



ÉTANCHÉITÉ DANS LA CONSTRUCTION DE TUNNELS

MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES Sikaplan®

BUILDING TRUST





AUTREFOIS, ...

en l'an 1882, le premier tunnel du Saint-Gothard a été ouvert et a offert un nouveau corridor ferroviaire à travers les Alpes. Le tunnel était d'une longueur de 15 km et se situait à une altitude de 1150 m au-dessus du niveau de la mer. Il y a plus de 100 ans, a débuté l'histoire à succès de Sika avec la construction du tunnel du Saint-Gothard. L'étanchéité nécessaire pour l'électrification de la ligne ferroviaire du tunnel en 1918 a établi d'une part les bases du succès de la ligne ferroviaire du Saint-Gothard et d'autre part les bases pour l'entreprise Sika: Kaspar Winkler a produit le Sika®-1, un adjuvant pour le mortier d'étanchéité, qui a été appliqué ultérieurement sur le revêtement existant du tunnel existant. Jusqu'à ce jour, Sika®-1 est vendu dans plus de 90 pays au niveau mondial avec la même formule et pour le même but d'utilisation.

CONTENU

- 04** Membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®

- 05** Sollicitations sur les constructions de tunnels

- 06** Exigences concernant le projet

- 07** Concepts d'étanchéité

- 08** Infrastructure -support

- 10** Concepts et systèmes d'étanchéité

- 12** Ouvrages souterrains – Concept de captage et d'évacuation

- 16** Ouvrages souterrains – Concept de retenue des eaux

- 20** Ouvrages souterrains – Anneau intérieur en béton projeté

- 22** Tunnel en tranchée ouverte – Concept de captage et d'évacuation

- 24** Tunnel en tranchée ouverte – Concept de retenue des eaux

- 26** Tunnel en tranchée ouverte – Galeries

- 28** Durabilité des membranes d'étanchéité synthétiques

- 30** Membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® - Technologie

- 32** Membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® – Accessoires

- 36** Techniques de soudage

- 37** Contrôle des raccords

- 38** Solutions d'injection

MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES Sikaplan®

Systèmes d'étanchéité pour chaque tunnel

LES TUNNELS SONT CONSTRUITS POUR UNE DURÉE DE VIE DE PLUS DE 100 ANS. Le système d'étanchéité joue donc un rôle important et doit répondre à des exigences élevées. Il protège ainsi la structure portante, assure l'exploitation, ainsi que la durabilité et un fonctionnement impeccable des installations techniques dans la construction. Non seulement durant l'exploitation, mais aussi durant la phase de construction, le système d'étanchéité doit résister à diverses sollicitations chimiques et mécaniques.

Les solutions Sika peuvent être utilisées aussi bien dans le domaine des ouvrages souterrains comme pour les tunnels en tranchées ouvertes que dans les galeries et les puits. Ceci signifie des solutions variées et compatibles pour des transitions entre différents domaines d'utilisation et des éléments de construction grâce aux accessoires appropriés. Les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® permettent de réaliser une étanchéité sûre, aussi au-dessous du niveau de la nappe phréatique et peuvent ponter les fissures qui surviennent suite à des tassements ou des activités sismiques. En fonction de la situation et des exigences, les systèmes peuvent être réalisés selon le concept de captage et d'évacuation ou de retenue des eaux.

La qualité des membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® satisfait aux normes européennes et suisses et est contrôlée tout au long du processus de fabrication. Ainsi, il est possible de satisfaire aux exigences élevées et de garantir la durabilité. Plus de 50 années d'expérience ainsi que des contrôles et des solutions par systèmes intégrés donnent confiance aux maîtres de l'ouvrage, aux concepteurs et aux applicateurs dans cette technologie d'étanchéité. Une étanchéité de tunnels avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® signifie une installation rapide, aussi sur les supports critiques, une qualité élevée et la durabilité.

DOMAINES D'UTILISATION

OUVRAGES SOUTERRAINS



TUNNEL ROUTIER



TUNNEL FERROVIAIRE



CONDUITES FORCÉES



PUITS

TUNNEL EN TRANCHÉE OUVERTE



TUNNEL ROUTIER



GALERIES DE PROTECTION

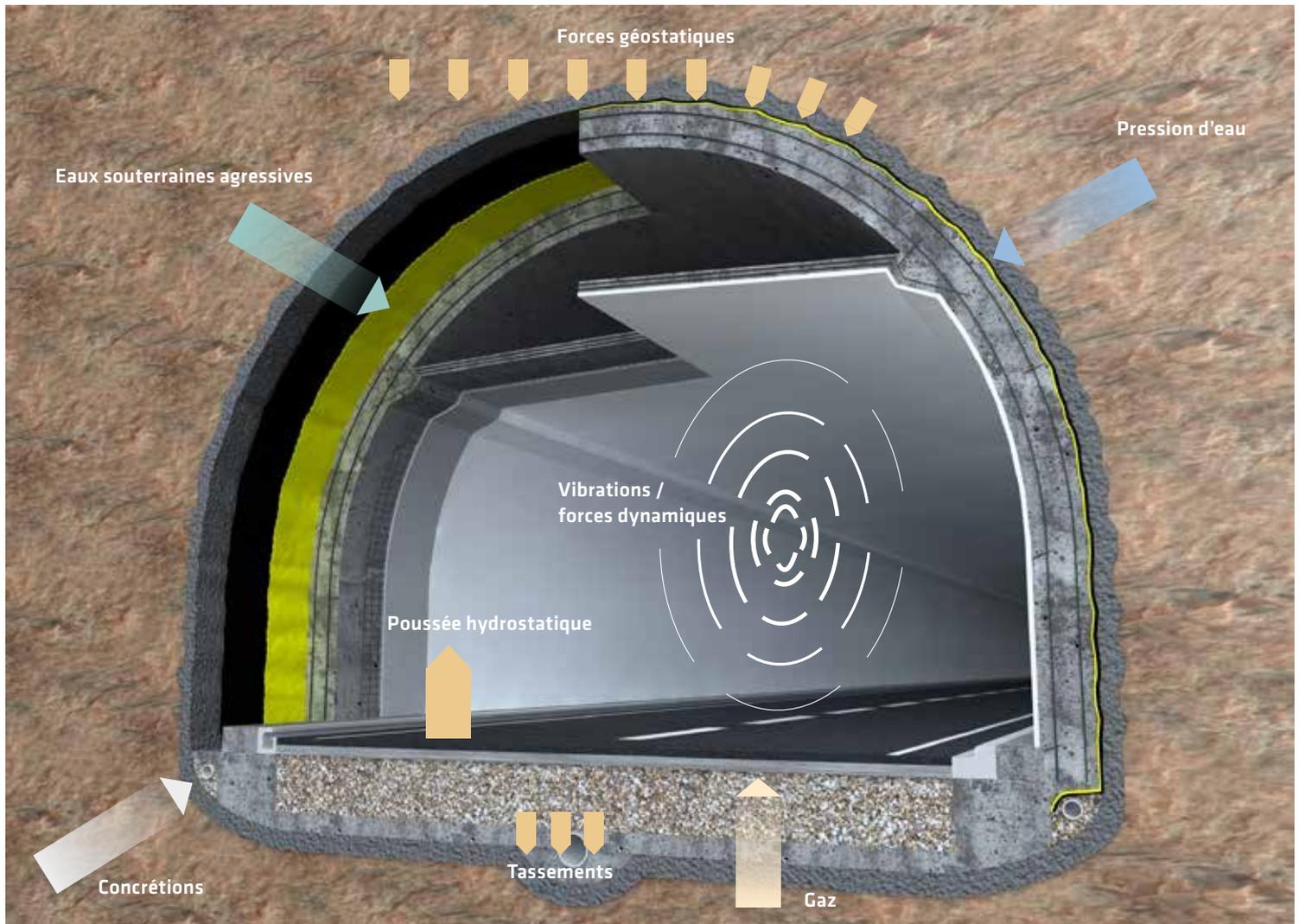


TUNNEL FERROVIAIRE



CENTRALES DE VENTILATION

SOLLICITATIONS SUR LES STRUCTURES DE TUNNELS



Diverses sollicitations agissent sur la construction d'un tunnel ce qui peut avoir des conséquences graves. Les systèmes d'étanchéité protègent l'ouvrage de:

Charges	Conséquences
Pénétration d'eau	→ Dommages à la construction, au câblage et aux installations électriques
Substances chimiques agressives	→ Dommages au béton (suite à l'action des sulfates), corrosion des armatures (sous l'action des chlorures)
Sollicitations statiques et dynamiques	→ Fissures dans la structure portante
Variations de la température	→ Condensation, contraintes, éclatements ou fissures dans le béton

EXIGENCES CONCERNANT LE PROJET

LA BONNE STRATÉGIE D'ÉTANCHÉITÉ EST DÉTERMINÉE PAR LA FONCTIONNALITÉ, LA DURABILITÉ ET LA RENTABILITÉ. L'étanchéité des tunnels a pour tâche de protéger la construction contre la pénétration des eaux et contre les attaques chimiques. Ceci est primordial au point de vue technique et économique. Les exigences en ce qui concerne l'étanchéité sont très élevées en fonction du domaine d'utilisation. Pour les constructions de tunnels soumis au trafic, une exploitation sûre et la protection des installations techniques tout au long de la durée de vie, par exemple, revêt une importance capitale.

FONCTIONNALITÉ (EXPLOITATION, CLASSE D'ÉTANCHÉITÉ)

L'usage futur détermine la classe d'étanchéité d'un ouvrage. La norme suisse SIA 270 détermine les exigences au moyen de quatre classes d'étanchéité. Les tunnels sont construits selon les exigences du degré de séchage de la classe d'étanchéité 1 ou 2.

Classe d'étanchéité 1	Classe d'étanchéité 2	Classe d'étanchéité 3	Classe d'étanchéité 4
complètement sec	sec à légèrement humide	humide	humide à mouillé
Aucune tache d'humidité n'est tolérée à l'intrados de l'ouvrage.	Des taches d'humidité isolées sont tolérées, des égouttures à l'intrados ne le sont pas.	Des taches d'humidité localement limitées et des égouttures isolées à l'intrados de l'ouvrage sont tolérées.	Des taches d'humidité et des égouttures sont tolérées.

DURÉE DE VIE / RÉSISTANCE

Une durée de vie de 100 ans et plus est devenue la norme dans le domaine de la construction de tunnels. Les normes et directives nationales et internationales décrivent les propriétés des matériaux utilisés pour les systèmes d'étanchéité de tunnels en tenant compte en partie des exigences accrues en ce qui concerne la durée de vie, la couverture montagneuse et les températures des eaux. Les exigences comprennent aussi des tests de durée sévères comme par exemple l'entreposage dans l'eau chaude ou certains agents chimiques. Le premier ouvrage qui a exigé de tels tests pour les systèmes d'étanchéité est le tunnel de base de la NLFA.

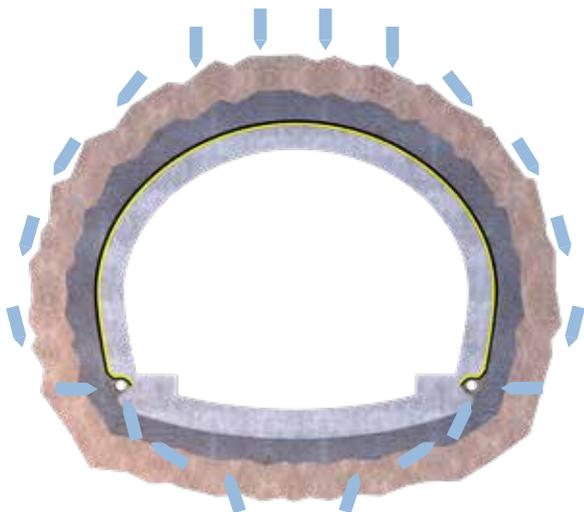
Règlementations déterminantes

- SIA 272 - Étanchéités et drainages d'ouvrages enterrés et souterrains
- Directives ÖBV, Étanchéité de tunnels
- Recommandation VAT

CONCEPTS D'ÉTANCHÉITÉ

EN FONCTION DES EXIGENCES, UN TUNNEL SERA EXÉCUTÉ SELON LE CONCEPT DE CAPTAGE ET D'ÉVACUATION OU LE CONCEPT DE RETENUE DES EAUX ou aussi une combinaison des deux concepts de base. L'utilisation de l'ouvrage, les conditions hydrogéologiques, écologiques et climatiques ainsi que la pression d'eau sont des facteurs importants pour la détermination. Le déroulement de la construction ainsi que le concept de la construction (p.ex. le concept de percement) ont des conséquences sur le choix du concept d'étanchéité *Abdichtungskonzeptes*.

