



bmvrt

Manual für das

Decision Support Tool

im Rahmen des Projekts AR-HES-B

Inhalt

Einleitung	3
1. Eckpunkte des Tools Was muss ich als Anwender beachten?	4
2. Allgemeines zum Tool Wie ist das Tool grundsätzlich zu verwenden?	5
3. Schritt für Schritt durch das Tool Wie kann ich das Tool anwenden?	6
Schritt 1 Eingabe der Zulaufwerte	6
Schritt 2 Auswahl der Technologien	7
Schritt 3 Beantwortung der zusätzlichen Fragen	10
Schritt 4 Informationen zu den Netzen	10
Schritt 5 Auswertung	11
Schritt 5 Szenarienvergleich	16
4. Interpretation der Ergebnisse Wie kann ich die Ergebnisse für meine ARA nutzen?	17
Abkürzungen & Begriffsdefinitionen	19
Impressum	20

Einleitung

Dieses Manual unterstützt Sie bei der Bedienung des **Decision Support Tools** (kurz DEST). Sie finden hier:

- Eine **Schritt für Schritt Anleitung** durch das Tool
- Welche Methoden den **Berechnungen** zugrunde liegen
- Wie Sie **Ergebnisse auswerten und interpretieren** können
- Wie Sie verschiedene **Szenarien erstellen und vergleichen** können

Das DEST unterstützt alle Akteure einer Kläranlage im Umgang mit dem Tool, um in einem systematischen Prozess Potentiale für Innovativen zu identifizieren und die reine End-of-Pipe ARA hin zum integralen Bestandteil für Energie- und Wertstoffrückgewinnung zu führen. Der **Leitfaden „Energie und Wertstoffe aus Abwasser“** gibt einen Überblick über drei Szenarien der Zukunft die mit dem DEST nachgebildet und variiert werden können.



Download

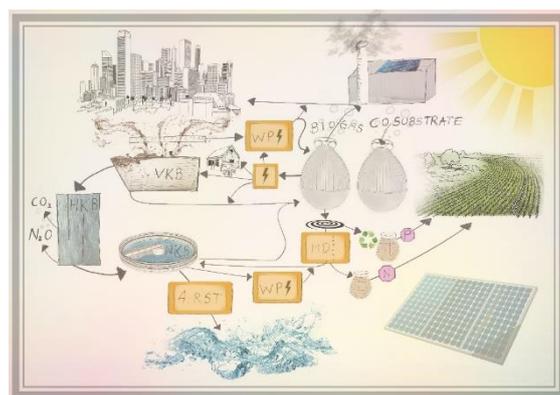
www.ar-hes-b.aee-intec.at

- Leitfaden „Energie und Wertstoffe aus Abwasser“
- Decision Support Tool DEST
- [Dieses Manual zum DEST]
- Detaillierte Fact Sheets zu den Technologien

Mit diesem Tool können verschiedene konventionelle und neuartige Technologien auf einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) kombiniert und berechnet werden. Das Ergebnis dient zur Unterstützung der Akteure für die Entscheidungsfindung über den Einsatz innovativer Technologien bzw. Technologieszenarien sowie über die Nutzungsmöglichkeiten verschiedener Energieformen am Kläranlagenstandort im Zusammenspiel mit den Energienetzen Gas, Strom und Fernwärme.

Mehrere Technologien können ausgewählt und als Technologievariation miteinander kombiniert werden. Diese Technologievariationen werden im Tool energetisch, ökonomisch und ökologisch bewertet. Sie als User können die individuell erstellte Technologievariation (Szenario) anhand wesentlicher Parameter der Abwassertechnik bewerten. Das Tool ermöglicht den Vergleich verschiedener Szenarien und Konfigurationen der Kläranlage und gibt Auskunft über qualitative Daten, die als Grundlage einer strategischen Entscheidungsfindung dienen sollen. In diesem Sinn:

Starten Sie erfolgreich in die Erforschung der Möglichkeiten Ihrer ARA der Zukunft!



1. Eckpunkte des Tools | Was muss ich als Anwender beachten?

Das Decision Support Tool ist für Kläranlagen ausgerichtet, die kommunales Abwasser aus Haushalten oder Abwässer aus gewerblichen und industriellen Anlagen behandeln, und mit einer anaeroben Schlammstabilisierung ausgestattet sind. Anlagen mit aerober Stabilisierung können nicht abgebildet werden.

Die vordefinierten Belastungsgrundwerte (CSB , N_{ges} und P_{ges}) und die einzuhaltenden Grenzwerte beziehen sich auf kommunales Abwassers in Österreich. Im Tool werden für die Berechnungen der Technologie- und Prozessschritte allgemein gültige Erfahrungswerte und Kenndaten aus Regelblättern, Leitfäden und Richtlinien verwendet. Zu beachten ist, dass Abwasserreinigungsanlagen stets individuelle Besonderheiten aufweisen und daher kann eine ARA mit dem Tool nicht 100%ig exakt abgebildet werden. Dies ist vor allem bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Um die Ergebnisse des Tools auf ihre Plausibilität zu überprüfen, soll zuerst der Status Quo auf der ARA betrachtet werden. Je mehr Daten (Abwasseranalysen an verschiedenen Stellen der ARA, Mengenmessungen für Wasser und Schlämme und andere Betriebsaufzeichnungen) bekannt sind, desto besser kann das Tool angepasst und die Ergebnisse interpretiert werden. Zudem können so ausgearbeitete Szenarien im Tool besser eingeschätzt werden.

Das DEST ermöglicht eine automatische ökologische und ökonomische Bewertung. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass reale Investitionskosten, Betriebskosten und Treibhausgasemissionen sehr stark von den herangezogenen Benchmarks und Literaturwerten abweichen können. Die ökologische und ökonomische Bewertung aller Technologien wird transparent im Tool angezeigt und kann somit auf Plausibilität überprüft werden.

2. Allgemeines zum Tool | Wie ist das Tool grundsätzlich zu verwenden?

Für die Anwendung des Tools wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- I. Im ersten Schritt wird empfohlen, den Status Quo der ARA im Tool darzustellen, um die errechneten Ergebnisse des Tools anhand eigener Messwerte zu verifizieren.
- II. Im zweiten Schritt können dann verschiedene Technologievariationen berechnet und miteinander verglichen werden.

