



KANTON AARGAU

Department Bau, Verkehr und Um-  
welt



**Kanton Zürich**  
**Baudirektion**  
**Amt für Abfall, Wasser,**  
**Energie und Luft**

# Vollzugshilfe

## Abwasser aus Gemüse verarbeitenden Betrieben



Dokument Nr. 22850-120-B Vollzugshilfe 160930

Version 7

Genehmigt / geprüft: 14.09.2016

Überarbeitet und redigiert von AWEL/BUS: 22.09.2016

## Inhaltsverzeichnis

1.	An wen richtet sich diese Vollzugshilfe? .....	2
2.	Warum braucht es diese Vollzugshilfe? .....	2
2.1	Ausgangslage.....	2
2.2	Ziele der Vollzugshilfe.....	6
3.	Gemüseproduktion und -verarbeitung.....	7
3.1	Die wesentlichen Verarbeitungsprozesse in der Gemüseproduktion.....	7
3.2	Gemüsesorten verbunden mit Verarbeitungsprozessen .....	11
4.	Charakterisierung von Abwasser .....	13
4.1	Definition von Abwasser .....	13
4.2	Charakterisierung von Abwässern aus der Gemüseverarbeitung.....	13
4.3	Stoffstromtrennung .....	18
5.	Möglichkeiten der Ressourcenbewirtschaftung .....	19
5.1	Einleitung.....	19
5.2	Product Design .....	19
5.3	Produktionsintegrierte Verfahren (Recycling).....	19
5.4	Prozessintegrierte Verfahren (Wasser sparend) .....	20
5.5	Waste Design .....	20
5.6	Ganzheitliche Ressourcenbewirtschaftung .....	21
6.	Abwasserbehandlung .....	23
6.1	Behandlung von organisch hoch belasteten Abwässern .....	23
6.2	Behandlung von organisch mittel belasteten Abwässern .....	24
6.3	Behandlung von organisch leicht belasteten Abwässern .....	26
6.4	Behandlung von mineralischen erdigen Abwässern.....	29
6.5	Behandlung von Abwässern mit organischen Feststoffen.....	32
6.6	Behandlung von organischen Abfällen.....	34
6.7	Behandlung von Abwässern in der kommunalen <i>ARA</i> .....	34
7.	Rechtsgrundlagen und Vorschriften.....	36
7.1	Einleitbedingungen in Kanalisation/ <i>ARA</i> oder Gewässer .....	36
7.1.1	Gewässerschutzgesetz (GSchG).....	36
7.1.2	Gewässerschutzverordnung (GSchV).....	38
7.1.3	Hygieneverordnung .....	43
7.1.4	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen.....	43
7.2	Entsorgung von festen und <i>flüssigen Abfällen</i> .....	45
7.3	Feste Abfälle.....	45
8.	Glossar .....	46

## 1. An wen richtet sich diese Vollzugshilfe?

Diese Vollzugshilfe enthält wichtige Informationen zum Gewässerschutz- und Abfallrecht in Theorie und Praxis. Sie richtet sich in erster Linie an Behörden, in zweiter an kleine und mittelgrosse Agrarbetriebe (meist Vermarkter, s. unten), die Gemüse rüsten und waschen und dadurch Abwasser erzeugen. Auch Ingenieurbüros, Planern oder Interessierten soll sie eine Stütze sein.



Abbildung 1 *Heute werden fast sämtliche Gemüse über das ganze Jahr produziert oder importiert.*

## 2. Warum braucht es diese Vollzugshilfe?

### 2.1 Ausgangslage

In den letzten Jahren hat nicht nur die Gemüse-Produktion in der Schweiz zugenommen, sondern auch der Verarbeitungsgrad der angebotenen Produkte. Konsumierende können heute im Laden aus einer grosse Palette an **genussfertigen** \*) Fertigprodukten wählen (**Convenience-Food**). Diese bestehen z.B. aus Fertigsalaten und Gemüsemischungen mit rohen oder vorgekochten Bestandteilen. Auch in den Hotellerie- und Gastronomie-Betrieben hat dieser Trend Einzug gehalten.

\*) Die **grünen Wörter** werden im Glossar (Anhang) separat aufgeführt und erklärt.

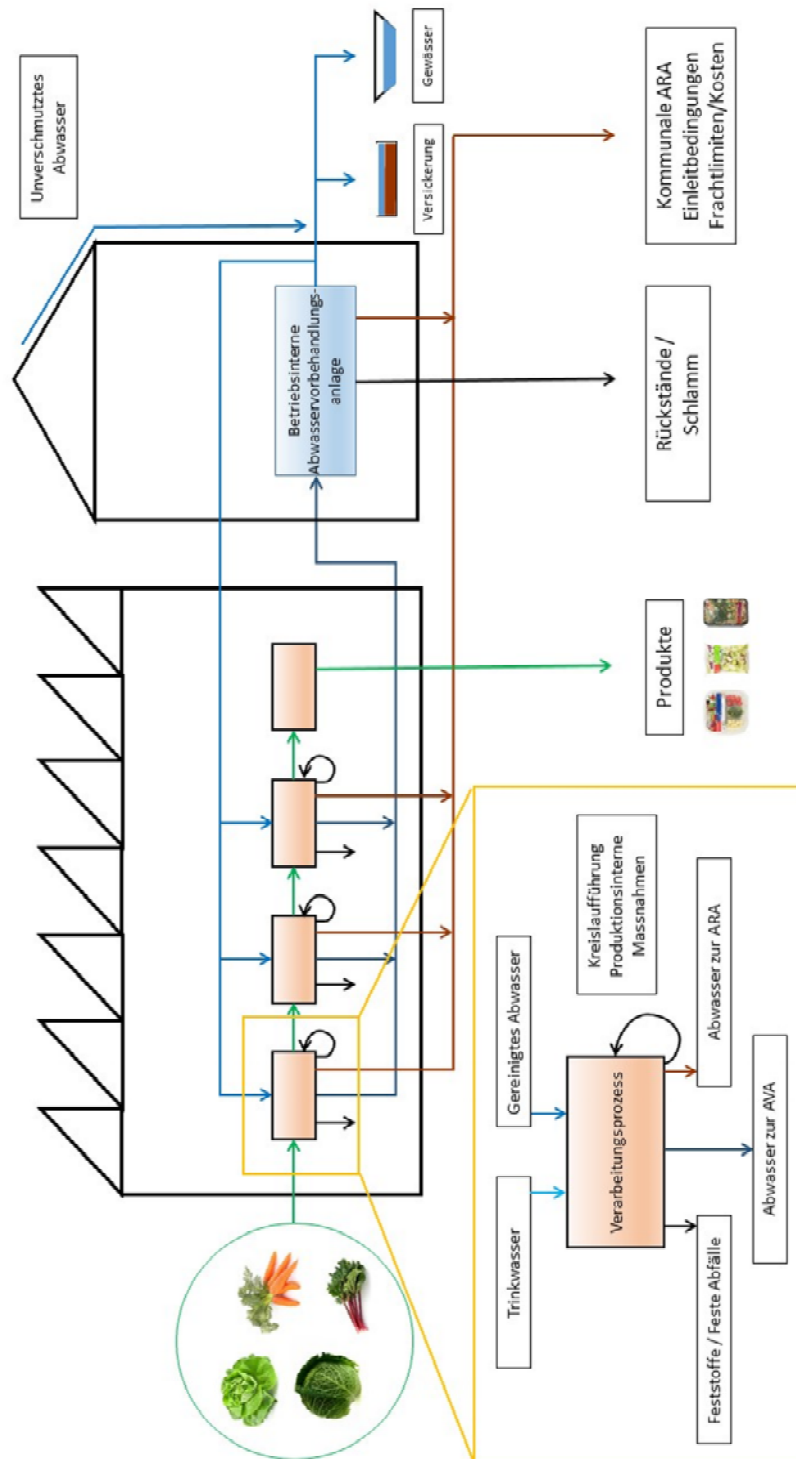


Abbildung 1 Übersicht über den gesamten Verarbeitungsprozess eines Gemüsebetriebes. Blaue Pfeile: Nicht oder nur leicht verschmutztes Abwasser; braune Pfeile: Verschmutztes Abwasser; schwarze Pfeile: Feststoffe oder feste Abfälle.



Abbildung 2 Beispiele von Fertigprodukten.

Früher schlossen die Landwirte bzw. die Gemüseproduzenten mit den Grossverteilern, Hotels und Restaurants Verträge ab und verkauften ihnen direkt ihre zumeist unverarbeiteten Produkte. Heute geben die Landwirte ihre pflanzlichen Produkte üblicherweise an sogenannte **Vermarkter** ab. Diese Sammelstellen „vermarkten“ die Produkte, indem sie sie weiterverarbeiten und an Grosshändler abgeben oder sie für eine industrielle Weiterverarbeitung vorbereiten. Häufig sind die Vermarkter gleichzeitig auch selbst Produzenten.

Zum Herstellen von **genussfertigen Produkten** gehören die Prozesse Enterden, Rüsten, Waschen, Schneiden und Verpacken. **Küchenfertige Waren** müssen demgegenüber oft nur enterdet und grob gereinigt werden. In beiden Fällen sind die Vorschriften der Lebensmittel- und Hygieneverordnung einzuhalten.

Das Spektrum an Abwässern aus der Gemüseverarbeitung reicht von praktisch unbelastet, organisch leicht belastet über organisch stark belastet bzw. erdhaltig bis hin zu solchen, welche mit Reinigungsmitteln belastet sind. Alle diese Abwässer müssen fachgerecht behandelt und entsorgt werden.

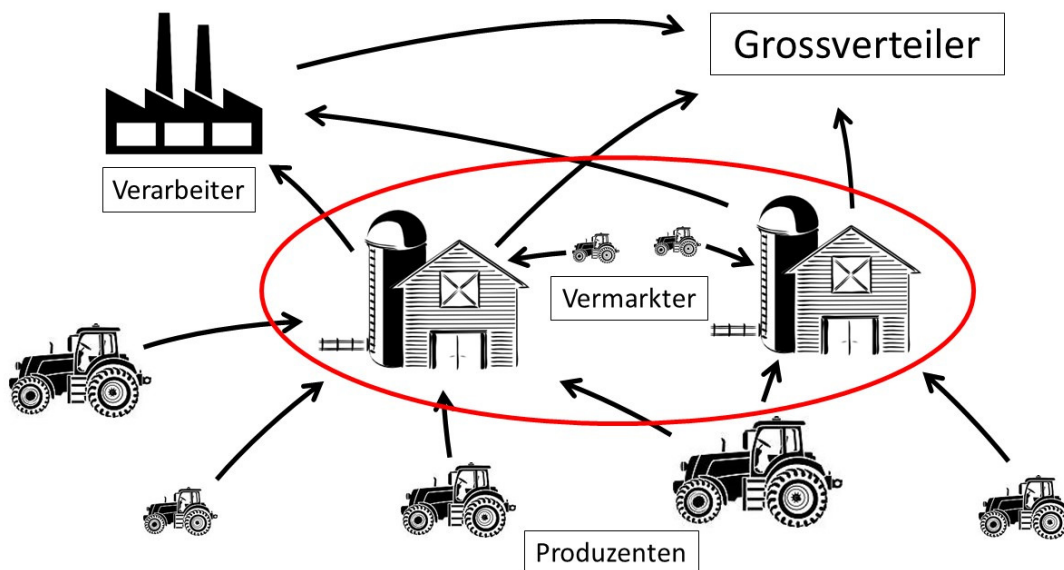


Abbildung 3 Aufbau des Gemüsemarktes in der Schweiz.



Abbildung 4 Transport des Produktes vom Vermarkter zum Grossverteiler.

Begriffe wie „natürlich“ und „biologisch“ bzw. „biologisch abbaubar“ werden häufig mit „ökologisch unbedenklich“ gleichgesetzt. Vieles, was biologisch abbaubar ist, stellt jedoch eine enorme Belastung für die betroffenen Ökosysteme dar. Wenn beispielsweise ein Gemüse verarbeitender Betrieb Karotten wäscht und rüstet und das hierbei anfallende Abwasser unbehandelt in einen Bach einleitet, so wird dieser mit Nährstoffen (Stärke, Proteine, Fette u.a.) angereichert. Mikroorganismen bauen diese unter Zehrung von Sauerstoff ab. Die Folge ist ein Sauerstoffmangel im Gewässer, was zum Abwandern oder sogar zum raschen Tod von Krebsen, Fischen und anderen Wasserorganismen führen kann. Wegen der Sauerstoffzehrung kann die Einleitung von hoch konzentrierten Abwässern sogar die biologische Reinigungsstufe einer Kläranlage (**ARA**) lahm legen.

## 2.2 Ziele der Vollzugshilfe

Diese Vollzugshilfe umschreibt den Schweizer Gemüsemarkt und die Produktionsprozesse der Gemüseverarbeitung, sowie die damit einhergehenden Probleme der Abwasserentsorgung. Ihre Kernaufgabe ist es, die Möglichkeiten für die korrekte Behandlung und Entsorgung des gewerblichen Abwassers aufzuzeigen.

Da die wirtschaftlichste und ökologischste Abwasserstrategie diejenige ist, bei der gar kein oder nur geringe Mengen an Abwasser entsteht, werden den Themen **Ressourcenbewirtschaftung** und **Stoffstromtrennung** ein hoher Stellenwert eingeräumt. Das Einhalten des **Standes der Technik** ist ein gesetzlich verankerter Begriff. Daher wird auch darauf eingegangen.



Abbildung 5 *Convenience-Food verlangt eine breite Palette von frischen Gemüsen.*

Heute herrschen in der Schweiz Tiefstpreise für Trinkwasser. Es ist wahrscheinlich, dass diese Preise langfristig ansteigen. Ein umsichtiges Handeln lässt Betriebs- und Rohstoffkosten sinken und die Umweltleistung verbessert sich.

Im Zusammenhang mit dem Import von sogenannt **virtuellem Wasser** steigt auch bei den Konsumierenden das Interesse an einem sinkenden Wasser-Fussabdruck. Virtuelles Wasser lässt sich über regional und nachhaltig produzierte Güter einsparen. Die Grossverteiler haben diesen Trend vielerorts erkannt.

### 3. Gemüseproduktion und -verarbeitung

#### 3.1 Die wesentlichen Verarbeitungsprozesse in der Gemüseproduktion

Sämtliche Gemüsearten werden durch die Vermarktungsbetriebe in unterschiedlicher Qualität aufgearbeitet. Eine vollständige Verfahrenskette bis zum küchen- oder genussfertigen Produkt besteht zumeist aus den folgenden Prozessen:

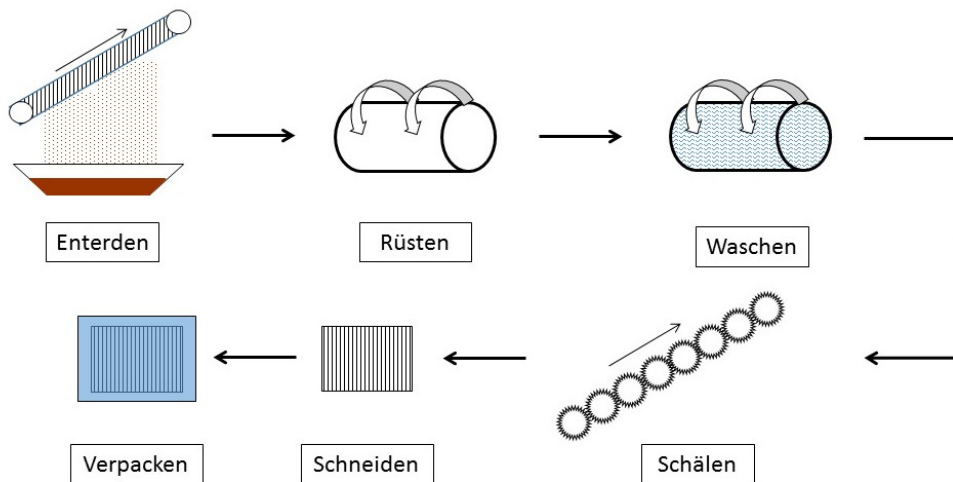


Abbildung 6 Schema einer üblichen Verfahrenskette für Gemüseaufbereitung.

#### Enterden

Die Gemüse werden vor oder nach der Ernte häufig direkt in der Erde gelagert und erst bei Bestellung des Endproduktes zum Verarbeiter gebracht. Deshalb müssen bestimmte Gemüse schon vor dem Rüsten und Waschen als Erstes enterdet werden.



Abbildung 7 Karotten werden bei Bestellung direkt aus dem „Lager“ im Erdreich entnommen und zum Vermarkter gebracht.



Abbildung 8 Ein Rüttelband für die Enterdung.



Das Enterden sollte wasserlos erfolgen. Dadurch können problematische mineralische Abwässer vermieden werden. Da die anhaftende Erde sehr feucht sein kann, kann die wasserlose Enterdungsleistung allerdings schlecht ausfallen.

### Rüsten

Rüsten ist ein schweizerisches Wort für das Entfernen von Wurzelhaaren, Sprossen und unförmigen Fortsätzen. Nur wenige Gemüsesorten können maschinell gerüstet werden. Dazu gehört vor allem die Karotte (Trommelverfahren).



Abbildung 9 *Rohprodukte (Karotten) werden in einer Drehtrommel im Wasserbad gerüstet. Der gegenseitige Abrieb erzeugt eine saubere und geglättete Oberfläche.*

Beim manuellen Rüsten werden die Blätter und unerwünschte Stiele entfernt. Beim Salatrüsten wird der Strunk von Hand weggeschnitten.

