

KOMMUNALE NÄHRSTOFFRÜCKGEWINNUNG NIEDERSACHSEN GMBH (KNRN)

Vorstellung KNRN bei Infoveranstaltung in Hasede,
23.1.2020

Dr.-Ing. Jens Manthey (KNRN)

Ausgangsbasis

Im Koalitionsvertrag der Bundesregierung für die 18. Legislaturperiode (2013 – 2017) stand unter Gewässer- und Meeresschutz als Ziel formuliert:

„Der Schutz der Gewässer vor Nährstoffeinträgen sowie Schadstoffen soll verstärkt und rechtlich so gestaltet werden, dass Fehlentwicklungen korrigiert werden. Wir werden die Klärschlammausbringung zu Düngezwecken beenden und Phosphor und andere Nährstoffe zurückgewinnen“

Geänderte Gesetzgebung

- DepV
 - seit 2005: Ablagerung von Abfällen mit mehr als 6% organischem Anteil verboten (thermische Verwertung weitestgehend notwendig)
 - Alternative: bodenbezogene Verwertung

Dem Ziel aus dem Koalitionsvertrag ist der Gesetzgeber mit der Änderung der

- Düngegesetzgebung
- AbfKlärV
 - Novellierung 3.10.2017: Forderung nach thermischer Verwertung und Verbot der bodenbezogenen Verwertung
 - Rückgewinnung von Phosphor

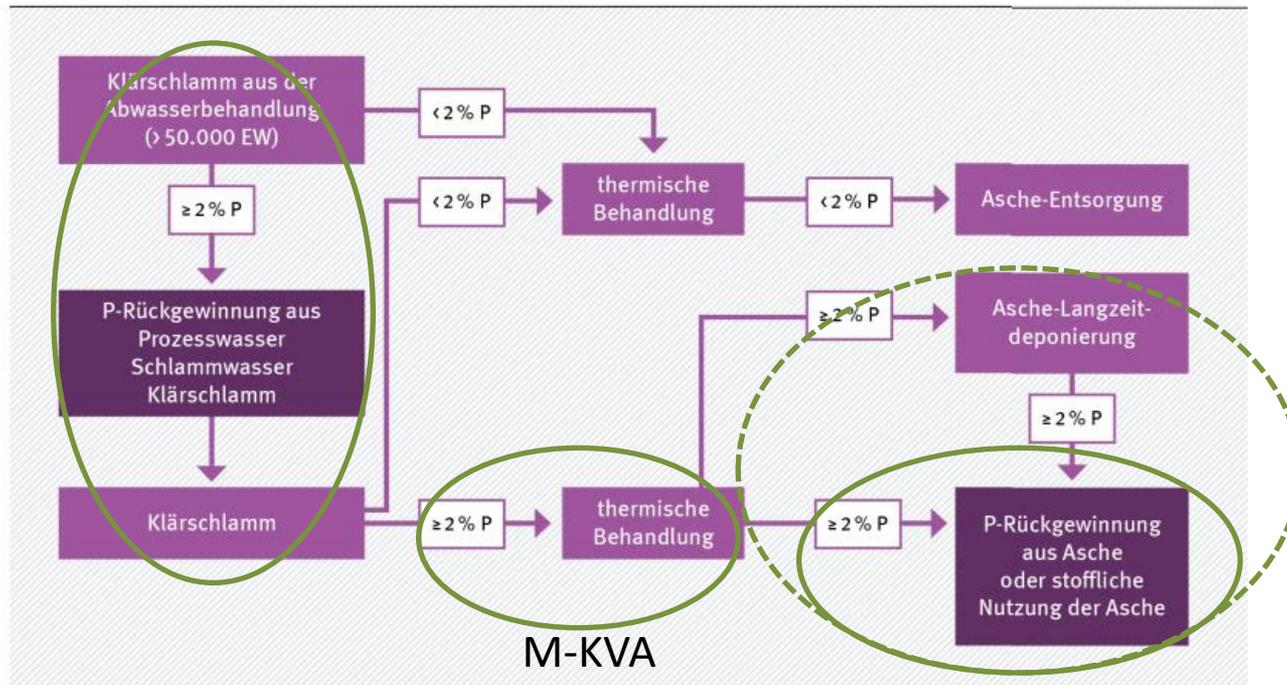
nachgekommen.

Phosphor-Recycling

- Artikel 5, AbfKlärV
 - Novellierung 3.10.2017:

Abbildung 3

Künftig mögliche Entsorgungs- und Verwertungswege für Klärschlamm aus Kläranlagen über 50.000 EW (ab 2032)



Quelle: UBA Klärschlamm entsorgung Std. 2018

Quelle: [ABFKLÄRV]

Kommunale Nährstoffrückgewinnung Niedersachsen GmbH (KNRN)

KNRN

- 26.3.2019 Gründung mit 9 Gesellschaftern
- 15.5.2019 Errichtung KNRN
- Vergrößerung auf 22 Gesellschafter (Stand 28.11.2019)
- Stammkapital der Gesellschaft: 69.500€
- Einlagen der Gesellschafter 3.450.000 €
- Zweck der Gesellschaft: Geplante Anlage:
 - Planung
 - Finanzierung
 - Bau
 - Betrieb
 - Logistik

einer Mono - Klärschlammverbrennungsanlage

- Standort Hildesheim
- Kapazität: 33.500 t (TS)
- Derzeitige Gesellschafter repräsentieren eine TS – Menge von ca. 30.000 Mg/a

1	Abwasserbetriebe Weserbergland AÖR
2	Stadt Celle, Eigenbetrieb Stadtentwässerung
3	Stadt Göttingen
4	Stadt Langenhagen, Eigenbetrieb Stadtentwässerung
5	Stadt Peine (Eigenbetrieb Stadtentwässerung)
6	ASG Abwasserentsorgung Salzgitter GmbH
7	Stadt Verden (Aller), Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung
8	Stadt Barsinghausen
9	Stadtentwässerung Hildesheim Kommunale Anstalt öffentlichen Rechts (SEHi)
10	Abwasserverband Matheide
11	Kreisverband für Wasserwirtschaft (Nienburg)
12	Stadtwerke Holzminden -Kommunalwirtschaft- AÖR
13	Wasserverband Peine
14	Abwasserbetrieb der Berg- und Universitätsstadt Clausthal-Zellerfeld
15	Abwasserverband "Gehle-Holpe"
16	Stadt Bad Pyrmont
17	Gemeinde Lengede
18	Stadt Sarstedt
19	Stadt Wunstorf
20	Eigenbetrieb Stadtentwässerung Springe
21	Stadtwerke Sehnde GmbH
22	Gemeinde Wedemark

