



Altershalber Verkauf eines selbst entwickelten und ausgiebig eingesetzten Systems zur
Reinigung und zum Unterhalt von Entwässerungs- und Drainagesystemen in schwierig
zugänglichem Gelände

Vertrauliche Verkaufsdokumentation

Diese Dokumentation dient ausschliesslich der Beurteilung eines möglichen Erwerbs der
beschriebenen Entwicklung und der dazugehörigen Ausrüstung.

Hans Itin, 4455 Zunzgen, Mail: haitins@vtxmail.ch, Mobile +41 79 653 75 68

Geländegängige Kanalspültechnik für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und abgelegene
Entwässerungssysteme

Hans Itin, Zünzgen

Entwicklungszeitraum: 2018–2019

Im Einsatz seit: Herbst 2019

Bearbeitete Leitungen: rund 200 km

Spülleistung: 200 l/min bei 200 bar

Maximale Distanz von Wegen: bis 400 m (erweiterbar)

Ortungssystem bis Spülschlauchlänge

Geländegängiges Saugfass

Umfangreiches Zubehör

Wachsender Bedarf an Unterhalt und Sanierung

Verkauf altershalber

Das Problem

Die Funktionsfähigkeit von Entwässerungs- und Drainagesystemen ausserhalb des Siedlungsgebietes ist entscheidend für die Nutzung und den Schutz landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Gebiete sowie für den Schutz darunter liegender öffentlicher Anlagen, Verkehrswege, Gebäude und weiterer Infrastrukturen.

Ein grosser Teil dieser Entwässerungsanlagen wurde vor Jahrzehnten erstellt, seither nie oder nur unzureichend unterhalten und befindet sich heute in einem Alter und Zustand, in dem Unterhaltsmassnahmen zunehmend zwingend werden. Gleichzeitig führen häufigere Starkniederschläge zu höheren Anforderungen an die Funktionsfähigkeit dieser Systeme.

Viele dieser Leitungen befinden sich in landwirtschaftlichen Nutzflächen, Hanglagen, Waldgebieten oder anderen schwer zugänglichen Bereichen. Der Zugang mit herkömmlichen Kanalspülfahrzeugen ist dort oft nur eingeschränkt oder gar nicht möglich. Dadurch werden notwendige Unterhaltsarbeiten meist aufgeschoben oder gar nicht vorgenommen.

Die Folgen zeigen sich durch plötzlich auftretende Verstopfungen und die damit verbundenen, teilweise sehr teuren Sanierungs- und Reparaturmassnahmen. Abrutschende Hänge, Wege und Gebäude sowie Wasserschäden an tiefer liegenden Gebäuden, Strassen und weiteren Infrastrukturen können durch einen periodischen Unterhalt der ausserhalb liegenden Entwässerungsstrukturen verhindert oder zumindest vermindert werden.

Sehr bis zu spät!



Grenzen bestehender Lösungen

Für den Unterhalt von Entwässerungs- und Drainagesystemen stehen heute Kanalspülfahrzeuge sowie verschiedene ergänzende Hilfsmittel zur Verfügung. Diese Systeme haben sich in relativ gut zugänglichen Bereichen bewährt. Bei abgelegeneren Leitungen in landwirtschaftlichen Nutzflächen, Hanglagen, Waldgebieten und bei nicht idealen Wetterbedingungen stossen sie jedoch häufig an technische, logistische und wirtschaftliche Grenzen.

Kanalspülfahrzeuge auf LKW-Basis sind auf ausreichend trag- und traktionsfähige Zufahrten angewiesen. Diese Voraussetzungen sind bei vielen Drainage- und Entwässerungsanlagen nicht gegeben. Insbesondere in landwirtschaftlichen Nutzflächen, Waldgebieten und Hanglagen können Bodenverhältnisse, fehlende oder schlecht unterhaltene Zufahrtswege den Einsatz erheblich erschweren oder vollständig verhindern.