### Waschen

Das Waschen ist der wesentlichste und unverzichtbarste Verarbeitungsprozess für jedes Produkt. Sofern möglich, wird das Gemüse maschinell gewaschen, einzelne Gemüsesorten müssen jedoch manuell gewaschen werden. Das Waschen geht mit dem höchsten Wasserverbrauch einher und gilt damit als derjenige Prozess, bei dem die grösste Abwassermenge reduziert werden kann.



Abbildung 10 *Maschinelles Waschen (Karotten in Waschtrommel) versus manuelles Waschen.*

### *Trommelwaschen*

Die Produkte werden chargenweise oder kontinuierlich in eine Trommel gegeben und durch Drehen der Trommel gleichzeitig gerüstet und gewaschen. Bei kontinuierlichem Betrieb werden die Produkte mit einer Förderschnecke durch die Trommel gefördert und das Wasser in Gegenrichtung eingebracht. Trommelwaschen wird vor allem für Wurzelgemüse eingesetzt.

### *Abspritzwaschen*

Wie der Name sagt, werden beim Abspritzwaschen die Produkte durch verschiedene Sprühdüsen geschleust. Der Transport erfolgt im Wasserbad selber. Das Abspritzwaschen wird für Salate und Stielgemüse eingesetzt (siehe Titelbild).

### *Kaskadenwaschen*

Beim Kaskadenwaschen wird eine Reihe von aufeinanderfolgenden Waschkompartimenten gebildet. Diese Kompartimente können als Trommeln oder im Abspritzverfahren gebildet werden. Das Prinzip des Kaskadenwaschens besteht darin, dass das Rohprodukt die Kaskade in entgegengesetzter Richtung zum Waschwasser durchläuft. Damit gelangt das unreine Rohprodukt als erstes in Kontakt mit schon verschmutztem Waschwasser, welches aus dem bevorstehenden Kompartiment im Gegenstrom zufließt. Je mehr das Produkt dann die Kaskade durchschreitet, desto weniger ist das Waschwasser im Kompartiment verschmutzt. Im letzten Kompartiment wird das weitgehend gereinigte Produkt durch hygienisch einwandfreies Wasser gewaschen.

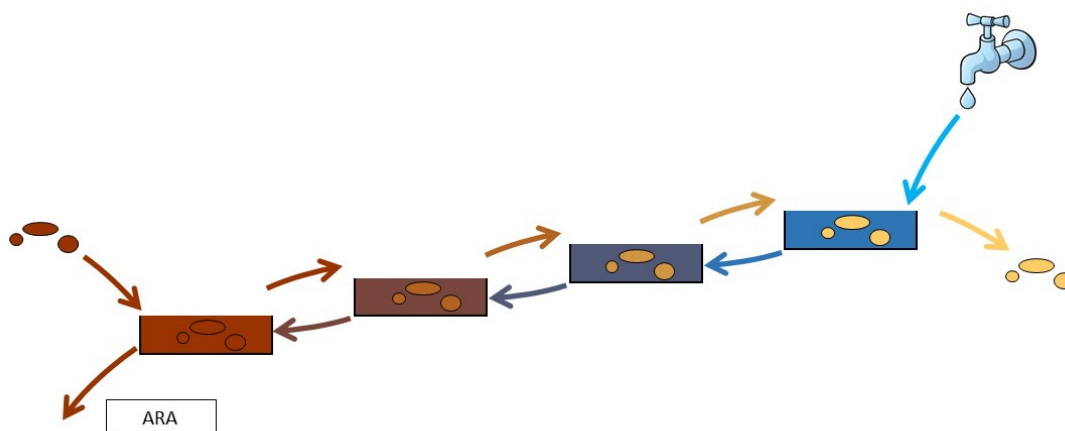


Abbildung 11 *Kaskadenwaschsystem am Beispiel der Kartoffeln. Die Kartoffeln durchlaufen die einzelnen Becken von unten nach oben, das Wasser jedoch von oben nach unten.*

Das Kaskadenwaschen ist eine Massnahme zur Verminderung des Trinkwasserverbrauchs und Abwasseranfalls. Es darf nur in Abstimmung mit der Lebensmittelbehörde eingesetzt werden, da das Produkt während der Reinigung mit verschmutztem Reinigungswasser in Berührung kommt. Die hygienisch einwandfreie Reinigung beim letzten Kompartiment ist von zentraler Bedeutung.

## Schälen

Beim Schälen wird die Aussenhülle des Gemüses entfernt. Nicht jede Gemüsesorte wird geschält. Im Fall des maschinellen Schärens von Karotten wird der Schälprozess mit einer Walze oder einem Band mit rauer Oberfläche durchgeführt. Kartoffeln werden häufig mit Dampf geschält.

Eher selten wird ein Gemüse von Hand geschält. Dies geschieht beispielsweise mit Kohl, wo die äusserste Blattschicht manuell entfernt werden muss.



Abbildung 12 Maschinelles Schälen (Karotten) versus manuell zu schälender Kohl.

## Schneiden

Beim maschinellen Schneiden werden die Produkte durch die scharfen Schneidformen gepresst, wodurch die geschnittenen Produkte am Ende in der gewünschten Form und Grösse anfallen. Salate werden teilweise manuell geschnitten.



Abbildung 13 Maschinelles Schneiden (Peperoni) versus manuelles Schneiden (Salat).

### Weitere Verarbeitungsprozesse

Damit sind Prozesse gemeint, die in diesem Merkblatt nicht vertieft behandelt werden, wie beispielsweise das **Verpacken** oder das **Garen, Blanchieren und Kochen** von Gemüse. Beim **Garen** wird das Produkt mit Dampf pasteurisiert und in einen genussfertigen Zustand gebracht. Ein sehr ähnliches Ziel verfolgt das **Blanchieren**, wo mit einem heissen Wasserbad oder Dampf die Produkte kurzzeitig der Hitze ausgesetzt werden. Das **Kochen** kann teilweise direkt im Wasserbad oder auch gänzlich ohne Wasserkontakt stattfinden (im verpackten Zustand).

Randen (dt: Rote Beete) werden beispielsweise in einem Autoklaven chargenweise mit Dampf gegart und sind danach pasteurisiert und genussfertig. Die meisten anderen Gemüsesorten wie Kartoffeln oder Mais werden für die Herstellung von Convenience Food in einer Packung gekocht, wodurch das Wasser nicht in Kontakt mit dem Gemüse kommt. Der Blanchierprozess findet meist in der grossindustriellen Verarbeitung statt (Herstellung von Pommes Frites, Konservengemüse).



Abbildung 14 Links: Garen unter direktem Kontakt mit Dampf (Randen). Rechts: Kochen in der Verpackung ohne direkten Kontakt vom Dampf mit dem Produkt (Kartoffeln).

### 3.2 Gemüsesorten verbunden mit Verarbeitungsprozessen

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die in der Schweiz typischen Verarbeitungsprozesse für verschiedene Gemüsesorten (nicht abschliessend). Auf die Prozesse Enterdung und Verpacken wurde in der Zusammenstellung verzichtet. Im Anhang 1 werden die für die Prozesse eingesetzten Maschinen grob beschrieben.

Tabelle 1 Übersicht der Prozesse für die verschiedenen Gemüsesorten

Gemüse	rüsten	waschen	schälen	schneiden	andere
<b>Nachtschattengewächse</b>					
Kartoffeln		x	x	x	spülen
Tomaten	x	x		x	
Peperoni (Paprika)	x	x		x	
Aubergine		x			
<b>Zwiebelgewächse</b>					
Lauch	x	x		x	
Knoblauch	x	x			
Zwiebeln	x				
Bundzwiebeln	x	x	x	x	
<b>Kohle</b>					
Wirz		x		x	
Weisskohl		x		x	
Rotkohl		x		x	
Broccoli		x			
Rettich	x	x			
Radieschen		x			
Kohlrabi	x				
Blumenkohl	x				
Chinakohl	x				
<b>Kräuter</b>					
Petersilie	x				
Schnittlauch	x				

Gemüse	rüsten	waschen	schälen	schneiden	andere
<b>Blattsalate</b>					
Salate	x	x		x	
Chicorée (Brüsseler)	x				
Nüsslisalat	x	x			
Rucola	x	x			
<b>Wurzelgemüse</b>					
Karotten, Pastinake	x	x	x	x	
Randen			x	x	garen
Schwarzwurzeln	x	(x)			
Topinambur	x	x			
Knollensellerie	x	x	x		
<b>Kürbisgewächse</b>					
Zucchetti		x		x	
Gurken			x	x	
Kürbis	x			x	
<b>Andere</b>					
Buschbohne	x				
Fenchel	x	x			
Krautstiele	x				
Rhabarber	x				

## 4. Charakterisierung von Abwasser

### 4.1 Definition von Abwasser

Schon in dem Moment, wo Trinkwasser aus einem Wasserhahn oder einer Brause heraustritt, wird es zu Abwasser. Auch von Oberflächen abfliessendes Regenwasser gilt als Abwasser.

Vermag dieses Abwasser ein Gewässer zu verunreinigen, gilt es als **verschmutztes Abwasser** und muss aufbereitet werden. **Unverschmutztes Abwasser** kann direkt in die Gewässer eingeleitet werden (siehe GSchG Art. 4 und Art. 7, Kap.7.1.1).

Die kantonale Umweltbehörde ist gemäss Gesetz diejenige Instanz, welche beurteilt, ob ein Abwasser als unverschmutzt gilt oder nicht. Mit Ausnahme von Kühlwasser und Regenwasser von Dächern und sauberen Platzflächen fällt in der Gemüseverarbeitung kein **unverschmutztes Abwasser** an, welches ohne Behandlung in die Gewässer geleitet werden kann.

Die Gewässerschutzverordnung verbietet das Verdünnen von Abwasser durch **unverschmutztes Abwasser**, wenn dadurch die gesetzlich vorgegebenen Konzentrationen für die Einleitung in die Kanalisation bzw. Gewässer erreicht werden sollen (GSchV Anhang 3.2).

### 4.2 Charakterisierung von Abwässern aus der Gemüseverarbeitung

Die Abwässer aus der Gemüseverarbeitung werden vereinfacht wie folgt klassifiziert:

- Organisch hoch belastetes Abwasser
- Organisch leicht belastetes Abwasser
- Erdhaltiges Abwasser mit mineralischen Bestandteilen
- Abwasser aus der Raum- und Gerätereinigung
- Kühlwasser
- Abwässer mit festen Abfällen verschiedener Zusammensetzung

#### Organisch hoch belastetes Abwasser

Die organische Belastung im Abwasser kann auf verschiedene Arten gemessen werden. Häufigster Summenparameter ist der **chemische Sauerstoffbedarf (CSB)**. Organisch hoch belastetes Abwasser weist einen Wertebereich von 2'000 – 80'000 mg O<sub>2</sub>/l auf. Beispielsweise kann das Garwasser von Randen einen CSB von 80'000 mg O<sub>2</sub>/l aufweisen. Diese organische Belastung bildet aufgrund ihres hohen Sauerstoffbedarfs beim biologischen Abbau ein Risiko für die kommunale ARA und nachfolgende Gewässer (siehe auch Seite 5).

Da organisch hoch belastete Abwässer energiereich sind, ist es von Vorteil, wenn deren Schmutzstoffe unter Ausschluss von Luft (anaerob) in einer Anlage zur Vergärung bzw. Faulung abgebaut und sie nicht einem aeroben (belüfteten und damit energieintensiven) Verfahren zugeführt werden. Auf dieser Weise kann Biogas (Methan) gewonnen und genutzt werden.

Abwasser mit Konzentrationen von über 10'000 mg O<sub>2</sub>/l gilt als **flüssiger Abfall** und darf nicht oder nur in Absprache mit der öffentlichen ARA in die Kanalisation eingeleitet werden. Die Trennung Abwasser – **flüssiger Abfall** ist (noch) nicht gesetzlich verankert. Daher kann die kantonale Umweltbehörde Hand für individuelle Entsorgungslösungen bieten. Solche Abwässer müssen in der Regel einem Abfallstoff entsprechend direkt zu den Vergärungsanlagen transportiert werden.



Abbildung 15 *Organisch hoch belastetes Abwasser bzw. flüssiger Abfall (hier: Garwasser aus Randerzeugung) wird einer Vergärung zugegeben.*

Zu den wesentlichsten Prozessen aus den Gemüse verarbeitenden Betrieben, bei denen organisch hoch belastete Abwässer anfallen, zählen u.a.:

- Garen von Randen
- Schälen von Karotten oder Kartoffeln
- Schneiden von Peperoni
- Pressen von Rüstabfällen

### **Organisch mittel belastetes Abwasser**

Unter dem Begriff „organisch mittel belastet“ wird ein Abwasser charakterisiert, welches die ungefähre Schmutzstoffkonzentration von häuslichem Abwasser aufweist.

Bei folgenden Prozessen fällt Abwasser an, welches als „mittel belastet“ klassiert wird:

- Wasser, welches mit gerüstetem, geschälten und geschnittenem Gemüse in Kontakt war (bspw. Reinigung, Transport)
- Reinigung von Behälter und Gebinde ohne Reinigungsmittel

### **Organisch leicht belastetes Abwasser**

Waschen erfordert häufig viel Wasser. Wenn keine internen Rezirkulationen oder moderne wassersparende Waschverfahren genutzt werden, entsteht ein „dünn“, d.h. gering verschmutztes Abwasser.

Als typisches Beispiel gilt das Waschwasser von Salat, welches in hohen Mengen anfällt und nur leicht belastet ist. Die Belastung ist jedoch genügend hoch, dass das Abwasser nicht unbehandelt in natürliche Gewässer eingeleitet werden kann. Oft genügen einfache biologische Systeme für eine Behandlung.

Falls das Abwasser nicht im Betrieb behandelt werden kann, muss es in die Schmutzwasser-Kanalisation eingeleitet werden. Dort verdünnt es die anderen Abwässer, welche zur **ARA** fließen, was sich ungünstig auf die biologischen Abbauprozesse in der Abwasserreinigung auswirkt. Für einen Gewerbebetrieb ist die Ableitung von Waschwasser in hohen Mengen zur ARA zudem ein wesentlicher Kostenfaktor.



Abbildung 16 Waschen von gerüstetem Salat im Brausebad.

Zu den wesentlichsten Prozessen aus den Gemüse verarbeitenden Betrieben, bei denen organisch schwach belastete Abwässer anfallen, zählen u.a.:

- Waschen von Salat
- Waschen von vorgereinigten Karotten
- Schneiden von Gurken
- Abwässer aus der Reinigung von Räumen und Geräten ohne Einsatz von Reinigungs- oder Desinfektionsmitteln

### **Erdhaltiges Abwasser mit mineralischen Bestandteilen**

Beim Waschen von Wurzelgemüse entsteht üblicherweise ein „dreckiges“ Abwasser. Je nach Boden und Behandlung kann dieses unterschiedliche Mengen an Split, Steinen, Sand und Erde beinhalten. Die Vermischung von Erde und Wasser ergibt für die spätere Entsorgung ein ungünstiges Produkt. Eine vorgängige Enterdung oder komplett wasserlose Reinigung vermag die Menge erdhaltiger Abwässer zu verringern.





Abbildung 17 Mit Schmutz behaftete Karotten sorgen beim Prozess Rüsten für erdhaltige Abwässer.

Erdhaltige Abwässer und mineralische Bestandteile gehören nicht in eine Kanalisation, da dadurch Ablagerungen in den Abwasserleitungen auftreten und – je nach Art der Kanalisation – Gewässer oder ARA gestört werden können. In diesem Sinne ist es Aufgabe der Gemüsebetriebe, diese Stoffe zu entfernen. Bei der betriebsinternen Abwasserreinigung entsteht vielfach ein erdhaltiger Schlamm als Nebenprodukt. Dieser sollte am besten in möglichst getrockneter Form auf die Felder gebracht werden.

Problematisch wird es dann, wenn das Abwasser erhöhte Mengen an Tonmineralien enthält. Ist dies der Fall, so ist häufig eine Reinigungsstufe mit **Flockung und Fällung** erforderlich. Der dabei mit Flockungs- und Fällmitteln (Polymeren) angereicherte Schlamm kann nicht mehr bedenkenlos auf die Felder gebracht werden, sondern muss in Absprache mit dem kantonalen Umweltamt entsorgt werden.



Abbildung 18 Mit Tonmineralien durchsetztes Abwasser aus Karotten-Rüstanlagen, dessen Schmutzstoffe sich kaum absetzen lassen.

### Abwasser aus der Raum- und Gerätereinigung

In Gemüse verarbeitenden Betrieben werden Gerätschaften und Räume meistens mit Reinigungs- und Desinfektionsmitteln gereinigt. Die Mittel können neben biologisch abbaubaren organischen Stoffen auch toxische Substanzen enthalten, welche die ARA schädigen können. Mittels einer einfachen Prüfung kann die Toxizität von Reinigungsabwässern geprüft werden. Dazu gibt es etablierte Testverfahren (**Zahn-Wellens-Test, Leuchtbakterientest**).

In Verarbeitungsanlagen integrierte sogenannte **CIP-Anlagen** (CIP = Cleaning-In-Place) verbrauchen weniger Reinigungsmittel und Wasser als andere Reinigungsmethoden. Das Reinigungswasser wird dabei während des Waschprozesses im Kreislauf geführt und je nach Verschmutzung verworfen oder mit Frischwasser ergänzt. Damit die Konzentration der Reinigungsmittel konstant gehalten werden kann, werden diese automatisch zudosiert. Generell arbeiten **CIP-Anlagen** vollautomatisch.

