

Wichtige Luftschadstoffe:

Luftschadstoff in CH in letzten 25 Jahren deutlich reduziert	Anthropogene Quellen	Auswirkungen
Stickoxid (NOx)	Verkehrsmotoren, Haus- und Industrieerwärmungen, Verkehr, Energieerzeugung	Obnubilung, Treibhausauswirkung, Versauerung, Überdüngung
Ammoniak (NH3)	Düngung von Böden, Rinderhaltung Landwirtschaft	Eutrophierung, Überdüngung, Bodenversauerung (Saurer Regen), Feinstaubbildung, Schäden an Bauwerken
Schwefeldioxid (SO2)	Verbrennungsprozesse mit schwefelhaltigen Brennstoffen (Kohleerzeugung, Kolkkraftwerke), Schiffsverkehr	Bodenversauerung (Saurer Regen), Feinstaubbildung, Schäden an Bauwerken
Feinstaub (PM)	Als Primärschadstoff: mechanische Abrasion, Holz- und Dieselmotoren, Holzverbrennung, Als Sekundärschadstoff aus NOx, SO2 und VOC	Gesundheitliche Schäden, Pflanzen-schädigung, Teilweise krebsenerregend und hormonaktive Stoffe
Troposphärisches Ozon (O3) und VOC	Ein Sekundärschadstoff: entsteht unter Einwirkung von Sonnenlicht aus NOx und VOC	Gesundheitliche Schäden, Pflanzen-schädigung
Persistente (langbleibende) organische Schadstoffe (POP)	Diverse Pflanzenschutzmittel, Flammschutzmittel, unvollständige Verbrennung	Teilweise krebsenerregend und hormonaktive Stoffe
Polychloriniertes Aromatikmonoxid (PCAO)	Unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen	Atemgift
Kohlendioxid (CO2)	Nutzung (Verbrennung) von fossilen Brennstoffen, Verkehr, Energieerzeugung, Industrie, Verkehr	Treibhausauswirkung, Versauerung der Meere
Volatile Verbindungen (Lösungsmittel, Organische Stoffe, VOC)	Unvollständige Verbrennung, Lösungsmittel, Verkehr, (Chemische) Industrie	Feinstaubbildung (und teilweise Ozonbildung)

SO2 Emissionsverlauf

1950 - 1965 Zunahme wegen Kohle- und Ölleuerungen, Abnahme dank Massnahmen: Substitution von schwefelreichen Brennstoffen auf, Reduktion des Schwefelgehaltes in Heizöl EL, Reduktion des Schwefelgehaltes in Brenn- und Treibstoffen, Sanierung von grossen Emittenten wie Zellstoffproduzenten und Raffinerien

NO2 Emissionsverlauf

1950 - 1985 stark Anstieg wegen Verkehr, Muss man um weitere 50% senken, Massnahmen: Kontinuierlich schärfere Abgasvorschriften, Einsatz von Low NOx-Brennern, Einsatz von Drei-Wege-Katalysatoren und De-NOx-Systemen

Aus Verbrunnungsprozessen: Brennstoffe NOx:

Entsteht durch die Reaktion des im Brennstoff enthaltenen Stickstoffs.
 1. Thermisches NOx: Entsteht durch die Reaktion des in der Brennluft enthaltenen N2 mit Sauerstoff (stark Temp.- und O2-abhängig) (mehr NOx bei höherer Temp.).
 2. Promptes NOx: Entsteht in Zonen mit Luftmangel unmittelbar nach dem Zerstäuben.

Primärmassnahme: Rauchgasrückführung
Sekundärmassnahmen: Entstickung bei Ottomotoren (3-Wege-Kat.)
 Entstickung bei Dieselmotoren (AdBlue Harnstofflösung)

Abfälle & Recycling

1990 IVA Technische Verordnung über Abfälle)
Abfallverordnung VVEA (ab 2016)
Vermeidungsverbot keine Vermischung von Abfällen mit anderen Abfällen oder Zuschlägen, um Grenzwerte zu unterlaufen
Verbrennungsverbote: Verbrennen, was brennbar ist und nicht weiter verwertet werden kann: Siedlungsabfall, Klärschlamm etc.
Wertverpflichtung nach dem Stand der Technik, sofern ökologisch sinnvoll

Abfallmengen: ca. 24 Mio Tonnen Abfall / Jahr in CH produziert
 Jeder produziert im Leben 60 Tonnen Siedlungsabfall (50% recykliert)
Abfallart Menge pro Jahr Menge pro J und Kopf

Siedlungsabfälle total	6.0 Mio. Tonnen	730 kg	2kg / Tag
davon verbrannt	2.79 Mio. Tonnen	339 kg	50%
davon verwertet	3.22 Mio. Tonnen	391 kg	recykliert

Brennbare Abfälle aus Industrie und Gewerbe	0.2 Mio. Tonnen	25 kg
Bauabfälle (ohne Aushub)	12.0 Mio. Tonnen	1500 kg
Klärschlamm (Trockensubstanz)	0.21 Mio. Tonnen	26 kg
Sonderabfälle (ohne Altlastmaterial)	2.7 Mio. Tonnen	288 kg
Aushub und Ausbruchmaterial	40 Mio. Tonnen	5000 kg

Siedlungsabfälle: Siedlungsabfälle sind die aus Haushalten stammende Abfälle sowie andere Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung = Hausmüll in DE = Kehricht in CH

Bestandteile: Hauskehricht und Gartenabfälle 60%, Sperrgut 15%, Gewerbeabfälle (ohne Produktion) 20%, Strassen- und Marktabfälle 5%