Beweggründe für kommunale Kooperation

- langfristige Entsorgungssicherheit (Inhouse – Prinzip)
- Gebührenstabilität
- Reduzierung der Transportwege
- Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben incl. Phosphor – Recycling
- Solidargemeinschaft
 - Finanzierung der Investition
 - Ökonomie (Durchsatz)
 - Ökologie (geringere Schwankungen der Vorstoffe bewirken gleichmäßigeren Betrieb → bessere Effektivität der Anlage)
 - Personalgestellung (Demografischer Wandel)
 - Zur Verfügung gestellte Klärschlamm-mengen sichern Betrieb der Verbrennungsanlage

Vergabe öffentlicher Aufträge

- Wie alle von kommunalen Unternehmen angefragten Leistungen, welche die europäisch vorgegebenen Schwellenwerte überschreiten, müssen diese (z.B. Entsorgungsleistungen incl. der damit verbundenen Transporte) neutral ausgeschrieben werden
 - Regeln für Ausschreibungen sind in Teil 4 GWB (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen) und in der VgV (Vergabeverordnung) geregelt
 - Bieter aus GPA (Government Procurement Agreement) Staaten dürfen sich an Ausschreibung beteiligen



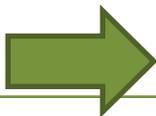
Der zu nehmende Entsorger entscheidet sich im Wettbewerb. Daraus kann sich u.a. auch der „Müll – Tourismus“ entwickeln



Vermeidung ist bei sogenannten „Inhouse“ - Geschäften (§108 GWB) möglich, d.h. bei rein kommunalen Geschäftspartnern ist keine Ausschreibung notwendig und lange Laufzeiten sind möglich

Gründung von Kommunalen Gesellschaften

- **12.8.2011 TVM – Thermische Klärschlammverwertung Mainz**
 - Errichtung einer Mono – Klärschlammverbrennungsanlage in Mainz, 37.500 Mg/a (TS)
 - Wirtschaftsbetriebe Mainz AöR / Stadtentwässerung Kaiserslautern AöR / AVUS (Abwasserverband Untere Selz) Ingelheim / FWE GmbH Kaiserslautern / WVE GmbH Kaiserslautern / ELW Wiesbaden KöR / VKK GmbH
- **28.6.2012 KKMV – Klärschlamm Kooperation Mecklenburg Vorpommern GmbH**
 - Errichtung einer Mono – Klärschlammverbrennungsanlage in Rostock, 25.000 Mg/a (TS)
 - WWAV, Warnow / Eigenbetrieb SAE Schweriner Abwasserentsorgung / REWA, Stralsund / WAZ, Güstrow / Zweckverband Grevesmühlen / Zweckverband Kühlung
- **17.7.2018 KKR Klärschlammkooperation Rheinland**
 - Errichtung einer Mono – Klärschlammverbrennungsanlage, 70.000 Mg/a (TS)
 - Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR / Erft Verband / Niersverband / Wasserverband Eifel – Rur / Stadt Bonn (Beitrittsbeschluss 24.6.2019)
- **26.3.2019 Kommunale Nährstoffrückgewinnung Niedersachsen GmbH (KNRN)**
 - Errichtung einer Mono – Klärschlammverbrennungsanlage in Hildesheim, 33.500 Mg/a (TS)
 - Abwasserbetriebe Weserbergland AöR / Eigenbetrieb Stadtentwässerung Celle / Stadt Göttingen / Stadt Langenhagen / Stadt Peine / Abwasserentsorgung Salzgitter GmbH / Stadt Verden / Stadt Barsinghausen / Stadtentwässerung Hildesheim AöR / Abwasserverband Matheide / Kreisverband f. Wasserwirtschaft Nienburg / Stadtwerke Holzminden / Wasserverband Peine / Abwasserbetrieb Clausthal – Zellerfeld / Abwasserverband Gehle – Holpe / Stadt Bad Pyrmont / Gemeinde Lengede / Stadt Sarstedt / Stadt Wunstorf / Eigenbetrieb SE Springe / Stadtwerke Sehnde GmbH / Gemeinde Wedemark
- **17.7.2019 Klärschlammverwertung Buchenhofen GmbH**
 - Planung einer Mono – Klärschlammverbrennungsanlage in Wuppertal, 36.000 Mg/a (TS)
 - Stadtentwässerung Düsseldorf / Stadtentwässerung Münster / Aggerverband / Bergisch-Rheinischer Wasserverband / Wupperverband
- **Feb. 2020 Klärschlammverwertung OWL GmbH**
 - Errichtung einer Mono – Klärschlammverbrennungsanlage, Zielvorgabe: 15.000 bis 45.000 Mg/a (TS)
 - Abfallwirtschaftsverband Lippe / Gesellschaft zur Entsorgung von Abfällen im Kreis Gütersloh mbH / Herforder Abwasser GmbH / Abwasserentsorgungsbetrieb des Kreis Minden – Lübbecke / Umweltbetrieb der Stadt Bielefeld / Stadt Gütersloh / Wasserverbände Wittlage und Bersenbrück / Stadt Minden (10.10.2019) / Halle (Westf.) / Versmold / Rietberg / Schloss Holte Stukenbrock / Marsberg / Geseke / Langenberg / Steinhagen / Herzebrock – Clarholz / Bad Oeynhausien / SW Espelkamp / AWW Obere Lutter

