

Wasserentsorgung

Semesterplanung

Gwendolin Kummer

Fach: Mentorierte Arbeit Umweltlehre

Mentor/in: Prof. Dr. Christina Colberg

Vorgesehene Klassenstufe: Dipl. TechnikerIn HF Bauplanung
(Studienrichtung Ingenieurbau) an der Baukaderschule St.Gallen

Didaktische Leitidee	Gestaltung einer Semesterplanung für das Fach Wasserentsorgung an der Baukaderschule in St.Gallen unter Berücksichtigung von: Didaktischer Rekonstruktion mittels Bedingungs- und Sachanalyse, Lernzielbenenmodell, Bildung für nachhaltige Entwicklung und Lehr-Lern-Prozessen.
Schlagwörter	Wasserentsorgung, Siedlungs-entwässerung, Sustainable Development Goals, RITA-Modell
Entstanden (Semester)	Frühjahrssemester 2023
Unterrichtserprobung?	Nein

Eigenständigkeitserklärung

Ist jeder an der ETH verfassten schriftlichen Arbeit unterzeichnet beizufügen.

Ich erkläre hiermit, dass es sich bei der von mir eingereichten schriftlichen Arbeit mit dem Titel

Wasserentsorgung - Semesterplanung

um eine von mir selbständig und in eigenen Worten verfasste Originalarbeit handelt.

VerfasserIn/VerfasserInnen

Name

Kummer

Vorname

Gwendolin

Betreuende/r DozentIn

Name

Prof. Dr. Colberg

Vorname

Christina

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich über fachübliche Zitierregeln unterrichtet worden bin und das Merkblatt (http://www.ethz.ch/students/exams/plagiarism_s_de.pdf) gelesen und verstanden habe. Die im betroffenen Fachgebiet üblichen Zitiervorschriften sind eingehalten worden.

Eine Überprüfung der Arbeit auf Plagiate mithilfe elektronischer Hilfsmittel darf vorgenommen werden

Murbach, 13.09.2023

Ort, Datum

Gwendolin Kummer

Unterschrift

* Bei Gruppenarbeiten sind die Unterschriften aller VerfasserInnen erforderlich.

Durch die Unterschrift bürgen Sie für den vollumfänglichen Inhalt der Endversion dieser schriftlichen Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Bedingungsanalyse	2
2.1	Anthropogene Bedingungen	2
2.2	Situativ-Sozial-Kulturelle Bedingungen	3
2.3	Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung	4
3	Sachanalyse	5
3.1	Fachwissenschaftlicher Zusammenhang	5
3.2	Struktur des Fachinhaltes	7
3.3	Rahmenlehrplan und Stoffreduktion	9
4	Unterrichtskonzept	12
4.1	Lernziele	12
4.1.1	Leitidee	13
4.1.2	Dispositionsziele	13
4.1.3	Operationalisierte Lernziele	13
4.2	Bildung für nachhaltige Entwicklung und Umwelthandeln	15
4.2.1	Sustainable Development Goals	15
4.2.2	Kompetenzen	18
4.2.3	Pädagogische Prinzipien	20
4.2.4	Integriertes Handlungsmodell	22
4.3	Lehr-Lern-Prozesse	23
4.3.1	RITA-Modell	23
4.3.2	Perle-Modell	26
4.3.3	Lehrstrategien	26
4.4	Fachdidaktik	28
5	Semesterplanung	29
5.1	Einführung	30
5.2	Wasseranfall	31
5.3	Kanalisation	32
5.4	Technische Bauwerke	33
5.5	Wrap-Up	35
5.6	Angeleitetes Selbststudium	35
5.7	Kompetenznachweis	36
5.8	Gesamtübersicht	37
6	Kompetenzüberprüfung	38
6.1	Formatives Assessment	38
6.2	Schriftliche Prüfung	39
6.3	Input	39
6.4	Kompetenznachweis	40
7	Reflexion	41
	Literaturverzeichnis	42

Tabellenverzeichnis

2	Sustainable Development Goals im Fach Wasserentsorgung	17
3	Implementierung des RITA-Modells für das Fach Wasserentsorgung	25
5	Übersicht Semesterplanung und Einteilung der Zeitressourcen	29
6	Inhalte des ersten Themenblocks im Präsenzunterricht: Einführung	30
7	Inhalte des zweiten Themenblocks im Präsenzunterricht: Wasseranfall	31
8	Inhalte des dritten Themenblocks im Präsenzunterricht: Kanalisation	32
9	Inhalte des vierten Themenblocks im Präsenzunterricht: Technische Bauwerke	34
10	Vortragsthemen technische Bauwerke	34
11	Inhalte des letzten Themenblocks im Präsenzunterricht: Wrap-Up	35
12	Gesamtübersicht Semesterplanung Wasserentsorgung	37

Abbildungsverzeichnis

1	Wasserentsorgung im Kontext weiterer Fachdisziplinen	6
2	Teilgebiete der Wasserentsorgung	8
3	Kompetenzen	18
4	Pädagogische Prinzipien	21

1 Einleitung

Die mentorierte Arbeit ist ein obligatorisches Modul mit 2 Kreditpunkten im Ausbildungsgang des Didaktik-Zertifikates an der ETH Zürich. Ziel dieser Arbeit ist, die in den didaktischen Vorlesungen erarbeiteten Grundlagen zusammenzuführen.¹ Entsprechend baut die Arbeit auf zwei vorangehenden, unpublizierten Arbeiten aus der Fachdidaktik Umweltlehre auf:

- Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)
- Kummer G. (2023) Unterrichtspräparation (Fachdidaktik II)

Insbesondere Inhalte der Kapitel 2, 3 und 4 sind teilweise übernommen aus diesen Arbeiten.

In der hier vorliegenden Arbeit wird eine Semesterplanung für das Fach der Wasserentsorgung ausgearbeitet. Dieses Fach wird an einer höheren Fachschule, der Baukaderschule in St.Gallen, in der Ausbildung zum/zur Dipl. TechnikerIn HF Bauplanung angeboten. Im Verlauf des 6. Semesters sollen sich AbsolventInnen des Studiengangs Grundlagen zur Planung und Ausführung in der Wasserentsorgung aneignen. An der Baukaderschule werden 30 Lektionen in diesem Fach unterrichtet. Ausserdem stehen 4 Stunden für angeleitetes Selbststudium und weitere 4 Stunden für einen Kompetenznachweis zur Verfügung². (Wälchli, 2023)

¹C. Colberg & F. Keller (2023) Hinweise für das Erstellen der Mentorierten Arbeit im Studiengang DZ Umweltlehre

²gemäss mündlicher Mitteilung von Seline Frei (Lehrperson an der Baukaderschule im Fach Hydraulik) am 27.07.2023

2 Bedingungsanalyse

Jedem Unterricht unterliegen gewisse Bedingungen³. Diese Bedingungen können sich einerseits auf das Individuum beziehen, dies sind sogenannt anthropogene Bedingungen. Situativ-sozial-kulturelle Bedingungen fokussieren mehr auf gesellschaftliche und historisch gebundene Bezüge. (Reich, 1979, S.86) Neben den anthropogenen und sozio-kulturellen Bedingungen (Kapitel 2.1 und 2.2) werden ausserdem auch Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung (Kapitel 2.3) vorgestellt.

Um einen gut abgestimmten Unterricht planen zu können, ist die Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Bedingungsanalyse elementar. Das Unterrichtsgeschehen sollte im Einklang zwischen individuellen und gesellschaftlichen Bedingungen stattfinden. Entsprechend werden im folgenden anthropogene und situativ-sozial-kulturelle Bedingungen analysiert. Unterricht sollte sinnstiftend sein, dafür sollte die gegenwärtige und zukünftige Bedeutung des entsprechenden Themenfeldes für die Lernenden berücksichtigt werden.

2.1 Anthropogene Bedingungen

Der Lernhintergrund der Studierenden ist eher homogen. Fast alle Lernenden haben einen Volksschulabschluss und einen Lehrabschluss als ZeichnerIn EFZ im Bereich Ingenieurbau. Mit dieser Wahl der Grundbildung sind die Interessen der Lernenden vermutlich eher technisch orientiert. Gemäss Rahmenlehrplan (SBFI, 2022, S.29) kann der Bildungsgang (zum/zur Dipl. TechnikerIn HF Bauplanung) als ZeichnerIn EFZ mit den Fachrichtungen Architektur, Ingenieurbau, Innenarchitektur, Landschaftsarchitektur und Raumplanung absolviert werden, mit einem Abschluss der Sekundarstufe II muss der Bildungsgang in der Bauplanung mit mehr Lernstunden absolviert werden.

Die Lernenden haben sich selbst für diese Weiterbildung an der höheren Fachschule entschieden und bringen somit eine gewisse Motivation mit, von dieser Ausbildung zu profitieren. Die Mehrheit der Lernenden (rund 3/4 der Klasse) sind männlich. Diese Ausbildung wird oft wenige Jahre nach Lehrabschluss absolviert. Entsprechend sind die meisten Lernenden anfangs zwanzig, aber auch 35-jährige könnten noch Teil einer solchen Klasse sein. Zu diesem Zeitpunkt sind die Studierenden bereits erwachsen und wohnen in der Regel nicht mehr bei ihren Eltern.⁴

Das Fach Wasserentsorgung wird erst im 6. Semester unterrichtet (Wälchli, 2023). Entsprechend kennen sich die Studierenden untereinander bereits aus den vorherigen 5 Semestern. Vermutlich haben die Lernenden auch schon mehrere Gruppenarbeiten an der Baukaderschule gehabt, welche dazu beigetragen haben, sich besser kennenzulernen. Die Lehrperson der Wasserentsorgung kennt die Klasse womöglich noch nicht, da nicht alle Lehrpersonen an der Schule mehrere Fächer unterrichten. Entsprechend darf die Beziehung zwischen Teilnehmenden und Lehrperson noch aufgebaut und gestaltet werden.

Die Ausbildung wird in der Regel berufsbegleitend absolviert. Die Lernenden bringen bereits Arbeitserfahrung aus ihrem Betrieb mit. Die allermeisten Lernenden arbeiten in einem Ingenieurbüro. Einige ihrer ArbeitgeberInnen sind im Tiefbau tätig und entsprechend haben

³übernommen und abgeändert von: Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)

⁴gemäss Hospitation am 28.10.2022 im Fach Hydraulik bei Seline Frei

diese Lernenden bereits erste Erfahrungen mit der Wasserentsorgung. Andere Lernende, sind eher im Hochbau tätig und arbeiten beispielsweise in einem Ingenieurbüro, welches auf Brückenbau spezialisiert ist. Diese Studierenden können auf nur wenig Berufserfahrung mit der Wasserentsorgung zählen. Jedoch nutzen alle die Dienste einer funktionierenden Wasserentsorgung, und kommen mit jener täglich in Kontakt.⁵

In der Lehre als ZeichnerIn EFZ mit Fachrichtung Ingenieurbau gilt die Abwasserentsorgung als typisches Objekt. Eine zentrale Aufgabe ist somit die Erstellung von Plänen und digitalen Modellen von Abwasseranlagen. (Plavenir, 2023, S.7)

An der höheren Fachschule besuchten alle Lernenden bereits die Fächer aus den vorangehenden fünf Semestern. Im ersten Semester wurden Grundlagen der Lern- & Arbeitstechniken unterrichtet. Diese konnten in der Fortsetzung der Ausbildung weiter geübt und vertieft werden. Ebenfalls wurde im ersten Semester das Fach Hydraulik unterrichtet. Grundkenntnisse aus der Hydraulik sind wichtig für die Siedlungsentwässerung. Insbesondere das Verständnis von Rohrströmungen ist für die Planung von Kanalisationselementen relevant. Im dritten Semester besuchten die Lernenden die Lerneinheiten im Wasser-Flussbau. In diesem Fach konnten einige Konzepte der Hydraulik angewendet werden. Später im fünften Semester wurde das Fach Wasserversorgung unterrichtet. Für dieses Fach sind erneut Vorkenntnisse in Hydraulik wichtig. Kenntnisse über die Wasserversorgung sind von Vorteil, um die Systeme der Wasserentsorgung besser zu verstehen. (Wälchli, 2023)

2.2 Situativ-Sozial-Kulturelle Bedingungen

Unterricht für diesen Ausbildungsgang findet am Dienstagabend für 4 Lektionen und am Freitag für 9 Lektionen statt (Wälchli, 2023). Insbesondere bei den Lektionen am Abend kann damit gerechnet werden, dass die Konzentration gewisser Lernenden abnimmt, da diese bereits einen anstrengenden Arbeitstag hinter sich haben. Für die hier vorliegende Modulplanung wird angenommen, dass der Unterricht jeweils am Freitag in Blöcken à 5 Lektionen stattfindet.

Die Baukaderschule verfügt über gut ausgerüstete Klassenzimmer. Beispielsweise können in einem Klassenzimmer folgende Hilfsmittel zur Verfügung stehen: Tafel, Beamer, Flipchart, Pinnwand, Computer und Visualizer. Die Lernenden haben ihren eigenen Laptop mit dabei, wobei die allermeisten von Hand auf diesem Gerät zeichnen können.⁵

Von Dipl. TechnikerInnen Bauplanung wird erwartet, dass sie komplexe Aufgaben der Bauleitung übernehmen können. Die Befolgung rechtlicher Vorgaben ist Pflicht und die Integration nachhaltiger Aspekte wird heute im Planungswesen vorausgesetzt. Die Entwicklung von Konstruktionen, die Beurteilung von Projektunterlagen oder Erstellungen von Bauabrechnungen gehören zu den Kernaufgaben von BauplanerInnen. (Wälchli, 2023)

Der Betrieb, an welchem die Lernenden arbeitet, hat das Interesse, dass die gewählte Weiterbildung erfolgreich abgeschlossen wird. Die Person arbeitet in der Ausbildungszeit

⁵gemäss Hospitation am 28.10.2022 im Fach Hydraulik bei Seline Frei

mit einem reduzierten Arbeitspensum und möglicherweise finanziert der/die ArbeitgeberIn die Ausbildung mit. Entsprechend wird erwartet, dass die Ausbildung abgeschlossen wird.

2.3 Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung

Grundsätzlich haben alle Lernenden gewisse Berührungspunkte mit der Wasserentsorgung. Zumindest nutzen sie alle dessen Dienste, indem sie selbst Wasser verbrauchen. Gegenwärtig kann das Bewusstsein dafür jedoch unterschiedlich ausgeprägt sein. Einerseits kann gerade der Umstand der eigenen Beteiligung als NutzerIn Interesse wecken, jene Systeme besser zu verstehen. Andererseits kann eine fehlende Bedeutung für die eigene Tätigkeit im Betrieb für manche Lernenden auch demotivierend sein. Ist ein Betrieb beispielsweise auf Brückenbau spezialisiert, werden dessen Mitarbeitende in der beruflichen Tätigkeit kaum mit der Wasserentsorgung zu tun haben. Als Privatperson nutzen alle Lernenden die Infrastruktur der Wasserentsorgung. Von angehenden Dipl. TechnikerInnen HF Bauplanung wird jedoch erwartet, dass diese über die reguläre Anwendung hinaus eine gewisse Fachexpertise in diesem Gebiet erlangen.

Im breiten Feld der Bauplanung gibt es unzählige Projekte, welche einige Berührungspunkte mit der Wasserentsorgung aufweisen. Entsprechend sind Kenntnisse über die Siedlungs-entwässerung von grosser Bedeutung. Selbst wenn jemand aktuell nicht vordergründig in diesem Gebiet tätig ist, können Grundkenntnisse in der Siedlungswasserwirtschaft für einen Stellenwechsel von Bedeutung sein. Kenntnisse über die Wasserentsorgung sind für Bauplanende hilfreich in der Umsetzung etlicher Projekte im Berufsalltag. In Zukunft werden die Studierenden befähigt sein, Projekte der Wasserentsorgung mitzugestalten.

3 Sachanalyse

Um eine Didaktische Rekonstruktion durchzuführen, ist neben der Erfassung der Lernerperspektiven (siehe Kapitel 2) auch eine fachliche Klärung⁶ notwendig. Anschliessend ist die Strukturierung des Fachgebiets unter pädagogischer Zielsetzung möglich. Entsprechend werden nun die Wasserentsorgung im Fachwissenschaftlichen Kontext und die Struktur des Fachinhalts vorgestellt. (Nerdel, 2017, S. 80)

3.1 Fachwissenschaftlicher Zusammenhang

Die Siedlungswasserwirtschaft, und somit auch die Abwasserentsorgung, kann im Kontext von weiteren Fachdisziplinen und Themenbereichen betrachtet werden. Abbildung 1 soll einen Überblick über die fachwissenschaftlichen Zusammenhänge geben. Einen Anspruch auf Vollständigkeit wird dabei nicht erhoben. Weitere Zusammenhänge zwischen den Disziplinen, welche die Siedlungswasserwirtschaft beeinflussen, werden nicht dargestellt, um mehr Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Allgemein kann die Siedlungswasserwirtschaft als ein sehr interdisziplinäres Fachgebiet betrachtet werden.

