



Le procédé RSS®- Sol liquide selon le label de qualité RAL 507

Un développement de l'Institut de recherche sur les sols liquides FiFB - depuis 1998



Bases techniques et possibilités de planification

Information sur la méthode de sol liquide - 26.06.2019



Qu'est-ce qu'un sol liquide ?

Bases

1. **Un nouveau procédé** d'excavation et d'utilisation de n'importe quel type de **sol excavé sans création ultérieure de corps étrangers** sous la route et, pour la première fois, apte à conserver les propriétés typiques du sol.
2. **Matériau de remplissage** pour diverses applications dans les domaines de l'infrastructure et de la géotechnique.
3. **Un développement** de l'institut de recherche pour les sols liquides (FiFB), utilisé maintenant depuis environ 20 ans.





Sol liquide selon RAL GZ 507, matériau de construction du groupe MATC

Matériaux de remblayage autocompactants et temporairement coulants (MATC)

Matériau cohésif, se consolidant par frottement (sol liquide)

Matériau sans contrainte, sans structures étrangères rigides

Matériaux à prise hydraulique

Matériau avec des structures étrangères rigides et des contraintes (p.ex. structures en ciment)

Réglementation de la qualité RAL et des spécifications d'essais

Première réglementation sur la fiche d'information FGSV

Systematique des matériaux de remblayage autocompactants temporairement coulants (MATC)

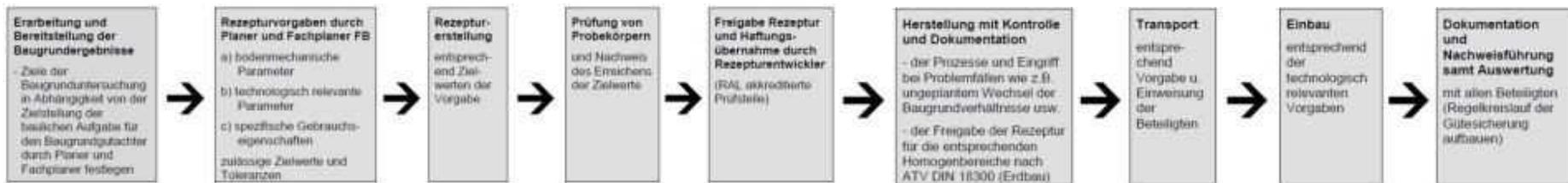
Source : Wikipedia – Flüssigboden (en allemand)



Différences entre les deux groupes de MATC

Différences entre le sol liquide selon RAL GZ 507 et d'autres MATC du processus d'assurance qualité avec mise en œuvre des exigences de la nouvelle norme ATV DIN 18 300 pour zones homogènes et de la loi KrWiG (Kreislaufwirtschaftsgesetz)

Assurance qualité selon RAL 507 lors de l'utilisation de matériaux d'excavation sur les chantiers



Assurance qualité de la prise hydraulique des MATC – selon BQF et BÜV





Le sol liquide selon RAL GZ 507 nous offre trois outils

Possibilité de maintenir des propriétés importantes du sol excavé

- se comporte de façon comparable au sol environnant du point de vue de la physique de la construction
- même capacité de charge que le sous-sol environnant
- Même comportement de consolidation que le sol environnant
- Aucun tassement différentiel
- Donc pas de fissures dans les routes
- Evite la présence de "corps étrangers" dans le sol, etc.

Possibilité d'ajuster les propriétés pertinentes

- Durée de reconsolidation
- Pompabilité
- Comportement de flottaison
- Capacité de rétention dans des situations d'installation appropriées
- Thixotropie et autres propriétés rhéologiques, etc.
- Stabilité contre la ségrégation, etc.

Possibilité de modification ciblée des propriétés

- Comportement élastique
- Résistance à la flexion et à la traction longitudinale
- Résistance au cisaillement
- Cohésion modifiable
- Adhérence contrôlable
- Amortissement des vibrations
- Densité
- Perméabilité à l'eau
- Capacité de relaxation comme base pour des forces de frottement permanentes
- Stockage de la chaleur
- Dissipation de la chaleur
- Isolation thermique
- Amélioration de la protection contre la corrosion
- Comportement au gel et au dégel modifiable
- Résistance à la suffosion
- Résistance à l'abrasion, etc.



Qu'est-ce qu'un sol liquide ?



Évolution depuis 1998

développé par le Forschungsinstitut für Flüssigboden GmbH (FiFB) dans le cadre de plus de 40 projets de recherche et développement avec des partenaires nationaux et internationaux, par ex :

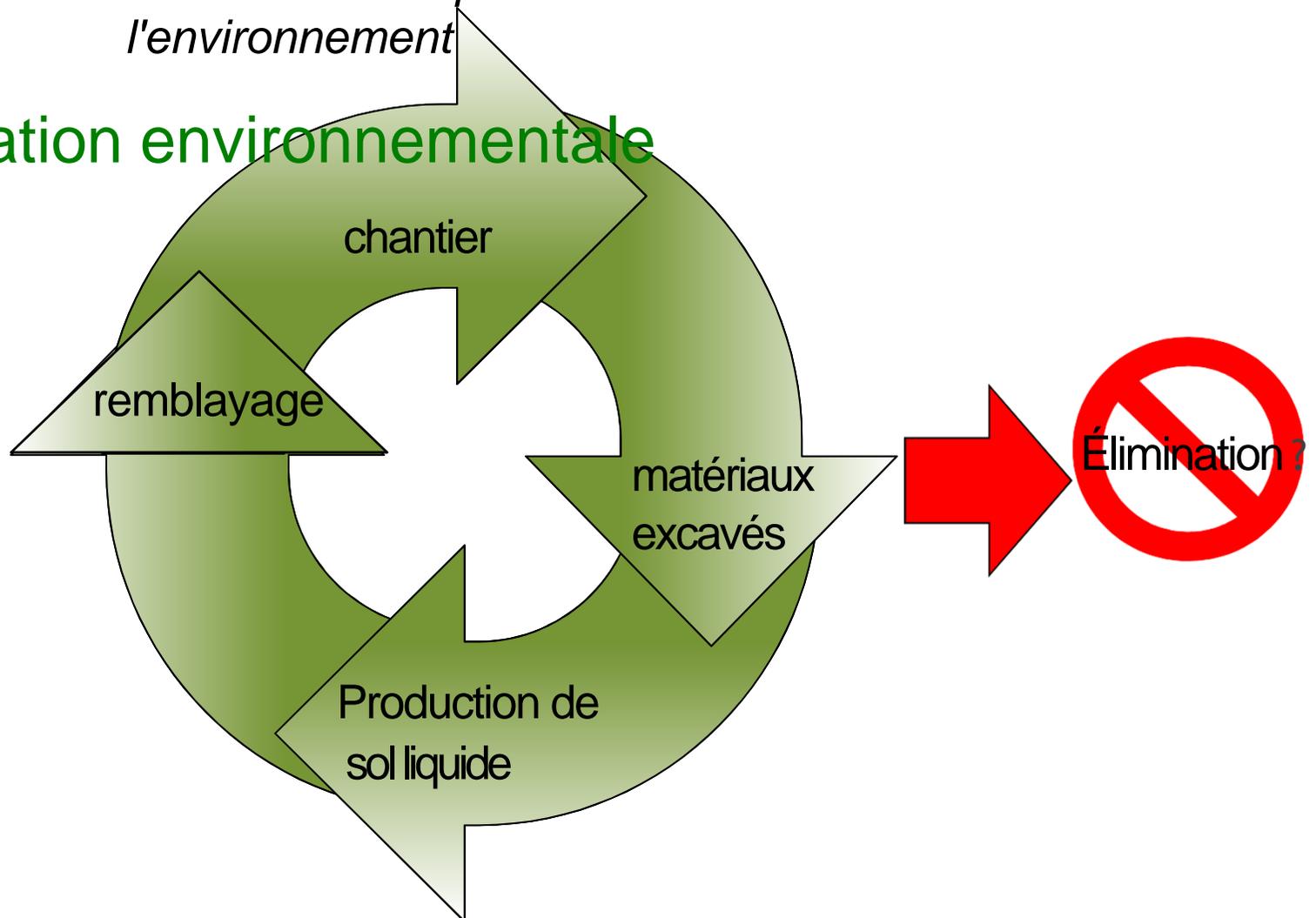
- Siemens et partenaire de pratique - **stabilisation thermique du sol liquide depuis 2004 et 2009 respectivement**
 - RWTH, Aix-la-Chapelle - **Amortissement des vibrations, prévention des déformations des conduites depuis 2005**
 - FFI Fernwärme Forschungsinstitut, Hannover u. a. a. - **demande de chauffage urbain depuis 2006**
 - TU Dresde et autres partenaires - **Immobilisation depuis 2006 et 2008 respectivement**
 - SP Swedish Technical Research Institute - **Utilisation du sol liquide en hiver depuis 2007**
 - Ville de Dortmund, Ruhruni Bochum, bureau Stein - **Terrasses combi et sol liquide depuis 2007**
 - Université technique d'État du pétrole, Ufa - **construction hivernale et construction de pipelines depuis 2009**
 - Université de Ratisbonne - **recherche fondamentale et autres thèmes depuis 2009**
 - EBA et DB en tant que partenaires pour les essais des applications ferroviaires - **utilisés depuis 2013 avec les certificats d'aptitude requis**
- et bien d'autres partenaires **et sujets**



Sol liquide - pourquoi ?

Droit des sols liquides et de l'environnement

Législation environnementale



Protéger l'environnement et profiter de ses avantages !

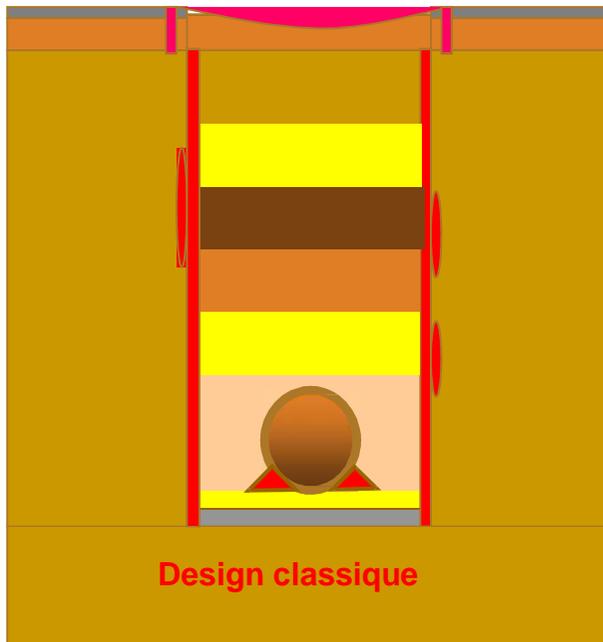


Sol liquide - pourquoi ?

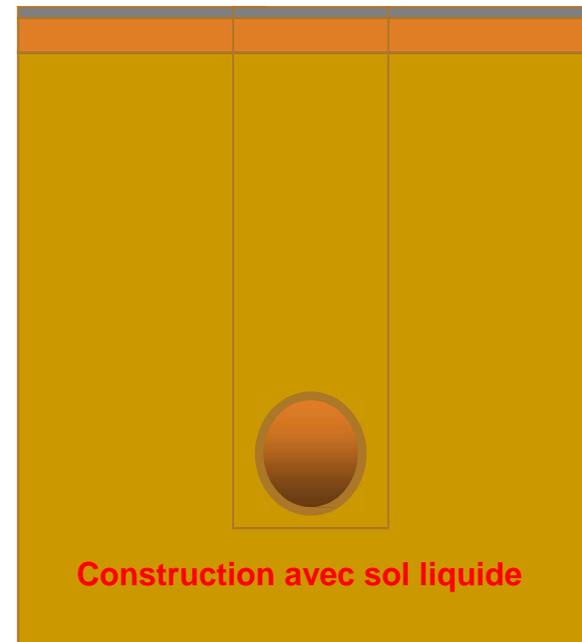
Sol liquide - réseaux souterrains et construction de routes



Possible pour la première fois - la préservation des propriétés typiques du sol et leur importance pour la durée de vie sans défaillance des routes et des réseaux.



Zone de remplissage avec :
comportement **différent** du sol



Zone de remplissage avec :
comportement **semblable** au sol initial

Voir par exemple: ZTVA 12 StB - Wiederherstellung einer Aufgrabung im ungestörten (natürlichen) Zustand



Sol liquide - pourquoi ?

Sol liquide - des solutions sûres aux problèmes grâce à une planification spécialisée

Il existe déjà plus de 170 options pour résoudre des tâches structurelles, dont certaines sont totalement nouvelles - Responsabilité réglementée par des planificateurs spécialisés

- *Commencé il y a 22 ans avec la construction d'égouts et de canalisations*
- *Plus tard également pour la construction de routes, d'autoroutes, de tunnels et de voies ferrées*
- *Aujourd'hui avec des technologies pour la construction dans et sous l'eau*
- *Génie hydraulique, construction portuaire, protection du littoral, travaux en mer*
- *Construction sur des substrats instables, sur des pentes*
- *Ingénierie et génie civil spécial jusqu'à la construction de décharges*
- *Stabilisation des pentes, prévention des ruptures de terrain, etc.*
- *Assainissement des friches industrielles et des sols contaminés*
- *Fosses d'excavation dans des conditions compliquées, p. ex. eaux souterraines, espace restreint, etc.*
- *et bien d'autres applications – quelques exemples sont présentés*





Sol liquide - pourquoi ?

Sol liquide et urbanisme

Possibilités d'aménagement urbain

KOMBITRASSEN, EINE ANTWORT AUF DIE HERAUSFORDERUNGEN UNSERER ZEIT: EINSATZ UND AUSWIRKUNGEN AUF DIE BAU- UND FOLGEKOSTEN

Angebot Untersuchung Innovativer Infrastruktur

Hyder

LOGIC

RAILIN

Untersuchung Innovativer Infrastruktur

Berlin TXL, The Urban Tech Republic

RSS-Schacht mit Gütertransport

RSS Begleit



Aménagement urbain : Conseil aux communes sur les possibilités d'urbanisme liées à l'utilisation de la technologie des sols liquides, complétées par des terrassements combinés flexibles et des concepts intelligents pour la construction, l'exploitation et l'entretien.

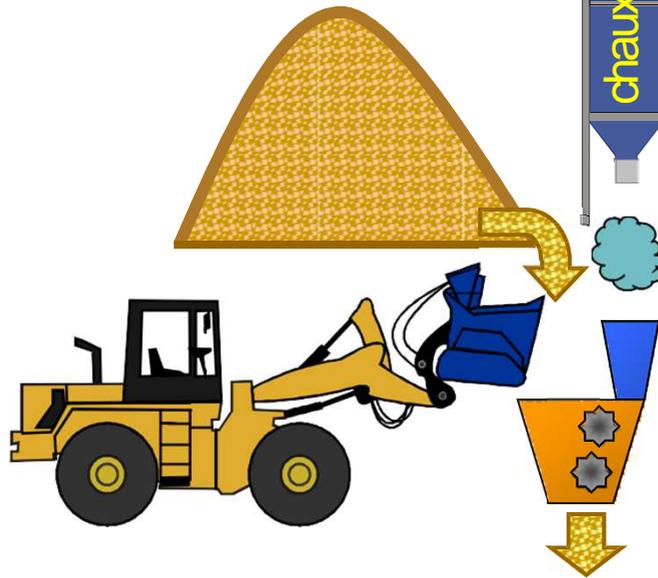
Par exemple, de l'espace pour de nouvelles solutions de trafic, des réseaux adaptables de manière flexible et plus encore seront possibles pour la première fois.