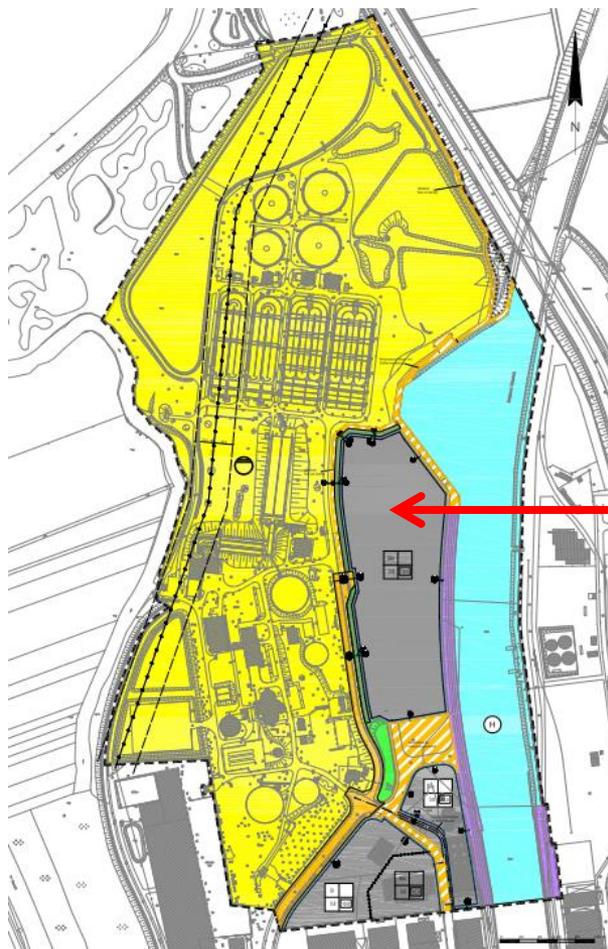


Schaffung von kommunalen Lösungen liegt im Trend

Zeitplan für KNRN

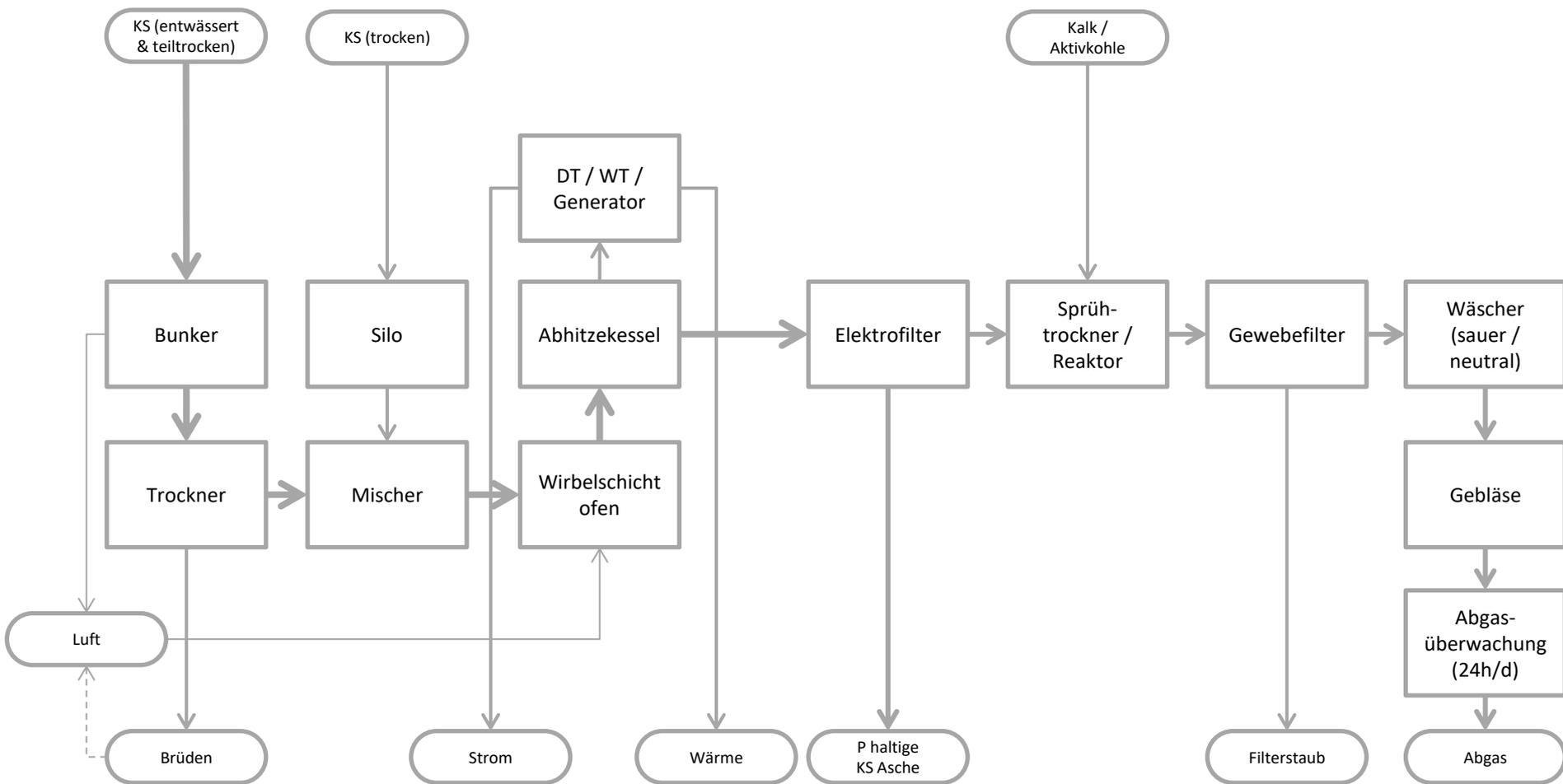
- 2019 Rumpfgeschäftsjahr
- 2020 Entwurfsplanung und Genehmigungsphase
- 2021 Ausführungsplanung & Beginn Ausschreibung
- 2022 bis 2024 Bau der Anlage
- 2025 Beginn der Entsorgungssicherheit

