

Leitfaden

Abwasser aus Gemüse verarbeitenden Betrieben



Inhaltsverzeichnis

1. An wen richtet sich dieser Leitfaden?	3
2. Warum braucht es diesen Leitfaden?	3
2.1 Ausgangslage	3
2.2 Ziele des Leitfadens	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	21
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 und erdigen Abwässern	29
6.5 Behandlung von Abwässern mit organischen Feststoffen	33
6.6 Behandlung von organischen Abfällen	35
6.7 Behandlung von Abwässern in der kommunalen ARA	35
7. Rechtsgrundlagen und Vorschriften	37
7.1 Einleitbedingungen in Kanalisation/ARA oder Gewässer	37
7.1.1 Gewässerschutzgesetz (GSchG)	37
7.1.2 Gewässerschutzverordnung (GSchV)	39
7.1.3 Hygieneverordnung	43
7.1.4 Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen	43
7.2 Entsorgung von festen und flüssigen Abfällen	45
7.3 Feste Abfälle	45
8. Glossar	46
ANHANG 1	51
ANHANG 2	54

1. An wen richtet sich dieser Leitfaden?

Dieser Leitfaden 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**), die Gemüse rüsten und waschen und dadurch **Abwasser** erzeugen. Auch Ingenieurbüros, Planern oder Interessierten soll sie eine Stütze sein.



Heute werden fast sämtliche Gemüsesorten über das ganze Jahr produziert oder importiert.

Foto: tbfpartner

2. Warum braucht es diesen Leitfaden?

2.1 Ausgangslage

In den letzten Jahren hat nicht nur die Gemüseproduktion 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 Gemüse-mischungen mit rohen oder vorgekochten Bestandteilen. Auch in den Hotellerie- und Gastronomiebetrieben hat dieser Trend Einzug gehalten.

* Die **grünen Wörter** werden im Glossar separat aufgeführt und erklärt.

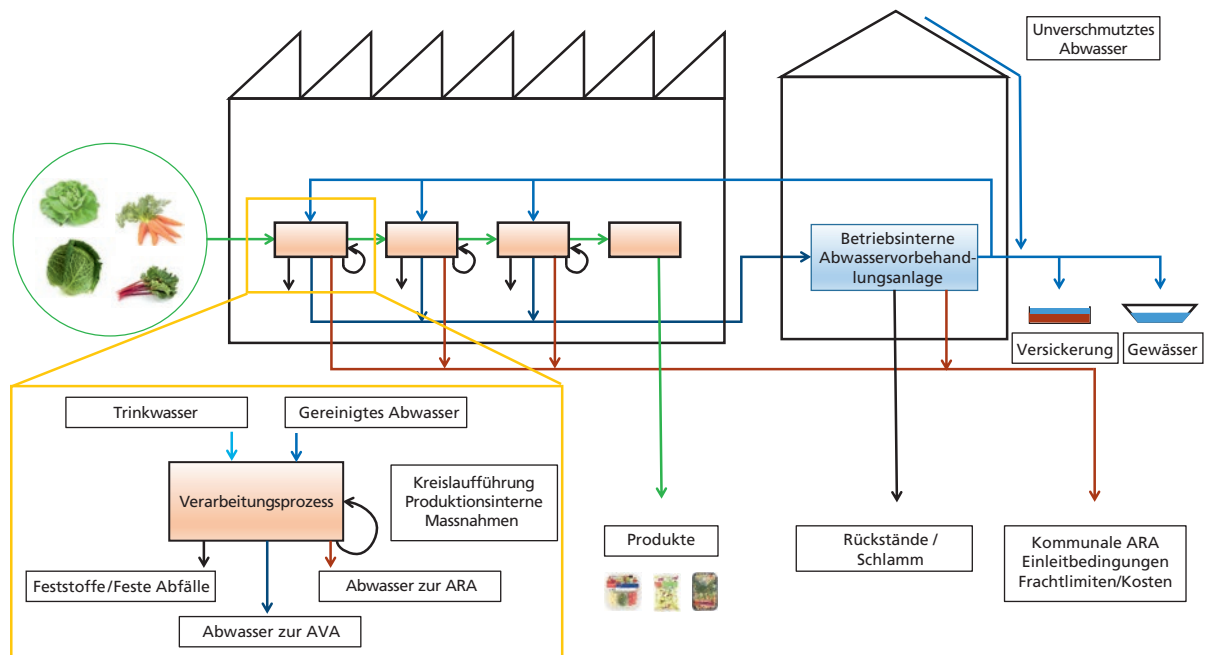


Abbildung 1:

Grafik: tbfpartner

Übersicht über die Abwässer und Abfälle sowie ihre möglichen Ströme; AVA: betriebsinterne Abwasser-Vorbehandlungsanlage; Blaue Pfeile: nicht oder nur leicht verschmutztes Abwasser; Braune Pfeile: verschmutztes Abwasser; Schwarze Pfeile: Feststoffe oder feste Abfälle



Abbildung 2:

Beispiele von Fertigprodukten

Fotos: tbfpartner

Früher schlossen Landwirte bzw. 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 diese 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, die mit Reinigungsmitteln belastet sind. Alle diese Abwässer müssen fachgerecht behandelt und entsorgt werden.

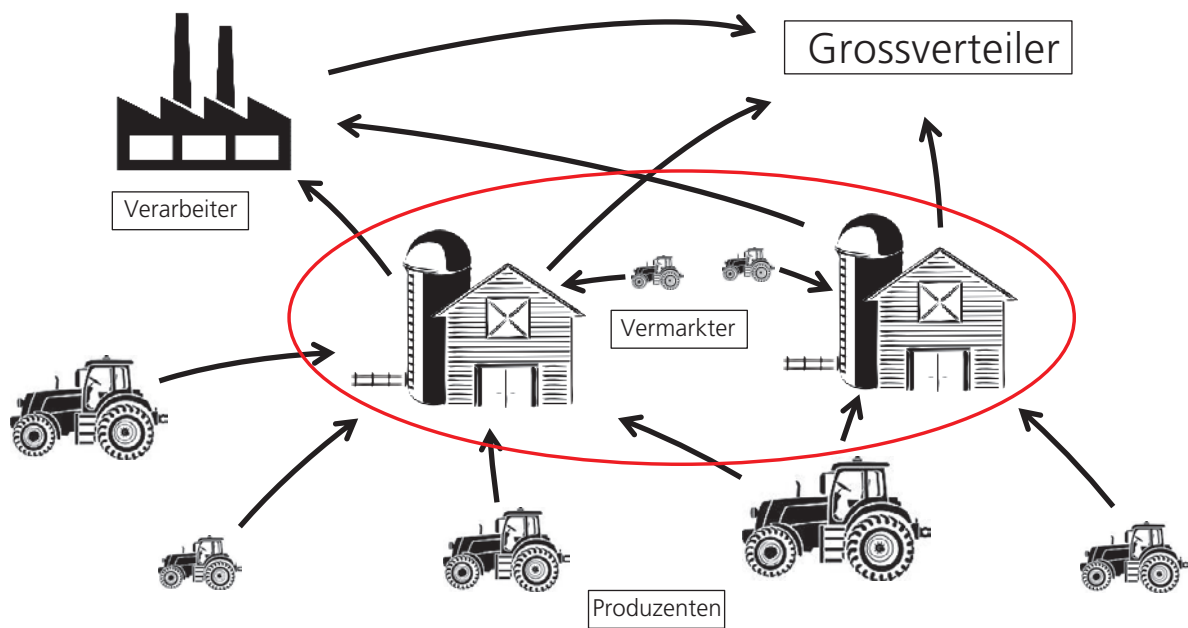


Abbildung 3:
Aufbau des Gemüsemarktes in der Schweiz

Grafik: tbfpartner



Abbildung 4:
Transport des Produktes vom Vermarkter zum Grossverteiler

Foto: tbfpartner

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 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 des Leitfadens

Dieser Leitfaden 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 eine geringe Menge **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 frischem Gemüse

Foto: tbfpartner

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 Gemüsesorten werden durch die Vermarktungsbetriebe in unterschiedlicher Qualität aufbereitet. Eine vollständige Verfahrenskette bis zum *küchen-* oder *genussfertigen* Produkt besteht zumeist aus den folgenden Prozessen.