Zusätzlich verschärfen feuchte Bodenverhältnisse die Situation. Während landwirtschaftliche Reifen dank ihres grossen Volumens, ihrer Konstruktion und ihres Profils auch auf weichen oder unbefestigten Untergründen eingesetzt werden können, stossen Kanalspülfahrzeuge auf LKW-Basis hinsichtlich ihrer schlechten Traktionseigenschaften und ihres hohen Gewichtes auch auf Feldwegen sehr schnell an ihre Grenzen. Durch den Einsatz eines traktorgetragenen Spülgerätes können die Zeitfenster, in denen ein Arbeiten möglich ist, erheblich vergrössert werden.

Kann der Einsatzort mit dem Kanalspülfahrzeug nicht direkt erreicht werden, musste bisher ein zusätzlicher Schlauchhaspel eingesetzt werden. Die erreichbare Distanz ist dabei durch die Länge des auf dem Fahrzeug vorhandenen Spülschlauches begrenzt. Gleichzeitig entsteht zwischen Kanalspülfahrzeug und Schlauchhaspel ein massgeblicher Druckverlust.

Muss aufgrund noch grösserer Distanzen sogar ein weiterer Schlauchhaspel eingesetzt werden, sinkt der verfügbare Spüldruck auf ein Niveau, das einen wirtschaftlichen und fachgerechten Einsatz nicht mehr zulässt.

Dadurch bleiben zahlreiche Entwässerungs- und Drainagesysteme in schwierigen, schlecht zugänglichen Hanglagen und Waldgebieten sowie auf weitläufigen landwirtschaftlichen Nutzflächen entweder ganz ohne Unterhalt oder können nur mit erheblichem personellem und finanziellem Aufwand bearbeitet werden.

Die Entwicklung

Die Entwicklung entstand aus Beobachtungen und Ideen während meiner Tätigkeit als hauptberuflicher Landwirt heraus. Dabei zeigte sich immer wieder, dass viele Entwässerungs- und Drainagesysteme nur unzureichend unterhalten werden konnten, weil geeignete technische Lösungen für schwierig zugängliche Gebiete fehlten.

Ziel war die Entwicklung eines Systems, das bodenschonend eingesetzt werden kann, auch weit abgelegene Einsatzorte erreicht und gleichzeitig über die Leistungsfähigkeit professioneller Kanalspültechnik verfügt. Die angestrebte Spülleistung sollte dabei nicht im Bereich von Kleinspülern liegen, sondern das Leistungsniveau eines Kanalspülfahrzeuges erreichen.

Die Entwicklung erfolgte vollständig am PC. Zuerst entstand 2018 der Tankwagen mit ferngesteuerter Zubringerpumpe und Schlauchhaspel, danach 2019 das eigentliche Spülaggregat. Dabei kamen mir die Erfahrungen aus dem früheren Bau von Maschinen sowie aus den vielfältigen handwerklichen Arbeiten beim eigenhändigen Bau meiner landwirtschaftlichen Wirtschaftsgebäude zugute. Die Konstruktion funktionierte vom ersten Einsatz an einwandfrei.

Schon vor Fertigstellung konnte dank Kontaktaufnahme mit dem Meliorationsamt ein grösserer Auftrag gewonnen werden.

Die in den folgenden Jahren vorgenommenen Anpassungen betrafen ausschliesslich Optimierungen im praktischen Einsatz. So wurde der auf einer Rolle ursprünglich eingesetzte 1"-Spülschlauch durch einen zweiten $\frac{3}{4}$ "-Schlauch ersetzt. Dieser ist in engen Schächten und Leitungen flexibler. Durch die kleineren Abmessungen ist er zudem beim Einsatz als Zweitschlauch zum Bergen einer verklemmten Düse besser geeignet.

Im weiteren wurde nur noch der Druckwasserhahn durch eine besser geeignete Systemkomponente ersetzt, und ein Pulsationsdämpfer aufgebaut.

Die Grundkonstruktion selbst blieb ansonsten während der gesamten Einsatzdauer unverändert.

Das System

Das System besteht aus zwei voneinander unabhängig ansteuerbaren Einheiten:

- einem Tankwagen mit 10'000 l Wasserreserve, ferngesteuerter Zubringerpumpe und Schlauchhaspel für den Zubringerschlauch.
- einem ebenfalls ferngesteuerten auf einem Traktor aufgebauten und damit geländegängigen Kanalspülaggregat mit zwei unabhängigen Spülschläuchen.



