



(10) **DE 10 2013 018 917 A1** 2015.05.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 018 917.9**

(22) Anmeldetag: **13.11.2013**

(43) Offenlegungstag: **13.05.2015**

(51) Int Cl.: **G01N 27/02** (2006.01)

G01N 27/26 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

G01N 33/42 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
Aachen, 52062 Aachen, DE**

(74) Vertreter:

**COHAUSZ HANNIG BORKOWSKI WIRGOTT,
40237 Düsseldorf, DE**

(72) Erfinder:

**Raupach, Michael, Prof., 52078 Aachen, DE;
Reichling, Kenji, 52062 Aachen, DE; Helm,
Christian, 52062 Aachen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

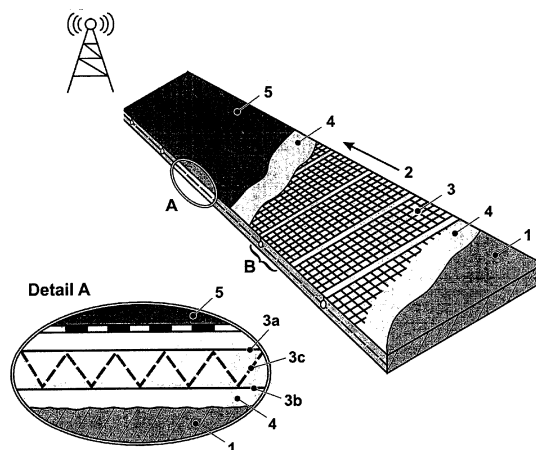
DE	37 16 846	A1
DE	10 2008 032 629	A1
DE	10 2011 056 548	A1
DE	29 722 546	U1
DE	20 2004 004 766	U1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Überwachung eines Untergrundes hinsichtlich Schäden und/oder zum Schutz eines Untergrundes vor Schäden**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein System zur Überwachung eines Untergrundes (1) hinsichtlich Schäden und/oder zum Schutz eines Untergrundes (1) vor Schäden, welches es eine elektrolytisch wirksame Schicht (4) umfasst, die einen feuchtigkeitsabhängigen elektrischen Widerstand aufweist und es wenigstens ein Elektrodenpaar aufweist, deren beabstandete Elektroden (3a, 3b) über die elektrolytisch wirksame Schicht (4) miteinander verbunden sind, und es eine Messvorrichtung umfasst, mittels welcher eine Eigenschaft, insbesondere eine elektrische Größe der elektrolytisch wirksamen Schicht (4) oder der Elektroden (3a, 3b) mithilfe von Elektroden (3a, 3b) wenigstens eines Elektrodenpaares, insbesondere jedes Elektrodenpaares messbar ist und/oder eine Steuervorrichtung umfasst mittels der eine elektrische Spannung an die Elektroden (3a, 3b) wenigstens eines Elektrodenpaares, insbesondere jedes Elektrodenpaares anlegbar ist und wenigstens eine der Elektroden (3a, 3b) des wenigstens einen Elektrodenpaares als eine flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht (4) ausgebildet ist, insbesondere deren Fläche parallel zur Oberfläche des Untergrundes (1) orientiert ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Systems zur Überwachung und/oder zum Schützen eines Untergrundes, ein Verfahren zur Überwachung eines Untergrundes hinsichtlich Schäden, sowie ein Verfahren zum Schutz eines Untergrundes vor Schäden, insbesondere Feuchteschäden und/oder Schäden infolge des Eindringens von Schadstoffen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur Überwachung eines Untergrundes hinsichtlich Schäden und/oder zum Schutz eines Untergrundes vor Schäden. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Überwachung beziehungsweise auch zum Schutz eines Untergrundes hinsichtlich Schäden, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines eingangs genannten Systems.

[0002] Im Stand der Technik ist es bekannt, dass Untergründe, z. B. Untergrundkonstruktionen, beispielsweise solche aus stahlbewehrtem Beton, Schäden erleiden können, z. B. wenn diese Feuchtigkeit ausgesetzt sind, insbesondere durch chemische Elemente, die mit der Feuchtigkeit in den Untergrund eingetragen werden. Schäden können somit zum Beispiel entstehen, wenn die Feuchtigkeit in die Untergrundkonstruktion eindringt und eine darin vorhandene Stahlbewehrung hierdurch bedingt zu korrodieren beginnt, insbesondere wenn durch die Feuchtigkeit Salze, insbesondere Chloridionen solcher Salze in diese Untergrundkonstruktion eingetragen werden. Dies kann beispielsweise erfolgen durch eine Tausalzbelastung im Winter, insbesondere bei Fahrbahnen, die zu solchen Untergrundkonstruktionen zählen.

[0003] Untergründe im Sinne der Erfindung können neben den hier exemplarisch genannten Fahrbahnen, insbesondere fahrbahnbildende Brückenkonstruktionen sein, sowie auch sonstige andere, insbesondere statisch belastete Bauwerke, besonders solche aus Beton und insbesondere solche aus stahlbewehrtem Beton oder auch aus anderen zementgebundenen, insbesondere hydraulisch härtenden Massen.

[0004] Die Erfindung ist jedoch nicht auf Untergrundkonstruktionen aus stahlbewehrtem Beton beschränkt. Auch Untergrundkonstruktionen rein aus Metall, beispielsweise Stahlträger oder auch reines Erdreich, z. B. unterhalb von Deponien können und sollen mit einem erfindungsgemäßen System überwacht und gegebenenfalls auch vor Schäden, z. B. Feuchteschäden oder Schäden durch chemische Verunreinigung geschützt werden.

[0005] Bisherige Systeme zur Überwachung und/oder zum Schutz von Untergründen hinsichtlich Schäden, wie z. B. Feuchteschäden sehen vor, eine Abdichtungen eines solchen Untergrundes, insbesondere über einem Untergrund vorzunehmen, um zu verhindern, dass Feuchtigkeit und ggfs. damit transportierte Stoffe in diese Untergründe eindringen kann. Solche Abdichtungen werden zum Teil nicht mit der entsprechenden Sorgfalt durchgeführt beziehungsweise können im Laufe der Zeit altern und hier-

durch undicht werden und somit zeitlich verzögert Schäden an einem Untergrund zulassen.

[0006] Unter einem Schaden im Sinne der Erfindung wird nicht nur ein durch Feuchte entstandener Schaden angesehen, sondern auch schon das Eintreten von Feuchtigkeit selbst, z. B. aufgrund eines Schadens in einer Abdichtung.

[0007] Bisherige Systeme zur Überwachung von Untergründen hinsichtlich Schäden, wie z. B. Feuchteschäden sehen es beispielsweise vor, mit mobilen Vorrichtungen die Oberfläche eines Untergrundes, z. B. die Betonoberfläche einer aus stahlbewehrtem Beton hergestellten Untergrundkonstruktion abzufahren, hierbei Elektroden mit der Untergrundkonstruktion in Kontakt zu bringen und Spannungspotentiale zu messen, um so Korrosionsstellen in der Stahlbewehrung einer Untergrundkonstruktion auffindig zu machen. Ersichtlich sind solche Systeme aufwendig, personalintensiv und können nur auf Anforderung eine Überwachung vornehmen, nicht jedoch eine dauerhafte Überwachungsmöglichkeit bieten. Darüber hinaus können solche Systeme auf beschichteten Untergründen nicht zum Einsatz kommen.