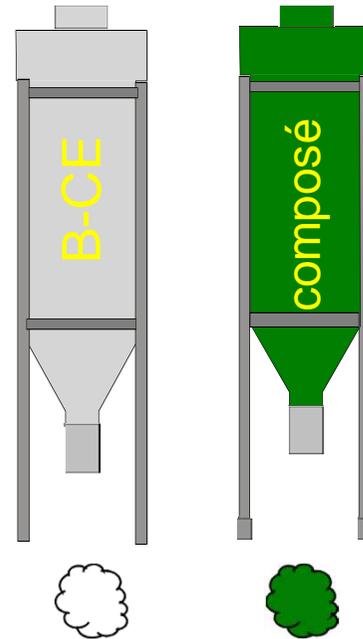
Sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Sa production

Matériaux d'excavation



Seulement en cas de besoin !



Le mélange sec devient une suspension insaturée.

Eau



Unité de dosage





Equipement de fabrication - installation compacte



Source : -PROV-Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH - RSS Maschinentchnik



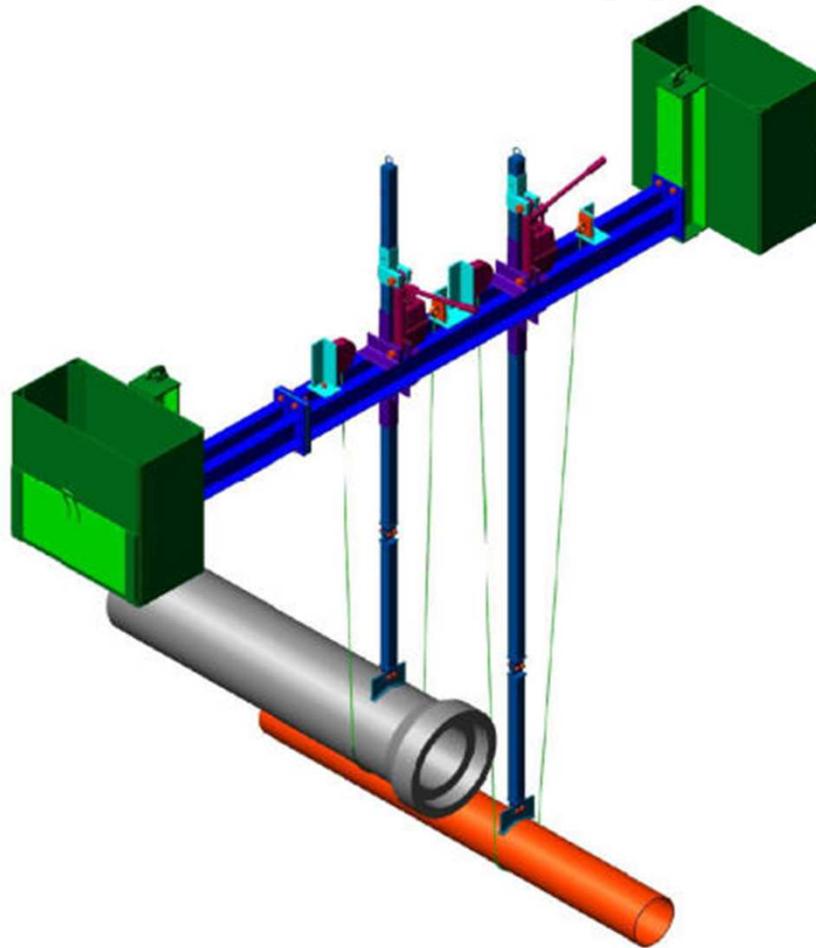
Equipement de fabrication - Séparateur sur pelle



Source : -PROV-Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH - RSS Maschinentechnik



Equipement d'installation - Aides à l'installation des tubes - protection contre la flottabilité et appareils de mesure



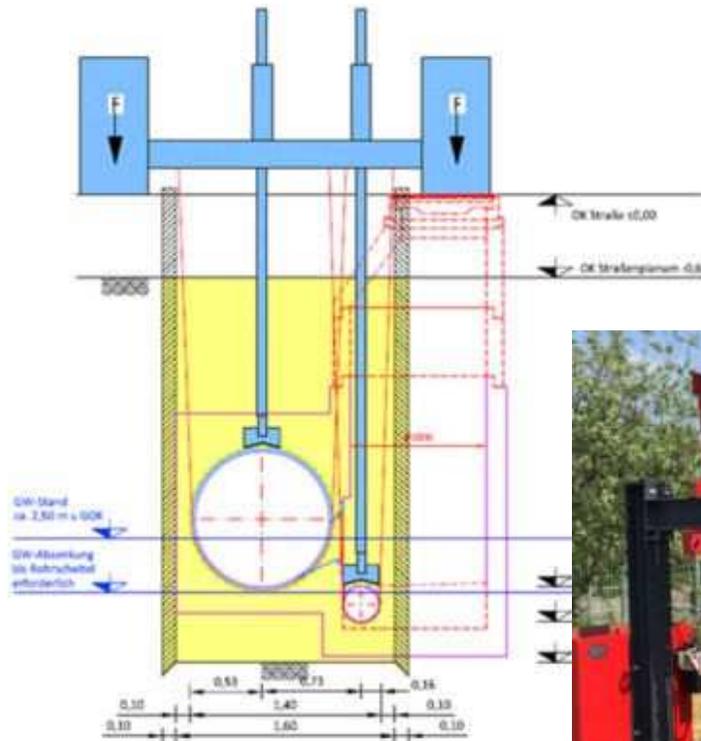
Source : -PROV-Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH - RSS Maschinentechnik



Outils de mise en place – Les aides à la pose de tubes font partie de la technique de construction avec RSS

- un outil moderne pour un travail économique avec le sol liquide -

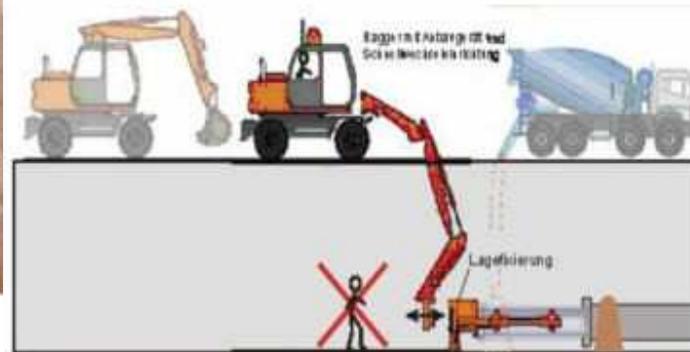
Pose de canalisations sous le niveau de la nappe phréatique avec les outils d'aide à la pose de tuyaux RSS





et l'innovation technique continue

Pose sans personnel dans la tranchée - à partir de l'excavateur et à l'aide de l'aide à la pose de tuyaux :



De nouvelles solutions techniques à haut rendement économique et comme base d'une construction de haute qualité - ici pour la construction avec de nouvelles technologies.

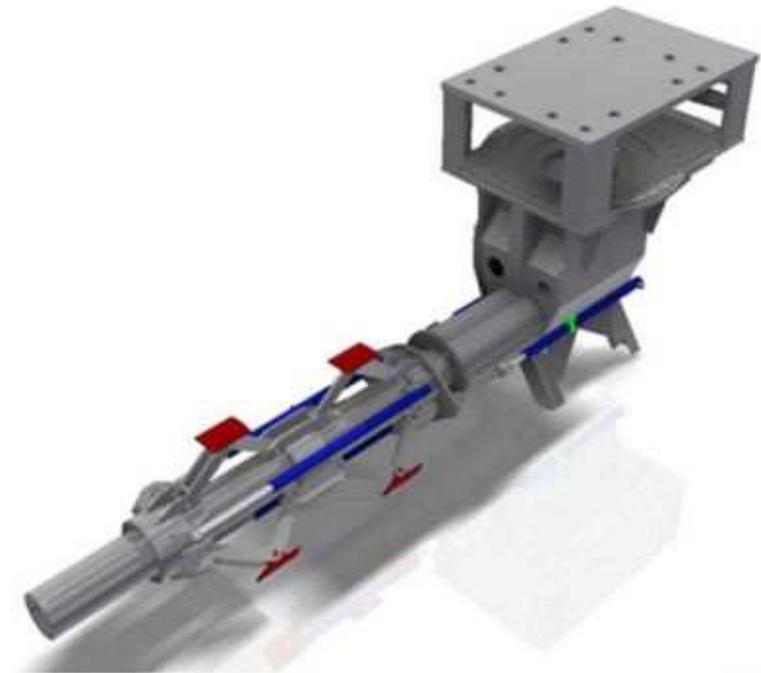
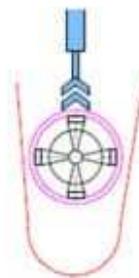
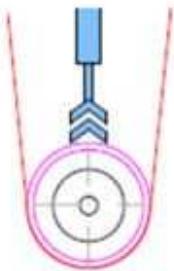
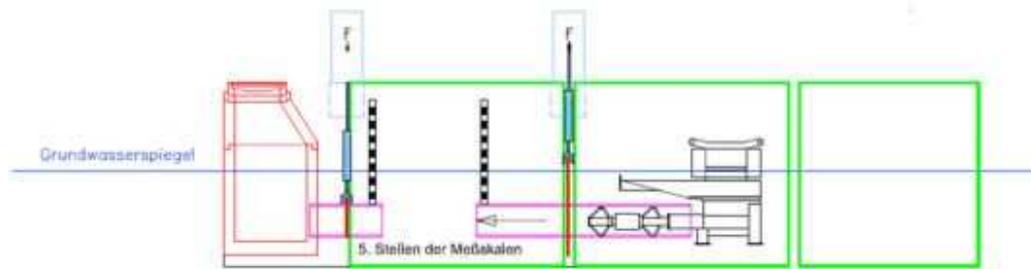


Technique d'installation – le manipulateur pour la pose de tuyaux fait partie de la technique d'installation avec le sol liquide

- un outil moderne pour un travail économique -

Pose de tuyaux dans l'eau (RSS RVM et RSS RVH)

représentation schématique d'une solution type avec le manipulateur de pose de tuyaux RSS en combinaison avec l'aide à la pose de tuyaux RSS



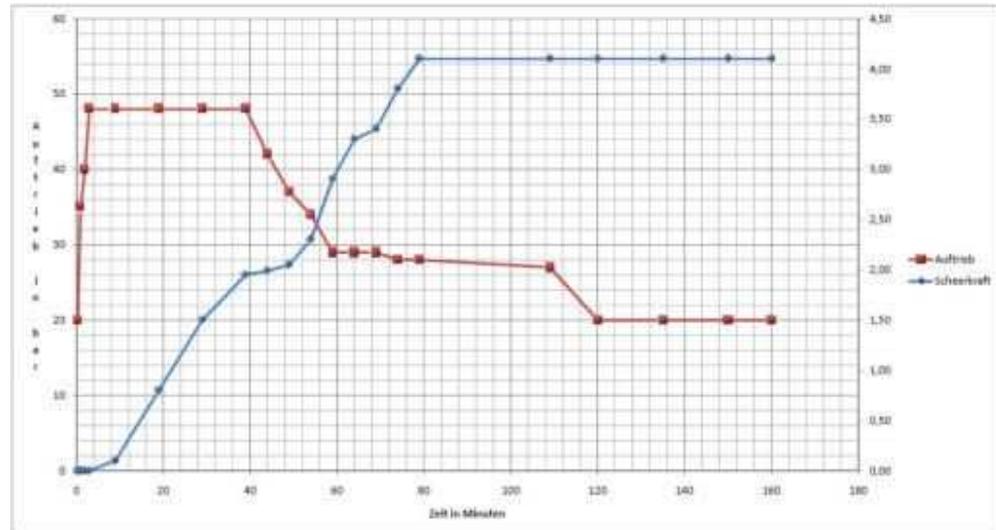


Solutions alternatives avec vérification - Exemple : Étaielement - Tâche du planificateur spécialisé pour les applications de sol liquide



d'autres solutions d'étaielement sont possibles si leur application peut être sécurisée :

p. ex. lors de l'utilisation de terre liquide, il est possible de passer des palplanches au blindage - vérification nécessaire - refixage, force de cisaillement, etc.) - **le sol liquide prend en charge la fonction d'étaielement une fois le blindage retiré !**



Source : Archives RSSLiquidFloor® Chantiers
de construction



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Source : Archives RSSLiquidFloor® Chantiers de construction

- Matériau sans retrait une fois mis en place
- permet une assise permanente des tubes avec un support à 180°.
- Ainsi il n'y a pas de charge sur les tubes et il n'y a pas de tassements.
- Base pour une utilisation de longue durée et sans dommages sur les tubes



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507 – Utilisation de sols de tous types



"L'argile londonienne comme matière première pour les sols liquides



Sol fortement contaminé par de l'humine comme matière première pour les sols liquides



Argile bleue comme matière première pour les sols liquides

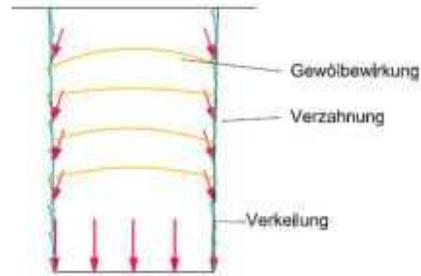
Réutilisation de tous types de sol pertinents pour la production de sol liquide afin de se conformer à la législation environnementale.

Source : Archives RSSLiquidFloor® Chantiers de construction



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Weiche Kraft wirkt noch ?

- Reduzierung durch geringere Dichte möglich
- Reduzierung durch Gewölbewirkung des FB
- Reibkraft durch Verzahnung
in Verbindung mit Volumenstabilität
(keine Abnahme durch Schwindung wie beispielsweise bei hydr. Materialien)
- Verstärkung der Gewölbewirkung durch Verkellung



Nouvelles technologies telles que l'installation flottante dans les eaux souterraines en utilisant un sol liquide spécialement adapté sur la base d'une vérification et d'une planification séparées.

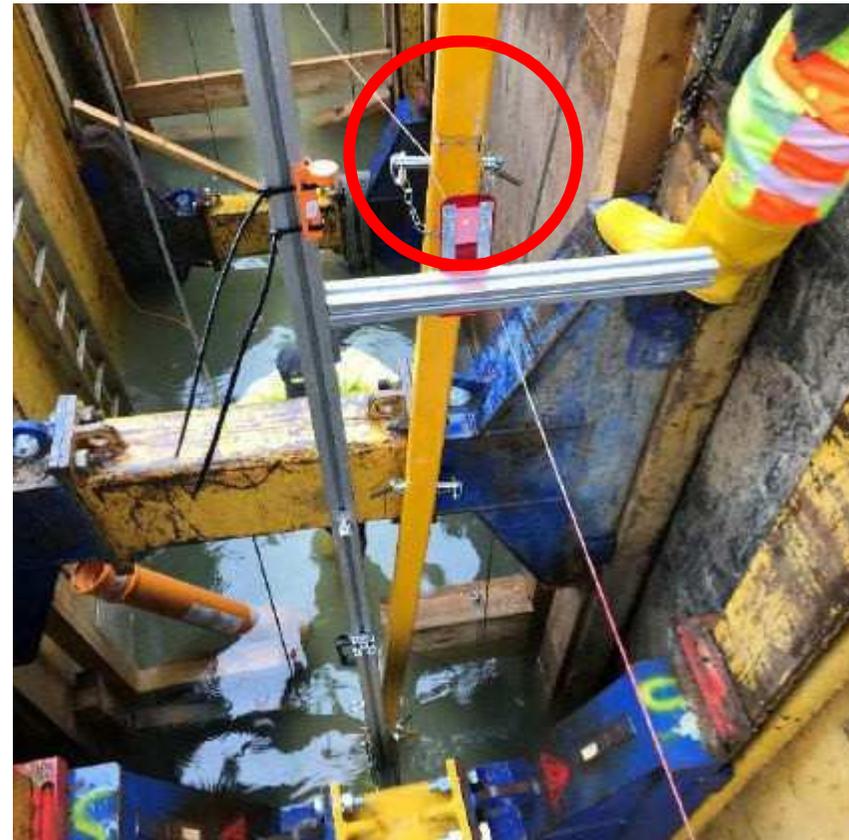
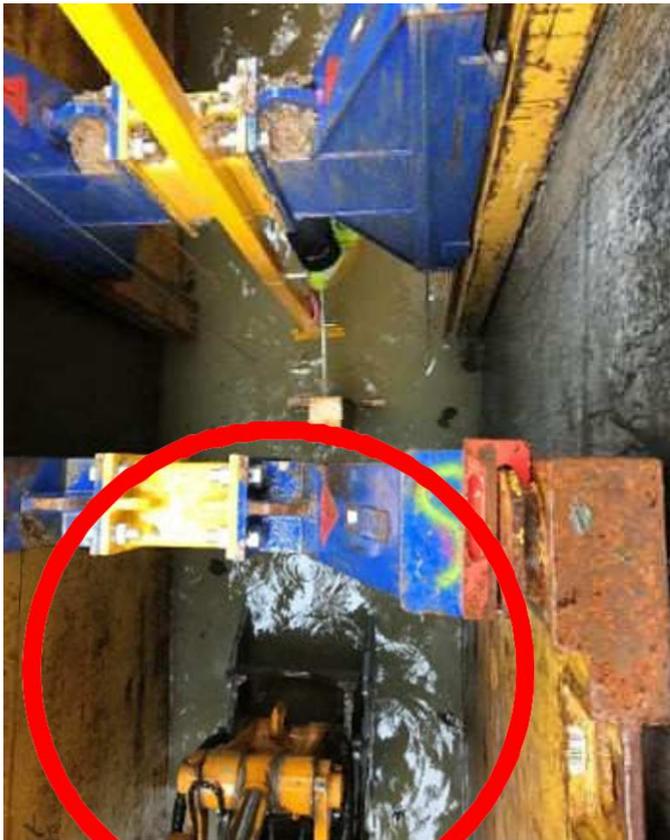
Nécessité de prouver que le sol liquide utilisé est durablement exempt de retrait et qu'il est capable de se détendre pour assurer la stabilité permanente de la position de la canalisation sous des charges statiques et dynamiques.



Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507 - Construction de conduites sous l'eau



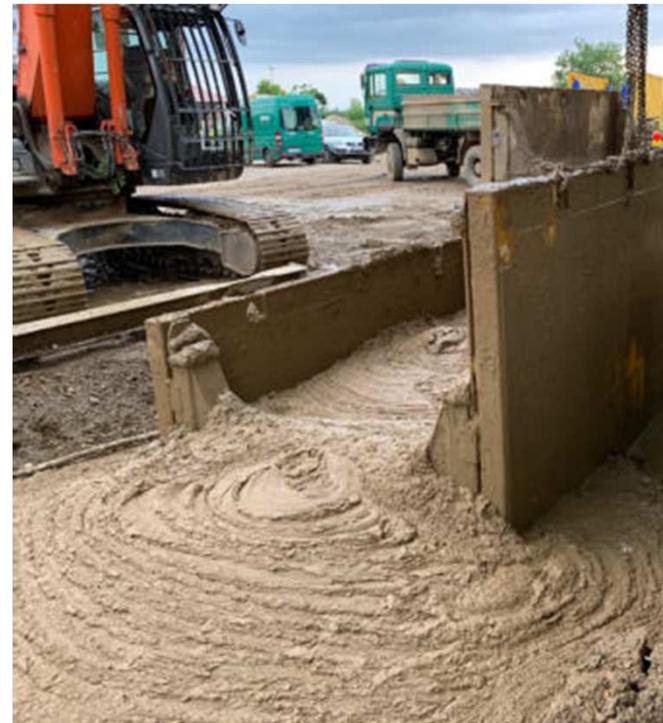
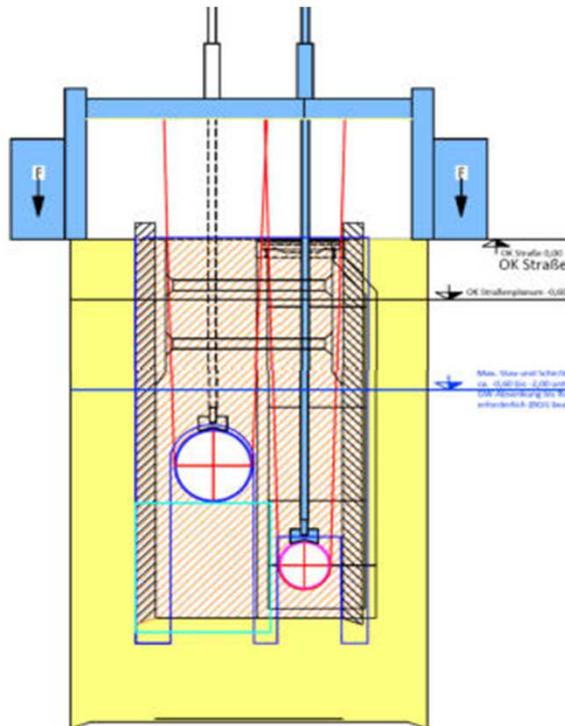


Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507 - Construction de conduites sous l'eau

Nouvelles technologies telles que la méthode de construction dite hollandaise dans les eaux souterraines avec des niveaux d'eau très élevés et/ou de nombreux croisements dans le domaine de l'impact des eaux souterraines et des petits diamètres de conduites d'eaux usées.

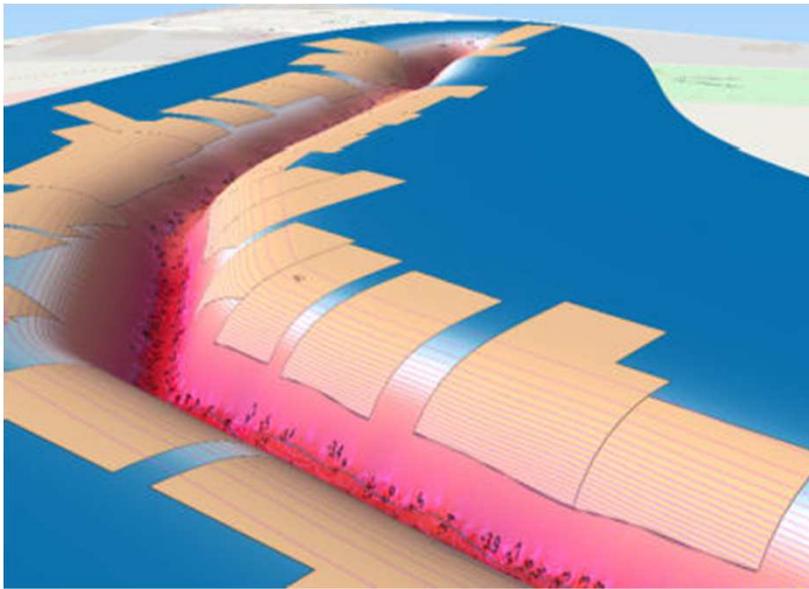




Expériences avec le sol liquide RSS

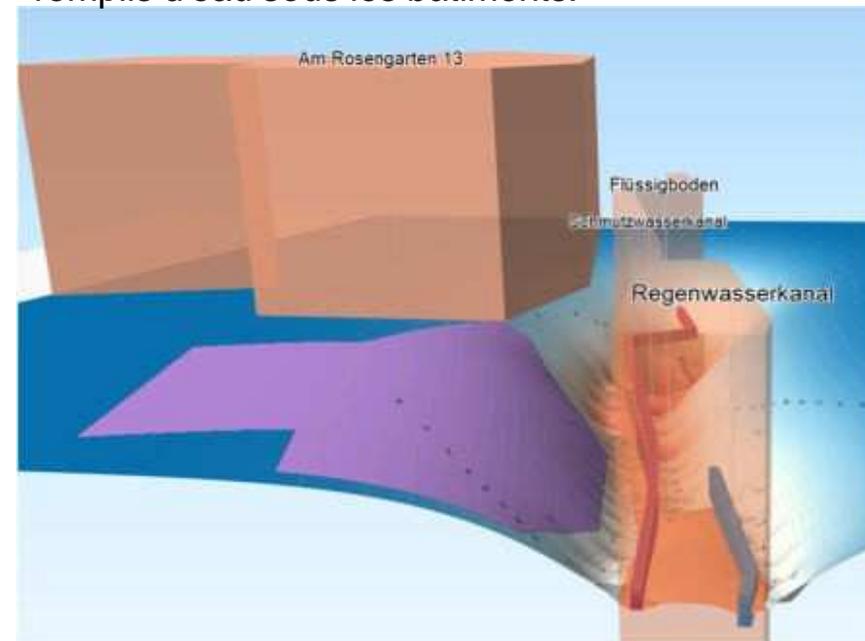


Comparaison entre une mise hors d'eau conventionnelle et les possibilités du procédé de sol liquide RSS®



Cône de rabattement pour l'abaissement de l'eau souterraine au moyen de puits filtrants :

- Un abaissement du niveau de la nappe phréatique à 0,5 m sous le fond de la tranchée est nécessaire pour le compactage classique
- Perte d'incompressibilité par les pores du sol remplis d'eau sous les bâtiments.



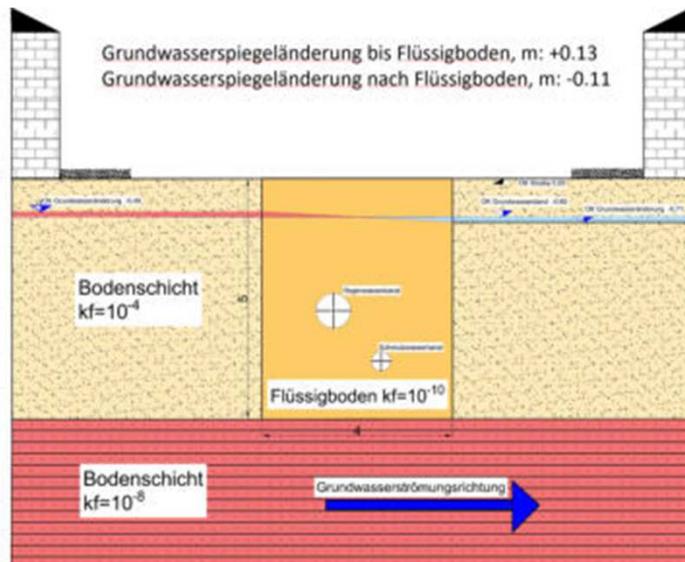
Perte de portance sous les bâtiments

- Un tassement se produit sous les bâtiments suite au rabattement de la nappe
- coûts élevés en raison de l'abaissement de la nappe
- risque élevé de dommages indirects et imprévus
- des dépenses élevées et un long temps de construction



Expériences avec le sol liquide RSS

Protection de l'utilisation du sol liquide RSS® lors de travaux sous le niveau de la nappe phréatique

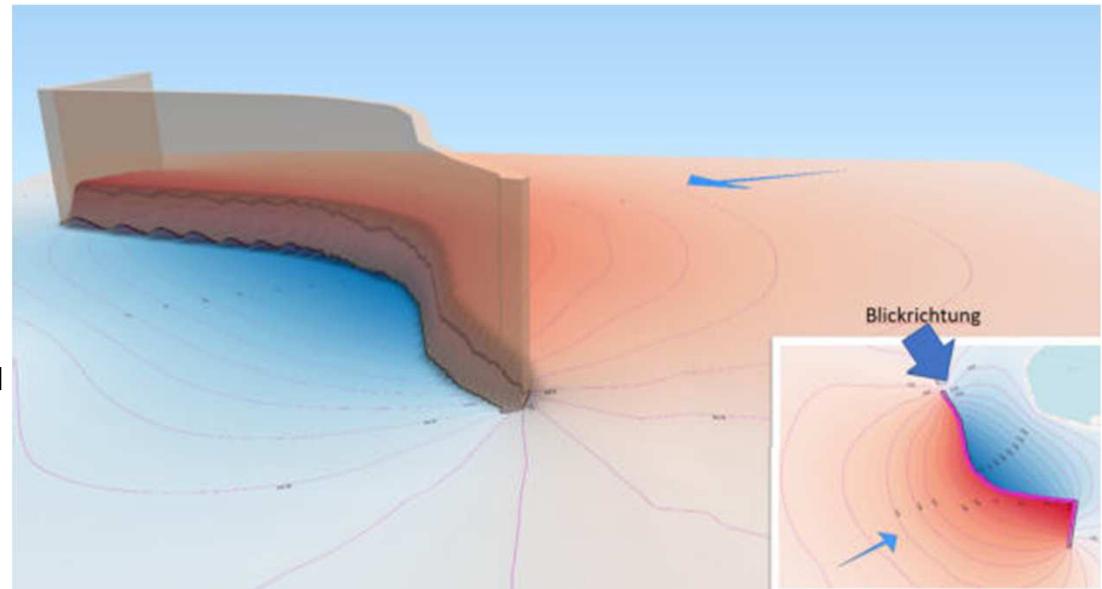


Méthode de construction alternative avec des sols liquides et résultats de l'utilisation d'un modèle hydrogéologique

- il n'y a plus de perte de capacité portante sous les bâtiments, car il n'est plus nécessaire d'abaisser la nappe
- Les coûts d'abaissement de la nappe sont éliminés
- aucun risque de dommages indirects imprévus
- Réduction des travaux et du temps de construction

Résultats de la modélisation hydrogéologique

- Quantification des eaux derrière la fouille en fonction des différentes perméabilités à l'eau des couches de sol et du sol liquide
- Dérivation et planification des mesures nécessaires pour prévenir l'accumulation d'eau





Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Méthode de construction par cycles au lieu de longues tranchées ouvertes : méthode de construction à cycle court, rendue possible par des propriétés ciblées et technologiquement pertinentes du sol liquide (aussi possible pour la pose de câbles souterrains sous une forme adaptée)

Source : Archives RSSLiquid Floor® Chantiers de construction

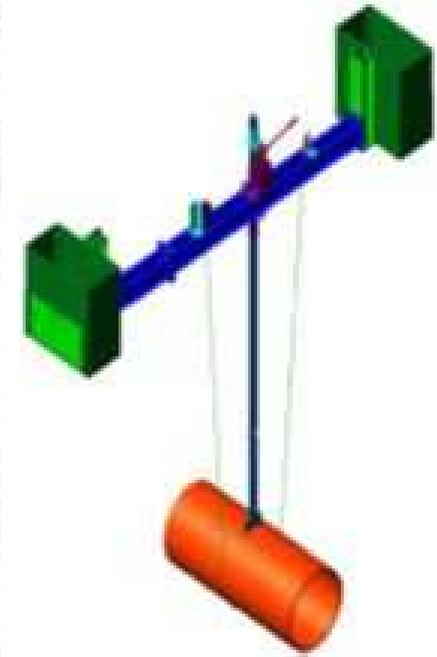


Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Combinaison d'une excavation à l'aide d'un sol liquide et de la technologie de la drague suceuse pour assurer un rendement de construction élevé, même en présence de passages à niveau et d'obstacles souterrains accumulés.



