
<b>2.6</b>	<b>Auswirkungen von Tok auf die Gewässer .....</b>	<b>48</b>
2.6.1	Zusammensetzung des Abwassers in Tok .....	48
2.6.2	Belastungen der Oberflächengewässer durch Tok .....	52
2.6.3	Zustand der Gewässer in Tok-Gebieten.....	55
<b>2.7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>56</b>

<b>3</b>	<b>Tok-Systeme im Kontext aktueller Anforderungen</b> .....	<b>60</b>
<b>3.1</b>	<b>Abwasserentsorgung - Ziele und Anforderungen</b> .....	<b>60</b>
3.1.1	Ziele und Anforderungen nach heutigen Regelwerken .....	60
3.1.2	Zielsystem und Wirtschaftlichkeit .....	62
<b>3.2</b>	<b>Basis für ein angepasstes Zielsystem in Tok-Gebieten</b> .....	<b>63</b>
3.2.1	Grundlegende Struktur des Zielsystems .....	63
3.2.2	Entsorgungsziele - Zentrale Funktionen .....	67
3.2.3	Umweltziele - Gewässerschutz.....	71
3.2.4	Wirtschaftliche Ziele - Kosten und Risiken .....	75
3.2.5	Sonstige Ziele - Sonstiges.....	84
3.2.6	Nicht explizit berücksichtigte Aspekte .....	85
3.2.7	Fazit und weiteres Vorgehen .....	87
<b>3.3</b>	<b>Potenziale und Defizite vorhandener Tok-Systeme</b> .....	<b>88</b>
3.3.1	Zentrale Funktionen.....	88
3.3.2	Gewässerschutz .....	90
3.3.3	Kosten und Risiken .....	92
3.3.4	Sonstiges .....	94
<b>3.4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>95</b>
<b>4</b>	<b>Zukünftige Nutzungen und Integration von Tok</b> .....	<b>97</b>
<b>4.1</b>	<b>Neuartige Sanitärsysteme</b> .....	<b>97</b>
<b>4.2</b>	<b>Grad der Nutzung der Tok-Elemente</b> .....	<b>100</b>
4.2.1	Haltungen und Schächte .....	100
4.2.2	KGr und KKA .....	102
<b>4.3</b>	<b>Nutzungsmöglichkeiten für die Tok- Elemente</b> .....	<b>103</b>
4.3.1	Einzelnutzungen von Haltungen und Schächten.....	103
4.3.2	Möglichkeiten der Kombination von Einzelnutzungen .....	111
4.3.3	Nutzungsmöglichkeiten für KGr und KKA .....	112
<b>4.4</b>	<b>Integration vorhandener Tok in neue Systeme</b> .....	<b>114</b>
4.4.1	Stoffstromorientierte Systemgruppen im Tok-Kontext .....	115
4.4.2	Integrierte Darstellung der Systeme u. Nutzungsmöglichkeiten ....	116

---

<b>4.5 Zusammenfassung .....</b>	<b>128</b>
<b>5 Entscheidungsunterstützung bei der Planung .....</b>	<b>129</b>
<b>5.1 Entwässerungsplanung und Entscheidungsprobleme .....</b>	<b>129</b>
<b>5.2 Entscheidungsunterstützung in Tok-Gebieten .....</b>	<b>134</b>
5.2.1 Zielstellung, Einordnung und Anforderungen .....	134
5.2.2 Eignung verschiedener Bewertungsmethoden .....	136
5.2.3 Nutzwertanalyse (NWA) .....	137
5.2.4 Angepasster Planungsalgorithmus in Tok-Gebieten .....	140
<b>5.3 Veranlassung und vorgelagerte Schritte .....</b>	<b>141</b>
<b>5.4 Konkretisierung der Ziele .....</b>	<b>145</b>
5.4.1 Anpassung und Gewichtung der Zielkriterien .....	145
5.4.2 Definition von Bewertungs- und Transformationsregeln .....	147
5.4.3 Zielerträge - Bewertungstools für Zentrale Funktionen .....	148
5.4.4 Zielerträge - Bewertungstools für Gewässerschutz .....	150
5.4.5 Zielerträge - Bewertungstools für Kosten und Risiken .....	156
5.4.6 Zielerträge - Bewertungstools für Sonstiges .....	160
5.4.7 Mindestanforderungen .....	161
5.4.8 Zielerfüllungsgrade - Tools zur Transformation der Zielerträge .....	162
<b>5.5 Identifizierung und Auswahl von Maßnahmen .....</b>	<b>163</b>
5.5.1 Vertiefte Bewertung des Ist-Zustandes .....	163
5.5.2 Aufbau eines Maßnahmenkataloges .....	164
5.5.3 Identifizierung wirksamer Einzelmaßnahmen .....	167
5.5.4 Bewertung und Auswahl der Einzelmaßnahmen .....	169
5.5.5 Komplettierung von Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenpaketen .....	171
<b>5.6 Entwicklung und Vorauswahl von Alternativen .....</b>	<b>171</b>
5.6.1 Konkretisierung und Differenzierung der Maßnahmenpakete .....	171
5.6.2 Entscheidung zum weiteren Ablauf .....	172
5.6.3 Entwicklung vollständiger Alternativen und Kostenermittlung .....	174
5.6.4 Bewertung u. Vorauswahl näher zu untersuchender Alternativen .....	175
<b>5.7 Auswahl der Vorzugsvariante und nachgelagerte Schritte .....</b>	<b>176</b>
<b>5.8 Zusammenfassung .....</b>	<b>179</b>