Es ist unabdingbar, das Abwasser aus der Raum- und Gerätereinigung in die öffentliche ARA zu leiten.

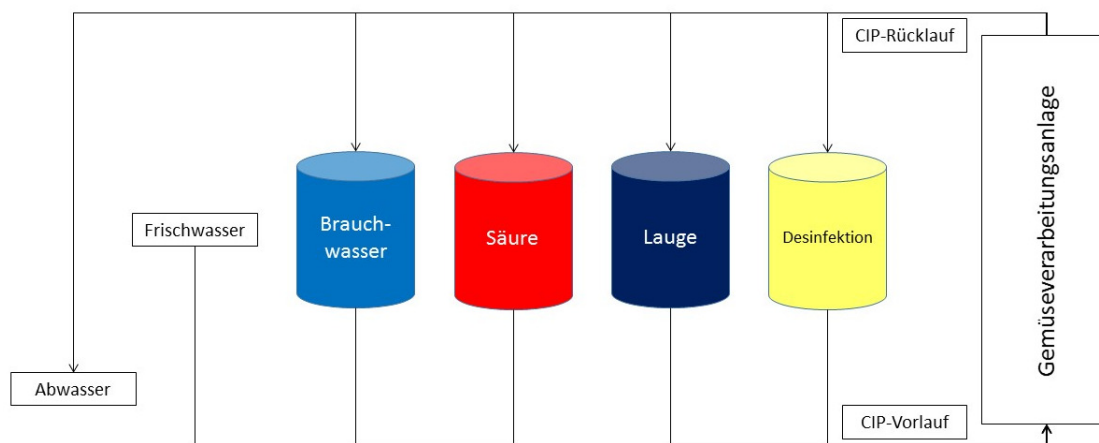


Abbildung 19 Schematischer Ablauf einer CIP-Anlage.

### Spezialfall 1: Kühlwasser

Innerhalb der Prozesse Garen, Blanchieren und Kochen muss Prozesswasser gekühlt werden. Kühlwasser gilt in der Gewässerschutzverordnung als **anderes Abwasser**. Dieses Abwasser gilt nicht als Industrieabwasser und muss für die Bewilligung der kantonalen Behörde gesondert betrachtet werden.

Falls Kühlabwässer keinen Kontakt mit dem Produkt hatten bzw. aus anderen Gründen keine Verunreinigungen aufweisen, werden sie als **unverschmutztes Abwasser** bezeichnet. Gemäss GschV Anhang 3.2 Abs. 1 ist unverschmutztes Kühlwasser getrennt von anderen Abwässern zu erfassen.

Es gibt zwei Arten von Kühlprozessen, bei welchen Abwässer entstehen: Die Kreislaufkühlung und die Durchlaufkühlung.

Wie der Name sagt, wird bei der **Kreislaufkühlung** das Kühlwasser im Kreis geführt und durch einen externen Kühlprozess (Verdunster) auf die gewünschte Temperatur herunter gekühlt. Dabei fällt überschüssiges **Abschlammwasser** an, welches entsorgt werden muss. Das Abschlammwasser ist zum Schutz der Kreislaufkühlung mit Inhaltsstoffen versetzt (Biozide, Korrosionsschutzmittel, Härtestabilisatoren, Inhibitoren etc.). Damit gehört Abschlammwasser primär in die Schmutzwasserkanalisation. Mehr und mehr gibt es ökotoxikologisch unbedenkliche Zusätze, wodurch der Fall eintreffen kann, dass das Abschlammwasser die Einleitbedingungen gemäss GschV Anhang 3.3 Abs. 21 einhält und damit in die Gewässer eingeleitet werden kann.

Bei der **Durchlaufkühlung** wird die übliche Kälte des Trinkwassers genutzt, um einem Verarbeitungsprozess Wärme zu entziehen. Durchlaufkühlung wird in der Regel in Betrieben angewandt, welche Grund- oder Seewasser beziehen können. Durchlaufkühlung entspricht jedoch nicht dem Stand der Technik und wird in neuen Anlagen nicht bewilligt. Für die Durchlaufkühlung in bestehenden Anlagen gilt (GschV Anhang 3.3 Abs. 21), dass die Wärme weitgehend zurückgewonnen werden muss. Abwasser aus einer Durchlaufkühlung darf nur dann in ein Fließgewässer geleitet werden, wenn es weniger als 30°C warm ist und sich das Gewässer durch das Einleiten nicht mehr als 3°C erwärmen kann (GschV Anhang 3.3, Abschnitt 21). In Ausnahmefällen und nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde darf unverschmutztes Kühlwasser in die öffentliche Schmutzwasser-Kanalisation geleitet werden, wenn dies für die Behandlung des Abwassers zweckmässig ist (bspw. durch die Abgabe von Wärme auf der kommunalen ARA) (GschV Anhang 3.2 Abs. 1). Am besten wäre es aber, gebrauchtes Kühlwasser in Absprache mit den Behörden wiederzuverwenden (s. Kap. 5).

### Spezialfall 2: Feststoffreiches Abwasser oder feste Abfälle im Abwasser

Folgende feste Abfälle fallen in Gemüse verarbeitenden Betrieben an:

- Organischer Schlamm
- Strunk, Blätter, Sprosssteile
- Erde, Split, Sand, Steine

Wenn möglich, sind diese Feststoffe *vor* dem Verarbeitungsprozess aus dem System zu bringen. Die Feststoffe stören den Prozess und bringen für die nachfolgende Aufbereitung des Abwassers nur Nachteile.

Nach Art. 10 GSchV dürfen keine Feststoffe eingeleitet werden, welche die Kanalisationsleitungen bzw. die nachfolgende Abwasserbehandlung der kommunalen ARA stören. Es ist jedoch erlaubt, feinen organischen Schlamm aus dem Bearbeitungsprozess bzw. einer betriebsinternen Abwasservorbehandlungsanlage in die Kanalisation einzuleiten, wenn diese sich im Betrieb nicht mit verhältnismässigem Aufwand aus dem Abwasser entfernen lässt. Fallweise kann es sogar sinnvoll sein, Abwässer mit organischen Feinstoffen in die kommunale ARA einzuleiten. Das bedingt, dass diese Feststoffe in der kommunalen ARA abgesetzt und in einer Faulungsanlage verarbeitet werden können, und diese Art der Abwasserbehandlung zweckmässig ist (GschV. Art. 10). Obwohl die Energie des Schlammes in der Faulung genutzt werden kann, ist diese Art der Behandlung kostenpflichtig.

## 4.3 Stoffstromtrennung

Wie bei den festen Abfällen ist es auch bei den industriellen und gewerblichen Abwässern wesentlich, die einzelnen Teilströme voneinander zu trennen, damit diese jeweils der geeignetsten Verarbeitung zugeführt werden können. Diese planerische Massnahme nennt sich **Stoffstromtrennung**. Die Trennung der in Kapitel 4.2 aufgezeigten Abwasserströme ist aufwendig, doch lohnt sich die Mühe angesichts der grossen Schwierigkeiten und Kosten, die entstehen, wenn das Abwasser als gemischtes Endprodukt behandelt werden muss.

## 5. Möglichkeiten der Ressourcenbewirtschaftung

### 5.1 Einleitung

Betriebe sind gesetzlich verpflichtet, in Bezug auf den Ressourceneinsatz nach dem **Stand der Technik** zu produzieren (GschV Anhang 3.2 Abs.1; VVEA Art. 11). Hinter dieser Verpflichtung steckt sowohl ein ökologischer wie auch ein wirtschaftlicher Gedanke. Dem Stand der Technik entsprechende Anlagen dienen nicht nur dem nachhaltigen Umgang mit Wasser, Energie und Rohstoffen, sondern auch dem kostensparenden und langfristig wirtschaftlichen Betrieb.

Es bestehen folgende Möglichkeiten, um die Ressourcennutzung bei der Gemüseverarbeitung zu optimieren.

### 5.2 Product Design

Unter dem Ausdruck **Product Design** sollen Produkte so gestaltet („designed“) werden, dass bei dessen Produktion und Konsum weniger Ressourcen verbraucht werden. Auf den ersten Blick scheint dieser Aspekt bei der Gemüseproduktion nicht anwendbar zu sein. Werden jedoch der Einsatz von Wasser im Herstellungsprozess, die Transportdistanzen oder der Abfallanfall einmal hinterfragt, könnte die (noch) visionäre Bearbeitung von Gemüse ohne Wasser zur Realität werden.

Beispiele können sein: Leichter zu reinigende Salatsorten, Mischsalate mit Bestandteilen aus der Region, kompostierbare oder Mehrweg-Verpackungen.

### 5.3 Produktionsintegrierte Verfahren (Recycling)

Leicht verschmutzte Abwässer müssen nicht immer direkt als Abwasser entsorgt, sondern können im System als Prozesswasser weiter genutzt werden. Abwässer können durch Kreislaufführungen mehrmals zum Waschen genutzt werden, um erst bei einer erhöhten Schmutzstoffkonzentration verworfen oder in anderen Prozessen weiter verwendet zu werden. Daneben können im Betrieb Vorbehandlungsanlagen Abwasser soweit aufbereiten, dass dieses wieder eingesetzt werden kann.

Als Beispiele für produktionsintegrierte Verfahren gelten das Kaskadensystem beim Waschprozess (s. Seite 9) oder **CIP-Anlagen**.

Wasser, welches bei der Verarbeitung mit dem Produkt in Kontakt kommt, hat grundsätzlich den Anforderungen an die Trinkwasserqualität zu entsprechen (Hygieneverordnung Art. 17). Dieser gesetzliche Artikel steht manchmal im Widerspruch zu den **produktionsintegrierten Verfahren**. Denn bei der Kaskadenwäsche kommt das Gemüse beispielsweise mit leicht verschmutztem Wasser aus vorhergehenden Prozessschritten in Kontakt. Deshalb ist bei allen Verfahren immer die Lebensmittelbehörde einzubeziehen.

#### 5.4 Prozessintegrierte Verfahren (Wasser sparend)

Durch einen verringerten Wasserbezug reduziert sich natürlich auch der Abwasseranfall. Die **prozessintegrierten Verfahren** sind die wichtigsten Verfahren bei der Ressourcenbewirtschaftung.

Neue Technologien erlauben Wasser sparende aber auch komplett wasserlose Bearbeitungsverfahren. In die neuste Technik zu investieren lohnt sich, da vor allem auf Seite der Abwasserentsorgung sehr viel Geld eingespart werden kann. Nachfolgend eine nicht abschliessende Liste hierzu:

- Trockene Transportverfahren (z.B. Gurtförderer) anstatt Schwemtransport
- Trockenschälmaschinen statt Nassschälung
- Schneidschälung statt abrasive Schälung (z.B. Messer- statt Topfschäler)
- Druckluft zur Leerung von Behältern (Energieverbrauch und -quellen im Auge behalten!)
- Kurze Lagerzeiten (weniger Verderb bzw. Austritt von Pflanzensäften, dadurch weniger Reinigungsbedarf)



Abbildung 20 Prozessintegrierte Verfahren (Wasser sparend).

Ressourcen sparende Verfahren haben den höchsten Kosten-Nutzen-Effekt. Das Sparpotenzial hängt vom eingesetzten Verfahren und den Kosten für Rohstoffe und Wasser ab, aber auch vom jeweiligen Stand der Forschung. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis minimale **Benchmarks**, welche den Stand der Technik beschreiben, zu Zielgrößen der behördlichen Bewilligungserteilung werden, was die Entwicklung von Ressourcen schonenden Verfahren vorantreiben wird. In der Tabelle im Anhang 2 sind erste Kennzahlen der wichtigsten Prozesse aufgeführt.

#### 5.5 Waste Design

Ziel einer optimalen Abwasserentsorgung ist es, die verschiedenen Abwässer (Teilströme) in eine Form zu bringen, in der sie jeweils möglichst ökologisch und wirtschaftlich behandelt werden können. Die Grundlage für das sogenannte **Waste Design** ist die Stoffstromtrennung (siehe Kapitel 4.3).

Beispiele: Einplanung eines Stapelvolumens bzw. einer Sammelstelle für hoch konzentrierte organische Abwässer, organische Feststoffe oder biologisch abbaubare Gebinde / Verpackungen. Diese können als energiereiches Substrat zu Biogas verarbeitet werden. Das Stapeln von Abwässern aus der Salatwäsche ermöglicht Kaskadenspülungen oder die spätere Nutzung als Giesswasser.

## 5.6 Ganzheitliche Ressourcenbewirtschaftung

Eine ganzheitliche Ressourcenbewirtschaftung verfolgt das Ziel, von Anfang an sparsam mit Ressourcen umzugehen oder die Abfälle und Abwässer eines Industriebetriebes so aufzuarbeiten, dass sie wieder als Ressourcen für den Produktionsbetrieb genutzt werden können.

Dies kann so weit gefasst werden, dass Gemüse verarbeitende Betriebe eine eigene Abwasservorbehandlungsanlage (**AVA**) betreiben. Die in der AVA vorgereinigten Abwässer können als Ressourcen für den Produktionsbetrieb genutzt werden, so dass eine beträchtliche Menge Energie und Brauchwasser eingespart werden kann.

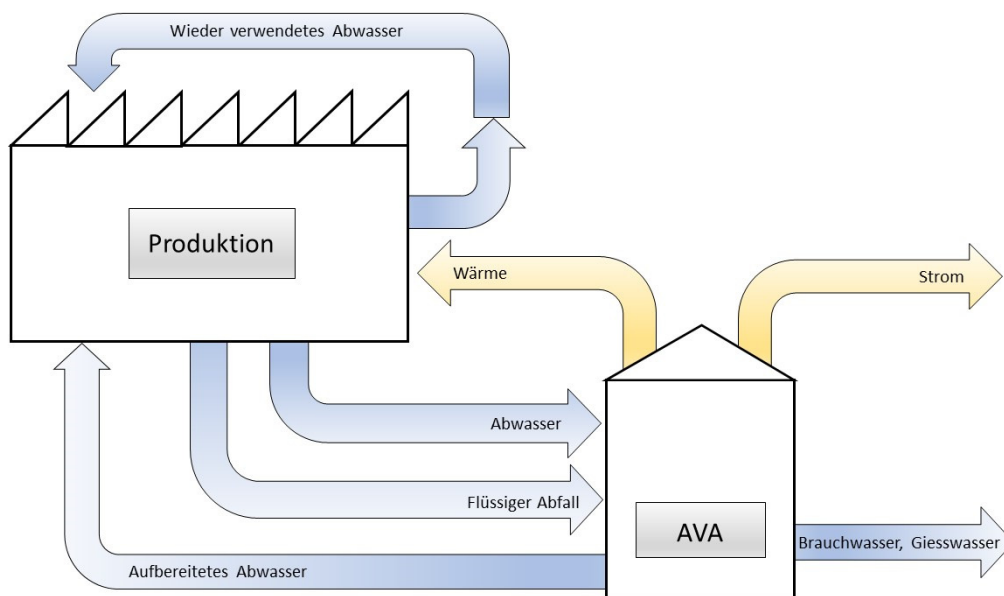


Abbildung 21 *Beispiel einer ganzheitlichen Ressourcenbewirtschaftung. Blau: Stoffströme, gelb: Energieströme.*

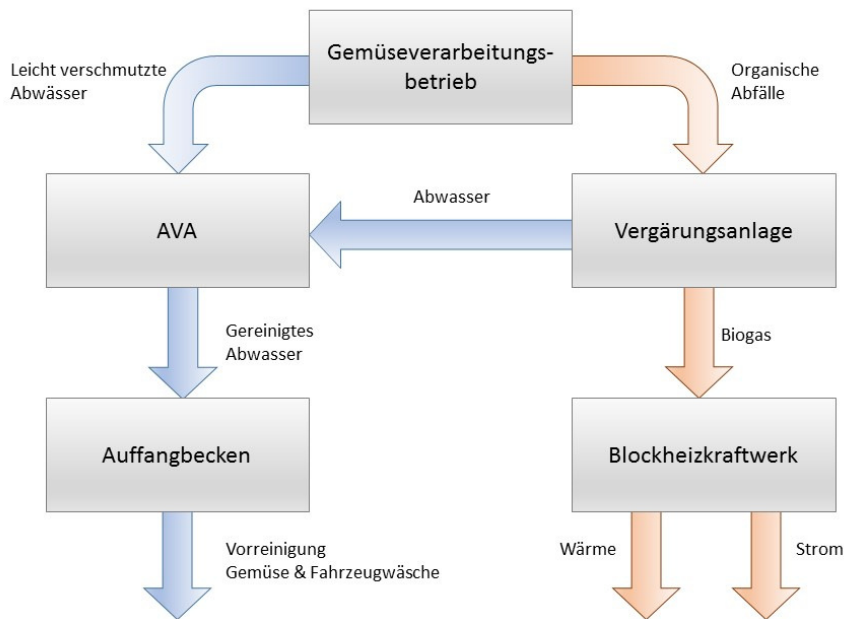


Abbildung 22 Detailliertes Schema der Stoff- und Energieströme des Beispiels in Abbildung 21

Die Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen schematisch ein in der Praxis umgesetztes Beispiel einer ganzheitlichen Ressourcenbewirtschaftung. Direkt neben dem Gemüseverarbeitungsbetrieb steht eine Vergärungsanlage, wo sämtliche organischen Abfälle in Form von hoch konzentrierten Abwässern bzw. flüssigem Abfall eingebracht werden. Bei der Vergärungsanlage kann es sich aber auch um eine externe kommunale oder private Anlage handeln. In der Anlage fällt Biogas an, mit welchem im Blockheizkraftwerk Wärme und Strom produziert werden kann. Für den Strom werden Unterstützungsbeiträge bezahlt.

