

IN STANDSETZUNG EINER ÖFFENTLICHEN PARKGARAGE «ES IST NICHT ALLES GOLD, WAS GLÄNZT»

Die Mehrheit der Parkhäuser in der Schweiz wurde in den 1960er und 70er Jahren erbaut, wobei die Anzahl der öffentlichen Parkhäuser etwa 1500 betragen dürfte. Private Parkhäuser und Autoeinstellhallen sind signifikant mehr in Betrieb.

  Aldo Rancati, Tecnotest AG, Rüschiikon

Seit geraumer Zeit ist grundsätzlich bekannt, wie bei der Instandsetzung einer Autoeinstellhalle vorzugehen ist. Trotzdem glücken bei weitem auch heute noch nicht alle Instandsetzungen, was sich auf eine verkürzte Lebensdauer und höhere Kosten niederschlägt. Im Folgenden wird das Vorgehen bei der Instandsetzung einer grossen, mehrgeschossigen Parkgarage in Stahlbetonbauweise, die öffentlich genutzt wird, aufgezeigt.

FAST IMMER IST DIE KORROSION DAS PROBLEM

Die meisten älteren Parkhäuser bestehen oft aus schlaff bewehrtem Stahlbeton ohne Abdichtung. Da die Geschossdecken, Rampen und Bodenplatten meist entweder in Monobetonbauweise erstellt oder mit Hartbetonbelägen versehen wurden, gelangen bei starker Frequentierung früher oder später im Winter die in Wasser gelösten Chloride aus den Taumitteln in den Konstruktionsbeton, teilweise auch in Stützen- und Wandfüsse. Die auch teilweise verwendeten Gussasphaltbeläge sind zwar meist dicht, weisen aber oft Undichtigkeiten bei Rissen oder Randanschlüssen auf. Bei Rissen in den Geschossdecken oder Rampen gelangt das Chlorid auch an die Unterseiten dieser Bauteile. Überschreitet der Chloridgehalt im Beton auf Bewehrungshöhe den korrosionsauslösenden Wert – dieser Wert ist von zahlreichen Parametern abhängig und nicht immer gleich gross – entsteht Lochfrasskorrosion.

Korrosion infolge des karbonatisierten Betons spielt in Parkgaragen eine untergeordnete Rolle. Natürlich werden Instandsetzungen auch wegen ausbrechender Hartbetonbeläge oder tropfender Risse notwendig – das Hauptproblem ist und bleibt aber die Bewehrungskorrosion.

ZUSTANDSUNTERSUCHUNGEN ALS GRUNDLAGE FÜR DAS IN STANDSETZUNGSKONZEPT UND DIE AUSSCHREIBUNG

Damit eine Instandsetzung geplant und ausgeschrieben werden kann, muss der Zustand des Stahlbetons mit ausreichender Genauigkeit erfasst werden. Ein paar Bohrkerne für Chloridanalysen reichen

dazu nicht. Als Grössenordnung sollten in der Regel etwa 10 bis 20 % der Bodenfläche resp. der Stützen- und Wandfüsse untersucht werden. Auch muss bei Deckenunterseiten mit wasserführenden Rissen überprüft werden, ob Massnahmen notwendig sind. In der Regel werden Potenzialmessungen, Betondeckungsmessungen der Bewehrung, Bohrkern- und Bohrmehlentnahmen für Chloridanalysen sowie kleinräumige Sondierstellen für die visuelle Beurteilung der Bewehrung vorgenommen. Meist werden an den Bohrkernen noch orientierend zusätzlich Druck- und Zugfestigkeitsprüfungen vorgenommen. AAR (Alkali-Aggregat-Reaktion) kann zwar nicht generell ausgeschlossen werden, ist aber nicht typisch für Parkgaragen.