Der mit dem Traktor mitgebrachte Tankwagen wird abgekoppelt und verbleibt auf befahrbaren Wegen oder befestigten Flächen. Der Traktor mit aufgebautes Spülaggregat kann dagegen auch weit abgelegene Einsatzorte im Gelände erreichen und dort mit der Leistungsfähigkeit professioneller Kanalspültechnik arbeiten.

Die Verbindung zwischen Tankwagen und Spülaggregat erfolgt über einen bis zu 400 m langen Zubringerschlauch (erweiterbar). Die Geländefähigkeit des Allradtraktors ermöglicht dabei Einsätze auch in steilem oder schlecht befahrbarem Gebiet.

Spezielle Ausrüstung

Die Hochdruckpumpe der deutschen Firma Uraca verfügt über eine Leistung von 200 l/min bei 200 bar und erreicht damit das Leistungsniveau professioneller Kanalspülfahrzeuge. Eine höhere Literleistung kann bei Verwendung von $\frac{3}{4}$ "-Spülschläuchen nicht genutzt werden und hätte lediglich einen deutlich höheren Druckverlust sowie einen unnötig erhöhten Energieverbrauch zur Folge.

Auf Traktor und Tankwagen werden jederzeit 16 verschiedene Normal-, Rotations-, Vibrations- und Diamantspüldüsen mitgeführt. Ergänzt wird die Ausrüstung durch eine Kettenschleuder sowie einen Schlagbohrfräser.

Damit steht für jedes Problem eine adäquate Lösung bereit.

Nebst der grossen Anzahl verschiedener Spüldüsen und der grossen erreichbaren Distanz ab befahrbaren Wegen verfügt das Spülaggregat über zwei 180 m lange $\frac{3}{4}$ "-Spülschläuche.

Dadurch lassen sich verklemmte Düsen in den meisten Fällen mit Hilfe des zweiten Schlauches und einer kleinen Vibrationsdüse wieder befreien. Das aufwendige Anfordern eines Baggers zum Freilegen der Spüldüse sowie lange Arbeitsunterbrüche und Wartezeiten können dadurch häufig vermieden werden.



Saugen



Ein leichtes, ursprünglich für die Landwirtschaft gebautes und hangtaugliches Vakuumfass wurde von mir mit einer bodenschonenden Breitbereifung ausgerüstet. Ebenso wurde die Vakuumpumpe durch eine fast dreimal stärkere und wassergekühlte Version ersetzt, was eine Leistung ergibt, die das Saugen während des Spülbetriebes erlaubt, ohne dass Rohrverschlussblasen gesetzt werden müssen.

Während die Saugdistanz und -höhe bei einem LKW sehr beschränkt ist, kann mit diesem Fass weit ab von befahrbaren Wegen zu den Schächten gelangt werden. Das Saugen im Landwirtschaftsgebiet hat sich als sehr wichtig erwiesen, da viele Entwässerungssysteme in ein offen fließendes Gewässer münden. Eine sichtbare Trübung dieser Gewässer über der minimal geforderte Sichttiefe von 30cm gilt als Offizialdelikt. Jedermann kann eine Anzeige machen, was sehr teuer wird.

Auf eine Recyclingausrüstung wurde bewusst verzichtet, da sie zu schwer wäre. Zudem darf im Landwirtschaftsgebiet das abgesaugte Spülwasser auf geeignete Felder ausgebracht werden, was den Einsatz einer Recyclingausrüstung nicht erfordert.