Leicht verschmutzte Abwässer aus dem Betrieb gelangen in die betriebseigene Abwasservorbehandlungsanlage, wo auch die Abwässer im Auslauf der Vergärungsanlage behandelt werden. Das gereinigte Abwasser wird in einem Auffangbecken gesammelt und für die Vorreinigung von Gemüse als auch für die Fahrzeugwäsche und zur Bewässerung genutzt.

Es ist dabei nicht zwingend notwendig, dass die Ressourcen im eigenen Betrieb verwendet werden.

## 6. Abwasserbehandlung

### 6.1 Behandlung von organisch hoch belasteten Abwässern

Hoch belastete Abwässer fallen vielfach in dickflüssiger Form an. Je nach Menge können diese Abwässer in Absprache mit der ARA in deren Faulungsanlage oder in eine privatwirtschaftliche Vergärungsanlage eingebracht werden. Dabei ist unter dem Begriff der Vergärung grundsätzlich das Gleiche zu verstehen wie unter jenem der Faulung. Da es sich zumeist um **flüssigen Abfall** handelt, dürfen diese Abwässer nicht oder nur unter besonderen Auflagen in die Kanalisation geleitet werden.

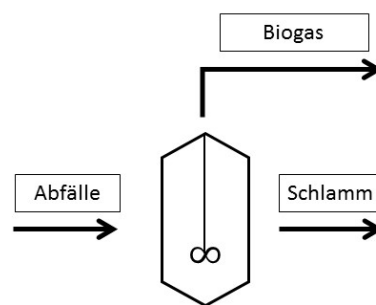


Abbildung 23 Links: Ein betriebsinterner Vergärungsreaktor. Rechts: Schematischer Vorgang der Vergärung.

Bei **mesophilen Faulanlagen** gelten eine Reaktor-Aufenthaltszeit von 20 Tagen und eine Temperatur von ca. 35 – 40 °C. Als Endprodukte fallen ausgefauter Schlamm und energiereiches Biogas an. Wird die Faulungsanlage nur mit Abwasser aus dem Gemüse verarbeitenden Betrieb beschickt, so kann der ausgefauter Schlamm auf die Felder verteilt werden. Faulschlamm aus einer kommunalen ARA muss verbrannt werden. Die einleitenden Industriebetriebe müssen die Entsorgungskosten mittragen.

Fallen über längere Zeit grössere Mengen von organisch hoch belasteten Abwässern ( $\text{CSB} > 2'000 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ) an, kann der Einsatz von sogenannten «anaeroben Reaktoren» geprüft werden. Diese unter Ausschluss von Sauerstoff betriebenen **AVA** bauen die organischen Schmutzstoffe ebenfalls mit speziellen Mikroorganismen ab. Dabei werden die organischen Abwasserstoffe ohne Einsatz von Energie fast gesamthaft in Biogas umgewandelt, ohne dass dabei - wie in anderen Verfahren - ein Bioschlamm anfällt. Das aus dem Reaktor austretende Abwasser muss jedoch separat behandelt oder in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet werden.



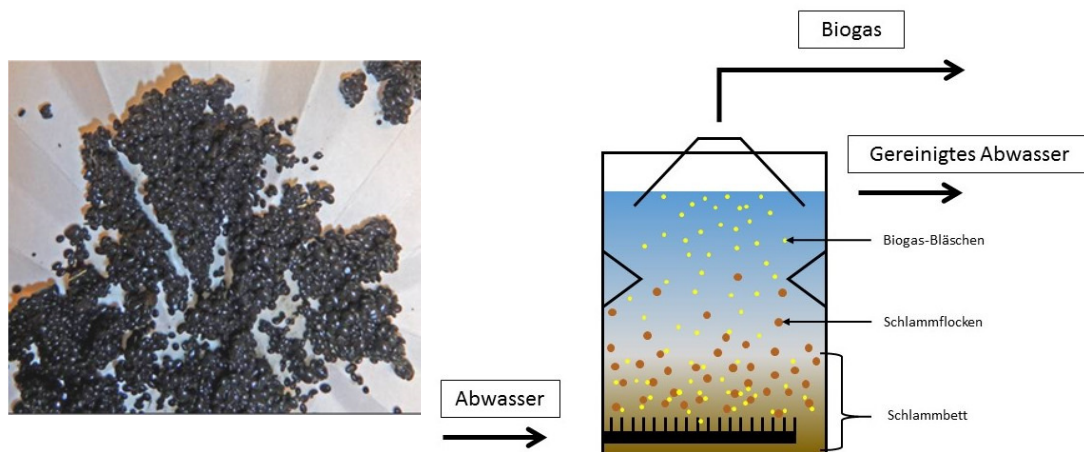


Abbildung 24 Anaerobreaktoren: Links: Bild der „körnige“ Biomasse, rechts: Schema des UASB- (Up-flow-Anaerobic-Sludge-Blanket) Verfahrens.

Da der Abbau der Abwasser-Schmutzstoffe in Anaerobreaktoren nicht im Voraus garantiert werden kann, sind vor dessen Einsatz zwingend Pilotversuche durchzuführen.

## 6.2 Behandlung von organisch mittel belasteten Abwässern

Mittel belastete Abwässer müssen aufbereitet werden, damit sie in die Kanalisation eingeleitet werden dürfen. Dafür stehen verschiedene technische Verfahren zur Verfügung.

Um die gewünschte Reinigung zu erhalten, müssen biologische Systeme eingesetzt werden. Dazu sind vor allem aufgrund ihrer einfachen Funktion aerobe **Biofilmsysteme** von Vorteil. Diese Verfahren sorgen für einen biologischen Abbau unter Beizug von Luft. Die im Abwasser enthaltene Biomasse heftet sich an eine Aufwuchsfläche (Biofilm) und steht mit Abwasser und Luft in ständigem Kontakt.

Der Abbauprozess läuft nur dann ab, wenn das Nährstoffverhältnis im Abwasser etwa  $CSB:N:P = 200:5:1$  beträgt. Falls einzelne Nährstoffe (Stickstoff [N], Phosphor [P]) fehlen, müssen diese dem biologischen System zugegeben werden.

Den Biofilmsystemen muss eine mechanische Reinigungsstufe vorgeschaltet werden, damit diese nicht durch Feststoffe gestört werden. Die biologischen Systeme müssen möglichst unterhaltsarm sein. Es ist dabei trotzdem unumgänglich, dass ein entsprechend ausgebildetes Personal diese Anlagen überwacht.

Beim in der Industrie häufig eingesetzten **Wirbelbettverfahren** werden Aufwuchskörper in einem Reaktor durch künstlichen Lufteintrag belüftet und in Schwebelage gehalten bzw. herumgewirbelt. Der austretende feine Schlamm wird mit dem vorbehandelten Abwasser in die Kanalisation geleitet, wo sie sich im Vorklärbecken der ARA absetzt.



Abbildung 25 Wirbelbettreaktor (links) gefüllt mit kleinen Aufwuchskörpern (rechts).

In diesem Zusammenhang ist der Einsatz von **Rieselstrom-Bioreaktoren** erwähnenswert. Bei diesem Verfahren wird das Abwasser durch einen vollständig mit Aufwuchskörpern gefüllten Reaktor gepumpt. Dadurch wird das Abwasser relativ zu den Aufwuchskörpern bewegt und nicht umgekehrt, wie im Wirbelbettverfahren. Im Gegensatz zum Tropfkörperverfahren wird im Rieselstrom die Luft künstlich eingebracht. Damit kann der Abbau erhöht und das Reaktorvolumen besser ausgenutzt werden.

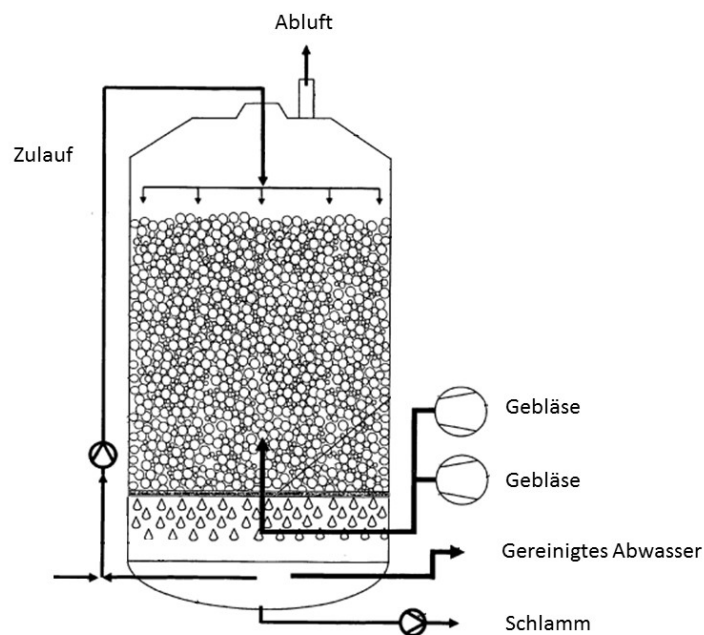


Abbildung 26 Verfahrensschema eines Rieselstrom-Bioreaktors.

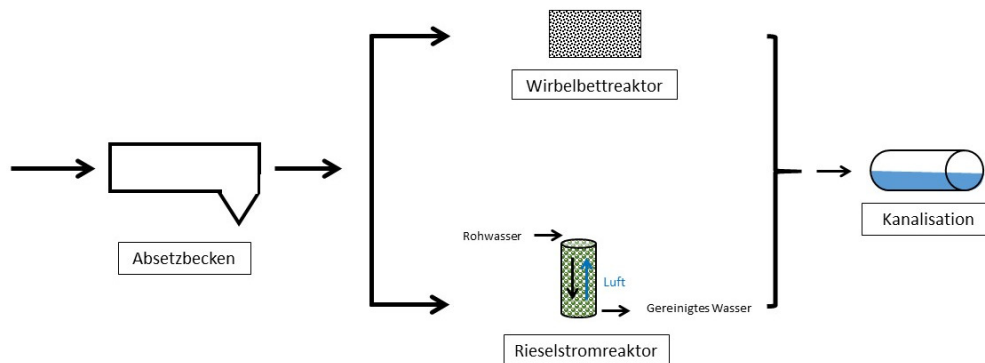


Abbildung 27 Übersicht über die Verfahren bei mittel belasteten Abwässern, welche nach der Vorreinigung in die Kanalisation eingeleitet werden.

### 6.3 Behandlung von organisch leicht belasteten Abwässern

Organisch leicht belastete Abwässer haben nur geringe biologisch abbaubare Schmutzstoff-Konzentrationen. Sie sind dennoch zu hoch, als dass dieses Abwasser direkt in ein Gewässer eingeleitet werden könnte. Da organisch leicht belastete Abwässer meist in grossen Mengen anfallen und auf einer kommunalen ARA wegen ihres Verdünnungseffektes störend wirken, kann eine eigene **Kleinkläranlage** sinnvoll sein. Das Abwasser könnte so aufbereitet werden, dass es in ein Gewässer eingeleitet, **versickert** oder als Brauchwasser (bspw. **Giesswasser**) im Betrieb eingesetzt werden kann.

Auch für die Behandlung von leicht belasteten Abwässern werden Biofilmverfahren eingesetzt (vgl. Kapitel 6.2). Da es sich dabei wiederum um biologische Abbauprozesse handelt, muss das Nährstoffverhältnis CSB:N:P von ca. 200:5:1 vorliegen. Gegebenenfalls müssen einzelne Nährstoffe wie Stickstoff (N) oder Phosphor (P) zugegeben werden.

Da dieses gereinigte Abwasser nicht in eine Kanalisation geleitet wird, muss allfälliger Schlamm, welcher aus dem biologischen System anfällt, aufgefangen und entsorgt werden. Für den Bau und Betrieb einer Kleinkläranlage ist eine Bewilligung des Kantons erforderlich. Betriebsintern sind regelmässige Kontrollen sicherzustellen.

Folgende Biofilmverfahren haben sich für leicht belastete Abwässer bewährt:

- Tropfkörperverfahren
- Tauchtropfkörperverfahren
- Bepflanzte Bodenfilter (Wurzelraumkläranlagen)

In ländlichen Gegenden sind vielerorts **Tropfkörper** und **Tauchtropfkörper** im Einsatz. Beide Systeme haben keine aktive Belüftung, sondern kommen einerseits durch den natürlichen Luftstrom im Kieskörper (Tropfkörper) oder durch die nur teilweise eingetauchten, drehenden Scheiben (Tauchtropfkörper) zu Luft.



Abbildung 28 Tropfkörperverfahren (links) und Scheibentauchtropfkörper (rechts).

In ländlichen Gebieten können **bepflanzte Bodenfilter**, auch Wurzelraum- oder Pflanzenkläranlagen genannt, eingesetzt werden. Bei den bepflanzten Bodenfiltern wird das Abwasser in einem mit Schilfpflanzen besetzten Beet grossflächig verteilt. Der Abbau findet – wie in den oben beschriebenen Verfahren übrigens auch - durch Mikroorganismen statt. Diese haften aber nicht an künstlichen oder natürlichen Aufwuchskörpern, sondern an den Wurzeln der Pflanzen. Ein Drainagesystem nimmt das gereinigte Abwasser auf und leitet dieses in das nächste Gewässer oder ein Stapelbecken für Giess- bzw. Brauchwasser. Der Bioschlamm zwischen den Wurzeln wird teilweise abgebaut. Dennoch muss nach einigen Jahren schlammreicher Boden entnommen und ein neuer Boden angelegt werden. Der Betrieb funktioniert in der Regel auch im Winter zuverlässig.

Diese Verfahren erfordern viel Fläche, welche in landwirtschaftlichen Gegenden mit Gemüse verarbeitenden Betrieben oft genügend vorhanden ist. Bepflanzte Bodenfilter sind gestalterisch und aufgrund ihrer Einfachheit betrieblich interessant, doch ist wegen der Gefahr von Verstopfungen der Beschickungsleitungen Vorsicht geboten.



Abbildung 29 Bepflanzte Bodenfilter. Links: Im Bau, rechts: Bewachsen.

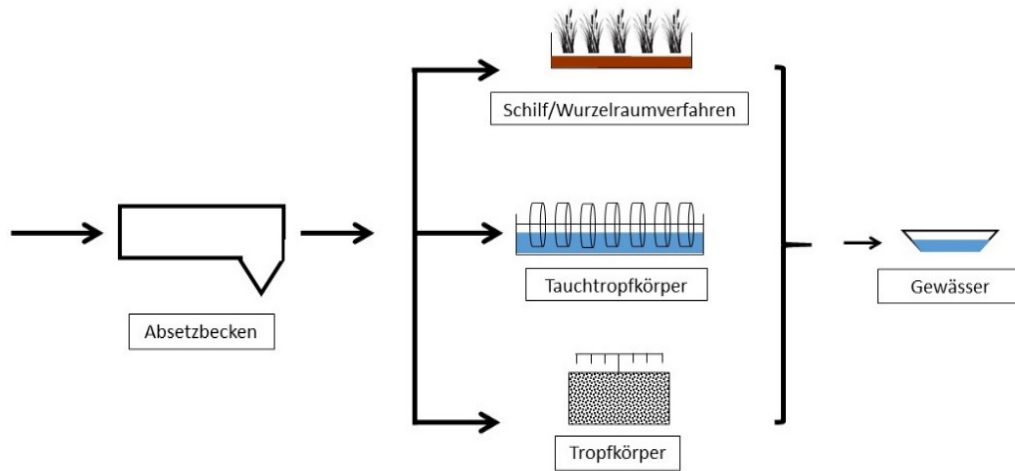


Abbildung 30 Übersicht über die Verfahren für leicht belastete Abwässer.

### Aufbereitung von leicht belasteten Abwässern zu Prozesswasser

Einige Betriebe bereiten ihr Waschwasser mit Hilfe von leistungsfähigen Filteranlagen (**Membrantechnik**) zu Brauchwasser in Prozesswasserqualität auf. Dieses kann im Betrieb eingesetzt oder direkt in die Gewässer abgeleitet werden. Diese Art der Abwasseraufbereitung ist äusserst aufwändig und zieht einen hohen Energieverbrauch mit sich. Bei dieser Verfahrenswahl ist der Wirtschaftlichkeit besondere Betrachtung zu schenken.



Abbildung 31 Einsatz einer Nanofiltrationsanlage (Anlage der MMS AG).

## 6.4 Behandlung von mineralischen erdigen Abwässern

Auch mineralische Abwässer aus der Gemüse verarbeitenden Industrie dürfen im Grundsatz nicht in Gewässer eingeleitet werden. Erst wenn diese Abwässer den Grenzwert für GUS (= Gesamte ungelöste Stoffe, 20 mg/l) einhalten und dazu noch grösstenteils frei von organischen Stoffen und Pestiziden sind, kann eine direkte Ableitung in ein Gewässer in Betracht gezogen werden.

Sofern es sich nicht um feste oder flüssige Abfälle gemäss Art. 10 GSchV handelt, können mineralische und erdige Abwässer in die öffentliche Schmutzwasser-Kanalisation (ARA) eingeleitet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich diese Abwässer ungünstig auf die Kanalisation (Ablagerungen, **Abrasion**) und die ARA (Schlammbelastung) auswirken.

Fallen unerwartet hohe Anteile von Sand und Steinen im Abwasser an, so ist vor der Ableitung eine Abtrennung erforderlich. Neben einfachen belüfteten Absetzbecken können Sandfänge (Abbildung 32) eingesetzt werden.