Standort: HI - Hafen



Fläche ca.
25.000 m²

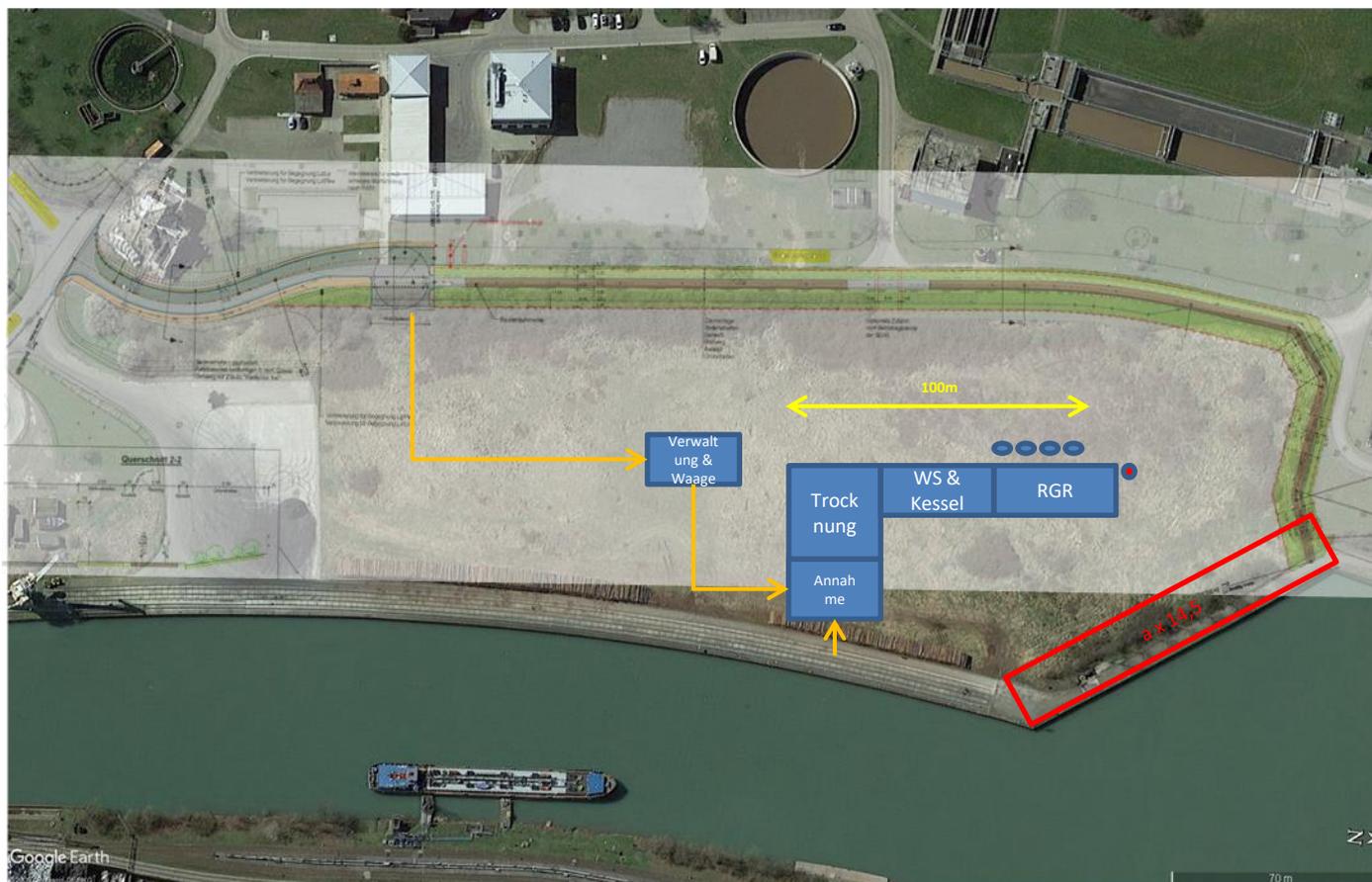
Allgemeines Prozessfließbild



Eckdaten

Parameter	Einheit	Wert	Bemerkung
mittlerer TS – Gehalt	%	24	22 – 26
Klärschlammmenge	Mg/a (TS)	33.500	relevant für Verbrennung
	Mg/a (OS)	122.000 - 139.000	(Nassschlamm), entwässerter Schlamm, getrockneter Schlamm
Betriebszeitraum	Bh/a	8.000	92% Verfügbarkeit
Durchsatz, trocken	kg/h (TS)	4.200	100 % Last
Anzahl der Verbrennungslinien		1	

Mögliches Anlagendesign



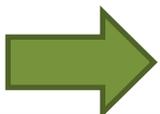
Betriebsgenehmigung

- BImSchG §4: Anlage benötigt eine Betriebsgenehmigung
 - 4 BImSchV, Anhang 1: genehmigungsbedürftige Anlagen

8.	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen		
8.1	Anlagen zur Beseitigung oder Verwertung fester, flüssiger oder in Behältern gefasster gasförmiger Abfälle, Deponiegas oder anderer gasförmiger Stoffe mit brennbaren Bestandteilen durch		
8.1.1	thermische Verfahren, insbesondere Entgasung, Plasmaverfahren, Pyrolyse, Vergasung, Verbrennung oder eine Kombination dieser Verfahren mit einer Durchsatzkapazität von		
8.1.1.1	10 Tonnen gefährlichen Abfällen oder mehr je Tag,	G	E
8.1.1.2	weniger als 10 Tonnen gefährlichen Abfällen je Tag,	G	
8.1.1.3	3 Tonnen <u>nicht</u> gefährlichen Abfällen oder mehr je Stunde,	G	E
8.1.1.4	weniger als 3 Tonnen nicht gefährlichen Abfällen je Stunde, ausgenommen die Verbrennung von Altholz der Altholzkategorie A I und A II nach der Altholzverordnung vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302), die zuletzt durch Artikel 6 der Verordnung vom 2. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2770) geändert worden ist,	V	

https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/anhang_1.html

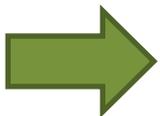
- „G“ → BImSchG §10: Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung („E“ = Anlage gemäß IED – Richtlinie)
- „V“ → BImSchG §19: Vereinfachtes Verfahren



Die Emissionsgrenzwerte werden für alle diese Verfahren durch die 17. BImSchV vorgegeben

Ausgangssituation: Emissionen

- Schadstoffe sind im Klärschlamm enthalten. Sie waren bereits in der Umwelt bevor sie im Klärschlamm durch die Reinigung des Abwassers angereichert wurden
 - Schwermetalle kommen von der Oberfläche (Regenwasser)
 - organische Kohlenstoffe (Keime, Medikamente, Hormone, Mikroorganismen etc.) kommen überwiegend durch menschliche Ausscheidungen über das Schmutzwasser
 - Mikroplastik kommt über Schmutzwasser (z.B. aus Zahnpasta) und von zersetztem Plastik über Regenwasser
 - bereits existierende Dioxine werden über das Regenwasser in das Abwasser eingetragen
- Durch bodenbezogenen Verwertung des Klärschlammes wurden und werden die Schadstoffe in der Fläche ausgebreitet. Erosion und Imprägnation in den Boden tragen zu deren weiteren, unkontrollierten Verbreitung bei



Durch Änderung der Gesetzgebung soll dies in Zukunft vermieden werden

Emissionen: bodenbezogene Verwertung

Grenzwerte DüMV Anlage 2 Tabelle 1.4

As	40 mg/kg _{TS}
Pb	150 mg/kg _{TS}
Cd	1,5 mg/kg _{TS}
Cd (bei >5% P ₂ O ₅)	50 mg/kg _{TS}
Cr(ges)	mg/kg _{TS}
Cr(VI)	2 mg/kg _{TS}
Ni	80 mg/kg _{TS}
Hg	1 mg/kg _{TS}
Tl	1 mg/kg _{TS}
PFT*	0,1 mg/kg _{TS}
Dioxin	30 ng/kg _{TS}

Zus. Grenzwerte AbfklärV Anlage 1

Zn	4.000 mg/kg _{TS}
AOX	400 mg/kg _{TS}
B(a)P**	1 mg/kg _{TS}
PCB***	0,1 mg/kg _{TS}

* Perfluorierte Alkylverbindungen

** Benzo[a]pyren

*** Polychlorierte Biphenyle

- Grenzwerte müssen als Maximalwerte gesehen werden (Worst case - Szenarium) und sind theoretischer Natur

Beispielrechnung:

bodenb. Verwertung von 2.250 t/a (TS) (= HI)

Schwermetalle:	9.618 kg/a
Dioxin:	68 g/a
Quecksilber:	2 kg/a

bodenb. Verwertung von 33.500 t/a (TS)