Die Auswertung der Bauwerks- und Laborprüfungen erfordert Erfahrung, damit der Zustand weder über- noch unterschätzt wird und auch der Instandsetzungszeitpunkt wirtschaftlich erfolgt. Oft führen auch die statische Überprüfung oder die Bemessungssituationen Brand oder Erdbeben zu Verstärkungs- oder anderen baulichen Massnahmen. Neben der «klassischen» Betoninstandsetzung durch Ersatz des chloridkontaminierten Betons kann auch der kathodische Korrosionsschutz (KKS) aus wirtschaftlichen oder terminlichen Gründen oder auch wegen geringerer Lärmemission zielführend sein.

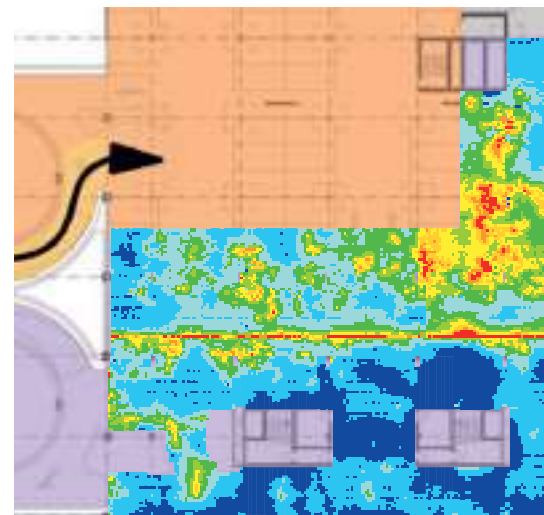
Bei der Ausschreibung sollte der Prüf- und Kontrollplan für die Qualitätssicherung bereits vorliegen und Bestandteil des Baumeistervertrages sein. Das mit der Qualitätskontrolle beauftragte, akkreditierte Baustoffprüfinstitut muss Erfahrung mit den verlangten Prüfungen haben. Es ist auch von Vorteil, wenn das Baustoffprüfinstitut den Prüfauftrag direkt vom Bauherrn erhält und nicht Subunternehmer des Baumeisters ist, weil sonst die Unabhängigkeit gefährdet sein kann.

ERMITTLUNG DES IN STANDSETZUNGSBEDARFS WÄHREND DER IN STANDSETZUNG

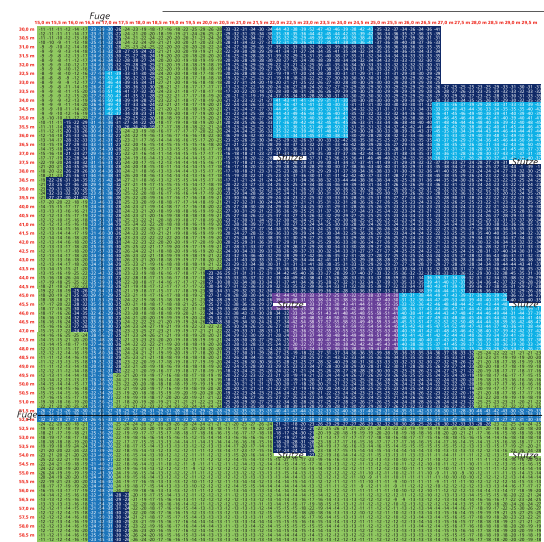
Falls aufgrund der Zustandsuntersuchungen von grossflächig chloridkontaminier-



Ausgeprägte Lochfrasskorrosion der 4. Bewehrungslage.



Potenzialmessung mit farblicher Abstufung der Potentiale. Gut sichtbar sind die undichten Plattenfugen und die örtlich grossen Zustandsunterschiede (dunkelorange/rot: hohe Wahrscheinlichkeit für Korrosion).