Abbildung 32 Ein Sand-/Schlammfang mit Austragschnecke (Noggerath® Anlage von Aqseptence Group).

Die einfachste Aufbereitungsmethode findet in **Sedimentationsanlagen** statt. Es gibt verschiedene Bauweisen und Verfahren wie beispielsweise einfache grossflächige Becken, wo sich der Schlamm absetzen und mit einem Räumersystem aufgesammelt werden kann, oder platz sparende Lamellenklärer.

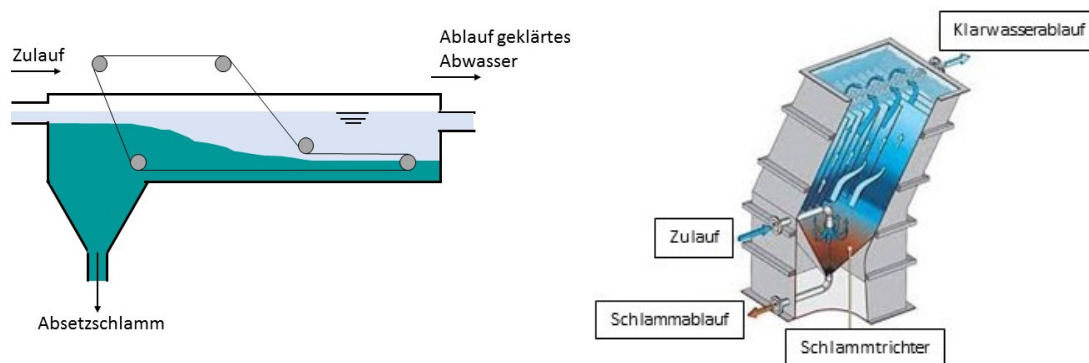


Abbildung 33 Links: Sedimentation über Absetzbecken mit Räumer oder mit Unterstützung von Lamellenklärern. Rechts: Anlage der Huber Picotech.

Wegen der unterschiedlich zusammengesetzten Erden kann es vorkommen, dass die Abwässer mit Tonmineralien oder Schwebestoffen belastet sind. Dann setzt sich der erdige Schlamm ungenügend ab und dem Abwasser müssen Fällungs- und/oder Flockungschemikalien (sogenannte **Polymere**) zugesetzt werden. Diese verbinden sich mit den Partikeln und bilden Flocken, die sich innerhalb eines Beckens absetzen oder mit einem Filter aufgefangen werden können.

Bei einer **Fällung** werden durch die Zugabe von Chemikalien wie Eisenchlorid gelöste Stoffe in eine partikuläre Form gebracht und beschwert (sie fallen aus). Bei der **Flockung** werden sich in Schwebelage befindende, nicht gelöste Partikel durch die Zugabe von organischen Flockungsmitteln (Polymere) sedimentiert. Dies geschieht, indem die Abstoßungskräfte zwischen den einzelnen Partikeln verringert werden, sodass diese untereinander Agglomerate (Flocken) bilden.

Die Unschädlichkeit von Flockungsmitteln ist nicht gesichert und zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Vollzugshilfe liegen die Resultate der Abbaubarkeitsversuche des deutschen Fraunhofer Instituts noch nicht vor. Ein mit Polymeren belasteter Absetzschlamm darf damit nicht ohne Zustimmung der zuständigen Behörde auf die Felder gebracht werden.

Neben der Sedimentation können auch platzsparende Verfahren wie die **Flotation** oder die **Filtration** für das Entfernen von Feststoffen eingesetzt werden.

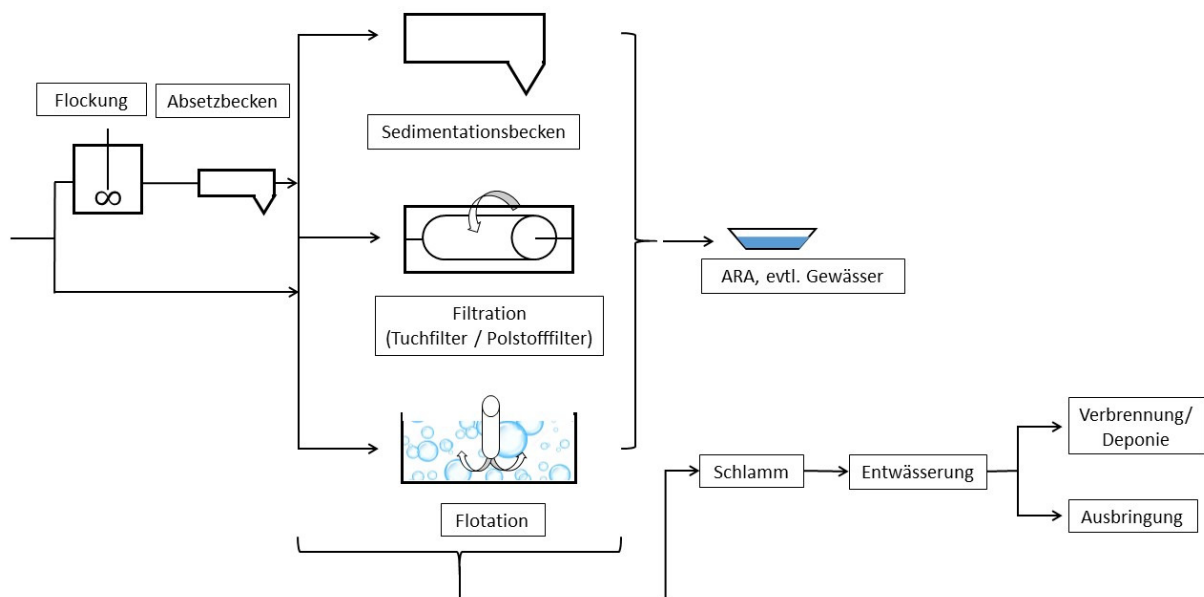


Abbildung 34 Übersicht über mögliche Verfahren zur Behandlung von erdreichen Abwässern.

Bei der **Flotation** werden die Feststoffe mittels Eintrag von Luft an die Oberfläche geschwemmt und dort abgezogen. Flotationsanlagen werden bei leichten und flotierbaren Feststoffen und Flocken mit hohem Auftrieb angewendet.

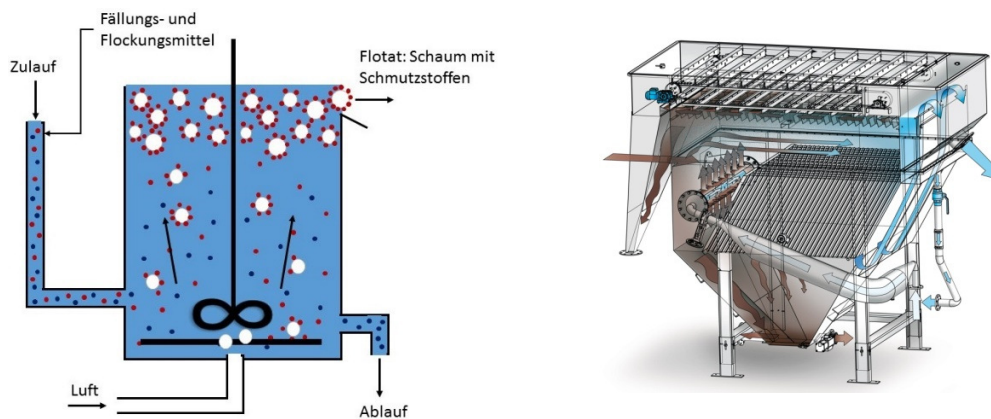


Abbildung 35 Das Prinzip der Flotation (links) und ein Typ Flotationsanlage (rechts), Anlage der Fa. Huber Picatech.

Bei der **Filtration** sind Tuchfilter oder Polstofffilter im Einsatz. Diese bestehen aus einem Vlies oder einem Polstoff (teppichartige Struktur).



Abbildung 36 Tuchfilter (links) und Polstofffilter (rechts) (Photo: Mecana AG).

Fällt viel Schlamm an, so kann es von Vorteil sein, diesen vor dem Austrag auf die Felder zu entwässern. Für die Entwässerung kommen häufig **Band- oder Kammerfilterpressen** zum Einsatz.

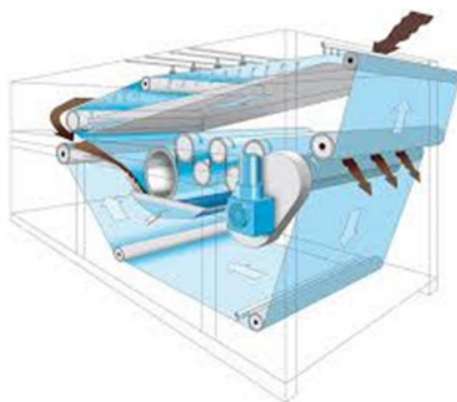


Abbildung 37 Links eine Bandfilterpresse (Fa. Huber Picatech) und rechts eine Kammerfilterpresse (Diemme® Filtration Anlage von Aqseptence Group).



Wie bereits in Kap. 4.2 erwähnt, können erdige Feststoffe aus dem Abwasser, welche keine chemischen Mittel (z. Bsp. Flockungsmittel) aus der Abwasser-Vorbehandlung enthalten, in möglichst entwässerter Form ohne Absprache mit der kantonalen Umweltbehörde auf die Felder ausgebracht werden.

### Spezialfall: Komplettverfahren für die Aufbereitung und Kreislaufführung von erdhaltigen mineralischen Abwässern

Speziell für Gemüse verarbeitende Betriebe sind komplette Abwasseraufbereitungsanlagen erhältlich, die über verschiedene Verfahren erdhaltige und feststoffreiche Abwässer aufbereiten können. Eine entsprechende Verfahrenskette könnte wie folgt aussehen:

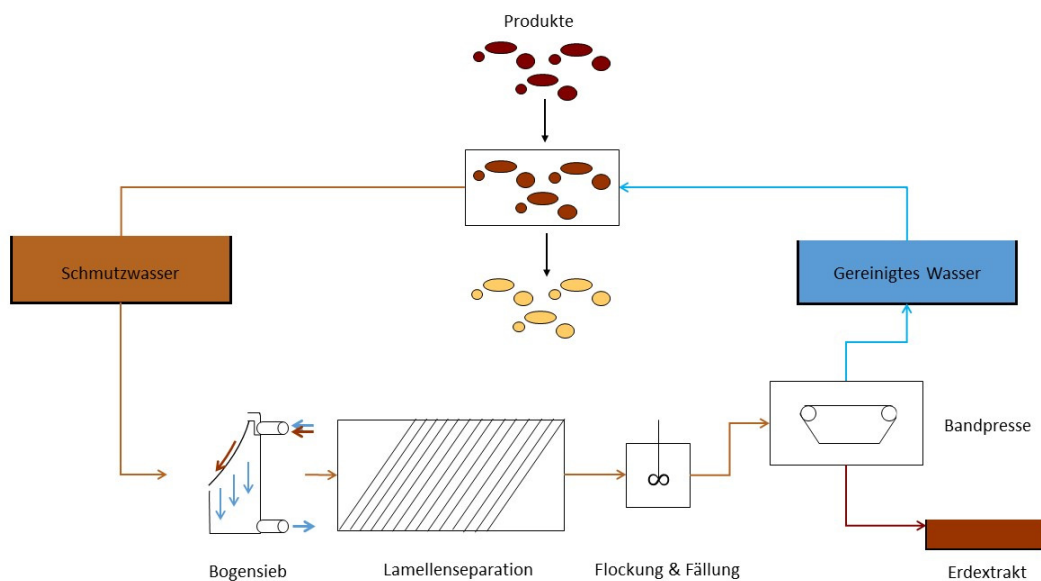


Abbildung 38 Schema einer kompakten Reinigung von erdhaltigen Abwässern.

## 6.5 Behandlung von Abwässern mit organischen Feststoffen

Für die Elimination von organischen Feststoffen im Abwasser (z.B. Rüstabfälle oder Abrieb aus Topfschälern) werden Bogen- oder Trommelsiebe eingesetzt.

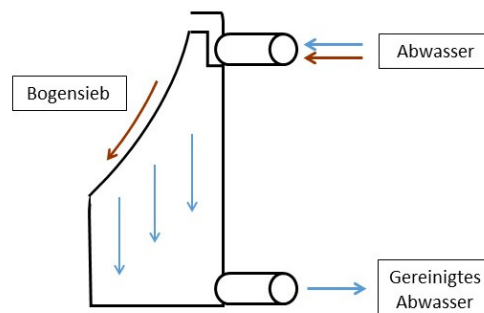


Abbildung 39 Bogensieb zum Entfernen von Feststoffen nach Rüsten von Karotten.



Abbildung 40 Siebtrommel zur Abscheidung von Feststoffen (Anlage der Fa. Huber Picatech).

In diesem Zusammenhang sind **Mikrosiebanlagen** erwähnenswert, die Filtration und Entwässerung miteinander kombinieren. Solche modulartige Mikrosiebanlagen werden vermehrt in der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt. Aus dem fein gesiebten Abwasser fällt ein Filterkuchen an, welcher in derselben Anlage entwässert werden kann.

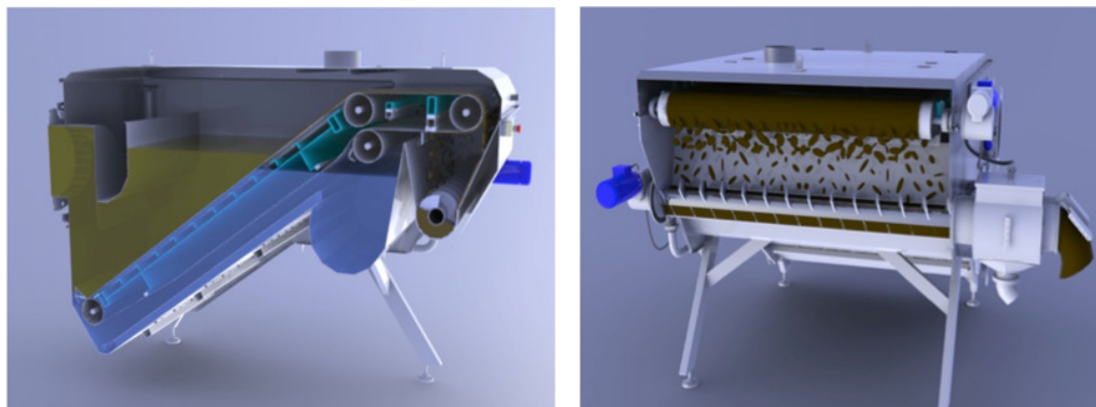


Abbildung 41 Links: Seitenansicht einer Mikrosiebanlage mit Einlassbereich (olivgrün), Auslassbereich (blau), Filterband (auf Umlenkrollen) und Schlammkammer mit Förderschnecke. Rechts: Frontansicht der Mikrosiebanlage (Anlage der Fa. Salsnes).



Abbildung 42 Siebrückstand von Spinat (links) und entwässertes Karottenschlamm (rechts) (Photo: Fa. Salsnes).

## 6.6 Behandlung von organischen Abfällen

Die festen organischen Abfälle aus der Gemüseverarbeitung werden meist getrennt gesammelt und danach einer Kompostierung, Vergärung oder Verfütterung zugeführt. Bei kleinen Mengen werden die Abfälle in Pressmulden gesammelt. Beim Pressen fällt saures und hoch konzentriertes Presswasser an - Vorsicht vor Korrosionsschäden an den Sammelbehältern, Platzflächen oder Entwässerungsleitungen! Liegt der pH-Wert nicht im erlaubten Bereich zwischen pH 6,5 und 9,0 darf das Presswasser in der Regel nicht in die öffentliche Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden. Es wird immer beliebter, die organischen Abfälle in einen pumpfähigen Brei zu verwandeln, um diesen dann als flüssigen Abfall in eine Vergärung einzumischen und daraus Biogas zu produzieren. Verschiedene Betriebe setzen für das Vermahlen der Abfälle einen Mazerator oder eine Hammermühle ein. Letztere eignet sich dazu am besten und sorgt für eine Konzentration, die sich noch mit Pumpen fördern lässt.



Abbildung 43 Zu flüssigem Abfall zerkleinerte Festabfälle über die Hammermühle.

## 6.7 Behandlung von Abwässern in der kommunalen ARA

Erfüllt das Abwasser die entsprechenden Anforderungen (GSchV, Anhang 3.2), kann dieses in die Schmutzwasserkanalisation und damit in die daran angeschlossene ARA eingeleitet werden. In diesem Fall sind folgende Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

### Anforderungen an die Einleitung in die Kanalisation

Neben den Grenzwerten für die Einleitung in die Schmutzwasser-Kanalisation ist auch zu berücksichtigen, dass keine Störungen in der ARA verursacht werden dürfen.

Die möglichen Ursachen von Störungen sind vielfältig. Von Gemüse verarbeitenden Industrien gehen organisch hoch belastete Abwässer (Sauerstoffzehrung), hohe Mengen an kaltem und sehr leicht belastetem Abwasser (Abkühlung der biologischen Stufe, Effizienzminderung wegen Verdünnung), Reinigungsabwässer mit Desinfektionsmitteln und anderen toxischen Substanzen (Abtötung von für die biologische Stufe wichtigen Mikroorganismen, Nicht-Abbaubarkeit von synthetischen Stoffen) wie auch feststoffreiche und erdhaltige Abwässer (Schlammbelastung) aus.