<b>6</b>	<b>Fiktives Fallbeispiel Gründorf</b> .....	<b>181</b>
6.1	Basisdaten zur fiktiven Ortschaft Gründorf .....	181
6.2	Veranlassung und Akteure .....	182
6.3	Vorgelagerte Schritte.....	183
6.4	Anpassung und Gewichtung der Zielkriterien .....	185
6.5	Identifizierung und Auswahl von Maßnahmen.....	186
6.5.1	Vertiefte Bewertung des Ist-Zustandes .....	186
6.5.2	Auswahl wirksamer Einzelmaßnahmen .....	189
6.5.3	Komplettierung der Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenpaketen ...	193
6.6	Entwicklung und Vorauswahl von Alternativen.....	194
6.6.1	Konkretisierung und Differenzierung der Maßnahmenpakete .....	194
6.6.2	Weiterentwicklung der Maßnahmenpakete zu Alternativen .....	195
6.6.3	Bewertung der Alternativen .....	199
6.6.4	Interpretation der Ergebnisse und Vorauswahl .....	206
<b>7</b>	<b>Diskussion, Fazit und Ausblick</b> .....	<b>208</b>
7.1	Diskussion der Methoden zur Informationsgewinnung.....	208
7.2	Diskussion der Ergebnisse.....	209
7.2.1	Ausgangszustand, Anforderungen und Handlungsoptionen .....	209
7.2.2	Entscheidungsunterstützungssystem (EUS).....	210
7.3	Fazit.....	211
7.4	Ausblick.....	212
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>215</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>219</b>
<b>10</b>	<b>Anhänge</b> .....	<b>235</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1	Organische Gewässerbelastungen in Thüringen (TMLFUN 2013b).....	1
Abb. 1-2	Verbreitung von Tok in Mitteldeutschland (SÄBL 2010a).....	2
Abb. 1-3	Tok-Umfrage 2011: Angefragte Aufgabenträger und Rücklauf.....	5
Abb. 2-1	Nach (2.2) ermittelter Anteil an Tok angeschlossener Einwohner (2010); Datenbasis: SÄBL (2010b).....	11
Abb. 2-2	Systemgliederung bei Vollkanalisation [vereinfacht nach DWA (2006a)] .....	17
Abb. 2-3	Systemgliederung bei einer Teilortskanalisation mit Elementen des Einzugsgebietes [in Anlehnung an DWA (2006a)] .....	17
Abb. 2-4	Systemgliederung bei mehreren Teilortskanalisationen innerhalb des Planungsraumes [in Anlehnung an DWA (2006a)] .....	18
Abb. 2-5	Behandlungsgrade von häuslichem SW in Tok .....	19
Abb. 2-6	Funktionen von Teilortskanalisationen .....	21
Abb. 2-7	Bevölkerungsentwicklung in den neuen Ländern bis 2060 (Daten: Statistisches Bundesamt (2010b) .....	24
Abb. 2-8	Kanallängen je angeschlossenen Einwohner im Saarland, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen (Stand 2004) (SÄBL 2010a) .....	25
Abb. 2-9	Klassifizierung und typische Erscheinungsformen von Tok.....	27
Abb. 2-10	typische Anordnungen von Sammelleitungen in Tok-Netzen .....	29
Abb. 2-11	Grundkonstellationen zur Bewertung der Gewässer-eigenschaft.....	30
Abb. 2-12	Einschätzung des Anteils an Tok-Altanlagen der ausgewerteten Aufgabenträger mit Tok, die noch heute mit signifikanten Buchwerten belegt sind.....	32