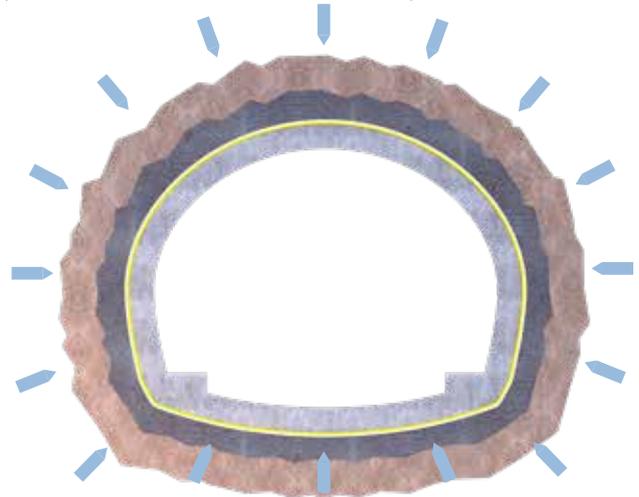
CONCEPT DE CAPTAGE ET D'ÉVACUATION



Les eaux de la nappe phréatique et de ruissellement sont conduites durablement vers les éléments de drainage et d'évacuation des eaux. Le niveau de la nappe phréatique est maintenu sous le niveau de la base du tunnel et l'ouvrage en béton n'est pas exposé à la pression d'eau. Le système d'étanchéité protège la construction en béton et mène l'eau vers la conduite de drainage.

- Concept avec drainage permanent
- Coûts réduits pour l'exécution
- Pression d'eau réduite, ainsi réduction de l'épaisseur de béton
- Construction plus économique sous des conditions hydrologiques difficiles
- Coût pour l'entretien et la maintenance plus élevés
- Perturbations de la circulation possibles durant les travaux d'entretien

CONCEPT DE RETENUE DES EAUX (ÉTANCHÉITÉ RETENANT LA PRESSION)



Les eaux de la nappe phréatique et de ruissellement ne sont pas déviées. L'ouvrage est exposé en permanence à l'eau sous pression, ce qui doit être pris en considération lors de la planification. Le système d'étanchéité protège la construction en béton tout autour de la pénétration d'eau et des attaques chimiques et doit pouvoir résister à la pression permanente.

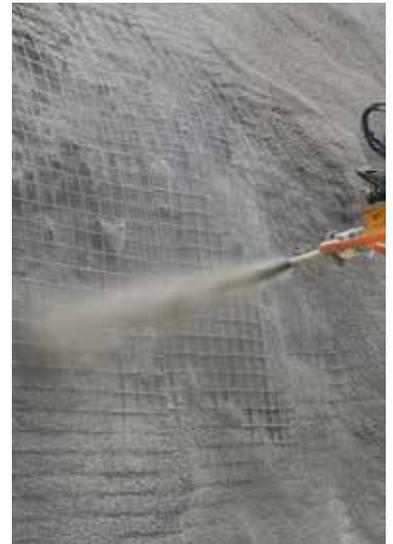
- Les répercussions négatives sur l'environnement sont minimisées. Coûts pour l'entretien et la maintenance plus faibles
- Coûts plus élevés pour la construction (construction en béton, système d'étanchéité)
- Exigences accrues concernant le système d'étanchéité nécessaire
- Contrôles permanents en ce qui concerne l'étanchéité (fuites)

INFRASTRUCTURE – SUPPORT

Béton projeté

LE BÉTON PROJETÉ EST SOUVENT UTILISÉ COMME SUPPORT POUR LES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES.

Il ne sert pas seulement comme consolidation de terrain, mais remplit également les cavités survenues lors de l'excavation. De cette manière, un support approprié pour la pose des membranes d'étanchéité synthétiques est exécuté. Le béton projeté, par sa technique d'application et la dimension des granulats, présente toujours une certaine rugosité. Une planéité correcte, par contre, exige un béton de haute qualité avec des composants compatibles entre eux et l'application doit se faire par un opérateur expérimenté pour guider la lance. Le matériau utilisé et une application dans les règles de l'art ont tous les deux une grande influence sur la qualité de la surface.



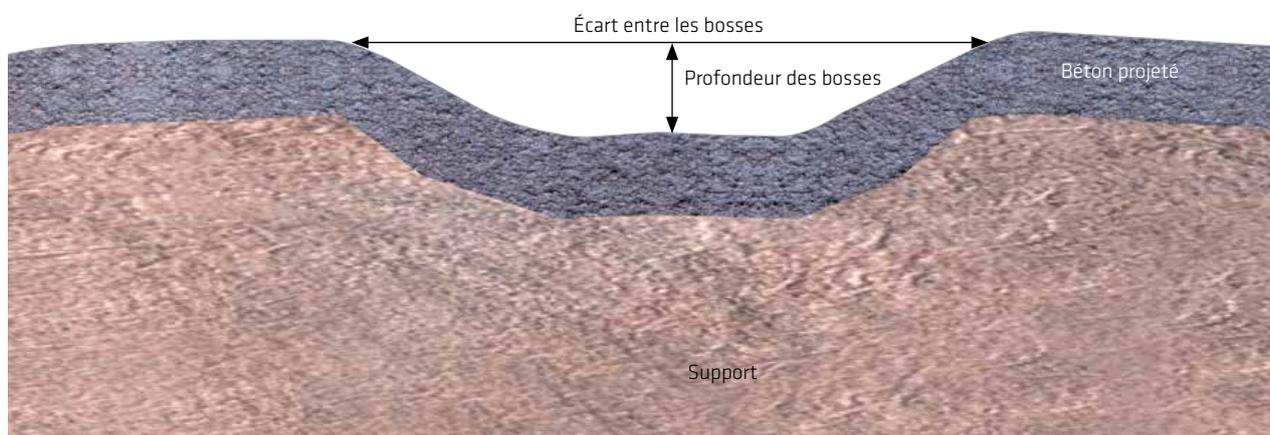
La flexibilité de la membrane d'étanchéité synthétique est cruciale

POUR L'APPLICTION, LA FLEXIBILITÉ DE LA MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUE est un élément important afin d'exclure une défaillance du système d'étanchéité. Les exigences en ce qui concerne le support, comme la planéité ou la rugosité sont directement dépendantes de la flexibilité.

Une membrane d'étanchéité synthétique doit pouvoir être posée avec une faible tension et sans former de plis. La nature du support joue ici un rôle important. Outre la solidité, la propreté et le séchage, la rugosité et la planéité sont en particulier des points d'une importance fondamentale. Sur des surfaces irrégulières, les membranes d'étanchéité synthétiques très souples peuvent aussi être posées au plus près du support. La planéité du support est donc cruciale pour l'exigence en matière de flexibilité des membranes d'étanchéité synthétiques. Comme mesure pour la planéité dans la construction de tunnels, on utilise le rapport entre l'écart entre les bosses et la profondeur des bosses. Plus le rapport est petit, plus le support est plan. Comme exigence minimale en matière de planéité, la norme SIA 272, annexe B1, tableau 16 exige un rapport entre l'écart entre les bosses et la profondeur des bosses

de $\geq 10:1$. La directive VAT indique clairement les exigences dans le chapitre "2 Support". En outre, il est mentionné qu'en cas de pression d'eau élevée le rapport entre l'écart des bosses et la profondeur des bosses doit être augmenté à $\geq 20:1$. Le module d'élasticité E1-2 par contre est une mesure pour la flexibilité de la membrane d'étanchéité. Plus le module d'élasticité est petit, plus l'étanchéité est flexible.

Des cordons de soudure de mauvaise qualité sont souvent des points faibles dans le système d'étanchéité. Ici, l'utilisation de membranes d'étanchéité très souples apporte la solution. La membrane d'étanchéité se trouve plus près des irrégularités du support ce qui simplifie le soudage manuel ou au moyen d'automates et en outre permet de minimiser les tensions directes sur les soudures.



Exigences requises pour la flexibilité des membranes d'étanchéité synthétiques en fonction de la planéité des supports en béton projeté.

Type de matériaux	PVC-P (Sikaplan® WP)	FPO (Sikaplan® WT)
Alinéa module d'élasticité E1,2 selon ISO 527	$\leq 20 \text{ N/mm}^2$	$\leq 65 \text{ N/mm}^2$
Planéité du béton projeté (écart entre les bosses : profondeur des bosses)	$\approx 5:1$ au $10:1$	$\approx 10:1$ au $20:1$

CONCEPTS ET SYSTÈMES D'ÉTANCHÉITÉ

Les tunnels sont étanchés avec succès depuis des dizaines d'années avec des membranes d'étanchéité synthétiques, aussi bien selon le concept de captage et d'évacuation que selon le concept de retenue des eaux. Toutefois, ce qui est important, ce n'est pas seulement le choix du matériau de la membrane d'étanchéité, mais aussi le principe du système. Les aboutements, raccords, compartiments et pénétrations doivent être exécutés conformément au système. Les matériaux de construction utilisés doivent être compatibles et satisfaire aux exigences et à l'utilisation de la construction.



	Concept de captage et d'évacuation en tranchée ouverte Membrane d'étanchéité synthétique collée sur toute la surface (membrane d'étanchéité synthétique adhérente)	Concept de captage et d'évacuation en ouvrage souterrain Système de drainage
Description	Collée sur toute la surface avec ou sans drainage, 1 couche <ul style="list-style-type: none"> ■ Comme étanchéité contre l'humidité, les eaux d'infiltration et de nappe phréatique, ainsi que l'eau sous pression hydrostatique ■ Grâce au collage sur toute la surface, le système empêche les infiltrations, des fuites éventuelles peuvent localement être attribuées 	En pose indépendante, avec drainage, sans compartimentages <ul style="list-style-type: none"> ■ Comme étanchéité contre l'humidité, les eaux d'infiltration et de nappe phréatique ■ Pour prévenir la pression d'eau, un système d'évacuation d'eau est nécessaire
Pression d'eau	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eau sous pression (faible pression d'eau) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aucune pression admise
Système de drainage et d'évacuation d'eau	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nattes de drainage ou gravier rond 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sikaplan® WP Angle de drainage ■ Sikaplan® W Tundrain ou nattes de drainage ■ FlexoDrain W (drainage local)
Couche de séparation sur le support	<ul style="list-style-type: none"> ■ Le système est collé sur toute la surface 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aucune
Fixation	<ul style="list-style-type: none"> ■ SikaForce® 7720 L 105 - Colle polyuréthane 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sikaplan® WP / WT Disc ■ Système de collage thermique ■ Système auto-agrippant
Étanchéité	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sikaplan WT 1200 (surfaces modifiées) ■ Sikaplan WP 2110 ■ Sikaplan WP 2101 (exigences accrues) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sikaplan® WT 2200 ■ Sikaplan® WP 2110* ■ Sikaplan® WP 2101 (exigences accrues)
Épaisseur	<ul style="list-style-type: none"> ■ ≥ 2 mm / ≥ 3 mm 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ≥ 2 mm / ≥ 3 mm
Couche	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 couche 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 couche (avec compartimentages)
Couche de protection	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sikaplan® WP / WT Protection Sheet 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sikaplan® WP / WT Protection Sheet
Mesures supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> ■ Système Sika® Dilatec (PVC-P) ■ Sikaplan® WT Tape (TPO) ■ Sika® Bandes de joints (TPO / PVC-P) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Système Sika® Dilatec (PVC-P) ■ Sikaplan® WT Tape (TPO) ■ Sika® Bandes de joints (TPO / PVC-P)

* Sikaplan® WP: Gamme de produits à base de PVC-P
 Sikaplan® WT: Gamme de produits à base de polyoléfinés souples (TPO / FPO)



Concepts de retenue des eaux – ouvrage souterrain

Étanchéité sur tout le pourtour – Système déposé

Étanchéité sur tout le pourtour – Active Control System

Pose indépendante, sans drainage, 1 couche, avec compartimentage

- Comme étanchéité contre l'eau sous pression hydrostatique
- Avant la montée du niveau d'eau, les bandes de joints Sika® sont injectées avec Sika® Injection-201 CE et ensuite les champs compartimentés remplis avec une suspension de ciment

Pose indépendante, sans drainage, 2 couches, avec compartimentage

- Comme étanchéité contre l'eau sous pression hydrostatique
- Sécurité élevée grâce à une détection de fuites dans le système d'étanchéité, aussi durant la phase de construction
- Au besoin, les champs compartimentés peuvent être injectés

- Eau sous pression (faible pression d'eau)

- Eau sous pression (pression d'eau élevée)

- FlexoDrain W (drainage local)
- Pas de drainage de surface

- FlexoDrain W (drainage local)
- Pas de drainage de surface

- Sikaplan® W Felt

- Sikaplan® W Felt

- Sikaplan® WP / WT Disc
- Système de collage thermique
- Système auto-agrippant

- Sikaplan® WT Disc
- Système de collage thermique
- Système auto-agrippant

- Sikaplan® WT 2200
- Sikaplan® WP 2110
- Sikaplan® WP 2101 (exigences accrues)

- Sikaplan® WT 2200
- Sikaplan® WT 2220 (avec picots)

- ≥ 3 mm

- ≥ 3 mm et ≥ 2 mm (avec picots)