Ebenfalls können hohe Frachtspitzen die ARA belasten, indem sie zu einem unkontrollierten Wachstum der Mikroorganismen in der biologischen Stufe führen. Die kantonale Behörde ist nicht nur befugt, eigene Grenzwerte zu verfügen, sondern kann Massnahmen für einen störungsfreien und sicheren Betrieb der Abwasserreinigungsanlage fordern, wie zum Beispiel dosiertes oder nächtliches Einleiten.

### **Deklarationspflicht**

Für eine Einleitbewilligung in die öffentliche Schmutzwasser-Kanalisation muss der Betrieb im Rahmen eines Bau- oder Sanierungsverfahrens darlegen, welche maximalen Abwasser-Frachten er pro Tag in die ARA leiten will. Der Abwasserverband klärt ab, ob die ARA diese Fracht verarbeiten kann. Ebenfalls können bei Bedarf weitere Angaben zu den Abwasserinhaltsstoffen eingefordert und die Risiken von Störfällen ermittelt werden.

### **Kostenpflicht**

Wer Abwasser in die Kanalisation einleitet, muss die dadurch verursachten Kosten bezahlen (**GSchG Art.3a**). Diese Kosten werden über Gebühren finanziert. Da die Gemeinden die Gebührenhoheit haben, ist es ihre Aufgabe, den Abwasser-Verursachern die Gebühren zu verrechnen.

Ein Gewerbebetrieb tut deshalb gut daran, die Abwasser-Gebühren im Reglement der Gemeinde bzw. des Abwasserverbandes nachzuschlagen. Gleichzeitig ist es entscheidend zu wissen, ob die ARA über ausreichende Kapazitäten verfügt. **Falls die ARA wegen Unterkapazitäten ausbauen muss, so kann der Ausbau vollständig zu Lasten des Industriebetriebs gehen.**

**Grundsätzlich werden bei Ausbauten und Sanierungen von ARA die Industrien vermehrt in die Pflicht genommen, die anteilmässigen Investitionskosten zu übernehmen. Die erforderlichen Investitionskosten werden dabei verursachergerecht nach der deklarierten Spitzenfracht der Industrie verteilt. Da es sich dabei um hohe Summen handelt, lohnt sich der Einsatz einer Abwasservorbehandlungsanlage (**AVA**).**

## 7. Rechtsgrundlagen und Vorschriften

### 7.1 Einleitbedingungen in Kanalisation/ARA oder Gewässer

Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) sowie die Gewässerschutzverordnung (GSchV) bilden die wichtigsten gesetzlichen Grundlagen, was die Abwasserentsorgung, das Abwasser-Management und den Schutz der ober- und unterirdischen natürlichen Gewässer angeht. Sie werden in der Regel durch kantonale und kommunale Gesetze und Verordnungen ergänzt.

Die zitierten Gesetze und Verordnungen sind seit 1. Januar 2016 in elektronischer und nicht mehr gedruckter Fassung rechtsverbindlich. Die elektronische Fassung findet sich auf <https://www.admin.ch/gov/de/start/bundesrecht/systematische-sammlung.html>.

Die Erläuterungen zu diesen Artikeln sind den Originaltexten nachgestellt (kursiv).

#### 7.1.1 Gewässerschutzgesetz (GSchG)

##### Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dient insbesondere:

- a. der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- b. der Sicherstellung und haushälterischen Nutzung des Trink- und Brauchwassers;
- c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- d. der Erhaltung von Fischgewässern;
- e. der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;
- f. der landwirtschaftlichen Bewässerung;
- g. der Benützung zur Erholung;
- h. der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.

*Der Schutz der öffentlichen Gesundheit (Art. 1a) ist im vorliegenden Zusammenhang vor allem auf den Schutz des Trinkwassers und der öffentlichen Kläranlagen (ARA) zugemünzt. Beide sollen die Ausbreitung von Krankheitserregern verhindern. Das Wasser als Lebensgrundlage soll einerseits geschützt werden durch einen möglichst haushälterischen Umgang (Art. 1b), andererseits durch möglichst geringe schädliche Immissionen ins Wasser.*

## **Art. 2 Geltungsbereich**

Dieses Gesetz gilt für alle ober- und unterirdischen Gewässer.

*Mit dem GSchG werden sowohl Oberflächengewässer (Bäche, Flüsse, Seen) als auch das Grundwasser geschützt. Letzteres ist insbesondere im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung von grosser Bedeutung, soll doch Grundwasser in genügender Menge und unaufbereiteter Form als Trinkwasser nutzbar sein.*

## **Art. 3 Sorgfaltspflicht**

Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

*Dies gilt beispielsweise bei der Lagerung und beim Einsatz von Chemikalien in Betrieben (wie beispielsweise Pestizide) oder bei Direkteinleitern (Betriebe, die vorbehandelte industrielle Abwässer direkt in ein öffentliches Gewässer einleiten). Letztere werden verpflichtet, ein Notfall- und Alarmierungskonzept zu erstellen, in welchem auch Möglichkeiten einer Abwasser-Rückhaltung oder -Umleitung zur ARA enthalten sind.*

## **Art. 3a Verursacherprinzip**

Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, trägt die Kosten dafür.

*Gemäss Verursacherprinzip hat nicht die Allgemeinheit (via Steuergelder), sondern der Verursacher die für die Gewässerschutzmassnahmen notwendigen Kosten zu tragen. Dementsprechend stellen Gemeinden Industriebetrieben, welche der ARA hoch belastetes Abwasser zuführen, so genannte „Starkverschmutzerzuschläge“ in Rechnung. Die kantonale Behörde sorgt dafür, dass bei der Verrechnung von Betriebskosten diese unter den Verursachern gerecht aufgeteilt werden.*

## **Art. 7 Abwasserbeseitigung**

- <sup>1</sup> Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden. Man darf es nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein Gewässer einleiten oder versickern lassen.
- <sup>2</sup> Nicht verschmutztes Abwasser ist nach den Anordnungen der kantonalen Behörde versickern zu lassen. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dies nicht, so kann es in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden; dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltmassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann. Einleitungen, die nicht in einer vom Kanton genehmigten kommunalen Entwässerungsplanung ausgewiesen sind, bedürfen der Bewilligung der kantonalen Behörde.

## **Art. 12 Sonderfälle im Bereich öffentlicher Kanalisationen**

- <sup>1</sup> Wer Abwasser einleiten will, das den Anforderungen an die Einleitung in die Kanalisation nicht entspricht, muss es vorbehandeln. Die Kantone regeln die Vorbehandlung.
- <sup>2</sup> Die kantonale Behörde entscheidet über die zweckmässige Beseitigung von Abwasser, das für die Behandlung in einer zentralen Abwasserreinigungsanlage nicht geeignet ist.
- <sup>3</sup> Nicht verschmutztes Abwasser, das stetig anfällt, darf weder direkt noch indirekt einer zentralen Abwasserreinigungsanlage zugeleitet werden. Die kantonale Behörde kann Ausnahmen bewilligen.

*Im Regelfall wird verlangt, dass verschmutztes Abwasser in die öffentliche Schmutzwasser-Kanalisation geleitet wird („Anschlusspflicht“). Je nach Kapazität der ARA muss ein Industriebetrieb das Abwasser vorgängig behandeln. In der Praxis werden die Abklärungen im Rahmen des Bau- und Betriebsbewilligungsverfahrens getroffen.*

*Die Entsorgung von verschmutztem Abwasser als Abfall ist dann angezeigt, wenn der Betrieb die Anforderungen zur Einleitung in die Kanalisation nicht einhalten kann und wenn ein Betrieb auf die interne Vorbehandlung verzichten will oder muss. Es kann sich auch um ein ganz spezielles Industrieabwasser handeln, welches nur in kleinen Mengen oder selten anfällt.*

*Die landschaftliche Verwertung kommt nur in Frage, wenn das Abwasser zur Düngung oder Bewässerung geeignet ist. Bei einer Düngung ist zusätzlich die kantonale Bodenschutz-Fachstelle zu konsultieren.*

#### **Art. 13 Besondere Verfahren der Abwasserbeseitigung**

- <sup>1</sup> Ausserhalb des Bereichs öffentlicher Kanalisationen ist das Abwasser entsprechend dem Stand der Technik zu beseitigen.
- <sup>2</sup> Die Kantone sorgen dafür, dass die Anforderungen an die Wasserqualität der Gewässer erfüllt werden.

*Betriebe ohne Anschluss an die öffentliche Kanalisation (meist kleinere Betriebe) stehen vor hohen Anforderungen, was die Behandlung ihrer Abwässer anbelangt.*

### **7.1.2 Gewässerschutzverordnung (GSchV)**

#### **Art. 7 Einleitung in die öffentliche Kanalisation**

- <sup>1</sup> Die Behörde bewilligt die Einleitung von Industrieabwasser nach Anhang 3.2 oder von anderem Abwasser nach Anhang 3.3 in die öffentliche Kanalisation, wenn die Anforderungen des entsprechenden Anhangs eingehalten sind.
- <sup>2</sup> Sie verschärft oder ergänzt die Anforderungen, wenn durch die Einleitung des Abwassers:
  - a. der Betrieb der öffentlichen Kanalisation erschwert oder gestört werden kann;
  - b. beim Abwasser der zentralen Abwasserreinigungsanlage die Anforderungen an die Einleitung in ein Gewässer nicht oder nur mit unverhältnismässigen Massnahmen eingehalten werden können oder der Betrieb der Anlage in anderer Weise erschwert oder gestört werden kann; oder
- <sup>3</sup> der Betrieb der Anlage, in der Klärschlamm verbrannt wird, erschwert oder gestört werden kann. Sie kann die Anforderungen erleichtern, wenn:
  - a. durch eine Verminderung der eingeleiteten Abwassermenge trotz der Zulassung höherer Stoffkonzentrationen die Menge der eingeleiteten Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, vermindert wird;
  - b. die Umwelt durch die Einleitung nicht verwertbarer Stoffe in Industrieabwasser gesamthaft weniger belastet wird als durch eine andere Entsorgung und beim Abwasser der zentralen Abwasserreinigungsanlage die Anforderungen an die Einleitung in ein Gewässer eingehalten werden; oder
  - c. dies für den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage zweckmässig ist.

*Erleichterte Grenzwerte können einem Betrieb zugestanden werden, wenn trotz Einhalten des Standes der Technik die vorgesehenen Grenzwerte nicht oder nur mit unverhältnismässigem Aufwand erreicht werden können. In diesem Fall muss der Betrieb den entsprechenden Nachweis erbringen.*

#### **Art. 9 Abwasser besonderer Herkunft**

- <sup>1</sup> Verschmutztes Abwasser, das ausserhalb des Bereichs der öffentlichen Kanalisationen anfällt und für das weder die Einleitung in ein Gewässer, noch die Versickerung, noch die Verwertung zusammen mit Hofdünger (Art. 12 Abs. 4 GSchG) zulässig ist, muss in einer abflusslosen Grube gesammelt und regelmässig einer zentralen Abwasserreinigungsanlage oder einer besonderen Behandlung zugeführt werden.

*Wird in erster Linie bei kleineren, entlegenen Betrieben angewandt.*

#### **Art. 10 Verbot der Abfallentsorgung mit dem Abwasser**

Es ist verboten:

- a. feste und flüssige Abfälle mit dem Abwasser zu entsorgen, ausser wenn dies für die Behandlung des Abwassers zweckmässig ist;

### **Anhang 3.2**

#### **Einleitung von Industrieabwasser in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation**

##### **1 Begriff und Grundsätze**

- <sup>1</sup> Wer Industrieabwasser ableitet, muss bei Produktionsprozessen und bei der Abwasserbehandlung die nach dem Stand der Technik notwendigen Massnahmen treffen, um Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden. Insbesondere muss er dafür sorgen, dass:
  - a. so wenig abzuleitendes Abwasser anfällt und so wenig Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, abgeleitet werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist;
  - b. nicht verschmutztes Abwasser und Kühlwasser getrennt von verschmutztem Abwasser anfällt;
  - c. verschmutztes Abwasser weder verdünnt noch mit anderem Abwasser vermischt wird, um die Anforderungen einzuhalten; die Verdünnung oder Vermischung ist erlaubt, wenn dies für die Behandlung des Abwassers zweckmässig ist und dadurch nicht mehr Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, abgeleitet werden als bei getrennter Behandlung.
- <sup>2</sup> Er muss bei der Einleitung des Abwassers in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation am Ort der Einleitung einhalten:
  - a. die allgemeinen Anforderungen nach Ziffer 2; und
  - b. für Abwasser aus bestimmten Branchen die besonderen Anforderungen für bestimmte Stoffe nach Ziffer 3.
- <sup>3</sup> Wenn der Inhaber des Betriebes nachweist, dass er die nach dem Stand der Technik erforderlichen Massnahmen nach Absatz 2 getroffen hat und dass die Einhaltung der allgemeinen Anforderungen nach Ziffer 2 unverhältnismässig wäre, legt die Behörde weniger strenge Werte fest.



- 4 Wenn die nach dem Stand der Technik nach Absatz 2 erforderlichen Massnahmen ermöglichen, strengere Anforderungen als diejenigen nach den Ziffern 2 und 3 einzuhalten, kann die Behörde aufgrund der Angaben des Betriebsinhabers und nach dessen Anhörung strengere Werte festlegen.
- 5 Wenn die Ziffern 2 und 3 für bestimmte Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, keine Anforderungen enthalten, so legt die Behörde in der Bewilligung auf Grund des Standes der Technik die erforderlichen Anforderungen fest. Sie berücksichtigt dabei internationale oder nationale Normen, vom BAFU veröffentlichte Richtlinien oder von der betroffenen Branche in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitete Normen.
- 6 Wenn Industrieabwasser, das auch kommunales Abwasser (Anh. 3.1) oder anderes verschmutztes Abwasser (Anh. 3.3) enthält, in ein Gewässer eingeleitet wird, legt die Behörde die Anforderungen in der Bewilligung so fest, dass mit dem Abwasser gesamthaft nicht mehr Stoffe eingeleitet werden, die Gewässer verunreinigen können, als dies bei getrennter Behandlung und Einhaltung der entsprechenden Anhänge der Fall wäre.

#### Ziffer 2a Allgemeine Anforderungen (Ausschnitt)

Nr.	Parameter	Anforderungen an die Einleitung in Gewässer	Anforderungen an die Einleitung in die öffentliche Kanalisation
1	pH-Wert	6,5 bis 9,0	6,5 bis 9,0; Abweichungen sind bei ausreichender Vermischung in der Kanalisation zulässig.
2	Temperatur	Höchstens 30 °C. Die Behörde kann kurzfristige, geringfügige Überschreitungen im Sommer zulassen.	Höchstens 60 °C. Die Temperatur in der Kanalisation darf nach der Vermischung höchstens 40 °C betragen.
3	Durchsichtigkeit (nach Snellen)	30 cm	-
4	Gesamte ungelöste Stoffe	20 mg/l	-

*In diesem Artikel wird festgehalten, dass*

- 1. Betriebe angehalten werden, so wenig Abwasser und schädliche Stoffe wie nur möglich entstehen zu lassen,*
- 2. nicht verschmutztes Abwasser aus der Kühlung getrennt behandelt werden soll,*
- 3. ein Verdünnungsverbot für Abwasser gilt, wenn durch die Mischung von wenig verschmutztem Abwasser mit stärkerem verschmutztem Abwasser die Grenzwerte für die Einleitung in die Kanalisation und Gewässer erreicht werden soll.*

*Wenn der Inhaber des Betriebes nachweist, dass er die erforderlichen Massnahmen zum **Stand der Technik** getroffen hat und die obgenannten Anforderungen unverhältnismässig wären, so legt die Behörde weniger strenge Grenzwerte fest. Wenn jedoch die nach dem **Stand der Technik** erforderlichen Massnahmen ermöglichen, strengere Anforderungen einzuhalten, kann die Behörde strengere Werte festlegen.*

*Die Bewilligung für die Einleitung von Industrieabwasser wird grundsätzlich durch die kantonale Behörde erteilt. Der Betrieb erhält damit die Bestätigung, dass die vorgesehenen Massnahmen im gesetzlichen Rahmen liegen. Sofern keine Störungen auf der ARA usw. dazu Anlass geben, ist er damit bis zu einem bestimmten Grad vor ständig neuen Forderungen durch die Behörde oder andere Akteure „geschützt“ (Rechtssicherheit). Im Weiteren erhält er mit der Bewilligung die Auflagen, die für seinen Fall „massgeschneidert“ sind.*

*Nebenbei: Das Fehlen von Grenzwerten für einzelne Parameter bedeutet auf keinen Fall, dass die entsprechenden Abwässer ohne Einschränkungen in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden dürfen! Der Betrieb der ARA darf durch Industrieabwasser in keiner Art gestört werden. Wo Grenzwerte fehlen, kann die kantonale Behörde verlangen, dass die entsprechenden Stoffe gemäss **Stand der Technik** behandelt werden müssen. Alternativ kann die kantonale oder kommunale Behörde selbst einen Grenzwert festlegen.*

### **Anhang 3.3**

#### **Einleitung von anderem verschmutztem Abwasser in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation**

##### **1 Allgemeine Anforderungen**

- 1** Für anderes verschmutztes Abwasser als kommunales Abwasser oder Industrieabwasser legt die Behörde die Anforderungen an die Einleitung auf Grund der Eigenschaften des Abwassers, des Standes der Technik und des Zustandes des Gewässers im Einzelfall fest. Sie berücksichtigt dabei internationale oder nationale Normen, vom BAFU veröffentlichte Richtlinien oder von der betroffenen Branche in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitete Normen.
- 2** Als anderes verschmutztes Abwasser gilt auch verschmutztes Niederschlagswasser, das von bebauten oder befestigten Flächen abfließt und nicht mit anderem verschmutztem Abwasser vermischt ist.
- 3** Damit für verschmutztes Abwasser aus Branchen, Prozessen und Anlagen der Stand der Technik eingehalten ist, müssen mindestens die Anforderungen nach Ziffer 2 eingehalten sein; numerische Anforderungen gelten am Ort der Einleitung.