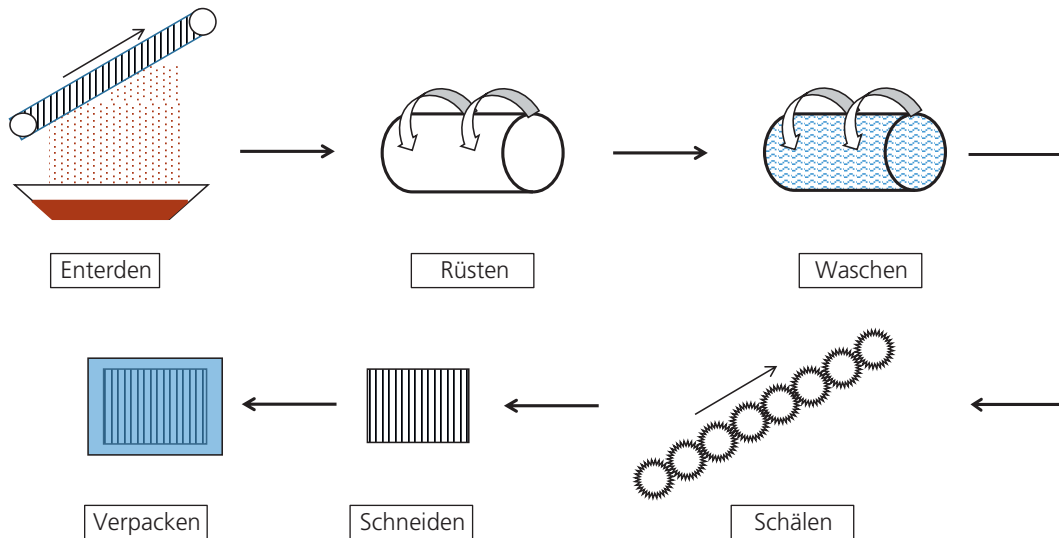


Abbildung 6:
Schema einer üblichen Verfahrenskette für Gemüseaufbereitung

Grafik: tbfpartner

Enterden

Einige Gemüsesorten 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:
Auf dem Rüttelband werden die Karotten enterdet.

Fotos: tbfpartner

Das Enterden sollte wasserlos erfolgen. Dadurch können problematische mineralische Abwässer vermieden werden. Da die anhaftende Erde sehr feucht sein kann, kann die wasserlose Enterungsleistung 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. Foto: tbfpartner

Beim manuellen Rüsten werden 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 (links Karotten in Waschtrommel) versus manuelles Waschen (rechts Lauch)

Fotos: tbfpartner

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 befördert und das Wasser in Gegenrichtung eingebracht. Trommelwaschen wird vor allem bei Wurzelgemüse angewendet.

Abspritzwaschen

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

Kaskadenwaschen

Beim Kaskadenwaschen wird eine Reihe von aufeinanderfolgenden Waschkompartimenten gebildet. In diesen Kompartimenten kann das Trommelwaschen oder das Abspritzwaschen zum Einsatz kommen. 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, das 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.

Das Kaskadenwaschen ist eine Massnahme, um den Trinkwasserverbrauch und die Abwassermenge zu vermindern. 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.

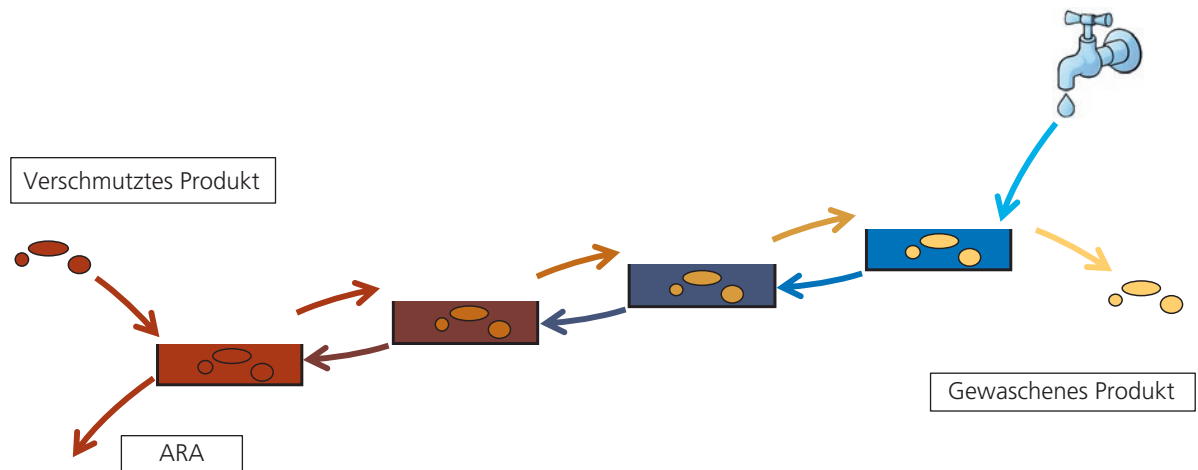


Abbildung 11:
Kaskadenwaschsystem am Beispiel der Kartoffeln. Die Kartoffeln durchlaufen die einzelnen Becken von unten nach oben, das Wasser jedoch von oben nach unten.

Schälen

Beim Schälen wird die Aussenhülle des Gemüses entfernt. Nicht jede Gemüsesorte wird geschält. Im Fall des maschinellen Schälen 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. Da muss die äusserste Blattschicht manuell entfernt werden.



Abbildung 12:
Maschinelles Schälen (links Karotten) versus manuell zu schälender Kohl (rechts)

Fotos: tbfpartner

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 (links Peperoni) versus manuelles Schneiden (rechts Salat)

Fotos: tbfpartner

Weitere Verarbeitungsprozesse

Damit sind Prozesse gemeint, die in diesem Merkblatt nicht vertieft behandelt werden wie das **Verpacken, 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**. Dabei werden die Produkte in einem heissen Wasserbad oder mit Dampf kurzzeitig der Hitze ausgesetzt. Das **Kochen** kann teilweise direkt im Wasserbad oder auch gänzlich ohne Wasserkontakt stattfinden (im verpackten Zustand).

Randen (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:
Garen unter direktem Kontakt mit Dampf (links Randen) versus Kochen in der Verpackung ohne direkten Kontakt vom Dampf mit dem Produkt (rechts Kartoffeln)

Fotos: tbfpartner

3.2 Gemüsesorten verbunden mit Verarbeitungsprozessen

Die folgende Tabelle 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
Nachtschattengewächse					
Kartoffeln		x	x	x	spülen
Tomaten	x	x		x	
Peperoni	x	x		x	
Aubergine		x			
Zwiebelgewächse					
Lauch	x	x		x	
Knoblauch	x	x			
Zwiebeln	x				
Bundzwiebeln	x	x	x	x	
Kohlarten/Kreuzblütler					
Wirsing		x		x	
Weisskohl		x		x	
Rotkohl		x		x	
Broccoli		x			
Rettich	x	x			
Radieschen		x			
Kohlrabi	x				
Blumenkohl	x				
Chinakohl	x				
Kräuter					
Petersilie	x				
Schnittlauch	x				
Blattsalate					
Salate	x	x		x	
Chicorée (Brüsseler)	x				
Nüsslisalat	x	x			
Rucola	x	x			
Wurzelgemüse					
Karotten, Pastinake	x	x	x	x	
Randen			x	x	garen
Schwarzwurzel	x	(x)			
Topinambur	x	x			
Knollensellerie	x	x	x		
Kürbisgewächse					
Zucchini		x		x	
Gurke			x	x	
Kürbis	x			x	
Andere					
Buschbohne	x				
Fenchel	x	x			
Krautstiel	x				
Rhabarber	x				

4. Charakterisierung von Abwasser

4.1 Definition von Abwasser

Schon im Moment, in dem Trinkwasser aus einem Wasserhahn oder einer Brause austritt, 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 (vgl. Kap. 7.1.1, Art. 4 und Art. 7 GSchG).