Wasserversorgung

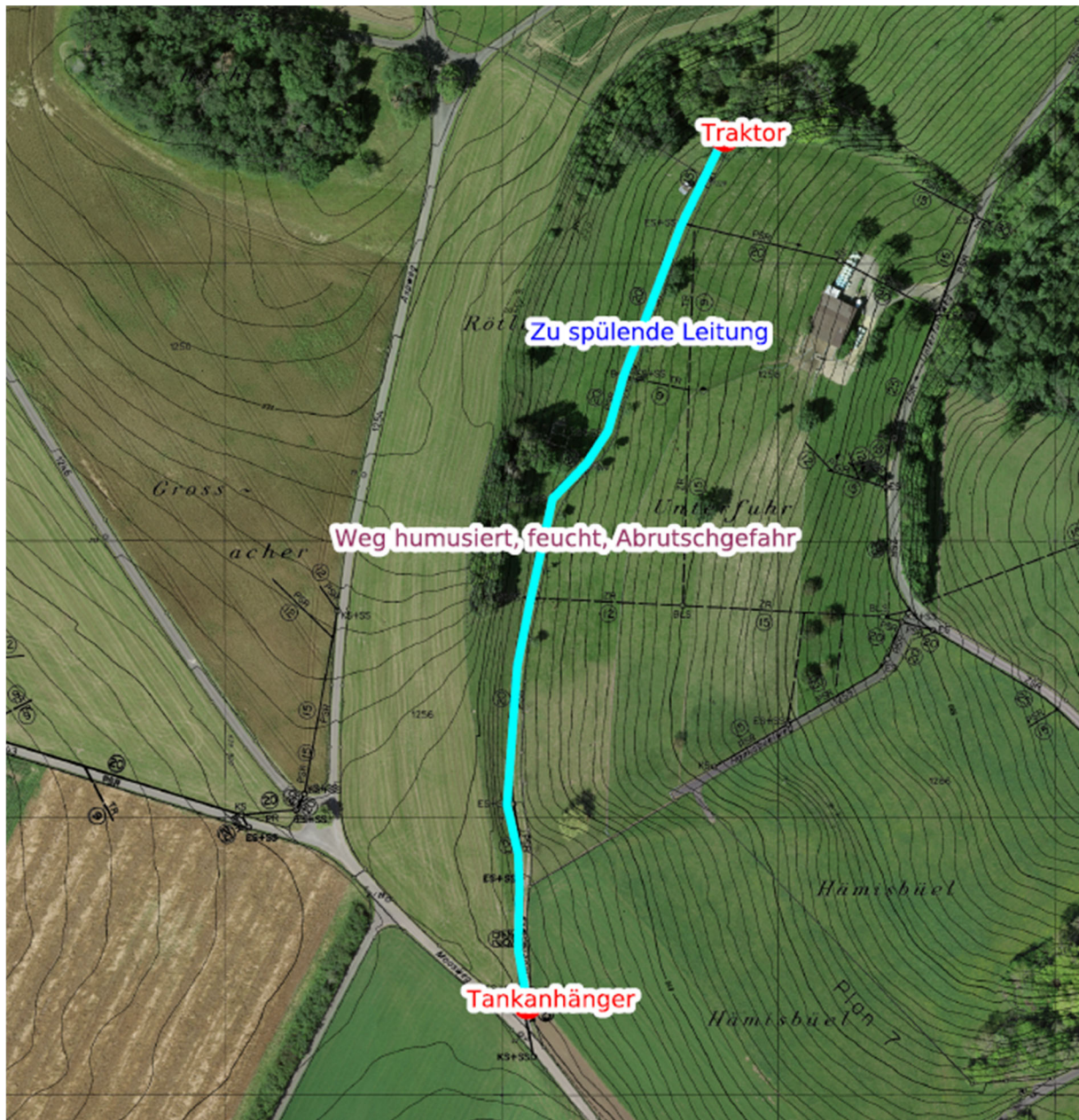


Wasserversorgung des Spülaggregates über Zubringerschlauch ab Tankwagen. Die Distanz zwischen Tankwagen und Einsatzort kann bis zu 400 m betragen.

Die Wasserversorgung des Spülaggregates ab dem 10'000-l-Tankanhänger erfolgt über den Flachschauch, welcher auf dem am Tankanhänger angebauten, hydraulisch betriebenen Haspel aufgewickelt ist.

Der erforderliche Druck wird über eine unter dem Tankanhänger montierte, vom Einsatzort des Spülaggregates aus ferngesteuerte Motor-Pumpeneinheit erzeugt.