- 1 couche avec compartiments

- 2 couches avec compartiments

- Sikaplan® WP / WT Protection Sheet

- Sikaplan® WT Protection Sheet

- Sika® Bandes de joints avec canaux d'injection intégrés (TPO / PVC-P)

- Sika® Bandes de joints avec canaux d'injection intégrés (TPO)

- Sikaplan® WP / WT Culot d'injection

- Sikaplan® WP / WT Culot d'injection et de contrôle

- Système Sika® Dilatec (PVC-P)

- Sikaplan® WT Tape (TPO)

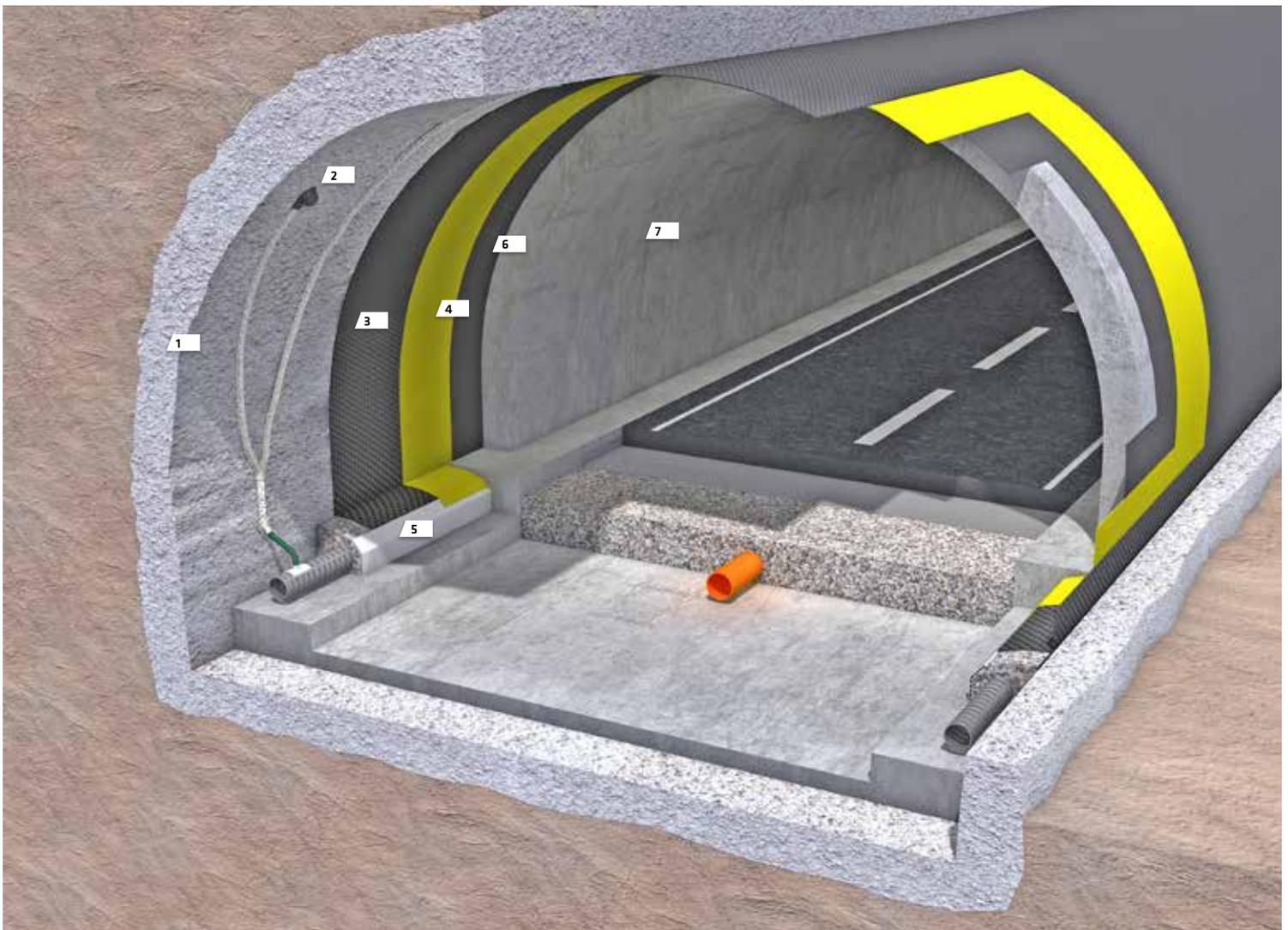
- Sikaplan® WT Tape (TPO)

OUVRAGES SOUTERRAINS – CONCEPT DE CAPTAGE ET D'ÉVACUATION

Système de drainage avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®

LE CONCEPT DE CAPTAGE ET D'ÉVACUATION PRÉVOIT UNE DÉVIATION SANS PRESSION DE L'EAU VENANT DES MONTAGNES ENTRE LE SUPPORT ET L'ÉTANCHÉITÉ.

Un système de drainage est utilisé lorsqu'une évacuation de l'eau des montagnes est nécessaire pour des raisons géologiques, économiques ou de gestion de l'eau. Un système d'étanchéité par drainage se compose normalement d'un drainage ainsi que de la pose d'une couche de membrane d'étanchéité synthétique.



SYSTÈME	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 2200
DESCRIPTION	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec résistance accrue aux agents chimiques et couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en polyoléfines souples (FPO) avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Au besoin, résistance contre le feu accrue I-I 5.1 (AEAI) ■ Pose et technique d'assemblage simples ■ Économique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Convient pour une utilisation à des températures allant jusqu'à 50°C ■ Résistance chimique élevée ■ Pose et technique d'assemblage simples 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Bonnes résistances chimique et thermique



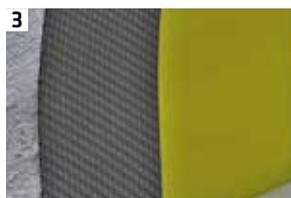
Béton projeté

Est utilisé pour la consolidation de terrain et pour aplanir le support. Avec l'accélérateur Sigunit®, une résistance initiale élevée est atteinte.



FlexoDrain W

Pour le drainage local des parois de tunnels, des demi-coques en matière synthétique sont fixées sur le support et recouvertes avec du béton projeté.



Sikaplan® W Tundrain

Système de drainage pour dévier l'eau.



Sikaplan® WP / WT

Les membranes d'étanchéité synthétiques de haute qualité à base de PVC-P resp. (FPO) garantissent une étanchéité durable.



Sikaplan® WP Profil d'angle

Permet une mise en place économique de gravier drainant et se laisse facilement combiner avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®.



Sikaplan® WP/WT Protection Sheet

La membrane de protection protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les dommages mécaniques dans la zone de coffrages vers les joints de blocs, ainsi que vers les armatures pour les niches, rameaux transversaux, faux-plafonds etc.



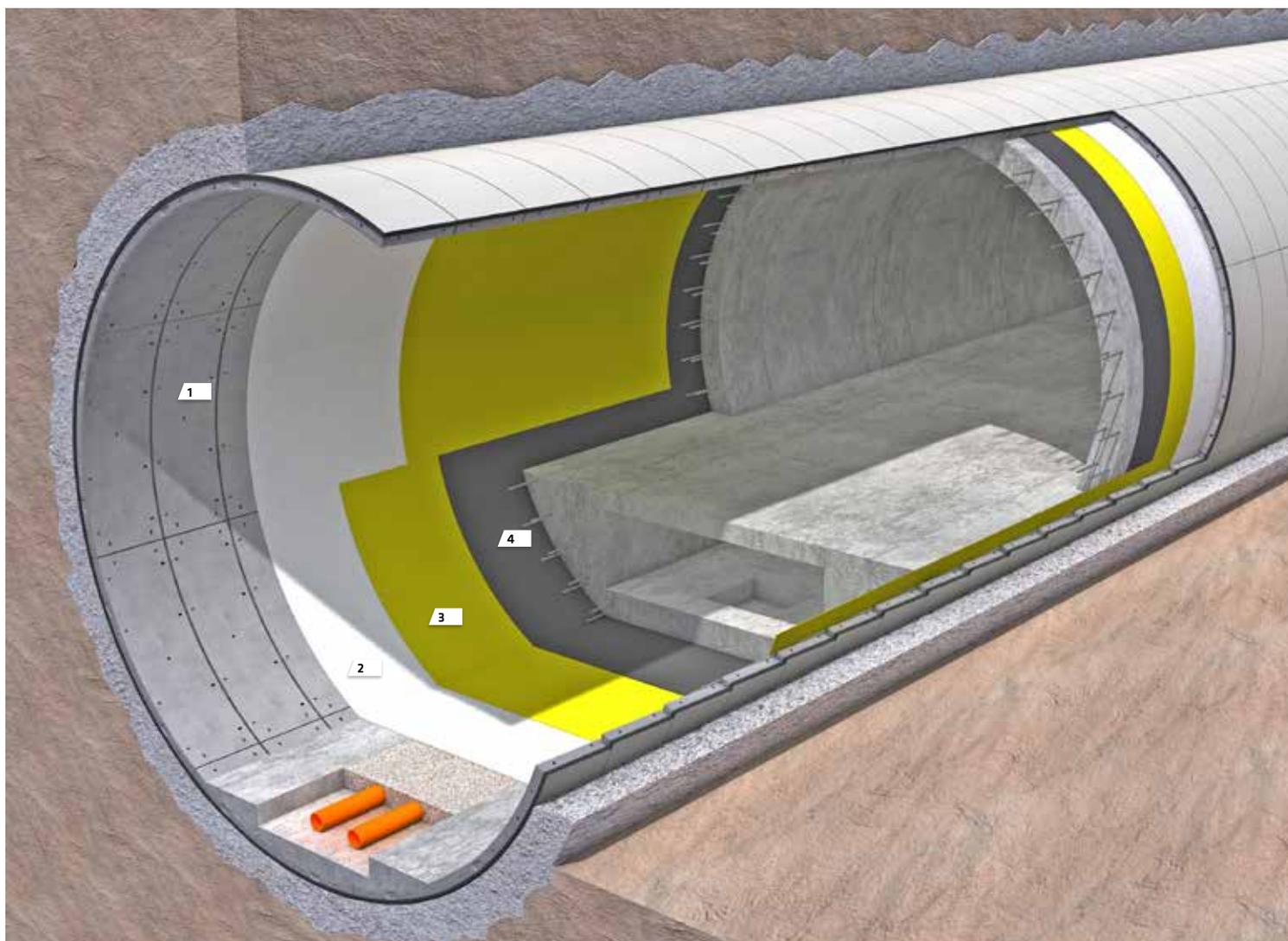
Anneau intérieur en béton

Les exigences en matière de consistance, stabilité et de résistance initiale peuvent être régulées avec l'utilisation des adjuvants du béton Sika® ViscoCrete® et Sikament®.

OUVRAGES SOUTERRAINS – CONCEPT DE CAPTAGE ET D'ÉVACUATION

Membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® sur les voussoirs

LES VOUSSOIRS SONT SOUVENT UTILISÉS COMME BOUCLIER DE PROTECTION POUR ASSURER LA STABILITÉ ET CONTRE LES DÉFORMATIONS DE LA MONTAGNE. Une possibilité dans la construction de tunnels est de remplir l'espace derrière les éléments de voussoirs avec du gravier rond comme système de drainage. Ainsi, l'eau d'infiltration est déviée et ne provoque pas de pression d'eau. Les voussoirs forment ainsi le support pour l'étanchéité.



SYSTÈME	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 2200
DESCRIPTION	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 ou ≥ 3 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec résistance accrue aux agents chimiques et couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en polyoléfines souples (FPO) avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Au besoin, résistance contre le feu accrue I-I 5.1 (AEA1) ■ Pose et technique d'assemblage simples ■ Économique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Convient pour une utilisation à des températures allant jusqu'à 50°C ■ Résistance chimique élevée ■ Pose et technique d'assemblage simples 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Bonnes résistances chimique et thermique



Voussoir

Les éléments préfabriqués en béton servent à renforcer le tunnel. Les caractéristiques requises pour le béton au point de vue conditions environnementales et de l'application sont atteintes avec des adjuvants du béton comme Sika® ViscoCrete®.



Sikaplan® W Felt

Le géotextile protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les pointes de contraintes locales résultant des irrégularités de planéité du support.



Sikaplan® WP / WT

Les membranes d'étanchéité synthétiques de haute qualité à base de PVC-P resp. de polyoléfines souples (FPO) garantissent une étanchéité durable.