Das Tool besteht aus mehreren Sheets (= Tabellenblätter). In sechs Sheets (siehe Infobox) können Informationen eingegeben und ausgelesen werden. In den restlichen Sheets, welche für den User gesperrt sind und in denen keine Änderungen vorgenommen werden können, erfolgt die Berechnung im Hintergrund. Zur Anwendung des Tools sind folgende Erklärungen hilfreich:

- Die **Navigation** zwischen den Sheets erfolgt mithilfe von **Buttons**.
- Alle erforderlichen **Eingabefelder** sind grundsätzlich weiß hinterlegt.
- Einige Felder werden erst nach einer vorangegangenen Eingabe aktiviert.
- Eine **Auswahl wird mit einem kleinen „x“** oder durch ein Dropdown-Feld getätigt.

Infobox

Sheets im Tool:

- Eingabe_Zulauf ARA
- Auswahl_Technologien
- Zusätzl. Fragen
- Netze
- Auswertung
- Szenarienvergleich

Eingabe der Zulaufwerte

Auswahl
Technologien

Zusätzliche Fragen

Netze

Auswertung

00_Name der Anlage:

Navigationbuttons

01_Geben Sie die Ausbaupazität der kommunalen Abwasserreinigungsanlage ein:

Ausbaupazität EW

Tatsächlich angeschlossene EW_{120} EW

Hinweis: berechnet aus CSB-Fracht (Punkt 04) - dieser Wert wird für die weiteren Berechnungen im DEST verwendet.

Eingabefelder

02_Geben Sie die mittlere tägliche Zulaufwassermenge bei Trockenwetter (Q_{zu}) in m^3/d ein:

Ist die mittlere tägliche Zulaufwassermenge (Q_{zu}) nicht bekannt, so wird der Belastungsgrundwert von 200 l/(EW.d) und die Ausbaupazität für die Berechnungen herangezogen!

Zulaufwassermenge l/(EW.d)

Zulaufwassermenge m^3/d

Zulaufwassermenge m^3/d

Sheets

Startseite
Eingabe_Zulauf ARA
Auswahl_Technologien
Zusätzl. Fragen
Netze
Auswertung
Szenarienvergleich
Szenariomanager
A_Vorreinigung

Abbildung 1: Allgemeines zur Verwendung des Tools

3. Schritt für Schritt durch das Tool |Wie kann ich das Tool anwenden?

Für die Eingabe der Daten und Auswahl der Technologien sind die folgenden vier Schritte notwendig.

- Eingabe der Zulaufwerte (Sheet „Eingabe_Zulauf ARA“)
- Auswahl der Technologien (Sheet „Auswahl_Technologien“)
- Beantwortung der zusätzlichen Fragen (Sheet „Zusätzl. Fragen“)
- Eingabe von Informationen zu den Netzen (Sheet „Netze“)

Schritt 1 | Eingabe der Zulaufwerte

Zu Beginn sind die Zulaufparameter im Sheet „Eingabe_Zulauf ARA“ einzugeben. Es wird zuerst eine allgemeine Beschreibung der ARA abgefragt. Die Größe der ARA (*Tatsächlich angeschlossene EW₁₂₀*) wird mit der Eingabe der CSB-Konzentration auf Basis der CSB-Belastung von 120 g/(EW.d) festgelegt.

Temperatur

Die Temperatur des Zulaufs beeinflusst viele Ergebnisse der ARA ganz entscheidend. Vor allem das thermische Energiekonzept ist von diesen Werten bestimmt. Um eine möglichst konkrete Bewertung zu geben, kann das Tool Monatswerte der Zulauftemperaturen berücksichtigen. Prinzipiell hat der User zwei Möglichkeiten diese Daten einzugeben:

- Entweder er verwendet einen Beispiel-Datensatz, der aus den gemittelten Werten tatsächlicher Kläranlagen mit einer Größe von rund 40.000 EW gewonnen wurde, oder
- Daten werden jeweils im Monatsmittel eingegeben. Daraus wird wiederum das Jahresmittel errechnet, welches in der Hauptberechnung verwendet wird.

03_Geben Sie die mittlere Zulauftemperatur des Abwassers in °C ein:

Wählen Sie den Datensatz: **Auswahl Datensatz** **Errechnetes Jahresmittel**

durchschnittliche Zulauftemperatur 11,4 °C

Zulauftemperatur in °C je Monat

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
8	9,2	10	12,3	12,5	14	15,2	14,8	13	10,4	9	8,4

<< bitte hier die monatlichen Zulauftemperaturen eintragen

Abbildung 2: Definition der Zulauftemperaturen

Zulaufkonzentrationen

Werden keine Konzentrationen eingegeben oder soll eine „fiktive ARA“ berechnet werden, so wird für die Berechnung auf typische Belastungswerte zurückgegriffen. Es erfolgt zugleich die Berechnung der Fracht, welche ebenfalls im Sheet ersichtlich ist.

04_Geben Sie die CSB-Zulaufkonzentration ein: **Eingabe Zulaufkonzentration** **Errechnete Fracht**

Ist die CSB-Zulaufkonzentration nicht bekannt, so wird der Belastungsgrundwert von 120 g/(EW.d) für die Berechnungen herangezogen!

Belastungsgrundwert **Errechnete Fracht**

CSB-Zulauf g/EW.d CSB-Zulauf mg/l CSB-Fracht kg/d

CSB-Zulauf mg/l

Abbildung 3: Eingabe der Zulaufkonzentrationen

Rückbelastung

Das Trüb- und Presswasser aus der Schlammbehandlung, welches in das Belebungsbecken rückgeleitet wird, enthält hohe Nährstoff-Konzentrationen. Für die Berechnung gibt es wiederum zwei Möglichkeiten:

a) Wenn bekannt, können die Nährstoff-Konzentrationen manuell eingegeben werden.

b) Sind die Konzentrationen nicht bekannt, so werden Literaturwerte für die Berechnung herangezogen werden (siehe Infobox).

Zu beachten ist, dass die Nährstoff-Konzentrationen von vielen Faktoren abhängen und die ARA somit am besten abgebildet werden kann, wenn die Konzentrationen selbst eingegeben werden.

 Infobox	
CSB:	1-3% der CSB-Zulauf fracht zum Faulbehälter
N _{ges} :	1,5 ± 0,1 g/(EW.d)
NH ₄ -N:	95% von N _{ges}
P _{ges} :	2-4% der P _{ges} -Zulauf fracht zur ARA
PO ₄ -P:	95% von P _{ges}

Stickstoff-Wirkungsgrad

Für die Berechnungen ist ein Stickstoff-Wirkungsgrad anzugeben. Aus diesem werden die Nitratkonzentration im Ablauf und weiter die zu denitrifizierende Stickstofffracht berechnet.