Abb. 2-13	Rohrmaterialien von Tok in neun Beispielorten im Vergleich zu (Berger u. Lohaus 2004) .....	34
Abb. 2-14	Verteilung der Nennweiten bei Tok in neun Beispielorten ....	34
Abb. 2-15	Verteilung der Tiefenlagen bei Tok in neun Beispielorten .....	35
Abb. 2-16	Verteilung der Sohlgefälle bei Tok in neun Beispielorten .....	36
Abb. 2-17	Ergebnis Tok-Umfrage 2011 - geschätzte Altersverteilung ....	38
Abb. 2-18	Schadensverteilung von 11 Tok-Stichproben im Vergleich zu Berger u. Lohaus (2004) .....	39
Abb. 2-19	Ergebnis Tok-Umfrage 2011 - Einschätzung des Zustandes vor 1990 errichteter Tok .....	40
Abb. 2-20	Schachtabstände (Haltungslängen) bei Tok in neun Beispielorten .....	41
Abb. 2-21	Behandlungsverfahren bei KKA nach Kämpfer u. a. (2005) bzw. Ringe (2009).....	44
Abb. 2-22	Altersstruktur bei KKA nach Kämpfer u. a. (2005) und Ringe (2009) .....	45
Abb. 2-23	Zustandsklassen (ZK) von KKA nach Kämpfer u. a. (2005) und Ringe (2009) .....	46
Abb. 2-24	Emissionen von NH <sub>4</sub> -N in sächsische OFG Quelle: SLfULG (2009b) .....	53
Abb. 2-25	Pfade der Nähstoffeinträge in sächsische Gewässer 2005 / 2006 Datenquelle: SLfULG (2009b) .....	54
Abb. 3-1	Schutzgüter und Schutzziele der integralen Siedlungs- entwässerung (DWA 2006a) .....	61
Abb. 3-2	Ziele von Entwässerungssystemen nach DIN EN 752 .....	61
Abb. 3-3	Angepasstes Zielsystem, Grundstruktur, Kategorien der 1. Zielebene .....	64
Abb. 3-4	Angepasstes Zielsystem, 2. Zielebene .....	65
Abb. 3-5	Zuordnung von Zielen und Anforderungen zu den Kriterien der 2. Zielebene .....	66
Abb. 3-6	Durchschnittliche Kostenstruktur in der Abwasser- beseitigung 2008; Quelle: Leptien u. a. (2009) .....	78
Abb. 3-7	Dichtefunktion nach Gondring (2009) .....	81

---

Abb. 3-8	Einfluss der Nutzungsdauer (ND) bei sinkenden Einwohnerzahlen .....	83
Abb. 3-9	Funktionale Potenziale und Defizite von Teilortskanalisationen .....	89
Abb. 3-10	Potenziale und Defizite bestehender Tok-Systeme beim Gewässerschutz.....	92
Abb. 3-11	Potenziale und Defizite von Teilortskanalisationen bei Kosten und Risiken .....	93
Abb. 3-12	Sonstige Potenziale und Defizite von Teilortskanalisationen .....	94
Abb. 4-1	mögliche Anwendung des Rohr-in-Rohr Systems nach Londong u. a. (2013) und Vesper (2012) auf erdverlegte Leitungen.....	101
Abb. 4-2	Vorschlag für die Nutzung von Tok-Leitungen als Baubehelf.....	101
Abb. 4-3	Bewertungsskalen zur Abschätzung der Möglichkeiten der direkten Nutzung von Tok zur Grauwasserableitung .....	107
Abb. 4-4	paarweise Kombinationsmöglichkeiten von Einzelnutzungen.....	112
Abb. 4-5	1-Stoffstromsysteme - Herkömmliche Tok-Systeme (S00) ...	119
Abb. 4-6	1-Stoffstromsysteme - Qualifizierte Tok-Systeme (S01) .....	120
Abb. 4-7	Tok und 1-Stoffstromsysteme – Trenn- und Mischsysteme (S02).....	121
Abb. 4-8	Tok und Schwarzwasser 2-Stoffstromsysteme (S03) .....	122
Abb. 4-9	Tok und Urintrennung 2-Stoffstromsysteme (S04) .....	123
Abb. 4-10	Tok und Urintrennung 3-Stoffstromsysteme (S05) .....	124
Abb. 4-11	Tok und Fäkalien 2-Stoffstromsysteme (Trockentoiletten) (S06) .....	125
Abb. 4-12	Tok und Urintrennung 3-Stoffstromsysteme (Trockentoiletten) (S07) .....	126
Abb. 4-13	Nutzung von KGr und KKA in verschiedenen Systemen .....	127
Abb. 5-1	Ebenen der Abwasserentsorgungsplanung nach Seiler (2004) .....	130