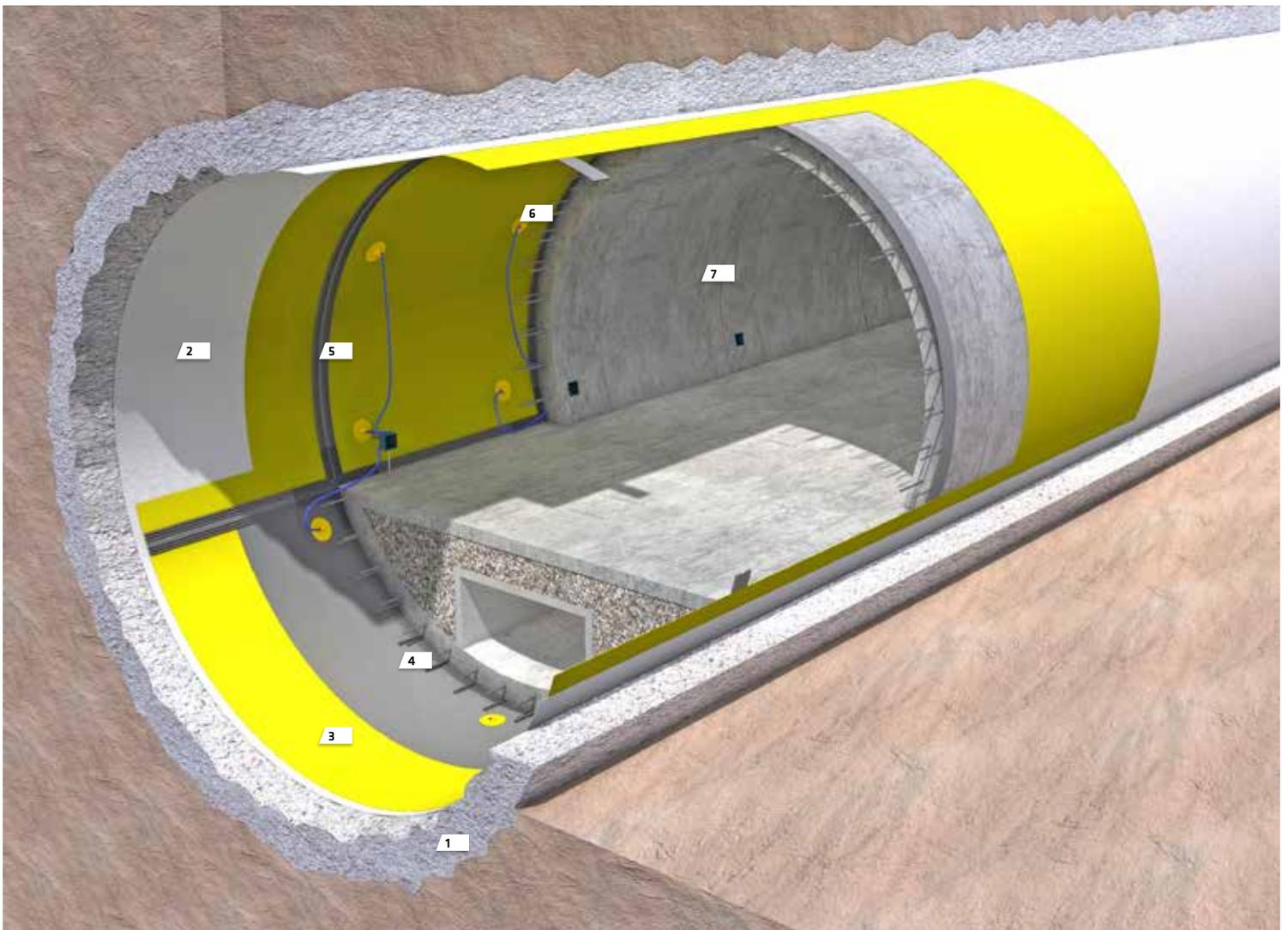
Sikaplan® WP / WT Protection Sheet

La membrane de protection protège les membranes d'étanchéité synthétiques contre les dommages mécaniques durant la phase de mise en place sur les zones exposées comme les éléments de construction armés, zones de coffrage frontal etc.

OUVRAGES SOUTERRAINS – CONCEPT DE RETENUE DES EAUX

Système à 1 couche avec compartimentage et remplissage avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®

DANS LE CONCEPT DE RETENUE DES EAUX, L'EAU SOUTERRAINE N'EST PAS DÉVIÉE. Le système posé est utilisé en présence de faibles pressions d'eau. Il se distingue par des compartimentages ciblés réalisés avec les bandes de joints Sika®, ainsi que par une sécurité accrue grâce au remplissage. Avant la remontée du niveau de l'eau, les bandes de joints et les conduits sont d'abord injectés avec un matériau d'injection (p.ex. Sika® Injection-201 CE). Ensuite les champs compartimentés sont remplis avec une suspension de ciment.



SYSTÈME	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 2200
DESCRIPTION	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 3 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec résistance accrue aux agents chimiques et couche de signalisation Épaisseur ≥ 3 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en polyoléfines souples (FPO) avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 3 mm
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Au besoin, résistance contre le feu accrue I-I 5.1 (AEAI) ■ Pose et technique d'assemblage simples ■ Économique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Convient pour une utilisation à des températures allant jusqu'à 50°C ■ Résistance chimique élevée ■ Pose et technique d'assemblage simples 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Bonnes résistances chimique et thermique



Béton projeté
Est utilisé pour la consolidation de terrain et pour aplanir le support. Avec l'accélérateur Sigunit®, une résistance initiale élevée est atteinte.



Sikaplan® W Felt
Le géotextile protège la membrane d'étanchéité synthétique les pointes de contraintes locales résultant des irrégularités de planéité du support.



Sikaplan® WP / WT
Les membranes d'étanchéité synthétiques de haute qualité à base de PVC-P resp. de polyoléfines souples (FPO) garantissent une étanchéité durable.



Sikaplan® WP / WT Protection Sheet
La membrane de protection protège les membranes d'étanchéité synthétiques contre les dommages mécaniques durant la phase de mise en place sur les zones exposées comme les éléments de construction armés, zones de coffrage frontal etc.



Sika® Bandes de joints WP / WT
Les bandes de joints permettent de compartimenter l'étanchéité en champs de cloisonnement. Avant la remontée du niveau d'eau, les bandes de joints Sika® sont injectées avec Sika® Injection-201 CE et ensuite les champs compartimentés sont remplis avec une suspension de ciment.



Sikaplan® WP / WT Control Socket
Les raccords d'injection permettent de réaliser une injection ciblée entre la membrane de protection, l'anneau intérieur en béton et la membrane d'étanchéité synthétique.



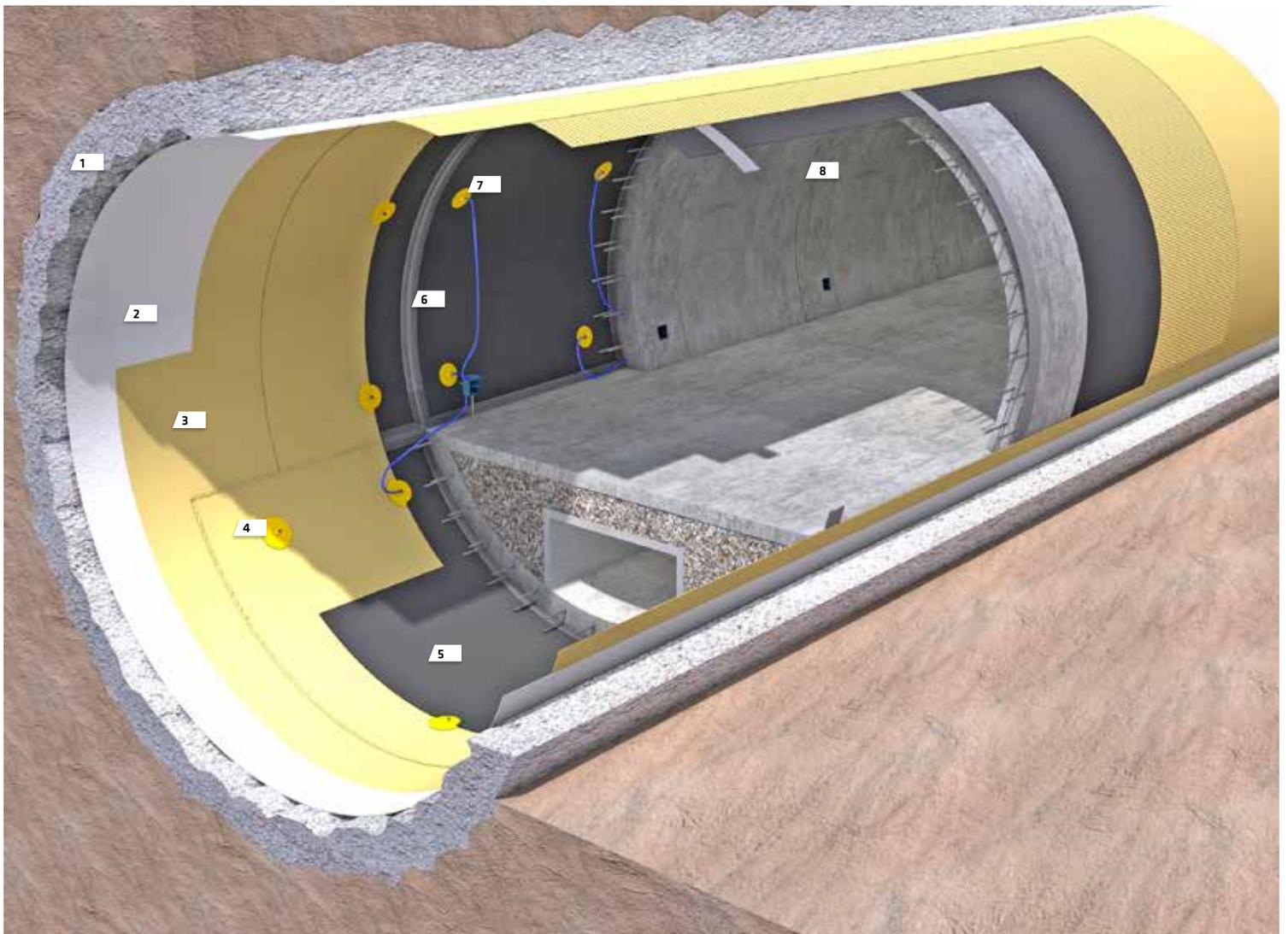
Anneau intérieur en béton
Les exigences en matière de consistance, stabilité et de résistance initiale peuvent être régulées avec l'utilisation des adjuvants du béton Sika® ViscoCrete® et Sikament®.

OUVRAGES SOUTERRAINS – CONCEPT DE RETENUE DES EAUX

Active Control System avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®

POUR LE CONCEPT DE RETENUE D'EAU, LE SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ DOIT ÊTRE DIMENSIONNÉ SELON TOUTE LA PRESSION HYDROSTATIQUE.

Le système Sika® Active Control se compose d'une étanchéité à deux couches. Grâce à l'utilisation des systèmes d'injection, les champs compartimentés peuvent être contrôlés sous vide avant le bétonnage et en cas de manque d'étanchéité, injectés ultérieurement. Les bandes de joints permettent de compartimenter l'étanchéité en champs de compartimentages. Le système Sika® Active Control satisfait aux exigences les plus élevées en matière d'étanchéité et de sécurité, aussi lors de pressions d'eau élevées.



SYSTÈME Sikaplan® WT 2200-31HL2 / Sikaplan® WT 2220-25HLE

DESCRIPTION Membrane d'étanchéité synthétique en polyoléfines souples (FPO) avec couche signalétique de ≤ 0.2 mm d'épaisseur, une face structurée avec des picots, épaisseur du matériau ≥ 3 mm resp. 2.5 mm

- DESCRIPTION**
- Expérience de longue durée
 - Bonnes résistances chimique et mécanique
 - Test sous vide
 - Injection ciblée entre deux membranes d'étanchéité synthétiques



Béton projeté
Est utilisé pour la consolidation de terrain et pour aplanir le support. Avec l'accélérateur Sigunit®, une résistance initiale élevée est atteinte.



Sikaplan® W Felt
Le géotextile protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les pointes de contraintes locales résultant des irrégularités de planéité du support.



Sikaplan® WT – Première couche
La couche d'étanchéité de ≥ 3 mm d'épaisseur protège la construction contre les attaques chimiques agressives de l'eau souterraine.



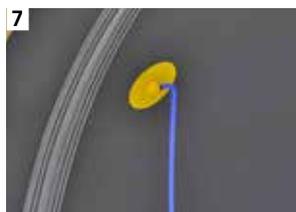
Sikaplan® WT avec picots – Deuxième couche
Les picots de la membrane d'étanchéité synthétique assurent le contrôle durable avec la méthode sous vide pour la pression exercée par l'eau et la montagne.



Sikaplan® WT Protection Sheet
La membrane de protection protège les membranes d'étanchéité synthétiques contre les dommages mécaniques durant la phase de mise en place sur les zones exposées comme les éléments de construction armés, coffrage frontal, radier, ainsi que joints de blocs, etc.



Sika® Bandes de joints WP / WT
Les bandes de joints permettent de compartimenter l'étanchéité en champs de cloisonnement. En cas de fuites, les champs de compartimentage peuvent être injectés ultérieurement de manière ciblée. Les bandes Sika® Bandes de joints sont munies de canaux d'injection.