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

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) verbietet das Verdünnen von **Abwasser** durch **unverschmutztes Abwasser**, wenn dadurch die gesetzlich vorgegebenen Konzentrationen für die Einleitung in die Kanalisation bzw. in 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 2000–80 000 mg O₂/l auf. Beispielsweise kann das Garwasser von Renden einen **CSB** von 80 000 mg O₂/l erreichen. Diese organische Belastung bildet aufgrund ihres hohen Sauerstoffbedarfs beim biologischen Abbau ein Risiko für die kommunale **ARA** und nachfolgende Gewässer (vgl. auch Seite 6).

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 O₂/l gilt als **flüssiger Abfall** und darf nicht oder nur in Absprache mit der öffentlichen **ARA** in die Kanalisation eingeleitet werden. Die Trennung von **Abwasser** und **flüssigem 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.

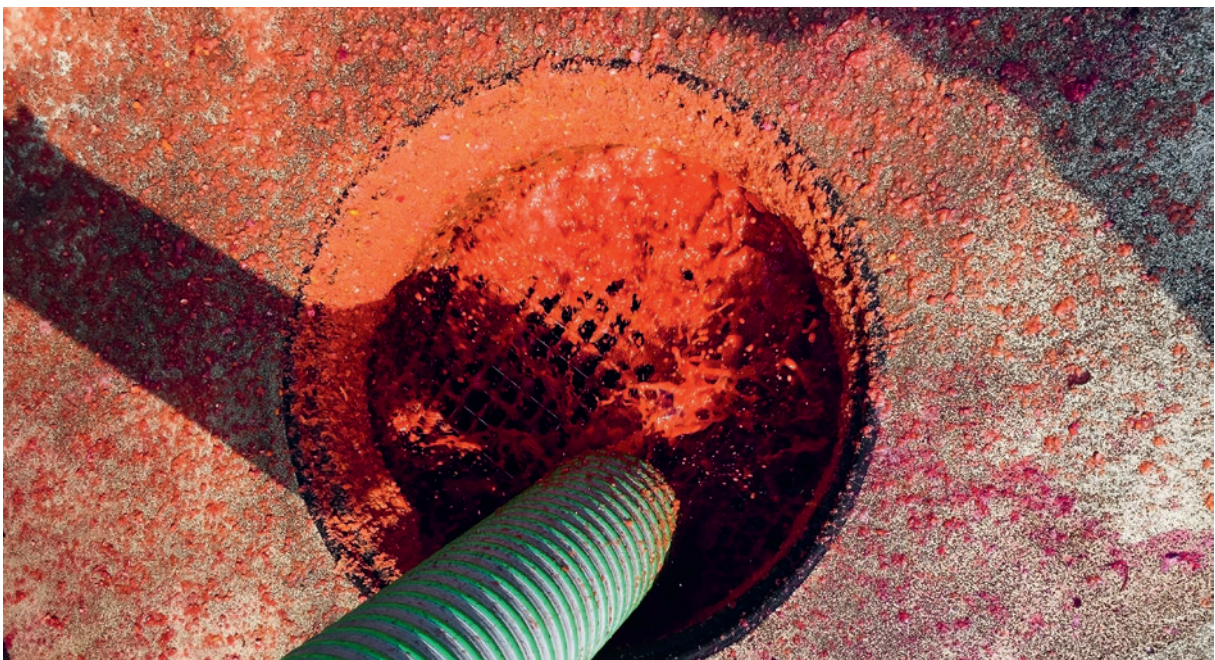


Abbildung 15:

Organisch hoch belastetes Abwasser bzw. flüssiger Abfall (hier: Garwasser aus der Randenproduktion) wird einer Vergärung zugeführt.

Foto: tbfpartner

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 leicht belastetes Abwasser

Waschen erfordert häufig viel Wasser. Wenn keine internen Rezirkulationen oder moderne wassersparende Waschverfahren genutzt werden, entsteht ein «dünnes», d. h. gering **verschmutztes Abwasser**.

Als typisches Beispiel gilt das Waschwasser von Salat, das 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, die 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:
Gerüsteter Salat wird im Brausebad gewaschen.

Foto: tbfpartner

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 enthalten. Die Vermischung von Erde und Wasser ergibt für die spätere Entsorgung ein ungünstiges Produkt. Eine vorgängige



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

Fotos: tbfpartner

Enterdung oder komplett wasserlose Reinigung vermag die Menge erdhaltiger Abwässer zu verringern.

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:

Foto: tbfpartner

Mit Tonmineralien durchsetztes Abwasser aus Karottenrüstanlagen: Diese Schmutzstoffe lassen sich mit Flockung und Fällung nur schlecht absetzen.

Abwasser aus der Raum- und Gerätereinigung

In Gemüse verarbeitenden Betrieben werden Gerätschaften und Räume meistens mit Reinigungs- und Desinfektionsmitteln gesäubert. 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.

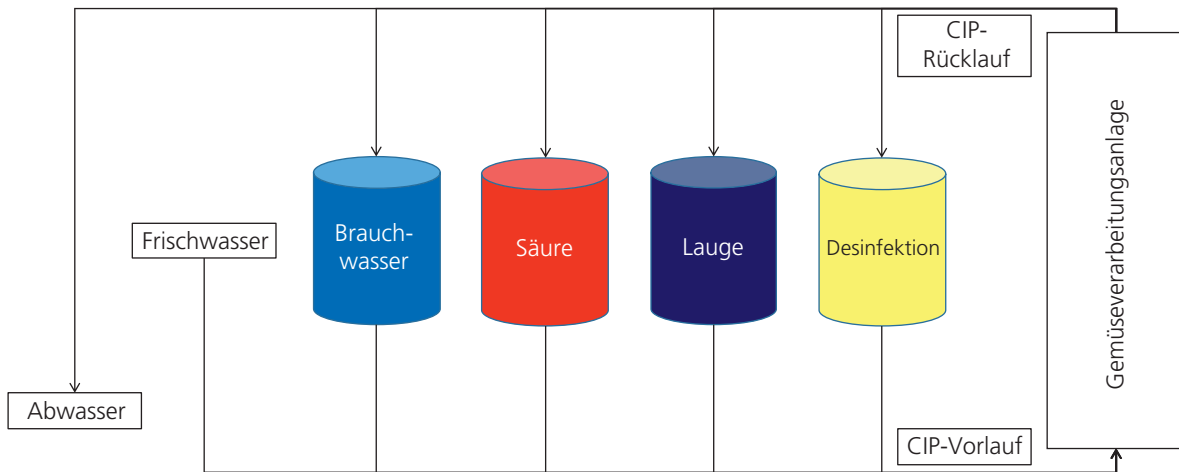


Abbildung 19:
Schematischer Ablauf einer CIP-Anlage

Grafik: tbfpartner

Spezialfall 1: Kühlwasser

Innerhalb der Prozesse Garen, Blanchieren und Kochen muss Prozesswasser gekühlt werden. Kühlwasser gilt in der Gewässerschutzverordnung als **anderes Abwasser**. Dieses **Abwasser** kann nicht einer Branche zugeordnet werden 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 denen 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, das entsorgt werden muss. Das **Abschlammwasser** ist zum Schutz der Kreislaufkühlung mit Inhaltsstoffen versetzt (Biozide, Korrosionsschutzmittel, Härtestabilisatoren, Inhibitoren usw.). 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, die 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 (Anhang 3.3 Abs. 21 GSchV), 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 (Anhang 3.3 Abs. 21 GSchV). 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 (beispielsweise durch die Abgabe von Wärme auf der kommunalen *ARA*) (Anhang 3.2 Abs. 1 GSchV). Am besten wäre es aber, gebrauchtes Kühlwasser in Absprache mit den Behörden wiederzuverwenden (vgl. Kap. 5).