Größe und Ablaufkonzentrationen

Unter Punkt 11 können die Volumina der Becken und des Faulbehälters eingegeben werden. Diese können dann in der Auswertung mit den errechneten Volumina verglichen werden. Auch die Eingabe der Ablaufkonzentrationen ist keine Pflichteingabe. Sie werden lediglich für den Vergleich mit den errechneten Werten verwendet.

Schritt 2 | Auswahl der Technologien

Mit dem Klick auf den Button „Auswahl Technologien“ gelangen Sie in das Sheet „Auswahl Technologien“, in dem die gewünschten Technologien der ARA ausgewählt werden.

- Die Technologien sind in die **Cluster A – F** eingeteilt, wobei in einem Cluster auch mehrere Technologien ausgewählt werden können.
- Eine kommunale Abwasserreinigungsanlage benötigt in jedem Fall Technologien aus den Clustern „A Vorreinigung“, „B Hauptreinigung“ und „C Schlammbehandlung“.
- Technologien aus den Clustern „D Energieumwandlung“, „E Wertstoffrückgewinnung“ und „F Nachbehandlung u. Spurenstoffe“ sind nicht zwingend Teil einer ARA.
- Innerhalb eines Clusters ordnet der User die gewünschten Technologien nach der Reihenfolge der Reinigungsschritte. Wird eine Technologie aus einem Cluster gewählt, ist eine Nummerierung beginnend mit „1“ erforderlich.



Infobox

Entsteht bei der der Nummerierung der Technologien innerhalb eines Clusters ein Fehler, erscheint über den Technologien der Text „Reihenfolge kontrollieren“.

- Zu den meisten Technologien gibt es die Möglichkeit, eine kurze Technologiebeschreibung zu erhalten. Kommentare erscheinen, wenn man über das Feld einer Technologie fährt.
- Für manche Technologien sind zusätzliche Fragen zu beantworten. Die „Z“-Buttons neben den Technologien sind in das nächste Sheet „Zusätzliche Fragen“ verlinkt.

In der folgenden Abbildung ist eine typische ARA mit aerobem Belebungsbecken und anaerober Schlammstabilisierung ausgewählt. Im Cluster C gibt es einen Fehler in der Nummerierung, der Text „Reihenfolge kontrollieren“ ist sichtbar.

A		B		C		D		E		F	
Vorreinigung		Hauptreinigung		Schlammbehandlung		Energieumwandlung		Wertstoffrückgewinnung		Nachbehandlung u. Spurenstoffelimination	
OK		OK		Reihenfolge kontrollieren		OK				Z	
00	Technologie	00	Technologie	00	Technologie	00	Technologie	00	Technologie	00	Technologie
1	01 Zulaufpumpwerk	1	01 Belebungsbecken inkl. Nachklärbecken	1	01 Staubeimer Voreindicker (PFS)	1	01 Biogasspeicher		01 MAP-Fällung Trübwasser		
2	02 Rechen	02	02 SBR-Verfahren	2	02 Rechen		02 Biogasspeicher		02 MAP-Fällung Schlamm (Al/Fe/Fe)		
3	03 Sand- und Fettfang	03	03 Membranbelebungsanlagen (getauchte Membran inkl. NRE)	3	03 Maschinelle Entschlickung		03 Biogasspeicher		03 P-Extraktion Asche		
4	04 Mikrofiltration	04	04 Niederdruck-Umkleumosose	3	04 Faulbehälter		04 Wasserstoff-Elektrolyse		04 Membrandestillation Trübwasser		
4	05 Vorklärbetten	05	05 C-Membrandestillation	3	05 Statischer Nacheindicker		05 Methanisierung		05 M-Streupumpe		
06	06 Mikrofiltration	06	06 Anaerobe Vorbehandlung (UASB)	06	06 Schneckenpresse		06 Wärmetauscher		06		
07	07 Ultrafiltration	07	07 AnMBER (getauchte Membran)	07	07 Siebbandpresse		07 Schlamm-Schlammwärmetauscher Faulbehälter		07		
08	08 Niederdruck-Umkleumosose	08	08	5	08 Zentrifuge		08 Wärmepumpe im ARA-Ablauf		08		
09	09 Hochdruck-ZKB u. Polymersaube	09	09	09	09 Membranpresse		09 Wärmepumpe im Zulaufkanal		09		
10	10 Flotation	10	10	10	10 Trocknung		10		10		

Fehler in der Nummerierung (in Cluster C, Zeile 3, Spalte 5)

Beschreibung der Technologie (in Cluster F, Zeile 1, Spalte 11)

Navigation zu „Zusätzliche Fragen“ (in Cluster A, Zeile 4, Spalte 2)

Ammonium kristallisiert zusammen mit Magnesium und Phosphat zu dem schwer löslichen Salz Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP). Dies erfolgt nach Zugabe der erforderlichen Menge an Magnesiumsalz in ein schwach alkalischen Milieu und MAP kann dem Wasser entfernt werden.

Abbildung 4: Auswahl der Technologien

Fehlermeldungen

Im rechten Bereich des Sheets „Auswahl_Technologien“ sind drei Boxen, in den etwaige Fehlermeldungen und Anmerkungen angezeigt werden.



Infobox

Bitte beachten Sie:

Fehlermeldungen in der 1. und 3. Box werden **sofort angezeigt**.

Fehlermeldungen in der 2. Box werden erst nach Betätigung des Buttons „**Überprüfung der Auswahl**“ angezeigt.

I. Anmerkungen zur Technologieauswahl (clusterübergreifend)

Meldungen in dieser Box beziehen sich auf das Zusammenwirken von Technologien zwischen den einzelnen Clustern. Bei einer falschen Eingabe wird die Meldung sofort angezeigt und beschrieben welche Technologien nicht gleichzeitig ausgewählt werden können. Bei Beheben des Fehlers durch den User erlischt sie wieder.

I. Anmerkungen zur Technologieauswahl (clusterübergreifend) <small>(wird sofort angezeigt)</small>	
Wenn das BHKW ausgewählt wird, müssen die anaerobe Vorbehandlung (UASB) und/oder der Faulbehälter ausgewählt sein.	
II. Anmerkungen zur Technologieauswahl (clusterintern) <small>(nach Button "Überprüfung der Auswahl")</small>	Überprüfung der Auswahl
Technologie C5 darf nicht nach C8 sein.	
III. Beantwortung zusätzlicher Fragen <small>(wird sofort angezeigt)</small>	Zusätzliche Fragen
Beim Zulaufpumpwerk (A1) die Förderhöhe eingeben (auch bei 0 Meter).	