Diese Pumpe verfügt mit einer Leistung von 420 l/min bei 19 bar über genügend Reserven, um auch grosse Höhenunterschiede zu überwinden.



Schachtreinigung und Vorbereitung von Zustandsaufnahmen



Zum System gehört zudem ein im Dreipunktanbau aufgebauter Wassertank mit 2000 l Inhalt und einer hydraulisch angetriebenen Kleinspülpumpe.

Mit dieser Einrichtung auf dem Traktor kann direkt ins Gelände gefahren werden. Sie dient dazu, abseits liegende Schächte rasch zu erreichen, zu reinigen und für die Aufnahme von Schachtprotokollen vorzubereiten. Dadurch können Vorabklärungen und Zustandsaufnahmen effizient durchgeführt werden, ohne dass das vollständige Spülsystem mit Tankanhänger und Zubringerleitung aufgebaut werden muss.

Dies führt zu einer erheblichen Zeitersparnis und ermöglicht einen deutlich einfacheren Zugang zu den betreffenden Schächten.

Ortung



Durch das Ortungssystem lokalisierter und danach freigelegter Schacht.

Häufig sind Leitungsverläufe nicht, unvollständig oder fehlerhaft dokumentiert. Dadurch können trotz Ausmessung durch den Geometer weder die Leitungen noch die dazugehörenden Schächte zuverlässig gefunden werden.

Insbesondere in landwirtschaftlichen Gebieten wurden für die Durchführung von Spülarbeiten notwendige Schächte im Laufe der Jahre bewusst oder unbewusst überdeckt. Dies führte immer wieder zu langen Wartezeiten, erfolglosen Grabungsarbeiten sowie mehrfach notwendigen Anfahrten zu einzelnen Haltungen.

Aus diesem Grund wurden spezielle Adapter entwickelt, mit deren Hilfe auf ausgewählten Spüldüsen Funksender aufgebaut werden können. Während sich die Düse in der Leitung fortbewegt, kann eine zweite Person deren Position mit einem Empfänger exakt verfolgen.

Dadurch können Leitungsverläufe, verdeckte Schächte und Unterbrüche präzise lokalisiert werden. Die Ortung erfolgt dabei inklusive Tiefenangabe.

Praxiserfahrung



Zufahrt zu abgelegenen Einsatzorten über Forst- und Bewirtschaftungswege.

Die Erreichbarkeit von Spülorten unter schwierigsten Bedingungen wie zum Beispiel verschlammten Forst- und Feldwegen, steilen Hängen und Weiden sowie Bachausläufen in weit unten liegende Wälder hat sich bewährt und ist bewiesen.

Im Durchschnitt wurden nicht mehr als zwei Tankwagenfüllungen Wasser pro Tag verbraucht. Dank dem starken Traktor sind die Spülorte nach dem Auffüllen ab Hydrant schnell wieder erreicht.

Unter anderem wurde das System auch eingesetzt, um im Rahmen geologischer Untersuchungen Einzugsgebiete von gemeindeeigenen Quellen und die Festlegung entsprechender Schutzzonen zu ermöglichen. Die Arbeiten mit den dazu erforderlichen Wassermengen und den abgelegenen Eingabestellen konnten mit dem System effizient durchgeführt werden.

Durch den bodenschonenden Einsatz mittels Traktor konnte mit Bewirtschaftern, Forstpersonal sowie den Verantwortlichen von Gemeinden und Ingenieurbüros ein gutes Verhältnis aufgebaut werden.

Erkenntnisse aus über 200 km bearbeiteten Leitungen



Beispiel eines angetroffenen Hindernisses in einer Entwässerungsleitung.

Beim Spülen von rund 200 km Entwässerungs- und Drainageleitungen wurden praktisch alle denkbaren Zustände und Schadensbilder angetroffen. Dazu gehörten unter anderem Leitungen aus Holz, Beton, PVC, PP, PE und Ton sowie die unterschiedlichsten Kombinationen und Übergänge zwischen diesen Materialien.

Angetroffen wurden unter anderem gequetschte Leitungen, Muffenversätze, Leitungsbrüche, verborgene Schächte, unsachgemässe Materialübergänge, Übergänge in Steinpackungen, Wurzeleinwüchse, unterspülte Leitungen und Schächte sowie Betonleitungen, deren Sohle durch aggressive Bodenwässer zerstört worden war.