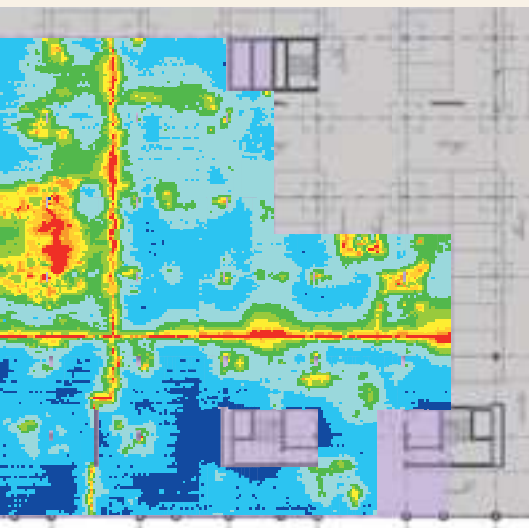
RÉFECTION D'UN PARKING PUBLIC « TOUT CE QUI BRILLE N'EST PAS OR »

La majorité des parkings publics en Suisse ont été construits dans les années 1960 et 1970. Le nombre de parkings publics devrait s'élever à environ 1500. Les parkings privés et les parkings couverts sont significativement plus nombreux à être en service.

 Aldo Rancati, Tecnotest AG, Rüschlikon



Corrosion par piqûres prononcée de la 4^e couche d'armature.



Mesure du potentiel avec un dégradé de couleurs des potentiels. Les joints de plaques non étanches et les grandes différences d'état locales sont bien visibles (orange foncé/rouge: forte probabilité de corrosion).

Ausschnitt eines Betonabtragplans aufgrund der ausgewerteten Potenzialfeldmessung. Die unterschiedlichen Farben bedeuten unterschiedliche Abtragstiefen.

Extrait d'un plan de décapage du béton sur la base de la mesure du champ potentiel évaluée. Les différentes couleurs signifient des profondeurs de décapage différentes.

Depuis un certain temps, on sait en principe comment procéder à la réfection d'un parking. Pourtant, aujourd'hui encore, toutes les réfections ne sont de loin pas réussies, ce qui se traduit par une durée de vie réduite et des coûts plus élevés. La procédure de réfection d'un grand parking à plusieurs étages en béton armé, utilisé par le public, est présentée ci-après.

LA CORROSION EST PRESQUE TOUJOURS LE PROBLÈME

La plupart des anciens parkings sont souvent construits en béton armé à armature lâche et dépourvus d'étanchéité. Comme les dalles, les rampes et les radiers ont généralement été construits en béton monocouche ou recouverts de béton dur, les chlorures dissous dans l'eau provenant des agents de déverglaçage pénètrent tôt ou tard en hiver dans le béton de construction, parfois aussi dans les pieds des piliers et des murs, en cas de forte fréquentation. Les revêtements en asphalte coulé, également utilisés en partie, sont certes généralement étanches, mais présentent souvent des fuites au niveau des fissures ou des raccords aux bords. En cas de fissures dans les dalles en béton ou dans les rampes, le chlorure atteint également les faces inférieures de ces éléments de construction. Si la teneur en chlorure dans le béton dépasse la valeur déclenchant la corrosion au niveau de l'armature - cette valeur dépend de nombreux paramètres et n'est pas toujours identique - il se produit une corrosion par piqûres.

La corrosion due au béton carbonaté ne joue qu'un rôle secondaire dans les parkings. Bien sûr, des réfections sont également nécessaires en raison de l'éclatement de revêtements en béton dur ou de fissures dégoulinantes - mais le problème principal reste la corrosion de l'armature.

ANALYSES DE L'ÉTAT COMME BASE POUR LE CONCEPT DE RÉFECTION ET L'APPEL D'OFFRES

Pour pouvoir planifier une réfection et lancer un appel d'offres, l'état du béton armé doit être relevé avec une précision suffisante. Quelques carottes pour l'analyse

des chlorures ne suffisent pas. En règle générale, il convient d'analyser environ 10 à 20 % de la surface du sol ou des pieds de poteaux et de murs. Il faut également vérifier si des mesures sont nécessaires pour les parties inférieures des dalles présentant des fissures conduisant de l'eau. En règle générale, on procède à des mesures de potentiel, à des mesures de couverture de l'armature, à des prélèvements de carottes et de farine de forage pour les analyses de chlorure ainsi qu'à des emplacements de sondage à petite échelle pour l'évaluation visuelle de l'armature. La plupart du temps, des tests de compression et de résistance à la traction sont également effectués sur les carottes. L'RAA (réaction alcaline des agrégats) ne peut certes pas être exclue de manière générale, mais elle n'est pas typique des parkings couverts.