Abbildung 5: Fehlermeldungen

II. Anmerkungen zur Technologieauswahl (clusterintern)

Meldungen in dieser Box beziehen sich auf die Abfolge von Technologien innerhalb eines Clusters. Für die Überprüfung dieser Beziehungen müssen die Meldungen mit dem Button „Überprüfung der Auswahl“ aktualisiert werden. Zum Beispiel kann im Cluster A der Sand- und Fettfang nicht vor dem Zulaufpumpwerk geschaltet werden. Die Reihenfolge der Technologien im Cluster muss dann entsprechend geändert werden. Sind die Fehler behoben, erlischt die Meldung erst nach erneuter Aktualisierung.

III. Beantwortung zusätzlicher Fragen

Sind benötigte zusätzliche Fragen nicht oder falsch beantwortet, so erscheint in dieser Box eine Meldung. Die Meldung erlischt, sobald die Frage vom User beantwortet wurde.

Schritt 3 | Beantwortung der zusätzlichen Fragen

In dem Sheet „Zusätzl. Fragen“ sind weitere Angaben zu den ausgewählten Technologien zu machen. Die Eingabe erfolgt in den weiß hinterlegten Feldern. Es sind nur Fragen für jene Technologien zu beantworten, welche auch im vorherigen Sheet (Auswahl_Technologien) ausgewählt wurden. Sollte ein Frage nicht oder falsch beantwortet sein, so erscheint neben dem Feld ein Eingabehinweis. Es erscheinen im oberen Teil des Sheets die gleichen Fehlermeldungen wie in der Box „III. Beantwortung zusätzlicher Fragen“ im Sheet „Auswahl_Technologien“.

Abbildung 6: Zusätzliche Fragen

Schritt 4 | Informationen zu den Netzen

Im Sheet „Netze“ werden Daten zu Strom-, Gas- und Wärmenetzen abgefragt.

Die Energiekosten bilden einen großen Anteil der Betriebskosten einer kommunalen Kläranlage. Seit Jahren gibt es Bestrebungen, die Energieeffizienz zu erhöhen und möglichst viel Energie auf der Kläranlage selbst zu erzeugen und somit den Eigenversorgungsgrad zu maximieren.

Im Sheet „Netze“ werden zum einen die Kostenansätze für Lieferung von Strom, Gas und Wärme definiert. Zum anderen werden in diesem Sheet alle für das Tool relevanten Daten zu den Netzen rund um die Kläranlage definiert. Neben der ungefähren geografischen Lage in Österreich (notwendig für die Auswahl der Klimadaten) werden auch die Versorgungssituation mit Gas und Fernwärme, sowie grundsätzliche Liefermöglichkeiten für Wärme aus dem Umfeld der Kläranlage abgefragt.

Angaben zu den Leitungen ermöglichen die Berechnung unterschiedlicher Investitionskosten für den Leitungsbau und Angaben zu Eigenschaften der Anschlüsse geben dem Tool Input, um die einzelnen Technologien im Detail berechnen zu können.

Durch die Anpassung der „Kläranlagen-Umgebung“ kann das Tool die Verknüpfung mit den unterschiedlichen Energiekreisläufen herstellen.

Schritt 5 | Auswertung

5-1 | Popup Feld

Sind alle Werte eingegeben und zusätzlichen Fragen korrekt beantwortet, so ist der nächste Schritt die Auswertung. Mit dem Klick auf den Navigationsbutton „Auswertung“ öffnet sich das nebenstehende Pop-up Feld.

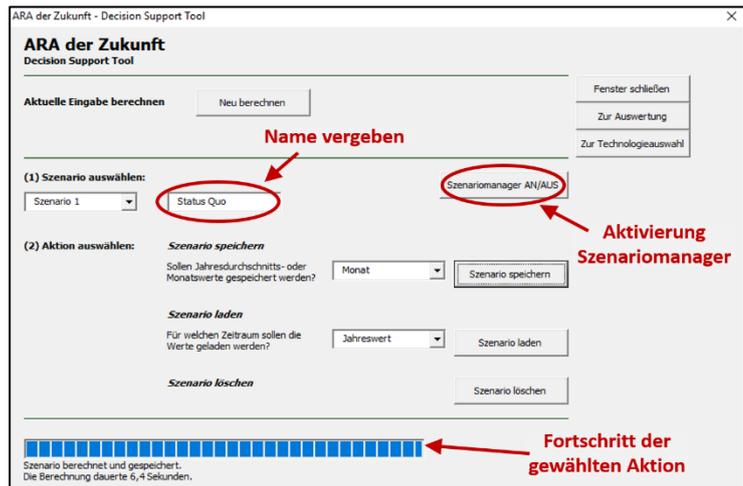


Abbildung 7: Popup-Feld „Auswertung“

Aktuelle Eingabe berechnen

Mit dem Button „**Neu berechnen**“ wird die aktuelle Eingabe berechnet und im Sheet „Auswertung“ angezeigt. Die eingegebenen Daten und errechneten Ergebnisse werden dabei nicht gespeichert!

Szenariomanager

Der Szenariomanager kann im unteren Bereich ein- und ausgeschaltet werden. Zuerst muss ein Szenario (1-10) ausgewählt und ein Name vergeben werden. Für das ausgewählte Szenario bestehen nun drei Optionen:

a) Szenario berechnen und speichern

Ein Szenario – bestehend aus einer Technologievariation mit bestimmten eingegeben Parametern – kann mit den aktuellen Eingaben berechnet und abgespeichert werden. Gespeichert werden die eingegebenen Daten und die Ergebnisse. Ebenfalls kann ausgewählt werden, ob die Berechnung mit Jahresdurchschnittswerten oder mit Monatswerten erfolgen soll.

Ist die Berechnung vollständig ausgeführt, so erscheint unter dem ausgefüllten blauen Balken die Nachricht „Szenario berechnet und gespeichert.“

b) Szenario laden

Ein bereits berechnetes und abgespeichertes Szenario kann hier geladen werden. Es kann ausgewählt werden, ob die Werte für ein Jahr oder ein bestimmtes Monat angezeigt werden sollen. Um das geladene Szenario jedoch in der Auswertung betrachten zu können, muss es neu berechnet werden.

c) Szenario löschen

Ein bereits berechnetes und abgespeichertes Szenario kann gelöscht werden.



Infobox

Wird eine **Wärmepumpe** ausgewählt, muss das Szenario **zweimal berechnet** werden, da zuerst der Bedarf errechnet und dann die Wärmepumpe ausgelegt wird.

Im Popup-Feld kann man neben den oben erwähnten Hauptaktionen auch noch das Fenster schließen, die Auswertung des zuletzt berechneten Szenarios ansehen, in den Szenarienvergleich wechseln oder zur Technologieauswahl zurückkehren.