Source : Archives RSSLiquidFloor® Chantiers de construction



Expériences avec le sol liquide RSS

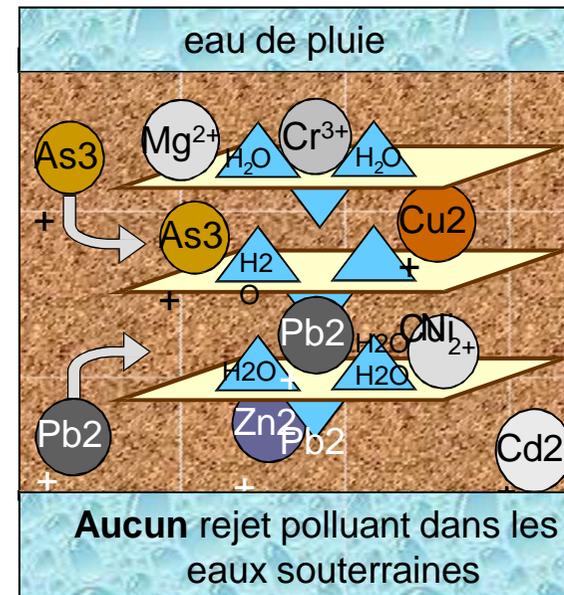
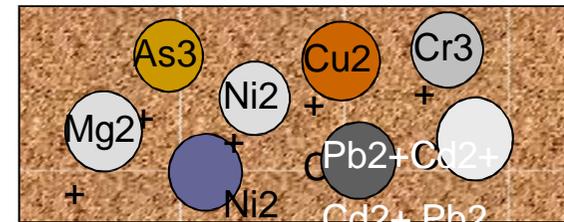
Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Traitement de sols contaminés :

- Immobilisation de sols contaminés avec différents types de contamination. Par exemple des boues et des scories fortement contaminées
- ici : Luxembourg - Arcelor/Mital Esch Belval



Source : Archives RSSLiquidFloor® Chantiers de construction





Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Stabilisation du sous-sol et concepts de fondation alternatifs :

- Production de substrats stables sur et à partir de matériaux conventionnellement inadaptés



Source : Die Bau GmbH, chantier de Rheinfeldern

Source : Archives RSS
Flüssigboden® Chantiers -
Offenburg



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Maîtrise des aspects technologiques pertinents

Propriétés :

- Remblayage d'une conduite de gaz à haute pression avec sol liquide selon RAL GZ 507 sur une pente
- Travail sur des pentes d'une inclinaison de 40 à 45 degrés avec pompe sans que le matériau ne s'écoule
- Sécurisation de la fonction de pilier
- réduction significative du temps de construction



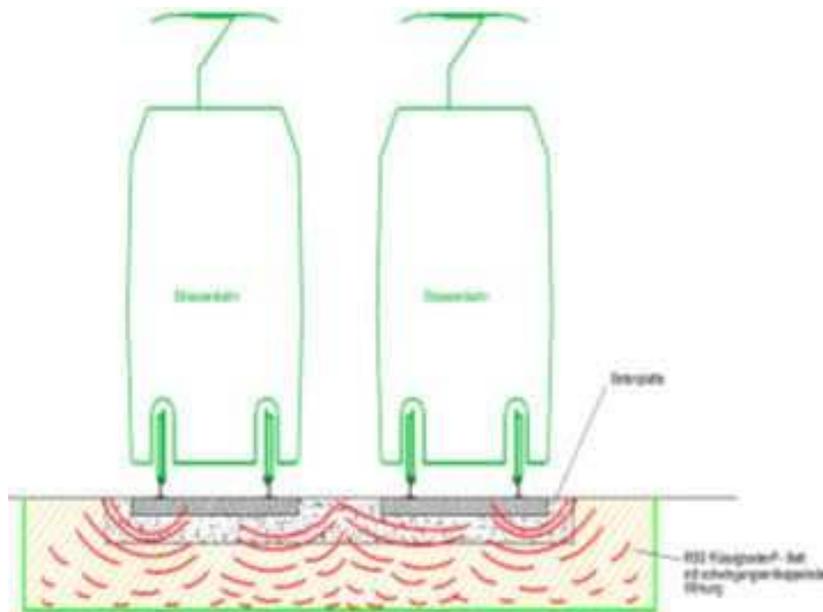
Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Découplage et amortissement des vibrations :

Protection des matériaux, des bâtiments et des personnes contre les conséquences des effets de charge dynamiques, par exemple dans la construction de tramways.



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS®
selon RAL GZ 507



Protection de monuments historiques :

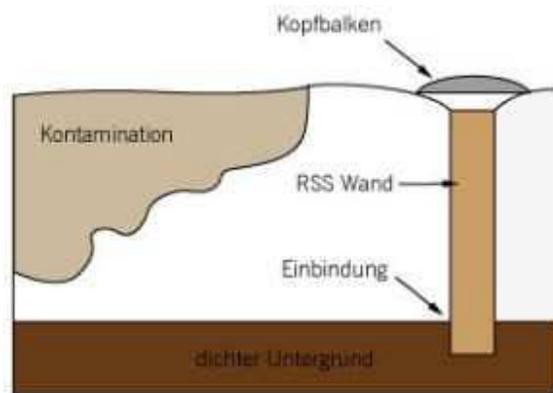
p. ex. protection de bâtiments classés monuments historiques contre l'eau et les vibrations par l'utilisation de sol liquide

Source : Archives RSSLiquid Floor® Chantiers de construction



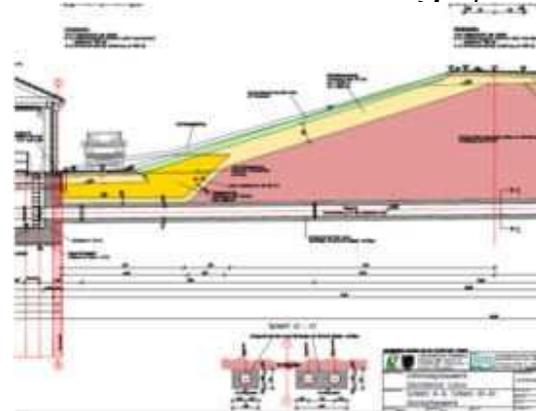
Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Applications en génie civil :

- Construction de murs de support et d'étanchéité
- Construction d'un site d'enfouissement, p. ex. encapsulation de zones contaminées
- Joints d'âme pour barrages
- Construction d'auge, etc.





Expériences avec le sol liquide RSS



Construction d'aéroports avec sol liquide RSS® selon RAL-GZ 507





Expériences avec le sol liquide RSS



Construction d'aéroport avec sol liquide selon RAL-GZ 507

Différentes applications dans les aéroports :

- Construire sur des substrats peu porteurs
- Construire dans et sous l'eau
- Construction d'un mur de support et d'étanchéité
- amortissement des vibrations
- Réutilisation du sol excavé sans remplacement ni élimination à l'extérieur de l'aéroport
- Réutilisation des sols contaminés
p. ex. pour agents de dégivrage, kérosène, etc.





Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Paroi d'étanchéité

Joint d'étanchéité



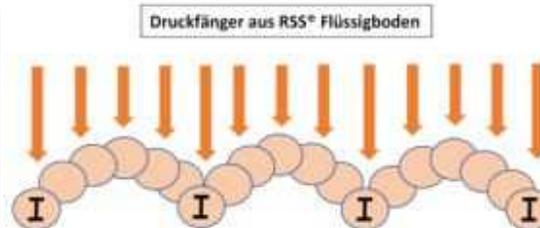
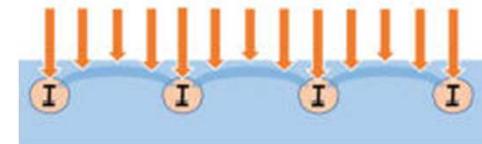
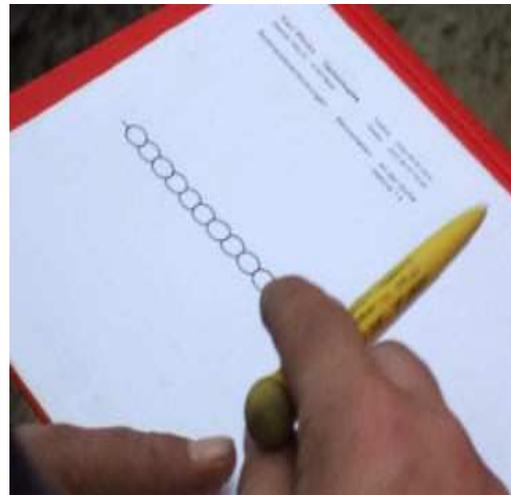


Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Parois de pieux forés sécants avec une capacité portante élevée avec un renforcement additionnel et une grande détente.





Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Mur RSS® en tant que blindage étanche de fosse d'excavation pour remplacer un mur de palplanches scellé et ancré à l'arrière sans renfort résiduel.



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Mur RSS® comme blindage étanche de fosse d'excavation, complété par une dalle de sol étanche en sol liquide RSS®. Pas besoin d'étanchéité, de paroi de palplanches et récupération du renforcement.



Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507



Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction

Applications ferroviaires :

Utilisation d'un sol liquide pour obtenir des capacités portantes élevées avec utilisation simultanée du découplage vibratoire et de la solubilité



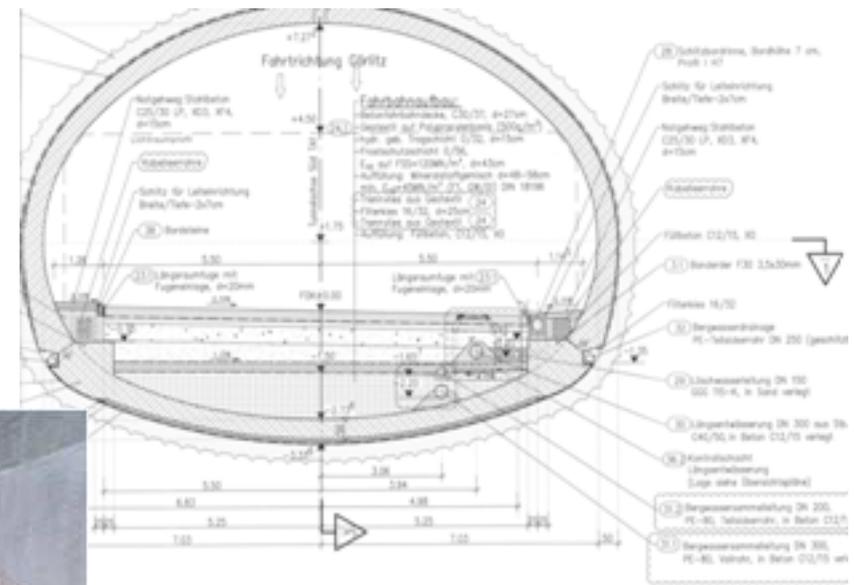
Expériences avec le sol liquide RSS



Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507 dans la construction de tunnels

Applications dans la construction de tunnels :

- Couches de fondation
- Remplissage de cavités
- Déviation de câble
- Problèmes d'eau
- Découplage vibratoire, etc.



Source : Archives RSSLiquid Floor® Chantiers de construction



Expériences avec le sol liquide RSS

Construction routière avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

- Construction de routes sur des dalles "flottantes" en sol liquide RSS®
p.ex. projet de la gare d'Offenburg





Expériences avec le sol liquide RSS



Construction routière avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

- Construction d'une route sur un sous-sol mou et plastique ou boueux



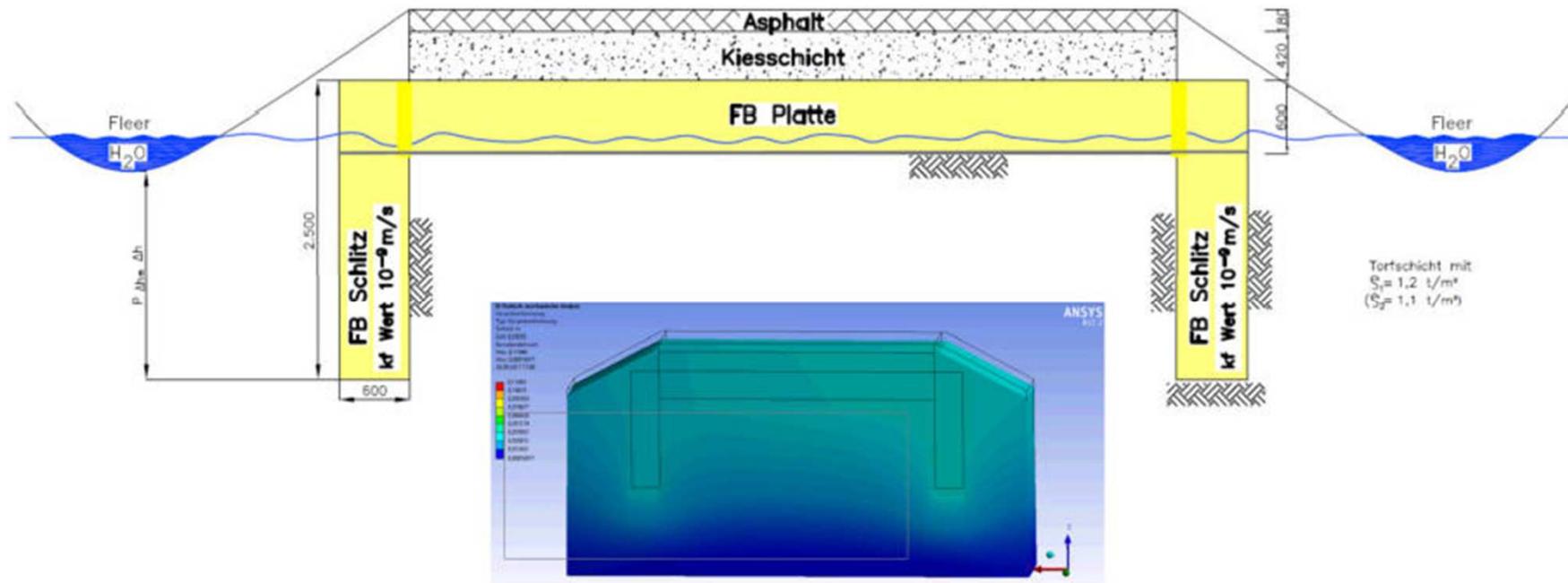


Expériences avec le sol liquide RSS



Construction routière avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Dalle de fondation tenue latéralement pour minimiser les tassements par une contre-pression contrôlable par une profondeur de rainure





Expériences avec le sol liquide RSS

Construction routière avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Protection des bâtiments existants ainsi que des canalisations installées contre les charges dynamiques dues à la circulation routière en raison de l'absorption élevée des vibrations par le sol liquide - Exemple : Project Barth

Darstellung der Geschwindigkeit aus den Versuchen am Messpunkt 2

Einzelwerte	F = 30 Hz		F = 10, 50 Hz		F = 30, 100 Hz	
Grenzwert	5 mm/s		5 ... 15 mm/s		15 ... 20 mm/s	
Messdatum	24.11.03	01.12.03	24.11.03	01.12.03	24.11.03	01.12.03
X-Achse	1,02 mm/s	0,04 mm/s	5,23 mm/s	0,15 mm/s	1,41 mm/s	0,14 mm/s
Y-Achse	1,50 mm/s	0,09 mm/s	4,80 mm/s	1,02 mm/s	1,82 mm/s	0,47 mm/s
Z-Achse	1,58 mm/s	0,05 mm/s	7,21 mm/s	1,07 mm/s	2,31 mm/s	0,26 mm/s
Maximalwert auf Achse:	X	Y	Z	Z	Y	Y
mit Wert	1,62 mm/s	0,09 mm/s	7,21 mm/s	1,07 mm/s	2,31 mm/s	0,47 mm/s
Abstand zum Erreger	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m

Messung am 24.11.03 ohne eingeordneten Flüssigboden
 Messung am 01.12.03 mit eingeordneten Flüssigboden



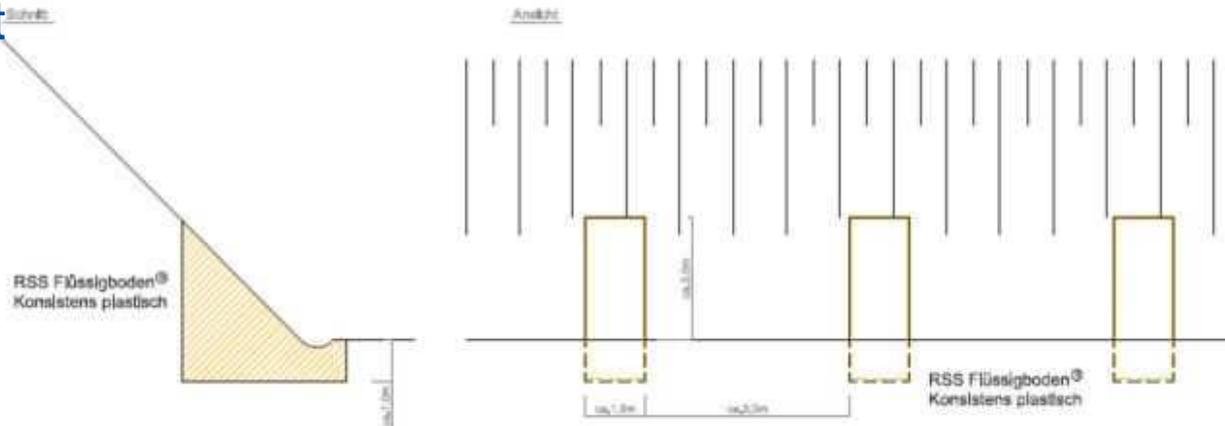
Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



Expériences avec le sol liquide RSS

Construction routière avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Stabilisation des pentes avec sol liquide - Face avant pressurisée. Transfert des forces sur les surfaces latérales par des forces de frottement



Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction





Expériences avec le sol liquide RSS

Construction routière avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Sol liquide comme couche de répartition des charges sous les autoroutes, tramways, etc.

Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



Construction autoroutière Luxembourg - France



Expériences avec le sol liquide RSS

Construction routière avec sol liquide RSS® selon

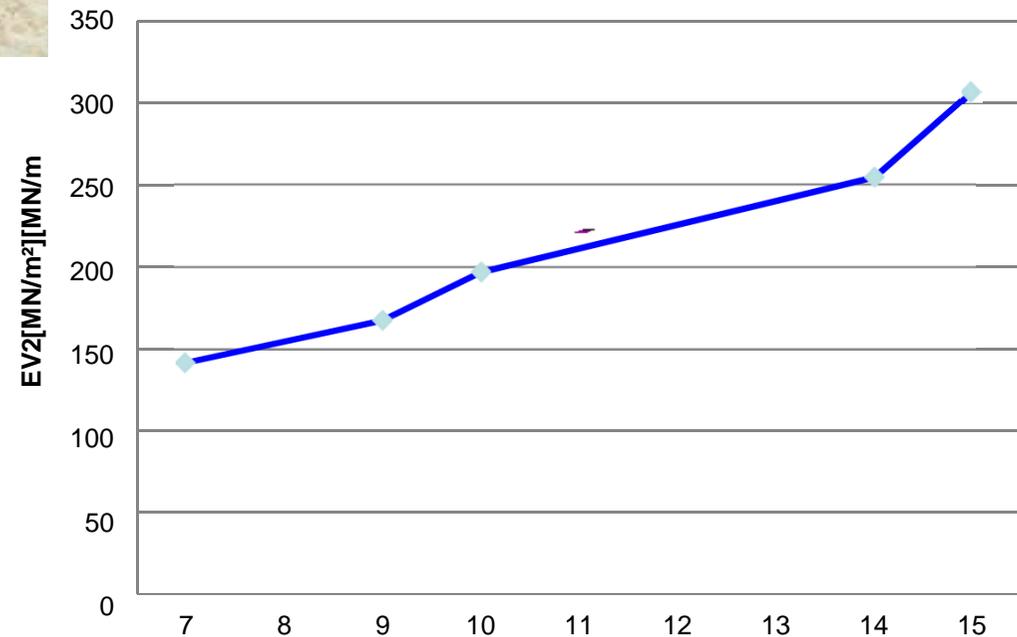
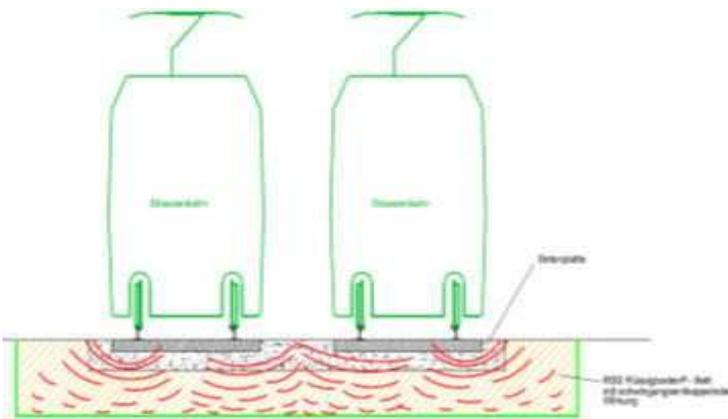
RAL GZ 507

Exemple d'une dalle de fondation en sol liquide RSS sous une voie ferrée légère à Stuttgart

Développement des valeurs Ev2



Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction





Expériences avec le sol liquide RSS

Construction d'un digue avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

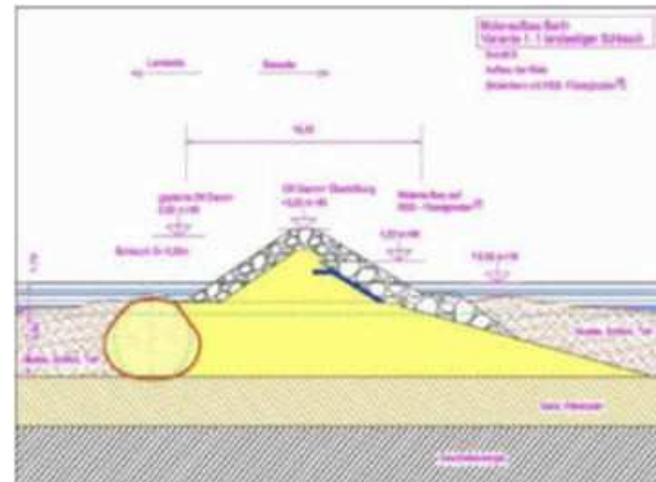
Barrages, construction de digues et génie hydraulique :

- Construction de barrages, remblais et digues, stabilisation et renouvellement des installations existantes de protection contre les crues et les inondations.
- Ici : digues sur l'Oder et fermeture de digue



Source Archives RSS Liquid Floor® Archive sites de constructio

Source Archive RSS Liquid Floor® Chantiers de construction





Expériences avec le sol liquide RSS



Prévention des ruptures de terrain avec le sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Génie hydraulique / Installations portuaires

- Remblayage des récurages derrière des murs de palplanches
- Amortissement des vibrations et donc prévention des ruptures de sol dues aux charges dynamiques des hélices et des vagues
- Remblayage dans et sous l'eau, qu'il s'agisse d'eau douce ou d'eau salée
- Prévention des dommages dans le sous-sol suite à des remblais "erronés" qui, en raison des différences de densité, forment des oscillations lors d'impacts énergétiques.
- Re-stabilisation de vieux murs



Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



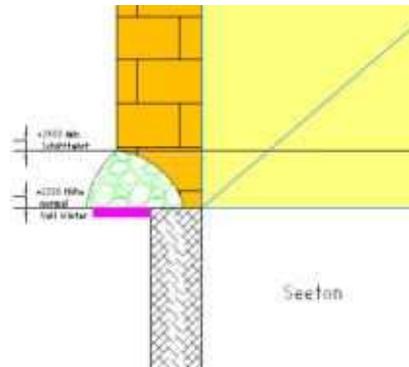
Expériences avec le sol liquide RSS

Solution des problèmes statiques avec le sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Rénovation d'un vieux mur de port

- Rénovation de bâtiments historiques dans et sous l'eau
- Utilisation d'une solution qui conduit à une détermination statique du résultat de l'assainissement.
- Protection active contre la subsidence et les ruptures de terrain grâce à la solution d'assainissement

Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction





Expériences avec le sol liquide RSS

Construction de ponceau dans des cours d'eau avec sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Construction de ponceaux dans les cours d'eau :

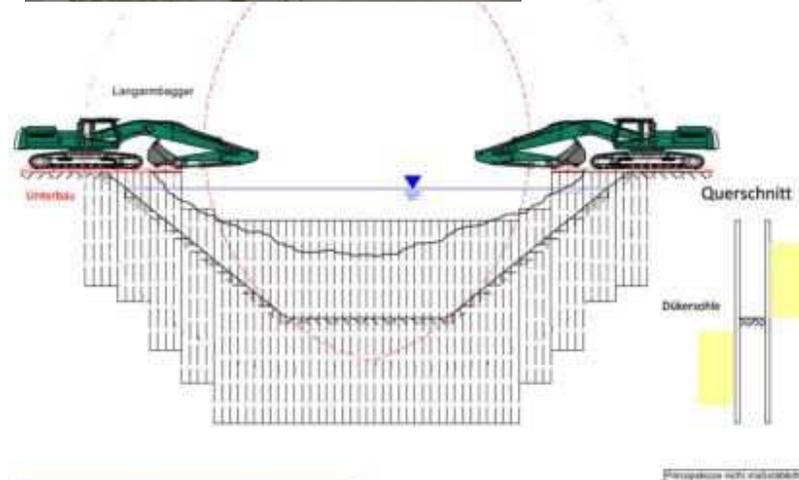
- Réduction des coûts et du temps de construction de ponceaux dans les rivières sans solution de barrage ou de dérivation.
- Pas besoin d'abutments et de supports externes
- Utilisation de la méthode dite "installation flottante"



Source Archives RSS Liquid Floor@Archive sites de constructio



Source Archive RSS Liquid Floor@Chantiers de construction





Expériences avec le sol liquide RSS

Possibilités d'utilisation du sol liquide RSS® selon RAL GZ 507

Thème	Problème	Solution
Haute et très haute tension	<ul style="list-style-type: none"> • Transmettre la chaleur des câbles électriques dans l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation ciblée de la conduction thermique dans le but d'augmenter les performances et la durée de vie de la transmission.
Conduites de chauffage à distance	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite des forces de frottement avec des limites supérieures et inférieures définies 	<ul style="list-style-type: none"> • Réglage ciblé des forces de frottement par optimisation de la relaxation
Gazoducs	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement longitudinal du gaz 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une adhérence accrue
Eau potable	<ul style="list-style-type: none"> • Réchauffement dû au changement climatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de la possibilité de régler le sol liquide pour qu'il soit isolant
Fibre optique etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Emplacement dans la plage de profondeur de pénétration du gel 	<ul style="list-style-type: none"> • Choix d'une recette appropriée et de ses composants

Des systèmes de conduites complexes suite à la transition énergétique :

Avantages pour les services publics municipaux et les entreprises de traitement des eaux usées :

Applications pour les entreprises municipales de distribution et d'élimination dans le domaine de toutes les conduites d'alimentation, du gaz, des eaux potables, des lignes électriques à haute tension, des câbles à fibres optiques ou du chauffage à distance, mais aussi des eaux pluviales et des eaux usées.



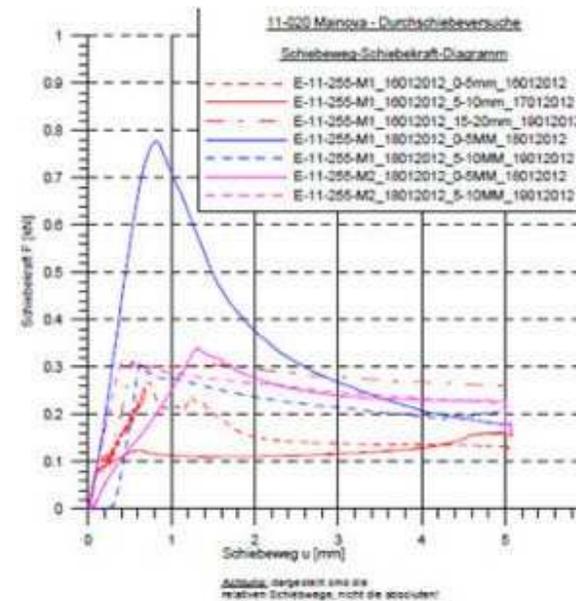
Expériences avec le sol liquide RSS



Chauffage à distance

Assurance et vérification de la qualité

Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



Forces de frottement permanentes avec des limites supérieure et inférieure définies sur la conduite de chauffage à distance - la base d'une longue durée de vie sans dommages de la conduite - Berlin, Unter den Linden, KMR DN 400

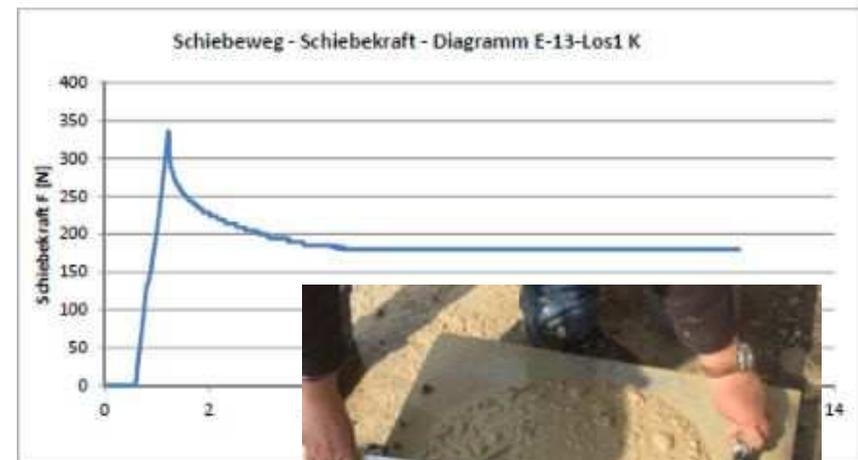


Expériences avec le sol liquide RSS



Refroidissement urbain

Assurance et vérification de la qualité



Forces de frottement permanentes avec une limite inférieure définie sur le tube de refroidissement urbain - base pour une utilisation longue et sans dommage du tube - en combinaison avec une haute étanchéité et une faible conductivité thermique - Munich, Zschokkestraße - DN 500



Expériences avec le sol liquide RSS

Construction de gazoducs et de pipelines



Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



- Propriétés de relaxation empêchant le mouvement longitudinal du gaz
- Amélioration de la protection contre la corrosion
- Minimise ou évite l'effet Joule Thomson
- Résistance chimique aux odeurs pour la recherche de fuites
- La recherche précise des fuites est possible, car le gaz ne s'écoule pas longitudinalement.
- Nouvelles technologies possibles pour la construction de pipelines
- Solutions alternatives possibles pour les problèmes techniques tels que les ponceaux
- Construction hivernale possible à basse température
- Les fonctions d'abutment peuvent être prises en charge par des forces de frottement réglables.

(voir activités de R&D et expérience de projets basés sur des tests avec RSS Liquid Floor®)



Expériences avec le sol liquide RSS

Construction de lignes à haute et très haute tension selon RAL GZ 507



- **Conséquences la transition énergétique**
- Construction de nouvelles lignes à haute tension nécessitant une bonne dissipation de la chaleur (ici Francfort Kelsterbach avec 380 - 420 kV) avec un sol liquide thermiquement stable TS
 - Eviter une réduction de la puissance d'émission même en saison chaude
 - Exclure les problèmes avec les résidents locaux et les agriculteurs
 - Réduction des coûts
 - Réduction du temps de construction
 - Acceptation environnementale élevée

Source : Archives RSSLiquid Floor® Chantiers de construction



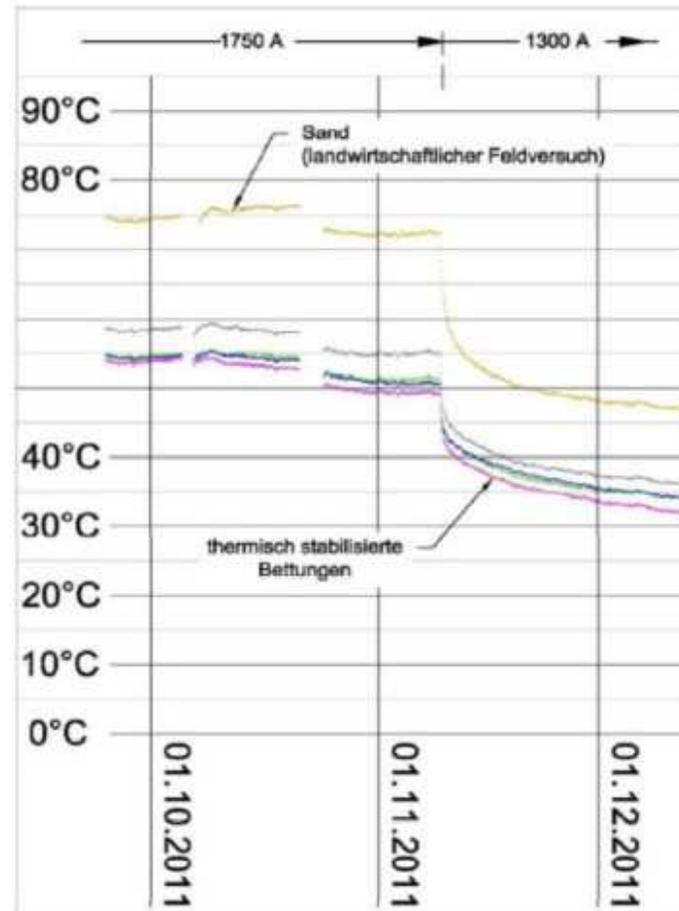
Expériences avec le sol liquide RSS



Courbe de température: transition de la charge sur la limite de câble à la charge de dimensionnement

Le sable, en tant que matériau de revêtement conventionnel, entraîne des températures élevées dans le câble.