Küchenabfälle: geben besser in Vergärung, als in Kompostierung gibt Biogas: Hydrolyse -> Propionsäure -> Essigsäure -> Methan + CO2

Sonderabfälle: spezifische Industrie und Gewerbeabfälle, Öl-Abfälle, tierische und Spitalabfälle, Altkauten, Altrefr., radioaktive Abfälle

Luftreinhaltung

Luftschmutzungen (erste Gesetz 1985):
 Dioxine/Furane, Quecksilber, Salzsäure, Cadmium

Umweltauswirkungen Luftverschmutzung: Übersäuerung (Korallenriffe), Bäume sterben wegen Ozon in Luft, Klimaerwärmung, Überdüngung (Nz)
 Luftverunreinigungen **prioritär bekämpft** weil direkteste Exposition und schnelle Wirkung keine Möglichkeit, emittierte Schadstoffe einzugrenzen, Stopp der Emissionen führt zu schnellen Verbesserungen

Luftgrenzwerte: Stoffe, welche in verschmutzter Luft oder in deutlich geringeren Anteilen vorhanden sind, als die belastete Luft

Luftschadstoffe: Luftfremdstoffe, welche direkt oder indirekt den Menschen und die Umwelt schädigen oder beeinträchtigen.
 Primäre Schadstoffe: Schadstoffe, welche von einer Quelle emittiert werden

Emission: Abgabe von Schadstoff, Schall etc. in die Umwelt (Atmosphäre, Wasser, Boden). Charakterisiert durch Art und Menge des Stoffes. Emissionsgrenzwerte entsprechend dem Stand der Technik.
Immission: Belastung durch Schadstoffe, Lärm etc. auf einen Organismus (Mensch, Pflanze). Konzentration in Umgebung gemessen. LRV gibt Höchstkonzentration für verschiedene Stoffe in der Umwelt vor.
 Immission: Ausbreitung, Transport und chemische Umwandlung der emittierten Schadstoffe in der Atmosphäre

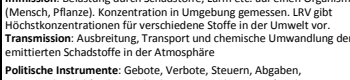
Politische Instrumente: Gebote, Verbote, Steuern, Abgaben, Emissionshandel (widerspricht dem Verursacherprinzip), Subventionen

Sekundäre Schadstoffe: Schadstoffe, welche durch chemische Prozesse in der Atmosphäre aus primären Schadstoffen gebildet werden

Technische Massnahmen: Edukte => Prozess -> Produkte
 Schadstoffe aus Edukten (Brennstoffen entfernen), Prozessführung anpassen (z.B. bessere Verbrennung), Produktspezifische Schadstoffe vor Emission durch sekundär Massnahmen entfernen / umwandeln

Ökologischer Fussabdruck: Schweiz heute: 2.8 Erden, 33% Ernährung, 20% Energie im Haushalt, 13% Mobilität, 12% Wohnen

LRV: Luftreinhaltungsverordnung: orientiert sich am gesetzlich vorgegebenen Vorseprinzip



Ablagerung von brennbaren Abfällen (wieso nicht direkt?)

1. Emissionen werden überbracht
2. Sicherungsverlastungen über Jahrhunderte
3. nur bescheidene Energieumtützung möglich (Energie aus Deponiegasnutzung)
4. keine Rückgewinnung von Metallen aus Verbundstoffen

Abfall: ist ein Rohstoff (Recycling) und ein wertvoller Energieerträger, weil zu grossem Teil aus organischem Material besteht. Deshalb zu 50% als erneuerbarer Energieerträger anerkannt.

Abfallwirtschaft, Teilaufgaben: Sammeln, Trennen, Vorbehandeln, Verwerten, Reststoffe umweltgerecht entsorgen

Kehricht als Brennstoff - Energieentziele:

Kunststoffe 38%, Papier & Karton 22%, Verbundstoffe 22%, Organische Abfälle 10%, Textilien 5%, übrige 3%

Abfall für Stromproduktion: erneuerbare Anteile aus Abfall 1,7%
 Abfall für Wärmeproduktion: erneuerbare Anteile aus Abfall 13,7%

Thermische Abfallverwertung, wieso (Ziele)?

1. Volumenreduktion (Faktor 10) / Gewichtsreduktion (Faktor 4)
2. Energiegewinnung
3. Zerstörung problematischer organischer Verbindungen
4. Tiefe Schadstoffemissionen in modernen Anlagen
5. Chemisch stabilere Rückstände für Ablagerung
6. Möglichkeit zur Rückgewinnung von Metallen (80 kg Eisen, 20 kg Aluminium, 2 kg Kupfer pro Tonne KVA-Schlacke.)
7. Vermeidung der Methanemissionen (welche bei der direkten Ablagerung von vergärbarem Material entstehen würden)

Recycling Fraktionen

53% = 382kg pro Person der Siedlungsabfälle wurden gesammelt und recykliert, am meisten Altpapier, Grünabfall, Glas

Sammeltonnen: Aludosen 92%, Batterien 73%, Altpapier / Karton 97%, Glas 96%, PET Flaschen 81%, Weissblech 86%

Informationsquellen, Verbände:
 Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Energie BFE, Kanton: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Gemeinde: Stadterwaltung, Schweizerischer Verband der Umweltfachleute SVU, Schweizerischer Verband für Umweltschutz SVUT, swiss Recycling