5-2 | Sheet „Auswertung“

Nachdem die Berechnung durchgeführt wurde, kommt der User zu dem Sheet „**AUSWERTUNG**“. Die Ergebnisse sind in verschiedene Abschnitte unterteilt. Die meisten in der Berechnung verwendeten Erfahrungs- und Literaturwerte sind in Form von Bereichen (z.B. zwischen 20 und 40%) angegeben. Aus diesen Variationen ergeben sich die drei angezeigten Fälle „< - **Average** - >“.

0 – Überblick

Im Abschnitt „Überblick“ werden die errechneten Ablaufkonzentrationen und die für die jeweilige Größenklasse gültigen Grenzwerte dargestellt. In einer Spalte werden die Praxiswerte aus dem Sheet „Eingabe_Zulauf“ übernommen. Die Übereinstimmung der errechneten Werte mit denen aus der Praxis ist in Prozent angegeben.

Zu beachten ist, dass für die Berechnung des Stickstoff-Abbaus gemäß der DWA-A 131 (Juni 2016) der Ammonium-Grenzwert als Ablaufkonzentration vorgegeben und dann als Differenz die zu entfernende N-Fracht berechnet wird. Daher wird der gesetzliche Grenzwert für Ammonium in der Berechnung immer eingehalten.

Gleiches gilt für die Berechnung der Phosphor-Entfernung gemäß der DWA-A 131 (Juni 2016). Auch hier wird der Grenzwert als Ablaufkonzentration vorgegeben und die zu fällende P-Fracht berechnet. Daher wird der gesetzliche Grenzwert für Phosphor in der Berechnung immer eingehalten.

1 – Stickstoff

Die Denitrifikation und der weitgehende Stickstoff-Abbau in der biologischen Stufe stellen sind die limitierenden Faktoren hinsichtlich der Größe des Belebungsbeckens und der Festlegung des Schlammalters.

In der ersten Grafik sind die Stickstoff-Frachten und Ammonium-Konzentrationen für die gesamte ARA dargestellt. Die Höhe der Balken ist proportional zur Fracht und die farbliche Zusammensetzung gibt Aufschluss über die Form, in welcher der Stickstoff vorliegt.

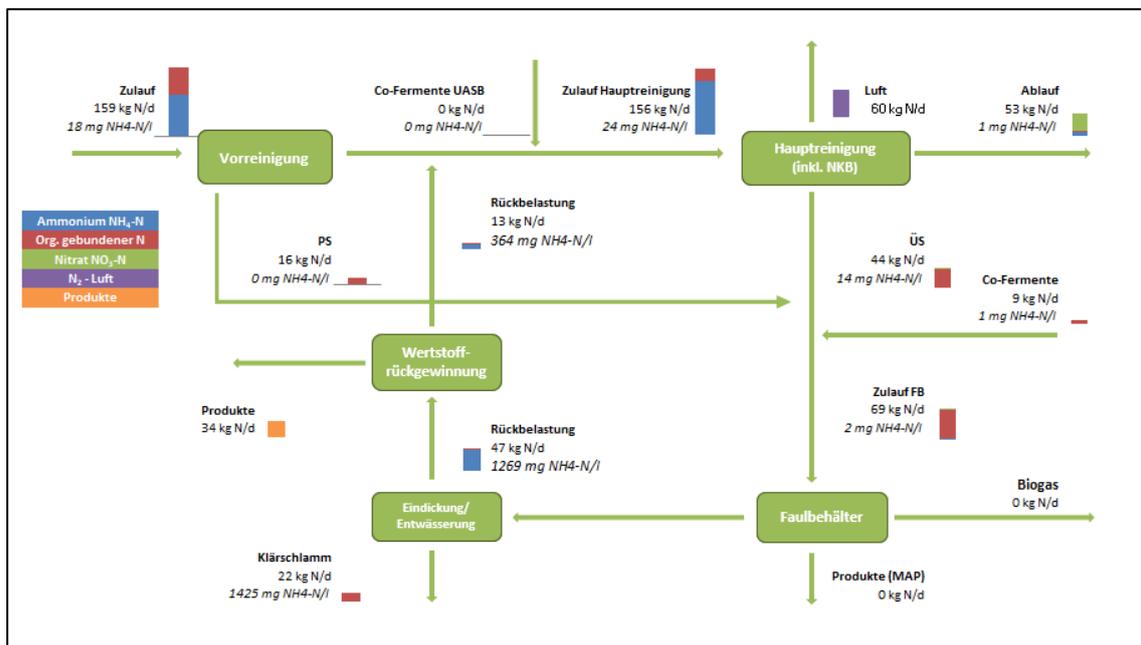


Abbildung 8: N-Bilanz in der Auswertung

Wird eine anaerobe Vorbehandlung (UASB-Reaktor) ausgewählt, so wird in der zweiten Grafik die Stickstoff-Bilanz im Detail für die anaerobe Vorbehandlung und die nachfolgende aerobe Stufe illustriert.

Auf Basis der zu denitrifizierenden Nitratmenge errechnet das Tool (gemäß DWA-A 131, Juni 2016) den notwendigen Denitrifikationsanteil am Gesamtvolumen im Belebungsbecken. Der Wert kann dabei zwischen 20 % und 60 % des Gesamtvolumens variieren. Wäre ein Denitrifikationsanteil größer als 60 % notwendig, dann ist zu wenig CSB im Belebungsbecken vorhanden. Dies wird aber im Abschnitt Kohlenstoff noch näher behandelt.

In diesem Abschnitt wird auch der Aspekt der Wertstoffrückgewinnung betrachtet. Wenn Technologien aus der Cluster E ausgewählt wurden, sind hier die Produktmengen und ökonomische Auswirkungen ersichtlich. Als Preisansätze für Stickstoff und Phosphor wurden 0,69 €/kg N und 1,28€/kg P angenommen. Diese Werte können aber vom User verändert und die Auswirkungen auf die Erlöse betrachtet werden.

2- Kohlenstoff

Gemeinsam mit der Stickstoff-Bilanz bildet die Kohlenstoff-Bilanz die Funktionsweise der Kläranlage ab. Durch die Daten sind Rückschlüsse auf Optimierungspunkte innerhalb der ARA möglich.

In Abbildung 9 sind die CSB-Frachten und Konzentrationen an den unterschiedlichen Punkten im Prozessablauf der ARA dargestellt. Für die Denitrifikation in der Hauptreinigung wird leicht abbaubarer Kohlenstoff benötigt. Es wird berechnet, ob ausreichend CSB für die Denitrifikation vorhanden ist. Bei CSB-Mangel werden die benötigten Mengen an CSB und in Form von Methanol angegeben.