Abb. 5-2	Einflussmöglichkeiten auf die Projektkosten in Abhängigkeit vom Projektstadium (ATV 1997) .....	131
Abb. 5-3	Die Basiselemente eines Entscheidungsmodells nach Laux (2007) .....	132
Abb. 5-4	Ablaufschema der analytischen Projektbewertung (Pflügner 1991) .....	133
Abb. 5-5	Einordnung des EUS in den Prozess der Integralen Entwässerungsplanung nach DWA-A 100 (DWA 2006a) ....	135
Abb. 5-6	Strukturmuster der NWA; vereinfacht nach Maniak (2001) .....	139
Abb. 5-7	Vorschlag für Gewichtungen der Zielkriterien .....	147
Abb. 5-8	Kostenniveaus für IK und LK.....	157
Abb. 5-9	Struktur des EUS für die Planung in Tok-Gebieten .....	180
Abb. 6-1	Ortslage Gründorf mit vorhandenen Teilortskanälen .....	182
Abb. 6-2	planerisches Grobkonzept für die Alternative A1 .....	196
Abb. 6-3	planerisches Grobkonzept für die Alternative A2 .....	197

## Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1	Ergebnis Tok-Umfrage 2011 - Anteile von Tok am Gesamtnetz .....	12
Tab. 2-2	Richtwerte zur Abschätzung des Zentralisierungsgrades .....	28
Tab. 2-3	Behandlungsstufen von KKA [zusammengefasst / ergänzt nach Otto (2000) und Goldberg (2006)] .....	43
Tab. 2-4	Leistungsbereiche von Mehrkammergruben nach europäischen Literaturangaben (Ebers u. Bischofsberger 1992) .....	49
Tab. 2-5	CSB-Grenzwertüberschreitung verschiedener technischer KKA; zusammengefasst nach Kämpfer u. a. (2005) .....	50
Tab. 2-6	Verschmutzungskonzentrationen im RW und MW nach Brombach (2003) .....	51
Tab. 2-7	Nährstoffkonzentrationen in Dränwasser auf bewirtschafteten Böden in Nordwestdeutschlands n. Wohlrab (1992)....	52
Tab. 2-8	Abwasseremissionen in sächsische OFG 2005 / 2006; Quelle: SLfULG (2007) .....	53
Tab. 3-1	Anforderungen an Entwässerungssystemen n. DIN (2008)....	62
Tab. 3-2	stoffbezogene chemische Gewässergüteklasse-klasse II (UBA 2010) .....	73
Tab. 3-3	Zulässige Regenabflussspenden von undurchlässigen Flächen (DWA 2007) .....	73
Tab. 3-4	Einstufung des chemischen Grundwasserzustandes (BRD 2010) .....	74
Tab. 3-5	Einfluss geldwirtschaftlicher Kostenarten auf die Auswahl von Entwässerungssystemen .....	79
Tab. 4-1	Technische Begriffsdefinitionen - Stoffströme; vereinfacht nach DWA (2008) .....	98
Tab. 4-2	Unterteilung von Abwasserinfrastruktursystemen in Systemgruppen nach DWA (2013) .....	99
Tab. 4-3	Vergleich der einwohnerspezifischen Volumenströme und Frachten (DWA 2013) .....	99