Stabilisation thermique - le sol liquide réduit considérablement la température dans le câble.





Expériences avec le sol liquide RSS



Construction d'accumulateurs de chaleur solaire selon RAL GZ 507



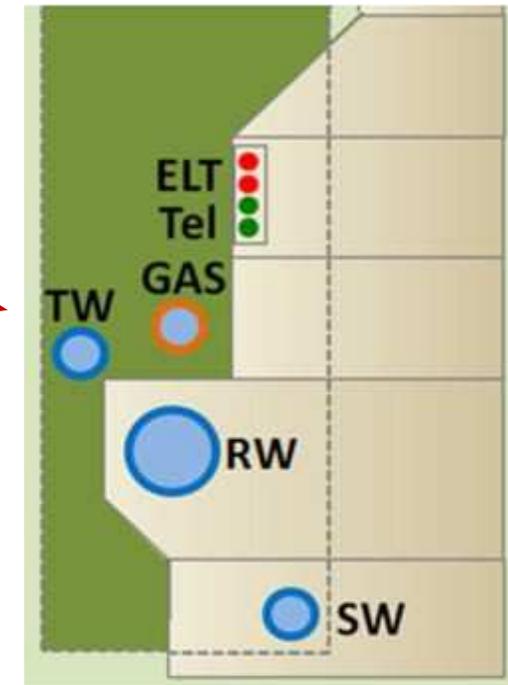
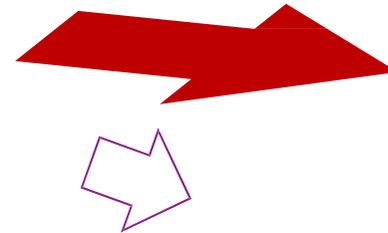
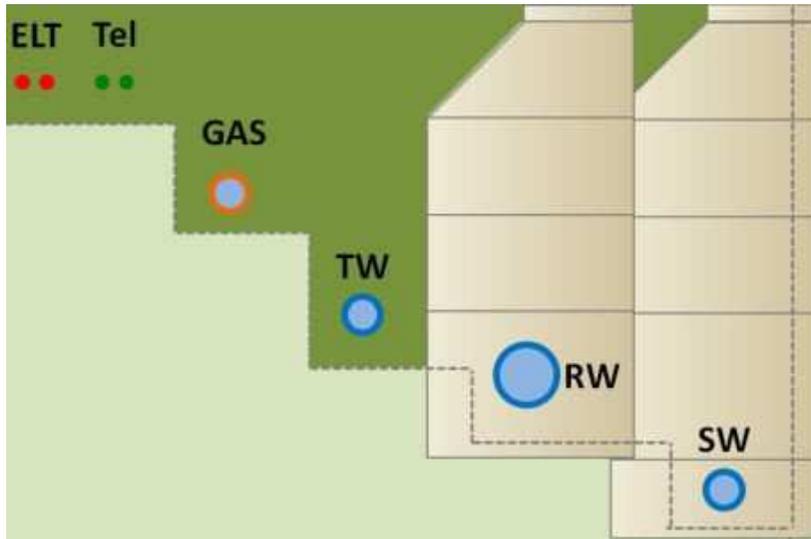
- **Isolation et stockage**
- Construction de réservoirs de stockage de chaleur solaire avec sol liquide thermiquement isolant dans l'anneau extérieur et fond liquide thermiquement stabilisant comme réservoir de stockage avec refroidissement simultané des systèmes photovoltaïques pour augmenter l'efficacité des systèmes

Source : Archives RSSLiquid Floor® Chantiers de construction



Transition énergétique et sol liquide RSS

Tubes combinés - importance pour des solutions d'aménagement urbain flexibles



L'intensification des efforts d'entretien des réseaux a nécessité de nouvelles solutions

Transformation des systèmes énergétiques et concurrence sur le plan de l'implantation

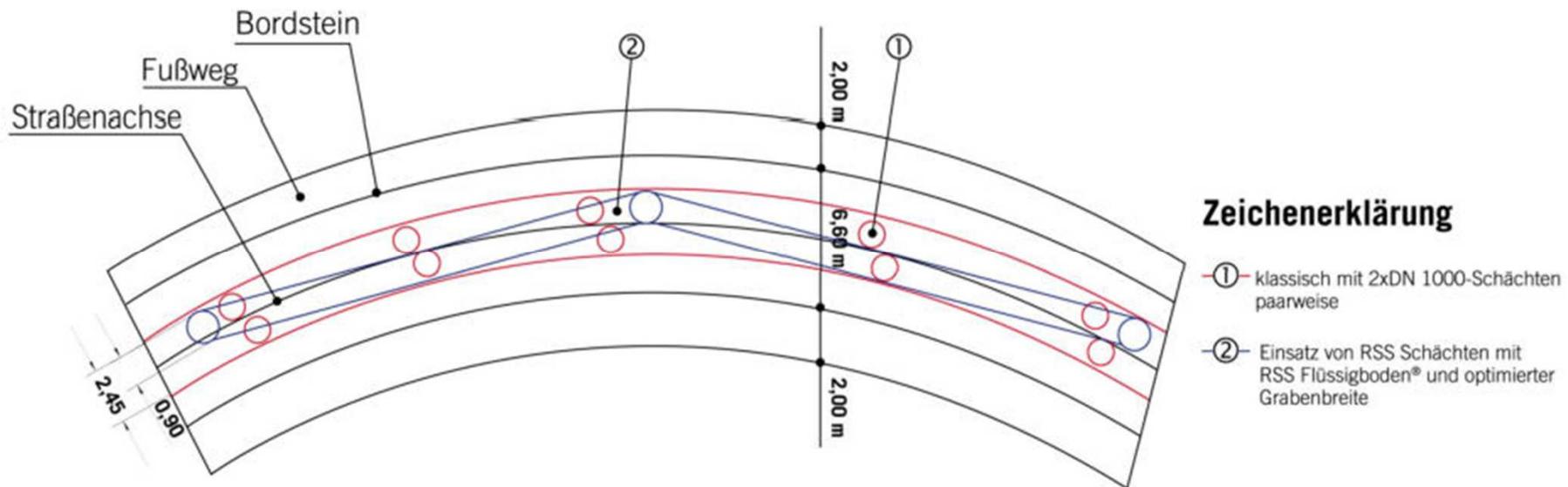
Facteurs supplémentaires dans la recherche de systèmes d'infrastructure flexibles

Avantages pour les routes et leur préservation



Objectif principal – amélioration de l'efficacité économique

- Une condition préalable à un bénéfice économique élevé est la minimisation du nombre de puits dans la route tout en maintenant l'accès à tous les réseaux et une solution pour ne pas avoir à dégrapper la surface de la route.





Expérience avec des conduites combinées et le sol liquide selon RAL GZ 507

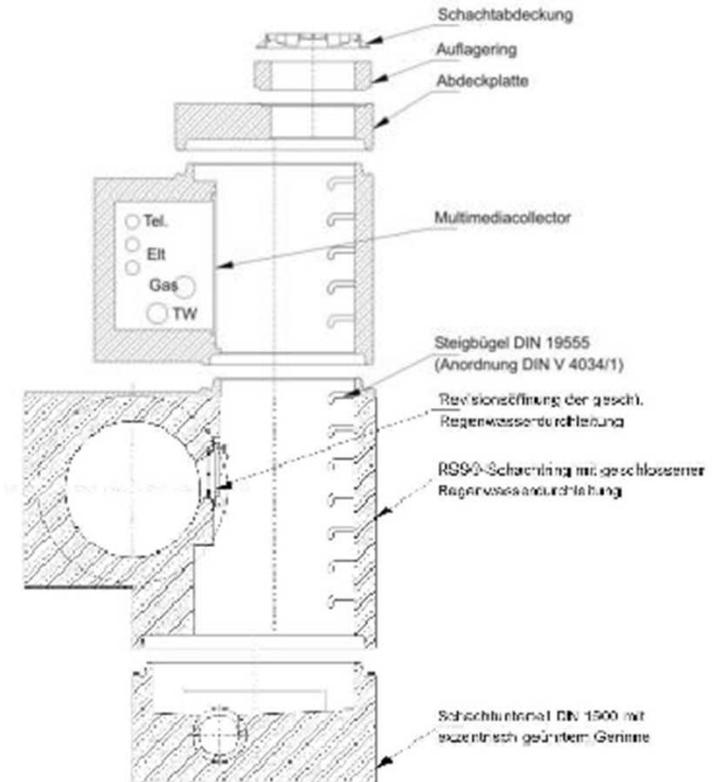
Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction



Source : Bureau d'études LOGIC, projet Stuttgart, Katharinenhospital



Source : Fa. Bau GmbH, Projet, Lachen, Suisse





Expérience avec des conduites combinées et le sol liquide selon RAL GZ 507

Lors de la construction de conduites combinées avec du sol liquide :

- Encombrement d'installation réduit
- Des temps de construction plus courts deviennent possibles
- Les coûts consécutifs à l'exploitation et à l'entretien des conduites sont réduits
- Les coûts pour l'entretien des routes sont réduits
- Les avantages de l'emplacement sont créés lorsque les systèmes flexibles deviennent utilisables et que de nouvelles solutions d'aménagement urbain deviennent possibles
- de nouvelles structures de coûts plus avantageuses sont créées, qui peuvent être utilisées pour réduire les coûts et les contributions
- **De nombreux projets de construction neuve et de rénovation en témoignent !**



Expériences avec le sol liquide RSS

Nécessité d'une expertise chez les planificateurs et les entreprises de construction



- Avec l'expertise croissante des planificateurs et des entreprises de construction, des solutions technologiquement plus sophistiquées, telles que celles développées ces dernières années, deviennent utilisables.
- C'est important parce que le procédé de traitement des sols liquides implique un procédé fondamentalement nouveau et des solutions technologiques complètement nouvelles avec un besoin correspondant d'assurance qualité.

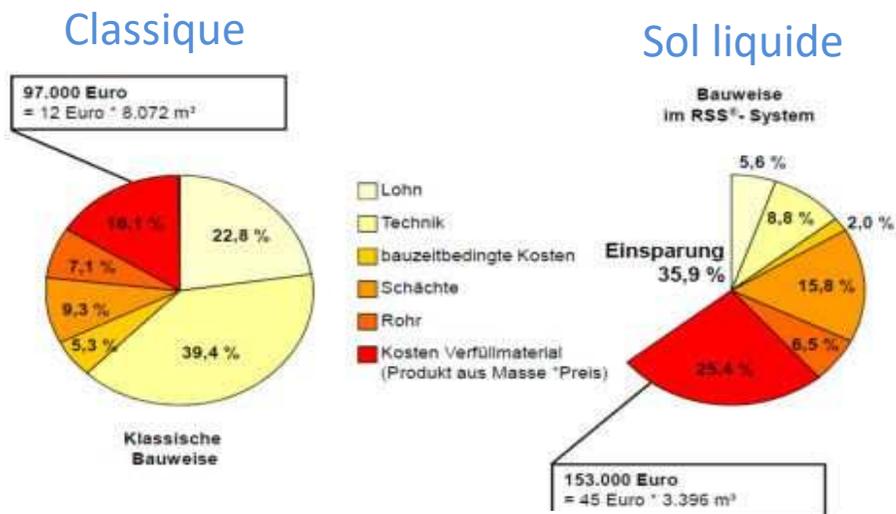
Source : Ingénieurs IB Vogel, Projet Stuttgart, Jardin du château moyen



POURQUOI UNE PLANIFICATION SPÉCIALISÉE POUR LES SOLS LIQUIDES ?

Les nouvelles technologies entraînent une modification des structures de coûts et deviennent ainsi la base des avantages pour les propriétaires de bâtiments et les entrepreneurs.

Calcul des coûts (calcul) dans le cadre de la planification sectorielle



Baisse des coûts = bénéfice

199.731 € = 42%

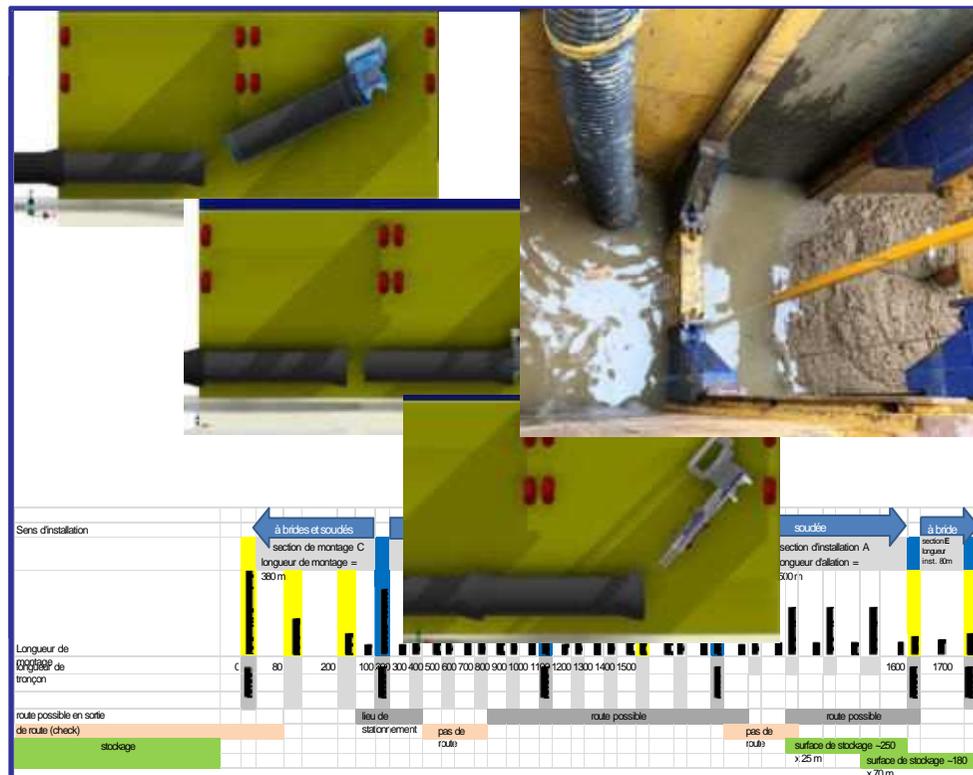
D'autres solutions technologiques entraînent une structure de coûts différente.

1. CELA NÉCESSITE UN CALCUL DES COÛTS BASÉ SUR LA TECHNOLOGIE.
2. LE PLANIFICATEUR OU LE CALCULATEUR DOIT TRÈS BIEN CONNAÎTRE LES PROCESSUS TECHNOLOGIQUES ET LES AIDES TECHNIQUES.
3. IL EXISTE DÉJÀ DES OUTILS LOGICIELS QUI PERMETTENT DE CALCULER LES DIFFÉRENCES DE COÛT DES DIFFÉRENTES SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES



Concept technologique faisant partie du planning technique

Le concept technologique permet d'utiliser de nouvelles structures de coûts et offre des solutions entièrement nouvelles - ici, par exemple, la construction dans et sous la nappe phréatique



Le concept technologique rend les processus et les ressources nécessaires transparents et calculables.