Schwermetalle:	143.196 kg/a
Dioxin:	1.005 g/a
Quecksilber:	34 kg/a

Filtersysteme

E-FILTER UND SCHLAUCHFILTER



© VDI Wissensforum, 2019 - Veranstaltungsunterlagen - nur zum persönlichen Gebrauch



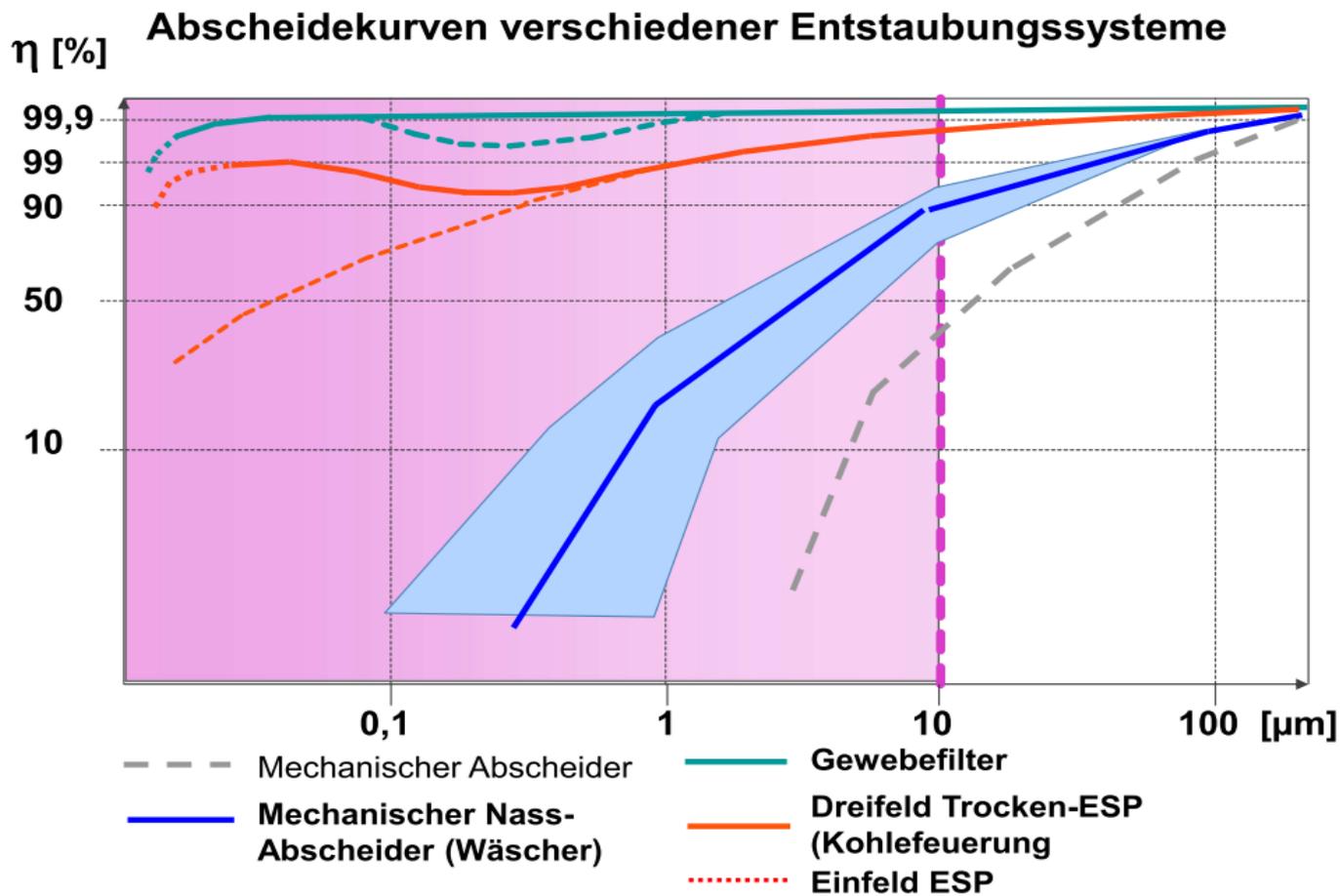
Elektrischer Energieverbrauch auf gleichem Niveau

Elektrofilter
 Abscheidung ca. 96 – 99 %
 Investitionskosten: ca. 150 %

Schlauchfilter
 Abscheidung > 99,99 %
 Investitionskosten: ca. 100 %

Wirkungsgrad Filtersysteme

[4] Sachverständigenbüro für Abluft- & Abgastechnik, Dr.-Ing. W. Schulteß, Karlsruhe,



Emissionen: Luftemission

Grenzwerte 17 BImSchV §8

		BVT	
Gesamtstaub	5	2 – 5	mg/m ³
TC	10		mg/m ³
HCl	10	2 – 6	mg/m ³
HF	1		mg/m ³
SO ₂	50	5 – 30	mg/m ³
NO ₂	150	50 – 120	mg/m ³
Hg	0,03	0,005 – 0,02	mg/m ³
CO	50	10 – 50	mg/m ³
NH ₃	10	2 – 10	mg/m ³

Zus. Grenzwerte Anlage 1 zu §8

Cd + Tl	0,05	0,005 – 0,02	mg/m ³
Summe(Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,5	0,01 – 0,3	mg/m ³
Summe(As, B(a)P, Cd, Co, Cr(VI))	0,05		mg/m ³
Summe(As, B(a)P, Cd, Co, Cr)	0,05		mg/m ³
Dioxin	0,1	0,01 – 0,04	ng/m ³

- Grenzwerte müssen als Maximalwerte gesehen werden (Worst case - Szenarium) und sind eher theoretischer Natur
- Europäische Union diskutiert mit der Umsetzung der „Best verfügbarer Technik“ (BVT) eine weitere Absenkung der Grenzwerte im Rahmen der IED (Industrie Emissionsrichtlinie)

Beispielrechnung:

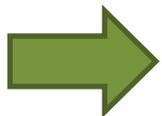
Einsatz v. 33.500 t/a (TS)

bei 23.899 Nm³/h bei 8.000 Bh/a

Schwermetalle:	105 kg/a	(0,1 %)
Dioxin:	19 g/a	(1,9 %)
Quecksilber:	6 kg/a	(> akt. HI)
Quecksilber (BVT):	2 kg/a	(= akt. HI)

Emissionen: Auswirkung Betrieb der KNRN

- Bei der Verbrennung (T für 2s $> 850^{\circ}\text{C}$) werden die Schadstoffe chemisch zerstört oder im Prozess gerichtet abgeschieden und ausgebracht.
- Da keine Technik 100% Wirkungsgrad besitzt, bleibt eine kleine Punktquelle als Emittent übrig (kontrollierbarer Prozess \rightarrow Abgasüberwachung)
 - Die Hauptemissionen sind jetzt gasförmig (H_2O , CO_2 , N_2).
 - Der eingesetzte Kohlenstoff ist jedoch biologischen Ursprungs, so dass dessen CO_2 Emission als klimaneutral einzustufen ist
 - Rückstand Filterstaub (AVV 19 01 07* o. 19 01 13*) wird gerichtet entsorgt (Untertageversatz)