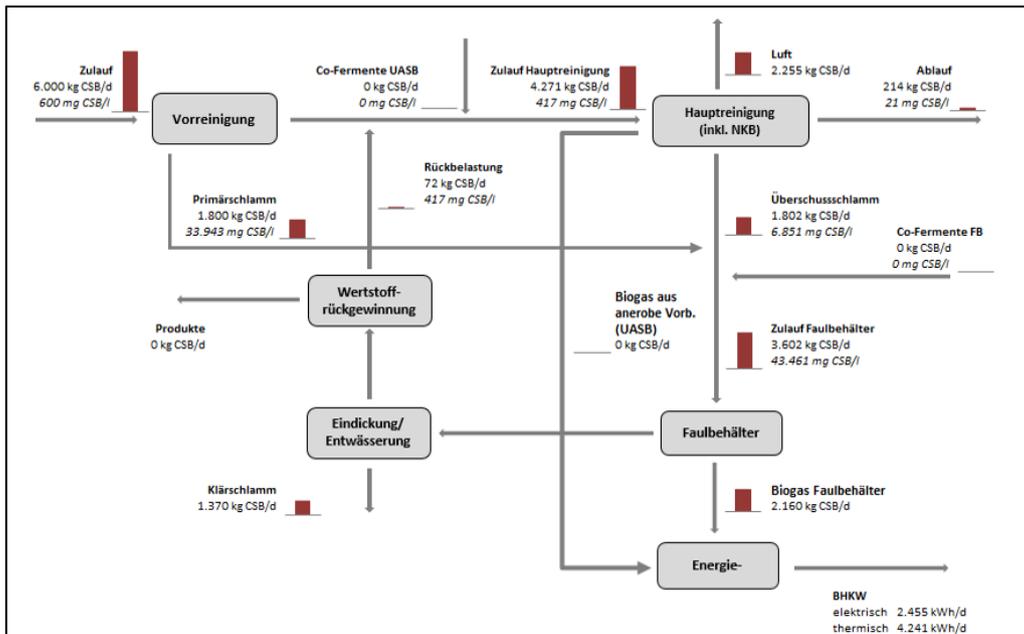


Abbildung 9: CSB-Bilanz in der Auswertung

3 – Energie

Bei der energetischen Auswertung werden die elektrische und die thermische Energie betrachtet. Der elektrische Energiebedarf der erfassten Technologien steht im Spannungsfeld zur Produktion von elektrischer Energie im BHKW, wodurch entweder ein Überschuss oder ein Bedarf an elektrischer Energie entsteht, der über das Stromnetz ausgeglichen werden muss. Als Kenngröße kann der Eigenversorgungsgrad herangezogen werden. Analog dazu wird auch der thermische Energiebedarf ermittelt und ausgegeben. Für die Berechnung des thermischen Eigenversorgungsgrades werden die Abwärme des BHKWs und auch andere ausgewählte Wärmequellen berücksichtigt.

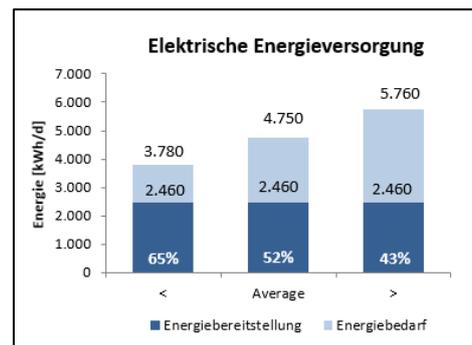


Abbildung 10: Elektrische Energieversorgung

Eine erweiterte Gegenüberstellung des thermischen Energiebedarfs und -verbrauchs im Verlauf eines Jahres erfolgt über den Button „Wärmeganglinie“. Dabei wird detaillierter auf die einzelnen Wärmebedürfnisse in den unterschiedlichen Monaten eingegangen. Hier lassen sich Rückschlüsse auf alternative Wärmekonzepte ziehen.

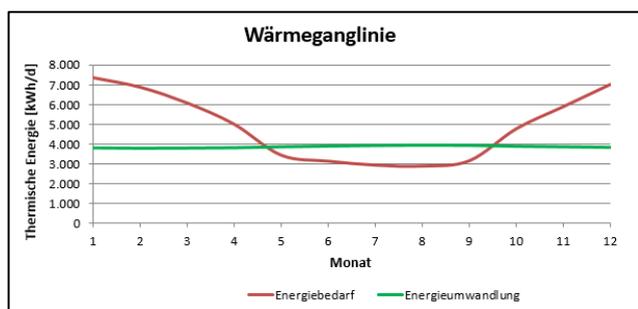


Abbildung 11: Wärmeganglinie

4 – Biogas

Biogas spielt auf der ARA eine wesentliche Rolle und wird zur Abrundung des energetischen Konzeptes gesondert dargestellt. Biogas wird im Faulbehälter oder bei einer anaeroben Vorbehandlung in einem UASB-Reaktor produziert. Die zu erwartende Biogasmenge wird in Normkubikmeter pro Tag ausgegeben, zusätzlich dazu werden auch der Methanertrag und der Energieinhalt des Biogases spezifiziert.

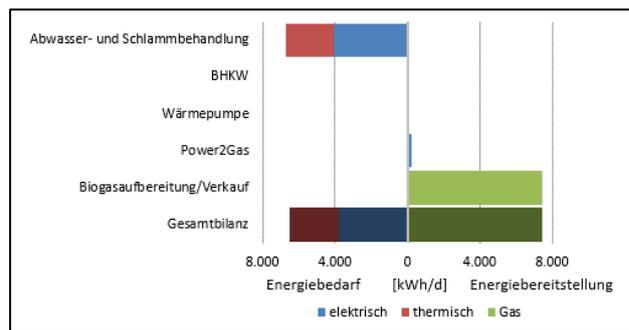


Abbildung 12: Energiebedarf und -bereitstellung

Je nach Verwertung und Technologievariation werden weitere Inhalte ausgegeben. Der Biogasverbrauch über ein BHKW oder einen Heizkessel auf der ARA wird durch die umgewandelte thermische und elektrische Energie dargestellt. Weiters werden auch die Möglichkeiten des Direktverkaufs von Biogas, oder die Aufbereitung auf Erdgasqualität betrachtet.