Gesetzliche Grundlagen

Nachhaltigkeitsprinzip: Lebenschancen kommender Generationen nicht beeinträchtigen (Nicht über unsere Verhältnisse leben) = Footprint 1 (ist noch zu allgemein) => daher gibt es Detaillierungen

Vorsorgeprinzip: Einwirkungen die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig begrenzen, sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten

Vorsorgeprinzip mit Prävention ist die zentrale Strategie im USG

Verursacherprinzip: Kostenzurechnungsregel, welche die Umwälzung der Kosten auf ihren Verursacher als Ziel hat. Durch Geld kann ein Anreiz für umweltfreundliches Verhalten geschaffen werden, Instrument zur indirekten Verhaltenslenkung

Ganzheitliche Betrachtungsweise: Einzelne Belastungen der Umwelt für sich allein betrachtet oftmals von geringer Bedeutung sind, in ihrem Zusammenwirken aber zu ernsthaften Beeinträchtigungen führen können

Verursacherprinzip: Grundsatz der Umweltgesetzgebung
 1. Verursacher trägt die Kosten
 2. Synergistische Effekte (Summierung von Einwirkungen)
 3. Synergistische Effekte (gegenseitige Verstärkung der Wirkung)
 4. Rückkopplungseffekte (Auswirkungen auf andere Umweltbereiche)
 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), Massnahmenplan Lufthygiene

Prinzip der Langstreckigkeit: Er verbietet, die Emissionsbegrenzungsmassnahmen nur bei Neubauten anzuordnen, ohne von den bestehenden Bauten einen gleichwertigen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität zu verlangen

Kooperationsprinzip: Politische Parteien, Kantone, Wirtschafts- und Umweltorganisationen arbeiten zusammen um Umweltmassnahmen frühzeitig, allenfalls auf freiwilliger Basis einzusetzen
 breites angelegtes Entscheidungsverfahren, bietet Gewähr dafür, dass praktikable und effiziente Lösungen gefunden werden

Momentanverbrauch: 2.8 Erden => Langfristiges Ziel 1 Erde => Reduktion um 65% nötig => grüne Wirtschaft

Gesetzespyramide: Umweltschutzartikel BV, Umweltschutzgesetz USG, Altlastenverordnungen, Richtlinie für die Durchführung von Lufttests

Stufe	Wer entscheidet	Beispiel
Bundesaufassung (verbindlich)	Volksabstimmung, Ständemehrheit	Heutige BV Vokabsabstimmung vom 18. Dezember 1999
Bundesgesetz (verbindlich)	National- und Ständerat	Änderung Tierschutzgesetz vom 25. November 2012
Verordnungen (nicht rechtlich verbindlich, Praktisch aber Gesetzescharakter)	Gesamt-Bundesrat	V über die Entlohnung Rechtlicher Nebenprodukt Gesetzescharakter
Ausführungsvorgaben	Departements Vorgesetzter	V des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen
Vollzugshilfen	Zuständige Verwaltung	BAFU Richtlinie

Richtlinien: sind Vollzugshilfen, vom BAFU erlassen, rechtlich nicht verbindlich, sollte man aber einhalten (sonst braucht es gute Gründe)

Bundesverfassung: Nachhaltigkeitsprinzip = Nachhaltigkeitsprinzip

Bund und Kantone streben ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerbarkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits an.

Umweltschutz:

1. Der Bund erlässt Vorschriften über den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen.
2. Er sorgt dafür, dass solche Einwirkungen vermeden werden. Die Kantone der Vermeidung und Begrenzung tragen die Verursacher.
3. Für den Vollzug der Vorschriften sind die Kantone zuständig, soweit das Gesetz ihn nicht dem Bund vorbehält.

Umweltschutzgesetz USG: (1985) Betonung der Umweltvorsorge und der verursachergerechten Massnahmenfinanzierung

Regelungsbereiche: Immissionschutz, Chemikalien, Organismen, Abfälle / Belastete Standorte, Boden

Ziele: Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Kulturlandschaften gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen und die Lebensqualität erhalten

Geregelte Materien im USG: Luftreinhaltung, Lärmbekämpfung, nichtionisierende Strahlen, umweltgefährdende Stoffe, Umgang mit Organismen, Abfälle, Belastungen des Bodens, Strahlungsversorgung / Katastrophenschutz, Umweltverträglichkeitsprüfung

Verankerung der Umweltgesetzgebung:

Umweltschutz

- USG
- VVEA
- LRV etc.

• Sonstiges Bundesverwaltungsrecht

- Raumplanung
- Strassenverkehr etc.
- Staatsverträge
- Kyoto Protokoll
- Alpenkonvention etc.

Emissionsbegrenzung: Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung

sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Orientierungsziel: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Panorama des Umweltrechts

Life Cycle Thinking (LCT)
 Berücksichtigung der gesamten Produkt- bzw. Dienstleistungsprozesse: Cradle to Grave (von der Wiege bis zur Bahre)

- 1. Ressourcenverbrauch
- 2. Reduzierung Umweltbelastung (Auswahl Rohstoffe und Technologien)
- 3. reduzierte Kosten
- 4. generell Verbesserung der sozio-ökonomischen Performance

LCT Grafik: Bei Disposal entscheiden was mit dem Produkt passiert. Verbrennung, Recovery heisst Wiederverwendung, Recycling of Materials and Components, Reuse => dasselbe Produkt wiederverwenden

Ressourcenbewirtschaftung: Ressourceneffizienz, Ressourceneffektivität

Ecodesign: Produkte, Systeme und Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus (Life Cycle Thinking) hinweg im Sinne der Nachhaltigkeit gestalten