Ein „großzügiges“ Verteilen der Schadstoffe in der Umwelt findet nicht statt!
Schwermetalle werden gezielt der Umwelt entzogen

Dioxine

- Es gibt nicht „das“ Dioxin.
 - Dioxine liegen immer als Gemische von Einzelverbindungen (Kongenere) mit unterschiedlicher Zusammensetzung vor
- Daneben existiert polychlorierte Biphenyle (PCB) mit einer ähnlichen chemischen Struktur wie Dioxine
- Dioxine und PCB sind persistente (= langlebige) organische Schadstoffe ("persistent organic pollutants" bzw. POPs). Als solche werden organische Chemikalien bezeichnet, die sich in den Körpern von Menschen, Tieren und Pflanzen anreichern und das Potential zum weiträumigen Transport aufweisen
- Sind Feststoffpartikel

(Quelle: UBA – Umwelt Bundesamt)

Dioxine

- Dioxine gelangen in die Umwelt u. a. auch über:
 - die Luft,
 - z.B. durch das unkontrollierte Verbrennen von lackiertem oder behandeltem Holz oder anderen Abfällen
 - Produkte (Chemikalien, Papier),
 - feste Rückstände (Asche, Schlacke, Klärschlamm),
 - In den Boden gelangen sie z. B. über die Düngung mit Klärschlamm oder anderen Sekundärrohstoffdüngern.
 - Durch Untersuchungen weiß man, dass Dioxine mit wenigen Ausnahmen kaum im Gemüse zu finden sind, sondern durch Bodenpartikel außen am Gemüse oder Gras anhaften.
 - das Abwasser (Zellstoffmühlen, Deponiesickerwasser)



Vom Menschen werden 90 bis 95 Prozent der Dioxine über die Nahrung aufgenommen.

(Quelle: UBA – Umwelt Bundesamt)

Dioxine

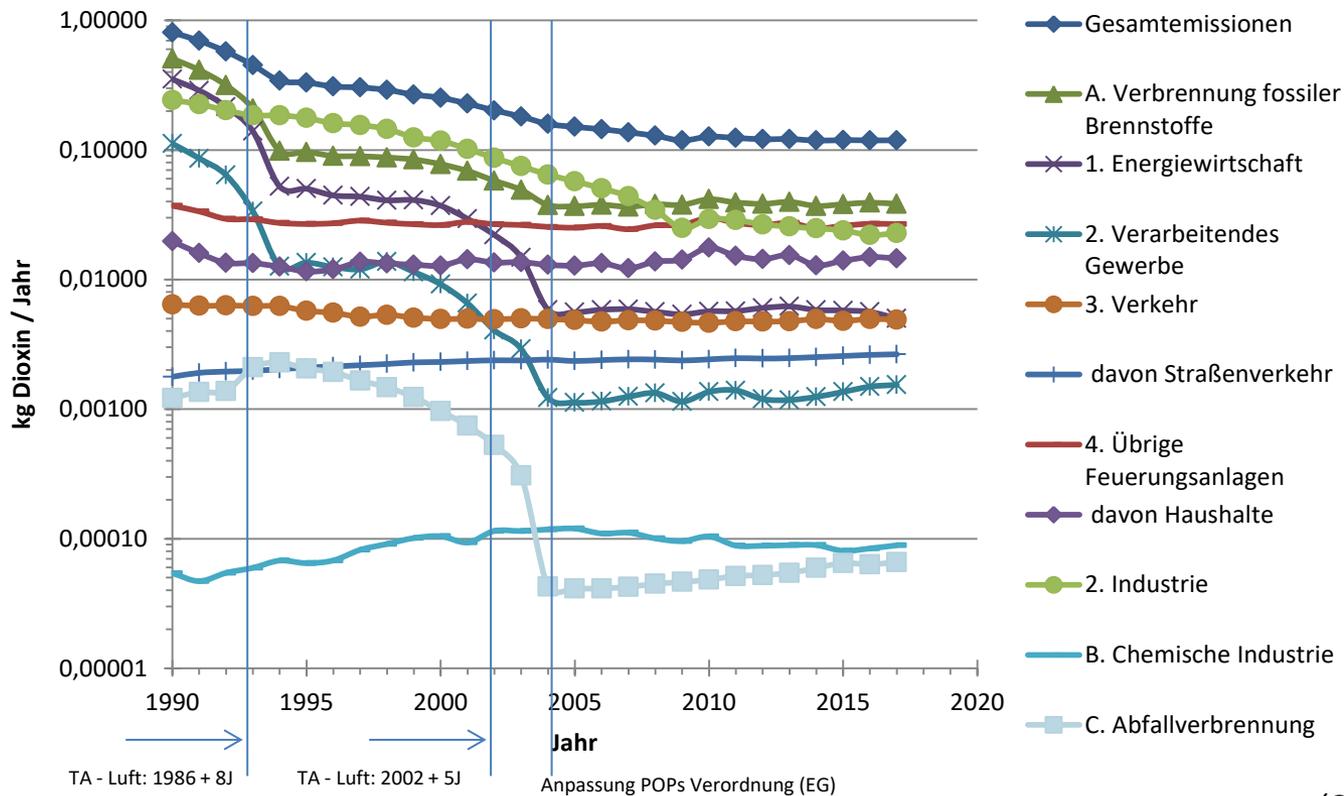
- Sie entstehen unerwünscht bei allen Verbrennungsprozessen in Anwesenheit von Chlor (Cl_2) und organischen Kohlenstoff (C)
 - Dioxine entstehen bei 300°C und mehr und werden bei $> 850^\circ\text{C}$ zerstört
 - weitere Abgasreaktionen beim Verbrennen von Klärschlamm führen zur Hemmung der Neubildung (Griffin Reaktion)
 - Dioxine können auch bei Waldbränden und Vulkanausbrüchen entstehen.
 - Sind kein neuzeitliches Phänomen. Man fand Dioxine auch in etwa 200 Millionen Jahre alten Kaolinitböden (Aluminiumsilikat)
 - Kontrollierte Emissionsquellen sind heute weniger das Problem. Aufgrund der Langlebigkeit der Dioxine hat sich das Problem von der Emissionsseite verstärkt auf die Umweltseite verlagert (Kreisläufe).