[0008] Auch haben solche Systeme den Nachteil, dass nur bereits aufgetretene Schäden erkannt werden können, ein Ereignis, das zu einem Folgeschaden führen wird, wie z. B. ein Auftreten von Feuchtigkeit z. B. bei schadhafter Abdichtung jedoch nicht vor einer weiteren Schadensentstehung feststellbar ist.

[0009] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein System zur Überwachung eines Untergrundes hinsichtlich Schäden, besonders hinsichtlich Feuchteschäden und/oder zum Schutz einer Untergrundkonstruktion vor Schäden, besonders Feuchteschäden bereitzustellen, das insbesondere ohne persönlichen Einsatz, weiter bevorzugt dauerhaft und darüber hinaus bevorzugt großflächig bei beliebigen Untergründen und bevorzugt bei Untergrundkonstruktionen, wie zum Beispiel solche von Fahrbahnen, Brücken oder sonstigen Bauwerken, zum Einsatz kommen kann. Es ist weiterhin eine Aufgabe, ein solches System bereitzustellen, das bevorzugt Teil eines Gesamtbauwerkes in Verbindung mit dem Untergrund, bzw. der Untergrundkonstruktion wird, somit also dauerhaft mit dem Untergrund/der Untergrundkonstruktion verbunden ist und zusammen mit diesem/dieser einer Nutzung zugeführt wird.

[0010] Weiterhin ist es eine Aufgabe in Verbindung mit einem solchen System ein Verfahren zur dauerhaften großflächigen Überwachung beziehungsweise zum Schutz eines Untergrundes bereitzustellen, sowie auch ein wirtschaftlich und zuverlässig durchführbares Herstellungsverfahren bereitzustellen.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein System der eingangs genannten Art gelöst, bei dem es vorgesehen ist, dass dieses System eine elektrolytisch wirksame Schicht umfasst, die einen feuchtigkeitsabhängigen elektrischen Widerstand aufweist und es wenigstens ein Elektrodenpaar aufweist, deren beabstandete Elektroden über die elektrolytisch wirksame Schicht miteinander verbunden, insbesondere elektrisch verbunden sind und das System weiterhin eine Messvorrichtung umfasst, mittels welcher eine Eigenschaft, insbesondere eine elektrische Größe der elektrolytisch wirksamen Schicht oder der Elektroden mithilfe von Elektroden wenigstens eines, insbesondere jedes Elektrodenpaares messbar ist und/oder eine Steuervorrichtung umfasst, mittels der eine elektrische Spannung an die Elektroden wenigstens eines Elektrodenpaares anlegbar ist und wenigstens eine der Elektroden des wenigstens einen Elektrodenpaares als eine flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht ausgebildet ist, insbesondere deren Fläche parallel zur Oberfläche des Untergrundes orientiert ist.

[0012] Unter einer elektrolytisch wirksamen Schicht wird hier eine Schicht verstanden, die entweder bereits ursprünglich, d. h. auch ohne Schaden verursachendes Ereignis, zumindest aber nach einem Schaden verursachenden Ereignis, wie z. B. einem Feuchtigkeitseintritt in die Schicht, einen Elektrolyten ausbildet. Die Schicht muss also zumindest so ausgebildet sein, dass eine Ionenwanderung in der Schicht möglich ist, z. B. nachdem sie feucht geworden ist. Zumindest mit Eintritt eines Schaden verursachenden Ereignisses, wie Feuchtigkeitseintritt wird somit die Schicht elektrisch leitfähig, sofern Sie es nicht auch bereits ohne das Ereignis ist.

[0013] Ein System der erfindungsgemäßen Art umfasst demnach immer wenigstens ein Elektrodenpaar aus zwei Elektroden, die über die elektrisch leitfähige und elektrolytisch wirksame Schicht miteinander elektrisch verbunden sind, so dass mittels dieser beiden Elektroden des wenigstens einen Elektrodenpaares eine Eigenschaft dieser Schicht, bevorzugt eine elektrische Größe der Schicht über eine Messvorrichtung ermittelt werden kann und anhand der gemessenen Größe, insbesondere des konkreten Wertes dieser Größe ein Rückschluss gezogen werden, ob ein Schaden verursachendes Ereignis stattgefunden hat.

[0014] Grundsätzlich kann die Erfindung vorsehen, jegliche Art von Eigenschaft, insbesondere elektrischer Eigenschaft der Schicht durch das Messen einer elektrischen messbaren Größe zu überwachen und aus einer Änderung des Messwertes oder einem Herausfallen des Messwertes aus einem Toleranzintervall oder bei Überschreiten bzw. Unterschreiten eines für einen Vergleich herangezogenen Vergleichswertes auf einen Schadensereignis zu schlie-

ßen und dieses zu signalisieren. Eine überwachende Messung kann zeitlich wiederholend stattfinden, so dass auch eine zeitliche Entwicklung beobachtbar und auswertbar ist.

[0015] Eine Ausführung kann z. B. vorsehen, dass der elektrische Widerstand der elektrolytisch wirksamen Schicht als Eigenschaft überwacht wird.

[0016] Es kann demnach im Rahmen eines Verfahrens zur Überwachung eines Untergrundes vorgesehen sein, den Widerstand zwischen den Elektroden zu messen und mit einem vorgegebenen Widerstands-Vergleichswert zu vergleichen, wobei bei einem Unterschreiten des Vergleichswertes aufgrund ansteigender Feuchtigkeit in der Schicht zwischen den wenigstens zwei Elektroden, dieses Unterschreiten als ein Ereignis signalisiert werden kann.

[0017] Eine Signalisierung kann allgemein zum Beispiel durch Fernwirkungssignale, wie eine Funkübertragung vorgenommen werden, so dass Wartungspersonal, zum Beispiel in einer entfernten Leitstelle, darüber informiert werden kann, dass ein Schaden verursachendes Ereignis, z. B. ein Feuchteintritt in einem solchen Bereich gegeben ist, der durch die Flächengröße der flächig ausgebildeten Elektrode überwacht wird.

[0018] Hier kann es beispielsweise vorgesehen sein, nach Fertigstellung eines Untergrundes oder einer Untergrundkonstruktion und Anbringung eines erfindungsgemäßen Systems auf dieser, einen Messwert für die überwachte Eigenschaft, z. B. also den Widerstand zwischen den Elektroden zu erfassen, der einen schadenfreien Referenzzustand, insbesondere also einen trockenen Referenzzustand widerspiegelt und somit zukünftig als Vergleichswert für Messungen herangezogen werden kann, um einen zukünftigen Schadeneintritt, z. B. also einen Feuchteintritt zwischen die Elektroden anhand des Unterschreitens oder Überschreitens eines Vergleichswertes, z. B. des Vergleichs-Widerstandsmesswertes anzuzeigen beziehungsweise zu signalisieren.

[0019] Statt oder zusätzlich zur beispielhaften Überwachung des Widerstandswertes kann es in anderen Ausführungen auch vorgesehen sein, z. B. die elektrische Impedanz oder eine Spannung, die zwischen zwei Elektroden anliegt oder einen Strom, der über die Elektroden und die elektrolytisch wirksame Schicht fließt oder die Dielektrizität der elektrolytisch wirksamen Schicht oder die chemische Zusammensetzung der elektrolytisch wirksamen Schicht, insbesondere des Elektrolyten dieser Schicht oder den pH-Wert der elektrolytisch wirksamen Schicht oder die Temperatur der elektrolytisch wirksamen Schicht überwachend zu messen, insbesondere nicht mehr tolerable Abweichungen zu signalisieren. Es können auch Größen überwacht werden, die nicht direkt ge-

messen werden, die sich aber aus mehreren anderen Messungen ergeben. Insbesondere kann auch eine Eigenschaft der Elektroden selbst gemessen werden, z. B. über die Elektrodenpolarisation. Hierfür können Elektrodenmaterialien gewählt werden, die gegenüber der gewünschten zu überwachenden Eigenschaft eine Sensitivität, insbesondere ausreichend große Sensitivität aufweisen.

[0020] Geeignete Untergründe, bei denen das System oder auch ein Verfahren zur Überwachung zum Einsatz kommen können sind in nicht abschließender Aufzählung z. B. Erdreich, eine Deponie, eine Betonunterkonstruktion, insbesondere eine stahlbewehrte Unterkonstruktion, bevorzugt eine Straße oder Brücke, bzw. allgemein Untergründe aus zementgebundenen Massen, insbesondere mit metallischer Bewehrung.

[0021] Die elektrolytisch wirksame Schicht kann in nicht abschließender beispielhafter Aufzählung z. B. ausgebildet werden durch eine zementöse ausgehärtete, insbesondere hydraulisch, latent-hydraulisch oder puzzolanisch ausgehärtete Schicht, wie z. B. ein Mörtel oder Beton oder durch ein offenporiges elektrolytfreies Gefüge, insbesondere einen offenporigen elektrolytfreien Schaum, das/der in seinen offenen Poren einen Elektrolyten bei einem Schadereignis aufnehmen kann, insbesondere hierdurch leitfähig wird oder durch ein offenporiges elektrolytgefülltes Gefüge, insbesondere einen offenporigen elektrolytgefüllten Schaum, insbesondere in dem sich die Elektrolytzusammensetzung bei einem Schadereignis ändert oder z. B. auch durch ein Gel, insbesondere dessen Feuchtegehalt, z. B. an Wasser änderbar ist. Erfindungsgemäße Systeme mit diesen oder auch hier nicht genannten anderen Schichten bzw. für die hier genannten oder auch nicht genannten Untergründe können mit allen weiteren in dieser Beschreibung genannten Ausführungen kombiniert werden.

[0022] Ein Verfahren zum Schutz eines Untergrundes vor Feuchteschäden kann es dabei weiterhin vorsehen, dass zwischen wenigstens zwei Elektroden eines Systems der vorgenannten beschriebenen Art mittels einer Steuervorrichtung eine Spannung angelegt wird. Dies kann z. B. erfolgen zum Zweck der Erzeugung einer Diffusionsbarriere.

[0023] So wird durch das Anlegen einer Spannung zwischen zwei Elektroden ein elektrisches Feld mit einer durch das Vorzeichen der Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden gegebenen Feldrichtung erzeugt, welches als Barriere dienen kann für Ionen, zum Beispiel Chloridionen, so dass durch ein solches Verfahren, insbesondere nach Feststellen eines Feuchteereignisses, zumindest das Eindringen schädigender Bestandteile, wie zum Beispiel von Chloridionen oder auch von anderen Ionen, wirksam durch

eine derart aufgebaute Diffusionsbarriere verhindert werden kann.

[0024] Auch kann durch das Anlegen einer Spannung ein kathodischer Korrosionsschutz erzielt werden.

[0025] Ein solches Verfahren zum Schutz eines Untergrundes bzw. einer Untergrundkonstruktion kann unabhängig von dem zuvor benannten Verfahren zur Überwachung eines Untergrundes bzw. einer Untergrundkonstruktion eingesetzt werden, in besonderer Ausführungsgestaltung jedoch ergänzend zu diesem, nämlich insbesondere dann, wenn zuvor im Rahmen der Überwachung ein Schaden verursachendes Ereignis, z. B. ein Feuchteeintritt in das erfindungsgemäße System festgestellt wurde.

[0026] Beispielsweise kann es hierfür vorgesehen sein, statt einer zuvor zum Zwecke der Überprüfung, insbesondere einer Widerstandsmessung vorgesehenen Messvorrichtung, nach Feststellen eines Schadensereignisses, insbesondere durch eingetretene Feuchtigkeit zwischen das überwachte Elektrodenpaar bzw. in die elektrolytisch wirksame Schicht, die Messvorrichtung von dem Elektrodenpaar abzuschalten und stattdessen die Steuervorrichtung an das Elektrodenpaar anzuschalten, um die Elektroden mit einer Spannung zu beaufschlagen, insbesondere um sodann die Diffusionsbarriere und/oder einen kathodischen Korrosionsschutz aufzubauen.

[0027] Insbesondere ein Zeitpunkt für eine nach dem Schadensereignis anstehende Wartung kann demnach besser überbrückt werden, ohne dass es in der Zwischenzeit zu signifikanten Schädigungen im Untergrund bzw. in der Untergrundkonstruktion kommen kann, da in der Zwischenzeit ein Korrosionsschutz erzielt wird.

[0028] Eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Systems kann es hier vorsehen, dass ein solches System direkt auf einem Untergrund, bzw. einer Untergrundkonstruktion, insbesondere einer stahlbewehrten Betonuntergrundkonstruktion befestigt ist bzw. verfahrensgemäß gefestigt wird.

[0029] Hierfür kann beispielsweise die elektrolytisch wirksame Schicht bzw. das Material zum Einsatz kommen, das auch diese Schicht ausbildet, in welcher wenigstens eine Elektrode des wenigstens einen vorhandenen Elektrodenpaares des System angeordnet ist. Besonders geeignet sind hierfür klebende Schichtmaterialien, wie z. B. die eingangs genannten zementgebundenen Massen, insbesondere Mörtel oder Beton oder schäumende Kleber.

[0030] Ein solches Material bzw. die daraus hergestellte Schicht kann demnach nicht nur die Funktion einer elektrolytisch leitfähigen Umgebung um die-

se wenigstens eine Elektrode übernehmen, sondern auch eine Befestigungsfunktion, um eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung mit dem Untergrund bzw. einer Untergrundkonstruktion zu erzielen.

[0031] Eine Befestigung muss vorliegend jedoch nicht zwingend erfolgen. Es besteht auch die Möglichkeit, ein erfindungsgemäßes System nur auf einen Untergrund aufzulegen oder eine Haftung nur durch Adhäsion zu erzielen. So kann auch ggfs. eine spätere rückstandslose Entfernung eines solchen Systems erfolgen.

[0032] Eine Ausführungsvariante des Systems kann es hierbei vorsehen, dass eine erste Elektrode eines Elektrodenpaares durch die flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht, z. B. der Mörtelschicht und eine zweite Elektrode eines Elektrodenpaares durch den Untergrund selbst (sofern dieser leitfähig ist) oder ein darin befindliches elektrisch leitfähiges Element ausgebildet ist, wie beispielsweise durch eine metallische Bewehrung der Untergrundkonstruktion gebildet ist, insbesondere wenn der Untergrund durch stahlbewehrten Beton gebildet wird.

[0033] Diese Ausbildung des Systems hat den Vorteil, dass eine der beiden Elektroden des wenigstens einen vorhandenen Elektrodenpaares direkt bereits durch Elemente des Untergrundes bzw. der Untergrundkonstruktion gebildet wird, nämlich beispielsweise durch Bewehrungselemente, insbesondere Bewehrungsstäbe oder Bewehrungsgitter. So kann demnach eine eingangs genannte Messvorrichtung beziehungsweise eine Steuervorrichtung sowohl an der metallischen Bewehrung der Untergrundkonstruktion als auch an einer in der Mörtelschicht angeordneten flächigen Elektrode angeschlossen werden und so die eingangs beschriebenen Funktionen wahrnehmen.

[0034] Ein derartiges System zur Überwachung beziehungsweise zum Schutz eines Untergrundes bzw. einer Untergrundkonstruktion kann demnach besonders kostengünstig ausgefertigt werden, da es lediglich der Anbringung einer weiteren Elektrode beziehungsweise mehreren flächigen nebeneinander angeordneten Elektroden oberhalb der Bewehrungselemente bedarf.

[0035] Gegebenenfalls als nachteilig wird bei einer solchen Konstruktion des Systems empfunden, dass festgestellte Feuchtigkeit in den Bereich zwischen einer flächigen Elektrode und dem Untergrund oder den Bewehrungselementen und somit bereits in den Untergrund/die Untergrundkonstruktion eingedrungen ist und somit bereits bei Signalisierung eines Feuchteintrags unmittelbar auch Schädigungen der Untergrundkonstruktion auftreten können. Allgemein wird also erst das bereits stattgefundene Eintreten einer Schädigung des Untergrundes bzw. der Untergrundkonstruktion detektiert.

[0036] Eine erfindungsgemäß bevorzugte Weiterbildung des Systems kann es demnach vorsehen, dass eine erste Elektrode des Elektrodenpaares durch die flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht, z. B. der Mörtelschicht und eine zweite Elektrode eines Elektrodenpaares durch eine weitere, insbesondere ebenfalls flächige Elektrode in derselben elektrolytisch wirksamen Schicht, insbesondere Mörtelschicht ausgebildet ist, wobei besonders bevorzugt beide Elektroden in der Mörtelschicht flächengleich und formgleich ausgebildet sind und in einer Abstandsrichtung fluchtend hintereinander und weiter bevorzugt parallel hintereinander liegen.

[0037] So kann bei einer solchen Ausfertigung des Systems das Gesamtsystem für sich autark realisiert werden, ohne den Untergrund oder Elemente der zu schützenden beziehungsweise zu überwachenden Untergrundkonstruktion in das System mit einzubinden.

[0038] Darüber hinaus hat diese Ausfertigung des Systems den Vorteil, dass das Unter-/Überschreiten wenigstens eines Vergleichswertes bei der Messung einer Eigenschaft, wie z. B. des Widerstandes zwischen zwei Elektroden eines derartig in der Schicht ausgebildeten Elektrodenpaares anzeigt, dass ein Schaden über dem Untergrund, aber noch nicht im Untergrund vorliegt, also z. B. Feuchtigkeit zwischen die beiden Elektroden des überwachten Elektrodenpaares eingedrungen ist, jedoch noch nicht in den Untergrund bzw. die Untergrundkonstruktion selbst, da erfindungsgemäß das System zur Überwachung beziehungsweise zum Schutz eines Untergrundes/einer Untergrundkonstruktion in Schwerkraftrichtung über dem Untergrund bzw. der zu überwachenden beziehungsweise zu schützenden Untergrundkonstruktion angeordnet wird.

[0039] Beispielsweise Feuchtigkeit ist demnach bei erstmaligem messtechnischem Feststellen zwar bis in einen Bereich zwischen die Elektroden vorgedrungen, jedoch noch nicht bis in die Untergrundkonstruktion selbst.

[0040] Insbesondere in diesem Fall ist es empfehlenswert, das Verfahren zur Überwachung eines Untergrundes/einer Untergrundkonstruktion zu kombinieren mit dem bereits zuvor beschriebenen Verfahren zum Schutz eines Untergrundes/einer Untergrundkonstruktion, um nämlich sodann nach Feststellung eines Schaden verursachenden Ereignisses, wie z. B. eines Feuchtigkeitseinbruches in dem System den darunter liegenden Untergrund/die darunter liegende Untergrundkonstruktion zu schützen durch Anschalten einer Spannung an die überwachten Elektroden des Elektrodenpaares oder aber auch an andere Elektroden innerhalb des erfindungsgemäßen Systems, um die bereits eingangs beschriebene Diffusionsbarriere gegen Ionen und/oder einen ka-

thodischen Korrosionsschutz auszubilden und so eine schädigende Einflussnahme auf den Untergrund oder Elemente in der Untergrundkonstruktion zu verhindern.

[0041] Wenngleich die Erfindung hier im Rahmen der Beschreibung des Systems im Wesentlichen in einer Realisation mit zwei Elektroden und somit einem Elektrodenpaar innerhalb der elektrolytisch wirksamen Schicht, z. B. Mörtelschicht des Systems bevorzugt beschrieben wird, kann eine Ausfertigung der Erfindung auch vorsehen, dass das System mehr als zwei Elektroden der zuvor beschriebenen Art innerhalb der Schicht, z. B. Mörtelschicht aufweist, so dass in vertikaler Richtung über einem Untergrund oder einer Untergrundkonstruktion auch örtliche Profile der überwachten Eigenschaft, z. B. Feuchtigkeitsprofile erfasst werden können, beispielsweise durch Messung der elektrischen Widerstände zwischen Elektrodenpaaren in unterschiedlicher Höhe der Schicht, insbesondere der bereits beschriebenen Mörtelschicht.

[0042] Insbesondere kann auch beim Einsatz von mehr als zwei Elektroden und besonders den zuvor beschriebenen flächig ausgebildeten Elektroden ebenso auch der Untergrund oder die Untergrundkonstruktion selbst mit in das System eingebunden werden, indem nämlich auch hier Elemente des Untergrundes, z. B. die Bewehrung als eine weitere Elektrode zur Bildung eines Elektrodenpaares mit einer solchen Elektrode innerhalb der elektrolytisch wirksamen Schicht, bevorzugt des Mörtels verwendet wird.

[0043] Z. B. kann, beispielsweise auch dauerhaft zwischen der Bewehrung und einer darüber liegenden Elektrode in der Schicht eine Spannung zur Erzeugung einer Diffusionsbarriere oder eines kathodischen Korrosionsschutzes erzeugt werden, wobei zwischen einem darüber liegenden Elektrodenpaar eine bestimmte Eigenschaft, z. B. der Widerstand gemessen wird.

[0044] Die eingangs beschriebenen flächigen Elektroden, von denen wenigstens eine innerhalb einer elektrolytisch wirksamen Schicht, z. B. einer Mörtelschicht oberhalb der zu schützenden beziehungsweise zur überwachenden Untergrundkonstruktion vorhanden ist, bevorzugt aber wenigstens zwei innerhalb der Schicht, z. B. der Mörtelschicht angeordnet sind, können beispielsweise ausgebildet sein, als eine Schicht von elektrisch leitfähigen Fasern, die in einem Matrixmaterial eingebunden sind, also z. B. in Mörtel oder Beton.

[0045] Als Faser können hier besonders bevorzugt Kohlenstofffasern zum Einsatz kommen, da diese selbst leitfähig, jedoch nicht selbst korrodierend sind und somit besondere Vorteile in Verbindung mit der

Erfindung bieten. Beispielsweise kann eine solche Schicht aus elektrisch leitfähigen Fasern dadurch ausgebildet werden, dass das Matrixmaterial, wie z. B. Mörtel oder Beton mit den elektrisch leitfähigen Fasern vermischt wird und eine solche Mischung flächig entweder unmittelbar auf dem Untergrund/der Untergrundkonstruktion oder zunächst auf einer darauf angebrachten Matrixmaterialsicht ohne Fasern z. B. Mörtelschicht ohne Fasern aufgebracht wird, so dass im Endeffekt nach Erstellung des erfindungsgemäßen Systems wenigstens eine solche Schicht, bevorzugt zwei solche Schichten, innerhalb der bereits zuvor genannten elektrisch leitfähigen und elektrolytisch wirksamen Schicht mit feuchtevariablem elektrischen Widerstand angeordnet sind. Das vorgenannte Matrixmaterial, das als Mischung mit Fasern eine flächige Elektrode bilden kann, kann somit bevorzugt ohne Faseranteil auch das Material der elektrolytisch wirksamen Schicht bilden.

[0046] Bevorzugt ist sicherzustellen, dass die Matrixmaterialmischung mit Fasern eine höhere elektrische Leitfähigkeit und somit einen geringeren elektrischen Widerstand aufweist als das Material, insbesondere dasselbe Matrixmaterial elektrolytisch wirksamen Schicht, in welche diese elektrisch leitfähige Schicht eingebettet ist.

[0047] Eine dem gegenüber bevorzugte Ausführungsform kann es hier vorsehen, eine flächige Elektrode durch ein flächiges leitfähiges Elektrodenelement mit in der Oberfläche des Elektrodenelementes angeordneten Durchgängen auszubilden.

[0048] Beispielsweise kann ein solches Elektrodenelement durch ein metallisches oder aber auch durch ein nicht-metallisches, jedoch zumindest leitfähiges, gelochtes Elektrodenelement ausgebildet sein, wobei die Lochung nicht zwingend einen kreisförmigen sondern gegebenenfalls auch eckigen Querschnitt aufweisen kann. Z. B. ein Lochblech oder ein Drahtgitter kann diesen Zweck erfüllen.

[0049] Eine weiterhin dem gegenüber bevorzugte Ausführungsform kann es vorsehen, dass ein solches Elektrodenelement als eine textile Mattenware oder textile Maschenware aus elektrisch leitfähigen Fasern, insbesondere ein Gewebe aus leitfähigen Fasern ausgebildet ist, insbesondere wobei die in der Maschenware gebildeten Maschen den zuvor benannten Durchgängen entsprechen.

[0050] Bei Vorhandensein von Durchgängen, z. B. Maschen wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die Durchgänge beziehungsweise die Maschen einen Querschnitt aufweisen, der größer ist als die größten Feststoffanteile im Schichtmaterial der elektrolytisch wirksamen Schicht, also z. B. größer als das Größtkorn des Mörtels oder Beton, der diese Schicht ausbildet, in der ein solches Elektrodenelement be-

ziehungsweise ein Paar aus zwei solcher Elektroden-elemente aufgenommen ist. Hierdurch wird nämlich erzielt, dass sich diese Feststoffanteile gut durch die Durchgänge hindurch erstrecken können und somit die Elektroden-elemente nicht schichtlösend in der Schicht, z. B. im Mörtel/Beton wirken können.

[0051] Bei der Ausbildung eines Elektrodenpaares aus einer solchen, insbesondere textilen Maschenware oder Mattenware kann es vorgesehen sein, demnach die jeweilige Maschenware/Mattenware, die eine Elektrode eines solchen Paares bildet, in der Schicht (z. B. dem Mörtel) und zur anderen Elektrode durch das Schichtmaterial (den Mörtel) beabstandet einzubringen. So können innerhalb der elektrolytisch wirksamen Schicht wenigstens zwei in vertikaler Richtung übereinander liegende flächige Elektroden aus der genannten Maschenware/Mattenware angeordnet werden, um zwischen diesen Elektroden die gewünschte Eigenschaft, z. B. den Widerstand zu messen beziehungsweise zum Schutz eine Spannung anzulegen.

[0052] Besonders vorteilhaft wird bei der Anwendung eines Elektrodenpaares innerhalb der genannten elektrolytisch wirksamen Schicht eine Ausführungsform angesehen, bei der das Elektrodenpaar aus zwei Lagen einer Mattenware oder Maschenware aus leitfähigen Fasern bereits als Einheit, insbesondere vorkonfektionierte Einheit auf Abstand gehalten ist. Dafür kann es vorgesehen sein, dass die beiden Lagen der Mattenwaren/Maschenwaren durch ein Gewirk nicht leitender Fasern, insbesondere aus Kunststofffasern, auf Abstand gehalten sind. Das Gewirk kann dabei bevorzugt jeweils auch die Fasern der Mattenware/Maschenware umschlingen, so dass die beiden Maschenwaren/Mattenwaren und das Gewirk eine bauliche Einheit bilden, insbesondere ein solche, die auch aufwickelbar ist.

[0053] Die Anordnung eines Elektrodenpaares kann bei dieser Ausfertigung sehr gut als vorkonfektionierte Bauteil bereitgehalten werden, um dieses auf einem Untergrund bzw. einer Untergrundkonstruktion auszulegen, entweder unmittelbar auf die Untergrundkonstruktion oder in eine zunächst darauf ausgebrachte Verbindungsschicht, insbesondere Mörtelschicht oder Betonschicht.

[0054] Das Elektrodenpaar kann sodann in die Verbindungsschicht, z. B. Mörtelschicht oder Betonschicht eingebettet werden, durch weiteren Auftrag von Schichtmaterial, z. B. von Mörtel oder Beton, das/der sich durch die Maschen/Durchgänge hindurch und somit durch das Elektrodenpaar verteilt, so dass im Endeffekt ein erfindungsgemäßes System entsteht, bei dem ein Elektrodenpaar aus mit dem Abstandsgewirk auf Abstand gehaltenen Maschenwaren/Mattenwaren in der elektrolytisch leitfähigen

Schicht, insbesondere Mörtelschicht oder Betonschicht angeordnet ist.

[0055] Eine andere Alternative kann auch vorsehen als flächige Elektrode ein nichtleitendes Träger-element elektrisch leitfähig zu beschichten.

[0056] Ein erfindungsgemäß bevorzugt eingesetztes Verfahren zur Herstellung eines Systems zur Überwachung und/oder zum Schützen eines Untergrundes/einer Untergrundkonstruktion kann es demnach allgemein vorsehen, dass wenigstens ein flächiges, insbesondere vorkonfektioniertes Elektroden-element oder wenigstens ein Paar aus zwei flächigen, insbesondere vorkonfektionierten und beabstandeten Elektroden-elementen, die eine Bauteileinheit bilden, insbesondere wobei ein jedes Elektroden-element eine Maschenware oder Mattenware aus leitfähigen Fasern umfasst, auf einem Untergrund bzw. einer Untergrundkonstruktion, wie beispielsweise einer Fahrbahn, ausgelegt werden, wobei ein solches Auslegen zum Beispiel durch ein Abrollen von einem Wickel erfolgen kann.

[0057] Da solche insbesondere vorkonfektionierten Elektroden-elemente beziehungsweise Elektroden-paare nur in einer bestimmten maximalen Flächen-größe hergestellt werden können, kann es die Erfindung weiterhin vorsehen, dass das Auslegen wenigstens eines solchen flächigen insbesondere vorkonfektionierten Elektroden-elementes beziehungsweise insbesondere vorkonfektionierten Paares aus zwei Elektroden-elementen mehrfach in wenigstens einer Richtung wiederholt nebeneinander, insbesondere in Erstreckungsrichtung des Untergrundes der Untergrundkonstruktion erfolgt, um so eine große Fläche des Untergrundes/der Untergrundkonstruktion überwachen beziehungsweise schützen zu können, wobei durch jedes insbesondere vorkonfektionierte Elektroden-element beziehungsweise Paar von zwei Elektroden-elementen, ein überwachter beziehungsweise schützbarer Flächenbereich definiert wird.

[0058] Z. B. bei der Anwendung im Straßenbau/Brückenbau kann es vorgesehen sein, dass Elektroden-elemente oder vorkonfektionierte Paare aus zwei Elektroden-elementen, insbesondere solche die bereits durch Abstandselemente miteinander auf Abstand verbunden sind, in einer Fertigungslänge bereitgestellt werden, die der Breite einer Fahrbahn oder auch der Breite zweier oder auch mehrere Fahrbahnen, insbesondere auch der Breite von einer oder mehrerer Hin- und Rückfahrbahnen entsprechen. Quer zur Fahrbahnrichtung können sodann die Elektroden-elemente jeweils die gesamte Straßenbreite oder zumindest ganze Fahrbahn-teile hiervon überdecken und in Straßenerstreckungsrichtung mehrfach nebeneinander gelegt werden.

[0059] Durch die Einbettung eines solchen, insbesondere vorkonfektionierten Elektrodenelementes beziehungsweise Paares aus zwei, insbesondere bereits vorkonfektioniert mit Abstandsgewirk verbundenen Elektrodenelementen, kann weiterhin auch zeitgleich eine Befestigung an einem Untergrund/einer Untergrundkonstruktion erfolgen, nämlich mit demselben Schichtmaterial, insbesondere Mörtel oder Beton, das auch für die Einbettung der wenigstens einen flächigen Elektrode in die elektrolytisch wirksame Schicht Verwendung findet.

[0060] Jede Elektrode beziehungsweise jedes Elektrodenpaar kann erfindungsgemäß mit einer Messvorrichtung zum Messen einer Eigenschaft, insbesondere elektrischen Eigenschaft und bevorzugt des elektrischen Widerstandes zwischen zwei Elektroden und/oder mit einer Steuervorrichtung zum Anlegen einer Spannung zwischen zwei Elektroden verbunden werden, um die Überwachung und/oder den Schutz desjenigen Flächenbereiches zu erzielen, der durch die Flächengröße eines Elektrodenelementes beziehungsweise insbesondere vorkonfektionierten Paares eines Elektrodenelementes beziehungsweise insbesondere vorkonfektionierten Paares abgedeckt wird.

[0061] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figur näher beschrieben.

[0062] Die **Fig. 1** zeigt als Beispiel einer Anwendung das System in Verbindung mit einer Brücke **1** beziehungsweise allgemein mit einer Fahrbahn **1** als zu schützende Untergrundkonstruktion.

[0063] In der Längserstreckungsrichtung beziehungsweise Fahrtrichtung **2** sind hier über die Breite der Fahrbahn hinweg in dieser Ausfertigung vorkonfektionierte, auf Abstand gehaltene Elektrodenpaare **3** angeordnet, wobei jedes Elektrodenpaar **3** gemäß der Detailansicht eine obere Maschenware **3a** und eine untere Maschenware **3b** umfasst, wobei beide Maschenwaren **3a** und **3b** durch ein Abstandsgewirk **3c** auf einen gewünschten Abstand gehalten sind.

[0064] Das Abstandsgewirk ist hier in dieser Ausfertigung aus nicht-leitenden Kunststoffasern ausgebildet, wobei die beiden Maschenwaren **3a** und **3b** aus leitfähigen Fasern, zum Beispiel Kohlenstofffasern, ausgebildet sind und die jeweiligen Maschen einen Querschnitt aufweisen, der größer ist als das Größtkorn des Mörtels, der diejenige Mörtelschicht **4** ausbildet, in welcher das vorkonfektionierte Elektrodenpaar **3** eingebettet ist. Die Maschenwaren und das Abstandsgewirk bilden hier eine Bauteileinheit.

[0065] Alternativ können natürlich auch Drahtgitter als Elektrodenelement zum Einsatz kommen, insbesondere solche die durch nichtleitende Abstandshal-

ter bereits auf festem Abstand gehalten werden und ein vorkonfektioniertes Bauteil bilden.

[0066] Die Erfindung kann demnach hier vorsehen, auf einer Untergrundkonstruktion, wie hier der Fahrbahn **1** eine Mörtelschicht aufzutragen, in diese Mörtelschicht, insbesondere quer zur Fahrtrichtung, ein vorkonfektioniertes Elektrodenelement **3** mit wenigstens einem Elektrodenpaar einzulegen, das Elektrodenelement **3** und dessen innere Hohlräume durch den Mörtel aufzufüllen und mit Mörtel zu überdecken, so dass sich insgesamt eine Mörtelschicht **4** ergibt, in welcher das vorkonfektionierte Elektrodenpaar eingeschlossen ist.

[0067] Hier ist der Mörtel für die Mörtelschicht **4** derart ausgewählt, dass dessen elektrischer Widerstand abhängig ist von der Feuchte des Mörtels. Der Mörtel bildet somit eine elektrolytisch wirksame Schicht im Sinn der Erfindung.

[0068] Es kann so durch eine Widerstandsmessung zwischen den Maschenwaren **3a** und **3b**, die hier als Elektrodenflächen mit offener Oberfläche dienen, festgestellt werden, ob in die Mörtelschicht **4** Feuchtigkeit eingedrungen ist.

[0069] Unten an die Mörtelschicht **4** schließt die Untergrundkonstruktion **1** an, wobei oberhalb der Mörtelschicht **4** und somit oberhalb des erfindungsgemäßen Systems ein weiterer Fahrbahnaufbau **5** von grundsätzlich beliebiger Art anschließen kann. Hieraus ergibt sich, dass das erfindungsgemäße System Teil eines Gesamtaufbaus wie zum Beispiel einer Straße, einer Brücke oder auch eines sonstigen Bauwerkes bilden kann.

[0070] Die beiden Elektrodenflächen, die durch die Maschenwaren **3a** und **3b** gebildet werden, sind hier zum Zweck der Überwachung an eine Messvorrichtung angeschlossen, um denjenigen Flächenbereich der Untergrundkonstruktion, der durch ein Elektrodenpaar **3** überdeckt ist, auf Feuchte hin zu überwachen beziehungsweise durch Anschalten einer Spannung zum Schutz einer Diffusionsbarriere aufzubauen.

[0071] Die **Fig. 1** zeigt weiterhin, dass aufgrund begrenzter Fertigungsbreiten **B** von Elektrodenpaar-Elementen **3** es vorgesehen sein kann, ein jeweiliges Elektrodenelement **3** quer über die gesamte Fahrbahnbreite auszulegen und in Fahrtrichtung, das heißt in vorgesehener Fahrtrichtung, mehrere solche Elektrodenelemente hintereinander anzuordnen, so dass großflächig eine Fahrbahn insgesamt und grundsätzlich in beliebiger Länge überwacht werden kann.

[0072] Jedes einzelne Elektrodenpaar-Element **3**, das hier aus dem mit Abstandsgewirk **3c** verbunde-

nen Maschenwaren **3a** und **3b** besteht, bildet einen eigenen überwachbaren Flächenbereich, der jeweils individuell für sich mit einer Messvorrichtung verbunden sein kann. Es kann hier auch vorgesehen sein, mehrere Elektrodenpaar-Elemente **3** mit derselben Messvorrichtung zu verbinden, wobei diese Messvorrichtung jedoch für jedes Elektrodenpaar individuell eine Widerstandsmessung vornimmt.

[0073] Auch kann es hier vorgesehen sein, die unteren oder die oberen Elektroden untereinander alle zu verschalten, da sich dennoch eine Flächenauflösung durch die jeweils zugeordnete und individuell verschaltete gegenüberliegende Elektrode ergibt.

[0074] Nicht visualisiert, jedoch vorgesehen sein kann es, dass bei Unterschreiten eines Widerstandsgrenzwertes bei einem Elektrodenpaar **3**, dieses Unterschreiten visualisiert, akustisch oder durch Telekommunikation angezeigt wird. Es kann demnach vorgesehen sein, dass eine Messvorrichtung Sende-mittel umfasst, um beispielsweise über Mobilfunk eine Warnmeldung über den festgestellten Feuchteintritt an eine Leitstelle oder sonstige Überwachungsstelle zu übermitteln.

[0075] So, wie hier die Möglichkeit gegeben ist, die Elektroden, beziehungsweise Maschenwaren **3a** und **3b**, mit einer Messvorrichtung zu verbinden, um den Widerstand zwischen diesen Elektroden zu messen, kann es ebenso vorgesehen sein, zum Schutz und insbesondere zum Aufbau einer Diffusionsbarriere und/oder kathodischen Korrosionsschutzes zwischen den Elektrodenflächen, beziehungsweise Maschenwaren **3a** und **3b**, eine Spannung an diese Elektrodenflächen anzulegen.

[0076] Je nach Richtung des hierdurch aufgebauten elektrischen Feldes, wird eine Diffusionsbarriere für entweder positiv oder negativ geladene Ionen ausgebildet, so dass beispielsweise eine Feldrichtung beziehungsweise Spannungspolarität gewählt werden kann, um eine Diffusionsbarriere für Chloridionen aufzubauen, da voraussichtlich hauptsächlich diese Ionenart durch Tausalzeintrag auf einer Fahrbahnoberfläche auftreten wird.

[0077] Aufgrund der Flexibilität eines Elektroden-paares **3** wegen des Aufbaus als mit Abstandsgewirk verbundene Maschenware, kann ein Herstellungsverfahren hier vorsehen, dass quer zur Fahrbahnrichtung solche vorkonfektionierten Elektroden-elemente in ein Mörtelbett abgerollt werden oder unmittelbar auf die trockene Untergrundkonstruktion **1** abgerollt werden und sodann durch Auftragen von Mörtel in die Mörtelschicht **4** eingebettet werden. Es bildet sich so auf der Untergrundkonstruktion das erfindungsgemäße System, das sodann mit weiteren Aufbauten, z. B. einem Fahrbahnbelag belegt werden kann.

[0078] Das erfindungsgemäße System bildet somit sodann für die Zukunft ein untrennbar mit dem Gesamtbauwerk verbundenes Element, das fortwährend für die Überwachung oder zum Schutz der Untergrundkonstruktion verwendet werden kann.

Patentansprüche

1. System zur Überwachung eines Untergrundes (**1**) hinsichtlich Schäden und/oder zum Schutz eines Untergrundes (**1**) vor Schäden, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. es eine elektrolytisch wirksame Schicht (**4**) umfasst, die einen feuchtigkeitsabhängigen elektrischen Widerstand aufweist und
- b. es wenigstens ein Elektrodenpaar aufweist, deren beabstandete Elektroden (**3a**, **3b**) über die elektrolytisch wirksame Schicht (**4**) miteinander verbunden sind, und
- c. es eine Messvorrichtung umfasst, mittels welcher eine Eigenschaft, insbesondere eine elektrische Größe der elektrolytisch wirksamen Schicht (**4**) oder der Elektroden (**3a**, **3b**) mithilfe von Elektroden (**3a**, **3b**) wenigstens eines Elektrodenpaares, insbesondere jedes Elektrodenpaares messbar ist und/oder eine Steuervorrichtung umfasst mittels der eine elektrische Spannung an die Elektroden (**3a**, **3b**) wenigstens eines Elektrodenpaares, insbesondere jedes Elektrodenpaares anlegbar ist und
- d. wenigstens eine der Elektroden (**3a**, **3b**) des wenigstens einen Elektrodenpaares als eine flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht (**4**) ausgebildet ist, insbesondere deren Fläche parallel zur Oberfläche des Untergrundes (**1**) orientiert ist.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eigenschaft, insbesondere die elektrische Größe eine der folgenden ist:

- a. der elektrische Widerstand;
- b. die elektrische Impedanz;
- c. eine Spannung, die zwischen zwei Elektroden anliegt;
- d. ein Strom, der über die Elektroden und die elektrolytisch wirksame Schicht fließt; die Dielektrizität der elektrolytisch wirksamen Schicht.

3. System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eigenschaft eine solche ist, die aus einer elektrischen Größe nach Anspruch 2 bestimmt ist, insbesondere die Eigenschaft eine der folgenden ist:

- a. die chemische Zusammensetzung der elektrolytisch wirksamen Schicht, insbesondere des Elektrolyten dieser Schicht;
- b. der pH-Wert der elektrolytisch wirksamen Schicht;
- c. die Temperatur der elektrolytisch wirksamen Schicht.

4. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Untergrund ausgebildet ist durch wenigstens einen der folgenden:

- a. Erdreich;
- b. eine Deponie;
- c. eine Betonunterkonstruktion, insbesondere eine stahlbewehrte Unterkonstruktion, bevorzugt eine Straße oder Brücke;
- d. Metallische Konstruktion.

5. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrolytisch wirksame Schicht ausgebildet ist durch wenigstens eine der folgenden:

- a. Eine zementöse ausgehärtete, insbesondere eine hydraulisch, latent-hydraulisch oder puzzolanisch gehärtete Schicht, bevorzugt Mörtel oder Beton;
- b. ein offenporiges elektrolytfreies Gefüge, insbesondere ein offenporige elektrolytfreier Schaum, insbesondere in dem ein bei einem Schadensereignis entstehender Elektrolyt aufnehmbar ist;
- c. ein offenporiges elektrolytgefülltes Gefüge, insbesondere ein offenporiger elektrolytgefüllter Schaum, insbesondere in dem die Elektrolytzusammensetzung durch ein Schadenereignis änderbar ist;
- d. ein Gel.

6. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es mittels der elektrolytisch wirksamen Schicht, insbesondere einem Mörtel oder Beton am Untergrund befestigt ist.

7. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Elektrode eines Elektrodenpaares durch die flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht und eine zweite Elektrode eines Elektrodenpaares durch den Untergrund oder ein darin befindliches elektrisch leitfähiges Element ausgebildet ist, insbesondere durch eine elektrisch leitfähige Bewehrung einer Stahlbetonunterkonstruktion gebildet ist.

8. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Elektrode (3a) eines Elektrodenpaares durch die flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht (4) und eine zweite Elektrode (3b) eines Elektrodenpaares durch eine weitere, insbesondere ebenfalls flächige Elektrode in der elektrolytisch wirksamen Schicht (4) gebildet ist, insbesondere wobei die beiden Elektroden (3a, 3b) in der elektrolytisch wirksamen Schicht flächengleich sind, insbesondere in Abstandsrichtung fluchtend hintereinander liegen.

9. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine flächige Elektrode (3a, 3b) ausgebildet ist, insbesondere alle flächigen Elektroden ausgebildet sind als

- a. eine Schicht von in einem Matrixmaterial eingebundenen elektrisch leitfähigen Fasern, insbesondere

re Kohlenstofffasern, insbesondere ausgebildet ist durch eine Schicht einer flächig verteilten Mischung von leitfähigen Fasern und einem Matrixmaterial, insbesondere zementgebundenem Material, bevorzugt Mörtel oder Beton

- b. textile Mattenware oder Maschenware aus elektrisch leitfähigen Fasern, insbesondere Kohlenstofffasern,

c. ein flächiges leitfähiges Elektrodenelement, insbesondere aus einem Metall, mit in der Fläche des Elektrodenelementes angeordneten Durchgängen,

- d. eine leitfähige Beschichtung auf einem nichtleitenden Trägerelement

- e. eine leitfähige Beschichtung

10. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Elektrodenpaar ausgebildet ist als zwei mit Abstandhaltern (3c) auf Abstand gehaltene flächige Elektroden (3a, 3b), insbesondere wobei die flächigen Elektroden (3a, 3b) aus je einer Matten- oder Maschenware aus leitfähigen Fasern, insbesondere Kohlenstofffasern ausgebildet sind, insbesondere wobei die beiden Lagen der Maschen-/Mattenware durch ein Gewirk (3c) nichtleitender Fasern, insbesondere Kunststofffasern auf Abstand gehalten sind.

11. System nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einem zu überwachenden und/oder zu schützenden Untergrund (1) eine Vielzahl von flächigen, insbesondere vorkonfektionierten flächigen Elektrodenelementen (3a, 3b) oder insbesondere vorkonfektionierten Paaren von Elektrodenelementen (3a, 3b) in wenigstens einer Richtung nebeneinander angeordnet sind, und jedes Elektrodenelement (3a, 3b) oder Paar einen individuell überwachbaren und/oder schützenden Bereich bildet.

12. Verfahren zur Herstellung eines Systems zur Überwachung und/oder zum Schützen eines Untergrundes, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein flächiges, insbesondere vorkonfektioniertes Elektrodenelement (3a) oder wenigstens ein Paar aus zwei insbesondere vorkonfektionierten flächigen und beabstandeten Elektrodenelementen (3a, 3b), insbesondere jeweils umfassend eine Maschen-/Mattenware aus leitfähigen Fasern auf einem Untergrund (1), insbesondere einer Fahrbahn ausgelegt wird, insbesondere auf dem Untergrund (1) abgerollt wird, bevorzugt mehrfach wiederholt in wenigstens einer Erstreckungsrichtung des Untergrundes (1) und mit einer elektrisch leitfähigen Schicht (4), deren Leitfähigkeit von der Feuchtigkeit der Schicht abhängt, umgeben werden, so dass sich eine Schicht ausbildet, in welcher wenigstens ein flächiges Elektrodenelement (3a, 3b) eingebettet ist, insbesondere wobei mit der Schicht (4) eine Befestigung an dem Untergrund (1) erfolgt und die Elektroden (3a, 3b), insbesondere jede Elektrode (3a, 3b) mit einer Messvorrichtung zum

Messen einer Eigenschaft, insbesondere einer elektrischen Größe zwischen zwei Elektroden (**3a, 3b**) und/oder mit einer Steuervorrichtung zum Anlegen einer Spannung zwischen zwei Elektroden (**3a 3b**) verbunden wird.

13. Verfahren zur Überwachung eines Untergrundes hinsichtlich Schäden, insbesondere Feuchteschäden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen wenigstens zwei Elektroden (**3a, 3b**) eines Systems nach einem der vorherigen Ansprüche ein Wert einer Eigenschaft des Systems, insbesondere einer elektrischen Größe des Systems, bevorzugt ein Wert für den elektrischen Widerstand zwischen den Elektroden (**3a, 3b**) gemessen und mit wenigstens einem Vergleichswert verglichen wird, wobei bei einem Unterschreiten oder Überschreiten des wenigstens einen Vergleichswertes, insbesondere aufgrund ansteigender Feuchtigkeit zwischen den wenigstens zwei Elektroden (**3a, 3b**) eine Signalisierung erfolgt.

14. Verfahren zum Schutz eines Untergrundes vor Schäden, insbesondere Feuchteschäden und/oder Schäden infolge des Eindringens von Schadstoffen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen wenigstens zwei Elektroden (**3a, 3b**) eines Systems nach einem der vorherigen Ansprüche mittels einer Steuervorrichtung eine Spannungsdifferenz angelegt wird, insbesondere zur Erzeugung einer Diffusionsbarriere oder eines kathodischen Korrosionsschutzes, insbesondere wobei das Anlegen der Spannung, bevorzugt automatisch erfolgt nach Signalisierung des Unterschreitens oder Überschreitens des wenigstens einen Vergleichswertes zwischen den Elektroden gemäß Anspruch 12.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