End of Pipe-Technologien: Reduktion der Umweltbelastung durch nachgeschaltete Massnahmen

Cleaner Production (CP): Konzept um Unternehmensprozesse ökologischer zu gestalten => betrieblicher Umweltschutz
 Ziel: Optimierung der hergestellten Produkte, der Produktionsprozesse und der Dienstleistungen
 -Erfassung, Beschreibung / Interpretation und Steuerung / Optimierung der betrieblichen Material- und Energieströme

340 Mio. Tonnen Materialverbrauch / Jahr, davon 2/3 ungenutzt

Ökologischer Rucksack:
 Der ökologische Rucksack drückt das Gewicht aller natürlichen Rohstoffe aus, die für unseren Konsum anfallen. Sprich: Alle Produkte inklusive ihrer Herstellung, Zucht und Entsorgung

z.B. Laptop -> um die seltenen Metalle zu gewinnen fallen viele Abfälle (also andere Materialien die man ausgräbt aber nicht braucht) an.
 Für 1kg Kupfer =>500kg Materialaufwand, 1kg Aluminium => 85kg 1 Notebook (1.2kg) => 400kg Rohstoffe, 1kg Urar => ca. 8 Tonnen

Methoden: Material- und Stoffflussanalysen, Ökobilanzen, Risikoanalyse (ERA), Umweltmanagementsystem (UMS)

Ökoeffizienter zu gestalten => betrieblicher Umweltschutz
 Ziel: Optimierung der hergestellten Produkte, der Produktionsprozesse und der Dienstleistungen
 -Erfassung, Beschreibung / Interpretation und Steuerung / Optimierung der betrieblichen Material- und Energieströme

340 Mio. Tonnen Materialverbrauch / Jahr, davon 2/3 ungenutzt

Ökologischer Rucksack:
 Der ökologische Rucksack drückt das Gewicht aller natürlichen Rohstoffe aus, die für unseren Konsum anfallen. Sprich: Alle Produkte inklusive ihrer Herstellung, Zucht und Entsorgung

z.B. Laptop -> um die seltenen Metalle zu gewinnen fallen viele Abfälle (also andere Materialien die man ausgräbt aber nicht braucht) an.
 Für 1kg Kupfer =>500kg Materialaufwand, 1kg Aluminium => 85kg 1 Notebook (1.2kg) => 400kg Rohstoffe, 1kg Urar => ca. 8 Tonnen

Methoden: Material- und Stoffflussanalysen, Ökobilanzen, Risikoanalyse (ERA), Umweltmanagementsystem (UMS)

Begriffe: (sind z.T. auf Englisch => environment)
 MFA Materialflussanalyse
 SFA Stoffflussanalyse
 MFI Materialflussindikator
 LCA Life Cycle Assessment / Ökobilanz
 ERA Umweltschicksalabschätzung
 EF Ökologischer Fussabdruck
 EIA Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)
 IA Technologiefolgeabschätzung
 IA integrierte Bewertung
 EMS Umweltschutzmanagement (UMS)

Material und Stoffflussanalyse MFA/SFA:
 Konzept ist Ressourcenbewirtschaftung
 Massenanly Input - Output - Lageränderung

MFA: schauen was rein geht, was zwischengelagert wird, was raus geht, Nach unten => in Boden, nach rechts => ins Wasser, nach oben => in die Atmosphäre, Lager setzt sich zusammen aus dem bestehenden + das pro Einwohner und Jahr dazu kommt

SFA: nur 1 Element / 1 Stoff anschauen=>z.B. Kupferanalyse von Haushalt

Vorgehen:

1. Aufgabenstellung und Zielformulierung
2. System auswählen
3. Festlegen zeitlichen und örtlichen Systemgrenzen
4. Bestimmung des System-Prozess, quantifiziert über Lager und Lageränderungen und der System - Flüsse
5. Aufstellung der Bilanzgleichung: Massenbilanz
6. Ergänzung durch systemspezifische Beziehungen
7. Lösung der Systemgleichung
8. Kritische Diskussion und Interpretation der Resultate

Vorteile: Erfassung, Beschreibung / Interpretation und Steuerung / Optimierung /Modellierung der Material- und Energieströme

Nachteile: Keine Quantifizierung der Umweltauswirkung von Produkten oder Stoffen

Ökobilanz (LCA: Life Cycle Assessment): Qualitative Methode zur Bestimmung der Umweltbelastung eines Systems, Bewertung der Flüsse aus der MFA / SFA, typisches Beispiel ist die Produkt-Ökobilanz: dort wird der gesamte Lebensweg eines Produkts von der Rohstoffgewinnung und der Herstellung über den Transport und die Nutzung bis zur Entsorgung betrachtet.

Besteht aus vier Schritten (ISO-Norm 14040:2006)

1. Festlegung von Zielen und Untersuchungsrahmen (Funktionelle Einheit bestimmen, Systemgrenzen)
2. sachbilanz (Ökoinventar)
3. Wirkungsbilanz (Klassifizierung, Charakterisierung, Gewichtung, Ermittlung des Ökofaktors)
4. Auswertung (interpretation)

Funktionelle Einheit: schwierig zu wählen sodass die verglichenen Produkte gleiche Funktionen einhalten aufweisen. Nötig um gleichwertige Produkte zu vergleichen, Wesentlicher Einfluss auf das Resultat, Analysen werden auf diese Einheit bezogen

Produktbilanz: dokumentiert und bewertet alle Stoff- und Energiemengen, die im gesamten Lebenszyklus eines Produkts eingehen oder emittiert werden

Betriebsbilanz: dokumentiert und bewertet alle Stoff- und Energie-Input und Outputs, vorhandene Lager- und Lageränderungen an Material, Anlagen, Liegenschaften, Personen, Umwelteinwirkungen aus Energiebereitstellung und Entsorgung

Prozessbilanz: dokumentiert und bewertet alle Stoff- und Energie-Input und Outputs infrastrukturelle Bereitstellung, falls relevant Umwelteinwirkungen aus Energiebereitstellung und Entsorgung

Umweltbelastungspunkte UBP
 Ökofaktor [LUBP/g]

Materialbedarf pro Person und Jahr in CH: durchschnittlich mit der Rohstoffgewinnung bis zum fertigen Produkt => über 11,5 Tonnen.