Die Siedlungswasserwirtschaft ist eng mit dem Wasserbau verbunden. Je nach Betrachtungsweise kann die Siedlungswasserwirtschaft auch als Teilgebiet des Wasserbaus betrachtet werden. Entsprechend gibt es gewisse Überlappungen der zwei Teilgebiete. Die Wasserversorgung kann dem Nutzwasserbau zugeordnet werden. Gemäss Butler et al. (2018, S.4-5) hat die Siedlungsentwässerung drei Hauptnutzen: Einerseits trägt sie einen wesentlichen Beitrag zur öffentlichen Gesundheit bei, indem Krankheitsübertragungen eingedämmt werden. Andererseits sollen nachteilige Auswirkungen minimiert werden. Eine wichtige Thematik hierbei ist der Umgang mit Niederschlag und dessen Abführung. Entsprechend wird in der Stadt Hochwasserschutz betrieben. Ausserdem wird durch die Beseitigung unerwünschter Stoffe im Abwasser ein Beitrag an den Gewässerschutz geleistet.⁷

Im Teilgebiet der Siedlungsentwässerung werden Methoden aus der technischen Hydrologie verwendet, um Regenmengen für Leitungsdimensionierungen abzuschätzen. Im urbanen Raum gilt der Fokus insbesondere auf kleine Einzugsgebiete und Prozesse von kurzer Dauer. (Gujer, 2006, S.205)

Grundlagen der Hydraulik sind die Basis für Projekte in der Siedlungswasserwirtschaft. Für die Wasserversorgung ist besonders der Druckabfluss in einem Rohr relevant (Gujer, 2006, S.162). Bei der Siedlungsentwässerung sind Freispiegelabflüsse von grösserer Bedeutung. Wobei in der Siedlungsentwässerung insbesondere auch eine Mischung dieser zwei Strömungsarten berücksichtigt werden muss, der sogenannten teilvollen Rohrströmung. Hydraulische Gegebenheiten bestimmen die Gestaltung sämtlicher Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft mit. (Butler et al., 2018, S.121)

Ohne Fachpersonen im technischen Bereich können Anlagen in der Siedlungswasserwirtschaft nicht realisiert werden. Es ist notwendig, dass Anlagenteile passend für die Anwendung

⁶grösstenteils übernommen von: Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)

⁷Boes, R. (2022) Wasserbau Vorlesungsmanuskript. ETH Zürich (S.3)

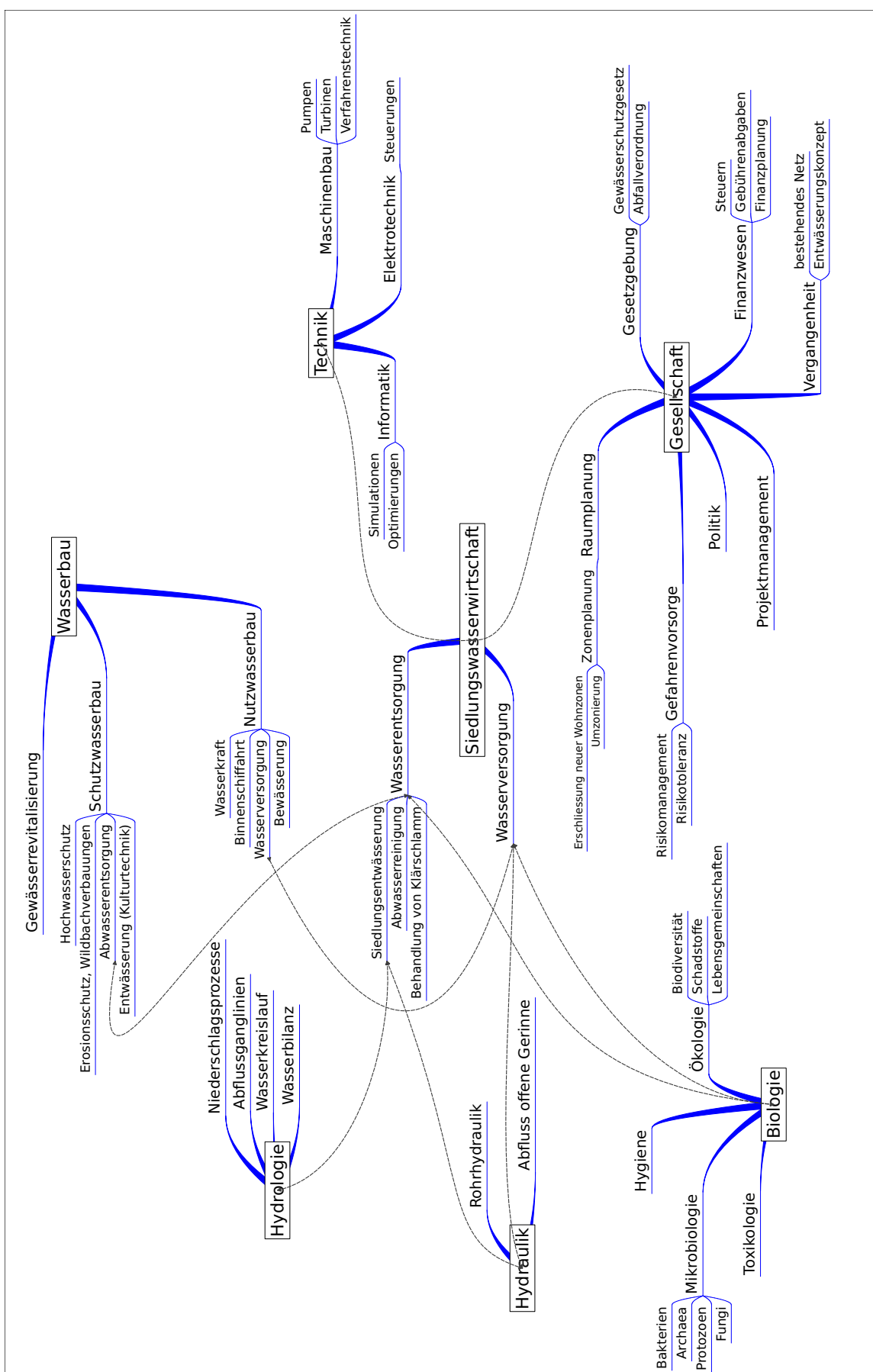


Abbildung 1: Wasserentsorgung im Kontext weiterer Fachdisziplinen (Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Disziplinen sind in schwarz angedeutet) angelehnt an Gujer (2006)

ausgesucht werden. Für einen reibungslosen Einsatz von technischen Anlagen ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Hersteller notwendig. Beim Einsatz von Steuerungen ist auch die Elektrotechnik gefragt. Simulationen und Optimierungen am Computer können allenfalls als Teilgebiet der Informatik betrachtet werden.

Gesellschaftliche Themen prägen die Siedlungswasserwirtschaft mit. Bei der Einleitung von gereinigtem Wasser, muss das Gewässerschutzgesetz eingehalten werden. Die Verbrennung von Klärschlamm untersteht der Abfallverordnung. Für die Projektierung von Projekten sind gegebenenfalls noch weitere kantonale Gesetze zu beachten. Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft müssen finanziert werden, entsprechend kommen öffentliche Gelder zum Einsatz. Hierbei sind Fachpersonen im Finanzbereich ebenfalls gefordert, sich mit dem Thema zu befassen. Die Vergangenheit prägt Projekte der Siedlungswasserwirtschaft. Da die meisten Leitungen und Anlagen sehr langlebig sind, muss bei der Planung jeweils berücksichtigt werden, was für Systeme bereits vorhanden sind und wie diese mit allenfalls neuen Systemen interagieren. Welche Leitungssysteme gebaut werden oder gebaut worden sind, hängt unter anderem auch vom Wohlstand, natürlichen Gegebenheiten, Gesetzen oder der Politik ab (Butler et al., 2018, S.8). In der Siedlungswasserwirtschaft werden Projekte durchgeführt, entsprechend sind Fähigkeiten des Projektmanagements gefragt. Auch politisch können Entscheide gefällt werden, welche die Siedlungswasserwirtschaft mitprägen. Insbesondere mit der Siedlungsentwässerung wird auch Gefahrenvorsorge betrieben. Hier müssen Fragen beantwortet werden, wie gross beispielsweise die Kanalisation dimensioniert wird und ab welchem Regenereignis eine solche nicht mehr ausreicht. Bei der Wasserversorgung können Grundwasserschutzzonen zur Qualitätssicherheit von Trinkwasser beitragen. Solche Schutzzonen müssen in der Raumplanung implementiert werden. Werden neue Wohnzonen erschlossen, wird damit auch die Anbindung an siedlungswasserwirtschaftliche Systeme notwendig. (Gujer, 2006)

Wissen aus der Biologie wird in der Wasserversorgung für die Aufbereitung von Wasser angewendet. Für die Prozesse in einer Kläranlage und die Behandlung von Klärschlamm sind Biologiekenntnisse ebenso relevant. Krankheitserreger und Schadstoffe im Trinkwasser dürfen für den Menschen nicht gesundheitsgefährdend sein. Auch soll das Wasser aus der Abwasserreinigungsanlage (ARA) zu so wenig Beeinträchtigungen wie möglich im Gewässer führen. (Gujer, 2006, S.4, S.33 ff.)

3.2 Struktur des Fachinhaltes

In der Siedlungswasserwirtschaft wird die Gestaltung des Wasserumsatzes in Siedlungen thematisiert. Historisch ist die Siedlungswasserwirtschaft aus Einzeldisziplinen gewachsen. Heute wird die Disziplin gesamthafter betrachtet und insbesondere Zusammenhänge und die Vernetzung der Einzeldisziplinen stehen im Vordergrund. (Gujer, 2006, S.1)

In Abbildung 2 wird ein Überblick über die Siedlungswasserwirtschaft und ihre Teildisziplinen gegeben. Die Abbildung 2 ist als Teilausschnitt der Abbildung 1 zu verstehen. Es werden jeweils für die Teilgebiete relevante Unterthemen aufgelistet und im Text beschrieben.

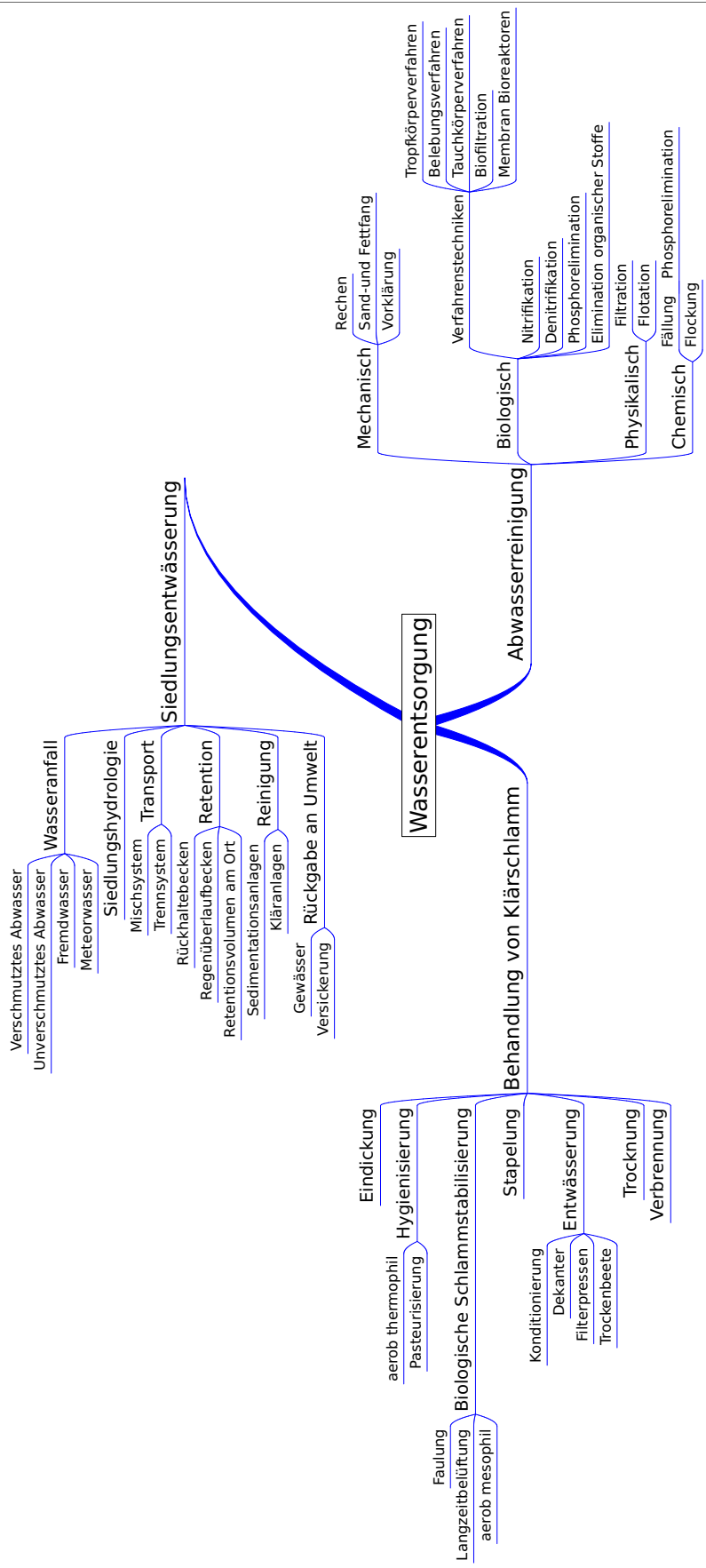


Abbildung 2: Teilgebiete der Wasserentsorgung (angelehnt an Gujer (2006))

Wird Wasser in die Siedlung geleitet oder gelangt dieses natürlicherweise ins Siedlungsgebiet, so muss dieses in der Regel auch wieder abgeführt werden, dafür zuständig ist die Siedlungsentwässerung. Durch das Abführen von insbesondere verschmutztem Abwasser wird ein Beitrag an die Siedlungshygiene geleistet. Für die Dimensionierung von Leitungen ist dabei die Betrachtung des Wasseranfalls und der Siedlungshydrologie relevant. Neben dem relativ konstanten Abwasseranfall wird die Kanalisation besonders bei intensivem Niederschlag stark ausgelastet. Für den Transport kann zwischen einem Trenn- oder Mischsystem gewählt werden. Im Umgang mit Starkniederschlägen betreibt die Siedlungsentwässerung auch Gefahrenvorsorge und schützt somit vor Hochwasser. Hierfür werden unter anderem Bauwerke zur Retention von Wasser errichtet. Sind die Wassermengen deutlich über der Kapazitätsgrenze, können Wasseraustritte aus der Kanalisation zu Schäden führen. Bevor das Wasser aus der Siedlung wieder in die Umwelt zurückgegeben wird, ist oftmals eine Reinigung notwendig. Je nach Abwasserart, reichen einfache Sedimentationsanlagen oder Rechen aus, bei häuslichem Abwasser wird das Wasser in einer ARA gereinigt. ((Gujer, 2006, S.199 ff.)(Butler et al., 2018, S.237))

In der Regel wird das Abwasser in einer ARA gereinigt. Auf einer ARA gibt es in aller Regel mehrere Reinigungsstufen, wobei je nach Anlage die gewählten Prozesse sich unterscheiden können. Normalerweise findet zuerst eine mechanische Behandlung des Abwassers statt, wobei Grobstoffe entfernt werden. Der Hauptteil der Abwasserreinigung ist die biologische Stufe, hierbei werden Mikroorganismen eingesetzt, um unerwünschte Stoffe abzubauen. Je nach Menge des Abwasseranfalls, den gesetzlichen Vorgaben, der Grösse des Vorfluters und den finanziellen Mitteln können andere Techniken eingesetzt werden. Das Wissen über die Anforderungen eines intakten Gewässerökosystems hat zugenommen. Durch die Zunahme an Wohlstand sind wir zunehmend in der Lage, diesen Anforderungen gerecht zu werden. (Gujer, 2006, S.291 ff.)

In der ARA fällt dann Klärschlamm an. Dieser ist voluminös und enthält noch viel Wasser, entsprechend ist eine Eindickung notwendig. Früher wurde der Klärschlamm teilweise noch in der Landwirtschaft ausgetragen, dies ist heute in der Schweiz nicht mehr erlaubt. In der Regel wird eine Verbrennung in Betracht gezogen. (Gujer, 2006, S.399 ff.)