## 2 Besondere Anforderungen

### 21 Durchlaufkühlung

- <sup>1</sup> Anlagen mit Durchlaufkühlung sind so zu planen und zu betreiben, dass die Wärme soweit möglich zurückgewonnen wird.
- <sup>2</sup> Der Gelöste organische Kohlenstoff (DOC) darf im Kühlwasser um höchstens 5 mg/l DOC erhöht werden.
- <sup>3</sup> Werden dem Kühlwasser Stoffe zugegeben, die Gewässer verunreinigen können (z.B. Biozide), sind für diese Stoffe Anforderungen an die Einleitung festzulegen.
- <sup>4</sup> Für Einleitungen in Fließgewässer und Flusstau gilt zudem:
  - a. Die Temperatur des Kühlwassers darf höchstens 30 °C betragen; die Behörde kann kurzfristige, geringfügige Überschreitungen im Sommer zulassen.
  - b. Die Aufwärmung des Gewässers darf gegenüber dem möglichst unbeeinflussten Zustand höchstens 3 °C, in Gewässerabschnitten der Forellenregion höchstens 1,5 °C, betragen; dabei darf die Wassertemperatur 25 °C nicht übersteigen.
  - c. Das Einlaufbauwerk muss eine rasche Durchmischung gewährleisten.
  - d. Das Gewässer darf nur so schnell aufgewärmt werden, dass keine nachteiligen Auswirkungen für Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen entstehen.
- <sup>5</sup> Für Einleitungen in Seen sind zusätzlich zu den Anforderungen nach den Absätzen 1-3 die Einleitungsbedingungen, insbesondere die Temperatur des Kühlwassers, die Einleitungstiefe und die Einleitungsart, entsprechend den örtlichen Verhältnissen im Einzelfall festzulegen.
- <sup>6</sup> Bei Einleitungen in die öffentliche Kanalisation gilt zusätzlich zu den Anforderungen nach den Absätzen 1-3, dass die Temperatur des eingeleiteten Abwassers höchstens 60 °C und die Temperatur in der Kanalisation nach Vermischung höchstens 40 °C betragen darf.

### 22 Kreislaufkühlung

- <sup>1</sup> Bei der Einleitung von Abschlämmwasser aus Kreislaufkühlung in ein Gewässer dürfen die folgenden Werte nicht überschritten werden:
  - a. Temperatur: 30 °C;
  - b. Gesamte ungelöste Stoffe: 40 mg/l;
  - c. Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC): 10 mg/l.
- <sup>2</sup> Werden dem Kühlwasser Stoffe zugegeben, die Gewässer verunreinigen können, sind für diese Stoffe Anforderungen festzulegen.

### 7.1.3 Hygieneverordnung

#### Art. 17 Hygieneverordnung

- <sup>1</sup> Wasser, das zur Verarbeitung oder zur Verwendung als Zutat aufbereitet wird, darf für das betreffende Lebensmittel keine mikrobiologische, chemische oder physikalische Gefahrenquelle darstellen und muss den Anforderungen an Trinkwasser entsprechen.

*Dieser Artikel ist sehr scharf formuliert und lässt wenig Spielraum für die Verwendung von aufbereitetem Abwasser in der Verarbeitung von Lebensmitteln.*

*Problematisch ist, wenn beispielsweise für eine Vor- oder Kaskadenwäsche Wasser ohne Trinkwasserqualität in Kontakt mit dem Produkt kommt. In der Praxis wird dieser Artikel aber weniger streng gehandhabt. Sogar das Bundesamt für Gesundheit (BAG) stellt sich auf den Standpunkt, dass das Wasserrecycling beim Waschen nicht gegen den Artikel 17 der Hygieneverordnung verstösst. In einem solchen Fall muss der Verarbeiter allerdings die Verantwortung für die Produktequalität übernehmen. Deshalb sollte vor der Wiederverwendung von Prozessabwasser neben den Umweltbehörden auch Fachstellen in der Lebensmittelsicherheit und erfahrene Anlagenbauer beigezogen werden.*

### 7.1.4 Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)

#### Art. 1 Zweck

Diese Verordnung soll:

- a. Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften sowie die Gewässer, den Boden und die Luft vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen schützen, die durch Abfälle erzeugt werden;
- b. die Belastung der Umwelt durch Abfälle vorsorglich begrenzen;
- c. eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Rohstoffe durch die umweltverträgliche Verwertung von Abfällen fördern.

*Biologisch abbaubare Abfälle wie Rüstabfälle dürfen nicht verbrannt, sondern müssen stofflich verwertet werden.*

#### Art. 3 Begriffe

In dieser Verordnung bedeuten:

- m. Stand der Technik: der aktuelle Entwicklungsstand von Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der:
  - <sup>1</sup> bei vergleichbaren Anlagen oder Tätigkeiten im In- oder Ausland erfolgreich erprobt ist oder bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurde und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen oder Tätigkeiten übertragen werden kann, und
  - <sup>2</sup> für einen mittleren und wirtschaftlich gesunden Betrieb der betreffenden Branche wirtschaftlich tragbar ist.

*Ein Knackpunkt ist der Nachweis, weil sich der Stand der Technik stetig ändert. Der VSA (Verband Schweizerischer Abwasserfachleute) bietet Unterstützung dazu.*

**Art. 9 Vermischungsverbot**

Abfälle dürfen nicht mit anderen Abfällen oder mit Zuschlagstoffen vermischt werden, wenn dies in erster Linie dazu dient, den Schadstoffgehalt der Abfälle durch Verdünnen herabzusetzen und dadurch Vorschriften über die Abgabe, die Verwertung oder die Ablagerung einzuhalten.

**2. Abschnitt: Vermeidung von Abfällen****Art. 11**

- <sup>2</sup> Wer Produkte herstellt, muss die Produktionsprozesse nach dem Stand der Technik so ausgestalten, dass möglichst wenig Abfälle anfallen und die anfallenden Abfälle möglichst wenig Stoffe enthalten, welche die Umwelt belasten.

*Auch hier besteht eine Diskrepanz zwischen dem Wunsch des Kunden nach absolut einwandfreien Produkten und dem Gebot, Abfälle zu vermeiden.*

**3. Abschnitt: Verwertung von Abfällen****Art. 12 Allgemeine Verwertungspflicht nach dem Stand der Technik**

- <sup>1</sup> Abfälle sind stofflich oder energetisch zu verwerten, wenn eine Verwertung die Umwelt weniger belastet als:
- a. eine andere Entsorgung; und
  - b. die Herstellung neuer Produkte oder die Beschaffung anderer Brennstoffe.
- <sup>2</sup> Die Verwertung muss nach dem Stand der Technik erfolgen.

**Art. 14 Biogene Abfälle**

- <sup>1</sup> Biogene Abfälle sind rein stofflich oder durch Vergären zu verwerten, sofern:
- a. sie sich aufgrund ihrer Eigenschaften, insbesondere ihrer Nährstoff- und Schadstoffgehalte, dafür eignen;
  - b. sie separat gesammelt wurden; und
  - c. die Verwertung nicht durch andere Vorschriften des Bundesrechts untersagt ist.
- <sup>2</sup> Biogene Abfälle, die nicht nach Absatz 1 verwertet werden müssen, sind so weit wie möglich und sinnvoll rein energetisch zu verwerten oder in geeigneten Anlagen thermisch zu behandeln. Dabei ist deren Energiegehalt zu nutzen.

## 7.2 Entsorgung von festen und *flüssigen Abfällen*

Die Frage, ob die Entsorgung via Schmutzwasser-Kanalisation (ARA), als Sonder- oder als Siedlungsabfall erfolgen soll, ist nicht immer einfach. Folgende Grundregeln können als Richtschnur verwendet werden:

Eine Klassierung als **Abwasser** bedeutet nicht, dass dieses ohne weiteres abgeleitet werden darf. Es sind die Vorschriften der Gewässerschutzverordnung zu beachten. Fallweise muss das Abwasser nach dem *Stand der Technik* vorbehandelt werden.

Eine Klassierung als **Abfall** bedeutet nicht zwingend, dass dieser Stoff nicht auf eine ARA gebracht werden darf. Manchmal ist auf der ARA ein gezielter Einsatz als Nährstoff, als Kohlenstoffquelle oder zur Biogasgewinnung möglich und sinnvoll. Solche „Spezialbewilligungen“ sind nur auf kommunaler und kantonaler Ebene und unter Berücksichtigung der Bestimmungen von Art. 10 GSchV möglich. Eine Ableitung von festen Abfällen via Kanalisation ist jedoch generell nicht gestattet.

## 7.3 Feste Abfälle

Feste organische Abfälle werden in Vergärungsanlagen zu Biogas umgewandelt, zu Kompostieranlagen gebracht oder an Tiere verfüttert. Falls die Abfälle direkt als Dünger auf die Felder gebracht werden, gelten die Anforderungen der VVEA.

Ebenfalls berücksichtigt werden muss die VVEA bei der Entsorgung oder Deponierung von mineralischen Feststoffen.

## 8. Glossar

**Abschlammwasser:** Bei der Kreislaufkühlung muss zur Verhinderung von Korrosion, Biofilmen und Ablagerungen das Kühlwasser periodisch erneuert werden. Dies nennt sich Abschlamm. Abschlammwasser kann Biozide, Korrosionsschutzmittel, Härtestabilisatoren und/oder Inhibitoren enthalten und muss je nach Konzentration in die öffentliche Schmutzwasser-Kanalisation entsorgt werden. Bei leichten Verschmutzungen ist das Einleiten in die Gewässer gestattet.

**Abwasser:** Bezeichnet nach Art. 4 GschG „das durch häuslichen, industriellen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch veränderte Wasser, ferner das in der Kanalisation stetig damit abfließende sowie das von bebauten oder befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser“. Abwasser muss nicht zwingend verunreinigt sein.

**Anderes Abwasser:** Bezeichnet nach Anhang 3.3 GSchV das Abwasser, welches weder kommunales noch industrielles Abwasser ist und für dessen Ableitung in die Gewässer oder in die Kanalisation spezifische Anforderungen festgelegt wurden. Anderes Abwasser gehört nicht in die Kategorie Industrieabwasser wie sie in 3.2 GSchV definiert wird. Als Andere Abwasser gelten beispielsweise verschmutztes Niederschlagswasser, Prozessabwasser wie Kühlwasser oder Baustellenwasser.

**ARA:** Steht als Abkürzung für eine Abwasserreinigungsanlage oder umgangssprachlich Kläranlage. Sie bereitet das Abwasser in mehreren Stufen auf, bevor dieses in ein Gewässer eingeleitet werden kann. Sie werden von der öffentlichen Hand betrieben.

**AVA:** Steht für Abwasservorbehandlungsanlage. Können die Einleitbedingungen in die Kanalisation nicht eingehalten werden, muss eine Abwasservorbehandlung eingesetzt werden. Auch ausserhalb von gesetzlichen Anforderungen lohnt sich in der Regel eine Vorbehandlung des Abwassers um Abwasserfrachten zu reduzieren und ARA-Abwassergebühren zu sparen. Ein Vorteil ist es, wenn vorbehandeltes Abwasser aus einer AVA im Betrieb weiter genutzt werden kann. Eine AVA ist häufig auf ein aus dem Betrieb spezifischen Prozessabwasser ausgerichtet.

**Bandfilterpresse:** Eine Bandfilterpresse dient der Abtrennung von Feststoffen aus flüssigen Medien und besteht aus verschiedenen Rollen welche von einem langen, feinen Filtrationstuch durchlaufen werden. Mit einer Bandfilterpresse kann jeglicher Schlamm entwässert werden.

**BAFU:** Das BAFU ist das Bundesamt für Umwelt. Es ist eine Umweltschutzbehörde und gehört zum Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK.

**Benchmarking:** Bezeichnet die vergleichende Analyse von Ergebnissen oder Prozessen mit einem festgelegten Bezugswert oder einem Vergleichsprozess. Im betrieblichen Umweltschutz können die in einem Betrieb erhobenen Kennzahlen mit Benchmarks verglichen werden, um herauszufinden, wie weit eine Anlage im Vergleich zu derjenigen nach Stand der Technik arbeitet (z. Bsp. Wasserverbrauch pro kg hergestellter Beutelsalat, CSB pro Liter Abwasser aus der Karottenschälung).

**Bepflanzte Bodenfilter:** Bei den bepflanzten Bodenfiltern, auch Wurzelraumkläranlagen genannt, fließt Abwasser durch einen mit Schilfwurzeln durchwachsenen Boden. Auf der Wurzeloberfläche sammelt sich ein Biofilm an, welcher das Abwasser reinigt. Auch andere Pflanzen als Schilf eignen sich für eine Abwasserreinigung über bepflanzte Bodenfilter.

**Biofilmsysteme:** Bei den Biofilmsystemen wird eine Schleimschicht (Biofilm), welche Mikroorganismen (Pilze, Algen, Bakterien u.a.) als Schutz, Behausung und für den Nährstoff- und Gasaustausch ausbilden, für die Reinigung von Abwässern genutzt. Die Mikroorganismen entnehmen den Abwässern, welche den Biofilm umfliessen, Nährstoffe. Auf diese Weise wird das Abwasser von biologisch abbaubaren Substanzen befreit. Siehe auch Tropfkörper- und Tauchtropfkörperverfahren.

**CIP:** Steht für „Cleaning –in-Place“ und bezeichnet ein Verfahren zur automatisierten Reinigung von Anlagen in der Lebensmittel- und in der Pharmaindustrie (Kessel, Wannen, Tanks, Leitungen, Schläuche u.a.).

**Convenience Food:** Convenience Food steht für „bequemes Essen“ und bezeichnet vorgefertigte Lebensmittel, die genussfertig sind oder in Haushalten mit einfachen, modernen Methoden (Backofen, Mikrowellenherd) aufbereitet werden können. Bei Convenience Food bildet die Packung einen Teil des Endprodukts (Beutelsalat, Menüs in unterteilten Kunststoffschalen).

**CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf):** Sauerstoffmenge, welche durch die chemische Oxidation der organischen Schmutzstoffe in einem Abwasser verbraucht wird. Der CSB ist ein Mass für die organische Verschmutzung, welche eine messbare Sauerstoffzehrung in einem Gewässer oder in der biologischen Stufe in einer ARA hervorruft.

**Fällung:** Unter Fällung versteht man die Bildung schwerlöslicher oder weitgehend unlöslicher Verbindungen aus unerwünschten gelösten Stoffen. Bei einem Fällungsprozess werden dem Abwasser Fällmittel zugegeben (zumeist  $\text{Fe}^{3+}$ ), welche die Aufgabe haben, an gelöste Stoffe anzuhafte und diese zu beschweren. Durch anschliessende Sedimentation oder Filtration können die Stoffe aus dem Abwasser entfernt werden. Oft entstehen bei einer Fällung nur feinflockige oder feindisperse Stoffe. Eine Abtrennung dieser Fällprodukte durch Sedimentation oder Filtration erweist sich dann als sehr aufwendig oder undurchführbar. In solchen Fällen kann mit einer Flockung (s. unten) nachgebessert werden.

**Filtration:** Durch Filtration können Grob- und Feststoffe (auch Flocken, s. unten) aus dem Abwasser entfernt werden. Als Filtermedium dienen Sandschichten (Sandfilter) oder Gewebe (Tuchfilter, Bandfilter).

**Flockung:** Durch Zugabe von Flockungshilfsmitteln (zumeist Polymere) mit anschliessender Durchmischung können feine Feststoffe, aber auch einzelne gelöste Stoffe in grössere Flocken zusammengebracht werden. Sind die Bestandteile einmal als Flocken vorhanden, so können diese vom Wasser abgetrennt werden. Als Abtrennungsverfahren können Sedimentationen oder Flotationen eingesetzt werden. Häufig ergänzen Flockungen Fällungsprozesse in ihrer Reinigungswirkung.

**Flotation:** Durch die Zugabe von Luftblasen in einem von Abwasser durchflossenen Behälter können leichte Flocken an die Oberfläche geschwemmt werden. Dort bilden die Flocken einen Schwimmschlamm, der mittels eines Skimmers periodisch abgetrennt werden kann.

**Flüssiger Abfall:** Generell wird unter dem Begriff Abfall ein fester Stoff verstanden, dessen man sich entledigen will oder der im öffentlichen Interesse entsorgt werden muss (Art. 7 USG). Tatsächlich kann ein Abfall auch flüssig sein. Bei dickflüssigen Abwässern mit biologisch abbaubaren Inhaltsstoffen liegt die Grenze bei einem CSB von 10'000 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ . Ab diesem Wert gilt ein Abwasser als flüssiger Abfall.



**Genussfertig:** Die genussfertigen Lebensmittel sind, wie der Name sagt, bereit zum Verzehr. Genussfertige Lebensmittel müssen höchstens noch aufgekocht oder sonst wie erwärmt werden. Beispiele sind Fertigménüs oder Beutelsalate. Bei der Herstellung genussfertiger Produkte bestehen die strengsten lebensmittelhygienischen Anforderungen.

**Kammerfilterpresse:** Eine Kammerfilterpresse ist ein Druckfilter zur Schlammentwässerung. Dabei werden die zwischen Filterplatten bestehenden Räume mit flüssigem Schlamm beschickt und die Platten – ähnlich einer Handorgel – zusammengepresst. Kammerfilterpressen sind kostengünstig und effektiv, können jedoch nicht automatisch betrieben werden (manuelle Bedienung).

