

ARA Mannenberg – Kapazitätsnachweis Biologie und Prognose der zukünftigen Belastung

VERFASSER Datum: 1. April 2026 Autoren: Philipp Weber, Christian Fux	VERSION 1.0
--	----------------

1. Einleitung

Im Hinblick auf einen möglichen Weiterbetrieb der ARA Mannenberg über 2035 bzw. 2040 hinaus, wurde einerseits ein rechnerischer Nachweis der Kapazität der biologischen Reinigungsstufe erstellt und andererseits die Entwicklung der Belastung der ARA bis ins Jahr 2070 abgeschätzt. Die Gegenüberstellung der vorhandenen Kapazität und der erwarteten Belastungsentwicklung bildet eine wichtige Grundlage für die anstehende Strategieentwicklung bezüglich des weiteren Vorgehens.

2. Kapazität biologische Reinigungsstufe

2.1 Vorgehen

Der Kapazitätsnachweis wurde auf Basis des Arbeitsblatts A 131 (Ausgabe 2016) der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) durchgeführt. Es handelt sich um einen sogenannten «statischen» Ansatz, d. h. es wird ein einzelner Belastungspunkt als Dimensionierungskapazität bzw. Dimensionierungsbelastung eruiert. Dieser Belastungspunkt weist die folgenden beiden zentralen Eigenschaften auf:

- Die Belastung entspricht statistisch gesehen dem 85 %-Quantil der zukünftig möglichen Schmutzstoffbelastung, d. h. diese Belastung wird im Dimensionierungshorizont (z. B. 2050) an 15 % der Tage im Jahr überschritten und an 85 % der Tage im Jahr unterschritten.
- Die Belastung kann an einem Tag behandelt werden, an dem eine Abwassertemperatur von 10 °C vorliegt.

Hinweis: Der «statische» Ansatz nach DWA ermöglicht es, die Kapazität der ARA im Hinblick auf die täglichen Anforderungen zu überprüfen, welche die Gewässerschutzverordnung in Form von Einleitgrenzwerten vorgibt. Hierbei ist jeweils die tägliche mittlere Konzentration im Ablauf der ARA massgebend. Allerdings bestehen auch Anforderungen an die ARA, die über das Jahr gesehen beurteilt werden, so z. B. die Stickstoffelimination im Jahresmittel. In diesem Fall ist die statische Betrachtungsweise nicht mehr ausreichend, da die Jahresdynamik abgebildet werden muss. Zudem ist die Reinigungsleistung in diesem Fall stark abhängig vom effektiven Betrieb bzw. der Regelung. Aus diesem Grund erfolgt der Dimensionierungsnachweis

in dieser Hinsicht idealerweise anhand eines dynamischen Simulationsmodells, welches die Simulation eines gesamten Jahres unter Abbildung der Dynamik im Zulauf sowie der Regelungsmechanismen erlaubt. Hinzu kommt, dass anhand von Simulationen die statische Dimensionierung überprüft werden kann. Dabei wird i. d. R. auch sichtbar, wie viel Reserven im statischen Ansatz (anhand von Annahmen im Regelwerk, gewählten Sicherheitsfaktoren, etc.) enthalten sind.

Um im Rahmen der vorliegenden Analyse dennoch näherungsweise eine Aussage zur jährlichen Stickstoffelimination machen zu können, wurde ein deutlich vereinfachter Ansatz gewählt. Dabei wurden einige sich unterscheidende Tage anhand des statischen Ansatzes berechnet und in der Folge zu einem näherungsweise Jahresmittel aggregiert.