1. PRÉSENTATION DE LA TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION ET DE TOUTES LES ÉTAPES DU PROCESSUS DE CONSTRUCTION
2. INDICATION DES RESSOURCES NÉCESSAIRES ET DES PROCESSUS POSSIBLES
3. SPÉCIFICATION DES PARTICULARITÉS TECHNOLOGIQUES DU SOL LIQUIDE
4. OPTIMISATION DES PROCESSUS
5. BASE DE CALCUL DES AVANTAGES



Concept technologique faisant partie du planning technique

Le concept technique rend les nouvelles technologies réalisables en premier lieu et aide ainsi à optimiser les processus et à les rendre sûrs.



Le concept technique développe les exigences de la technologie requise

1. COMPILATION DES AIDES TECHNIQUES ET DES PARAMÈTRES NÉCESSAIRES
2. INDICATION DES RESSOURCES NÉCESSAIRES ET DES PROCESSUS POSSIBLES
3. SPÉCIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES TECHNOLOGIQUES DE LA TECHNOLOGIE DU SOL LIQUIDE
4. OPTIMISATION DES PROCESSUS
5. BASE DE CALCUL DES AVANTAGES DU PROCÉDÉ EN SOL LIQUIDE ET DE L'UTILISATION OPTIMALE DES AVANTAGES TECHNOLOGIQUES



Concept logistique faisant partie du planning technique

Le concept logistique optimise les processus d'aide à la construction et contribue ainsi à réduire les coûts des nouvelles applications en sol liquide.



Le concept logistique pour sauvegarder la construction principale optimisée et des processus de construction auxiliaires

1. ASSURER DES PROCESSUS OPTIMAUX SUR LE CHANTIER DE CONSTRUCTION POUR L'APPROVISIONNEMENT, LA PRODUCTION, LE TRANSPORT ET L'INSTALLATION
2. AIDE À RACCOURCIR LE TEMPS DE CONSTRUCTION
3. CONÇU POUR MINIMISER LES COÛTS DE TRANSPORT ET LES COÛTS AUXILIAIRES DE PROCESSUS
4. UN ÉLÉMENT PERTINENT DE LA POSSIBILITÉ DE RÉDUIRE LES COÛTS DE CONSTRUCTION



Vérification fonctionnelle - partie d'une planification technique, p. ex. vérification statique pour la construction sur de la tourbe et dans la nappe phréatique

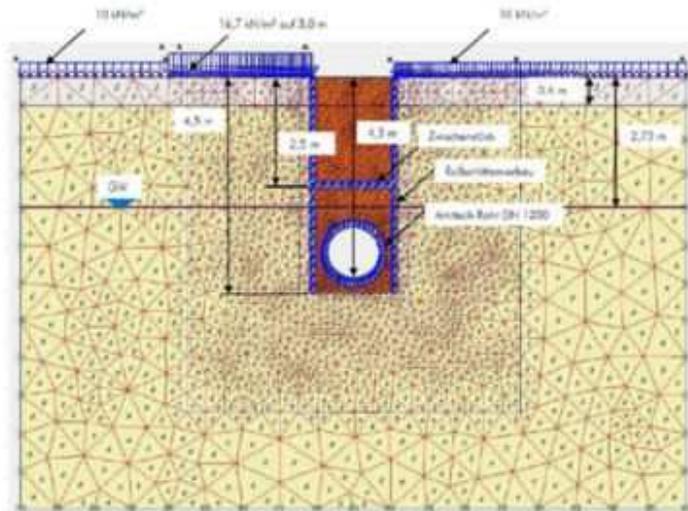
La planification technique fournit toutes les preuves fonctionnelles nécessaires pour un bâtiment sûr et une utilisation sûre des solutions de la méthode de sol liquide.

Des informations sur le sol et des modèles comme base pour le développement de recettes correctes et fiables en plusieurs étapes :

- Modélisation du sous-sol
- Utilisation d'un sol liquide avec des valeurs cibles supposées dans le modèle
- Charge dans les conditions d'utilisation
- Observation du comportement du système tube – sol liquide
- Correction des valeurs de sol liquide si nécessaire
- Dérivation des paramètres cibles du sol liquide requis
- Elaboration de recettes
- Vérification de la recette sur la base d'essais pour la conformité de la valeur cible
- Sortie de la recette en cas de succès

PROJEKT: BV SÖDALZNSO ETTLINGERSTRASSE, KARLSRUHE (RASIO) Seite: 4/70
 ERDBERÜHMUNGSTECHNISCHE NUMERISCHE SIMULATION (EINBAU FLÜSSIGBODEN MIT FE-PAKET PLASIS) 11. Dez. 11
 Datum: 11/12/11, Berechnungen: Dr. Ingrid, R20.000

3. BERECHNUNGSQUERSCHNITT FLÜSSIGBODEN KARLSRUHE





Vérification fonctionnelle - partie d'une planification technique, p. ex. modélisation hydrogéologique de la situation hydrogéologique

La planification technique fournit toutes les preuves nécessaires pour un bâtiment sûr et une utilisation sûre des solutions en sol liquide.

Des informations et des modèles sur le sous-sol comme base de décision pour ou contre l'abaissement des eaux souterraines :

- Modélisation de la situation hydrogéologique
- Représentation de la situation d'installation avec 2 scénarios (abaissement de la nappe et sol liquide)
- Détermination des risques liés à l'abaissement de la nappe (suffosion, tassement...)
- Détermination des conséquences de l'utilisation du sol liquide sous l'influence de l'eau souterraine
- Évaluation des coûts et des risques des deux solutions (abaissement de la nappe ou sols liquides)
- Calcul de solutions techniques pour éviter les effets de reflux d'eau

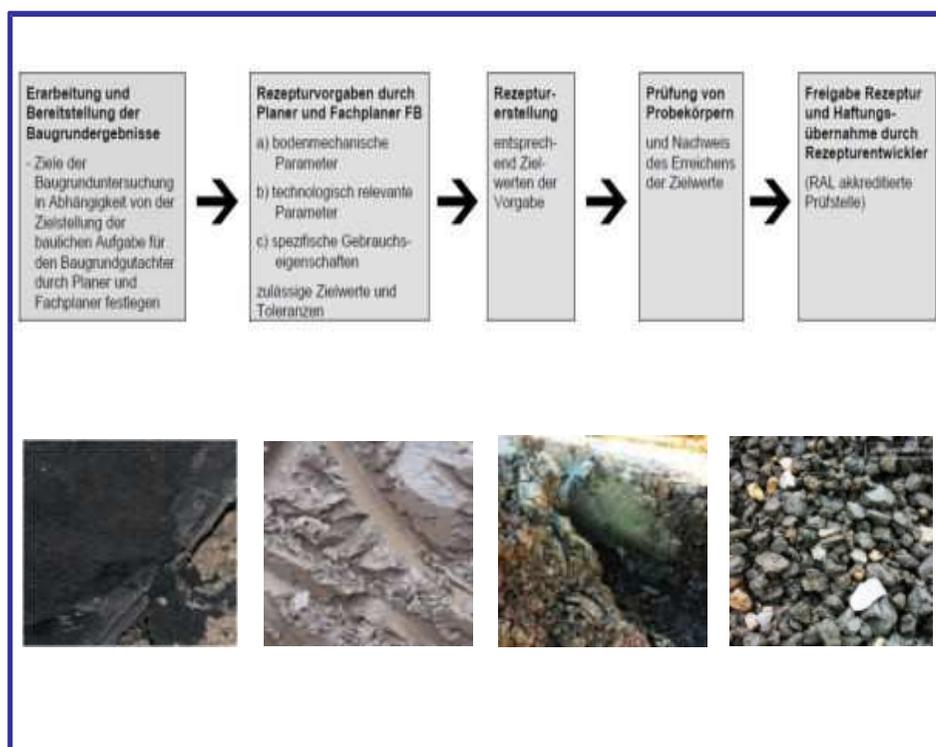
Pumpkosten				
Bedingung	Zeitraum	Pumprate, l/min	Zeit, Tage	Abgepumptes Wasservolumen, m ³
Best case	bis zur gewünschten Tiefe des Absenktrichters	135.864	2	391.29
Best case	während der Bauarbeiten	52.02	-	74.01 m ³ pro Tag
Worst case	bis zur gewünschten Tiefe des Absenktrichters	255.744	5	1841.36
Worst case	während der Bauarbeiten	172.8	-	748.83 m ³ pro Tag

Gefahren für Gebäude			
Bedingung	Absenkung unter den Gebäuden, m	Hubkraftverlust, in Tonnen	Dauer der Gefährdung, Tage
Best case	0.0002 - 2.17	13.85 - 187.26	2 bis zum Ende der Bauarbeiten
Worst case	0.28 - 2.39	226.81 - 568.93	5 + bis zum Ende der Bauarbeiten



Mise au point de la recette ou de la matrice de recettes requises pour une construction et une utilisation sûres du sol liquide

La recette ou la matrice de recettes permet de travailler avec des sols de toutes sortes et même avec des types de sol changeants.

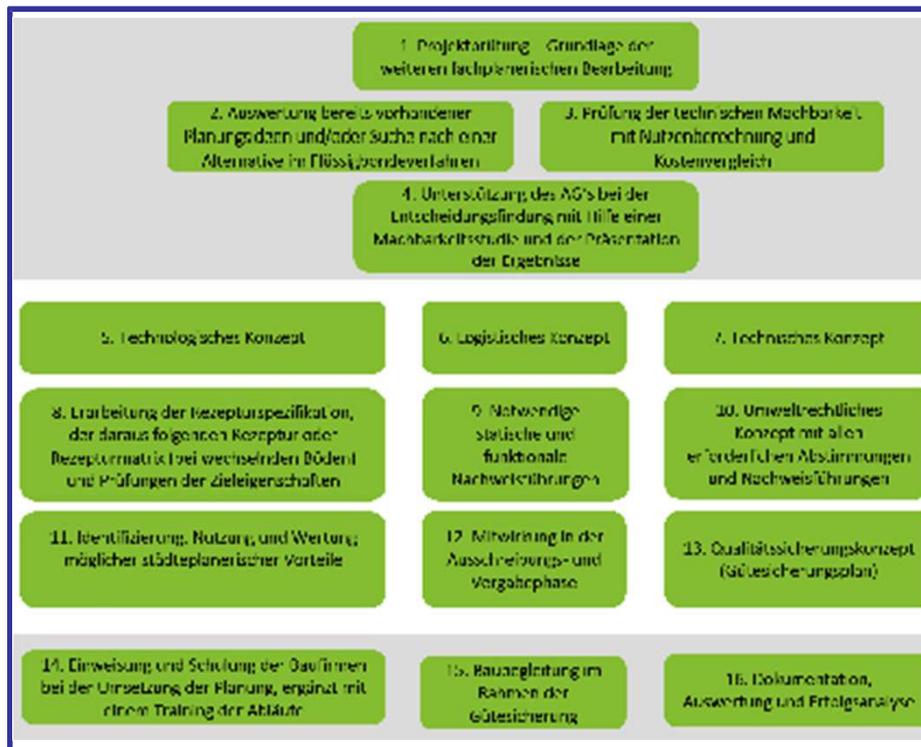


La recette ou la matrice de recettes assure la fonctionnalité du sol liquide pour 3 groupes de propriétés

1. LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU SOL POUR PRÉVENIR LES DOMMAGES AUX ROUTES, AUX RÉSEAUX ET AUX STRUCTURES SOUTERRAINES
2. LES PROPRIÉTÉS TECHNOLOGIQUEMENT PERTINENTES POUR SOUTENIR ET OPTIMISER LES PROCESSUS DE CONSTRUCTION ET RÉDUIRE LES COÛTS
3. DES PROPRIÉTÉS D'USAGES PARTICULIERS QUE LE SOL NATUREL NE POSSÈDE PAS MAIS QUI SONT NÉCESSAIRES POUR UN USAGE ULTÉRIEUR

PLANIFICATION POUR LES SOLS LIQUIDES

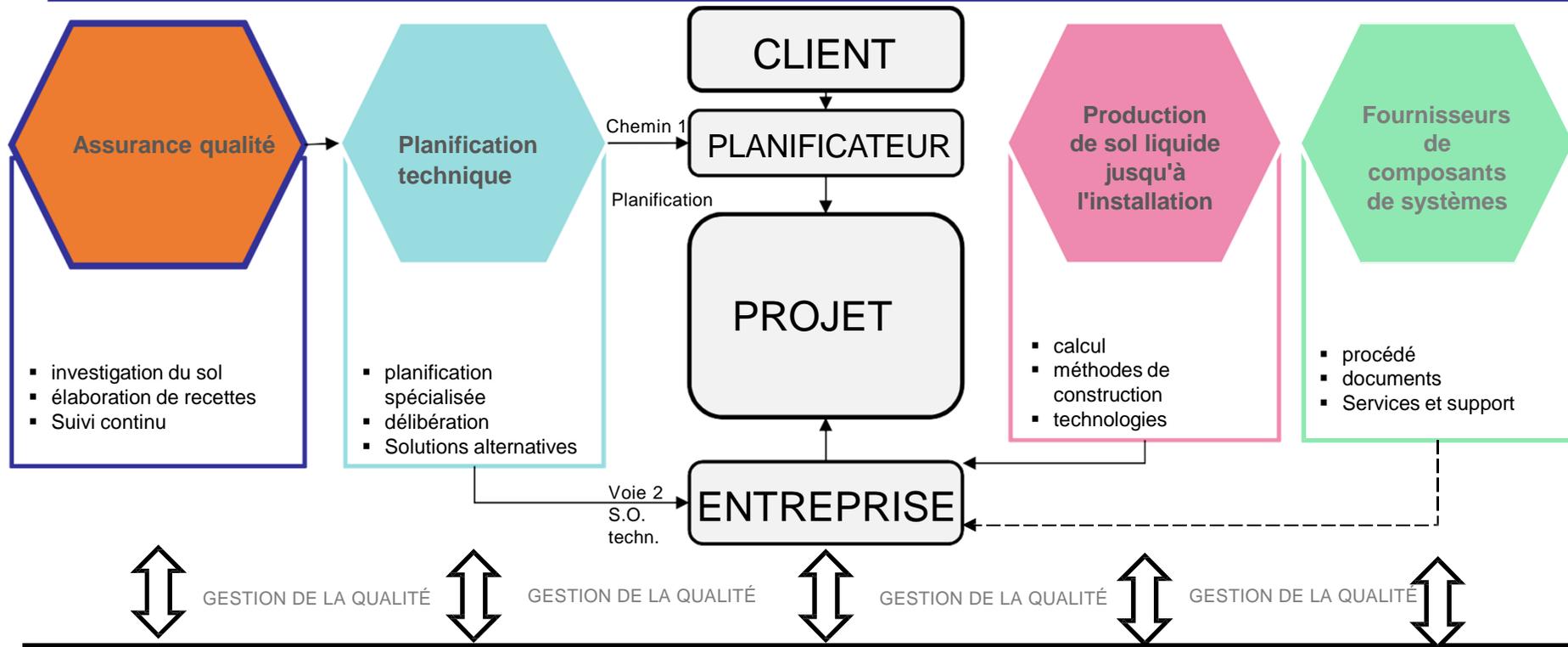
Exemples de services de planification pour les sols liquides



Planification technique pour les sols liquides : services destinés à rendre techniquement sûres et économiquement avantageuses les diverses applications possibles du traitement des sols liquides et qui traitent également de toutes les questions connexes, de l'assurance qualité au calcul des coûts, à la vérification, au droit de l'environnement, à la mécanique des sols, à l'hydrologie, à la qualité des matériaux, à la technologie et à la technologie, et servent d'assistant au concepteur de projet.