**Küchenfertig:** Küchenfertige Lebensmittel müssen in einer Küche noch weiterverarbeitet werden. Sie sind heute vielfach schon gewaschen, gerüstet und geschnitten. Beispiele sind rohe Kartoffeln oder ungerüstete Karotten in Schlauchbeuteln oder Tiefkühl-Gemüse.

**Leuchtbakterientest:** Der Leuchtbakterientest ist ein Toxizitätstest, in dem marine Leuchtbakterien einem Abwasser ausgesetzt werden. Die Lichtstärke, welche die Bakterien in der Lösung emittieren, ist ein Indiz dafür, ob das Abwasser einen toxischen bzw. störenden Effekt auf Bakterien aufweist.

**Membrantechnik:** Umfasst alle Verfahren zur Abtrennung von Stoffen aus flüssigen Medien mittels wasserdurchlässigen Membranen. Das zu filtrierende Wasser wird mit hohen Drücken durch die Membranen gepresst. Durch Ultra- oder Nanofiltrationen können Proteine oder sogar Viren entfernt werden. Weil für das Hindurchpressen des Abwassers hohe Drücke nötig sind, benötigen die Anlagen sehr viel Energie. Membrantechnik ist nur für die Reinigung von gering verschmutztem (allenfalls vorgefiltertem) Abwasser geeignet, da die Poren in der Membran leicht verstopfen. Die Technik eignet sich vor allem dann, wenn in der Produktion grosse Mengen an hygienisch einwandfreiem Wasser benötigt werden.

**Mesophile Faulanlagen:** Eine mesophile Faulung nennt man einen kontrollierten Faulungs- bzw. Gärungsprozess bei 20°C – 45°C (**anaerob, d.h. unter Sauerstoffausschluss**). In kommunalen Kläranlagen werden frisch angefallene Schlämme in eine mesophile Faulanlage gegeben. Durch den bei kontrollierten Temperaturen (meist 35 – 38°C) stattfindenden Faulprozess wird der Schlamm ausgefault. Dabei entsteht energiereiches Methangas („Biogas“).

**Mikrosiebanlage:** Mikrosiebanlagen dienen, wie Rechen oder Trommelsiebe, dem Entfernen von grösseren Fest- und Schwimmstoffen. Sie bestehen aus einem feinen Sieb, welches als Filterband über Umlenkrollen konstant im Kreis gefahren wird. Das zugeführte Abwasser wird in den Umlenkrollen durch das Filterband gepresst. Die im Abwasser enthaltenen Feststoffe werden im Filter zurückgehalten und entwässert. Der anfallende eingedickte Schlamm kann gesammelt und zum Beispiel zu Biogas verarbeitet werden.

**Organische Nährstoffe:** Stoffe, die von Lebewesen zu deren Lebenserhaltung aufgenommen und im Stoffwechsel verarbeitet werden.

**Polymere:** Ein Polymer bezeichnet einen chemischen Stoff, der aus mehreren organischen Makromolekülen besteht. Die Funktion eines Polymers ist, sich mittels elektrischer Ladung mit anderen Partikeln zu verbinden damit grössere, zusammenhängende Flocken zu bilden. Nicht jedes Polymer ist für jedes Abwasser geeignet, weshalb Versuche gefahren werden müssen, um das richtige Produkt zu finden. Beim Einsatz von Polymeren muss zur genügenden Flockung vorgängig oft eine Fällung betrieben werden.

**Product Design:** Der Begriff beschreibt das Gestalten eines Produktes. Bei einer umweltkonformen Gestaltung werden alle Aspekte des Lebenszyklus (Gemüseproduktion, Transport, Lagerung, Verarbeitung, Konfektionierung, Entsorgung) einbezogen und versucht, in jedem einzelnen Prozess die Ressourcen- und Energieeffizienz – und ganz generell die Umweltbilanz – zu optimieren.

**Produktionsintegrierte / prozessintegrierte Verfahren:** Die beiden Begriffe werden in Zusammenhang mit Cleaner Production verwendet. *Produktionsintegrierte* Verfahren sorgen für eine weitgehende Wiedernutzung (Recyceln) von Ressourcen bei der Herstellung (z.B. Wasserkreislauf). *Prozessintegrierte* Verfahren beschreiben Herstellungsverfahren, bei denen bestimmte Ressourcen bzw. Hilfsstoffe von Anfang an minimiert werden oder gar nicht erst zum Einsatz kommen.

**Ressourcenbewirtschaftung:** Bis vor kurzem schienen Ressourcen wie Wasser und Energie unendlich zu sein und deren Preise hatten kaum einen markanten Einfluss auf die Produktionskosten. Die Erkenntnis über die Endlichkeit der Ressourcen und damit auch die Prognose für steigende Preise fordern Industrie- und Gewerbebetriebe auf, mit den Ressourcen sparsam umzugehen bzw. sie zu bewirtschaften. Gute Ressourcenbewirtschaftung senkt die Kosten für die aufgewendeten Ressourcen, führt zu geringeren Produktverlusten und drückt die Investitions- und Betriebskosten für Entsorgungsanlagen nach unten.

**Rieselstrom-Bioreaktor:** Bei einem Rieselstromverfahren wird in einem mit Füllkörper gefüllten Reaktor unter Zugabe von Luft Abwasser vorgereinigt. Der biologische Abbau im Reaktor findet durch einen Biofilm auf den Füllkörpern statt. Siehe auch Tropfkörper- und Tauchtropfkörperverfahren (unten).

**Sedimentationsanlagen:** In Sedimentationsanlagen werden Feststoffe oder Flocken durch eine beruhigte Strömung des Abwassers abgesetzt. Fällungsschemikalien können den Prozess unterstützen.

**Stand der Technik:** Der aktuelle Entwicklungsstand von Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der bei vergleichbaren Anlagen oder Tätigkeiten im In- oder Ausland erfolgreich erprobt ist oder bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurde und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen oder Tätigkeiten übertragen werden kann. Er muss für einen mittleren und wirtschaftlich gesunden Betrieb der betreffenden Branche wirtschaftlich tragbar sein (Art. 3 VVEA, s. Kap. 7.1.4). Berücksichtigt werden dabei internationale oder nationale Normen, vom BAFU veröffentlichte Richtlinien oder von der betroffenen Branche in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitete Normen (Anh. 3.3 Ziffer 1 GSchV).

**Stoffstromtrennung:** Erfassen und Trennen von einzelnen Abwasser- oder Abfall-Strömen, damit diese jeweils einem möglichst geeigneten Behandlungsverfahren zugeführt werden können. Kann gleichzeitig der Vermeidung von Abfällen, Abwässern sowie des Energieverbrauchs dienen als auch der Effizienzoptimierung (Kosteneinsparung). Beispiele: Abwasser aus der Salatwäsche als Giesswasser nutzen, Umwandlung von zuckerhaltigen Abwässern und Rüstabfällen zu Komposterde bzw. Biogas.

**Tropfkörper- und Tauchtropfkörperverfahren:** Diese klassischen Biofilmverfahren werden vor allem als Kleinkläranlagen im ländlichen Raum eingesetzt. Beim Tropfkörperverfahren fliesst Abwasser zumeist über eine Packung von Steinen. Eine natürliche Lüftung sorgt für eine ausreichende Zugabe von Sauerstoff, welche die Mikroorganismen für den Abbau der organischen Abwasserstoffe benötigen. Beim Tauchtropfkörperverfahren sind mit Biofilm überwachsene Scheiben oder Körper zur Hälfte in einem Abwasserbecken eingetaucht und werden über eine Achse gedreht. Der Biofilm wird damit abwechselnd im Abwasser eingetaucht oder der Luft ausgesetzt.

**Unverschmutztes Abwasser:** In Anlehnung an Art. 4 GSchG Abwasser, das ein Gewässer, in das es gelangt, nicht verunreinigt. Die kantonale Umweltbehörde beurteilt, ob ein bestimmtes Abwasser als unverschmutzt gilt. Unter den Begriff fällt beispielsweise Regenwasser, welches beim Überfliessen einer Oberfläche (z. Bsp. Glasdach) nicht verschmutzt wurde.

**Verarbeiter:** Die Verarbeiter kaufen pflanzliche Nahrungsmittel von mehreren Vermarktern ein und stellen daraus genuss- und küchenfertige Produkte her, welche an Grossverteiler oder Gastrobetriebe verkauft werden. Viele Verarbeiter produzieren auch selbst landwirtschaftliche Produkte.

**Vermarkter:** Die Vermarkter kaufen die Produkte von Gemüseproduzenten, also Landwirten auf. Die Landwirte bringen dabei ihre Ware direkt zu den Vermarktern. Vermarkter bilden damit eine zentrale Sammelstelle, wo sie die Waren je nach Bedürfnis selbst verarbeiten oder weiterverkaufen (Verarbeiter, Grossverteiler, Gastrobetriebe u.a.). Viele Vermarkter produzieren auch selbst landwirtschaftliche Produkte.

**Verschmutztes Abwasser:** Bezeichnet Abwasser, welches ein Gewässer verunreinigen kann, falls es ohne Behandlung eingeleitet wird. Siehe auch unverschmutztes Abwasser.

**Virtuelles Wasser:** Stellt die tatsächlich für die Herstellung eines Produkts anfallende Wassermenge als umfassende Bilanz dar. Es wird dabei der gesamte Herstellungsprozess betrachtet, also beispielsweise der Wasserverbrauch für die Bewässerung von Mais, welcher seinerseits für die Fleischproduktion verfüttert wurde. Mit dem Import von 1kg Fleisch werden beispielsweise ca. 13 m<sup>3</sup> virtuelles Wasser "in die Schweiz eingeführt". Selbstverständlich kann die Menge an virtuellem Wasser auch für reine Inland-Produkte ermittelt werden.

**Waste Design:** Dieser Ausdruck umschreibt einen Planungsprozess, welcher bei der Herstellung auch die Art und Menge des Abfalls oder Abwassers einplant. Waste Design hat das Ziel, bei der Herstellung anfallende Abfälle oder Abwässer in eine Form zu bringen, die möglichst ökologisch und wirtschaftlich verwertet werden kann (bspw. Faulung von energiereichem Abwasser).

**Wirbelbettverfahren:** Bei diesem Verfahren zur Abwasserreinigung werden in einem belüfteten, mit Abwasser befüllten Reaktor leichte kleine Füllkörper in Schwebelage gehalten. Die Füllkörper sind mit einem Biofilm überwachsen. Dort findet eine biologische Abwasserreinigung statt.

**Zahn-Wellens-Test:** Anhand eines Zahn-Wellens-Test kann die biologische Abbaubarkeit eines industriellen Abwassers in der biologischen Stufe einer Kläranlage (ARA) abgeschätzt werden. Dazu wird das Abwasser mit dem Belebtschlamm der Kläranlage im Labor zusammengebracht und dessen Abbau unter normierten Bedingungen gemessen. Die Resultate zeigen, ob das Abwasser zu Störungen auf einer ARA führen kann. Falls ja, muss es auf andere Art entsorgt werden. Der Test wird innerhalb der EU-Norm als ISO 17025 bezeichnet.

## **ANHANG 1**

Maschinen- und Verfahrenseinsatz in den verschiedenen Verarbeitungsprozessen

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die einzelnen Prozesse und den Maschinen- und Verfahrenseinsatz sowie den Anfall von Festabfällen.

Tabelle 2 Übersicht der verwendeten Maschinen für die verschiedenen Verarbeitungsprozesse (Quelle: W. Koch)

Gemüse	Rüsten	Waschen	andere Prozesse	Festabfälle
<b>Nachtschattengewächse</b>				
Kartoffeln	-	Waschtrommel	Enterdung vor waschen, manchmal auch sortieren	Wascherde, Pflanzenteile
Tomaten	-	-		Abgangfrüchte*) oder Rispen
Peperoni	-	-		Abgangfrüchte
Aubergines	-	-		Abgangfrüchte
<b>Zwiebelgewächse</b>				
Lauch	Blätter entfernen und einkürzen, Wurzel mit Erde abschneiden	In Wasserbad und mit Brause		Blätter, Wurzeln, Erde
Knoblauch	Äussere, lose Schalen und trockene Blätter und Wurzeln entfernen	-	Kalibrieren **)	Trockene Schalen, Blätter, Wurzeln
Zwiebeln	Äussere, lose Schalen und trockene Blätter und Wurzeln entfernen	-	Kalibrieren	Trockene Schalen, Blätter, Wurzeln
Bundzwiebeln	Blätter entfernen und einkürzen, Wurzel mit Erde abschneiden	In Wasserbad und mit Brause		Blätter, Wurzeln, Erde
<b>Kohlarten/Kreuzblütler</b>				
Wirz	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz
Weisskohl	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz
Rotkohl	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz
Broccoli	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz
Rettich, Winterrettich	Blätter und Seitenwurzeln	Brause		Blätter und Strunkansatz
Radies	-	Brause		Wascherde
Kohlrabi	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz
Blumenkohl	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz
Chinakohl	Blätter und Strunkansatz entfernen	-		Blätter und Strunkansatz

\*) Abgangfrüchte: Durch Pflücken oder Lagerung beschädigte Früchte



















\*\*) Kalibrieren: Sortieren nach Grösse oder Gewicht

Gemüse	Rüsten	Waschen	andere Prozesse	Festabfälle
<b>Blattsalate</b>				
Salate	Blätter und Strunkansatz entfernen	Brause		Blätter und Strunkansatz
Chicorée (Brüsseler)	Blätter und Strunkansatz entfernen			Blätter und Strunkansatz
Spinat	Gelbe Blätter und Unkraut aussortieren	Brause		Gelbe Blätter und Unkraut
Nüsslisalat	Gelbe Blätter und Unkraut aussortieren	Brause		Gelbe Blätter und Unkraut
Rucola	Gelbe Blätter und Unkraut aussortieren	Brause		Gelbe Blätter und Unkraut
<b>Wurzelgemüse</b>				
Karotten, Pastinake	Rüsten mit Trommel	Waschtrommel, Bürste	Enterdung vor waschen	Wascherde, Pflanzenteile
Randen	Wurzelspitze und Blattansatz entfernen	Waschtrommel		Wurzelspitze und Blattansatz
Schwarzwurzeln	Wurzelspitzen und Blattansatz nachschneiden	Gewaschen angeliefert von Produzenten		Wurzelspitze und Blattansatz
Topinambur	nachscheiden	Waschtrommel		Pflanzenteile, Wascherde
Knollensellerie	Wurzeln und Blattansatz ab-/nachscheiden	Waschtrommel	Nochmaliges Rüsten nach Waschen	Wurzeln, Blattansatz, Erde
<b>Kürbisgewächse</b>				
Zucchetti	-	-	Über- und Untergrößen aussortieren	Fehlerhafte Früchte
Gurken	-	-	Über- und Untergrößen aussortieren	Fehlerhafte Früchte
Kürbis	Schnitze schneiden, Kernen entfernen	-		Kerngehäuse
<b>Kräuter</b>				
Petersilie	Blattstiele und gelbe Blätter entfernen	-		Blattstiele und gelbe Blätter
Schnittlauch	-	-		
<b>Andere</b>				
Buschbohnen	-	-	Bruchbohnen aussortieren	Bruchbohnen
Fenchel	Blätter und Strunkansatz entfernen	Brause		Blätter und Strunkansatz
Krautstiele	Blattansatz kürzen	-		Blattansatz
Rhabarber	Blattstiele und Stielansatz	-		Blattstiele und Stielansatz

## **ANHANG 2**

Abwasser- und Feststoffmengen je Prozess

Tabelle 3 Anfall von Abwasser und Festabfällen ausgewählter Prozesse (W. Koch)

		Abwasser	Festabfälle	Ressourcenbewirtschaftung
<b>Schälen mit Rollenschäler</b>				
		Menge: 0.01 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.4 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Abwasser: nicht wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: 0.01 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.4 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: 0.01 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.3 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: 0.01 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.3 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
<b>Waschen mit Trommelwäscher</b>				
		Menge: 2 l/kg Organische Belastung: gering Anorganische Belastung: hoch	Organisch (Pflanzenteile): 0.1 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.1 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: ca. 1.2 l/kg Organische Belastung: gering Anorganische Belastung: hoch	Organisch (Pflanzenteile): 0.1 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.1 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: ca. 2 l/kg Organische Belastung: gering Anorganische Belastung: hoch	Organisch (Pflanzenteile): 0.1 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.1 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: ca. 1.5 l/kg Organische Belastung: gering Anorganische Belastung: hoch	Organisch (Pflanzenteile): 0.1 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.1 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
<b>Schälen mit Messerschäler</b>				
		kein Abwasser, trockener Prozess	Organisch (Pflanzenteile): 0.4 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Festabfälle: vergärbar
		kein Abwasser, trockener Prozess	Organisch (Pflanzenteile): 0.2 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Festabfälle: vergärbar
		kein Abwasser, trockener Prozess	Organisch (Pflanzenteile): 0.2 kg/kg Anorganisch (Erde): -	Festabfälle: vergärbar
<b>Waschen im Wasserbad mit Brause</b>				
		Menge: 0.7-1.2 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.1 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.01 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: 1.5 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.2 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.15 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar
		Menge: 1 l/kg Organische Belastung: hoch Anorganische Belastung: gering	Organisch (Pflanzenteile): 0.02 kg/kg Anorganisch (Erde): 0.05 kg/kg	Abwasser: wieder nutzbar Festabfälle: vergärbar