Sikaplan® WT Control Socket
Soudé de manière étanche sur la deuxième couche d'étanchéité, l'étanchéité des différents champs de compartimentage peut être contrôlée sous vide avant et après le bétonnage de l'anneau intérieur. La possibilité d'une injection ultérieure est assurée.



Anneau intérieur en béton
Les exigences en matière de consistance, stabilité et de résistance initiale peuvent être régulées avec l'utilisation des adjuvants du béton Sika® ViscoCrete® et Sikament®.

OUVRAGES SOUTERRAINS – ANNEAU INTÉRIEUR EN BÉTON PROJETÉ

LA COQUE INTÉRIEURE EST LE REVÊTEMENT EN BÉTON PORTANT ET DURABLE D'UN TUNNEL.

Sa texture définitive dépend de la méthode de construction sélectionnée. Dans la plupart des cas, l'anneau intérieur en béton est exécuté avec une coque intérieure du tunnel coffrée en béton fabriqué sur place. Pour les tunnels courts ou les modifications de la section transversale du tunnel (élargissement de tronçons, liaisons transversales etc.), les coffrages sur mesure génèrent beaucoup de travail et engendrent des coûts élevés. Dans de tels cas, une coque en béton projeté peut faire diminuer la complexité des travaux de construction ainsi que procurer une réduction des coûts car une coque spéciale ne sera alors pas nécessaire.

Grâce à une utilisation ciblée de l'adjuvant du béton Sika® ViscoCrete® SC-403 et à un renforcement avec SikaFiber®, l'anneau intérieur portant peut être réalisé avec un béton projeté. Le béton projeté n'adhère pas sur l'étanchéité lisse des membranes d'étanchéité synthétiques. C'est pourquoi il faut monter un treillis en acier sur l'étanchéité, lequel reprend la charge statique du béton frais et réduit le rebond. Pour

l'ancrage du treillis, il faut poser des ancrages de fixation à travers l'étanchéité. Ceux-ci doivent impérativement à nouveau être étanchés dans le système. Une étanchéité peut être réalisée avec le système d'ancrage BA ou les brides Sikaplan® Trumpet.

SYSTÈME D'ANCRAGE

L'ancrage BA est un fourreau en PVC rigide avec une bride et une membrane d'étanchéité synthétique Sikaplan® WT ou Sikaplan® WP soudée en atelier. Il permet un raccordement sans pénétration sur la surface de l'étanchéité de la membrane d'étanchéité synthétique Sikaplan®. Ainsi, la surface d'étanchéité n'est pas transpercée par l'ancrage, mais l'étanchéité est entourée avec le même matériau que l'étanchéité.

Sikaplan® WP / WT Trumpet Flange

Le Sikaplan® WP / WT Trumpet Flange permet d'étancher les ancrages de fixation du treillis en acier respectivement l'armature du béton armé au moyen de brides et de trompes. La trompe de la bride peut être soudée directement dans la membrane d'étanchéité synthétique Sikaplan®. Convient pour les pressions d'eau jusqu'à 1.5 bar.





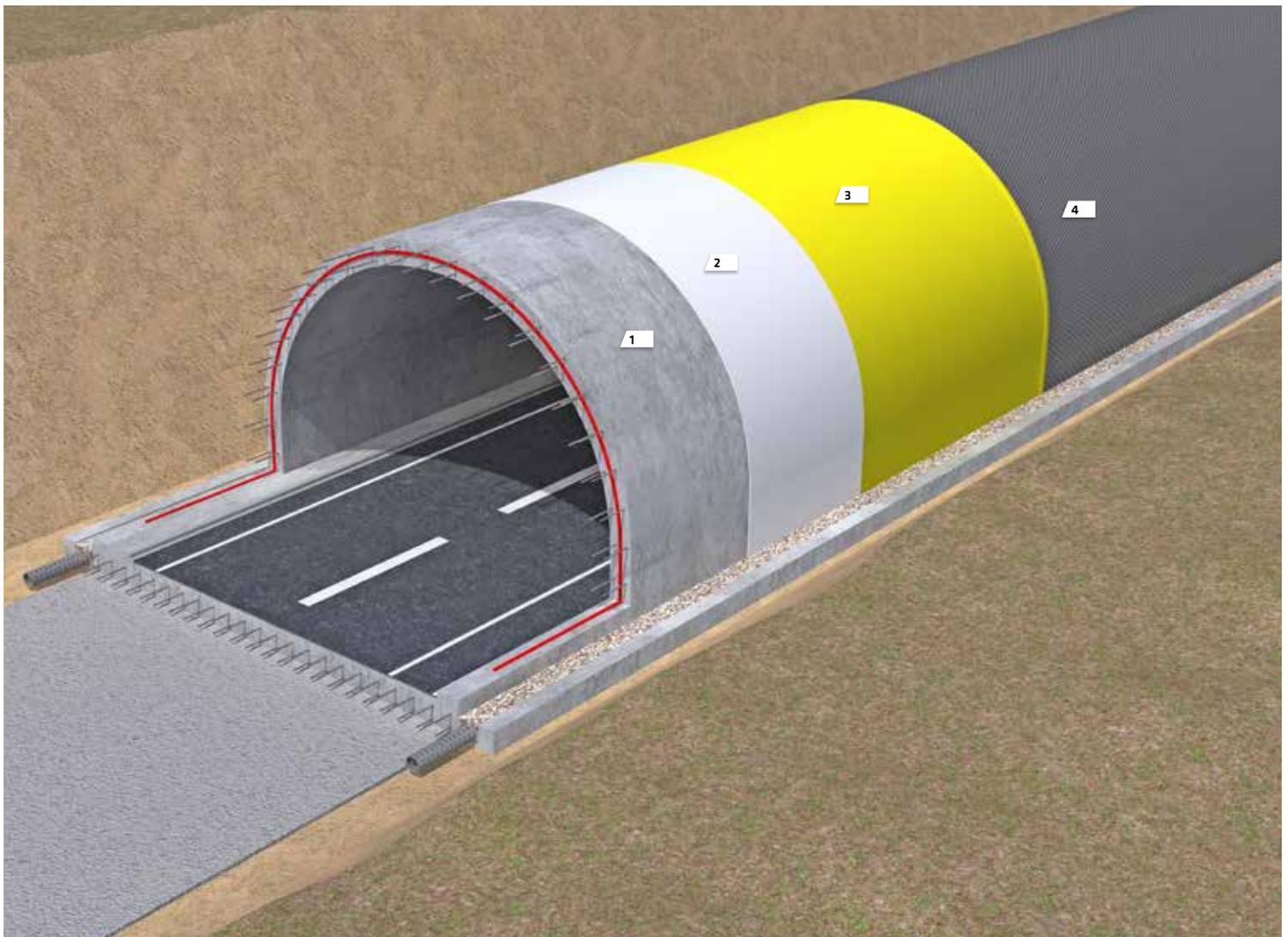
Tunnel de contournement Lungern (CH), application par giclage du deuxième revêtement sur le système d'étanchéité Sikaplan® WP dans un tronçon élargi, pénétration de treillis, étanchéité avec les brides Sikaplan® WP Trumpet.

TUNNEL EN TRANCHEE OUVERTE – CONCEPT DE CAPTAGE ET D'ÉVACUATION

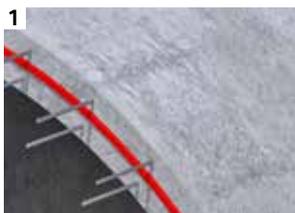
Système de drainage avec les membranes d'étanchéité Sikaplan®

POUR LES TUNNELS EN TRANCHEE OUVERTE, L'EAU CAPTEE PAR UNE MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ EST MENÉE JUSQU'À LA CONDUITE DE DRAINAGE.

Comme drainage, il est possible, en fonction des exigences, d'utiliser du gravier rond ou une membrane de drainage. Il est important que la couche d'étanchéité soit suffisamment protégée contre les dommages mécaniques et que l'eau souterraine puisse être évacuée.



SYSTÈME	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WT 1200
DESCRIPTION	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 ou ≥ 3 mm	Membrane d'étanchéité synthétique, armée d'un voile de verre, à base de polyoléfines souples (FPO) Épaisseur ≥ 2 ou ≥ 3 mm
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Au besoin, résistance contre le feu accrue I-I 5.1 (AEA1) ■ Pose et technique d'assemblage simples ■ Économique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Bonnes résistances chimique et thermique ■ Grâce à une armature de voile de verre, pas de retrait à cause des rayonnements solaires durant la mise en place.



Béton de construction
Les exigences en matière de consistance, stabilité et résistance initiale peuvent être réglées avec l'utilisation des adjuvants du béton Sika® ViscoCrete® et Sikament®.



Sikaplan® W Felt
Le géotextile protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les pointes de contraintes locales résultant des irrégularités de planéité du support.



Sikaplan® WP / WT
Les membranes d'étanchéité synthétiques de haute qualité à base de PVC-P resp. de polyoléfines souples (FPO) garantissent une étanchéité durable.



Sikaplan® WT Protection Sheet
La membrane de protection protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les dommages mécaniques qui sont provoqués par le remplissage.

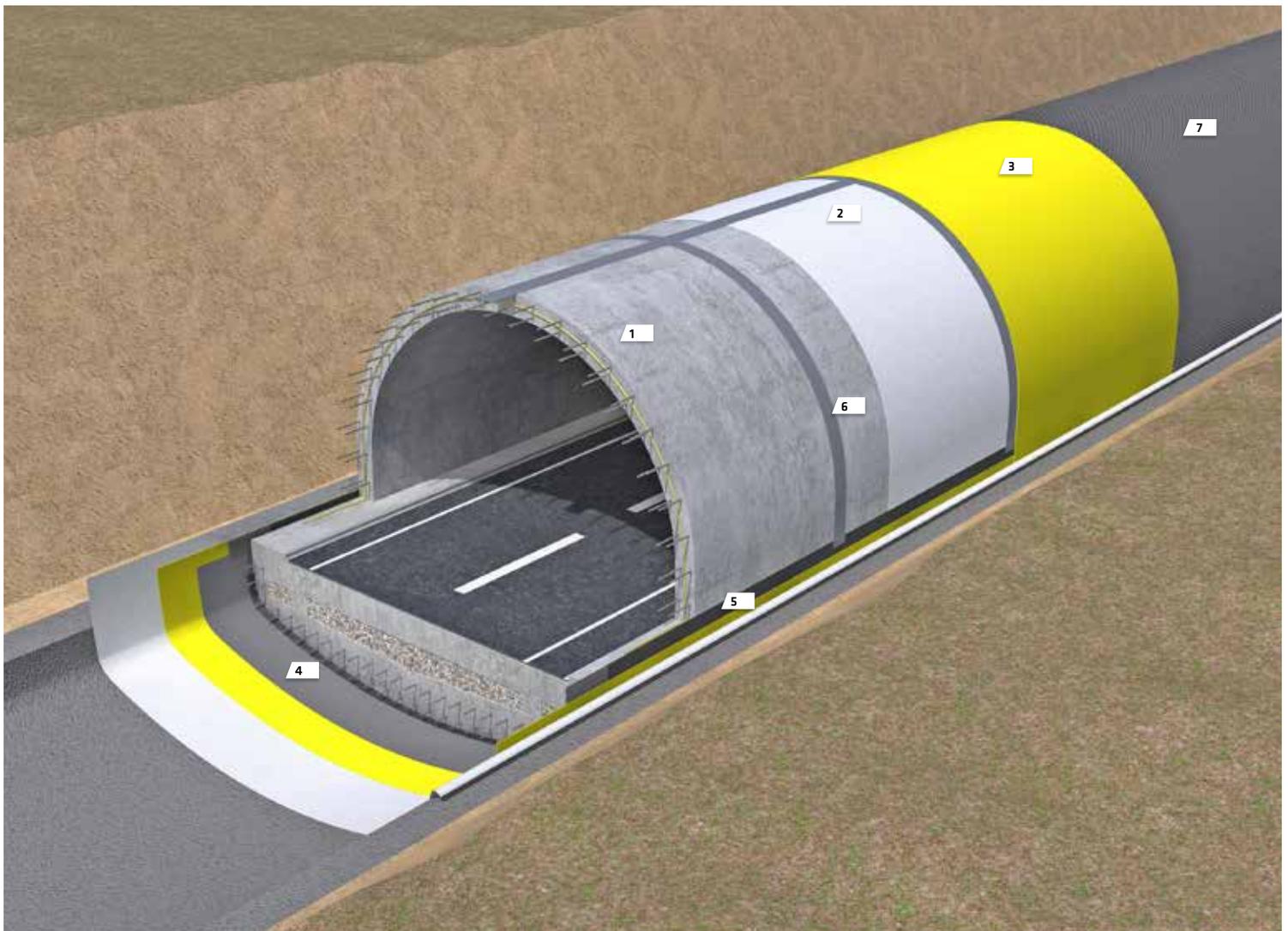


Optionnel:
Système Sika® Dilatec / Sikaplan® WT Tape
Les bandes d'étanchéité synthétiques sont souvent collées par-dessus les joints de bloc et soudées comme compartimentage avec la membrane d'étanchéité synthétique. Comme bande de fermeture dans la zone de la conduite de drainage.