3.3 Rahmenlehrplan und Stoffreduktion

In der Ausbildung können nicht alle Themen der Wasserentsorgung detailliert behandelt werden, dafür stehen zu wenig (zeitliche) Ressourcen zur Verfügung. Entsprechend ist eine Stoffreduktion notwendig. Um diese Stoffreduktion sinnvoll auszugestalten, werden vorerst die Vorgaben aus dem Rahmenlehrplan vorgestellt.

Der Rahmenlehrplan für den Bildungsgang Bauplanung HF umfasst keine direkten Lernziele für Kompetenzen im Fach Wasserentsorgung. Um aber als Dipl. TechnikerIn HF Bauplanung die Grundlagenarbeiten von IngenieurInnen oder ArchitektInnen weiter zu entwickeln und zur Umsetzung zu bringen, sind Kenntnisse der Wasserentsorgung sinnvoll (SBFI, 2022, S.9). Zusätzlich zur Betrachtung mit dem Rahmenlehrplan müssen für die Stoffreduktion auch Lernziele von der entsprechenden höheren Fachschule betrachtet werden, falls solche schriftlich ausgearbeitet wurden. Ausserdem wäre ein Austausch mit einer Lehrperson,

welche das Fachgebiet bereits unterrichtet hat sehr sinnvoll, um eine Grobeinschätzung bezüglich des entsprechenden Detaillierungsgrades zu haben.

Folgende Kompetenzen, leicht umformuliert aus dem Rahmenlehrplan (SBFI, 2022, S.17-23), können im Unterricht zum Thema Siedlungswasserwirtschaft angeeignet werden. Entsprechende Nummer der Kompetenz wird in der Klammer angegeben und bezieht sich auf den Rahmenlehrplan.

- Vernetztes Denken wird angewendet, um Probleme der Wasserentsorgung zu analysieren und zu lösen. (A2.2)
- Gründe für Schwierigkeiten und Probleme können mit dem Hintergrund von MINT-Kenntnissen identifiziert und analysiert werden. (A2.3)
- Ganzheitliche Lösungsansätze sind gefordert in der Siedlungsentwässerung. (A2.6)
- In der Siedlungswasserwirtschaft werden aktuelle und technologiebasierte Entwicklungswerkzeuge eingesetzt. (A2.7)
- Im Unterricht, wie auch im Berufsleben, ist eine klare, transparente und sachlogische Kommunikation sehr zielführend und notwendig. (A3.1)
- In der Wasserentsorgung gibt es branchenspezifische Fachbegriffe, welche erlernt und erklärt werden sollen. (A3.6)
- Lernende üben neue Technologien (z.B. im Bereich der technischen Bauwerke) zu beurteilen, adaptieren und integrieren. (A4.3)
- Für Anlagen und Bauwerke der Wasserentsorgung gibt es bauliche und normative Anforderungen. Lernende sollen diese ermitteln, prüfen und umsetzen. (B1.1)
- Die Nachhaltigkeit soll gewährleistet werden, indem dafür notwendige Prozesse gesteuert und überwacht werden (z.B. Monitoring des gereinigten Wassers, welches ins Gewässer geleitet wird). (B2.3)
- Faktoren, welche sich gegenseitig beeinflussen (z.B. Neigung des Rohrs und dessen Überdeckung) berücksichtigen und Veränderungen antizipieren. (B3.4)
- Über alle Bauphasen hinweg sollen ökologische, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt und mit aufgenommen werden. (B4.5)
- Bewährte Konstruktionen und bauphysikalische Regeln der Siedlungswasserwirtschaft sind bekannt, können analysiert und fachgerecht angewendet werden. (B6.4)
- Konstruktionen in der Siedlungsentwässerung können entwickelt werden und genügen den Ansprüchen der Auftraggebenden, der Normen und Gesetzen und Nachhaltigkeitsaspekten. (B6.5)

Diese Liste umfasst insbesondere diejenigen Kompetenzen, die offensichtlicher im Unterricht der Wasserentsorgung mitbehandelt werden können. Je nach Gestaltung des Unterrichts könnten auch weitere Kompetenzen inkludiert werden. Um sämtliche Kompetenzen

des Rahmenlehrplans abzudecken ist die Koordination zwischen den unterschiedlichen Unterrichtsfächern notwendig.

Bei der Planung und Gestaltung einer ARA sind vor allem spezialisierte Unternehmen mit Fachpersonen aus unterschiedlichen Bereichen tätig. Beispielsweise kann hier eine enge Zusammenarbeit mit Mikrobiologen sinnvoll sein. Im Ausbildungsgang an der Baukaderschule liegt der Fokus deutlich mehr auf dem Gebiet der Siedlungsentwässerung als der Abwasserreinigung. Im Rahmen dieser Semesterplanung wird an dieser Ausrichtung festgehalten. Die Abwasserreinigung und die Behandlung von anfallendem Klärschlamm soll nur sehr oberflächlich thematisiert werden, um die Siedlungsentwässerung in einem grösseren Kontext zu positionieren. Somit wird in dieser Arbeit mit dem Begriff der Wasserentsorgung jeweils sehr stark auf die Siedlungsentwässerung fokussiert.

Im Bereich der Siedlungsentwässerung werden drei Schwerpunkte gelegt. Der Wasseranfall ist Voraussetzung dafür, dass irgendeine Art von Umgang mit Wasser im urbanen Raum notwendig wird. Dieses Wasser muss dann transportiert werden, was hauptsächlich innerhalb der Kanalisation geschieht. Dritter Fokus liegt bei den technischen Bauwerken, welche dem Transport, der Retention und der Reinigung von Wasser dienen. Im Sinne einer modernen und zukunftsorientierten Siedlungsentwässerung sollen auch Ansätze besprochen werden, welche auf eine Ableitung von Wasser verzichten. Entsprechend soll das Fachgebiet der Siedlungsentwässerung möglichst in seiner Vollständigkeit präsentiert werden. Ein ganzheitlicher Überblick soll vermittelt werden. In Bezug auf die technischen Bauwerke sollen lediglich die am verbreitetsten behandelt werden.

Dimensionierungen sollen vorgenommen werden für die Kanalisation und Regenrückhaltebecken. Auf weitere detaillierte Dimensionierungen von technischen Bauwerken soll entsprechend verzichtet werden.

Die Unterrichtsinhalte sollen stark auf den Schweizer Kontext und die hier gültigen Grundlagen fokussieren. Es wird angenommen, dass die angehenden BauplanerInnen mehrheitlich in der Schweiz tätig sein werden.

4 Unterrichtskonzept

Im Verlauf des Semesters sollen die Studierenden lernen, von wo Wasser in die Siedlungsentwässerung kommt und was mit dem Wasser innerhalb der Siedlungsentwässerung geschieht. Insbesondere zu Beginn und am Ende des Kurses soll das Themengebiet in einen fachlich und regional grösseren Kontext eingebettet werden. Aus diesen Grundgedanken ergibt sich folgende Gliederung des Unterrichtsfaches:

1. **Einführung:** Die Wasserentsorgung soll im Kontext der Siedlungswasserwirtschaft vorgestellt werden. Mit Blick auf den globalen Kontext sollen unterschiedliche Handhabungen der Wasserentsorgung diskutiert werden. Ausserdem werden alle organisatorischen Details zum Fach vermittelt.
2. **Wasseranfall:** Die Studierenden lernen, von wo das Wasser in die Siedlungsentwässerung kommt. Methoden zur Abschätzung der jeweiligen Mengen werden vermittelt und rechtliche Grundlagen werden betrachtet.
3. **Kanalisation:** Die Kanalisation kann unterschiedlich ausgeführt werden. Die Lernenden befassen sich mit unterschiedlichen Umsetzungsmöglichkeiten inklusive deren Baukosten.
4. **Technische Bauwerke:** In diesem Block wird die Vielfalt der technischen Bauwerke in der Siedlungsentwässerung präsentiert. Methoden eines nachhaltigen Managements von Regenwasser in der Stadt werden vermittelt.
5. **Wrap-Up:** Das Semester und dessen Lernerfolge werden reflektiert. Im Sinne einer Visionsorientierung wird erneut ein Blick in die Zukunft gemacht.

Die hier vorgestellten Themengebiete sind miteinander vernetzt. Eine isolierte Betrachtung der einzelnen Elemente wird nicht empfohlen. Der Unterricht soll so weiter ausgestaltet werden, dass vernetzendes Lernen ermöglicht wird.

Im Rahmen des Konzeptes werden zuerst die Lernziele präsentiert⁸. Unter Kapitel 4.2 werden die Bezüge zur nachhaltigen Entwicklung aufgezeigt. Ausserdem wird die Anwendung von Lehr-Lern-Prozess-Modellen und Lehrstrategien thematisiert.

4.1 Lernziele

Im folgenden Abschnitt werden die Lernziele auf verschiedenen Ebenen ausformuliert. In Kapitel 4.1.1 wird erläutert, warum der Unterricht in der Wasserentsorgung stattfinden soll. Kapitel 4.1.2 widmet sich den Dispositionszielen des Faches. Konkrete Zielsetzungen für die einzelnen Themenbereiche werden in Kapitel 4.1.3 aufgelistet.

⁸Leitidee und Dispositionsziele sind grösstenteils übernommen von: Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)

4.1.1 Leitidee

Folgende Leitidee rechtfertigt den Unterricht in der Wasserentsorgung:

Eine funktionierende Siedlungswasserwirtschaft ist von zentraler Bedeutung für Komfort, Hygiene und Sicherheit der Menschen im urbanen Raum (Gujer, 2006, S.1). Deshalb ist es unerlässlich, dass angehende BauplanerInnen zur Erhaltung und Optimierung der Infrastruktur in der Wasserentsorgung beitragen.

Bereits in dieser Leitidee steckt der Gedanke der Visionsorientierung. Der Komfort, die Hygiene und die Sicherheit, welche durch die Siedlungsentwässerung erhöht wird, soll erhalten und gegebenenfalls optimiert werden. In dieser Leitidee ist auch die Handlungsorientierung enthalten. Um die entsprechenden Infrastrukturen zu erhalten und zu optimieren sind Handlungen notwendig.

4.1.2 Dispositionsziele

Mit folgenden Dispositionszielen kann insbesondere die affektive Dimension angesprochen werden:

- Der Wert der Wasserentsorgung als Grundlage urbanem Zusammenlebens wird verinnerlicht.
- Die Lernenden entwickeln ein Bewusstsein für die Bedeutung der Siedlungswasserwirtschaft in der Gewährleistung der Hygiene.
- Die angehenden BauplanerInnen eignen sich eine Bereitwilligkeit an, um bei negativen Auswirkungen auf das Gewässer zu reagieren.

Das letzte Dispositionsziel der affektiven Dimension richtet sich an eine gewisse Handlungsorientierung. Hierbei werden auch das eigene Wertesystem und Emotionen angesprochen und eventuell verändert. Solche Lernziele sind kaum überprüfbar.

Die psychomotorische Dimension wird eher mit folgenden Lernzielen adressiert:

- Die Lernenden können durch Anweisung von Richtlinien Anlageteile in der Siedlungsentwässerung grob dimensionieren.
- Sie werden dazu befähigt und motiviert, den eigenen Wasserfußabdruck zu reduzieren.

4.1.3 Operationalisierte Lernziele

Für das Fach der Wasserentsorgung sollen spezifische *Feinziele* definiert werden. Um Überprüfbarkeit und Spezifität der Lernziele zu gewährleisten, enthalten die Lernziele gewisse Quantifizierungen. Je nach Gestaltung der einzelnen Unterrichtseinheiten kann eine Anpassung des Lernziels, insbesondere der quantitativen Angabe notwendig werden. Diese exakteren, messbaren Ziele sollen dazu beitragen, ein eher abstraktes *Oberziel* zu erreichen. Im hier vorliegenden Fall entspricht die Leitidee (siehe Abschnitt 4.1.1) dem *Oberziel*

der Lehrveranstaltung. Die hier vorliegenden operationalisierten Lernziele strukturieren die Semesterplanung. Die hier aufgeführten Lernziele werden nach der revidierten Lernzieltaxonomie nach Bloom (Anderson et al., 2001) kategorisiert (Angabe in der Klammer). Diese Lernziele sollen den Lernenden kommuniziert werden. (Ulrich, 2020, S.47)

- Einführung
 - Die Studierenden beschreiben das Fachgebiet der Wasserentsorgung anhand deren drei Teilgebieten. (K2)
 - Die Studierenden erläutern vier globale Unterschiede in der Wasserentsorgung. (K2)
- Wasseranfall
 - Die Studierenden zählen die vier wesentlichsten Abwasserarten auf. (Un-/Verschmutztes Abwasser, Fremdwasser, Meteorwasser) (K1)
 - Die Studierenden schätzen den Abwasseranfall anhand von Einwohnergleichwerten ab. (K3)
 - Die Studierenden erläutern den Nährstoffeintrag als ökologische Auswirkungen der Wasserentsorgung auf Oberflächengewässer. (K2)
 - Die Studierenden begründen die Auswirkungen auf die Siedlungsentwässerung von Niederschlagsereignissen, welche sich bezüglich Dauer und Intensität unterscheiden. (K2)
 - Die Studierenden identifizieren die Problematik von Oberflächenabfluss anhand von Fallbeispielen. (K4)
 - Die Studierenden erklären die zwei Hauptauswirkungen von Fremdwasseranfall. (K2)
 - Die Studierenden beurteilen Abwassergesuche bei Liegenschaftsentwässerungen. (K6)
- Kanalisation
 - Die Studierenden stellen das Mischsystem anhand des Punktesystems des VSA (Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute) dem Trennsystem gegenüber. (K4)
 - Die Studierenden berechnen eine Vorbemessung der Entwässerungskanäle mit dem Fliesszeitverfahren. (K3)
 - Die Studierenden ordnen ein geeignetes Rohrmaterial und eine passende Verlege-technik an. (K5)
 - Die Studierenden beschreiben fünf Sicherheitsvorschriften bei Arbeiten in Schächten und Gräben. (K2)
 - Die Studierenden stellen einen Kostenvoranschlag für ein Bauprojekt in der Liegenschaftsentwässerung auf. (K5)

- Technische Bauwerke
 - Die Studierenden berechnen die konstruktiven Details von Regenrückhaltebecken. (K3)
 - Die Studierenden zählen zehn technische Bauwerke der Siedlungsentwässerung auf. (K1)
 - Die Studierenden erklären die Funktionsweise von typischen, technischen Bauwerken der Siedlungsentwässerung. (K2)
 - Die Studierenden identifizieren je drei Chancen und Risiken der Blue Green Infrastructure. (K4)
- Themenübergreifend
 - Die Studierenden planen ein Bauprojekt in der Liegenschaftsentwässerung. (K5)

4.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung und Umwelthandeln

In den folgenden Abschnitten wird dargestellt, wie die Wasserentsorgung in den Kontext von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) gesetzt werden kann. BNE soll als ganzheitliches Bildungskonzept betrachtet und angegangen werden. Ziel dieses Konzepts ist nicht eine blosser Wissensvermittlung über Nachhaltigkeitsthemen, sondern die Befähigung zur aktiven Mitgestaltung einer nachhaltigen Entwicklung. In diesem Sinne soll die Schule auch zu einem Handlungsraum werden. (Bülau & Summerer, 2022, S.1-5)

4.2.1 Sustainable Development Goals

Durch Wasserentsorgungsunterricht kann einen Beitrag im Bereich von mehreren Zielen für nachhaltige Entwicklung geleistet werden. Entsprechend soll aufgezeigt werden, welche Sustainable Development Goals (SDGs) bedeutend sind für das Modul der Wasserentsorgung: (EDA, 2020a; UNESCO, 2017)

- **SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen:** Eine funktionierende Abwasserentsorgung vermindert die Verbreitung von Krankheiten durch ein reduziertes Infektionsrisiko. Entsprechend wird gemäss WHO, UNICEF (2023) insbesondere bei Einrichtungen des Gesundheitswesens weltweit eine Verbesserung in der Wasser- und Sanitärversorgung, sowie der Hygiene (WASH infrastructure) angestrebt. In der Schweiz gilt eine funktionierende Sanitärversorgung bereits als Selbstverständlichkeit. Trotzdem sind Mikroverunreinigungen (beispielsweise von Arzneimitteln oder Reinigungsmitteln) im Abwasser aktuelle Themen, welche im weiteren Sinne auch die Gesundheit betreffen können, wenn es zu belasteten Trinkwasserreserven kommt (Abegglen & Siegrist, 2012, S.8, S.27).
- **SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen:** Bei diesem Ziel wird die Wasserentsorgung ganz direkt thematisiert. BauplanerInnen leisten einen wichtigen Beitrag in der Gestaltung und Erhaltung von Sanitäreinrichtungen. Dieses SDG umfasst unter anderem auch eine effiziente Wassernutzung in allen Sektoren, eine integrierte Bewirtschaftung der Wasserressourcen und den Schutz von wasserverbundenen Ökosystemen.