L'évaluation des contrôles de l'ouvrage et des tests en laboratoire exige de l'expérience, afin que l'état ne soit ni surestimé ni sous-estimé et que le moment de la réfection soit également économique. Souvent, le contrôle statique ou les situations de dimensionnement d'incendie ou de séisme conduisent à des mesures de renforcement ou à d'autres mesures de construction. Outre la réfection « classique » du béton par le remplacement du béton contaminé par le chlorure, la protection cathodique contre la corrosion (PCC) peut également s'avérer efficace pour des raisons économiques ou de délais, ou encore en raison de la réduction des émissions sonores.

Lors de l'appel d'offres, le plan d'essai et de contrôle pour l'assurance qualité devrait déjà être disponible et faire partie intégrante du contrat d'entrepreneur. L'institut de contrôle des matériaux de construction accrédité chargé du contrôle de la qualité doit avoir de l'expérience dans les contrôles demandés. Il est également préférable que l'institut de contrôle des matériaux de construction reçoive le mandat de contrôle directement du maître d'œuvre et qu'il ne soit pas un sous-traitant de l'entrepreneur, car son indépendance pourrait sinon être menacée.

ten Bereichen mit entsprechender Bewehrungskorrosion ausgegangen werden muss, können mit vollflächigen Potenzialfeldmessungen und darauf abgestimmten Chloridprofilen und Sondierstellen während der Sanierung die kritischen Zonen festgelegt und instandgesetzt werden.

Obwohl die Auswertung einer Potenzialfeldmessung kein Hexenwerk ist, werden hier nicht selten Fehler gemacht. Die statistische Auswertung mit der Betrachtung der Knicke in der Summenhäufigkeitskurve wird oft als das entscheidende Kriterium für die Abgrenzung der Bereiche mit kleiner, mittlerer oder grosser Korrosionswahrscheinlichkeit angesehen. Dabei ist dies nur einer von mehreren Parametern. Das Unter- oder Überschätzen der Abtragsflächen und -tiefen hat einen signifikanten Einfluss auf die Lebensdauer und die Kosten.

QUALITÄTSSICHERUNG: KONTROLLPRÜFUNGEN WÄHREND DER INSTANDSETZUNG

Es gibt heute noch Bauherren und auch Baumeister, die Kontrollprüfungen im Zuge der Instandsetzung als unnötig betrachten. Der Bauherr scheut die Kosten und der Baumeister die Ergebnisse. Beide denken zu kurzfristig: Der Bauherr erhält mit den Kontrollprüfungen Gewissheit, dass er erhält, was er bestellt hat und der Baumeister wird sich bei normkonformem Arbeiten kaum mit mühsamen Garantiefällen herumschlagen müssen. Oft findet während der Kontrollprüfungen ein Umdenken bei den Baumeistern statt und sie merken, dass ihre (meist) gute Arbeit mit den Prüfergebnissen bestätigt wird - das Prüfinstitut ist sozusagen der indirekte «Schulterklopfer».

Oft wünscht der Bauherr die Bemusterung der infrage kommenden Aufbauten und Beläge. Mit Hilfe von ausreichend grossen Musterflächen können nicht nur die unterschiedlichen Belagstypen verglichen werden, es können vor allem auch die Haftzugprüfung der Systemaufbauten (Konstruktionsbeton, Hart- oder Feinbeton, Parkdecksystem) und die Rutschhemmung der Beläge ermittelt werden. Damit wird gezeigt, dass unter den vorliegenden Bedingungen mit den eingesetzten Produkten normkonforme Ergebnisse erzielt werden können. Damit erübrigen sich später beim allfälligen Nichterfüllen von Normanforderungen die Diskussionen, ob die verwendeten Produkte (oder der Untergrund) grundsätzlich tauglich wären.