Vorteile:

- Identifikation von Verbesserungspotentialen: Betriebs-, Prozess- und Produktionsoptimierungen, Schwachstellenanalyse
- Liefern Informationen und Argumente für umweltverantwortliches Handeln
- Ergebnisse lassen sich in Managementtabellen integrieren
- Vergleich von Umweltauswirkungen verschiedener Produkte / Aktivitäten innerhalb derselben Funktion
- Die Ökobilanzierung basiert auf einem Globalansatz
- Informationen von Entscheidungsträgern
- Marketing

Nachteile:

- Die Ökobilanzierung basiert auf einem Globalansatz (Berücksichtigung des gesamten Lebenswegs), welcher in den meisten Fällen die lokalen Gegebenheiten nicht berücksichtigt, während die Ökotoxikologie diesen versetzt Rechnung zu tragen in Ökobilanz kann im allgemeinen die Auswirkungen z.B. auf ground einer Emission eines einzelnen Stoffes nur allgemein, das heisst für eine Grossegrenz berücksichtigen
- Keine Untersuchung des Umweltrisikos
- Ökonomische, soziale und rechtliche Aspekte werden nicht behandelt.

Wasseraufbereitung

73% Salzwasser, 3% Süsswasser => davon 2% Eis, <1% Grundwasser, 0.3% Oberflächenwasser, (70 % von Wasserverbräucher für Landwirtschaft)

Herforderung: 1. Verfügbarkeit und Verteilung von Wasser unabhängig von den Voraussetzungen, 2. Sicherung von Wasserressourcen (Reinigung von Wasser / Verteilung von Trinkwasser)

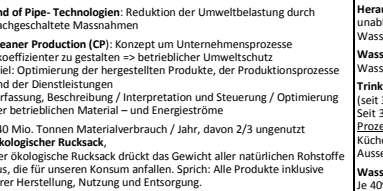
Wasserverfügbarkeit: 2030 werden 47% der Menschheit in Wassermangel-Gebleten leben, Wasserdéfizit wird auf 30% steigen

Trinkwasserbedarf Schweiz: 142l im Haushalt pro Einwohner und Tag (seit 30 Jahren sinkend), Indien 25L, DE 127L, USA 295L, Dubai 500L
 Seit 30 Jahren nimmt Verbrauch kontinuierlich ab

Präventuelle Verteilung: WC-Spülung 28.9%, Duschen/Baden 25.3%, Küchenspülung 15.5%, Wäschautomat 12%, Lavabo Bad 11.3%, Ausenbereich 4.9%, Geschirrspüler 2.1%

Wassergewinnung: 3000 kommunale Wasserversorger
 46% Grund- und Quellwasser und 20% See- und Flusswasser
 in CH Offshore Trink- und Abwasserrett je rund 50'000 km Netzlänge
 Wasserversorger stellen pro Jahr 900 Mio. m³ Trinkwasser bereit

Hohe Abhängigkeit vom Quell- und Grundwasser
 Wachsende Bedeutung von Seewasseraufbereitung
 Zentralisierung von Anlagen an Siedlungs- / Nutzungsschwerpunkten



Wassergewinnung: 3000 kommunale Wasserversorger
 46% Grund- und Quellwasser und 20% See- und Flusswasser
 in CH Offshore Trink- und Abwasserrett je rund 50'000 km Netzlänge
 Wasserversorger stellen pro Jahr 900 Mio. m³ Trinkwasser bereit

Hohe Abhängigkeit vom Quell- und Grundwasser
 Wachsende Bedeutung von Seewasseraufbereitung
 Zentralisierung von Anlagen an Siedlungs- / Nutzungsschwerpunkten

Siedlungsabwasser	Vergleich Misch- & Trennsystem:	Trennsystem:
Abgängerinnen	•Spülung bei Regenwetter •Getriebe geringer sein	•Schmutzwasserkanalanlage •Relativ hohes Gefälle nötig
Unterhalt	•Weniger Reinigungsbedarf •Gute Lüftung	•Mehr Reinigungsbedarf •Gesamte Kanalanlage grösser
Hausanschluss	•Kleinerer Aufwand •Kleinerer Aufwand	•Kleinerer Aufwand •Kein Kellerklosett
Pumpen	•Grössere Pumpenleistung nötig, die nur selten genutzt werden	•Häufig nur Pumpen für Schmutzwasser nötig
Kläranlage	•Belastungsschwankungen •Höherer Betriebswert, Leichter	•Gleichmässige Belastung in Abh. auf Volumenstrom und Fracht
Vorfürher	•Entlastung von Mischwasser •und teilweise des Schmutzwassers	•Regenwasser wird ungeklärt eingeleitet •Kein Schmutzwasseranteil
Kanalnetz	•Durch Mischwasserbecken •Erleichterung der Einleitung	•Keine Kanäle, höhere Baukosten •Grösserer Platzbedarf im Baugrund •Kein Mischwasserbecken