Die Klärschlammverbrennungsanlage ist eine Schadstoffsенке

Dioxine

Entwicklung Dioxin - Emission von unterschiedlichen Branchen



Ergebnisse:

- Schärfere Grenzwerte haben das Emissionsproblem reduziert
- Industrielle Anlagen werden kontinuierlich überwacht

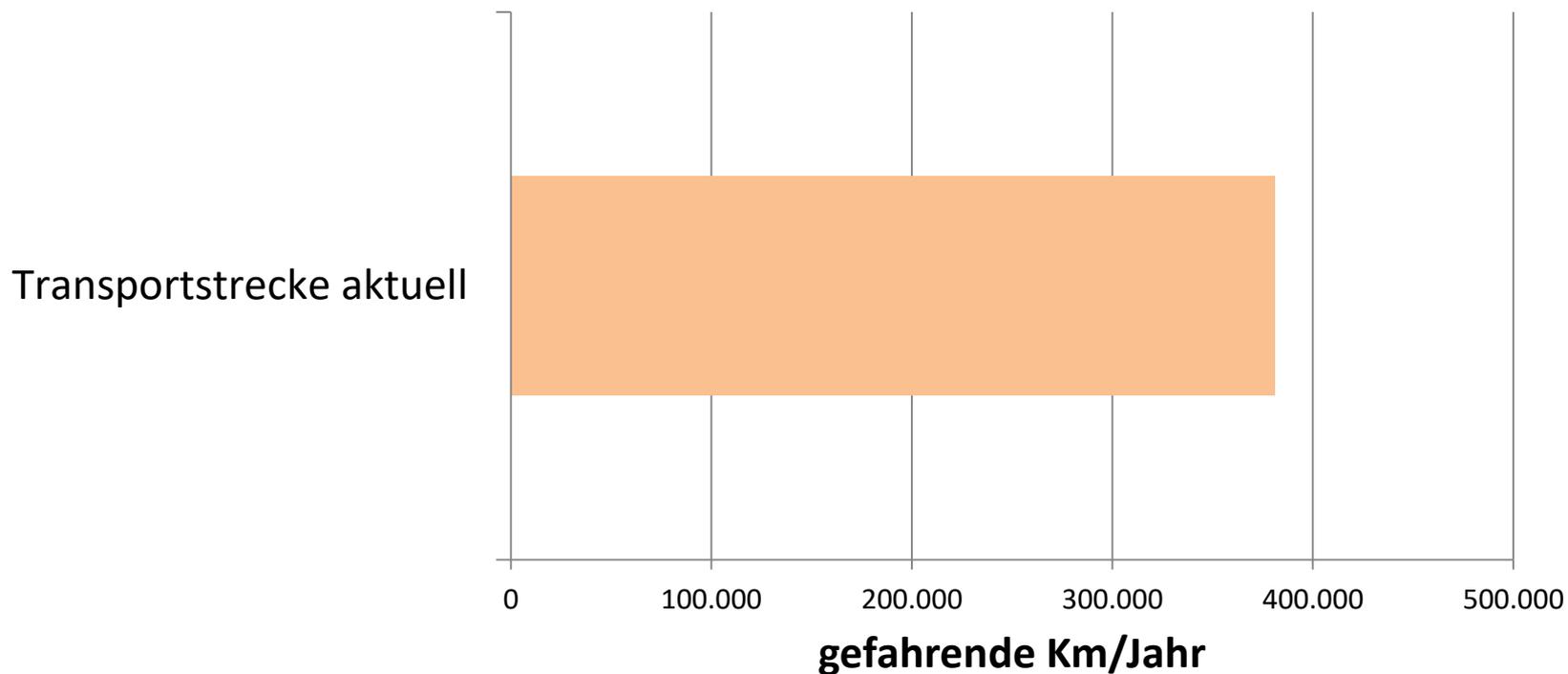
weitere Maßnahmen:

- Weitere Quellen müssen identifiziert werden, um hier eine weiter Absenkung zu erwirken
- Ständige Verbesserung der Überwachung des Einbringens von bereits vorhandenen Dioxinen in die Kreisläufe

(Quelle: UBA – Umwelt Bundesamt)