Die Berechnungen wurden für die folgenden beiden Fälle durchgeführt:

- Fall 1) Nachrechnung der aktuellen Situation anhand der Belastung während der Jahre 2023–2025 und Vergleich mit den effektiven Betriebsdaten (insb. Stickstoffelimination)
- Fall 2) Ausloten der Dimensionierungsbelastung bei gleicher Stickstoffelimination wie heute (gemäss statischem Ansatz)

Aktuell steht im Raum, dass die ARA Mannenberg spätestens ab 2050 80 % des Stickstoffs eliminieren muss. Die für diese Leistungssteigerung erforderlichen Massnahmen sind im Kontext der weiteren relevanten Aspekte (z. B. Alter der Bausubstanz im Jahr 2050, etc.) im Rahmen einer detaillierten Studie zu erörtern.

2.2 Resultate

Die Resultate sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Die wesentlichen Erkenntnisse sind:

- Die ARA ist aktuell mit ca. 26'000 Einwohnerwerten (EW) belastet und verfügt daher über ein spezifisches biologisches Beckenvolumen von 190 l/EW.
- Anhand des gewählten Berechnungsansatzes resultiert dabei eine erwartete Stickstoffelimination von 51 %, effektiv weist die ARA eine mittlere Eliminationsrate von 59 % auf.
- Die gleiche Reinigungsleistung kann rechnerisch bis zu einer Belastung mit 34'000 EW gewährleistet werden (Fall 2).

Tabelle 1: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

	Fall 1) Aktuelle Belastung (2023–2025)	Fall 2) Dimensionierungskapazität
Belastung in Einwohnerwerten	26'000 EW	34'000 EW
Vorhandenes Beckenvolumen	4'940 m ³	
Spezifisches Beckenvolumen	190 l/EW	145 l/EW
Stickstoffelimination	51 %	51 %
Stickstoffelimination effektiv	59 %	-

2.3 Schlussfolgerungen

Gemäss den Berechnungen weist die ARA aktuell rund **30 % Reservevolumen** auf und könnte bei gleicher Reinigungsleistung somit bis zu **34'000 EW** behandeln.

3. Prognose der zukünftigen Belastung

3.1 Vorgehen

Ergänzend zum Kapazitätsnachweis wurde die erwartete Entwicklung der Belastung bis 2070 abgeschätzt. Die Abschätzung beruht zum einen auf den an die ARA Mannenberg angeschlossenen Personen sowie auf den Betriebsdaten der letzten Jahre. Die angeschlossenen Personen erfassen sämtliche Personen aus allen Gemeinden, die an die ARA Mannenberg angeschlossen sind.

3.2 Resultate

In Abbildung 1 ist die abgeschätzte Entwicklung der an die ARA angeschlossenen Personen ersichtlich. Dabei gilt:

- Die im Zeitraum 2015–2024 ausgewiesene Anzahl an Personen entspricht der Erhebung des AWEL. Da diese jeweils rückwirkend erfolgt, liegen aktuell nur die Daten bis und mit 2024 vor (die Daten für das Jahr 2025 werden im Verlauf des Jahres 2026 kommuniziert und liegen aktuell noch nicht vor).
- Ab 2025 wird somit eine Prognose angesetzt, wobei verschiedene Möglichkeiten bestehen:
 - Lineare Extrapolation basierend auf dem Trend der letzten Jahre (in der Abbildung wurde der Trend der letzten 10 Jahre linear fortgesetzt) → **hellgrün**
 - Exponentielle Extrapolation basierend auf dem Trend der letzten Jahre (in der Abbildung wurde der Mittelwert der jährlichen Zunahme der letzten 10 Jahre als fortlaufende jährliche Zunahme verwendet) → **dunkelgrün**
 - Extrapolation anhand einer anderweitig vorhandenen Prognose, in diesem Fall der Prognose aus dem Leitbild Stadtentwicklung Illnau-Effretikon aus dem Jahr 2015 (damals wurde von einer Zunahme der Bevölkerung bis 2030 um 12 % ausgegangen, was einem jährlichen Wachstum von 0.8 % entspricht) → **grau**