Siedlungsabwasser: 850l pro Kopf und Tag => Gewerbe & Industrie
 400l Abwasser, über 300l ist Fremdwasser und Regenwasser => dringt in Kanalisation ein bzw. wird von undichten Röhren aus dem Grundwasser angezogen. (sauberes Wasser ist schlecht für die Bakterien der ARA)

Trennsysteme: Anteil in CH 30%, Regenwasser und Schmutzwasser getrennt abgeführt, damit ARA weniger sauberes Wasser bekommt

Abwasser: Das durch häuslichen, industriellen, gewerblichen, öffentlichen und anderen sonstigen Gebrauch veränderte Wasser, ferner das in der Kanalisation steigt damit abfließende Wasser sowie das von bebauten oder befestigten Flächen abfließende Niederschlagswasser.

Verschmutztes Abwasser: Abwasser, das ein Gewässer, in das es gelangt verunreinigen kann.

Verunreinigung: Nachteilige physikalische, chemische oder biologische Veränderung des Wassers.

Abwasserbeseitigung: Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden, nicht verschmutztes Abwasser ist versickern zu lassen

1. Versickern, 2. Direkt Einleiten, 3. in die ARA

750 öffentliche Kläranlagen, 3'400 kleine Kläranlagen
 Kläranlagen und Abwasserkanal ist öffentliches Eigentum (Gemeinden), also nicht privatisiert => kein Gewinn sondern Kostendeckung

Nitrifikation

- 2. Zeil Teilprozess (Ammonium => Nitrit => Nitrat)
- NH₄ + 3O₂ -> NO₂ + 2H⁺ + H₂O (durch Nitrosomonas etc.)
- NO₂ + 1/2 O₂ -> NO₃ (durch Nitrobador etc.)

Nitrifikation zehrt Sauerstoff (Belüftung erforderlich)

Nitrifikanten brauchen Zeit zum Wachsen: =Schlammlagerung =
 Betriebschlamm ca. 10 Tage (=> Rückführung)

Bildn „Säure“

Reaktion zehrt Säure auf

Reaktion zehrt Säure auf

Denitrifikation

Im anoxischem Milieu

- 2NO₃ + 10 [H] + 2H⁺ -> N₂ + 6H₂O

Reaktion erfordert organisch gebundenen Wasserstoff (z.B. aus Methanol)

Reaktion zehrt Säure auf

Materialbedarf pro Person und Jahr in CH: durchschnittlich mit der Rohstoffgewinnung bis zum fertigen Produkt => über 11,5 Tonnen.

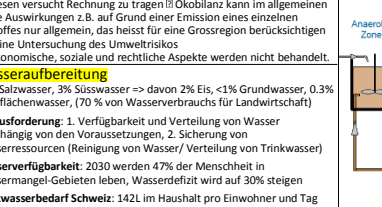
Gewässerschutzverordnung: regelt: ökologische Ziele für Gewässer, Anforderungen an Wassergüte, Abwasserbeseitigung, Entsorgung des Klärschlammes, usw

In CH wird 100% des Klärschlammes verbrannt

Abwasserreinigung: folgendes darf nicht verbleibender Durchmischung nicht auftreten: Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum (ausser bei starken Regenfällen), Sauerstoffarmer Zustand, nachteiliger pH-Wert

Abwasserreinigung:

1. Stufe: Mechanische Reinigung (Rechen, Sandfang, Fettfang, Vorklärbecken)
2. Stufe: Biologische Reinigung (organische Verbindungen zu Biomasse, CO2 und N2 umsetzen, Fällung von Phosphaten (chemische Reinigung), Abzug von Überschussschlamm)
3. Stufe: chemische Reinigung (Phosphatfällung)
4. Stufe: Mikroverunreinigungen => fehlt heute noch



nur ein Teil des Schlammes wird zirkuliert, um die Biomasse zu erhalten, der überschüssige Teil, der laufend produziert wird, wird dann verbrannt

Floccung: kleine Stoffe zu grösseren Flocken gebunden so Sedimentieren, je grober die Stoffe, desto schneller setzen sie sich ab

Belüftung: für das Belebtschlammverfahren macht 60% der Betriebskosten der ARA aus => hoher Energiebedarf

Sauerstoff in der Biologie:

Anaerob: kein bioverfügbare Sauerstoff vorhanden
Anaerob: kein gelöstes Sauerstoff vorhanden, aber andere Sauerstoffträger

Aerob: im Wasser gelöster Sauerstoff vorhanden

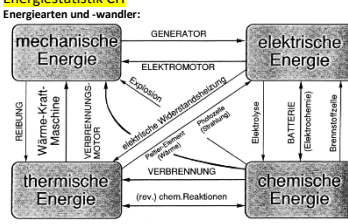
Verfahrensziele Biologische Reinigung:
 Gelöste organische Verbindungen werden unter Belüftung zu Biomasse und CO2 (oxidiert) und N-Verbindungen (Ammonium, Nitrat) zu N₂ umgesetzt, Fällung von Phosphaten mit Eisen- oder Aluminiumsalzen (chemische Stufe), Abzug von „Überschussschlamm“

Belastung der Gewässer: ungelöste Stoffe (Algen), Gelöste Stoffe (Metalle, Mikroverunreinigungen)

Mikroverunreinigungen: Pharmaka, Biocide, Industriechemikalie
 Gefährlichkeit: Hexamoxiv, Persistent, Mobil
 in Kläranlagen müssen 80% eliminiert werden (4. Stufe)
 Anforderung Gewässer: 0.1 µg/l Pestizide (GSChV)

Bestand der Trinkwassers in erster Linie wegen Mikrobiologie

Energiestatistik CH



Jede Energieumwandlung reduziert den Energieanteil (Exergieverlust)

erneuerbare Energien, Energie Solareinstrahlung: Sonne = Ausgangsquelle für fast alle erneuerbaren Energien...