Spezialfall 2: Feststoffreiches Abwasser oder feste Abfälle im Abwasser

Folgende feste Abfälle fallen in Gemüse verarbeitenden Betrieben an:

- Organischer Schlamm
- Strunk, Blätter, Sprosstteile
- 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 dieser 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 (Art. 10 GSchV). 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 die Mühe lohnt sich 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 (vgl. Kap. 7.1.2, Anhang 3.2 Abs.1 GSchV; vgl. Kap. 7.1.4, Art. 11 VVEA). 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 deren 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 Produkten 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 (vgl. 3.1 Waschen) oder *CIP-Anlagen*.

Wasser, das 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 Schwemmtransport
- 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)

Foto: tbfpartner

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*, die 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* (vgl. Kap. 4.3).

Beispiele: Einplanung eines Stapelvolumens bzw. einer Sammelstelle für hoch konzentrierte organische Abwässer, organische Feststoffe oder biologisch abbaubare Gebinde/Verpackungen. Diese Fraktionen 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 vorge reinigten Abwässer können als Ressourcen für den Produktionsbetrieb genutzt werden, so dass eine beträchtliche Menge Energie und Brauchwasser eingespart werden kann.

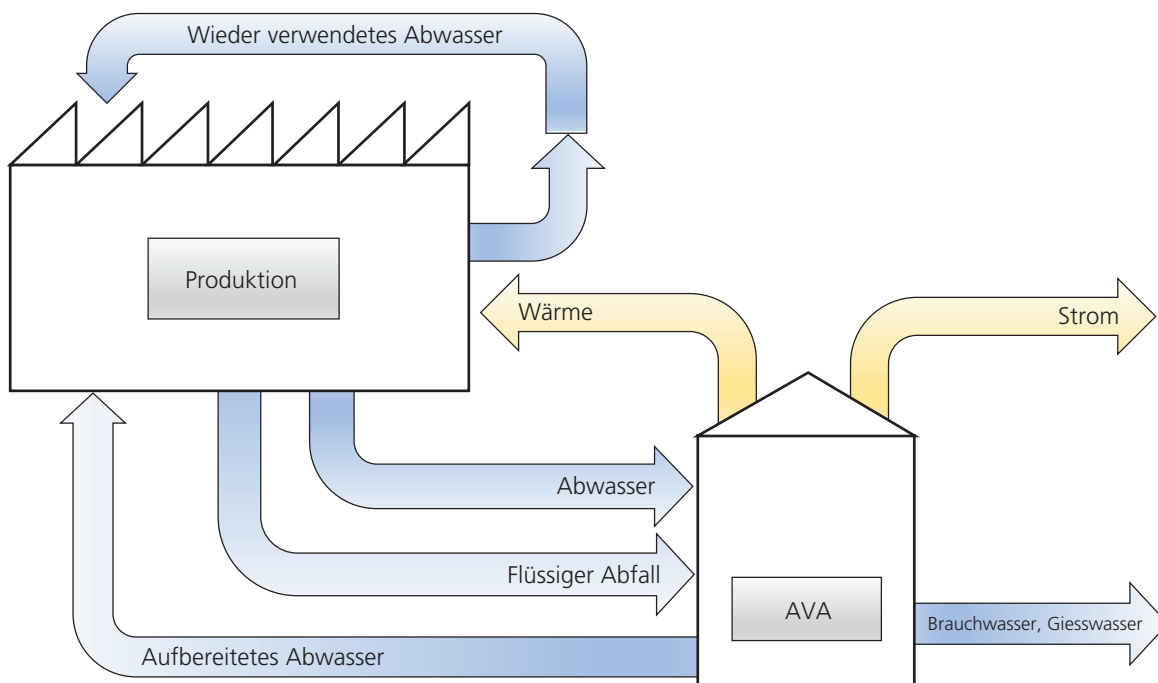


Abbildung 21:
Beispiel einer ganzheitlichen Ressourcenbewirtschaftung. Stoffströme (blau) und Energieströme (gelb)

Grafik: tbfpartner

werden kann.

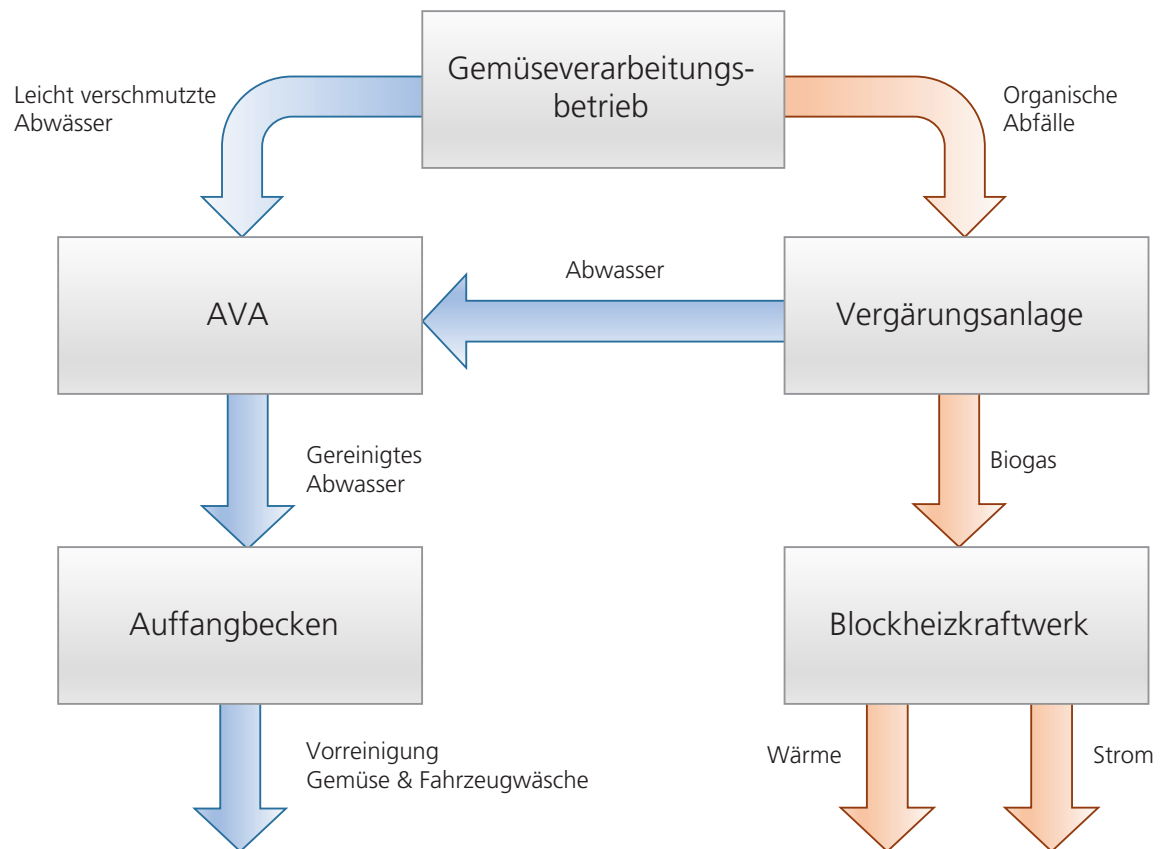


Abbildung 22:
Detailliertes Schema der Stoff- und Energieströme der vorherigen Abbildung

Grafik: tbfpartner

Die beiden vorangegangenen Abbildungen zeigen schematisch ein in der Praxis umgesetztes Beispiel einer ganzheitlichen **Ressourcenbewirtschaftung**. Direkt neben dem Gemüseverarbeitungsbetrieb steht eine Vergärungsanlage. Dort werden sämtliche organischen Abfälle in Form von hoch konzentrierten Abwässern bzw. flüssigem Abfall eingebracht. Bei der Vergärungsanlage kann es sich aber auch um eine externe kommunale oder private Anlage handeln. In der Anlage fällt Biogas an, mit dem 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. Dort werden auch die Abwässer im Auslauf der Vergärungsanlage behandelt. Das gereinigte **Abwasser** wird in einem Auffangbecken gesammelt und sowohl 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.