LES PROCESSUS DU GÉNIE CIVIL TOUCHÉS PAR L'INNOVATION DU SOL LIQUIDE



- RAL GZ - 507 : est une marque de qualité et un standard de qualité, comparable à DIN, mais avec des exigences plus élevées que DIN. Les instituts d'essai agréés RAL contrôlent et testent l'application de la méthode du sol liquide selon des critères objectifs et appliquent les normes nécessaires.
- La formation nécessaire pour les utilisateurs en matière d'assurance qualité est offerte par la "RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V", en collaboration avec des développeurs et des praticiens.
- L'Institut de recherche sur les sols liquides FIFB offre aux planificateurs et aux utilisateurs une formation sur l'utilisation des nombreuses technologies et solutions nouvellement développées.
- voir aussi www.fi-fb.de ; www.logic-engineering.de ;



Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507

Base pour une utilisation sûre des avantages

Objectif 1 : Éviter les dommages structurels et consécutifs





Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507

Base pour une utilisation sûre des avantages

Objectif 2 : utiliser en toute sécurité les possibilités du sol liquide, par exemple pour les nombreuses applications qu'il offre.



Protection contre la pénétration des racines



Immobilisation



Remblayage à l'aide d'une pompe à béton



Installation en hiver



Assurance qualité - Comment et pourquoi l'association de qualité RAL pour les sols liquides a-t-elle été fondée ?

- Initié non pas par les fabricants, mais par les clients et par leurs représentants, les planificateurs et les experts.
- Les villes suivantes ont joué un rôle pionnier.



etc.





Pourquoi une assurance qualité transparente **entre les mains des maîtres d'ouvrage** est-elle nécessaire?



Retrait des matériaux à prise hydraulique



La tâche centrale du travail selon le RAL 507 est la prévention des dommages et des défauts structurels :

- Formulation d'exigences techniques claires sur la base des résultats scientifiques de la mécanique des sols et de la physique du bâtiment, ainsi que sur la base de l'analyse de l'état actuel de la technique.
- **Développement de ces exigences dans le cadre d'une procédure publique avec la participation du public et de tous les cercles professionnels sous la forme de prescriptions de qualité et de contrôle (PQC).**

Ces PQC constituent la base de critères objectifs, transparents et vérifiables de manière fiable comme base pour des réseaux, des routes, des mesures de protection contre les inondations et d'autres applications de longue durée.



Bases de l'assurance qualité

Spécifications de qualité et d'essai RAL pour les sols liquides selon le label de qualité RAL 507 et leur mise en œuvre, en commençant par la planification et l'étude du site selon EC 7 ou DIN 18300 (zones homogènes).

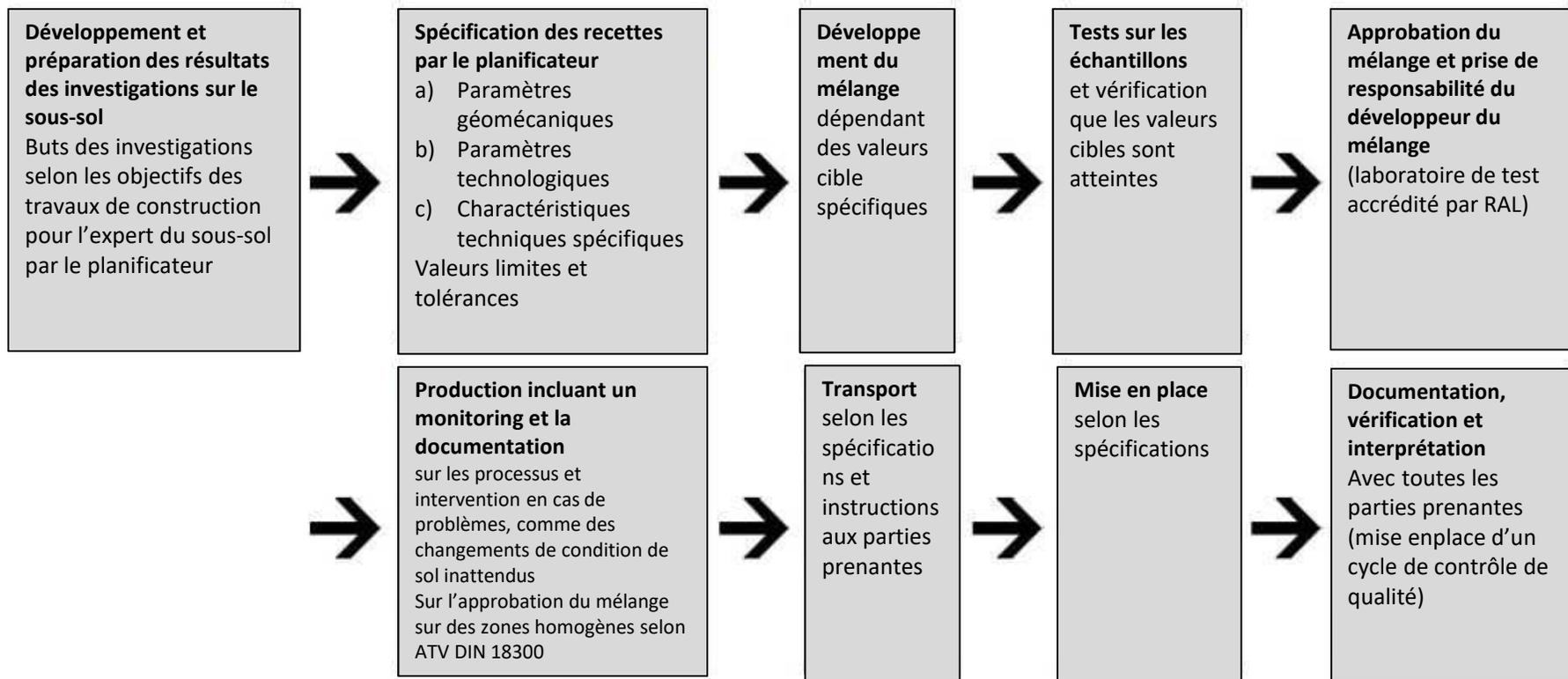




L'assurance qualité des sols liquides - une tâche de planification et d'exécution

Processus d'assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507

Assurance qualité selon RAL 507 lors de l'utilisation de matériaux d'excavation sur les chantiers



Plan d'assurance qualité pour les processus de production jusqu'à la mise en place, documentation et vérification



Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507



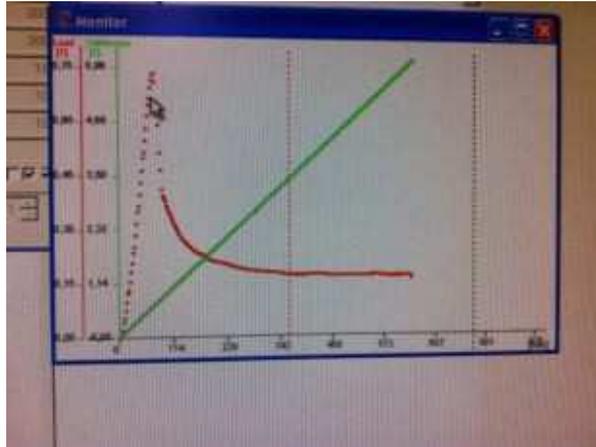
Vérification des **propriétés typiques du sol par** opposition aux propriétés des matériaux à prise hydraulique :

- Contrôle du comportement du matériau en cas de modification des conditions d'installation telles que la charge, l'humidité, la température, etc.
- Exemple de mesure de la constance du volume ou du retrait

Source : FIFB, Research Institute for Liquid Floor, RAL Trainings



Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507



Vérification des caractéristiques de performance

- Vérification de l'absence de retrait et donc de l'assurance d'un transfert de chaleur sur toute la surface entre le conducteur et le sol liquide en testant l'évolution de la force de friction dans le temps.
- Preuve d'un flux thermique élevé et transférable (voir la loi de Fourier). Sur cette base, le flux thermique est proportionnel à la surface de transfert du conducteur et à la différence de température. Cette surface n'est disponible qu'avec un matériau de pose exempt d'espaces annulaires permanents entre le sol et le conducteur.



Source : FIFB, Institut de recherche sur les sols liquides

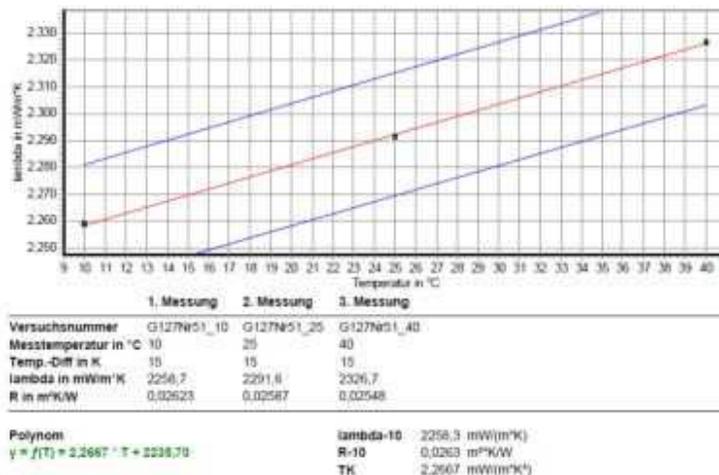


Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507



Vérification des caractéristiques de performance

- Amélioration de la conductivité thermique du sol par effet de stabilisation thermique d'un sol liquide spécial et mesure de la valeur lambda à température croissante
- Preuve de l'ajustabilité de ce paramètre pour le sol liquide au moyen de changements de recette, puisque la valeur du lambda est proportionnelle à la puissance calorifique maximale transférable selon la loi de Fourier.



Source : FIFB, Institut de recherche sur les sols liquides



Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507

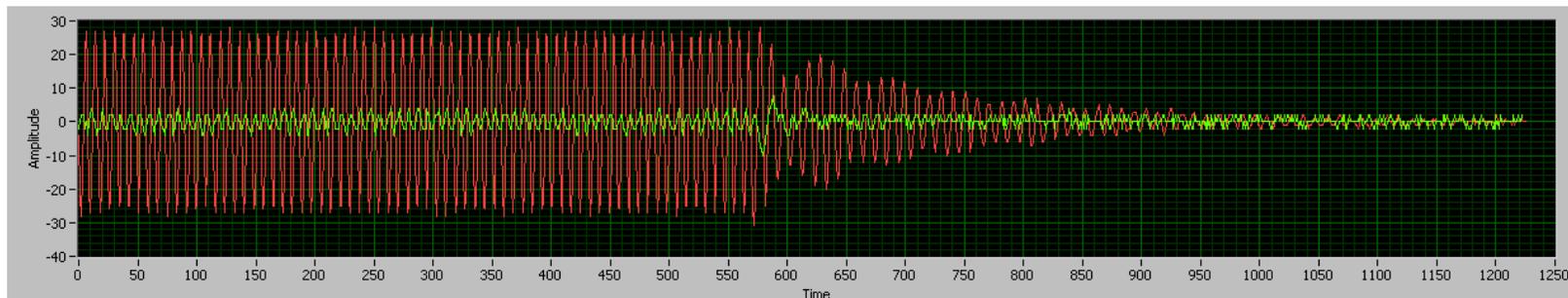


Vérification des caractéristiques de performance

Preuve des propriétés de service requises spécifiques au projet et à l'application sur l'exemple du comportement d'amortissement et d'absorption du sol liquide.



Échantillon de sol[B]



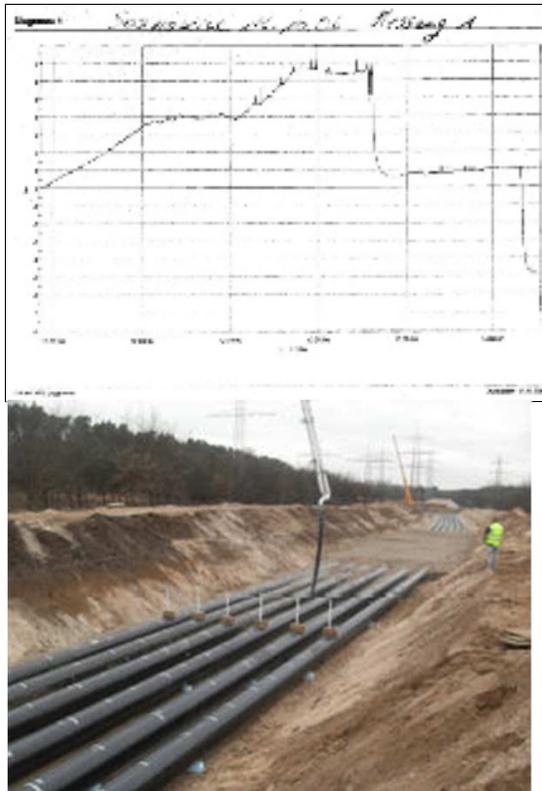
Source : FIFB, Institut de recherche sur les sols liquides



Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507

Mesure et vérification des **propriétés technologiques importantes**, par exemple la mesure de la flottabilité comme preuve de l'absence de contraintes externes et donc de la longévité des canalisations et pour la détermination des séquences de temps.

Source : Archives RSS Liquid Floor® Chantiers de construction





Assurance qualité du sol liquide selon RAL GZ 507



Résumé de l'assurance de la qualité

L'assurance de la qualité devrait être un cycle de contrôle fixe, de la planification à l'exécution. Cela signifie

- d'utiliser la planification, l'exécution, la documentation, la surveillance et la supervision dans le cadre de l'assurance qualité pour l'utilisation du sol liquide
- Organiser l'évaluation finale des résultats avec toutes les parties prenantes afin d'utiliser l'expérience des chantiers de construction.

Création d'un cycle de contrôle de l'assurance qualité



V : Planificateurs et planificateurs spécialisés



Résumé

1. Bénéfices environnementaux

- Pas besoin d'enlever les matériaux d'excavation du chantier de construction
- Utilisation du sol excavé existant
- Des itinéraires de transport plus courts
- Pas de matériaux de remblayage supplémentaires
- Réduction des émissions de CO_2
- Contribution à la prévention des problèmes climatiques et environnementaux
- Utilisation d'additifs minéraux seulement





Résumé

2. Comportement des matériaux

- Base optimale
- Pas de compactage nécessaire
- Aucun tassement
- Mise en place simple, pompable si nécessaire
- Solidification contrôlée
- Pas de dommages aux composants installés (canalisations et câbles)
- Amélioration de la protection contre la corrosion
- Pas d'exposition aux vibrations, au bruit et à la poussière
- Propriétés semblables ou égales à celles du sol en place
- Les propriétés individuelles peuvent être modifiées de manière ciblée



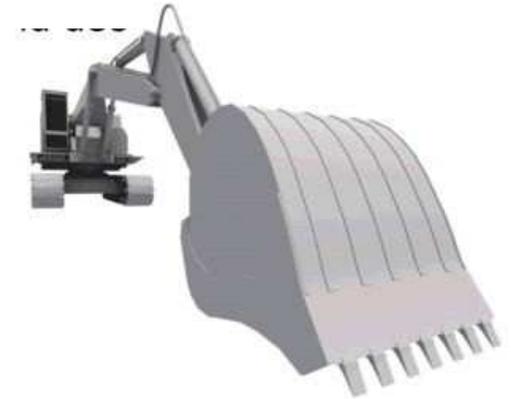


Résumé



3. Coûts de planification, d'exécution et d'assurance qualité selon RAL GZ 507

- Réduction des volumes d'excavation, du temps de construction et de l'espace requis grâce à de nouvelles solutions
- Haute qualité possible
- Des technologies complètement nouvelles peuvent être utilisées
- Nouvelles structures de coûts pour la construction et l'exploitation
- Souvent profitable pour des petits projets de construction bien planifiés et bien préparés
- Durée de vie nettement plus longue pour les câbles, les canalisations et les routes, amortissement !
- De nouvelles possibilités d'aménagement urbain grâce à des méthodes de construction denses et à la flexibilité des solutions.
- Les voisins sont moins dérangés
- Respect de toutes les exigences légales en matière d'environnement
- Des services de planification spéciaux sont judicieux et contribuent à réduire les coûts de construction et de suivi.





Merci pour votre attention



Olaf Stolzenburg
Institut Directeur
Forschungsinstitut für Flüssigboden GmbH et
planificateur spécialisé pour sols liquides et
systèmes souterrains complexes

www.fi.fb.de

o.stolzenburg@fi-fb.fr