- **SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur:** Gemäss [Martin \(2009, S.49\)](#) hat die Infrastruktur der öffentlichen Siedlungsentwässerung in der Schweiz einen Wiederbeschaffungswert von 65'300 Mio. CHF. Damit gehört die Siedlungsentwässerung zu einer bedeutsamen Infrastruktur der Öffentlichkeit, welche weiterhin widerstandsfähig erneuert und ausgebaut werden soll. Die Siedlungswasserwirtschaft ist ausserdem auch auf der Suche nach innovativen Lösungen für weitere Verringerungen an Mikroverunreinigungen im Abwasser.
- **SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden:** BauplanerInnen prägen mit, wie unsere Städte und Gemeinden in Zukunft aussehen werden. Hierfür sollen unter anderem Umwelteinflüsse durch Städte reduziert werden und negative Effekte durch Naturkatastrophen vermindert werden. Konkret möchte die Schweiz bis 2030 die Anzahl betroffener Menschen und Schäden durch Wasserkatastrophen verringern ([EDA, 2020b](#)). Dies ist nur durch eine sinnvolle Konzipierung der Siedlungsentwässerung im urbanen Raum möglich.
- **SDG 14: Leben unter Wasser:** Durch eine funktionierende Abwasserreinigung kann die Verschmutzung der Meere und Ozeane verringert werden. In diesem Sinne soll verantwortungsbewusst mit der Ressource Wasser umgegangen werden. Obwohl die Schweiz weit weg vom Meer liegt, fliessen auch Gewässer aus der Schweiz ins Meer.

Ausserdem werden noch weitere Sustainable Development Goals berücksichtigt, welche nicht direkt mit der Wasserentsorgung verbunden sind, aber mit dem Unterrichtskontext oder der Arbeitsweise im Bauwesen.

- **SDG 4: Hochwertige Bildung:** An der Baukaderschule findet Erwachsenenbildung statt. Entsprechend kann das SDG 4 als ein übergeordnetes Ziel für die Durchführung des Fachs Wasserentsorgung betrachtet werden. Unter Berücksichtigung einer nachhaltigen Entwicklung kann so ein Beitrag zum lebenslangen Lernen gemacht werden.
- **SDG 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele:** Als BauplanerIn alleine kann kein Projekt in der Wasserentsorgung alleine realisiert werden. Die Zusammenarbeit mit Behörden, Auftraggebern, Forschungsinstituten, Bauunternehmen, etc. ist essentiell für die Umsetzung von Projekten, welche eine nachhaltige Entwicklung in der Siedlungswasserwirtschaft vorantreiben.

Dies umfasst keine umfassende Beschreibung, da je nach weiterer Ausgestaltung des Unterrichts noch weitere Schwerpunkte gesetzt werden können. ([EDA, 2020a](#); [UNESCO, 2017](#))

Tabelle 2 zeigt auf, in welchen Themenblöcken, welche Nachhaltigkeitsziele am meisten thematisiert werden. Diese SDGs werden ebenfalls in der Gesamtübersicht in Kapitel 5.8 dargestellt. Auch wenn noch weitere SDGs mit dem jeweiligen Block in Verbindung gebracht werden können, soll der Hauptfokus auf den dort aufgeführten Zielen liegen.

Tabelle 2: Sustainable Development Goals im Fach Wasserentsorgung (Abbildungen von (EDA, 2020a))

Thema	SDG	Begründung
Einführung		Zu Beginn des Semesterkurses kann gut auf die globale Situation eingegangen werden und auf die Bedeutung von Sanitäreinrichtungen für die Gesundheitsförderung.
		Um einen Bogen zu den bereits unterrichteten Fächern in der Ausbildung zu spannen, wird auch auf den Zusammenhang zur Wasserversorgung eingegangen. So kann das SDG 6 ganzheitlich betrachtet werden.
Wasseranfall		In diesem Block wird über unterschiedliche Wasserherkünfte und deren Zusammenhang gesprochen. Verschiedene Abwässer haben auch unterschiedliche Auswirkungen auf Ökosysteme im Wasser.
		Der Wasseranfall zeigt die Notwendigkeit für sanitäre Einrichtungen auf.
Kanalisation		Die Kanalisation ist ein wesentlicher Bestandteil von Sanitäreinrichtungen und ist bei uns in der Schweiz mit fast jedem Gebäude verbunden.
		Kanalisationsbauwerke sind grosse, langlebige und kostspielige Infrastrukturen. So wird insbesondere dem Teil der Infrastruktur des SDG 9 ein wichtiger Stellenwert beigemessen.
		Obwohl eine Kanalisation grossteils unterirdisch und oft unsichtbar ist, beansprucht sie doch einiges an Fläche im urbanen Raum. Bei der Gestaltung von nachhaltigen Städten und Gemeinden muss dieses Netzwerk zwingend mitgedacht werden.
Technische Bauwerke		Technische Bauwerke sind Teil der Wasserentsorgungsinfrastruktur. Solche Bauwerke sollten möglichst effizient gestaltet sein, um dies zu ermöglichen, ist ein gewisser Innovationsgeist notwendig.
		Beispielsweise Regenrückhaltebecken nehmen ein beachtliches Volumen ein, hierbei gilt es eine möglichst nachhaltige und ganzheitliche Stadtplanung auszuüben.



Während des Kurses wurden einige Kompetenzen vermittelt. Für die Zukunft haben wir die Vision, Projekte wirklich konstruktiv umzusetzen. Um dies bewerkstelligen zu können, wird die Zusammenarbeit mit weiteren Akteuren (z.B. Behörden oder Bauunternehmen) nötig. Entsprechend soll im letzten Teil ein Fokus auf die Partnerschaften gelegt werden, welche notwendig sind, damit die geplanten Projekte effektiv realisiert werden können.

4.2.2 Kompetenzen

Gemäss *éducation21* (2016) sollen die in Abbildung 3 dargestellten Kompetenzen für den BNE-Unterricht berücksichtigt werden. Am Beispiel der Wasserentsorgung wird aufgezeigt, wie zentral die entsprechenden Kompetenzen für das Thema sind (in violett dargestellt in der Abbildung). Die folgenden Abschnitte basieren auf den Erkenntnissen aus *éducation21* (o. J.); *éducation21* (2016) ⁹.

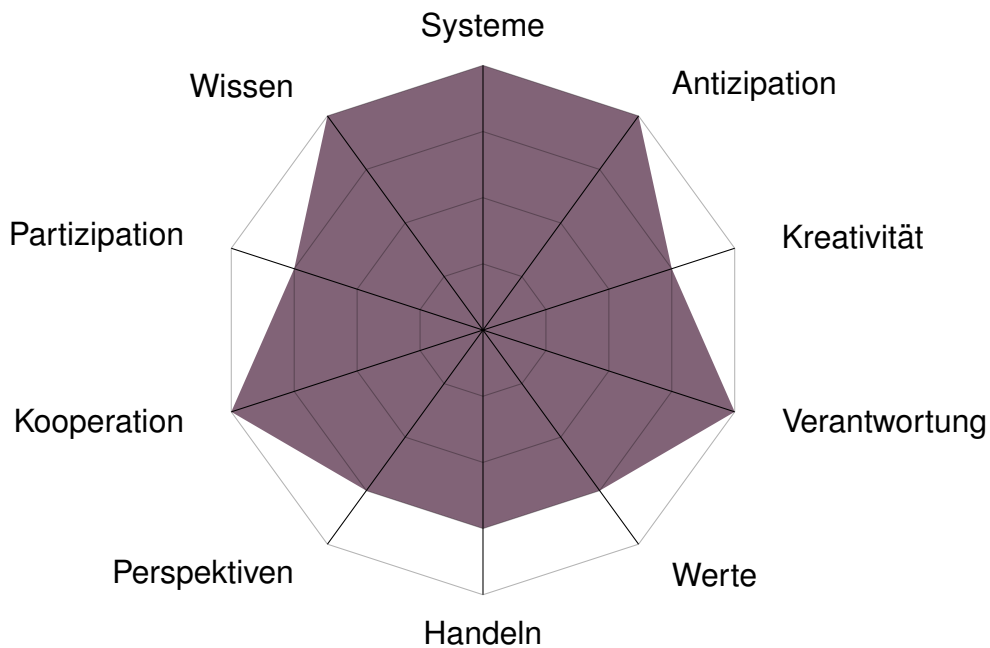


Abbildung 3: Kompetenzen (in violett wird die Bedeutung der BNE Kompetenzen für den Siedlungswasserwirtschaftsunterricht dargestellt, angelehnt an (*éducation21*, 2016, S.4))

Antizipation ist zentral in der Siedlungsentwässerung. Vorausschauend denken und handeln, ist elementar in diesem Fachgebiet. Es ist notwendig, dass Risiken und Folgen betrachtet werden, und nach einer möglichst optimalen und nachhaltigen Lösung gesucht wird. Bei

⁹Teilweise übernommen aus: Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)

der Planung muss auch immer ein Bezug zur Realität und aktuellen Situation gemacht werden, ansonsten kann ein angestrebtes System nicht implementiert werden.

Die Studierenden üben Antizipation insbesondere bei der Ausarbeitung des Kompetenznachweises. Um einen möglichst optimalen Vorschlag auszuarbeiten, ist ganzheitlich vorausschauendes Denken notwendig.

Einige Systeme in der Wasserentsorgung sind jahrelang erprobt und optimiert worden. Entsprechend gibt es Bereiche, wo die **Kreativität** eingeschränkt ist. Dennoch ist kritisch-konstruktives Denken wichtig, insbesondere wenn es darum geht, für ein Variantenstudium Alternativen zu entwickeln.

Der Unterricht fördert die Kompetenz der Kreativität, wenn es darum geht, gemeinsam in Kleingruppen Lösungsansätze zu finden. Diese Kompetenz wird auch im Rahmen des Kompetenznachweises gefördert, beispielsweise bei der Ausarbeitung von einer Implementationsmöglichkeit für Blue Green Infrastructure.

Verantwortung kommt zum Ausdruck, wenn man sich als Teil der Welt erfährt. In diesem Sinne soll mit der Umwelt verantwortungsvoll umgegangen werden. Die Wasserentsorgung ist sehr alltagsbezogen. Lernt man mehr über die Systeme und Prozesse der Siedlungswasserwirtschaft, so wird klar, wie notwendig diese für eine funktionierende Gesellschaft sind. Verantwortung wird im Unterricht dadurch gestärkt, dass die Studierenden selbstständig die Verantwortung tragen, sich die notwendige Hilfe für das angeleitete Selbststudium, der Kompetenznachweis oder das Lösen von Aufgaben im Unterricht einzuholen.

Wie in jedem Fachgebiet gibt es auch in der Wasserentsorgung unterschiedliche Denkweisen. Dabei ist es sinnvoll, diese unterschiedlichen **Werte** und Haltungen zu reflektieren. Werte und Haltungen hinter einem Misch- und Trennsystem werden im Unterricht verglichen (siehe Abschnitt 5.3). Beispielsweise kann hierfür Bezug auf die ökologischen Auswirkungen genommen werden.

Der Unterricht selbst lässt nicht all zu viele Handlungsspielräume offen. Dennoch wird mit der Bildung eine Befähigung zum **Handeln** und ausnützen von Handlungsspielräumen für eine nachhaltige Entwicklung angestrebt (siehe auch Kapitel 4.2.4). Umweltbildung umfasst nicht nur reine Wissensvermittlung. Damit Umweltbildung Sinn macht, ist es wichtig, dass auch Handlungen folgen. (Bülau & Summerer, 2022, S.1-5)

Die Studierenden sollen im Unterricht eine aktive Rolle einnehmen. Im Rahmen der Inputreihe können die Lernenden den Unterricht aktiv mitgestalten. Vorsatzbildungen sollen zum Handeln innerhalb und ausserhalb des Unterrichts motivieren.

An der Wasserentsorgung sind viele Personen mit unterschiedlichen Interessen beteiligt. Aufgrund der vielen Beteiligten (in der Planung, im Bau und im Unterhalt) und auch den vielen Nutzern von Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft ist es notwendig, unterschiedliche **Perspektiven** zu kennen. Um Situationen besser beurteilen zu können, sind Perspektivenwechsel eine wichtige Grundlage.

Während des Semesters werden regelmässig unterschiedliche Perspektiven und Argumentationen vorgestellt. Beispielsweise wird die Bedeutung der Wasserentsorgung in unterschiedlichen Ländern betrachtet (siehe Abschnitt 5.1).

Kooperation ist ein zentraler Bestandteil der Wasserentsorgung. Im Alleingang mit nur einer Fachdisziplin kann kein Projekt erfolgreich abgeschlossen werden. Dass Projekte im Sinne des SDG 17 gelingen können, ist die Mitwirkung vieler Akteure notwendig (siehe auch Abschnitt 4.2.1). Auch wenn nicht immer Einigkeit unter den Beteiligten herrscht, sollte eine Lösung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erarbeitet werden.

Kooperation wird aktiv im Unterricht geübt, indem Unterrichtsmethoden eingesetzt werden, welche kooperatives Lernen fördern. Beispielsweise ist bei einem Gruppenpuzzle eine funktionierende Zusammenarbeit essentiell.

Partizipation im Sinne der BNE bedeutet, dass man befähigt ist, gesellschaftliche Prozesse mit zu gestalten. Dies kann beispielsweise durch eine Beteiligung an politischen und zivilgesellschaftlichen Prozessen geschehen. In der Wasserentsorgung werden einige Projekte und neue Regelungen politisch mitgeprägt.

Im Unterricht wird im Rahmen des Kompetenznachweises geübt, wie eine Liegenschaftsentwässerung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ausgestaltet werden kann. Dies soll dazu befähigen, auch im zukünftigen Berufsleben partizipativ an der urbanen Entwicklung mitzugestalten. Zusätzlich dürfen die Lernenden auch den Unterricht mitgestalten, beispielsweise in der Inputreihe zu den technischen Bauwerken (siehe auch Kapitel 6.3).

Im Unterricht wird neues **Wissen** aufgebaut. Im Sinne der BNE sollte dieses interdisziplinär und mehrperspektivisch sein. In der Siedlungsentwässerung ist beides der Fall. Das Fachgebiet ist interdisziplinär. Gerade weil Prozesse aus Sicht vieler Perspektiven beurteilt werden können, muss erlernt werden, wie die entsprechenden Perspektiven in Beziehung gesetzt werden können.

Systeme sind Teil der Wasserentsorgung. Lernende müssen entsprechend lernen, mit der Komplexität von Systemen umzugehen. Vernetztes Denken ist zentral, um Ursachen- und Wirkungszusammenhänge zu verstehen.

Im Unterricht soll somit vernetzendes Lernen stattfinden. Die einzelnen Themengebiete sollen nicht in isolierter Weise unterrichtet werden. Insbesondere beim Kompetenznachweis ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise gefordert.

4.2.3 Pädagogische Prinzipien

Abbildung 4 zeigt das von *éducation21* (2016) vorgeschlagene Diagramm zu den Pädagogischen Prinzipien in der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). In rot ist eingezeichnet, inwiefern diese Prinzipien im Unterricht zur Thematik der Wasserentsorgung abgedeckt werden. In den nächsten Abschnitten wird beschrieben, wie diese Prinzipien umgesetzt werden. Die folgenden Abschnitte basieren auf den Erkenntnissen aus *éducation21* (o. J.); *éducation21* (2016) ¹⁰.