TUNNEL EN TRANCHÉE OUVERTE – CONCEPT DE RETENUE DES EAUX

Étanchéité sur tout le pourtour avec les membranes d'étanchéité Sikaplan®

AUSSI POUR LES TUNNELS EN TRANCHÉE OUVERTE, IL EST POSSIBLE D'UTILISER LES CONCEPTS DE RETENUE DES EAUX SOUS PRESSION. L'ouvrage est alors étanché sur tout le pourtour avec une membrane d'étanchéité de 3 mm d'épaisseur. Grâce à des compartimentages ciblés avec les bandes de joints Sika® et au collage des bandes d'étanchéité synthétiques Sika dans la zone du radier, un éventuel secteur non étanche peut être localisé et étanché ultérieurement par des injections. Dans le concept de retenue des eaux, l'eau souterraine n'est pas déviée. Le système d'étanchéité doit pouvoir résister à la pression.



SYSTÈME	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WT 1200
DESCRIPTION	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 3 mm	Membrane d'étanchéité synthétique, armée d'un voile de verre, à base de polyoléfines souples (FPO) Épaisseur ≥ 3 mm
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Au besoin, résistance contre le feu accrue I-I 5.1 (AEA1) ■ Pose et technique d'assemblage simples ■ Économique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Bonnes résistances chimique et thermique ■ Grâce à une armature de voile de verre, pas de retrait à cause des rayonnements solaires durant la mise en place.



Béton de construction
Les exigences en matière de consistance, stabilité et de résistance initiale peuvent être régulées avec l'utilisation des adjuvants du béton Sika® Visco-Crete® et Sikament®.



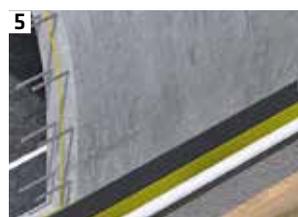
Sikaplan® W Felt
Le géotextile protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les pointes de contraintes locales résultant des irrégularités de planéité du support.



Sikaplan® WP / WT
Les membranes d'étanchéité synthétiques de haute qualité à base de PVC-P resp. de polyoléfines souples (FPO) garantissent une étanchéité durable.



Sikaplan® WT Protection Sheet
La membrane de protection protège les membranes d'étanchéité synthétiques contre les dommages mécaniques provoqués par l'armature du radier.



Sika® Bandes de joints WP / WT
Les bandes de joints permettent de compartimenter l'étanchéité en champs de compartimentage. En cas de fuites, les champs de compartimentages peuvent être injectés ultérieurement de manière ciblée. Les bandes Sika® Bandes de joints sont munies de canaux d'injection.



Système Sika® Dilatec / Sikaplan® WT Tape
Les bandes d'étanchéité synthétiques sont souvent collées par-dessus les joints de bloc et soudées comme compartimentage avec la membrane d'étanchéité synthétique. Comme bande de fermeture dans la zone de la conduite de drainage.



Sikaplan® WP / WT Protection Sheet
La membrane de protection protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les dommages mécaniques provoqués par le remplissage.

TUNNEL EN TRANCHÉE OUVERTE – GALERIES

Membranes d'étanchéité synthétiques collées en pleine surface

LE SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ QUI EMPÊCHE LES INFILTRATIONS DES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES COLLÉES EN PLEINE SURFACE est utilisé avec succès depuis plus de 30 ans pour les tunnels en tranchée ouverte et les galeries. Il combine les avantages de la sécurité contre les infiltrations avec une liaison par poussée durable, des épaisseurs de couche d'étanchéité définies et des mesures de protection optimisées.

Le système comprend une membrane d'étanchéité synthétique avec des caractéristiques définies en atelier collée sur la construction en béton avec une colle polyuréthane compatible avec le système, les chevauchements et les raccords sont soudés de manière étanche. Dans le cas d'un dommage, le collage empêche une propagation de l'eau entre le béton et la membrane d'étanchéité. Aussi en cas d'accumulation d'eau, la pénétration de l'eau est limitée à une zone minimale localisée..



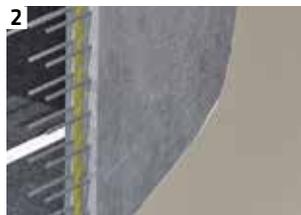
SYSTÈME	Sikaplan® WP 2110	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 1200 CF
DESCRIPTION	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm	Membrane d'étanchéité synthétique en PVC-P avec résistance accrue aux agents chimiques et couche de signalisation Épaisseur ≥ 2 mm	Membrane d'étanchéité synthétique, armé d'un voile de verre, à base de polyoléfines souples (FPO) avec surface modifiée Épaisseur ≥ 2 mm
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Au besoin, résistance contre le feu accrue I-I 5.1 (AEA1) ■ Pose et technique d'assemblage simples ■ Économique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Convient pour une utilisation à des températures allant jusqu'à 50°C ■ Résistance chimique élevée ■ Pose et technique d'assemblage simples 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience de longue durée ■ Bonnes résistances chimique et mécanique ■ Modification de la surface pour un collage optimal

COLLE DU SYSTÈME

Avec la colle SikaForce®-7720 à base de polyuréthane, les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® WP / WT peuvent être collées durablement et de manière étanche avec le support.



Construction en béton
Les exigences en matière de consistance, stabilité et de résistance initiale peuvent être réglées avec l'utilisation des adjuvants du béton Sika® Visco-Crete® et Sikament®. Enlever la laitance de ciment au jet d'eau à haute pression ou par projection d'abrasifs.



SikaForce®-7720
La colle polyuréthane qui assure une liaison durable et en pleine surface entre la membrane d'étanchéité synthétique et le support.



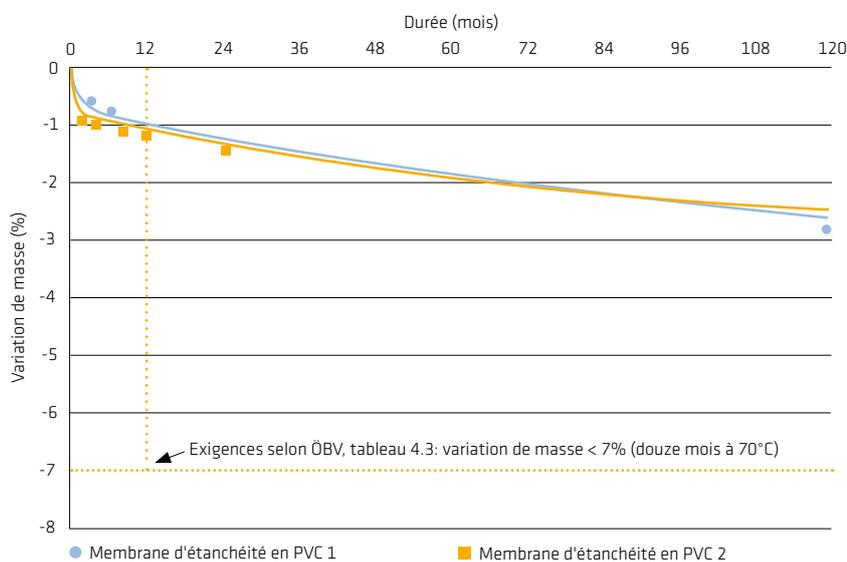
Sikaplan® WP / WT
Les membranes d'étanchéité synthétiques de haute qualité à base de PVC-P resp. de polyoléfines souples (FPO) garantissent une étanchéité durable.



Sikaplan® WT Protection Sheet
La membrane de protection protège la membrane d'étanchéité synthétique contre les dommages mécaniques qui sont provoqués par le remplissage.

DURABILITÉ DES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES

LES SIMULATIONS EN LABORATOIRE AIDENT À PRONOSTIQUER LA DURÉE DE VIE DES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES. Les entreposages à différentes températures et sur des durées différentes permettent de réaliser une simulation du processus de vieillissement. Les propriétés physiques comme la résistance à la traction et l'allongement sont mesurées après le processus de vieillissement et comparées avec les performances d'origine. La modification relative des propriétés mécaniques définit la durabilité des membranes d'étanchéité synthétiques.



Comportement de deux échantillons de membranes d'étanchéité en PVC après entreposage dans de l'eau chaude.



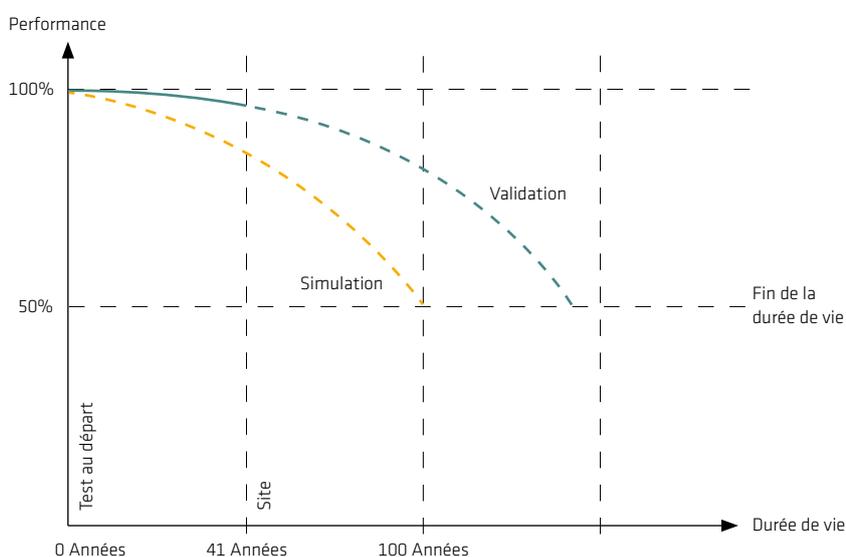
Détermination de l'allongement à la rupture et de la résistance à la traction de la membrane d'étanchéité Sikaplan® en PVC après entreposage dans de l'eau chaude

Les membranes d'étanchéité synthétiques sont utilisées déjà depuis des décennies pour réaliser des étanchéités dans le domaine de la construction de tunnels. Ces expériences de longues durées ainsi que les nouvelles connaissances tirées de grands projets avec des travaux préliminaires de développement comme la NLFA ont été intégrées dans les normes européennes actuelles. Les directives autrichiennes pour l'étanchéité de tunnels décrit différents processus pour évaluer la durabilité des membranes d'étanchéité synthétiques comme suit:

Comportement après entreposage dans l'eau chaude 360 jours à 70°C	EN 14415	Diminution de la résistance à la traction et de l'allongement: ≤ 25% Variation de masse: ≤ 7%
Comportement après entreposage dans du lait de chaux saturé 360 jours à 50°C	EN 14415	Diminution de la résistance à la traction et de l'allongement: ≤ 25% Variation de masse: ≤ 7% Diminution de l'impulsion de charge (hauteur de gouttes): ≤ 40%
Comportement après entreposage dans solution d'acide sulfurique à 5-6% 120 jours à 23°C	EN 1847	Diminution de la résistance à la traction et de l'allongement: ≤ 25% Variation de masse: ≤ 4% Diminution de l'impulsion de charge (hauteur de gouttes): ≤ 30%
Comportement après entreposage dans solution d'acide sulfurique à 0.5% 360 jours à 50°C	EN 1847	Diminution de la résistance à la traction et de l'allongement: ≤ 25% Variation de masse: ≤ 7% Diminution de l'impulsion de charge (hauteur de gouttes): ≤ 40%

Directives ÖBV "Étanchéité de tunnels", tableau 4.7.

VALIDER LA MISE EN PLACE DES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ EST UNE CHOSE IMPORTANTE, afin de vérifier les connaissances tirées du laboratoire et de pronostiquer les attentes en matière de durée de vie. A cet effet, des échantillons de membranes d'étanchéité synthétiques montées sur des objets existants sont prélevés durant les travaux d'entretien et de maintenance, testés en laboratoire et, si possible, comparés avec les données du lot de production d'origine (si disponible).



Comparaison des essais de laboratoire (simulation) avec des échantillons âgés de 41 ans (validation) du Reussporttunnel



Échantillon en PVC de la galerie Caverna sur le Monte Ceneri de 1969

Dans les dernières années, Sika a testé deux propres membranes d'étanchéité. Les membranes d'étanchéité synthétiques présentaient encore après 41 resp. 44 ans les propriétés qui remplissent les exigences d'une nouvelle membrane d'étanchéité. Sur la base des résultats des tests, on peut partir du principe que les membranes d'étanchéité rempliront leur fonction encore durant plusieurs décennies et atteindront la durée de vie exigée de 100 ans au minimum.



L'excavation d'une niche durant les travaux d'entretien permet d'accéder aux membranes d'étanchéité synthétiques Sika vieilles de 44 ans.