---

Tab. 4-4	Grade der Nutzung von Haltungen und Schächten vorhandener Tok.....	102
Tab. 4-5	Grade der Nutzung für vorhandene KGr und KKA .....	103
Tab. 5-1	Eingangswerte und Ergebnisse für die Bewertung stofflicher Einträge in OFG .....	152
Tab. 5-2	Vorschlag für Gewichtung der Demografie als Zielkriterium .....	159
Tab. 5-3	Maßnahmenkatalog, Datenstruktur, Teil 1: allgemeine Informationen .....	165
Tab. 5-4	Maßnahmenkatalog, Datenstruktur, Teil 2: potenzielle Wirksamkeit.....	165
Tab. 5-5	Maßnahmenkatalog, Datenstruktur, Teil 3: Kosten und Risiken .....	166
Tab. 5-6	Maßnahmenkatalog, Datenstruktur, Teil 4: zusätzliche Informationen .....	167
Tab. 5-7	Ermittlung des defizitbezogenen Wirkungswertes $ww_n$ aller Maßnahmen .....	169
Tab. 5-8	Ermittlung der Zielwerte (Einzelnutzwerte) für die Alternativen .....	175
Tab. 5-9	Aufsummierung der Zielwerte (Einzelnutzwerte) zu einem Nutzwert .....	176
Tab. 6-1	fiktive Ergebnisse von Messungen am Hasenbach und am Tok-Auslauf.....	185
Tab. 6-2	Ermittlung der Zielerträge für den Schutz der OFG .....	187
Tab. 6-3	Ausschlussprüfung und Nutzwertermittlung beim Ist-Zustand.....	189
Tab. 6-4	Beispielmaßnahmen mit defizitbezogenem Wirkungswert $ww_n > 0$ .....	190
Tab. 6-5	Gütequotienten $\gamma_g$ für verschiedene Maßnahmen Schmutzwasserbehandlung .....	191
Tab. 6-6	Gütequotienten $\gamma_g$ für verschiedene Stoffströme .....	192
Tab. 6-7	Ausgewählte wirksame Einzelmaßnahmen .....	193
Tab. 6-8	Aus den Einzelmaßnahmen entwickelte Maßnahmenpakete .....	194

---

Tab. 6-9	Aus den Maßnahmenpaketen zu entwickelnde Alternativen .....	195
Tab. 6-10	voraussichtlicher Leistungsumfang bzw. IK für die Alternative A1 .....	196
Tab. 6-11	voraussichtlicher Leistungsumfang bzw. IK für die Alternative A2 .....	197
Tab. 6-12	voraussichtlicher Leistungsumfang bzw. IK für die Alternative A3 .....	198
Tab. 6-13	voraussichtlicher Leistungsumfang bzw. IK für die Alternative A4 .....	198
Tab. 6-14	voraussichtliche LK für die Alternative A1 .....	198
Tab. 6-15	voraussichtliche LK für die Alternative A2 .....	199
Tab. 6-16	voraussichtliche LK für die Alternative A3 .....	199
Tab. 6-17	voraussichtliche LK für die Alternative A4 .....	199
Tab. 6-18	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{11}$ - Ortshygiene .....	200
Tab. 6-19	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{13}$ - Akzeptierbarkeit .....	200
Tab. 6-20	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{211}$ - BSB <sub>5</sub> .....	201
Tab. 6-21	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{212}$ - NH <sub>4</sub> -N .....	201
Tab. 6-22	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{213}$ - P <sub>ges</sub> .....	202
Tab. 6-23	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{22}$ - Grundwasserschutz .....	203
Tab. 6-24	überschlägiger PKBW für Alternative A1 .....	203
Tab. 6-25	überschlägiger PKBW für Alternative A2 .....	203
Tab. 6-26	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{31}$ - Investitionskosten (IK) .....	204
Tab. 6-27	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{32}$ - Laufende Kosten (LK) .....	204
Tab. 6-28	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{331}$ - Demografie .....	205
Tab. 6-29	Zielwerte für A1 - A4 bei $k_{332}$ - Preisentwicklung .....	205
Tab. 6-30	Nutzwertermittlung für die Alternativen A1 - A4 .....	206
Tab. 6-31	Zur weiteren Planung vorausgewählte Alternativen .....	207