¹⁰Teilweise übernommen aus: Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)

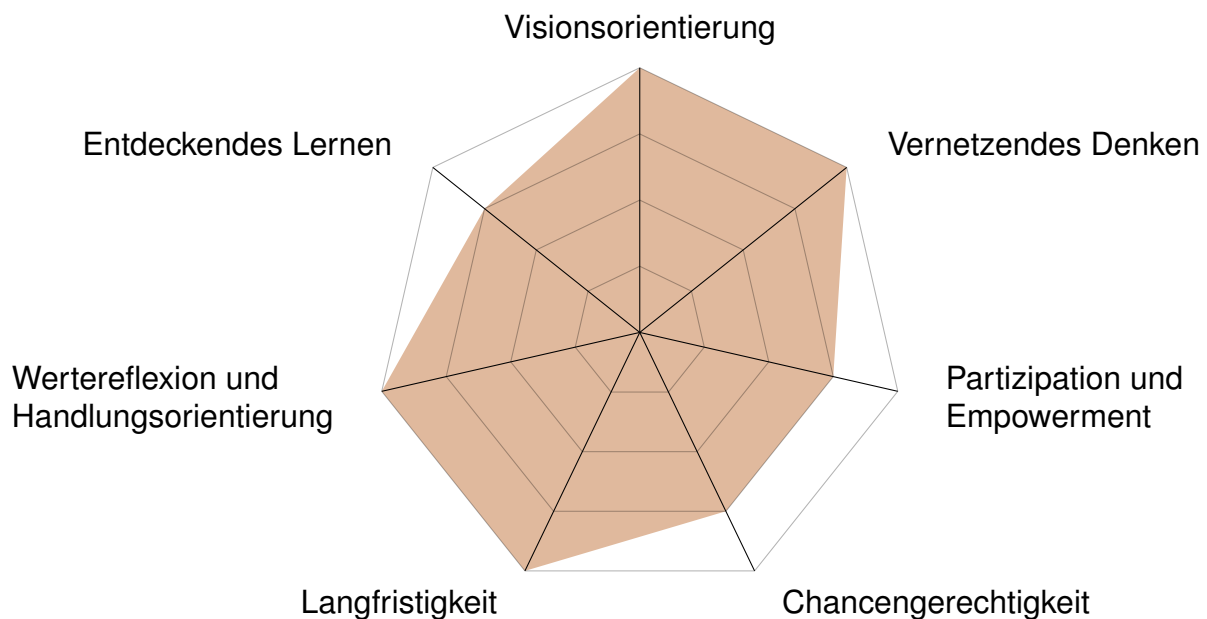


Abbildung 4: Pädagogische Prinzipien (das entsprechende Prinzip ist umso mehr vorhanden, je weiter entfernt vom Zentrum die orange Fläche verläuft, angelehnt an (éducation21, 2016, S.4))

Die Wasserentsorgung ist ein sehr interdisziplinäres Fachgebiet. Entsprechend ist es notwendig, dass der Blick auf das Ganze bewahrt wird. Dies setzt **vernetzendes Denken** voraus. Um Projekte in diesem Fach umsetzen zu können, ist es notwendig, dass verschiedene Perspektiven berücksichtigt werden. Auch zeitlich bringt die Vergangenheit Gegebenheiten mit sich, welche nicht ignoriert werden können. Bestehende Infrastruktur muss so optimiert und angepasst werden, dass diese möglichst langfristig genutzt werden kann.

Mitgestaltungsmöglichkeiten für den Schulalltag sind an einer höheren Fachschule etwas begrenzt. So sind Unterrichtszeiten und Modalitäten, dass Leistungen benotet werden müssen in der Regel fix geregelt. Trotzdem sollen mittels interaktiven Unterrichtsmethoden mehr Mitgestaltungsmöglichkeiten für die Studierenden geschaffen werden. Gestaltungsspielräume bei der Planung und Implementation von Infrastruktur in der Siedlungsentwässerung sollen sinnvoll genutzt werden. Entsprechend ist **Partizipation und Empowerment** wichtig für den Unterricht.

Die Lernenden sollen im Unterricht **Chancengleichheit** erleben. Dies zu gewährleisten, kann teilweise aufgrund von unterschiedlichen Vorkenntnissen und Interessen schwierig sein. Selbstverständlich wird aber versucht, gerechte Möglichkeiten zur Weiterentwicklung zu bieten.

Ein zentrales Element in der Siedlungswasserwirtschaft ist, dass die eingebauten Systeme **langfristig** betrieben werden können. Um dies zu gewährleisten, ist es notwendig, dass Sorge zu Ressourcen materieller und immaterieller Natur Sorge getragen wird. Ebenfalls nachhaltig soll der Wissenserwerb sein. Die Lernenden sollen sich die wichtigsten Prinzipien langfristig aneignen.

Ziele der Siedlungsentwässerung können oft auf verschiedene Weisen erreicht werden. Dies ermöglicht einen Vergleich von verschiedenen Denkweisen. Je nach Herangehensweise werden verschiedene Aspekte unterschiedlich gewertet, womit die **Wertereflexion** geschult werden kann. Die **Handlungsorientierung** ist von hoher Bedeutung für die Unterrichtsplanung.

Die Lernenden sollen erfahren, wie Planung in der Siedlungsentwässerung funktioniert. Im Rahmen des Kompetenznachweises werden entsprechende Techniken an einem möglichst praxisnahen Fallbeispiel angewendet. Auch die Gestaltung der Lernaufgaben in den Lehrveranstaltungen soll im Sinne der Handlungsorientierung vorgenommen werden.

Entdeckendes Lernen kann im Unterricht implementiert werden. Hierbei ist es wichtig, dass Aufgaben so gestellt werden, dass eine Anknüpfung an das Vorwissen möglich ist und dann weitere Schritte selbst erarbeitet werden können.

Die Wasserentsorgung hat klare Ziele. Abwasser soll beseitigt werden und dabei sollen Tiere, Mensch und Umwelt keine negativen Einwirkungen erleben. Vieles dieser **Vision** darf heute in der Schweiz schon erlebt werden. Damit dies so bleibt und weiter verbessert werden kann, ist es notwendig, dass sich Fachleute in der Siedlungswasserwirtschaft an einer positiven Zukunft orientieren.

4.2.4 Integriertes Handlungsmodell

Gemäss **Rost et al. (2001)** ist das Zusammenspiel von den folgenden drei Komponenten für eine Umwelthandlung notwendig. Das integrierte Handlungsmodell soll ausserdem an einem eigenen Beispiel im Kontext der Wasserentsorgung weiter erläutert werden.

- **Motivation:** Die normative Komponente der Motivation besteht darin, dass etwas nicht so ist, wie es sein soll. Ausserdem gibt es noch die emotionale Komponente, welche dazu einlädt, etwas zu tun, um dem Sollzustand näher zu kommen. Um die Motivation zu fördern, ist eine Wissensvermittlung, welche mit der subjektiven Wertvorstellungen verknüpft ist, notwendig. (**Rost et al., 2001**, S.11, S.88-92)
Im Bereich der Wasserentsorgung können entsprechend die Werte von sauberen Gewässern thematisiert werden. Somit kann beispielsweise aufgezeigt werden, warum es sich lohnt, unsere Gewässer sauber zu halten. Der schädliche Einfluss von Ölverschmutzungen auf die Wasserorganismen kann aufgezeigt werden.
- **Intention:** Bei der Intentionsbildung geht es um den rationalen Prozess, abzuwägen, welche Handlungen am erfolgversprechendsten sind. Um eine Handlungsintention zu bilden, muss man sich etwas von einer spezifischen Handlung versprechen. Im Unterricht können Informationen über Handlungsergebnisse und Handlungsfolgen eine Intentionsbildung berücksichtigen. Es ist wichtig, die Erfahrung zu machen, dass die eigene Handlung auch effektiv etwas bewirken kann. (**Rost et al., 2001**, S.12, S.93-98)
Im Bereich der Wasserentsorgung kann beispielsweise aufgezeigt werden, welche positiven Effekte entstehen, wenn in Strassenabläufe nur kaum verschmutztes Wasser entsorgt wird. Es entsteht entsprechend ein unmittelbarer Nutzen, wenn Ölreste nicht über einem Schacht, welcher direkt in ein Gewässer entwässert, ausgespült werden.

- **Volition:** Die Volition umschreibt die willentlichen Prozesse, welche notwendig sind, um eine Handlungsabsicht zu realisieren. Die Umsetzung von Handlungsabsichten kann durch Massnahmen gefördert werden, beispielsweise indem geeignete situative Kontexte kreiert werden. Somit kann eine solche Handlung auch geübt werden. (Rost et al., 2001, S.12, S.99-101)
Werden Sammelstellen für Ölreste einfach zugänglich gemacht, so wird der situative Kontext so gestaltet, dass die Ölreste auch in den optimalen Entsorgungsweg gelangen anstatt in die Kanalisation.

Diese drei Komponenten können auch als Stufen angesehen werden, welche aufeinander aufbauen. (Rost et al., 2001, S.13)

4.3 Lehr-Lern-Prozesse

Der Modulplanung unterliegt die Grundidee des Lehr-Lern-Prozessmodells RITA nach Schubiger (2022). Unter Kapitel 4.3.1 wird dieses Modell eingeführt. In Kapitel 5 werden den einzelnen Unterthemen jeweils die passenden Lernstufen des RITA-Modells zugeordnet.

Für die Unterrichtsgestaltung sollen ausserdem Prinzipien des Perle-Modells nach Schubiger (2019) berücksichtigt werden (siehe Kapitel 4.3.2).

Unterricht kann mittels verschiedenen Lehrstrategien ausgetragen werden. In Kapitel 4.3.3 wird erläutert welche Lehrstrategien wo eingesetzt werden in der Planung.

4.3.1 RITA-Modell

Als Lehr-Lern-Prozessmodell für die Unterrichtsgestaltung wird für die Modulplanung das RITA-Modell von Schubiger (2022) angewendet.

Die Kompetenz kann als Produkt von Wissen, Können und Wollen aufgefasst werden. Alle drei Bestandteile sind folglich notwendig für die Entwicklung einer Kompetenz: (Schubiger, 2022, S.33-41)

- **Wissen** kann unser Handeln ermöglichen, steuern und beeinflussen. Sogenannt träges Wissen hat keinen Einfluss auf unser Handeln. Wissen kann aber auch Störung oder Behinderung für unser Handeln darstellen. Wissen soll so vermittelt werden, dass dieses an bestehendes Vorwissen angeknüpft werden kann. Damit das Wissen hilfreich für die reale Praxis ist, soll dieses möglichst handlungsanleitend sein.
- **Können** wird oft durch Übung entwickelt. Fertigkeiten sollen entsprechend automatisiert werden und in verschiedenen Kontexten anwendbar sein.
- **Wollen** ist eine wichtige Voraussetzung für den Kompetenzaufbau. Bedürfnisse und Motive sind wichtige Ressourcen, welche notwendig sind für die Ziel- und Vorsatzformulierung. Klare Ziele begünstigen dann die Handlungsvorbereitung und die darauf folgende Handlung.

Ein Lernprozess kann in folgende vier Schritte unterteilt werden: (Schubiger, 2022, S.42)

- **R**essourcen aktivieren: Als Ressourcen können gelten: Vorwissen, Erfahrungen, Interessen oder Aktualitäten.
- **I**nformationen verarbeiten: Neues Wissen soll verstanden und angewandt werden. Eine Anknüpfung an bereits bestehendes Wissen soll stattfinden.
- **T**ransfer anbahnen: Bei diesem Schritt soll eine Vorsatzbildung und Praxisumsetzung angestrebt werden.
- **A**uswerten: In diesem Schritt soll eine Reflexion stattfinden, wobei überprüft werden soll, inwiefern neue Kompetenzen angeeignet wurden.

Alle Schritte sind für einen vollständigen Lernprozess notwendig. Ziel soll es sein, bei jedem Schritt alle Dimensionen der Kompetenz zu aktivieren. (Schubiger, 2022, S.42)

In Tabelle 3 wird das RITA-Modell für das Fach der Wasserentsorgung angewendet. Neben den vier Lernschritten, werden auch die Dimensionen der Kompetenz und die Problemorientierung mit einbezogen.

Tabelle 3: Implementierung des RITA-Modells für das Fach Wasserentsorgung¹¹ (angelehnt an Schubiger (2022, S.43-48))

	R essourcen	I nformationen	T ransfer	A uswertung
Wissen	Lernende haben ein Vorwissen aus der Grundbildung und Berufspraxis, welches aktiviert werden kann.	Lernende bauen neues Wissen zu den Prozessen und zu der Infrastruktur der Siedlungsentwässerung auf.	Die Lernenden entwickeln ein Know-how durch weitere Vertiefung in den einzelnen Themengebieten.	Lernleistungen werden kompetenzorientiert geprüft und benotet.
Wollen	Ein gewisses Interesse an baulichen Themen ist bereits vorhanden, weiteres Interesse mehr über die urbanen Wassersysteme zu lernen wird geweckt.	Ziel ist es, das Fachwissen auch wirklich zu verstehen, dies findet statt, wenn der Wille da ist, sich mit der Thematik vertieft auseinander zu setzen.	Im Sinne einer Selbststeuerung sollen Lernende dazu angeregt werden, eigene Fragen mit Hilfe von Fachliteratur und Expertenbefragung zu beantworten.	Eine Reflexion zum Thema wird angeregt. Auch die eigene Motivation und Intention etwas zu lernen und entsprechend zu handeln, soll reflektiert werden.
Können	Erfahrungen von Baustellen und Arbeiten im Büro aus der Lehre sind wertvoll und können im Unterricht eingebunden werden.	Wissen kann an Beispielsituationen der Siedlungsentwässerung angewendet werden.	Mittels Transferaufgaben sollen die Lernenden Zusammenhänge verstehen und das Erlernte auf weitere Kontexte anwenden.	Kompetenzen sollen einerseits durch die Lernenden selbst und andererseits durch die Lehrperson eingeschätzt werden.
Problemorientierung	Probleme in der Ausführung von Projekten sollen identifiziert werden.	Lösungsansätze für Probleme werden angewendet (eher für den theoretischen Allgemeinfall).	Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung soll nach einer möglichst langfristigen Lösung gesucht werden.	Die Lernenden zeigen Performanz im Bereich der Siedlungsentwässerung.

¹¹Teilweise übernommen aus: Kummer G. (2023) Transferaufträge am Beispiel der Siedlungswasserwirtschaft (Fachdidaktik I)

4.3.2 Perle-Modell

Das Perle-Modell wurde von **Schubiger (2019)** entwickelt. Unter Berücksichtigung von fünf Prinzipien sollen Voraussetzungen für einen Transfer geschaffen werden. Im Folgenden wird aufgezeigt, wie diese Prinzipien im Fach Wasserentsorgung berücksichtigt werden:

- **Projektorientierung:** Lernaufgaben basieren auf realen Fragenstellungen aus der Siedlungsentwässerung. Der Kompetenznachweis soll so ausgestaltet werden, dass die Studierenden ein Projekt der Liegenschaftsentwässerung ausarbeiten. Bei Lehrvorträgen kann auf bereits realisierte Projekte Bezug genommen werden. Somit sollen immer wieder Bezüge zu realen Projekten hergestellt werden.
- **Entwicklungsorientierung:** Anhand des Unterrichts in der Wasserentsorgung sollen Erfahrungen weiter entwickelt werden. Der Unterricht soll so ausgestaltet werden, dass eine Weiterentwicklung in den wichtigsten Teilgebieten der Siedlungsentwässerung angestrebt wird. Dafür sollen auch aktuelle Themen wie Blue Green Infrastructure (BGI) thematisiert werden.
- **Ressourcenorientierung:** Alle Lernenden bringen bereits wertvolle Erfahrungen aus ihrer Berufstätigkeit mit (siehe Kapitel 2.1). Daran soll angeknüpft werden und Kenntnisse und Fertigkeiten sollen weiter ausgebaut werden.
- **Lernen:** Die Lernenden sollen im Unterricht für sie neue Themengebiete und Fertigkeiten kennen lernen. Das neu erworbene Wissen soll im Sinne der Handlungsorientierung für das Handeln nutzbar gemacht werden.
- **Ergebnisorientierung:** Im Rahmen des Moduls sollen Ziele erreicht werden. Um sich dieser Ergebnisorientierung auch bewusst zu werden, werden im Unterricht regelmäßig Elemente der Auswertung eingebracht. Dies soll die Reflexion über die erreichten Ziele anregen.

4.3.3 Lehrstrategien

Unterschiedliche Lehrstrategien können im Unterricht angewendet werden. Gewisse Unterrichtsmethoden können auch gut zu mehreren Lehrstrategien passen. Im Folgenden sollen Lehrstrategien kurz erläutert und deren Anwendung in der Semesterplanung aufgezeigt werden:

- **Direkte Instruktion:** Bei dieser Strategie steuert und strukturiert die Lehrperson den Lernprozess aktiv. Diese Strategie kann gut für die Wissensaneignung und fachliches Lernen eingesetzt werden. Verstehendes Lernen und die Weiterentwicklung von Methoden- und Sozialkompetenzen werden dabei nicht spezifisch gefördert. (**Nerdel, 2017, S. 95**)
In der Wasserentsorgung wird direkte Instruktion immer wieder eingesetzt. Beispielsweise, wenn die Lehrperson in einem Lehrvortrag ein neues Thema präsentiert und anschliessend angeleitetes Üben mittels Lernaufgaben folgt.
- **Adaptives Lernen:** Adaptiver Unterricht beachtet die vorhandene Heterogenität der Klasse. Entsprechend werden Aufgaben differenziert dem Können und Vorwissen der

Studierenden angepasst. So können beispielsweise Aufgabenmaterial mit unterschiedlichen Variationen verwendet werden. Eine gewisse Individualisierung des Unterrichts wird angestrebt. (Liebers et al., 2015, S. 15-18)

Durch den Einsatz von formativen Assessments (siehe Kapitel 6.1) können die unterschiedlichen Wissensstände der Lernenden erfasst werden. Ziel soll es sein, den Unterricht anschliessend so anzupassen, dass die Lernenden gezielt gefördert werden.