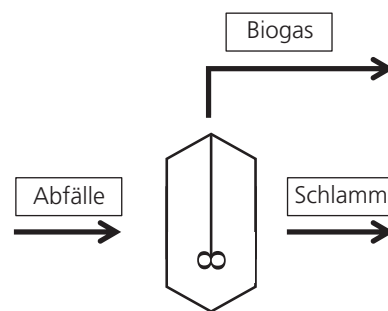


Abbildung 23:
Betriebsinterner Vergärungsreaktor (links), Schematischer Vorgang der Vergärung (rechts)

Foto: tbfpartner

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 ausschliesslich 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 (**CSB** > 2000 mg O₂/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.

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

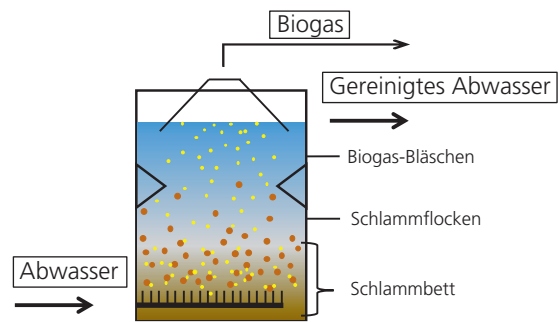


Abbildung 24:

Anaerobreaktoren: Links: Bild der «körnigen» Biomasse, rechts: Schema des UASB- (Upflow-Anaerobic-Sludge-Blanket) Verfahrens

Foto: tbfpartner

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 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 er sich im Vorklärbecken der **ARA** absetzt.



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

Fotos: tbfpartner

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.

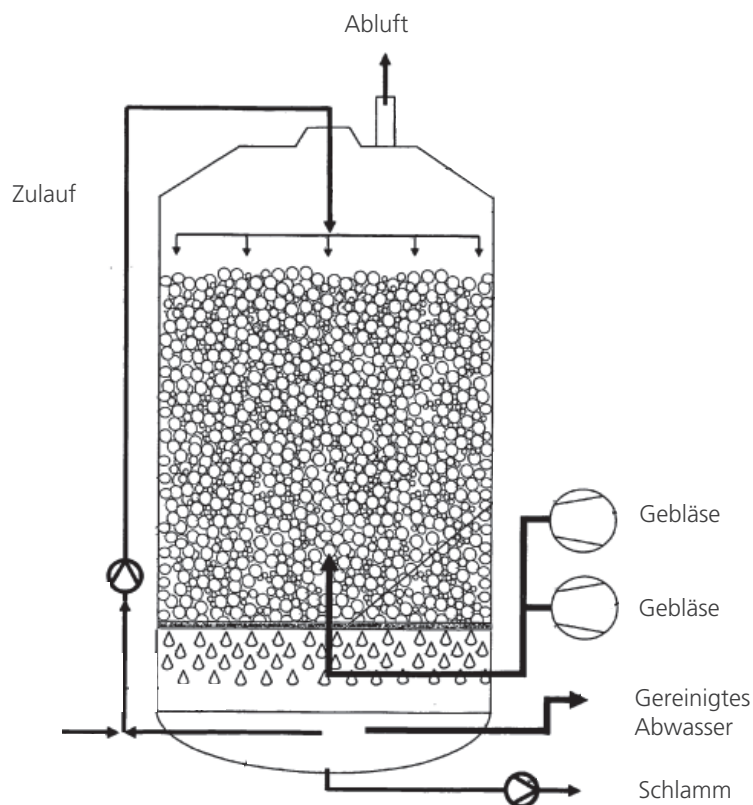


Abbildung 26:
Verfahrensschema eines Rieselstrom-Bioreaktors

Grafik: tbfpartner

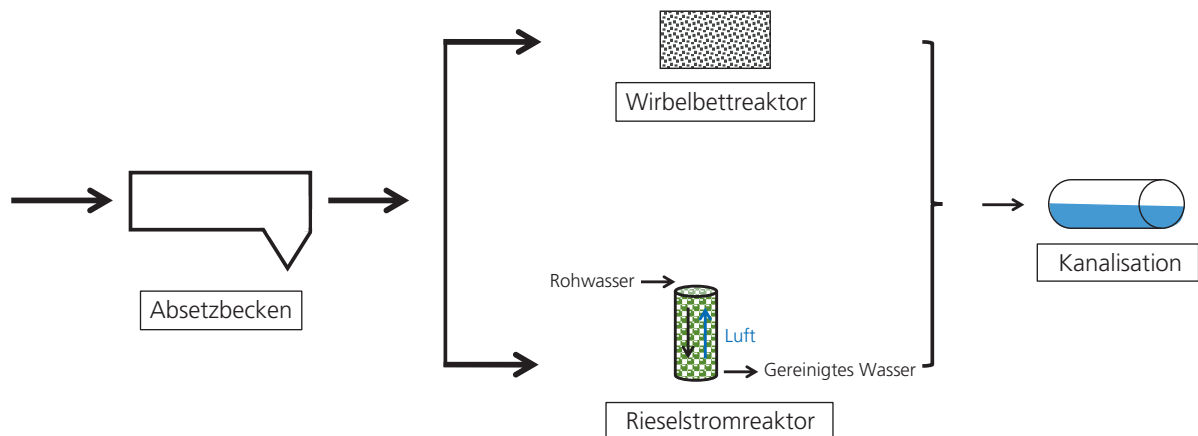


Abbildung 27:

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

Grafik: tbfpartner

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 (beispielsweise 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, der aus dem biologischen System anfällt, aufgefangen und entsorgt werden. Für 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)

Fotos: tbfpartner

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, die 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: im Bau (links) und bewachsen (rechts)

Fotos: tbfpartner

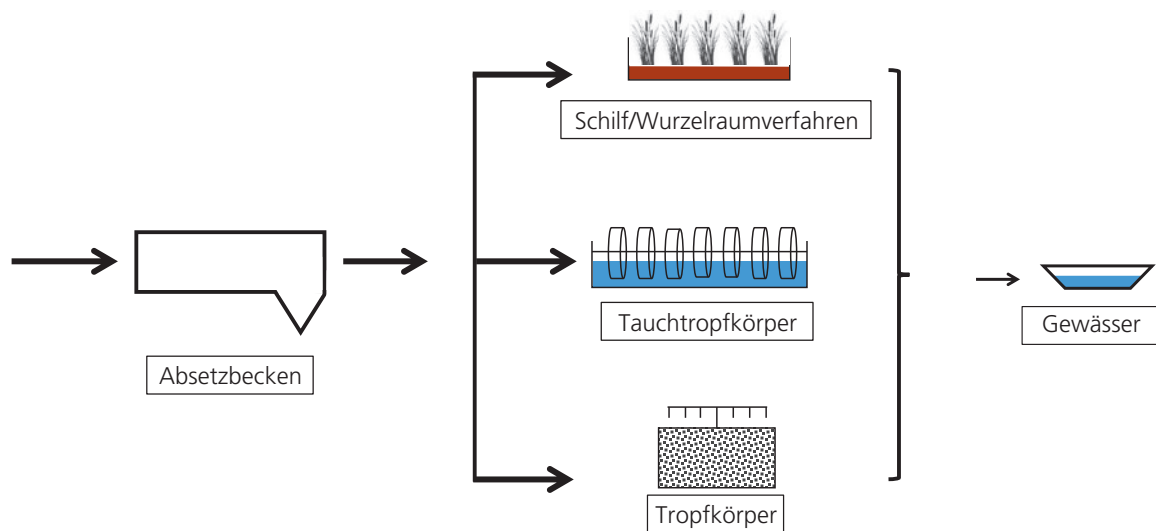


Abbildung 30:
Übersicht über die Verfahren für leicht belastete Abwässer

Grafik: tbfpartner

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 aufwendig und bringt einen hohen Energieverbrauch mit sich. Bei dieser Verfahrenswahl ist der Wirtschaftlichkeit besondere Betrachtung zu schenken.