Travaux de raccordement d'une nouvelle membrane d'étanchéité synthétique sur une membrane posée il y a déjà plus de 40 ans. Les deux membranes d'étanchéité peuvent être soudées thermiquement.

MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES Sikaplan®

Technologie

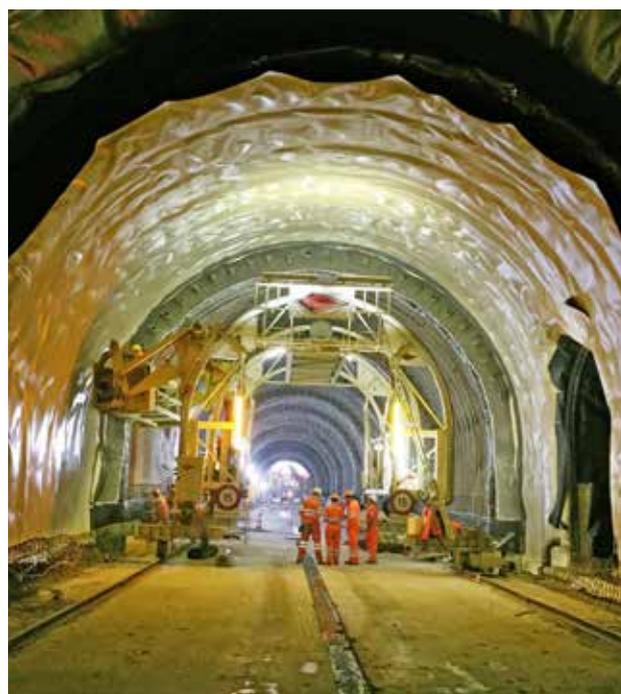
EN TENANT COMPTE DES EXPÉRIENCES FAITES avec les membranes d'étanchéité synthétiques dans le domaine de l'étanchéité de tunnels, ainsi que des aspects de la technique d'assemblage dans la pratique, de la rentabilité et des caractéristiques techniques, deux technologies ont fait leur preuve: le PVC (PVC-P) souple hautement développé, ainsi que le FPO (TPO) très souple avec un module d'élasticité de $\leq 55 \text{ N/mm}^2$. Les deux sont des matériaux thermoplastiques qui peuvent être soudés sur le chantier sans couture d'extrusion.

CARACTÉRISTIQUES	PVC-P	FPO (TPO)
Résistance	++	++
Utilisation simple	++	+
Propriétés de soudage	++	+
Résistances thermique et chimique	+	++
Réalisation des détails	++	+
Expérience de longue durée	++	+
Flexibilité (E_{12} -Module)	$++ \leq 20 \text{ N/mm}^2$	$+ \leq 55 \text{ N/mm}^2$
Comportement au feu	++	+
Comportement à la fumée	0	+
Résistance contre les actions mécaniques	+	+
Allongement thermique	+	0

++ très bon / + bon / 0 satisfaisant



Sikaplan® WP 1100 (PVC-P)



Sikaplan® WT 2200 (FPO)

LES OUVRAGES CONSTRUITS SELON LES TECHNIQUES MINIÈRES, DE MÊME QUE LES OUVRAGES EN TRANCHÉE OUVERTE sont étanchés avec succès depuis des décennies au moyen des membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® en PVC-P (chlorure de polyvinyle) et TPO (polyoléfines souples) aussi bien selon le concept de retenue des eaux que le concept de captage et d'évacuation de l'eau. Les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® WT (TPO) et Sikaplan® WP (PVC-P) présentent une résistance élevée et un pouvoir d'allongement multiaxial, elles sont résistantes contre le vieillissement, la pénétration de racines et de micro-organismes, résistantes contre les sollicitations mécaniques et chimiques, ainsi que de dimension stable et sont souples à basses températures.

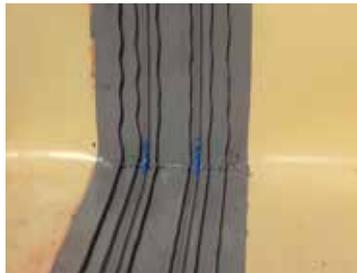
Les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® satisfont aux exigences de la norme suisse SIA 272 "Étanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains" et disposent également des certificats des normes et réglementations autrichiennes et allemandes.

BANDES D'ÉTANCHÉITE Sikaplan®

Les bandes de joints ainsi que les bandes synthétiques collées sont utilisées pour réaliser des compartimentages ainsi que des raccords et fermetures du système d'étanchéité. Les membranes d'étanchéité synthétiques peuvent être soudées de manière étanche avec les bandes.

SIKA® BANDES DE JOINTS AVEC CANAUX D'INJECTION

Les bandes de joints permettent de compartimenter l'étanchéité en champs de compartimentage. Les bandes de joints Sika® sont formulées de la même façon que les membranes d'étanchéité synthétiques et peuvent être soudées de façon étanche avec celles-ci. Les champs de compartimentage permettent d'exécuter une injection ultérieure ciblée en cas de fuites. Les bandes de joints Sika® pour la construction de tunnels sont munies de canaux d'injection.



Sika® Bande de joint AR-40/6

Sikaplan® WT Tape

La bande d'étanchéité homogène souple en FPO présente une surface modifiée, afin qu'elle puisse être collée de manière étanche avec le support. Pour le collage, on utilise la colle bicomposante à base de résine époxy Sikadur-Combiflex® CF Adhésif. La composition de la bande est compatible avec toutes les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® WT utilisées pour l'étanchéité dans la construction de tunnels. La bande est utilisée comme bande de raccordement et de fermeture et pour la réalisation des champs de compartimentage.



Sikaplan® WT Tape 200

Sikaplan® WP Tape

La bande d'étanchéité homogène souple en PVC-P présente une face inférieure modifiée afin qu'elle puisse être collée avec le support. Pour le collage, on utilise la colle bicomposante à base de résine époxy Sikadur-Combiflex® CF Adhésif. La composition de la bande est compatible avec toutes les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® WP utilisées pour l'étanchéité dans la construction de tunnels. La bande est utilisée comme bande de raccordement et de fermeture et pour la réalisation des champs de compartimentage.



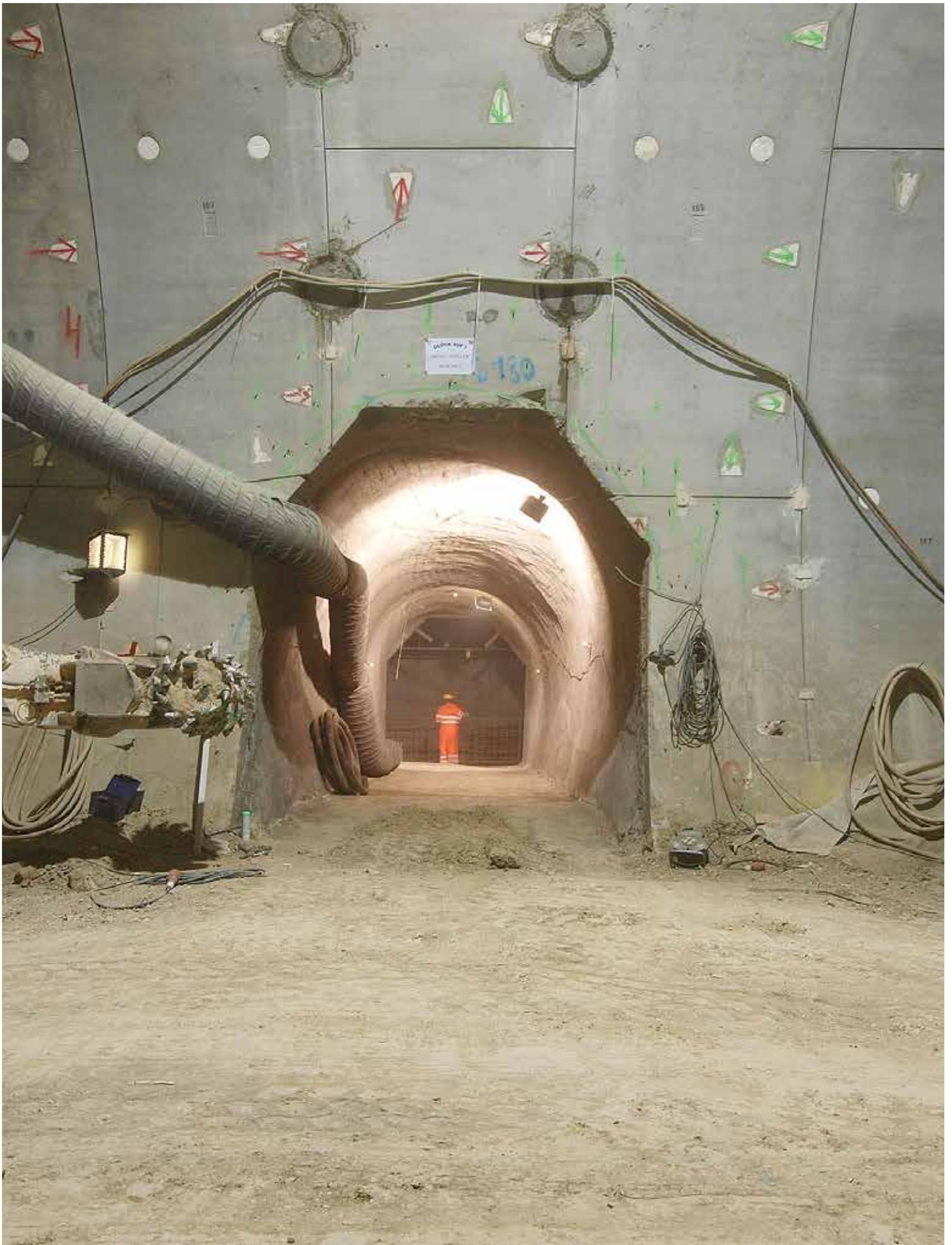
Sikaplan® WP Tape 200

Sika® Dilatec ER-350 / -250 und E-220

La bande d'étanchéité préfabriquée souple en PVC-P a sur un côté une bordure feutre avec laquelle elle peut être collée de manière étanche avec le support. Pour le collage, on utilise la colle bicomposante à base de résine époxy Sikadur-Combiflex® CF Adhésif. La composition de la bande est compatible avec toutes les membranes d'étanchéité synthétiques dans la construction de tunnels. La bande est utilisée comme bande de raccordement et de fermeture et pour la réalisation des champs de compartimentage. Les bandes Sika® Dilatec sont résistantes aux UV et peuvent être aussi utilisées pour les raccords au-dessus du terrain.



Sika® Dilatec ER-350 / -250



MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUES Sikaplan®

Accessoires

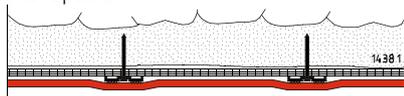
Sikaplan® WP-ACCESSOIRE (PVC)

Sikaplan® WT-ACCESSOIRE (FPO)

FIXATION

Le grand avantage des membranes d'étanchéité synthétiques en pose indépendante, fixées par points, est leur -possibilité de reprendre les déformations biaxiales. C'est-à-dire que les joints, fissures, fentes et tassements peuvent être pontés et ainsi rendus étanches à l'eau. La fixation peut être réalisée de différentes manières.

LES RONDELLES DE TUNNEL fabriquées dans la même matière première que les membranes d'étanchéité synthétiques sont fixées mécaniquement sur le support. La membrane d'étanchéité synthétique est soudée sur la rondelle pour une fixation temporaire. Les rondelles sont équipées de points destinés à la rupture.

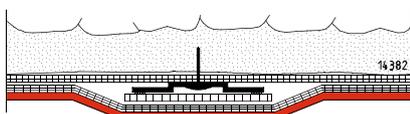


Sikaplan® WP Disc PVC noir

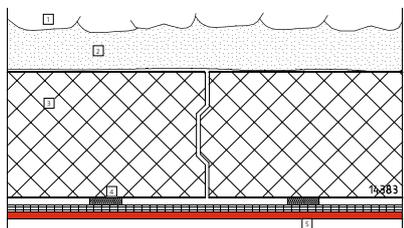


Sikaplan® WT Disc PE gris

LES PROFILÉS AVEC CROCHETS EN VELCRO sont fixés mécaniquement sur le support. Les membranes d'étanchéité synthétiques avec dos feutre compatible peuvent s'introduire dans le velcro et être ainsi fixées par point.



LES MEMBRANES D'ÉTANCHÉITÉ SYNTHÉTIQUE DOUBLÉES DE FEUTRE peuvent être collées par bande de façon entièrement automatique au moyen des systèmes de collage thermofusible sur des supports plans comme par exemple les voussoirs.



BORNES D'INJECTION

Les culots et les bornes d'injection sont utilisés dans le système Active Control System pour vérifier sous vide l'étanchéité des champs de compartimentage. En outre, ils garantissent la possibilité d'une injection ultérieure. Les culots d'injection peuvent être soudés de façon étanche avec les membranes d'étanchéité synthétiques. Les raccords sont conduits hors du béton avec des tuyaux PE.