- **Entdeckendes Lernen:** Bei dieser Strategie erhalten die Lernenden eine hohe Autonomie. Lerngegenstände und Methoden können selbst gewählt werden und den eigenen Interessen angepasst werden. Die Lernenden sollen dazu motiviert werden, sich aktiv mit den Unterrichtsthemen zu beschäftigen. (Schude et al., 2016, S. 108)
Ideen dieser Strategie fließen in die Inputs (siehe Kapitel 6.3) zu den technischen Bauwerken mit ein. Die Lernenden können bei der Themenwahl ihre Interessen berücksichtigen und dürfen sich bei der Vermittlung einer Aufgabe zum Thema entsprechend ihrer Interessen auch eine neue Unterrichtsmethode aneignen.
- **Problemorientiertes Lernen:** Nichtwissen kann als ein Problem betrachtet werden. Lösungsprozesse sind demnach wichtiger Bestandteil der Wissensaneignung. Bei dieser Strategie wird mit möglichst authentischen Fällen aus der Praxis gelernt. (Kauffeld & Othmer, 2019, S.313-314)
Problemorientiertes Lernen ist Kernelement des Kompetenznachweises. Die Studierenden sollen einen Lösungsvorschlag für die Siedlungsentwässerung in einem Fallbeispiel erarbeiten.
- **Kooperatives Lernen:** Beim kooperativen Lernen werden soziale und kommunikative Kompetenzen gefördert. Im Zentrum stehen Gruppen- und Teamarbeiten. Notwendig in dieser Strategie ist ein gewisses Autonomieerleben und soziale Eingebundenheit in die Klasse. (Nerdel, 2017, S.95)
Die Strategie des kooperativen Lernens wird insbesondere beim Gruppenpuzzle, bei der Think-Pair-Share-Methode und beim Tabu angewendet. Aber auch beim Lösen von Lernaufgaben kann ein Austausch unter den Lernenden kooperatives Lernen fördern.
- **Selbstgesteuertes Lernen:** Diese Strategie verfolgt die Idee, dass das der/die Lernende sich den eigenen Lernpfad selbst zusammenstellt. Auch diese Strategie beinhaltet ein beachtliches Mass an Autonomie, jedoch auch eine gewisse Zielgerichtetheit. Das lernende Individuum folgt nicht einem komplett vordefinierten Lernpfad. (Konrad, 2014, S.35-39)
Selbstgesteuertes Lernen spielt in gewisser Weise eine Rolle für den Kompetenznachweis und das Selbststudium. Für diese Leistungselemente müssen die Lernenden ihren Zeitplan selbst gestalten. Bei den Unterrichtsinputs zu den technischen Bauwerken können die Lernenden sowohl bei der Erarbeitung als auch der Vorbereitung eigene Lernpfade gestalten.

4.4 Fachdidaktik

Im Rahmen dieser Arbeit wurde nach Fachdidaktikliteratur zur Siedlungswasserwirtschaft gesucht. Insbesondere im Bereich der Wasserentsorgung war diese Suche erfolglos. Im Bereich der Hydrologie und des Wassermanagements wurden gewisse Arbeiten mit fachdidaktischen Themen publiziert.

Exemplarisch werden hier einige Erkenntnisse aus der Arbeit von Cockerill (2010), welcher sich mit der wirkungsvollen Kommunikation von Wasserthemen beschäftigte, beschrieben. Ein fehlendes Verständnis für das Funktionieren von Wassersystemen, kann dazu beitragen, dass sich KonsumentInnen ihrer Rolle und ihres Einflussbereichs nicht bewusst sind. Aufgrund des tiefen Preises für Wasser sind sich ausserdem einige BürgerInnen nicht bewusst, wie viel Wasser sie verwenden. Die Grösse der Infrastruktur in der Siedlungswasserwirtschaft bleibt für BürgerInnen oftmals unsichtbar. Gemäss Cockerill (2010) trägt ein besseres Verständnis von Wassersystemen zu vielfältigeren politischen Entscheidungen in der Wasserversorgung bei. Um Wissen zu Wasserthemen wurde nicht nur auf einseitige Wissensvermittlung gesetzt, sondern auf Interaktionen und Diskussionen. Dadurch wird eine Überprüfung, ob Konzepte richtig verstanden werden, erst möglich.

5 Semesterplanung

Das Fach Wasserentsorgung findet über ein gesamtes Semester statt. Hauptbestandteil sind 30 Lektionen Präsenzunterricht, welche mit je 4 Stunden angeleitetem Selbststudium und Kompetenznachweise ergänzt werden. Während diesen 8 Stunden erarbeiten sich die Lernenden weitere Kompetenzen selbstständig.

Tabelle 5 gibt einen ersten Überblick über den Aufbau des Moduls. In chronologischer Reihenfolge werden die Themenblöcke mit ihren Unterthemen dargestellt und im Folgenden weiter erklärt. Jene Unterthemen sind Inhalt der Lektionen an der Baukaderschule. In etlichen Unterthemen erhalten die Lernenden weitere Unterlagen für die Vertiefung zu Hause. Die einzelnen Bereiche der Semesterplanung werden im Folgenden weiter erklärt.

Tabelle 5: Übersicht Semesterplanung und Einteilung der Zeitressourcen (Die gestrichelte Linie deutet jeweils das Ende von Unterrichtsblöcken à 5 Lektionen an.)

Themenblock	Unterthema	Lektionen [45 Min.]	angeleitetes Selbststudium/ Kompetenznachweis	Dauer [h]
Einführung	Siedlungswasserwirtschaft	2		
	Situation global	1		
	Kursaufbau	0.5		
Wasseranfall	Schmutzwasseranfall	1	Wasseranfall berechnen	0.5
	Ökologische Auswirkungen	0.5		
	Siedlungshydrologie	1.5		
	Oberflächenabfluss	1.5		
	Fremdwasser	1		
	Einleitbedingungen	1	Einleitbedingungen prüfen	0.5
	Abwassergesuche	1		
Kanalisation	Trenn- und Mischsystem	1	Systemwahl	0.25
	Rohrdimensionierung	3	Rohrdimensionierung	0.5
	Leistungskontrolle	1	Prüfungsvorbereitung	2
	Rohrmaterialien	1	Rohrmaterial wählen	0.25
	Rohrverlegung	1	Verlegetechnik, Sicherheit	0.5
	Baukosten	1	Baukosten	0.5
Technische Bauwerke	Regenrückhaltebecken	1		
	Regenwasserbehandlung	5	Leseauftrag	2
	Schächte & weitere Bauwerke		Input vorbereiten	
	Versickerungsanlagen	2		
	Blue Green Infrastructure (BGI)	1	BGI implementieren	1
Wrap-Up	Rückblick	0.5		
	Reflexion, Feed-back	1		
	Baumsetzung	0.5		
Zeit		30		4, 4




In den kommenden Kapiteln 5.1 bis 5.5 werden die Unterrichtseinheiten vor Ort in Themenblöcken näher beschrieben. Im Kapitel 5.6 werden die Inhalte des angeleiteten Selbststudiums erläutert. Die weiteren vier Stunden Kompetenznachweis werden in Kapitel 5.7 erläutert. Unter Kapitel 5.8 ist eine Gesamtübersicht in Form einer Tabelle abgebildet.

5.1 Einführung

In der ersten Unterrichtseinheit von Wasserentsorgung geht es in erster Linie darum, die Lernenden an ihrem Standpunkt abzuholen und das Fachgebiet zu kontextualisieren. Ausserdem soll vermittelt werden, was die Lernenden im Verlaufe des Semesters in diesem Fach machen werden.

In Tabelle 6 wird zusammenfassend dargestellt, was im ersten Themenblock behandelt wird und welche Unterrichtsmethoden im Unterricht vorgesehen sind. Die entsprechenden Unterrichtselemente werden jeweils auch im Text beschrieben. Im Text werden jene Unterrichtsmethoden hervorgehoben, welche an jener Stelle neu eingeführt und beschrieben werden.

Tabelle 6: Inhalte des ersten Themenblocks im Präsenzunterricht: Einführung

Lektionen	Unterthema	Unterrichtsmethoden	RITA
2	Siedlungswasserwirtschaft	Blitzlicht, Gruppenpuzzle	
1	Situation global	Bildassoziationen, Klassengespräch	
0.5	Kursaufbau	Lehrvortrag	

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Lernenden untereinander bereits kennen. Falls die Lehrperson diese Klasse aber noch nicht in einem vorgängigen Semester unterrichtet hat, sollte unbedingt eine kleine Vorstellungsrunde durchgeführt werden. Anschliessend können mit Hilfe eines **Blitzlichts** Erfahrungen mit der Wasserentsorgung und Erwartungen an das Fach herausgefunden werden. Bei dieser Methode werden im Plenum Meinungen und Antworten gesammelt, ohne Diskussion über die einzelnen Beiträge. Mit dieser Methode können auch schüchterne Personen einbezogen werden. Wer sich gar nicht dazu äussern möchte, kann das Wort weitergeben. Indem die Studierenden darüber nachdenken, wo sie schon mit der Wasserentsorgung in Kontakt gekommen sind, werden bereits erste Ressourcen aktiviert. Diese Methode ermöglicht die Aktivierung aller Dimensionen der Kompetenz. (Schubiger, 2022, S. 217)

Um das Fach besser zu kontextualisieren, wird ein **Gruppenpuzzle** zur Siedlungswasserwirtschaft durchgeführt¹². Im Gruppenpuzzle soll nicht nur die Wasserentsorgung thematisiert werden, sondern die gesamte Siedlungswasserwirtschaft inklusive der Wasserversorgung. Dies soll es den Lernenden ermöglichen, eine Verbindung zur Wasserversorgung aufzubauen, mit welcher sie sich im 5. Semester befasst haben (Wälchli, 2023). Da im weiteren Verlauf des Kurses die Abwasserreinigung nur eine geringe Rolle spielt, soll diese auch im Gruppenpuzzle mitbehandelt werden. Ein Gruppenpuzzle besteht jeweils aus drei Phasen (Schubiger, 2022, S.226):

1. Aneignungsphase: Die Studierenden arbeiten in Gruppen, wobei sich jede Gruppe um ein anderes Thema kümmert (z.B. Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung und Wasserentsorgung). In dieser Expertenphase eignen sich die Lernenden Wissen an.
2. Vermittlungsphase: Die Puzzlegruppen werden neu gemischt und jede Gruppe hat mindestens ein/e ExpertIn von jedem Thema dabei. In dieser Phase findet ein Wissensaustausch statt.

¹²Ein Beispiel dafür kann Kummer G. (2023) Unterrichtspräparation (Fachdidaktik II) entnommen werden.

3. Vertiefungsphase: Diese Phase bietet die Möglichkeit das Wissen anzuwenden mittels Aufgaben und allenfalls auch einen Transfer anzubahnen.

Ein weiterer Teil der Einführung soll einen globalen Vergleich der Wasserentsorgung beinhalten. Hierfür könnte beispielsweise mit **Bildassoziationen** gearbeitet werden. Den Lernenden werden mehrere Bilder zur Verfügung gestellt. Dann wird eine Situation oder Problematik geschildert und die Lernenden können jeweils das für sie passendste Bild auswählen. Gemeinsam können Problematiken von mangelhafter Wasserentsorgung diskutiert werden. Somit wird auch die Verbindung zum Sustainable Development Goal 3 (Gesundheit und Wohlergehen) hergestellt. (Schubiger, o. J.)

In einem dritten Teil soll der Semesterplan vorgestellt werden. Die Klasse wird ausserdem über sämtliche Kompetenznachweise informiert. Dies kann mit einem Plakat oder einer Präsentation unterstützt werden.

5.2 Wasseranfall

Im zweiten Themenblock des Semesters steht das Thema Wasseranfall im Mittelpunkt. Tabelle 7 fasst die Inhalte des Themenblocks Wasseranfall zusammen.

Tabelle 7: Inhalte des zweiten Themenblocks im Präsenzunterricht: Wasseranfall (Die gestrichelte Linie deutet jeweils das Ende von Unterrichtsblöcken à 5 Lektionen an.)

Lektionen	Unterthema	Unterrichtsmethoden	RITA
1	Schmutzwasseranfall	Brainstorming, Lehrvortrag, Lernaufgaben	R I T
0.5	Ökologische Auswirkungen	Lehrvortrag, Vorsatzbildung	I T A
1.5	Siedlungshydrologie	Blitzlicht, Lehrvortrag, Think-Pair-Share	R I T
1.5	Oberflächenabfluss	Think-Pair-Share	T A
1	Fremdwasser	Zeitungsartikel, Quiz	I A
1	Einleitbedingungen	Lehrvortrag, Prüfungsfragen erstellen	I T A
1	Abwassergesuche	Postenarbeit	I A

Unter der Annahme, dass Wasserentsorgung jeweils in Blöcken à 5 Lektionen am Freitagvormittag unterrichtet wird, startet der zweite Themenblock bereits in der ersten Veranstaltung. Das Thema Schmutzwasseranfall wird mit einem gemeinsamen **Brainstorming** begonnen. Ziel dieser Intervention ist die Aktivierung von Ressourcen. Bei dieser Methode können Stichworte auf Karten geschrieben werden, welche im Anschluss im Plenum strukturiert werden. Diese Sammlung an kollektivem Wissen kann entsprechend zur Erweiterung von Wissen führen. (Schubiger, 2022, S.218)

In einem Lehrvortrag, sollen die Lernenden dann Abschätzformeln für den Schmutzwasseranfall kennen lernen. Anhand von Lernaufgaben werden diese Techniken dann ein erstes mal angewendet. Auch für den Kompetenznachweis soll eine Abschätzung für den Schmutzwasseranfall durchgeführt werden (siehe Kapitel 5.7). In einem Lehrvortrag soll ausserdem auf die Auswirkungen von Abwasser und Verschmutzungen in Gewässern auf die Meere und Ozeane eingegangen werden. Somit kann das Bewusstsein für globale Zusammenhänge weiter geschult werden. Am Ende der ersten 5 Lektionen werden die Studierenden gebeten, für sich selbst einen Vorsatz zu bilden, wo sie als NutzerIn der Wasserentsorgung

einen Beitrag für einen reibungslosen Ablauf leisten können. Diese Aktivität soll dazu anregen, den Unterricht der letzten Lektionen zu reflektieren und in Zukunft selbst aktiv zu handeln.

Die zweite Unterrichtsveranstaltung steht ganz im Thema des Wasseranfalls. Zur Ressourcenaktivierung kann zu Beginn der Veranstaltung ein Blitzlicht zum Thema Regenfall durchgeführt werden. Nach dieser ersten Einstimmung wird ein Lehrvortrag zum Thema Siedlungshydrologie gehalten. Anschliessend folgt ein **Think-Pair-Share** mit Aufgaben zur Siedlungshydrologie und Problemstellungen bezüglich Oberflächenabfluss. Ziel ist es, dass mit der Aufgabenstellung auch ein gewisser Praxisbezug geschaffen wird. Die Studierenden sollen zuerst eigenständig nach Lösungen suchen. In einer zweiten Phase können sich die Lernenden mit ihrem Banknachbarn austauschen, bevor die Aufgaben im Plenum diskutiert werden. Nach einer Pause werden die Lernenden mit einem **Zeitungsartikel** zum Thema von Fremdwasser in der Kanalisation konfrontiert. Der Artikel kann gegebenenfalls noch mit weiteren Fachinformationen ergänzt werden. Um das erlernte auch zu prüfen, wird ein **Quiz** zu Fremdwasser durchgeführt. Im Quiz können durchaus auch einfache Rechenaufgaben enthalten sein. In der letzten Lektion des Tages beschäftigt sich die Klasse mit Einleitbedingungen. Nach einem Lehrvortrag werden die Lernenden aufgefordert, passende **Prüfungsfragen** zum Thema zu entwickeln. In einer weiteren Phase können die Fragen zur Beantwortung rotiert werden. (Schubiger, o. J.)

Der Themenblock Wasseranfall wird zu Beginn der dritten Präsenzveranstaltung abgeschlossen. Das Thema Abwassergesuche wird im Rahmen einer **Postenarbeit** unterrichtet. An jedem Posten sollen die Lernenden nach einem kurzen fachlichen Input jeweils die Qualität des Abwassergesuchs beurteilen. Auch reflektive Elemente sollen mit eingebaut werden.