Eines der grössten Probleme stellt im Juragebiet der Kalk dar. Wirtschaftlich entfernen lässt sich dieser nur in Leitungen aus PP, PVC und teilweise PE. Zudem ist die Erfolgsaussicht stark vom Ausmass der Verkalkung und vom Zustand der Leitung abhängig. Bei stark verkalkten Leitungen kann auch mit leistungsfähiger Spültechnik keine wirtschaftliche Wiederherstellung des ursprünglichen Querschnittes mehr erreicht werden. Bei schlecht verbauten oder bereits beschädigten Leitungen ist zudem mit erheblichen weiteren Leitungsschäden zu rechnen.

Zusätzlich wurden vielerorts Leitungen mit zu kleinen Durchmessern eingebaut. Dadurch können die für eine wirksame Kalkentfernung erforderlichen schweren Vibrationsdüsen nicht eingesetzt werden.

Die Erfahrungen aus rund 200 km bearbeiteter Leitungen ermöglichten eine zuverlässige Beurteilung der Erfolgsaussichten einer Reinigung. Dadurch konnte frühzeitig erkannt werden, wann eine Sanierung wirtschaftlich sinnvoll war und wann der Ersatz einer Leitung die bessere Lösung darstellte.

Marktpotential

Entwässerungs- und Drainagesysteme bilden die Grundlage für die Nutzung und den Schutz grosser landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Flächen. Gleichzeitig schützen sie Verkehrswege, Gebäude sowie weitere öffentliche Infrastrukturen vor Schäden durch Wasser.

Ein grosser Teil dieser Anlagen wurde vor Jahrzehnten erstellt und seither nur unzureichend unterhalten. Gleichzeitig nehmen die Anforderungen an ihre Funktionsfähigkeit durch häufigere Starkniederschläge und höhere Niederschlagsintensitäten laufend zu und die Folgeschäden durch nicht unterhaltene Entwässerungssysteme treten in letzter Zeit viel häufiger auf.

Der Bedarf an Unterhalts-, Reinigungs- und Sanierungsarbeiten wird deshalb in den kommenden Jahren weiter zunehmen. Dies gilt insbesondere für abgelegene und schwierig zugängliche Anlagen, für welche heute oft keine wirtschaftlich einsetzbaren Lösungen zur Verfügung stehen.

Schweiz

In der Schweiz existieren umfangreiche Entwässerungs- und Drainagesysteme in landwirtschaftlichen Nutzflächen, Waldgebieten sowie entlang von Verkehrs- und Bewirtschaftungswegen. Ein grosser Teil dieser Anlagen wurde zwischen den 1940er- und 1980er-Jahren erstellt und erreicht heute ein Alter, in dem Unterhalts- und Sanierungsmassnahmen unbedingt erforderlich werden.

Bereits während der Entwicklungsphase wurde der Bedarf für ein entsprechendes System abgeklärt. Die Kontakte mit dem Meliorationsamt, Gemeinden, Förstern und Berufskollegen zeigten deutlich, dass ein erheblicher Bedarf an praktikablen Lösungen für den Unterhalt und die Reinigung solcher Anlagen besteht.

Die zunehmende Alterung der Systeme, die bereits vermehrt aufgetretenen Schäden sowie die steigenden Anforderungen an deren Funktionsfähigkeit machten den Handlungsbedarf vielerorts bereits deutlich sichtbar.

Aus diesen Gründen werden vermehrt sogenannte, von Bund, Staat und Gemeinden unterstützte PWI (Periodische Wiederinstandstellung) am Leitungsnetz durchgeführt. Hierbei wird das gesamte Entwässerungs- und Drainagenetz einer Gemeinde ausserhalb der Siedlungszone gespült, bewertet und dokumentiert.