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

Foto: MMS AG

6.4 Behandlung von mineralischen und 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 eingesetzt werden.



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

Foto: Aqseptence Group

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

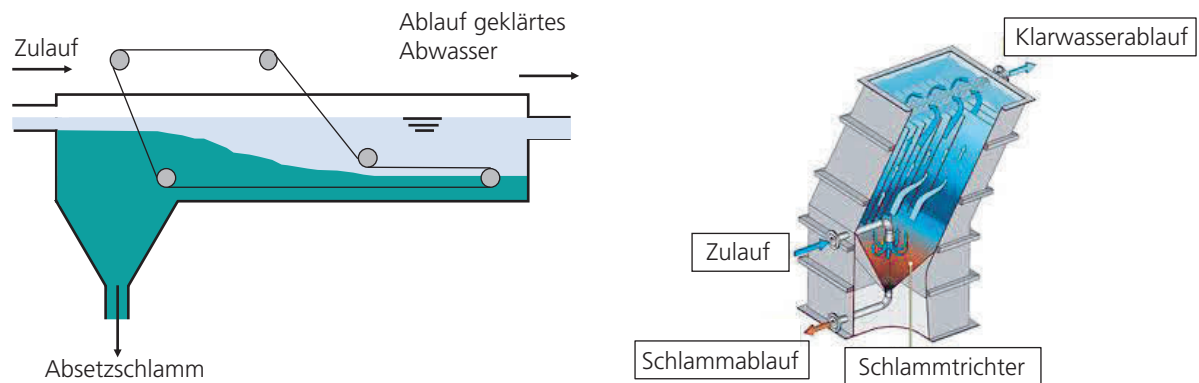


Abbildung 33:

Zwei verschiedene Beispiele von Sedimentationsanlagen: Absetzbecken mit Räumern (links) oder Lamellenklärer der Fa. Huber Picatech (rechts)

Grafik: tbfpartner/Fa. Huber Picatech

Da Erde je nach Standort unterschiedliche Stoffe enthält, können die Abwässer mit Tonmineralien oder Schwebestoffen belastet sein. Dann setzt sich der erdige Schlamm ungenügend ab und dem **Abwasser** müssen **Fällungs-** und/oder Flockungsmittel (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 Schwebel 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 des vorliegenden Leitfadens liegen die Resultate der Abbaubarkeitsversuche des deutschen Fraunhofer Instituts noch nicht vor. Ein mit **Polymeren** belasteter Absetzschlamm darf 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.

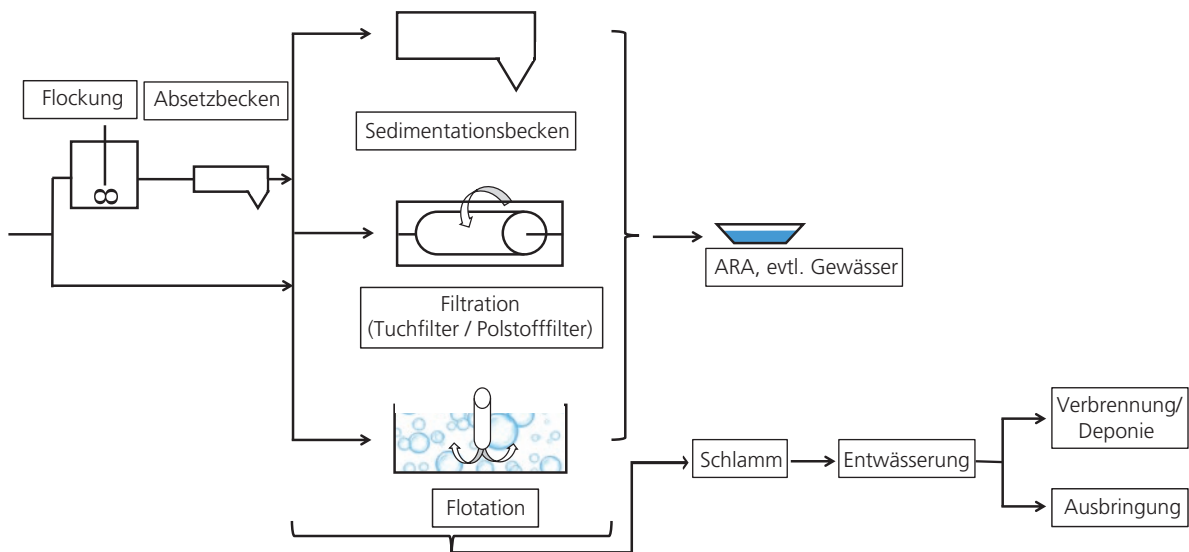


Abbildung 34:
Übersicht über mögliche Verfahren zur Behandlung von erdreichen Abwässern

Grafik: tbfpartner

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.

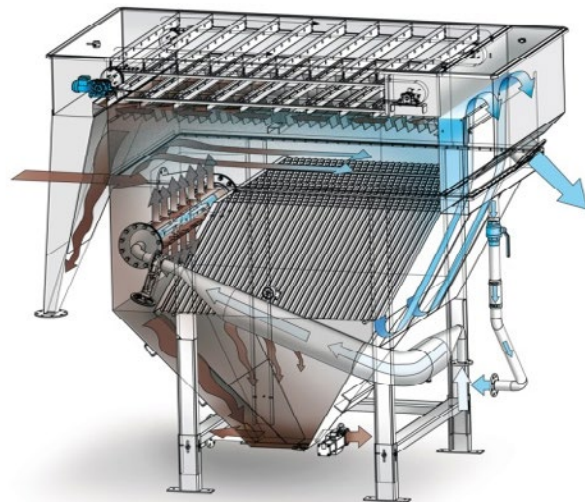
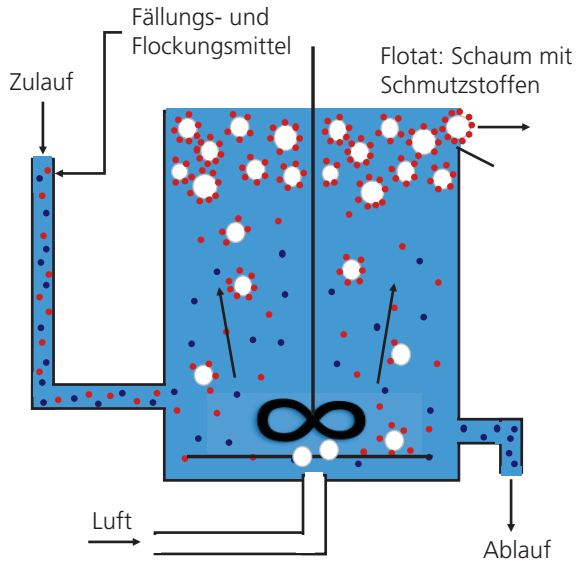


Abbildung 35:
Das Prinzip der Flotation (links) und ein Typ Flotationsanlage (rechts), Anlage der Fa. Huber Picatech

Grafik: tbfpartner/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)

Fotos: 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.

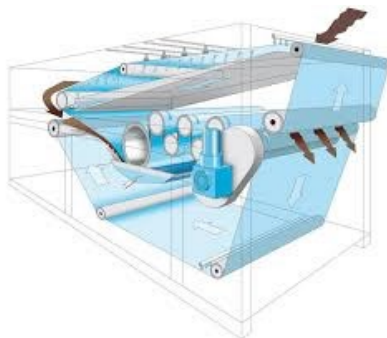


Abbildung 37:
Bandfilterpresse der Fa. Huber Picatech (links) und Kammerfilterpresse von Diemme® Filtration, Aqseptence Group (rechts)

Fotos: Fa. Huber Picatech/Aqseptence Group

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

Spezialfall: Kompletungsverfahren für die Aufbereitung und Kreislauf-führung von erdhaltigen mineralischen Abwässern

Speziell für Gemüse verarbeitende Betriebe sind komplette **Abwasseraufbereitungsanlagen** erhältlich, die über verschiedene Verfahren erdhaltige und feststoffreiche Abwässer aufbereiten können.