5.3 Kanalisation

Tabelle 8 zeigt die Lektionsinhalte für den dritten Hauptthemenblock. Die Lernenden befassen sich im Unterricht während 8 Lektionen mit dem Thema der Kanalisation, wovon eine Lektion eine schriftliche Prüfung ist, welche auch noch Fragen zu den vorderen Hauptthemen beinhaltet.

Tabelle 8: Inhalte des dritten Themenblocks im Präsenzunterricht: Kanalisation (Die gestrichelte Linie deutet jeweils das Ende von Unterrichtsblöcken à 5 Lektionen an.)

Lektionen	Unterthema	Unterrichtsmethoden	RITA
1	Trenn- und Mischsystem	Strukturierte Kontroverse	I T
3	Rohrdimensionierung	Lehrvortrag, Lernaufgaben, Blitzlicht	R I T A
1	Leistungskontrolle	Prüfung	A
1	Rohrmaterialien	Tabu, Post-It am Objekt	R I
1	Rohrverlegung	Zuordnungsaufgabe	I
1	Baukosten	Leitprogramm	I T

Bei einer **Strukturierten Kontroverse** geht es darum, Entscheidungsfragen mit Pro und Kontra-Argumenten zu unterstützen. Diese Methode ermöglicht auch die Argumentations-

fähigkeit zu stärken, was im Berufsalltag eine wichtige Kompetenz darstellt. Diese Methode unterteilt sich erneut in drei Phasen:

1. Expertenphase: Die Klasse wird in zwei Gruppen unterteilt. Eine Hälfte sucht nach Argumenten für ein Mischsystem und gegen ein Trennsystem. Die andere Hälfte sucht nach Argumenten für ein Trennsystem und gegen ein Mischsystem.
2. Puzzlephase: Die Studierenden diskutieren in Paaren (jeweils von beiden Gruppen eine Person) und versuchen das Gegenüber von ihrem System zu überzeugen.
3. Vertiefungsphase: Die unterschiedlichen Argumente sollen gesammelt werden und eine Schlussbeurteilung wird ausgearbeitet. Eine solche Schlussbeurteilung inklusive Argumentation wird auch im Kompetenznachweis erwartet.

Die Lernenden sollen entsprechend mit Vor- und Nachteilen von Trenn- und Mischsystem vertraut werden. Diese Unterrichtsintervention soll auch dabei helfen, sich beim Fallbeispiel im Kompetenznachweis für ein System zu entscheiden und dies entsprechend zu begründen. (Schubiger, 2022, S.261)

Ein wichtiger Teil des Themenblocks ist die Rohrdimensionierung. Im Wechselspiel von Lehrvortrag und Lernaufgaben, sollen die Studierenden dieses Handwerk erlernen und üben. Unter anderem soll hier die Fliesszeitmethode vermittelt werden. Ziel ist es, auf Besonderheiten im steilen Gelände einzugehen, damit notwendige konstruktive Details mitberücksichtigt werden können. Um auch in dieser Veranstaltung eine gewisse Reflexionsorientierung umzusetzen, wird die Lektion mit einem Blitzlicht abgeschlossen. Die Lernenden teilen dabei mit, was sie im Unterricht gelernt haben.

Zu Beginn der vierten Lehrveranstaltung soll eine kurze Leistungskontrolle in Form einer schriftlichen Prüfung stattfinden. Prüfungsstoff soll der bisher behandelte Unterrichtsstoff sein. Mehr Informationen zu dieser Prüfung können in Kapitel 6.2 nachgelesen werden.

Nach der 45 minütigen Prüfung folgt eine Lektion, welche sich den unterschiedlichen Rohrmaterialien widmet. Auf spielerische Weise sollen die Lernenden mit einem **Tabu** Spiel Materialien erraten, welche von ihren KommilitonInnen beschrieben werden. Falls möglich, sollen auch Rohre mit unterschiedlichen Materialien mit in den Unterricht gebracht werden. Diese können dann mit einem passenden **Post-It am Objekt** (mit Materialbeschriftung) versehen werden. Um die Rohrverlegung und entsprechende Sicherheitsvorschriften auf der Baustelle kennen zu lernen, dient eine **Zuordnungsaufgabe**. Die Lernenden können Informationstexte Fotografien zuordnen. (Schubiger, o. J.)

In einem **Leitprogramm** sollen die Lernenden mit möglichst selbsterklärenden Unterlagen Berechnungen zu Baukosten erarbeiten. Ein solches Leitprogramm ist in der Regel sehr lernzielorientiert gestaltet und ermöglicht stark strukturiertes, selbstgesteuertes Lernen im Selbststudium. Mit dieser Methode kann das Üben individualisiert werden, wobei jeweils die Vorsequenz abgeschlossen werden muss, um den nächsten Schritt im Lernprozess zu gehen. (Schubiger, 2022, S.234)

5.4 Technische Bauwerke

Tabelle 9 listet die Unterrichtsinhalte und Methoden des vierten Themenblocks auf. Hauptbestandteil dieses Themenblocks sind die Studierendeninputs, welche von den Lernenden eine partizipative Mitgestaltung des Unterrichts erfordern.

Tabelle 9: Inhalte des vierten Themenblocks im Präsenzunterricht: Technische Bauwerke (Die gestrichelte Linie deutet jeweils das Ende von Unterrichtsblöcken à 5 Lektionen an.)

Lektionen	Unterthema	Unterrichtsmethoden	RITA
1	Regenrückhaltebecken	Lehrvortrag, Lernaufgaben, Blitzlicht	I T A
5	Regenwasserbehandlung, Schächte & weitere Bauwerke	Studierendeninput, One-Minute-Paper	I T A
2	Versickerungsanlagen	Studierendeninput, One-Minute-Paper	I T A
1	Blue Green Infrastructure	Lehrvortrag, SWOT-Analyse	I T

Die Lernenden vertiefen sich im Thema Regenbecken mit einem Lehrvortrag und anschließenden Lernaufgaben. Um die vierte Präsenzveranstaltung abzurunden, soll noch ein Blitzlicht stattfinden. Die Lernenden sollen eine Sache nennen, welche sie heute gelernt haben.

Die fünfte Präsenzveranstaltung steht ganz im Zentrum einer **Inputreihe** zu Bauwerken der Siedlungsentwässerung. Im angeleiteten Selbststudium bereiten die Lernenden eine kurze Unterrichtssequenz zu einem ausgewählten Bauwerk vor. Diese Sequenz soll einen Kurzvortrag und eine kurze Aufgabe zum Thema enthalten. Bei der Aufgabe muss es sich nicht zwingend um eine Rechenaufgabe handeln, auch eine kurze Zuordnungsaufgabe, ein Partnerinterview oder ähnliches ist denkbar. Den Studierenden soll für das jeweilige Thema ein Arbeitsblatt mit den wichtigsten zu vermittelnden Inhalten zur Verfügung gestellt werden, als Grundlage für weitere Recherchen und Ideensammlung für den Unterricht. Je nach Klassengröße stehen pro StudentIn 15 bis 20 Minuten Unterrichtszeit zur Verfügung. In Tabelle 10 sind mögliche Vortragsthemen über technische Bauwerke aufgelistet und in vier Überthemen unterteilt. Bei kleinerer Klassengröße ist es denkbar, dass gewisse Themen weg gelassen oder zusammengelegt werden. Beispielsweise können Themen der Regenwasserbehandlung teilweise auch durch die Lehrperson in die Lektion zu den Regenrückhaltebecken integriert werden.

Die Methode **One-Minute-Paper** kann jeweils beim Wechsel zwischen den Studierendeninputs angewendet werden. Die Studierenden sollen sich notieren, welche Erkenntnisse sie aufgrund des Studierendeninputs gewonnen haben. Am Ende der Veranstaltung können die Lernenden ihr One-Minute-Paper mit den Einträgen zu den verschiedenen Inputs fotografieren und für sich ablegen und der Lehrperson als Feedback abgeben. (Ulrich, 2020, S.244)

Tabelle 10: Vortragsthemen technische Bauwerke (angelehnt an Gujer (2006, S. 245-272))

Regenwasserbehandlung	Versickerungsanlagen	Schächte	weitere Bauwerke
Fangbecken	Diffus, flächenförmig	Kontrollschacht	Düker
Verbundbecken	Versickerungsbecken	Strasseneinlaufschacht	Rückstausicherung
Durchlaufbecken	überdeckter Kieskörper	Absturzschaft	Drosselorgane
Regenklärbecken	Versickerungsschacht	Wirbelfallschacht	Siebe und Rechen Abwasserpumpwerke Einleitbauwerke

An der letzten Präsenzveranstaltung werden die Studierendeninputs zu den technischen Bauwerken mit dem Überthema Versickerungsanlagen beendet. Die Methodik des One-

Minute-Papers wird weitergeführt, wie an der letzten Veranstaltung. Passend zu diesem Thema wird dann in die Thematik zu Blue Green Infrastructure übergeleitet. Nach einem kurzen Lehrvortrag wird gemeinsam eine **SWOT-Analyse** durchgeführt. Stärken und Schwächen solcher Infrastrukturen sollen identifiziert werden. Chancen und Risiken für eine zukünftig nachhaltige Entwicklung sollen diskutiert werden. Es ist möglich diese SWOT-Analyse basierend auf der Think-Pair-Share-Methode durchzuführen. (Schubiger, o. J.)





5.5 Wrap-Up

Im sogenannten Wrap-Up-Teil geht es in erster Linie um die Auswertung des Kurses und um einen Blick in die Zukunft. Durch ein Quiz mit Fragen zum Unterrichtsinhalt soll das Semester noch einmal rückblickend betrachtet werden.

In einer sogenannten **Kompetenzbilanz** führen die Studierenden in Einzelarbeit eine Selbsteinschätzung anhand der Lernziele des Moduls aus. Jede Kompetenz soll anhand von einem Raster beurteilt werden, welches zum Ausdruck bringt, in welchen Situationen die Kompetenz beherrscht wird. Ausserdem sollen die Lernenden zum Ausdruck bringen, in welchen Situationen sie die jeweilige Kompetenz anwenden können. Weiter soll reflektiert werden, was zur weiteren Optimierung der Kompetenz noch fehlt und was entsprechend die nächsten Schritte sind. In einer zweiten Phase können die Ergebnisse in Partnerarbeit ausgetauscht werden. Im Idealfall regt die Kompetenzbilanz dazu an, an bestimmten Kompetenzen weiter zu arbeiten. (Schubiger, 2022, S.231)

In einem Blitzlicht dürfen die Studierenden Wünsche und Verbesserungsvorschläge für eine nächste Durchführung anbringen (Ulrich, 2020, S.207). Zum Abschluss des Kurses stehen Partnerschaften im Sinne des SDG 17 (Partnerschaften zur Erreichung der Ziele) im Mittelpunkt. Als PlanerIn kann man als Teil eines Teams mit vielen weiteren Akteuren mit dazu beitragen, eine nachhaltige Siedlungsentwässerung zu gestalten. Essenziell bleibt zur Umsetzung eines Projekts jedoch die Zusammenarbeit mit weiteren Beteiligten. Mit Blick auf die Zukunft soll sich abschliessend dann jeder noch einen Vorsatz für das Berufsleben formulieren. Tabelle 11 zeigt die Unterrichtsinhalte des letzten Themenblocks des Kurses auf.

Tabelle 11: Inhalte des letzten Themenblocks im Präsenzunterricht: Wrap-Up

Lektionen	Unterthema	Unterrichtsmethoden	RITA
0.5	Rückblick	Quiz	
1	Reflexion, Feed-back	Kompetenzbilanz, Blitzlicht	
0.5	Baumsetzung	Lehrvortrag, Vorsatzbildung	 

5.6 Angeleitetes Selbststudium

Im Rahmen des Selbststudiums sollen sich die Lernenden individuell mit dem Lernstoff befassen. Drei Elemente sind für das angeleitete Selbststudium vorgesehen.

- **Prüfungsvorbereitung:** Die Lernenden bereiten sich auf eine schriftliche Prüfung über den bisher behandelten Unterrichtsstoff vor. Indem dies im Selbststudium stattfindet, können individuelle Schwerpunkte gesetzt werden. Der eingeplante Zeitaufwand wird auf zwei Stunden geschätzt, wobei je nach Ansprüchen und Vorwissen diese Zeitdauer auch abweichen kann.

- **Vorbereitung Input:** Während rund eineinhalb Stunden soll ein Input für den Unterricht vorbereitet werden. Das Thema wird ein technisches Bauwerk sein (siehe Tabelle 10), welches die Studierenden nach Möglichkeit selbst wählen können. Der Input soll eine Präsentation mit der Unterstützung eines Mediums (z.B. Poster, Folien,...) und eine Lernaufgabe beinhalten.

5.7 Kompetenznachweis

Für den Kompetenznachweis wird an einem konkreten Fallbeispiel ein Projekt der Liegenschaftsentwässerung ausgearbeitet (siehe auch Kapitel 6.4). Der Kompetenznachweis erstreckt sich über das gesamte Semester, wobei sich die Lernenden die Arbeit zeitlich selbstständig einteilen können. Schritt für Schritt können die Studierenden nach fast jeder Präsenzveranstaltung wieder eine Teilaufgabe mehr bearbeiten. Wobei jene Teilaufgaben nicht klar strukturiert vorliegen. Nach der ersten Veranstaltung sollten die Studierenden alle Grundlagen im Unterricht behandelt haben, um den Wasseranfall für das Fallbeispiel zu berechnen. Nach der zweiten Veranstaltung können Einleitbedingungen geprüft werden. Als nächster Schritt kann ein System für die Entwässerung gewählt und begründet werden und zudem können die Rohre dimensioniert werden. Im nächsten Teil geht es um die Wahl von Rohrmaterial und Verlegetechnik. Auch soll beschrieben werden, was bezüglich der Arbeitssicherheit berücksichtigt werden muss. Da in der Praxis Baukosten oftmals einen hohen Stellenwert haben, sollen die entsprechenden Kosten abgeschätzt werden. Nach der letzten Veranstaltung können die Lernenden ein Projekt für die Implementation von Blue Green Infrastructure vorschlagen, im Sinne eines Grobkonzepts ohne konkrete Dimensionierung.

5.8 Gesamtübersicht

Tabelle 12: Gesamtübersicht Semesterplanung Wasserentsorgung (Abbildungen der SDGs von (EDA, 2020a))

Thema	Unterthema	Lektionen	Unterrichtsmethode	RITA	Dauer [h]	Selbststudium Kompetenznachweis	SDG
Einführung	Siedlungswasserwirtschaft	2	Blitzlicht, Gruppenpuzzle	R I I			3 GESUNDE UND WEITENTWICKELTE LEBENSWEISE
	Situation global Kursaufbau	1 0.5	Bildassoziationen, Klassengespräch Lehrvortrag	R I I I			6 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE
Wasseranfall	Schmutzwasseranfall	1	Brainstorming, Lehrvortrag, Lernaufgaben	R I T	0.5	Wasseranfall berechnen	6 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE 14 LEBENSWEISE
	Ökologische Auswirkungen	0.5	Lehrvortrag, Vorsatzbildung	I T A			
	Siedlungshydrologie	1.5	Blitzlicht, Lehrvortrag, Think-Pair-Share	R I T I			
	Oberflächenabfluss	1.5	Think-Pair-Share	T A			
	Fremdwasser	1	Zeitungsartikel, Quiz	I A			
	Einleitbedingungen Abwassergesuche	1 1	Lehrvortrag, Prüfungsfragen erstellen Postenarbeit	I T A I A	0.5	Einleitbedingungen prüfen	6 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE 14 LEBENSWEISE
Kanalisation	Trenn- und Mischsystem	1	Strukturierte Kontroverse	I T	0.25	Systemwahl	
	Rohrdimensionierung	3	Lehrvortrag, Lernaufgaben, Blitzlicht	R I T A	0.5	Rohrdimensionierung	
	Leistungskontrolle	1	Prüfung	A	2	Prüfungsvorbereitung	
	Rohrmaterialien	1	Tabu, Post-It am Objekt	R I I	0.25	Rohrmaterial wählen	9 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE 11 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE
	Rohrverlegung	1	Zuordnungsaufgabe	I I	0.5	Verlegetechnik und Arbeitssicherheit	6 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE 11 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE
	Baukosten	1	Leitprogramm	I T	0.5	Baukosten	
Technische Bauwerke	Regenrückhaltebecken	1	Lehrvortrag, Lernaufgaben, Blitzlicht	I T A			
	Regenwasserbehandlung, Schächte & weitere Bauwerke	5	Studierendeninput, One-Minute-Paper	I T A	2	Leseauftrag, Input vorbereiten	9 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE 11 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE
	Versickerungsanlagen	2	Studierendeninput, One-Minute-Paper	I T A			
	Blue Green Infrastructure (BGI)	1	Lehrvortrag, SWOT-Analyse	I T	1	Implementation BGI	
Wrap-Up	Rückblick	0.5	Quiz	A			17 SAUBERE WASSER UND SAUBERE ENERGIE
	Reflexion, Feed-back	1	Kompetenzbilanz, Blitzlicht	A			
	Baumsetzung	0.5	Lehrvortrag, Vorsatzbildung	I A			
Lernzeit		30			4 4		

6 Kompetenzüberprüfung

Feedback von der Lehrperson an die Studierenden, drückt eine Rückmeldung des aktuellen Lernstandes aus. Dies ist eine Art, die einzelnen Elemente der Lehrveranstaltung zu prüfen. Dies kann auf unterschiedliche Art durchgeführt werden. In dem hier vorliegenden Modul sollen mehrere Formen von Feedback und somit auch Kompetenzüberprüfung eingesetzt werden, welche in den kommenden Kapiteln vorgestellt werden. (Ulrich, 2020, S.180)

6.1 Formatives Assessment

Formatives Assessment erfordert ein Engagement von Lernenden und Lehrenden. Gemäss Bell & Cowie (2002, S.12-16) beinhaltet dieser zyklische Prozess drei voneinander abhängige Schritte:

- **Informationsbeschaffung:** Bei diesem Schritt sollen Informationen zum Lerninhalt, den Lernerfolgen und den Lernmethoden gewonnen werden. Dies kann durch zuhören, diskutieren oder lesen erfolgen.
- **Informationsinterpretation:** In diesem Schritt können Kriterien beigezogen werden, um die Informationen zu beurteilen. Die neu angeeigneten Kompetenzen werden mit dem erwünschten Lernfortschritt verglichen. Es werden Urteile gefällt, welche Lernziele bereits erfüllt sind.
- **Reaktion auf die Information:** Ziel dieses Schritts ist die Verbesserung des Lernens. Studierende und Lehrperson können aktiv werden, um den zukünftigen Lernerfolg zu steigern. Die Lehrperson kann mit individuellen oder kollektiven Interventionen ihren Unterricht anpassen.