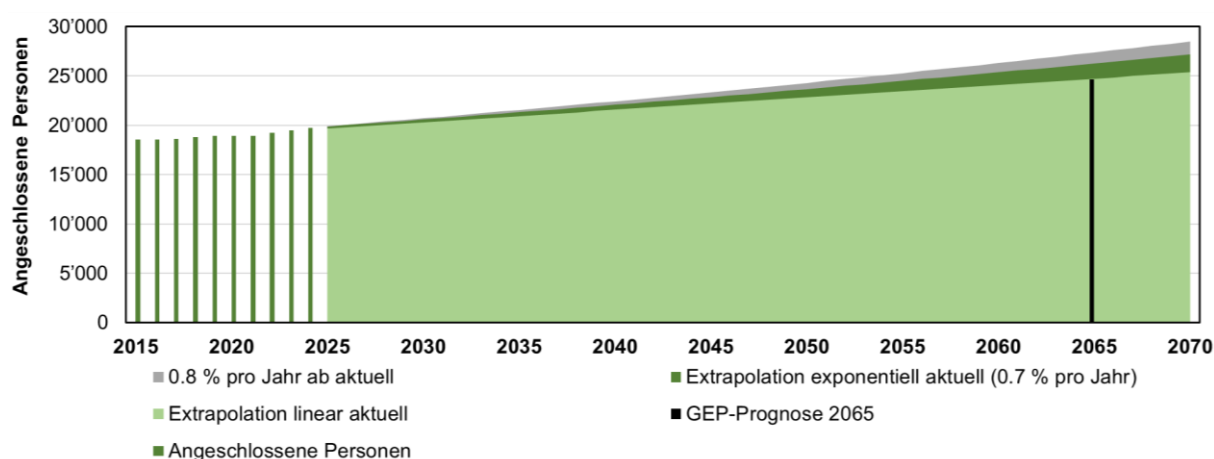


Abbildung 1: Entwicklung der an die ARA Mannenberg angeschlossenen Personen

Da die Prognose aus dem Leitbild Stadtentwicklung bereits aus dem Jahr 2015 stammt und grundsätzlich nur für die Stadt Illnau-Effretikon angewendet werden kann, wird davon ausgegangen, dass die beiden anderen Prognosen eine höhere Genauigkeit aufweisen.

Die Belastung einer ARA ergibt sich jedoch nicht nur aufgrund der angeschlossenen Personen, sondern auch aufgrund des Abwassers aus Industrie und Gewerbe (inkl. Pendelnde). Aus diesem Grund wird die Belastung einer ARA in Form von EW ausgedrückt, indem die genannte zusätzliche Belastung als «virtuelle Einwohner» (sogenannte Einwohnergleichwerte, EGW) gerechnet wird.

In Abbildung 2 und Abbildung 3 sind für die Jahre 2015–2025 die auf der ARA mittels Messungen erhobenen EW ergänzt. Die Differenz zwischen den EW und den natürlichen Personen (E) entspricht dem erwähnten Anteil aus Industrie und Gewerbe (IG).

Bei der Entwicklung der EW fällt auf, dass die Belastung der ARA im Jahr 2020 deutlich zugenommen hat. Die Gründe dafür konnten bisher nicht identifiziert werden. Da die Anzahl angeschlossener Personen nicht in der gleichen Proportion anstieg, ist davon auszugehen, dass die Zunahme im Wesentlichen eine Zunahme des IG-Anteils ist.