Die Erfahrungen aus der Schweiz lassen sich weitgehend auf vergleichbare Regionen in Österreich, Süddeutschland, Frankreich und Norditalien übertragen, wobei die Erreichbarkeit der Systeme dort teilweise noch anspruchsvoller sein dürfte. Auch dort bestehen umfangreiche Entwässerungs- und Drainagesysteme in landwirtschaftlichen Nutzflächen, Waldgebieten und Hanglagen, die zunehmend vor denselben Herausforderungen stehen.

Gründe für den Erfolg des Systems

Der Erfolg des Systems beruht nicht auf einer einzelnen technischen Besonderheit, sondern auf dem Zusammenspiel mehrerer Faktoren.

Die Geländegängigkeit des Trägerfahrzeuges ermöglicht den Zugang zu Einsatzorten, die mit Kanalspülfahrzeugen oft nicht erreicht werden können.

Die Spülleistung entspricht dem Niveau professioneller Kanalspülfahrzeuge und erlaubt dadurch auch die Bearbeitung anspruchsvoller Leitungen.

Die Kombination aus Tankanhänger mit Zubringerpumpe und Spülaggregat gewährleistet eine zuverlässige Wasserversorgung auch über grössere Distanzen und Höhenunterschiede, wobei der Geländeeinsatz des Saugfasses die Belange des Gewässerschutzes erfüllt.

Ortungssystem, Spezialwerkzeuge sowie die Möglichkeit, kurzfristig einen Kleinbagger einzusetzen, ermöglichen eine effiziente Bearbeitung auch unerwarteter Situationen.

Das Zusammenwirken dieser Komponenten ermöglichte erstmals die wirtschaftliche Bearbeitung zahlreicher Entwässerungs- und Drainagesysteme, die mit herkömmlichen Verfahren nicht oder nur mit erheblichem Aufwand hätten unterhalten werden können.

Lieferumfang

Die Übernahme umfasst insbesondere:

Maschinen und Fahrzeuge

- Tankanhänger mit 10'000 l Wasserkapazität, Zubringerpumpe und -schlauch
- Traktor mit Kanalspülaggregat im Frontanbau mit 2 x 180 m Spülschlauch, Gerät vorschriftsmässig ausgerüstet mit Querverkehrskamera, Heckgewicht 1'240kg
- Schachtreinigungsgerät mit 2'000-l-Wassertank
- Frontgewicht / Werkzeugkiste gross
- Umgebautes Saugfass

Spezialausrüstung

- Ortungssystem für Leitungen und Schächte
- 16 verschiedene Spüldüsen
- Kettenschleuder
- Schlagbohrfräser
- Mobile Schlauchpresse
- Diverse Spezialwerkzeuge
- Akkumaschinen
- Ersatzteile
- Ersatz-Spülschlauch Parker ESH 250, ¾", 180m

Unterlagen und Know-how

- Konstruktionszeichnungen
- Entwicklungsunterlagen
- Dokumentationen
- Auf Wunsch Bezugsquellen des techn. Rohmaterials
- Nachbaurechte
- Praxiserfahrungen aus rund 200 km bearbeiteten Leitungen