Grundarten erneuerbare Energien: Solarstrahlung (Wasserkreislauf, Windsysteme, Photosynthese)

Primärenergie (primary energy): Energieerhaltend, in der Natur vorkommender Stoff (z.B. Rohöl) oder Quelle (z.B. Solarstrahlung)...

Primärenergiefaktor >= z.B. 3 Einheiten Energie muss man aufwenden, um 1 Einheit Strom zu erzeugen

Sekundärenergie (secondary energy): umgewandeltes Zwischenprodukt eines Energierohstoffs, bei dessen Umwandlung Verluste entstehen

Endenergie, Endverbrauch (delivered energy): dem Endkunden gelieferte Energie (Heizöl, Erdgas, Elektrizität)

Nutzenergie, Energieeffizienzleistung (useful energy): Energienutzanwendung (Druckluft, Beleuchtung, Raumwärme, etc.)

Umwandlungsverluste: Umwandlungsverluste durch Prozess- und Wärmeverluste (z.B. Raffinerie, e. Kraftwerk), Transport, Ein- und Ausspeicherung

Wirkungsgrad AKW: 33% >= 60% gehen bei Wandlung von thermischer zu mechanischer Energie verloren

2000 Watt Gesellschaft (Vision einer nachhaltigen Energieversorgung): 1. 2000 W Primärenergie pro Person der Weltbevölkerung

Speicherwirkung der Atmosphäre: CO2 das heute ausgetauscht wird verbessert Temp.erhöhung während den nächsten 50 Jahren

Energiestatistik: ca. 70% des Endenergieverbrauchs durch fossile Energien

Verbrauch nach Sektoren (Gesamtenergieverbrauch): Haushalte und Dienstleistungssektor sind für über 40% des Endverbrauchs verantwortlich

Elektrizitätsverbrauch nach Sektoren: Elektrizitätsverbrauch Haushalte, Industrie und Dienstleistung

Endverbrauch nach Verwendungszweck: Ca. 40% Wärme, 30% Verkehr, 20% Industrie

IPCC = Intergovernmental panel of climate change = Weltklimarat

CCS = Carbon capture and storage (CO2 in Gestein z.B. alte Gasfelder einlagern, um Zeit zu gewinnen), Wirkungsgradreduktion um 10%

Private Haushalte: Endverbrauch nach Verwendungszweck: Großteil des Energieverbrauchs für Raumwärme (ca. 70%)

Gesamtenergieverbrauch der Schweiz: in 2010 auf Allzeithoch von 911'550 Terrajoule [TJ] gestiegen

Umrechnung: 1 TJ = 10^12 J = 1/3.6 kWh = 0.2778 GWh

1. Hauptsatz der Thermodynamik: Energieerhaltung (bleibt Auskunft über die Quantität der Energie)

2. Hauptsatz der Thermodynamik: Entropievermehrung (bleibt Auskunft über die Qualität der Energie)

Energieformen nur z.T. aus Exergie: Wärme

CO2-Ausstoss und Klimaschutz: Derzeitige Energiewirtschaft hat starken Einfluss auf die Umwelt

Weltenergieversorgung heute: 90% fossile Energien / 4.7% erneuerbare Energien

Klima: Gesamtheit der Wettererscheinungen an einem Ort

Klimawandel: Mindestens 20-jähriger Trend z.B. zur Temperaturerhöhung, Zunahme von Stürmen etc.

Zusammensetzung Atmosphäre: 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff, 1% Edelgase, 0.1% Treibhausgase

Natürlicher Treibhauseffekt: Selektive Eigenschaften der Atmosphäre vergleichbar mit Glas in einem Treibhaus

Anthropogener Treibhauseffekt: Durch den Menschen verursachten Treibhauseffekt und Klimawandel, läuft sehr schnell ab

Anteil am Treibhauseffekt: CO2 >= 56%, CH4 (Methan) >= 32%

Auswirkungen Klimawandel: Abschmelzen des arktischen Eises und Gletscher, Ausdehnung der Wüstengebiete

Globale Temperaturbegrenzung / CO2 Ausstoss: bis Ende des 21. Jahrhunderts um 2°C Anstieg begrenzt

Klimawandel: Temperatur wird sich bis 2035 um 0.3-0.7 K erhöhen

Kyoto Protokoll: schreibt Emissionsreduktionsziele fest, 38 Industrienationen verpflichten sich auf 5.2% Reduktion der CO2-Emissionen

CO2-Abscheidung und Speicherung: Energieerhaltung: tau(lambda) + alpha(lambda) + rho(lambda) = 1

IPCC = Intergovernmental panel of climate change = Weltklimarat

Punkte im Klimasystem: subkontinentale Systeme, die durch kleine Störungen in selbstverstärkende und teils irreversible Änderung geraten

Power-to-Gas: Speicherung erneuerbarer Energie über Zeiträume von Tagen bis zu 1 Jahr -> Gas kann man einfach einspeichern