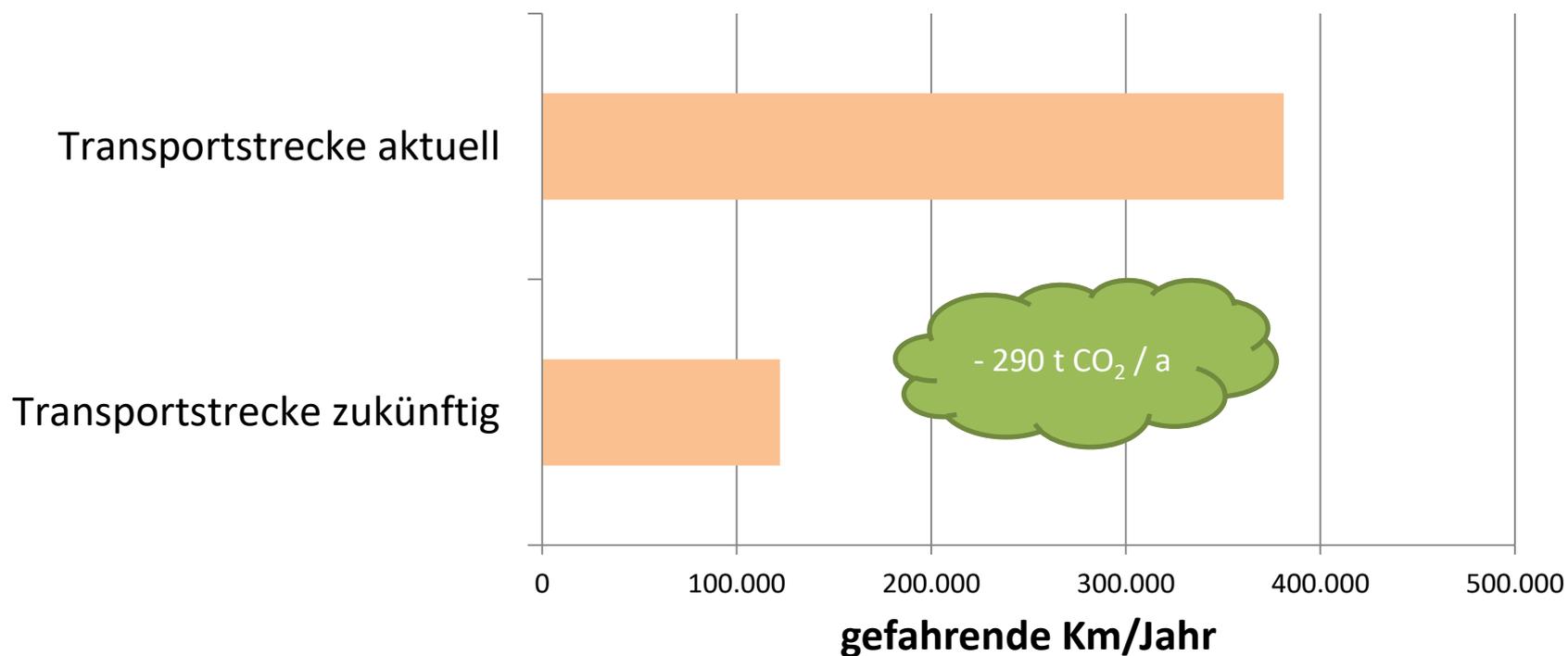
Verkehrssituation: Aktuell

Transportstrecken für die derzeitigen 9 Gesellschafter

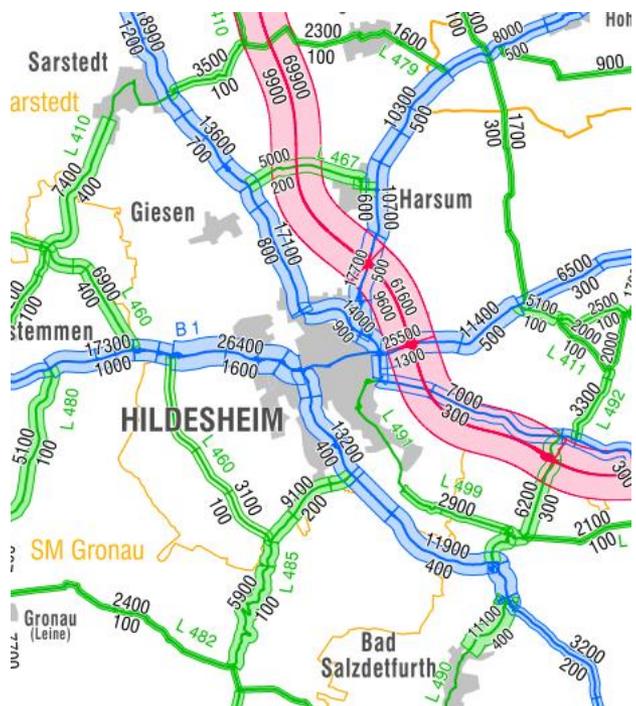


Verkehrssituation: Regional

Transportstrecken für die derzeitigen 9 Gesellschafter



Verkehrssituation: HI - Hafen



Legende:

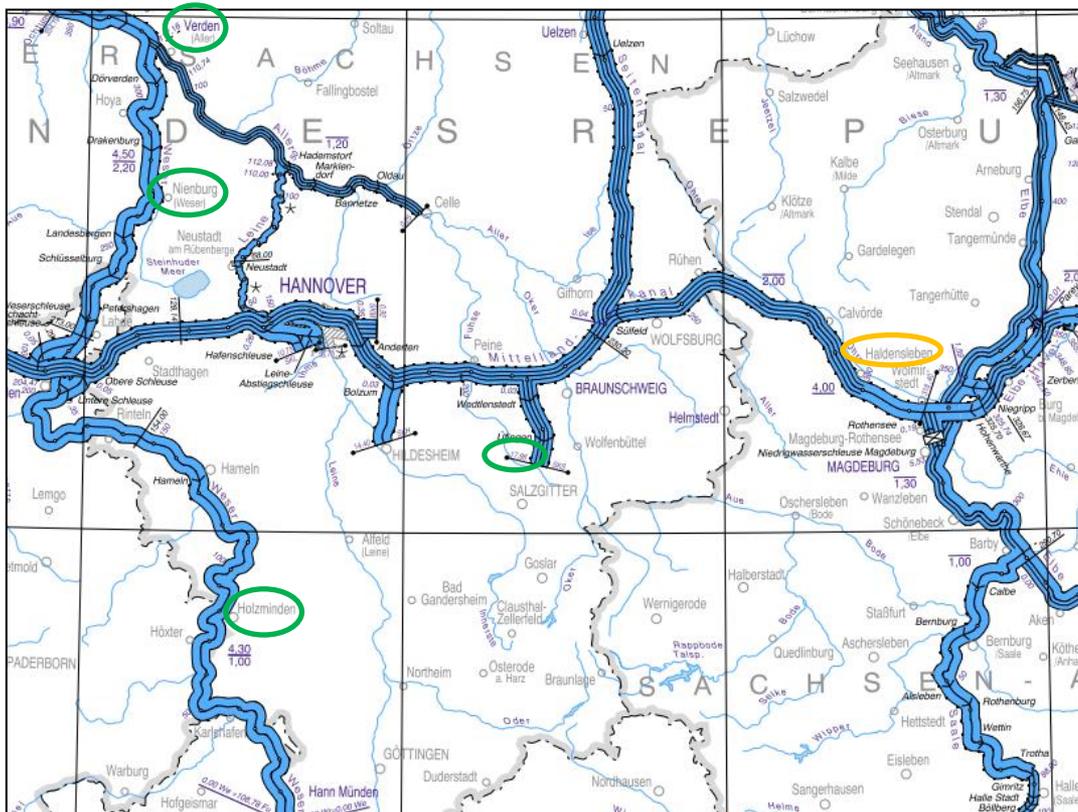
- 25800 DTV, gerundet auf volle 100
- 2600 Schwerverkehr (> 3,5 t), gerundet auf volle 100
- Werte nicht richtungsgetrennt

(Quelle: https://www.strassenbau.niedersachsen.de/startseite/service/pdf_karten/pdf-karten-78690.html)

Erhebung: 2015						
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV)			B1	B6	B494	
Summe aller PKW und LKW*	1/d		26.400	17.100	14.000	
Schwerlastverkehr >3,5t	1/d		1.600	800	900	
Schwerlastverkehr >3,5t (50W, 5WT)**	1/a		400.000	200.000	225.000	
Zusätzlich durch Gesellschafter KNRN	1/a		1.228	49	2.922	4.199
Auslieferungen (15.000 t/a)	1/a				556	4.755
Ankünfte (50W, 5 WT = 250 AT)	1/d		5	0,2	14	19
(10 h/d)	1/h					2
Summe aller PKW und LKW*** /****			402.456	200.098	231.955	
Anteil	%		0,61	0,05	3,00	

* Daten berücksichtigen beide Fahrrichtungen
 ** berechnet
 *** incl. An und Abfahrt (Faktor 2)
 **** würde über neuen Autobahnzubringer deutlich entlastet

Schifftransport



- Überlegungen zum Anlieferungen aus VER, NI, SZ, Wunstorf laufen
- Produktionsasche kann auch mittels Schiff zu mögl. Verarbeitern transportiert werden. (z.B. Fa. Seraplant GmbH errichtet in Haldensleben Produktionsstätte für P – Dünger)

(Quelle: https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/service/karten/01_karten/karten-node.html)

Zu guter Letzt

KNRN

Vielen Dank für Ihr Interesse !