Aufgrund dieser Beobachtung wurde die Extrapolation der EW (**grau**) nur auf der Basis der Daten von 2020–2025 vorgenommen. Eine Extrapolation der EW ist erfahrungsgemäss mit einer grösseren Unsicherheit behaftet, da die natürlichen Einwohner und der Anteil aus Industrie und Gewerbe nicht gleichermassen wachsen über die Zeit. Daher werden die beiden Teile mit Vorteil separiert und entsprechend spezifisch extrapoliert. Dies erfolgte in den Abbildungen mittels zweier unterschiedlicher Ansätze, wobei die resultierende Belastungsentwicklung sehr ähnlich ist:

- Die grünlich dargestellten Prognosen in Abbildung 2 resultierten, indem zunächst der IG-Anteil in den Jahren 2020–2025 (zu + 29 %) bestimmt wurde und dieser in der Folge auf die jeweiligen Prognosen der natürlichen Einwohner geschlagen wurde (**hellgrün** bzw. **dunkelgrün**), in einem Fall ergänzt durch ein Reservezuschlag von 5 % (**grün**). Dabei wurde jeweils die exponentielle Entwicklung der natürlichen Personen berücksichtigt.
- Die grünlich dargestellten Prognosen in Abbildung 3 resultierten, indem zunächst der aktuelle absolute IG-Anteil (zu 7'000 EGW) abgeschätzt wurde. Dieser könnte nun wiederum mit einem spezifischen Wachstum beaufschlagt werden, wenn ein solches abgeschätzt werden kann. Die in der Abbildung dargestellte Prognose nimmt an, dass die EGW zukünftig nicht weiter zunehmen, in einem Fall werden aber wiederum 5 % Reserve einkalkuliert.

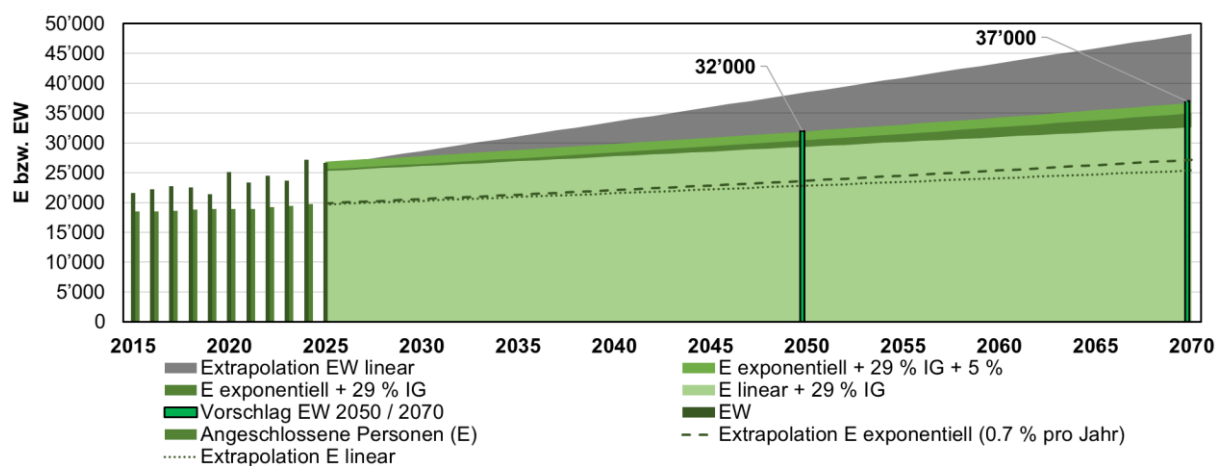


Abbildung 2: Entwicklung der an die ARA Mannenberg angeschlossenen EW, einerseits anhand einer linearen Extrapolation (grau) und andererseits anhand der Annahme eines konstanten IG-Anteils (Grüntöne)