Markt und Kunden

- Kundenstamm
- Einführung und Begleitung der ersten Einsätze

Möglichkeiten für einen Käufer

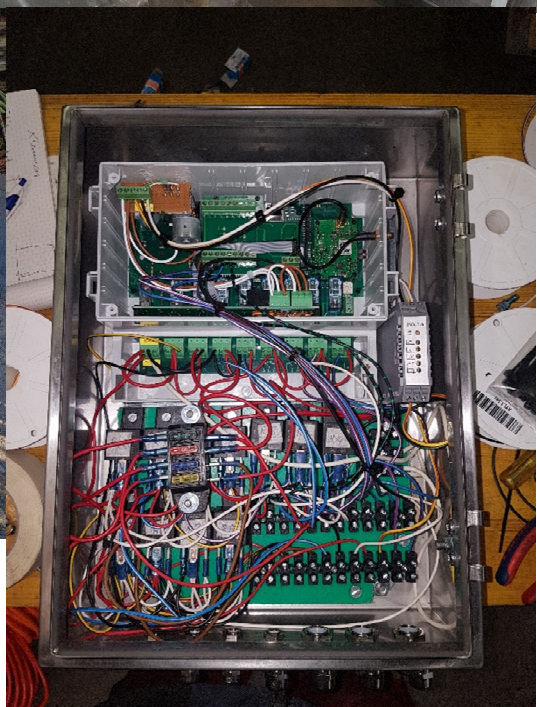
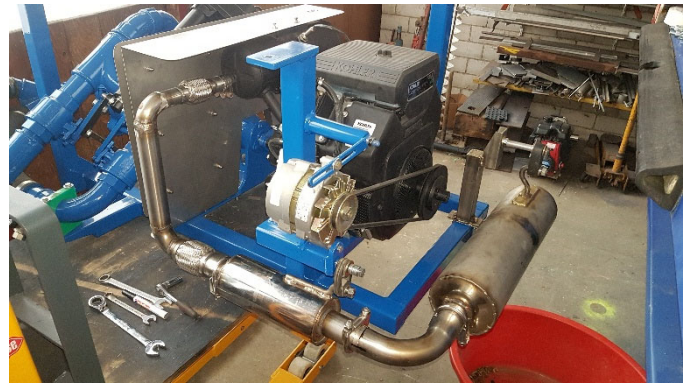
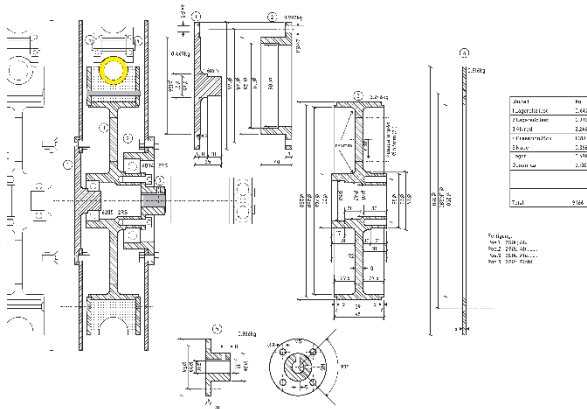
Für einen Käufer ergeben sich insbesondere folgende Möglichkeiten:

- Sofortiger Einstieg in ein über mehrere Jahre entwickeltes Geschäftsfeld mit einer über Jahre im praktischen Einsatz bewährten Ausrüstung.
- Erweiterung des bestehenden Angebotes im Bereich Kanalunterhalt, Drainagen, Strassenentwässerungen, Meliorationen und periodischer Wiederinstandstellungen (PWI).
- Nutzung bestehender Kundenkontakte und Marktstrukturen zur schweizweiten Bearbeitung eines bisher nur teilweise erschlossenen Marktsegments.
- Übernahme von Know-how und Praxiserfahrungen aus rund 200 km bearbeiteten Entwässerungs- und Drainageleitungen.
- Nutzung einer einsatzbereiten und bewährten Ausrüstung ohne mehrjährige Entwicklungs- und Erprobungsphase.
- Möglichkeit des weiteren Ausbaus und der Anpassung des Systems an die bestehenden Strukturen und den Maschinenpark des Käufers.
- Schaffung eines Alleinstellungsmerkmals im Bereich Unterhalt von Entwässerungs- und Drainagesystemen in schwierig zugänglichem Gelände.

Auf Wunsch erfolgt eine umfassende Einführung in das System. Diese beinhaltet eine theoretische und praktische Schulung an den Geräten, eine ausführliche Sicherheitsschulung sowie die Begleitung der ersten Einsätze während rund einer Woche.

Entwicklung und Konstruktion

Sämtliche Komponenten des Systems wurden eigenständig entwickelt, konstruiert, aufgebaut und im praktischen Einsatz laufend weiterentwickelt.



Hinweise zu Nachbau und Weiterentwicklung

Sollte ein Nachbau oder eine Weiterentwicklung des Systems vorgesehen sein, empfehle ich, mich anfangs in den entsprechenden Prozess einzubeziehen. Einige Konstruktionsdetails beruhen auf Überlegungen und Zusammenhängen, die sich nicht vollständig aus den vorhandenen Unterlagen erschliessen.

Dadurch können Fehlentwicklungen vermieden und der Aufwand für Nachbau oder Weiterentwicklung reduziert werden.