Sikaplan® WP Control Socket



Sikaplan® WT Control Socket PE

Sikaplan® WP-ACCESSOIRE (PVC)

Sikaplan® WT-ACCESSOIRE (FPO)

LES MEMBRANES DE PROTECTION protègent les membranes d'étanchéité synthétiques aux endroits exposés contre les dommages mécaniques durant la mise en place. Pour les ouvrages souterrains, l'utilisation est indispensable pour les éléments de construction armés et dans la zone du coffrage frontal, etc. Pour les tunnels en tranchée ouverte, les membranes de protection protègent les membranes d'étanchéité synthétiques contre les dommages mécaniques qui peuvent survenir lors du remplissage.



Sikaplan® WP Protection Sheet



Sikaplan® WT Protection Sheet

SYSTÈME FlexoDrain



- 1 FlexoDrain W
- 2 Bouchon d'ancrage
- 3 Jonction en Y

- 4 Raccord sur le tuyau le tuyau en spirale
- 5 Tuyau de raccordement en spirale
- 6 Pièce en étrier

L'ANGLE DE DRAINAGE



Le profil d'angle de drainage en PVC rigide permet une mise en place économique du gravier de drainage et se laisse facilement combiner avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®.

TECHNIQUES DE SOUDAGE

Les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan® peuvent être soudées à l'air chaud par des processus différents. On fait la différence entre un soudage manuel et un soudage automatique. Le processus de soudage doit être adapté aux conditions sur site et aux membranes d'étanchéité synthétiques utilisées. Avant de souder les membranes d'étanchéité synthétiques, il faut exécuter un test de soudage suivi d'un test au pelage. Des soudures d'essais servent à vérifier les paramètres de soudage et - au besoin - à faire les adaptations nécessaires en fonction des conditions locales.

SOUDAGE MANNUEL

- Pour le soudage des détails et des raccords
- Zones de soudage sèches, et exemptes de salissures
- Chevauchement de min. 80 mm



Appareil à souder manuel



Un soudage dans les règles de l'art se fait en 3 étapes.

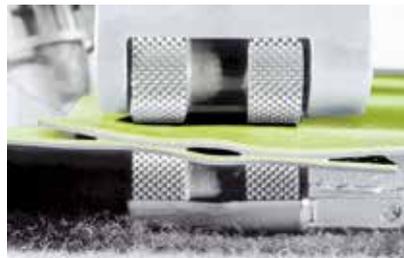
- 1. Soudage par point** – Placer les membranes d'étanchéité et agraffer ponctuellement.
- 2. Présoudage** – Fermer d'abord le cordon de soudure arrière afin que lors de la 3ème étape l'air chaud ne puisse pas s'échapper sous la membrane recouverte.
- 3. Soudage** – La buse de soudage est placée dans le chevauchement de façon à ce que les deux surfaces de soudage soit chauffées régulièrement et assembler à l'aide d'un rouleau de compression de façon homogène.

SOUDAGE AUTOMATIQUE

- Pour le soudage d'assemblages longitudinaux et transversaux
- Zones de soudage sèches, et exemptes de salissures
- Chevauchement en fonction de l'appareil à souder



Appareil à souder automatique à air chaud



Cordon de soudure double avec canal de test

Divers automates sont vendus sur le marché. En fonction du matériau, il est possible de souder ainsi des membranes d'étanchéité de 1.2 – 3 mm d'épaisseur.

Sika® Bandes de joints – SOUDAGE

- Soudage sur la membrane d'étanchéité synthétique Sikaplan® à la main ou au moyen d'un appareil semi-automatique
- Zones de soudage sèches, et exemptes de salissures



Soudage au moyen d'un appareil semi-automatique

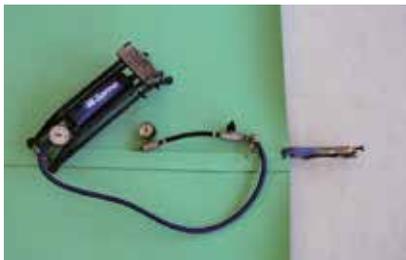


Assemblages des raccords

L'assemblage des raccords des bandes de joints Sika® est exécuté au moyen d'une lame chauffante et d'un gabarit de soudage.

CONTRÔLE DES RACCORDS

VÉRIFICATION À L'AIR COMPRIMÉ



Les cordons de soudure doubles sont contrôlés au moyen de l'air comprimé en ce qui concerne leur étanchéité. A cet effet, le canal de contrôle est obturé de façon étanche aux deux extrémités et un manomètre avec aiguille est apposé. Avec une pompe manuelle ou à pied, effectuer un test de pression approprié.

PARAMÈTRES DE TEST COURANTS



Paramètres de test courants pour le test à l'air comprimé: Durée du test: 10 minutes, pression du test 1.5 – 2 bars (en fonction de la température et du produit). La soudure est considérée comme étanche, si la pression de départ dans le canal de contrôle durant la durée du test descend de maximum 10 %. Les valeurs de pression sont portées au protocole, en particulier la pression initiale et la pression finale.

VÉRIFICATION SOUS VIDE



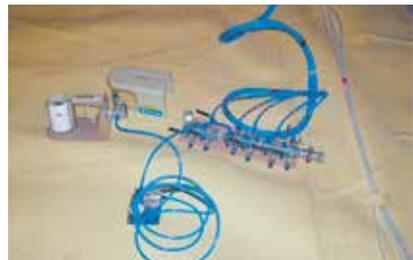
Lors d'un contrôle sous vide, une cloche de contrôle est posée sur le cordon de soudure ou les raccords. L'air de la cloche est aspiré afin de provoquer une sous-pression.

CONTRÔLE VISUEL



Après le soudage, toutes les soudures doivent être vérifiées visuellement concernant la bonne application. Il faut porter une attention toute particulière sur les raccords en T, les pénétrations et les raccords.

ACTIVE CONTROL SYSTEM



Pour le système Active Control, une reconnaissance supplémentaire des fuites peut aussi être constatée durant la phase de montage. Avec le contrôle sous vide, les champs d'étanchéité à double couche peuvent en tout temps être contrôlés quant à leur étanchéité. Les fuites peuvent être détectées exactement et étanchées.

TEST MÉCANIQUES



Tous les cordons de soudure manuels doivent être testés mécaniquement après le refroidissement complet. À cet effet, il faut utiliser un tournevis (largeur env. 5 mm, avec des angles obtus). Il faut exercer une légère pression sur le cordon de soudure. Éviter les griffures sur la membrane d'étanchéité synthétique. Le test mécanique permet de repérer les zones de soudure non complètes qui doivent être retouchées ultérieurement.

SOLUTIONS D'INJECTION

Système d'étanchéité avec compartimentage

EN CAS D'ARRIVÉE D'EAU SUITE À UN DOMMAGE LOCALISÉ DANS LE SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ

il faut prendre des mesures d'assainissement. Étant donné l'inaccessibilité du système d'étanchéité, ceci ne peut se faire dans la plupart des ouvrages souterrains que par injections. Selon le genre et la localisation des fuites et du système d'étanchéité, il faut utiliser le matériau d'injection adapté.

PRODUITS SIKA ET SOLUTIONS GLOBALES

Injection des bandes de joints

Sika® Injection-201 CE Résine d'injection PUR élastique, exempte de solvants, pour l'étanchéité durable de fissures sèches, humides ou aquifères et de joints dans le béton.

Sika® Injection-307 Résine d'injection polyacrylique élastique, très faible viscosité, avec passivation active de l'armature.

Injection des champs de compartimentages

Sika® Injection-307 Résine d'injection polyacrylique élastique, très faible viscosité, pour la réparation des compartimentages des membranes d'étanchéité endommagées.



**Sikaplan® WP/WT
Control Sockets**



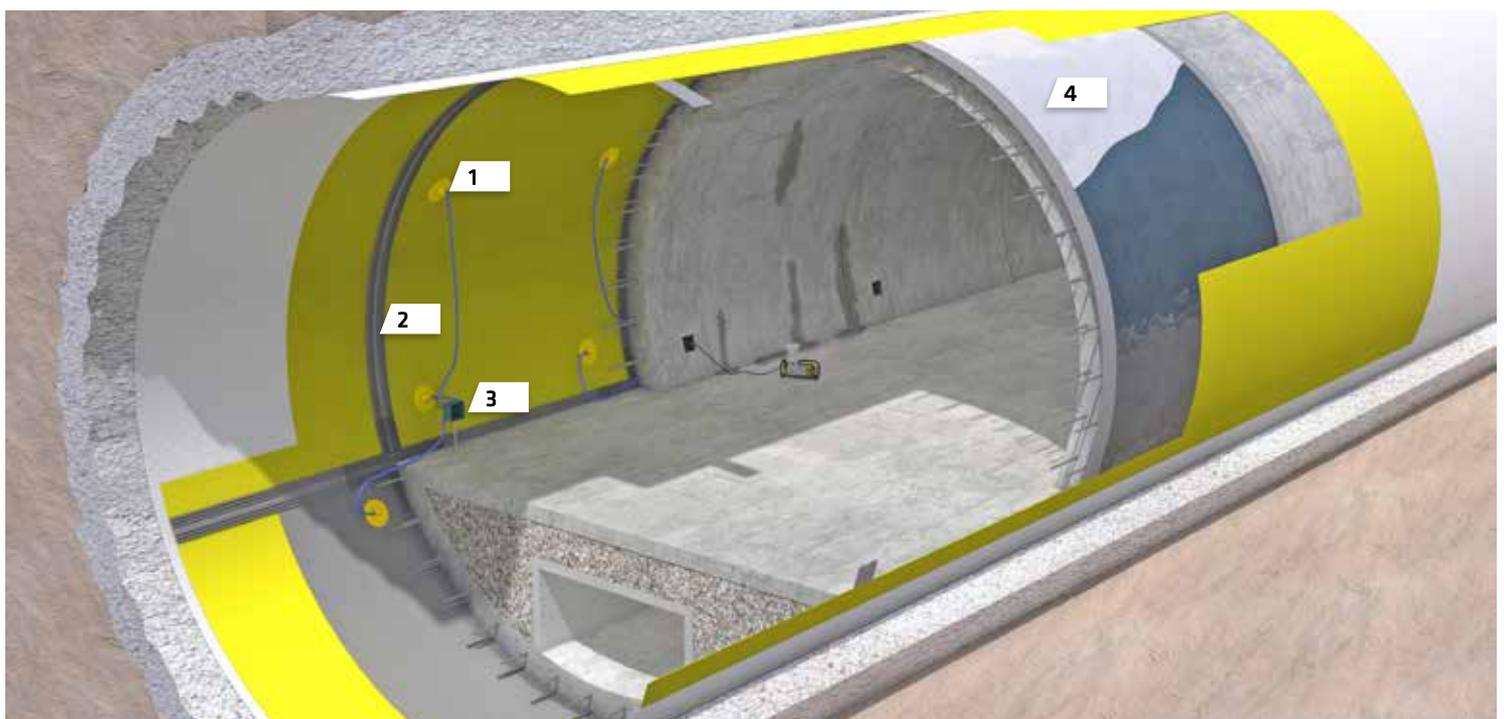
**Sika® Bandes de joints
WP/WT Inject**



Boîte de conservation



Sika® Injection-307





... ET AUJOURD'HUI

125 ans après la réalisation du premier tunnel ferroviaire du Saint-Gothard à travers les Alpes, le nouveau tunnel de base du Saint-Gothard a été construit à une altitude de 550 m au-dessus du niveau de la mer. Il permet une liaison plane, sans rampe, entre le nord et le sud et raccourcit le temps du trajet, tout en augmentant par la même occasion la capacité de transport. La construction du tunnel à double tube de 57 km de longueur a débuté en l'an 2000 et a duré 15 ans. Avec plus de 100 ans d'expérience dans le domaine de l'étanchéité de tunnels, Sika a équipé le système complet d'étanchéité du Saint-Gothard ainsi que le tunnel de base du Ceneri avec les membranes d'étanchéité synthétiques Sikaplan®.

PARTENARIAT GLOBAL ET LOCAL



QUI SOMMES-NOUS

Installée à Baar, en Suisse, Sika AG est une entreprise active au niveau mondial, spécialisée dans l'industrie des produits chimiques. Elle fournit des produits de mise en œuvre pour l'industrie du bâtiment et le secteur industriel (produits et composants pour véhicules, équipements industriels et composants de construction), pour l'étanchéité, le collage, l'insonorisation, le renforcement et la protection des structures porteuses.

Avant toute utilisation et mise en œuvre, veuillez toujours consulter la fiche de données techniques actuelles des produits utilisés. Nos conditions générales de vente actuelles sont applicables.



SIKA SCHWEIZ AG
Tüffenwies 16
CH-8048 Zurich

Contact
Téléphone +41 58 436 40 40
sika@sika.ch · www.sika.ch

BUILDING TRUST