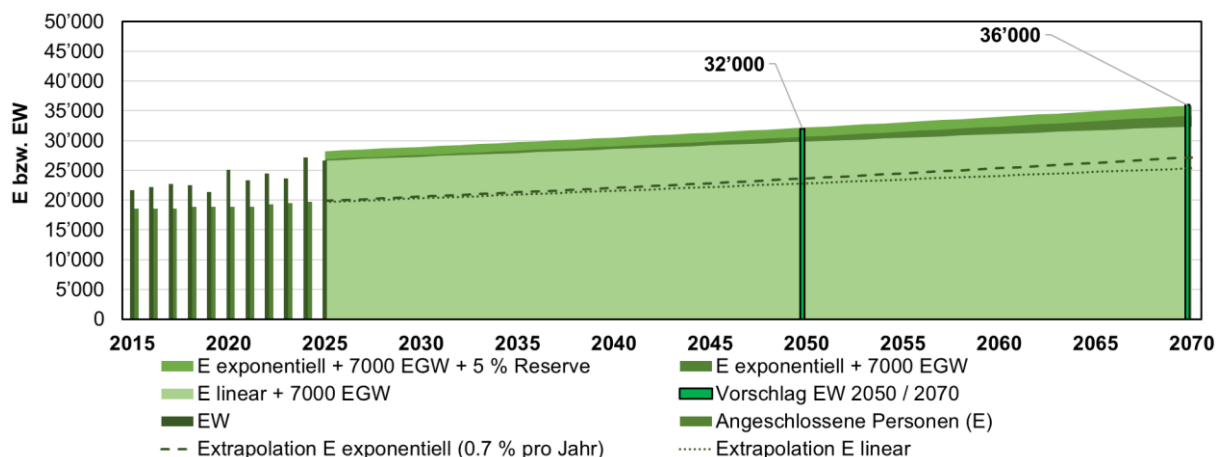


Abbildung 3: Entwicklung der an die ARA Mannenberg angeschlossenen EW bei konstant bleibenden EGW; die lineare Extrapolation der EW entfällt, da diese als ungenauer eingeschätzt wird.

3.3 Schlussfolgerungen

Wird eine lineare Extrapolation der EW aus den beschriebenen Gründen nicht weiter berücksichtigt, resultieren wie bereits erwähnt unabhängig von der Methode sehr ähnliche Resultate. Somit wird aktuell davon ausgegangen, dass die ARA Mannenberg im Jahr 2050 ungefähr mit 32'000 EW belastet sein wird. Bis 2070 dürfte die Belastung bis auf 36'000–37'000 EW ansteigen, sofern sich die Tendenzen der letzten Jahre über diesen langen Zeitraum so fortsetzen. Naturgemäss unterliegen solche Prognosen massgeblichen Unsicherheiten, weshalb sie periodisch nachgeführt werden sollten. Für den anstehenden Strategieprozess sind die eruierten Zahlen aber von angemessener Genauigkeit.

4. Fazit und weiteres Vorgehen

Im Hinblick auf den möglichen Weiterbetrieb der ARA Mannenberg bedeuten die dargestellten Resultate folgendes:

- Das vorhandene Beckenvolumen der biologischen Reinigungsstufe ist gemäss statischem Dimensionierungsnachweis ausreichend bis 2050, sofern sich die Belastung wie angenommen entwickelt.
- Da ab 2050 voraussichtlich neue Anforderungen an die Stickstoffelimination gelten, besteht voraussichtlich per 2050 ein Bedarf die Kapazität der ARA zu erhöhen.
- Im Rahmen dieser Erhöhung ist zugleich der weitere Anstieg der Belastung zu berücksichtigen.

Weitere Anlagenteile der ARA neben der biologischen Reinigungsstufe (Regenbecken, mechanische Reinigung, allfällige neue vierte Reinigungsstufe) sind bezüglich ihrer Kapazität nicht durch die anfallende Schmutzstofffracht (EW) bestimmt, sondern aufgrund der durch die ARA maximale anzunehmende Wassermenge. Diese ist im Rahmen der GEP-Erarbeitung zu überprüfen und in der Folge bei Bedarf anzupassen. Die Kapazität der Schlammbehandlung ist gesondert zu untersuchen. Es kann dabei aber aktuell davon ausgegangen werden, dass sich die Untersuchungen stark auf die Maschinenteknik fokussieren werden.

Für den Kurzbericht:



Philipp Weber

TBF + Partner AG



Dr. Christian Fux