Bei der Technologie „Power to Gas“ – P2G – wird Überschussstrom für die Elektrolyse von Wasser verwendet. Der dabei entstehende Wasserstoff wird mit dem CO₂ aus der Biogasaufbereitung zu Methan (Methanisierung) umgewandelt. In der Auswertung werden der Energiebedarf für P2G, die erzeugte Menge an Methan, dessen Energiegehalt und daraus der Wirkungsgrad angegeben.

Abbildung 12 zeigt Energiebedarf und –bereitstellung in den verschiedenen Bereich sowie eine Gesamtbilanz.

5 – Ökonomische Auswertung

In diesem Abschnitt erhält der User einen Überblick über die anfallenden Kosten auf der ARA. Die Berechnungen basieren auf Literaturwerten und können anlagenspezifisch stark schwanken.

Es kann ausgewählt werden, ob der investive Anteil der Jahreskosten, die laufenden Kosten, die Erlöse oder die Netto-Jahreskosten dargestellt werden. Die Berechnung erfolgt auf Basis der KVR-Leitlinien (DWA, Juli 2012).



Infobox

- **Investiver Anteil der Jahreskosten:** Die Investitionskosten werden mit einem Kapitalwiedergewinnungsfaktor auf eine jährliche Annuität umgerechnet.
- **Laufende Kosten:** Betriebskosten für Energie, Chemikalien und anderen Zusatzstoffe werden hier miteinberechnet. Das Tool berücksichtigt keine Personalkosten.
- **Erlöse:** Die Erlöse inkludieren den Wert der produzierten thermischen und elektrischen Energie und alle Produkte aus der Wertstoffrückgewinnung.
- **Netto-Jahreskosten:** Diese ergeben sich aus der Summe des investiven Anteils der Jahreskosten, den laufenden Kosten abzüglich der Erlöse.

Grundsätzlich dient diese Bewertung für den ökonomischen Vergleich der unterschiedlichen Konzepte der Zukunft. Das heißt, die Gegenüberstellung ist zwischen den berechneten Szenarien möglich. Das Tool bietet jedoch keine genaue Kostenkalkulation und ersetzt keine Detailplanungsleistung mit darauf basierender Kostenermittlung.

6 – Ökologische Auswertung

Auf einer ARA entstehen so wie bei fast allen industriellen Prozessen relevante Mengen an Treibhausgasemissionen. Diese können abhängig von den ausgewählten Technologien und den damit verbundenen Energie- und Betriebsmittelaufwand variieren.

Bei der Berechnung in diesem Tool wurden nur jene THG-Emissionen berücksichtigt, welche direkt aus dem Prozess entstehen und durch Energieverbrauch und Betriebsmittel verursacht werden. Emissionen aufgrund der Infrastruktur werden nicht miteinberechnet.

Für die direkten N₂O-Emissionen aus dem Belebungsbecken gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. Daher werden diese nicht in der Gesamtbilanz berücksichtigt und separat angeführt. Sollte eine N-Abtrennung stattfinden, wird die damit erzielte Reduktion der Emissionen durch eine geringere N-Fracht im Belebungsbecken ebenfalls berechnet.

Schritt 5 | Szenarienvergleich

Der Szenarienvergleich ermöglicht zum einen die Bewertung von Entwicklungen auf der ARA im Vergleich zum Status Quo und die Gegenüberstellungen verschiedener Technologievariationen.



Infobox

Zu beachten ist, dass ein Szenario erst angezeigt werden kann, wenn es vorher im Szenariomanager abgespeichert wurde.

Durch Dropdown-Zellen können die unterschiedlichen zuvor berechneten Szenarien direkt gegenübergestellt werden. Der Szenarienvergleich ist gleich strukturiert wie das Sheet „Auswertung“. Es werden jedoch nur die „Average“-Wert ausgegeben, um eine bessere Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

4. Interpretation der Ergebnisse| Wie kann ich die Ergebnisse für meine ARA nutzen?

Erweiterte Vorklärung

Für eine vollständige Denitrifikation im Belebungsbecken wird ausreichend leicht abbaubarer Kohlenstoff benötigt. Daher muss in der Vorklärung auf der einen Seite darauf geachtet, nicht zu viel CSB zu entfernen. Andererseits wird der in der Vorklärung entstehende Primärschlamm im Faulbehälter zu Biogas abgebaut, daher hat eine erhöhte CSB-Abtrennung in der Vorklärung eine erhöhte Biogasproduktion zur Folge.

Das Tool vergleicht den zur Denitrifikation notwendigen CSB mit dem Angebot und errechnet auf Basis dessen einen notwendigen Denitrifikationsanteil (V_D/V_{BB}). Liegt dieser unter 0,6 (entspricht 60%), so ist noch Kapazität für eine erweiterte Vorklärung vorhanden.

Potential zur Wertstoffrückgewinnung & Einfluss auf die Hauptreinigung

Das Prozesswasser aus der Schlammbehandlung enthält erhöhte Konzentrationen an Stickstoff und allenfalls auch an Phosphor und stellt somit eine (Rück-)Belastung in der Belebung dar.

Im Tool sind Technologien zur Stickstoff- und Phosphor-Entfernung integriert und es kann errechnet werden, welche Menge an Produkten (Dünger) mit diesen Technologien produziert werden kann. Weiters wird der Energiebedarf der Technologien ermittelt.

Durch eine gezielte N-Entfernung im Trübwasser aus der Schlammbehandlung wird die benötigte CSB-Menge im Belebungsbecken für die Denitrifikation reduziert und es kann mehr CSB in der Vorklärung abgetrennt und zu Biogas metabolisiert werden. Zusätzlich wird die notwendige Energie für die Belüftung im Belebungsbecken reduziert. Anhand des Tools kann dann beurteilt werden, ob die zusätzlich erzeugte Menge an Biogas ausreichend ist, um die benötigte Energiemenge für die Technologie bereit zu stellen, oder ob Fremdenergie zugeführt werden müsste.

Die P-Entfernung wirkt sich positiv auf die Menge der einzusetzenden Fällungsmittel aus, was wiederum eine Kostenreduktion bewirkt. Die Menge der benötigten Fällungsmittel wird ebenfalls im Tool berechnet.

Potentiale im Faulbehälter

Das Tool berechnet gemäß Literatur die bei optimaler Betriebsführung möglichen Erträge. Diese können dann mit den in der Praxis erzielten Mengen verglichen werden.

Der Einfluss der Aufenthaltszeit auf den Biogasertrag kann mit dem Tool simuliert und verglichen werden. Gibt es die Möglichkeit auf der ARA die Verweildauer zu erhöhen, so wäre das eine gute Möglichkeit den Ertrag zu steigern. Weiters kann der Einfluss von verschiedenen Co-Substraten getestet werden.