Bei instand zu setzenden Parkhäusern ist die Gefällssituation oft ungenügend. Mit einem Hartbetonbelag unter einem Parkdecksystem können keine Höhenanpassungen vorgenommen werden. Anstatt einen Gefällskeil unter dem Hartbetonbelag zu erstellen, kann mit einem faserbewehrten Feinbeton auch ein grösseres Gefälle realisiert werden. Zudem kann der Feinbeton bei geschickter Anordnung der Hochpunkte auch statischen Nutzen haben.

Wird auf den Hartbetonbelag oder den Feinbeton ein Parkdecksystem appliziert, stellt sich die Frage, was für eines. Die früher gebräuchlichen OS-Klassen 8, 11a, 11b und 13 gibt es eigentlich nicht mehr, obwohl noch immer davon gesprochen wird. Die Grenzen zwischen starr und elastisch verschwimmen und clevere Hersteller sprechen nun von zähelastischen Systemen. Ein Kompromiss ist wahrscheinlich keine schlechte Idee: Genügend abriebfest, aber trotzdem etwas rissüberbrückend. Im Zweifelsfall wahrscheinlich lieber zu starr und ein paar Risse in Kauf nehmen, die repariert werden können, als dass nach ein paar Jahren die Parkdeckbeschichtung bereits abgefahren ist.

In öffentlichen Parkhäusern sollten Monobeton, Hartbeton und Feinbeton nicht ungeschützt befahren werden. Gussasphaltbeläge sind auch eine Lösung. Allerdings ist der schwimmende Gussasphalt anfällig für Unterläufigkeiten und wenn darunter PBD-Abdichtungen appliziert werden, ist die Einbauhöhe ein Thema.

Der «Klassiker» unter den Kontrollprüfungen, die Haftzugfestigkeitsprüfung vor Ort, ist nur vermeintlich eine einfache Prüfung. Man kann dabei z.B. nicht rechtwinklig zur Oberfläche Bohren und Abziehen, stumpfe und unrund laufende Bohrkronen verwenden, den falschen Kleber benutzen, die Bohrnut mit Kleber füllen und die falsche Zuggeschwindigkeit wählen. Vor allem bei grösseren Schichtdicken (über etwa 60 mm) können diese Faktoren die Haftzugfestigkeit deutlich negativ beeinflussen.

Die Schichtdicke eines Parkdecksystems kann zwar als ungefähre Abschätzung an der Mantelfläche von Bohrkernen bestimmt werden. Wenn man es aber genau wissen möchte, sollte ein Anschluss unter dem Mikroskop untersucht werden.

Generell stellt man bei der Instandsetzung von Parkgaragen immer wieder fest, dass grosse Unterschiede bei der Ausfüh-



Angezeichneter Betonabtrag mit Tiefenangabe in Zentimetern.



Musterflächen mit verschiedenen Aufbauten (unterschiedliche Prüfstadien).

Ausbildung des Gefälles mit einem faserbewehrten Feinbeton anstatt eines Hartbetons.





Tracé du décapage du béton avec indication de la profondeur en centimètres.



Surfaces échantillons avec différentes structures (différents stades de contrôle).

Pente formée avec un béton fin renforcé par des fibres au lieu d'un béton dur.



DÉTERMINATION DES BESOINS DE RÉFECTION PENDANT LA RÉFECTION

Si, sur la base des analyses d'état, il faut partir du principe que des zones étendues sont contaminées par des chlorures et qu'elles présentent une corrosion correspondante des armatures, il est possible de définir les zones critiques et de les réparer pendant l'assainissement à l'aide de mesures de champ potentiel sur toute la surface et de profils de chlorures et de points de sondage adaptés.

Bien que l'évaluation d'une mesure de champ potentiel ne soit pas un travail de sorcier, il n'est pas rare que des erreurs soient commises à ce niveau. L'évaluation statistique avec l'observation des inflexions de la courbe de fréquence cumulée est souvent considérée comme le critère décisif pour délimiter les zones à faible, moyenne ou grande probabilité de corrosion. Pourtant, il ne s'agit que d'un paramètre parmi d'autres. La sous-estimation ou la surestimation des surfaces et des profondeurs de décapage a une influence significative sur la durée de vie et les coûts.