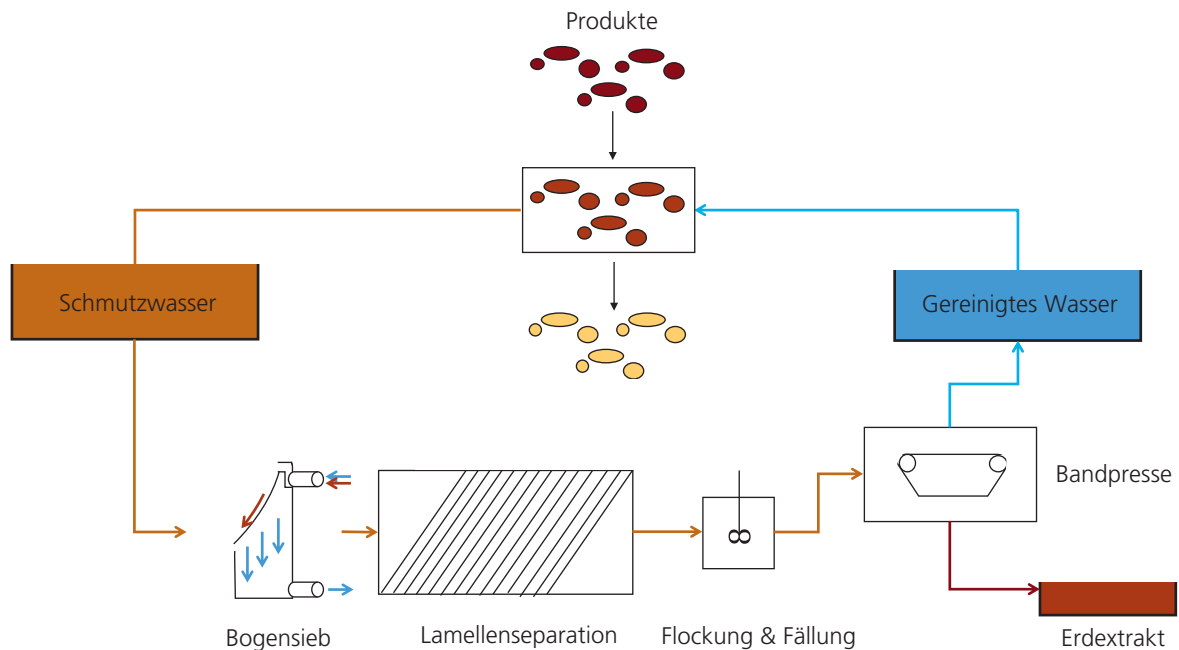


Abbildung 38:
Schema einer kompakten Reinigung von erdhaltigen Abwässern

Grafik: tbfpartner

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 dem Rüsten von Karotten

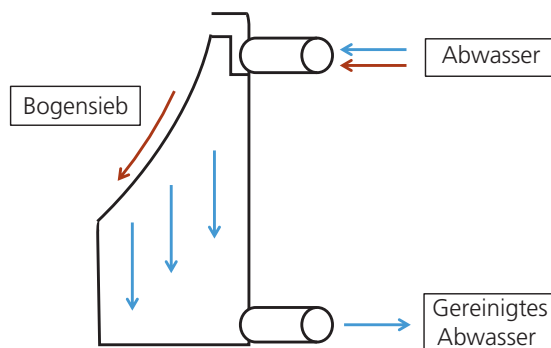


Foto: tbfpartner

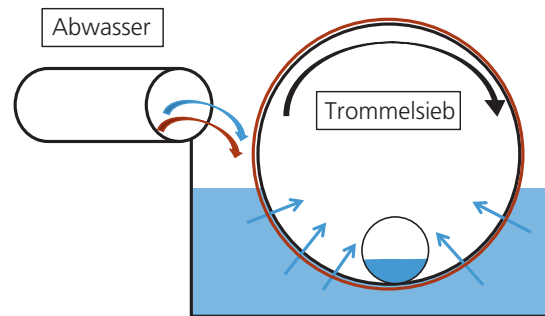


Abbildung 40:
Siebtrommel zur Abscheidung von Feststoffen (Anlage Fa. Huber Picatech)

Foto: 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, der in derselben Anlage entwässert werden kann.

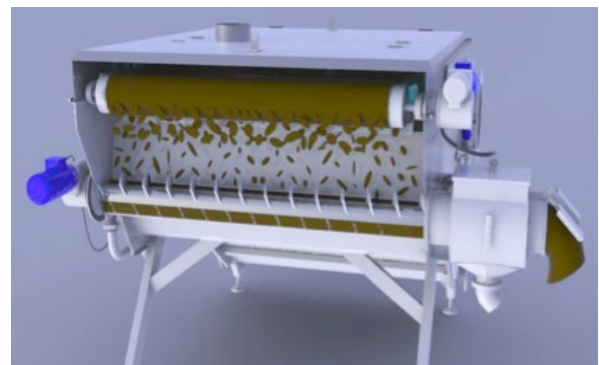
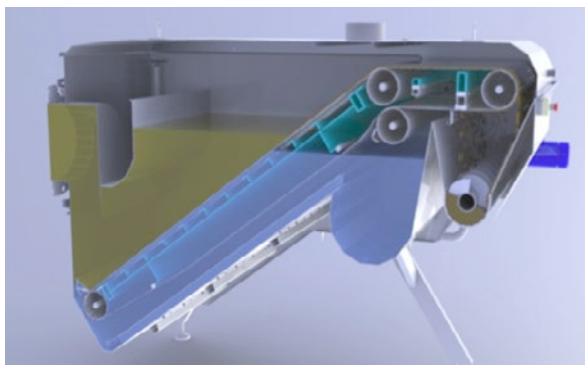


Abbildung 41:
Seitenansicht (links) und Frontansicht (rechts) einer Mikrosiebanlage der Fa. Salsnes mit Einlassbereich (olivgrün), Auslassbereich (blau), Filterband (auf Umlenkrollen) und Schlammkammer mit Förderschnecke

Fotos: Fa. Salsnes



Abbildung 42:
Siebrückstand von Spinat (links) und entwässerter Karottenschlamm (rechts)

Fotos: 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:
Über die Hammermühle werden Festabfälle zu flüssigem Abfall zerkleinert.

Fotos: tbfpartner

6.7 Behandlung von Abwässern in der kommunalen ARA

Erfüllt das **Abwasser** die entsprechenden Anforderungen (Anhang 3.2 GSchV), 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. In Gemüse verarbeitenden Industrien fallen verschiedenen Abwässer an: 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), feststoffreiche und erdhaltige Abwässer (Schlammbelastung).

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 Betriebsstörungen ermittelt werden.

Kostenpflicht

Wer **Abwasser** in die Kanalisation einleitet, muss die dadurch verursachten Kosten bezahlen (Art.3a GSchG). 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 sowie Verordnungen ergänzt.