Auch in Verbindung mit der Wertstoffrückgewinnung kann der Biogasertrag gesteigert werden. Auf der einen Seite verändert sich mit geringerer N-Fracht im Belebungsbecken das Schlammalter, wodurch wiederum der Biogasertrag leicht erhöht wird. Auf der anderen Seite ist es möglich, die Vorreinigung durch Erhöhung der Aufenthaltszeit im Belebungsbecken oder Einsatz anderer Technologien zu erweitern. Eine höhere Primärschlammmenge steigert ebenfalls die Ausbeute im Faulbehälter.

Potential – Energieschwamm

Die Kläranlage kann durch den Einsatz von unterschiedlichen im Tool implementierten Technologien zur Energiedrehscheibe in einem hybriden Energienetz werden. Die Nutzung des Biogases kann neben der Verwendung auf der Kläranlage auch durch eine externe Verwendung mittels Direktleitung (ohne Aufbereitung) oder durch eine Einspeisung (mit Aufbereitung) erfolgen. Die thermische Energie könnte dann durch eine Nutzung von elektrischem (Überschuss-)Strom mittels Wärmepumpe im Ablauf der Kläranlage geliefert werden.

Auch die langfristige Speicherung von elektrischem Strom in Form von Methan-Gas durch die sogenannte „Power to Gas“-Technologiekombination stellt eine mögliche Ausbaustufe der Kläranlage in die Richtung „Energieschwamm“ dar. Weiter sinnvolle Energiesenken im Bereich der Kläranlage die im Tool erfasst sind, betreffen die Klärschlamm-trocknung (thermische Energie) oder auch die sogenannte 4. Reinigungsstufe.

Ziel ist das energetische Potential des Abwassers bestmöglich nutzbar zu machen und mit der höchsten Effizienz zu nutzen.

Nachbehandlung und 4. Reinigungsstufe

Die sogenannte 4. Reinigungsstufe stellt die Kläranlage der Zukunft vor neue Herausforderungen. Damit auch Mikroverunreinigungen wie Medikamentenrückstände, Hormone oder dergleichen aus dem Wasserkreislauf entfernt werden, könnte in den nächsten Jahren auch in Österreich die Anstrengung in Richtung 4. Reinigungsstufe intensiviert werden. Dabei ist zum einen mit zusätzlichen Kosten zu rechnen, andererseits auch mit einem höheren Energiebedarf auf der Kläranlage. Dieser zusätzliche Verbrauch könnte z.B. durch verbesserte Ausnutzung der Energiepotentiale auf der Kläranlage gedeckt werden. Vor allem der Grundsatz, Energie vor Ort zu nutzen, könnte Projekte an einer anderen Stelle der Kläranlage energetisch und ökonomisch beeinflussen.

Abkürzungen & Begriffsdefinitionen

BB	Belebungsbecken
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DAS	Diammoniumsulfat
FB	Faulbehälter
FS	Faulschlamm
MAP	Magnesium-Ammonium-Phosphat (Struvit)
MÜSE	Maschinelle Überschussschlammwässerung
NKB	Nachklärbecken
PS	Primärschlamm
UASB-Reaktor	Uplow Anaerobic Sludge Blanket – Reaktor
ÜS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken
WP	Wärmepumpe

Biogas	Gas das aus der Schlammfäulung (Faulturm) gewonnen wird - wird hier synonym mit Klärgas verwendet (CH ₄ -Gehalt: ~65%)
Biomethan	aufbereitetes Biogas auf Erdgasqualität für das Gasnetz - Einhaltung der Einspeisenormen
Faulschlamm	Schlamm direkt aus dem FB (ohne Eindickung/Entwässerung)
Klärschlamm	Schlamm aus der letzten Verfahrensstufe der ARA – der letztlich zu verbringende Schlamm
Primärschlamm	Abgetrennter Schlamm im VKB
Rohschlamm	PS und ÜS, welche in den Faulbehälter kommen
Rücklaufschlamm	Schlamm der vom NKB ins BB rezirkuliert wird
Synthesegas	Gas das aus der Methanisierung von Wasserstoff und Kohlendioxid entsteht. Mögliches Endprodukt von „Power to Gas“
Trübwasser	Wasser aus Nacheindicker und Entwässerung des FS
Überschussschlamm	Schlamm aus dem NKB und/oder UASB – geht weiter in die Schlammbehandlung
Überstandswasser	Wasser aus Voreindicker für PS/ÜS oder Nacheindicker für FS

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
DlIn Isabella Zwerger

Programmabwicklung

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)
Mag. Robert Schwertner
Sensengasse 1, A-1090 Wien

AutorInnen

Wolfgang Glatzl, Sarah Meitz, Judith Buchmaier,
Christoph Brunner, Teresa Garstenauer, Christian
Obenaus
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien,
<http://www.aee-intec.at/>

Barbara Hammerl, Hans Schnitzer
StadtLABOR – Innovationen für urbane Lebensqualität
<http://www.stadtlaborgraz.at/>

Otto Nowak
Nowak Abwasser Beratung e.U. <http://www.abwasserberatung.at/>

Bernhard Mayr
EnviCare Engineering GmbH
<http://www.envicare.at/>

Das DEST und das vorliegende Manual wurden im Projekt AR-HES-B entwickelt; gefördert im Rahmen der 2. Ausschreibung "Stadt der Zukunft" durch die FFG.

Disclaimer

Die Rechte am AR-HES-B Decision Support Tool liegen ausschließlich bei den AutorInnen. Jegliche Vervielfältigung, Verbreitung, Integration in Webseiten ist nur mit Zustimmung der AutorInnen gestattet. Die Ergebnisse des AR-HES-B Decision Support Tool dienen nur der Orientierung und stehen weder als Beweismittel noch als Gutachten Dritten oder Behörden gegenüber zur Verfügung. Jegliche Haftung für direkte oder indirekte Schäden, die aus der Verwendung dieses Tools und der berechneten Ergebnisse resultieren, wird hiermit ausdrücklich ausgeschlossen.

Herstellungsort Gleisdorf, Dezember 2017

Die hier dargestellten Inhalte spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des bmvit wider. Weder das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) noch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der in dieser Publikation enthaltenen Informationen.

www.ar-hes-b.aee-intec.at



NOWAK ABWASSERBERATUNG
UNIV.-DOZ. DIPL.-ING. DR. OTTO NOWAK
INGENIEURBÜRO FÜR WASSERWIRTSCHAFT

EnviCare® Engineering GmbH
Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik, Graz