ASSURANCE QUALITÉ: TESTS DE CONTRÔLE PENDANT LA RÉFECTION

Il existe encore aujourd'hui des maîtres d'œuvre et des entrepreneurs qui considèrent les examens de contrôle comme inutiles dans le cadre de la réfection. Le maître d'œuvre craint les coûts et l'entrepreneur les résultats.

Tous deux pensent trop à court terme: le maître d'œuvre a la certitude, grâce aux essais de contrôle, d'obtenir ce qu'il a commandé et l'entrepreneur n'aura pas à s'occuper de cas de garantie pénibles si les travaux sont conformes aux normes. Souvent, les entrepreneurs changent d'avis pendant les contrôles et remarquent que les résultats des contrôles confirment leur bon travail (la plupart du temps) - l'institut de contrôle est pour ainsi dire un « coup de pouce » indirect.

Souvent, le maître d'œuvre souhaite un échantillon des structures et des revêtements envisagés. Des échantillons de surfaces suffisamment grandes permettent non seulement de comparer les différents types de revêtements, mais aussi et surtout de déterminer le test d'adhérence des structures du système (béton de construction, béton dur ou fin, système de parking à étages) et les propriétés antidérapantes des revêtements. Il est ainsi démontré que dans les conditions présentes, les produits utilisés permettent d'obtenir des résultats conformes aux normes. Ainsi, en cas de non-respect des exigences de la norme, il n'est pas nécessaire de discu-

ter si les produits utilisés (ou le support) sont fondamentalement adaptés.

Dans les parkings à rénover, la pente est souvent insuffisante. Avec un revêtement en béton dur sur un système de parking à étages, il n'est pas possible de procéder à des adaptations de hauteur. Au lieu de réaliser une pente sous le revêtement en béton dur, il est possible de réaliser une pente plus importante avec un béton fin renforcé de fibres. De plus, si les points hauts sont judicieusement disposés, le béton fin peut également avoir une utilité statique.

Si un système de revêtement de parking est appliqué sur le revêtement en béton dur ou fin, la question se pose de savoir quel type de système. Les classes OS 8, 11a, 11b et 13, autrefois utilisées, n'existent plus vraiment, même si on en parle encore. La frontière entre rigide et élastique s'estompe et les fabricants intelligents parlent désormais de systèmes viscoélastiques. Un compromis n'est sans doute pas une mauvaise idée: suffisamment résistant à l'abrasion, mais permettant tout de même un certain pontage des fissures. En cas de doute, il est probablement préférable d'être trop rigide et d'accepter quelques fissures qui peuvent être réparées, plutôt que de voir le revêtement du parking déjà usé après quelques années.

Dans les parkings publics, le mono béton, le béton dur et le béton fin ne devraient pas être utilisés sans protection. Les revêtements en asphalte coulé sont également une solution.

Toutefois, l'asphalte coulé flottant est sensible au contournement par l'eau et si des étanchéités MPB sont appliquées en dessous, la hauteur de pose est un problème.

Le « classique » parmi les tests de contrôle, le test d'adhérence sur site, n'est qu'en apparence un test simple. On peut en l'occurrence: percer et extraire de manière non perpendiculaire à la surface, utiliser des couronnes de forage émoussées et ne tournant pas rond, utiliser la mauvaise colle, remplir la rainure de forage avec de la colle et choisir la mauvaise vitesse de traction. Ces facteurs peuvent influencer négativement la résistance à la traction, surtout en cas d'épaisseurs importantes (plus de 60 mm environ).

L'épaisseur de la couche d'un système de revêtement de parking peut être estimée approximativement à partir de la surface externe des carottes. Mais si l'on veut en avoir le cœur net, il faut examiner une coupe fine au microscope.

rungsqualität vorhanden sind. Dies rührt teilweise daher, dass sich auch Firmen aus dem Hochbausektor versuchen, die aber oft Mühe mit den hohen Qualitätsanforderungen haben. Unternehmen hingegen, die auch bei Kunstbauten tätig sind, erreichen die geforderten Werte oft besser.

WAS KOSTET DIE QUALITÄTS-SICHERUNG?

Die Kontrollprüfungen kosten viel Geld und garantieren nicht, dass keine Schäden entstehen - so tönt es manchmal. Es stimmt, garantieren kann man damit keine absolut mängelfreie Instandsetzung. Die Hauptaufgabe der Kontrollprüfungen ist

das Feststellen von systematischen Material- oder Einbaufehlern. Können diese durch die Kontrollen ausgeschlossen werden, ist schon viel erreicht. Zudem zeigt sich immer wieder, dass ein Prüfinstitut vor Ort bei den Ausführenden zu einem erhöhten Qualitätsbewusstsein führt, was sich günstig auswirkt.

Die Kosten für Kontrollprüfungen sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Als Grössenordnung können 2 bis 4% der Bausumme angenommen werden. Geregelt werden sollte vorgängig auch, was beim Nichterfüllen der Anforderung geschieht.

Bei einer Instandsetzung eines grossen Parkhauses in Zürich vor ein paar Jahren war der Bauherr derart von der Wichtigkeit der Qualitätssicherung überzeugt, dass das Prüfinstitut schon beim Vergabegespräch anwesend war und kritische Fragen zur geplanten Ausführung stellte. Damit wurde unmissverständlich gezeigt, dass keine Kompromisse bei der Qualität akzeptiert werden. Es kam dann auch nicht der günstigste Anbieter zum Zug, sondern der wirtschaftlichste. Leider ist diese Vergabepaxis bei privaten Bauherren heute eher selten.

Mit einem Hartbetonbelag sind solche Dicken ohne Gefällskeil nicht machbar.

Avec un revêtement en béton dur, de telles épaisseurs ne sont pas réalisables avec de la pente.

Haftzugprüfungen des fertigen Parkdecksystems vor Ort.



D'une manière générale, on constate toujours de grandes différences dans la qualité d'exécution des travaux de réfection des parkings. Cela s'explique en partie par le fait que des entreprises du secteur du bâtiment s'y essaient, mais elles ont souvent du mal à répondre aux exigences de qualité élevées. En revanche, les entreprises qui sont également actives dans le domaine des ouvrages d'art atteignent souvent mieux les valeurs exigées.

QUEL EST LE COÛT DE L'ASSURANCE QUALITÉ ?

Les examens de contrôle coûtent cher et ne garantissent pas l'absence de dom-

mages - c'est ce qu'on entend parfois. Il est vrai qu'ils ne garantissent pas une réfection absolument sans défaut. La tâche principale des contrôles est de détecter les défauts systématiques de matériaux ou les erreurs de pose. Si les contrôles permettent d'exclure ces défauts, c'est déjà un grand pas en avant. De plus, on constate régulièrement qu'un institut de contrôle sur place conduit à une prise de conscience accrue de la qualité chez les exécutants, ce qui a des effets positifs.

Les coûts des contrôles dépendent de différents facteurs. L'ordre de grandeur est de 2 à 4 % du montant de la réfection. Il convient

également de régler au préalable ce qui se passe en cas de non-respect des exigences. Lors de la rénovation d'un grand parking à Zurich il y a quelques années, le maître d'œuvre était tellement convaincu de l'importance de l'assurance qualité que l'institut de contrôle était déjà présent lors de l'entretien d'attribution et a posé des questions critiques sur l'exécution prévue. Il a ainsi montré sans équivoque qu'aucun compromis n'était accepté en matière de qualité. Ce n'est pas le soumissionnaire le moins cher qui a été retenu, mais le plus économique. Malheureusement, cette pratique d'adjudication est aujourd'hui plutôt rare chez les maîtres d'œuvre privés.

Essais d'adhérence du système de parking fini sur place.



Schichtdicke des Parkdecksystems am Anschliff bestimmt.



Détermination de l'épaisseur de la couche du système de revêtement de parking sur coupe fine.