Nachhaltige Energieversorgung: Wohnen -> von alten Gebäuden auf Minerale

Fossile Energieträger: sind Kohlenwasserstoffe, die aus Biomasse (abgestorbene Meeresreste) unter Luftabschluss und hoher Druck in Erdschichten

Statische Reichweite: Reichweite eines fossilen Energieträgers bei aktuellem Verbrauch

Weltprimärenergieverbrauch: Erdöl 33%, Kohle 28%, Gas 24%

Erdöl: Anteil am Weltprimärenergieverbrauch ca. 33%

Unkonventionelles Erdöl: Dessen Förderung ist bei derzeitigen Preisen noch nicht wirtschaftlich

Fracking: Beim Fracking werden Wasser und Chemikalien über eine Bohrung unter hoher Druck in das Gestein eingebracht

Peak Oil: Zeit des Auftretens des globalen Fördermaximums (wird derzeit erreicht) Statische Reichweite auf 50 Jahre geschätzt

Realer Prozess: 1 -> 2 polytrope Kompression (Arbeitsvolumen) 2 -> 3 isobare Wärmezufuhr

isentrope = Entropie s konstant, isochore = spez. Volumen v konstant, isobare = Druck p konstant, isotherm = Temperatur T konstant

Energiebilanz des ganzen Prozesses: Qab = Qzu + Wzu

Arten von PV: Umgebungsluft-Wärme (63%), Erdsonde Sole-Wasser (35%), Grundwasser-Wasser-Wärmpumpe (2%)

Erdsonde: bis zu Faktor 4 erreichbar, das heisst 4 mal mehr Umweltwärme herausziehbare als investierte Energie

Qualität der Energie: Exergie: beliebig umwandelbare Energie in andere Energieformen (für technische Prozesse benötigt)

Solarthermie: Umwandlung der Solarstrahlung durch Kollektoren in Wärme für: Warmwasser, Raumwärme, industrielle Prozesse

Wichtigste Kollektortypen: Flachkollektor (90%), Vakuumröhrenkollektor (Heat Pipe), Selektiv veranodeter Kollektor, Schwimmblekkollektor

Globalstrahlung = Direktstrahlung + Diffusstrahlung (bei uns 50% diffus -> Kollektoren nicht der Sonne nachführen)

Solarthermie: Umwandlung der Solarstrahlung durch Kollektoren in Wärme für: Warmwasser, Raumwärme, industrielle Prozesse

Wichtigste Kollektortypen: Flachkollektor (90%), Vakuumröhrenkollektor (Heat Pipe), Selektiv veranodeter Kollektor, Schwimmblekkollektor

Globalstrahlung = Direktstrahlung + Diffusstrahlung (bei uns 50% diffus -> Kollektoren nicht der Sonne nachführen)

Solarthermie: Umwandlung der Solarstrahlung durch Kollektoren in Wärme für: Warmwasser, Raumwärme, industrielle Prozesse

Wichtigste Kollektortypen: Flachkollektor (90%), Vakuumröhrenkollektor (Heat Pipe), Selektiv veranodeter Kollektor, Schwimmblekkollektor

Umrechnung: OE = Ökologischwert = 1 kg OE = 41.868 MJ = 11.63 kWh = 1.428 kg SKE

Reisenergie: Reisenergie = Energieerhaltend, in der Natur vorkommender Stoff (z.B. Rohöl) oder Quelle (z.B. Solarstrahlung)

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe: Wärmepumpe

Zustellung = Gewinne - Verluste: Q-dot = (tau * A_kolle * G + A_kolle * H_kolle + A_kolle * (T_amb - T_kolle))

Wirkungsgleichung von Kollektoren: eta = eta_0 - alpha_1 * Delta T / G - alpha_2 * Delta T^2 / G

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

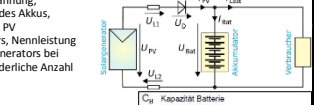
Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Kollektorwirkungsgradennlinie: Optischer Wirkungsgrad = 80%

Dimensionierung PV-Insel-Systeme

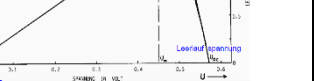


Wahl der Systemspannung, Kapazität des Akkus, Ertrag des PV Generators, Nennleistung des PV Generators bei STC, erforderlicher Anzahl Module

Kenlinie bei Standardbedingungen (STC)



Kenlinie in Abhängigkeit der Einstrahlung

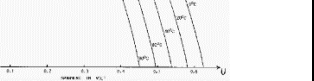


Kenlinie in Abhängigkeit der Einstrahlung

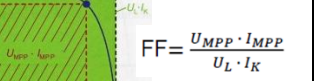


Steigende Temp. => Isc nimmt leicht zu, Uoc nimmt stärker ab => Pmax nimmt daher ab

Füllfaktor als Qualitätsparameter: Maximum Power Point



PV-Generator unter Last (fester Widerstand), unterschiedliche Bestrahlung



Spannungsebenen öffentliches Netzwerk: Niederspannung 230/400V, Mittelspannung 10/20kV

Erntefaktor Photovoltaik: Der Erntefaktor gibt an, wie viel mehr elektrische Energie die Anlage im Laufe ihres Lebens produziert

Energiückgewinnungszeit von PV-Anlagen: 0.8 bis 1.5 Jahre bei südeuropäischen Standorten

Solarzellen: Wirkungsgrad ca. 20% -> damit kann man 200kWh/Jahr nutzen

weit weg von MPP -> Betriebspunkt verschoben => mehr Leistung

weit weg von MPP -> Betriebspunkt verschoben => mehr Leistung