(Bell & Cowie, 2002, S.12-16)

Folgende Elemente der Modulplanung können im Sinne eines formativen Assessments durchgeführt werden:

- Quiz (Veranstaltungen 2 und 6, siehe Abschnitt 5.2 und 5.5): Das Quiz bietet die Möglichkeit zu überprüfen, welche Inhalte bereits verstanden sind und welche noch nicht. Bemerkt die Lehrperson, dass mehrere Lernende Schwierigkeiten mit einem spezifischen Konzept haben, können weitere Zusatzmaterialien und Erklärungen abgegeben werden. Beim Quiz am Ende des Kurses kann die Lehrperson sich auch Gedanken dazu machen, welche Themen bei der nächsten Durchführung auf eine andere Art effektiver unterrichtet werden können.
- Prüfungsfragen erstellen (Veranstaltung 2, siehe Abschnitt 5.2): Bei dieser Aktivität, kann die Lehrperson während der Aktivität im Klassenzimmer herum gehen und beobachten, was für Fragen gestellt werden und welche Schwierigkeiten sich ergeben bei dessen Beantwortung. Die Lernenden merken bei dieser Übung auch, welche Fragen ihnen mehr Schwierigkeiten bereiten und wo es sich noch lohnt, sich weiter zu vertiefen.

- One-Minute-Paper (Veranstaltungen 3, 5 und 6, siehe Abschnitt 5.3 und 5.4): Diese Methode dient dazu, ein schnelles und möglichst anonymes Feedback zu erhalten (Ulrich, 2020, S.244). Diese Information kann in der Nachbereitung der Lehrveranstaltung entsprechend interpretiert werden und beispielsweise eine Grundlage für den Einstieg in die nächste Veranstaltung bilden.
- Blitzlicht (Veranstaltung 4, siehe Abschnitt 5.4): Bei dieser informellen Rückmeldung, was die Lernenden in dieser Veranstaltung gelernt haben, kann die Lehrperson prüfen, ob wirklich die zentralen Elemente der Themen genannt werden. Die Lernenden erhalten durch die Mitteilung der Lernerfolge ihrer Mitstudierenden die Möglichkeit, sich selbst zu fragen, ob sie dies auch gelernt haben.
- Kompetenzbilanz (Veranstaltung 6, siehe Abschnitt 5.5): Diese Art von Überprüfung am Ende des Semesters hat das Ziel, aufzuzeigen, was alles während des Semesters gelernt wurde. Bei dieser Aktivität wird sich auch zeigen, welche Kompetenzen noch am wenigsten angeeignet wurden.

Die hier genannten Elemente leisten einen wichtigen Beitrag zur Reflexionsorientierung des Unterrichts.

6.2 Schriftliche Prüfung

Diese Art von benoteter Leistung ist oftmals im Schulkontext sehr üblich. Dies ist mit ein Grund für den Einsatz einer solchen Prüfung in dieser Modulplanung. Ausserdem soll die Möglichkeit geboten werden, die angeeigneten Fähigkeiten zu zeigen. Ausserdem gilt zu beachten, dass sich nicht alle Lernziele mit der gleichen Methode prüfen lassen. Eine schriftliche Prüfung kann insbesondere eingesetzt werden, um Wissen zu prüfen (Schubiger, 2022, S.101)

Zu Beginn der vierten Präsenzveranstaltung ist eine schriftliche Leistungskontrolle eingeplant. Prüfungsstoff ist der bis dahin behandelte Unterrichtsstoff. Die Prüfung dauert 45 Minuten. Zur Prüfungsvorbereitung sind eineinhalb Stunden des angeleiteten Selbststudiums eingerechnet. Die Prüfung soll insbesondere dazu dienen, Lernziele der Taxonomiestufen K1 bis K4 zu überprüfen.

6.3 Input

Alle Studierenden gestalten einen Input für den Unterricht. Teil dieses Inputs ist auch eine mündliche Präsentation. Dies erlaubt die Fach- und Methodenkompetenz der Lernenden zu überprüfen. Die Lehrperson sollte die Leistungskriterien inklusive Gewichtung bereits vor der Präsentation ausarbeiten und kommunizieren. (Ulrich, 2020, S.193)

Die Studierenden befassen sich vertieft mit einem technischen Bauwerk der Wasserentsorgung (siehe Tabelle 10). In einem Kurzvortrag sollen die Studierenden dieses Bauwerk ihren Mitstudierenden erklären. Ausserdem sollen die Studierenden eine Beispielaufgabe zu diesem Bauwerk anleiten und erklären. Bei der Wahl einer Beispielaufgabe sind die Lernenden relativ frei. Es ist nicht nötig, dass eine klassische Rechenaufgabe gewählt

wird, auch Zuordnungsaufgaben oder Partnerinterviews wären denkbare Unterrichtselemente, welche die Studierenden anwenden dürfen. Vortrag und Beispielaufgabe sollen durch die Lehrperson bewertet werden. Pro StudentIn stehen 15 bis 20 Minuten des Unterrichts zur Verfügung, je nach Klassengröße.

6.4 Kompetenznachweis

Der Kompetenznachweis besteht aus der Erarbeitung einer schriftlichen Arbeit, welche zugleich auch eine Art Fallstudie ist. Die Bearbeitung einer Fallstudie dient dazu, eine Problemstellung zu erfassen und entsprechend zu lösen (als Problem oder Transferaufgabe) (Schubiger, 2022, S.101).

Insbesondere die Argumentationsfähigkeit und die Darstellung von Zusammenhängen können im Format einer schriftlichen Arbeit gut überprüft werden. Als Lehrperson ist es notwendig, vorab die Leistungskriterien und deren Gewichtung zu präsentieren. (Ulrich, 2020, S.193)

Bei der Ausarbeitung der Fallstudie sollte darauf geachtet werden, dass der vorliegende Fall nicht besonders gut strukturiert ist. Ziel soll es sein, möglichst Teile der realen Komplexität abzubilden. Ein weiteres Merkmal sind die mehreren Lösungsmöglichkeiten. (Schubiger, 2022, S.170)

Die Studierenden erarbeiten während des Semesters ein Projekt in der Siedlungsentwässerung aus. Dazu erhalten die Studierenden Unterlagen und Messdaten von der Lehrperson. Entsprechend sollen mit den vorhandenen Daten Dimensionierungen vorgenommen werden und ein möglichst optimales Konzept für die Siedlungsentwässerung vorgeschlagen werden inklusive einer groben Kostenschätzung. In Form eines Berichts soll der entsprechende Kompetenznachweis bewertet werden. Es wird angenommen, dass die Organisation an der Baukaderschule die Noteneingabe auch nach dem Zeitpunkt der letzten Präsenzveranstaltung zulässt. Daher wird der Abgabetermin des Berichts auch erst auf einige Tage nach der letzten Präsenzveranstaltung festgelegt.

7 Reflexion

Die Wasserentsorgung ist ein wichtiger Bestandteil für einen funktionierenden urbanen Raum. Solche Infrastrukturen benötigen eine gewisse Pflege und Erneuerung. Entsprechend ist auch die Arbeit der BauplanerInnen wichtig, damit die Siedlungsentwässerung langfristig funktionstüchtig bleibt. Um die Qualität der Tätigkeit an Kanalisation und technischen Bauwerken der Siedlungsentwässerung zu gewährleisten, ist handlungsorientierte Bildung notwendig. Diese findet an der Baukaderschule in St.Gallen statt.

Die hier vorliegende Semesterplanung stellt einen Vorschlag dar, wie der Unterricht im Fach Wasserentsorgung gestaltet werden könnte. Diese Arbeit hat einen besonderen Praxisbezug, da das Fach an der Baukaderschule für die nächste Umsetzung neu überarbeitet wird. Entsprechend wurde hier bereits mit der zukünftig gültigen Lektionenanzahl geplant.

Um den Unterrichtsstoff zu vermitteln gibt es unzählige Methoden. Die hier vorgeschlagenen Unterrichtsmethoden sind als Vorschlag zu verstehen und könnten auch durch andere Methoden ersetzt werden. Beispielsweise könnte sich ein Mystery gut eignen, um die globale Situation der Wasserentsorgung darzustellen. Verschiedene Informationen und Abbildungen könnten gut in einem Mystery zur Verfügung gestellt werden. Bei diesem Mystery sollten dann Verbindungen zwischen den einzelnen Elementen aufgedeckt werden. Die Vorbereitung und Durchführung für ein Mystery würde vermutlich aber deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen, als dies bei den Bildassoziationen der Fall ist. ([éducation21](#), o. J.)

Bei der Semesterplanung wurde darauf geachtet, dass die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt werden. Insbesondere konnten den einzelnen Themenblöcken Schwerpunkte der Sustainable Development Goals zugeordnet werden. Die Lernenden sollen dazu befähigt werden, eine aktive Rolle im Bereich der nachhaltigen Entwicklung durch ihre Berufsausübung wahrzunehmen. Somit ergibt sich auch eine gewisse Visionsorientierung der Unterrichtsgestaltung.

Um einen möglichst grossen Nutzen der Ausbildung für eine spätere Berufsausübung zu erzielen, wird versucht einen möglichst grossen Praxisbezug und eine Handlungsorientierung zu haben. Dafür wird insbesondere beim Kompetenznachweis darauf geachtet, dass die Aufgabenstellung von realen Projekten inspiriert ist. Jedoch gibt die hier vorliegende Planung des Kompetenznachweises bereits eine Strukturierung vor. Diese Strukturierung ist in dieser Art eher zu detailliert für eine Fallstudie. Den Studierenden sollte die Struktur nicht in dieser Art präsentiert werden, da somit der Charakter einer Fallstudie etwas verloren geht und Teile der Lösung vorweggenommen werden.

Eine Schwäche dieser Modulplanung ist die fehlende Erprobung im Unterricht. Bei der Durchführung eines solchen Moduls werden jeweils sehr viele Erfahrungen gesammelt und entsprechend können Unterrichtselemente für eine nächste Durchführung weiter optimiert werden. Insbesondere im Bereich des Zeitmanagements wären solche Erfahrungswerte sehr wertvoll, um eine möglichst realistische Planung zu gestalten.

Literaturverzeichnis

- Abegglen, C. & Siegrist, H. (2012). Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser: Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. *Umwelt-Wissen Nr. 1214*. (Bunderamt für Umwelt)
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, Cruikshank, Mayer, R., Pintrich & Wittrock. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*.
- Bell, B. & Cowie, B. (2002). *Formative Assessment and Science Education* (Bd. 12). Kluwer Academic Publishers.
- Butler, D., Digman, C. J., Makropoulos, C. & Davies, J. W. (2018). *Urban Drainage* (4. Aufl.). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Bülau, C. & Summerer, L. (2022, 05). *Bildung für nachhaltige Entwicklung als Querschnittsaufgabe: Handreichung für sächsische Schulen*. Leipzig: Verlag für Schulpädagogik und Schulentwicklungsforschung.
- Cockerill, K. (2010, 08). Communication How Water Works: Results From a Community Water Education Program. *The Journal of Environmental Education*, 41 (3), 151-164. (Taylor & Francis Group, LLC) doi: 10.1080/00958960903295266
- EDA. (2020a). *Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung*. Zugriff am 2023-08-26 auf <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html> (Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten)
- EDA. (2020b). *Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung*. Zugriff am 2023-08-26 auf <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung/ziel-11-staedte-und-siedlungen-inklusive-sicher.html> (Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten)
- éducation21. (o. J.). Zugriff am 2022-12-29 auf <https://www.education21.ch/de>
- éducation21. (o. J.). *Mysterys - BNE mit Methode*. Zugriff am 2023-09-13 auf <https://education21.ch/de/mysterys-d>
- éducation21. (2016). *BNE-Grundlagen. Ventuno (3)*. Bern. Zugriff am 2024-02-15 auf https://education21.ch/sites/default/files/uploads/ventuno_d/03-2016/ventuno_3_2016_DE.pdf
- Gujer, W. (2006). *Siedlungswasserwirtschaft* (3., bearbeitete Aufl.). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kauffeld, S. & Othmer, J. (2019). *Handbuch Innovative Lehre*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Konrad, K. (2014). *Lernen lernen - allein und mit anderen: Konzepte, Lösungen, Beispiele*. Wiesbaden: Springer VS. doi: 10.1007/978-3-658-04986-7

- Liebers, K., Landwehr, B., Marquardt, A. & Schlotter, K. (2015). *Lernprozessbegleitung und adaptives Lernen in der Grundschule: Forschungsbezogene Beiträge*. Wiesbaden: Springer VS. doi: 10.1007/978-3-658-11346-9
- Martin, P. (2009). Wiederbeschaffungswert der Umweltinfrastruktur: Umfassender Überblick für die Schweiz. *Umwelt-Wissen Nr. 0920*. (Bunderamt für Umwelt)
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik: Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer Spektrum. doi: 10.1007/978-3-662-53158-7
- Plavenir. (2023, 02). *Bildungsplan zur Verordnung des SVFI vom 16. Februar 2023 über die berufliche Grundbildung für Zeichnerin/Zeichner mit eidgenössischem Fähigkeitszeugnis (EFZ)*. (Berufsbildung Raum- und Bauplanung)
- Reich, K. (1979). *Unterricht- Bedingungsanalyse und Entscheidungsfindung: Ansätze zur neuen Grundlegung der Berliner Schule der Didaktik* (1. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Rost, J., Gresele, C. & Martens, T. (2001). *Handeln für die Umwelt: Anwendung einer Theorie*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- SBFI. (2022). *Rahmenlehrplan höhere Fachschule HF des Bildungsgangs Bauplanung HF*. (Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation)
- Schubiger, A. (o.J.). *Methodenwürfel*. Zugriff am 2023-08-26 auf <https://www.methodenwuerfel.ch/>
- Schubiger, A. (2019). *Wie Transfer gelingt* (1. Aufl.). hep Verlag AG.
- Schubiger, A. (2022). *Lehren und Lernen* (3. Aufl.). Bern: hep Verlag AG.
- Schude, S., Bosse, D. & Klusmeyer, J. (2016). *Studienwerkstätten in der Lehrerbildung: theoriebasierte Praxislernorte an der Hochschule*. Wiesbaden: Springer VS. doi: 10.1007/978-3-658-11697-2
- Ulrich, I. (2020). *Gute Lehre in der Hochschule* (2. Aufl.). Wiesbaden: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-658-31070-7
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*.
- WHO, UNICEF. (2023). *Water, sanitation, hygiene, waste and electricity services in health care facilities: progress on the fundamentals*. Geneva. (World Health Organization and the United Nations Children's Fund)
- Wälchli, R. (2023, 03). *Lehrgangsbeschreibung HF Ingenieurbau*. Zugriff am 2023-08-26 auf https://api.gbssg.ch/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf/BKS/HF_Ingenieurbau/Lehrgangsbeschreibung_HF_Ingenieurbau_230314.pdf