Die zitierten Gesetze und Verordnungen sind seit 1. Januar 2016 in elektronischer und nicht mehr in gedruckter Fassung rechtsverbindlich. Die elektronische Fassung findet sich auf www.admin.ch/gov/de/start/bundesrecht/systematischesammlung.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 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, die der **ARA** hoch belastetes **Abwasser** zuführen, sogenannte «Starkverschmutzerzuschläge» in Rechnung. Die kantonale Behörde sorgt dafür, dass bei der Verrechnung von Betriebskosten diese unter den Verursachern gerecht aufgeteilt werden.*

Art. 7 Abwasserbeseitigung

- ¹ **Verschmutztes Abwasser** muss behandelt werden. Man darf es nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein Gewässer einleiten oder versickern lassen.
- ² 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

- ¹ Wer **Abwasser** einleiten will, das den Anforderungen an die Einleitung in die Kanalisation nicht entspricht, muss es vorbehandeln. Die Kantone regeln die Vorbehandlung.
- ² Die kantonale Behörde entscheidet über die zweckmässige Beseitigung von **Abwasser**, das für die Behandlung in einer zentralen Abwasserreinigungsanlage nicht geeignet ist.
- ³ 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, das 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

- ¹ Ausserhalb des Bereichs öffentlicher Kanalisationen ist das **Abwasser** entsprechend dem **Stand der Technik** zu beseitigen.
- ² 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

- ¹ 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.
- ² 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
- ³ 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

- ¹ **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

- ¹ 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.
- ² 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.
- ³ 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

- ¹ Anlagen mit Durchlaufkühlung sind so zu planen und zu betreiben, dass die Wärme soweit möglich zurückgewonnen wird.
- ² Der Gelöste organische Kohlenstoff (DOC) darf im Kühlwasser um höchstens 5 mg/l DOC erhöht werden.
- ³ Werden dem Kühlwasser Stoffe zugegeben, die Gewässer verunreinigen können (z. B. Biozide), sind für diese Stoffe Anforderungen an die Einleitung festzulegen.
- ⁴ Für Einleitungen in Fließgewässer und Flussschleife 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.
- ⁵ 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.
- ⁶ 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

- ¹ Bei der Einleitung von **Abschlammwasser** 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.
- ² Werden dem Kühlwasser Stoffe zugegeben, die Gewässer verunreinigen können, sind für diese Stoffe Anforderungen festzulegen.

7.1.3 Hygieneverordnung

Art. 17 Hygieneverordnung

- ¹ 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:
 - ¹ 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
 - ² 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

- ² 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

- ¹ 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.
- ² Die Verwertung muss nach dem **Stand der Technik** erfolgen.

Art. 14 Biogene Abfälle

- ¹ 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.
- ² 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 Verordnung über die Vermeidung und die Entstehung von Abfällen (VVEA).

Ebenfalls berücksichtigt werden muss die VVEA bei der Entsorgung oder Depositionierung 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 Abschlammern. **Abschlammwasser** kann Biozide, Korrosionsschutzmittel, Härtestabilisatoren 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**, das 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 Anhang 3.2 GSchV definiert wird. Als andere Abwässer 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 durchgeführt 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 spezifisches Prozessabwasser ausgerichtet.

Bandfilterpresse: Eine **Bandfilterpresse** dient der Abtrennung von Feststoffen aus flüssigen Medien und besteht aus verschiedenen Rollen, die 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 Umweltfachstelle 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. B. 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, der das **Abwasser** reinigt. Auch andere Pflanzen als Schilf eignen sich für eine Abwasserreinigung über bepflanzte Bodenfilter.

Biofilmsysteme: Bei den **Biofilmsystemen** wird eine Schleimschicht (Biofilm), die 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, die den Biofilm umfließen, Nährstoffe. Auf diese Weise wird das **Abwasser** von biologisch abbaubaren Substanzen befreit (vgl. 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** spielt die Packung eine wesentliche Rolle (Beutelsalat, Menüs in unterteilten Kunststoffschalen).

CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf): Sauerstoffmenge, die durch die chemische Oxidation der organischen Schmutzstoffe in einem **Abwasser** verbraucht wird. Der **CSB** ist ein Mass für die organische Verschmutzung, die 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 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** nachgebessert werden.

Filtration: Durch **Filtration** können Grob- und Feststoffe (auch Flocken) 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 Abtrennungungsverfahren 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 O₂/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 Schlamm-entwässerung. 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, d.h. sie werden manuell betrieben.

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, das 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 aufgesammelt und z. B. 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 und so grössere, zusammenhängende Flocken zu bilden. Nicht jedes **Polymer** ist für jedes **Abwasser** geeignet. Daher muss im Versuchsverfahren das richtige Produkt gefunden werden. Beim Einsatz von **Polymere**n 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. Gleichzeitig wird 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 Füllkörpern gefüllten Reaktor unter Zugabe von Luft **Abwasser** vorgereinigt. Der biologische Abbau im Reaktor findet durch einen Biofilm auf den Füllkörpern statt (vgl. auch **Tropfkörper- und Tauchtropfkörperverfahren**).

Sedimentationsanlagen: In **Sedimentationsanlagen** werden Feststoffe oder Flocken durch eine beruhigte Strömung des **Abwassers** abgesetzt. Fällungschemikalien 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, vgl. 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, das beim Überfließen einer Oberfläche (z. B. Glasdach) nicht verschmutzt wurde.

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

Vermarkter: Die **Vermarkter** kaufen die Produkte von Gemüseproduzenten (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**, das ein Gewässer verunreinigen kann, falls es ohne Behandlung eingeleitet wird (vgl. 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, der seinerseits für die Fleischproduktion verfüttert wurde. Mit dem Import von 1 kg Fleisch werden beispielsweise ca. 13 m³ 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, der 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 (beispielsweise 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
Nachtschattengewächse				
Kartoffeln	–	Waschtrommel	Enterdung vor waschen, manchmal auch sortieren	Wascherde, Pflanzenteile
Tomaten	–	–	–	Abgangfrüchte* oder Rispfen
Peperoni (Paprika)	–	–	–	Abgangfrüchte
Aubergine	–	–	–	Abgangfrüchte
Zwiebelgewächse				
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
Kohlarten/Kreuzblütler				
Wirtz	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 entfernen	Brause	–	Blätter und Seitenwurzeln
Radieschen	–	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

Gemüse	Rüsten	Waschen	andere Prozesse	Festabfälle
Blattsalate				
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
Wurzelgemüse				
Karotten, Pastinake	Rüsten mit Trommel	Waschtrommel, Bürste	Enterdung vor waschen	Wascherde, Pflanzenteile
Randen	Wurzelspitze und Blattansatz entfernen	Waschtrommel	–	Wurzelspitze und Blattansatz
Schwarzwurzel	Wurzelspitze 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
Kürbisgewächse				
Zucchini	–	–	Über- und Untergrössen aussortieren	Fehlerhafte Früchte
Gurke	–	–	Über- und Untergrössen aussortieren	Fehlerhafte Früchte
Kürbis	Schnitze schneiden, Kerne entfernen	–	–	Kerngehäuse
Kräuter				
Petersilie	Blattstiele und gelbe Blätter entfernen	–	–	Blattstiele und gelbe Blätter
Schnittlauch	–	–	–	
Andere				
Buschbohnen	–	–	Bruchbohnen aussortieren	Bruchbohnen
Fenchel	Blätter und Strunkansatz entfernen	Brause	–	Blätter und Strunkansatz
Krautstiel	Blattansatz kürzen	–	–	Blattansatz
Rhabarber	Blattstiele und Stielansatz entfernen	–	–	Blattstiele und Stielansatz

* Abgangfrüchte: Durch Pflücken oder Lagerung beschädigte Früchte

** Kalibrieren: Sortieren nach Grösse oder Gewicht

ANHANG 2

Abwasser- und Feststoffmengen je Prozess

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

Schälen mit Rollenschäler		Abwasser	Festabfälle	Ressourcenbewirtschaftung
		 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

Waschen mit Trommelwäscher		Abwasser	Festabfälle	Ressourcenbewirtschaftung
		 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

Schälen mit Messerschäler		Abwasser	Festabfälle	Ressourcenbewirtschaftung
		 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

Waschen im Wasserbad mit Brause		Abwasser	Festabfälle	Ressourcenbewirtschaftung
		 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

Impressum

1. Auflage August 2017

Projektteam	Stefan Gautschi und Khaled Benedetti, TBF + Partner AG Planer und Ingenieure, 8042 Zürich Daniela Brunner, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Kanton Zürich René Fritschi, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau
Satz	Umsicht, Agentur für Umwelt und Kommunikation, 6003 Luzern Kasimir Meyer AG, 5610 Wohlen AG
Copyright	Kantone AG, BE, BL, BS, FR, GE, GR, JU, LU, NE, NW, SH, SG, SO, TG, TI, VD, ZG, ZH, Liechtenstein, VSA
Bezug	Kanton Aargau, Departement BVU, Abteilung für Umwelt, Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau