

Mauerwerkssanierung mit dem Spiralankersystem – Konzept, Wirkprinzip und maßgebende Materialeigenschaften

Dipl.-Ing. Michael Neubert, Rubersteinwerk GmbH, Lichtenstein



Dipl.-Ing. Michael Neubert

Jahrgang 1975

1996 bis 2001 Studium des Bauingenieurwesens an der Bauhaus-Universität Weimar, Vertiefungsrichtung Holz- und Mauerwerksbau sowie Bauwerkserhaltung und Sanierung, hierbei u.a. Verfassung einer Studienarbeit zum Thema „Spiralankersystem“

anschl. wissenschaftliche Mitarbeit am Institut für Bauphysik an der Bauhaus-Universität Weimar

seit 2002 freiberufliche Tätigkeit als Dozent und Lehrbeauftragter für Mathematik und (Bau-)Technik

2004 bis 2006 Planungsingenieur in einem konstruktiven Ingenieurbüro

seit 2006 Produktmanager Spiralankersystem und Mitglied der Geschäftsleitung, Rubersteinwerk GmbH

Zusammenfassung

Nach kurzen Ausführungen zur Entwicklung des Spiralankersystems im deutschsprachigen Raum werden grundsätzliche Aufgabe, Wirkprinzip und maßgebende Materialeigenschaften des Ruberstein® Spiralankersystems bei der Sanierung gerissener Mauerwerkskonstruktionen erläutert. Abschließend wird ein Bemessungskonzept vorgestellt, welches die Ermittlung der für eine Rissanierung erforderlichen Spiralankermenge auf der Grundlage einer Rissbreitenbeschränkung sowie der im Mauerwerk dauerhaft auftretenden Zwangzugbeanspruchungen infolge Temperaturdehnungen ermöglicht.

Einleitung

Das Spiralankersystem für die Sanierung von rissgeschädigten Mauerwerkskonstruktionen hat in den letzten Jahren zunehmend an Bekanntheit und Bedeutung gewonnen. Doch bereits vor ca. 10 Jahren boten die sächsische Firma Rubersteinwerk GmbH gemeinsam mit der weltweit agierenden Firma Brutt Saver (damals noch Brutt Helical) das ursprünglich von zwei britischen Ingenieuren entwickelte System erstmalig auf dem deutschsprachigen Markt an. Der Markteintritt gestaltete sich aber zunächst schwieriger als erhofft, da u.a. das vorhandene Zahlenmaterial nur teilweise den deutschen Vorstellungen entsprach. Hieraus formierten sich drei parallele Entwicklungen, welche jeweils auf ihre Art zur Verbreitung des Spiralankersystems beitrugen: Zum einen gab (und gibt) es die aufgeschlossenen Denkmalschützer und Bausanierer, welche sich mit Ingenieurverstand durch eigene Versuche und reichhaltige Anwendungen einen Erfahrungsschatz erarbeiteten, der über manches, mittlerweile entwickelte theoretische Bemessungskonzept hinaus geht. Ein typisches Beispiel hierfür sind die Restauratoren des Bundesdenkmalamtes in Wien, welche seit über 7 Jahren das Spiralankersystem äußerst erfolgreich bei der Sanierung von Bauwerken in der österreichischen Bundeshauptstadt einsetzen. Zum Zweiten erkannten nach den Anfangsjahren die deutschen Herstellerfirmen der Systemkomponenten, dass ohne Zahlenmaterial aus eigenen Prüfungen bei einem Großteil deutscher Ingenieure auf Dauer kein Interesse zu wecken ist. Somit wurden Untersuchungen an verschiedenen Universitäten und Prüfanstalten beauftragt, welche zunächst aber noch relativ unkoordiniert, später aber auf konkrete Zielwerte ausgerichtet waren und damit erheblich zur Akzeptanz des Spiralankersystems in Planungsbüros beigetragen haben. Dieser Entwicklung ist auch das Erscheinen eines Fachbuches im Herbst 2008 zu verdanken, welches erstmalig ein geschlossenes Bemessungskonzept für den Einsatz von Spiralankern bei der Rissanierung im Mauerwerk vorstellt [1]. Drittens schließlich haben sich in den vergangenen Jahren ein bis zwei weitere Anbieter auf dem Markt etabliert, welche quasi als Händler der einzelnen Systemkomponenten ihr jeweils eigenes Spiralankersystem anbieten und somit gemäß dem Grundsatz, dass Konkurrenz das Geschäft belebt, ebenfalls nicht unerheblich zur Bekanntheit des innovativen Sanierungsverfahrens beigetragen haben.

Trotz der geschilderten Entwicklung besteht nach wie vor in vielen Ingenieurbüros und bei etlichen Anwendern Unkenntnis über die genauen Wirkprinzipien, Einsatzfelder und Konstruktionsregeln des Spiralankersystems, was in der Baupraxis häufig dazu führt, dass das System anhand falscher Kennwerte beurteilt und sein Einsatz gegenüber herkömmlichen Verfahren infolge ungeeigneter Vergleichsgrößen infrage gestellt wird. Hier etwas Licht in das Dunkel mancher Vorurteile und Fehleinschätzungen zu bringen ist Anliegen des vorliegenden Beitrages.

Ausgangssituation und Aufgabe des Spiralankersystems

Die Ausgangslage der Sanierung mit dem Spiralankersystem bildet ein gemauertes Bauwerk, welches infolge unplanmäßig auftretender Zugbeanspruchungen verschiedener Ursachen aufgrund der im Mauerwerk nur im geringen Maße vorhandenen Zugfestigkeit Rissbildungen aufweist. Die Standsicherheit ist dadurch jedoch in aller Regel nicht gefährdet, da die planmäßige Lastabtragung im Mauerwerk über Druckbeanspruchung erfolgt. Ausnahme bilden Rissbildungen im Bereich von gemauerten (Bogen-)Stürzen sowie Risse im Zusammenhang mit Bauteilneigungen infolge desolater oder fehlender Fundamentkonstruktionen. Aber auch ohne eine Gefährdung der Standsicherheit besteht Handlungsbedarf, da in jedem Fall die Gebrauchstauglichkeit (physikalischer Bautenschutz) oder zumindest die Ästhetik eines Bauwerkes durch Rissbildungen gestört ist. Risse stellen außerdem für zukünftige Beanspruchungen im Bauwerk, welche im Übrigen auch durch eine Rissanierung nicht beseitigt werden können, immer eine Schwachstelle dar, was in der Regel an fortdauernden Rissflankenbewegungen sichtbar wird. Die am häufigsten in der Praxis anzutreffende Situation ist die Rissentstehung aufgrund eines einmaligen oder abklingenden Ereignisses (z.B. Lastumlagerungen, Erschütterungen, Schwindprozesse) mit anschließend bleibender Rissbewegung aufgrund wiederkehrender Prozesse (z.B. Temperaturverformungen). Trotz solider Ursachenforschung im Vorfeld einer Rissanierung sowie der Durchführung flankierender Maßnahmen lassen sich nicht alle Ursachen für (unplanmäßige) Zugbeanspruchungen im Mauerwerk beseitigen. Ziel einer Sanierung und somit Aufgabe des Spiralankersystems ist es demnach die infolge bleibender Zugbeanspruchungen zu erwartenden Bewegungen der vorhandenen Risse zu behindern sowie gleichzeitig die Entstehung neuer Risse an anderer Stelle zu verhindern. Da es hier in aller Regel um die Absicherung gegenüber Zwangbeanspruchungen (z.B. infolge Temperaturänderungen) zur Wiederherstellung bzw. Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit anstatt um die Aufnahme von Lasten im Sinne der Standsicherheit geht, stellt sich die oftmals als entscheidend angeführte Frage nach einer bauaufsichtlichen Zulassung des Systems hier so nicht.

Das Spiralankersystem besteht aus einem spiralförmigen Bewehrungsstab aus austenitischem Edelstahl (wahlweise in den Nenndurchmessern 6, 8 oder 10 mm), welcher aus einem kleineren Rundquerschnitt gewalzt und dabei gleichzeitig verdrillt wird (Abb. 1), sowie einem zweikomponentigen mineralischen Ankervergussmörtel, welcher in seinen Festigkeitswerten und seinem Fließverhalten exakt auf den Einsatz in Verbindung mit den Spiralankern sowie den oben beschriebenen Sanierungszielen abgestimmt ist. Zusätzlich werden je nach Einsatzgebiet und Einbausituation verschiedene Zubehörteile, welche hier nicht näher erläutert werden sollen, angeboten.



Abb. 1: Ruberstein® Spiralanker

Die Rissanierung mit dem Spiralankersystem geschieht prinzipiell nach folgendem Schema:

- Mauerwerk senkrecht zum Rissverlauf (vorzugsweise im Bereich der Lagerfugen) aufschlitzen (Abb. 2/1)
- Fuge reinigen und vornässen
- erste Lage Ankermörtel einbringen
- Spiralanker in die Mörtelvorlage eindrücken (Abb. 2/2)
- zweite Lage Ankermörtel einbringen und Fuge verschließen (Abb. 2/3)



Abb. 2: Verarbeitungsschritte bei der horizontalen Verlegung von Spiralankern

Hinsichtlich Fugengeometrie, Ankerlängen und Anordnung der Spiralanker (vertikale Abstände, seitlicher Versatz etc.) existieren auf der Grundlage der langjährigen Erfahrungen, gewonnenen Prüfwerte und entwickelten Bemessungskonzepte ausführliche Konstruktionsregeln, welche von der Firma Rubersteinwerk GmbH in Form von Systemunterlagen zur Verfügung gestellt werden.

Eine in diesem Zusammenhang oftmals gestellte Anfrage an das Sanierungssystem bezieht sich auf die bezüglich des Wandquerschnittes außermittige Verlegung der Spiralanker, welche bei einer empfohlenen Fugen- / Schlitztiefe von ca. 5 cm und nur einseitiger Zugängigkeit der Bausubstanz in den allermeisten Fällen gegeben ist. Die Verkürzung der Wandabschnitte zwischen den Rissen z.B. infolge Temperaturänderungen wird somit nur einseitig behindert, was theoretisch zu einer Wölbung / Krümmung der Wandscheibe führen kann. In der Praxis tritt dieser Fall aber nur bei sehr langen, hohen und unausgesteiften Wänden auf, da ansonsten die im Gebäude vorhandenen Decken und Querwände als Widerlager für die aus dem infolge der Außermittigkeit in die Wand eingetragenen Biegemoment resultierenden Querkräfte fungieren. Zur Vermeidung dieser Außermittigkeit ist die beidseitige Verlegung der Spiralanker am wirksamsten. Diese Anordnung sollte vor allem auch dann gewählt werden, wenn Spiralanker neben der Rissanierung zur nachträglichen Bewehrung (z.B. im Sturzbereich gemauerter Wände) eingesetzt werden sollen.

Neben dem Hauptanwendungsgebiet, der horizontalen Verlegung zur Rissanierung, werden die Spiralanker auch als Vernadelung zur Stabilisierung gemauerter (Wand-)Konstruktionen sowie zur nachträglichen Verankerung von mehrschaligem Mauerwerk eingesetzt. Die im Folgenden diskutierten Kennwerte und Randbedingungen zielen vorrangig auf die Rissanierung, gelten aber grundsätzlich auch für die anderen Einsatzgebiete des Spiralankersystems.

Wirkprinzip und abgeleitete Materialeigenschaften

Eine der ersten Fragen, die bei der Vorstellung des Spiralankersystems sowohl von Planern als auch von Anwendern gestellt wird, ist oft die Frage nach den aufnehmbaren Kräften des Systems. Obwohl es – wie oben bereits gezeigt – bei dem Einsatz des Spiralankersystems weniger um die Aufnahme von Lasten, als vielmehr um Zwangbeanspruchungen geht, ist die Frage insofern berechtigt, da beide Beanspruchungsvarianten im Ergebnis zu (Zug-)Spannungen mit daraus resultierenden Bauteildehnungen führen. Problematischer ist die Annahme, das die Höhe der aufnehmbaren Zugkräfte der Spiralanker (auf welche es die Fragesteller bei genauerer Betrachtung in der Regel vorrangig abgesehen haben) eine Aussage über die Wirksamkeit des Sanierungssystems liefert. Natürlich kann an dieser Stelle die in der Tat bis zu 1,8-mal so hohe Zugfestigkeit des Ankermaterials gegenüber herkömmlichem Betonstahl angeführt werden, jedoch schon bei der Umrechnung dieses Wertes in eine tatsächlich aufnehmbare Zugkraft ergibt sich aufgrund der geringen Querschnittsflächen der Spiralanker ein deutlich kleinerer Wert gegenüber einem Rundstahl gleichen Nenndurchmessers (Tab. 1).

Nenndurchmesser d_N	Ø 6 mm	Ø 8 mm	Ø 10 mm
Masse m	0,067 kg/m	0,079 kg/m	0,111 kg/m
Querschnittsfläche A_s	8 mm ²	10 mm ²	13 mm ²
ideeller Durchmesser d_i	3,19 mm	3,57 mm	4,07 mm
ideeller Umfang u_i	10,02 mm	11,22 mm	12,79 mm
max. aufnehmbare Zugkraft / Streckgrenze	7,2 / 6,0 kN	8,8 / 7,5 kN	10,7 / 8,3 kN
Zugfestigkeit / Streckgrenze	900 / 750 N/mm ²	880 / 750 N/mm ²	823 / 638 N/mm ²
E-Modul	156.000 N/mm ²	148.000 N/mm ²	146.000 N/mm ²

Tab. 1: Materialkennwerte Spiralanker, vgl. u.a. Prüfbericht M 01 0363 vom 20.02.2001 der MPA Darmstadt

Die Höhe der aufnehmbaren Zugkraft ist also nicht zur positiven Abgrenzung der Spiralanker gegenüber herkömmlichem Rundstahl geeignet – muss und soll sie aber auch gar nicht, denn das Konzept, welches hinter der Sanierung mit dem Spiralankersystem steht, unterscheidet sich wesentlich von der Mauerwerkssanierung mit so genannten Schwerlast- oder Verpressankern, bei denen in der Regel Rundstähle zum Einsatz kommen. Dort ist das Ziel die Aufnahme der innerhalb eines bestimmten Mauerwerksbereiches auftretenden Belastungen durch den Einbau einiger weniger relativ starrer Zugglieder. Doch das Spiralankersystem möchte gerade das Auftreten von Lastkonzentrationen sowohl innerhalb des Zuggliedes

als auch innerhalb der Wandfläche vermeiden und stattdessen einen definierten Wandbereich durch den Einbau mehrerer kleinere Zugglieder gleichmäßig verstärken, ganz im Sinne des zweifachen Zieles, die Bewegung vorhandener Risse zu behindern und gleichzeitig das Auftreten neuer Risse an anderer Stelle zu verhindern. Hierfür sind keine enorm hohen aufnehmbaren Zugkräfte erforderlich, sondern vielmehr eine Oberflächenform, die eine gleichmäßige Krafteinleitung gewährleistet sowie eine Elastizität, die Bauteildehnungen in gewissen Grenzen zulässt ohne dabei neue Schäden hervorzurufen. Beides wird durch die Eigenschaften der Spiralanker in besonderer Weise erfüllt. Der spezielle Herstellungsprozess sorgt zum einen für die Ausbildung der für die Krafteinleitung bedeutsamen Flügel sowie zum anderen für ein elastisches Verhalten der Spiralanker entsprechend einer stark gewickelten Feder. Der um ca. 25 % geringere E-Modul im Vergleich zum Betonstahl belegt diese Tatsache. Ein höherer E-Modul würde eine geringere Elastizität und somit eine größere Gefahr einer erneuten Rissbildung im Mauerwerk an den Enden der Rissverankerung bedeuten.

Die alleinige Ausrichtung auf die Zugtragfähigkeit des Ankermaterials bei der Beurteilung eines Rissanierungssystems ist auch aus einem noch viel trivialeren Grund zu hinterfragen. Beanspruchungen können bekanntermaßen nur in dem Maß von einer Verankerung aufgenommen und abgeleitet werden, wie der Verbund zwischen Ankersystem und vorhandener Bausubstanz es zulässt. Hierfür ist beim Spiralankersystem der Ankermörtel zuständig, dessen Eigenschaften für die Wirksamkeit des Systems somit mindestens genauso bedeutsam sind, wie die der Spiralanker. Der Verbund setzt sich aus einem inneren Verbund zwischen Spiralanker und Ankermörtel sowie einem äußeren Verbund zwischen Ankermörtel und vorhandenem Mauerwerk zusammen (Abb. 3).

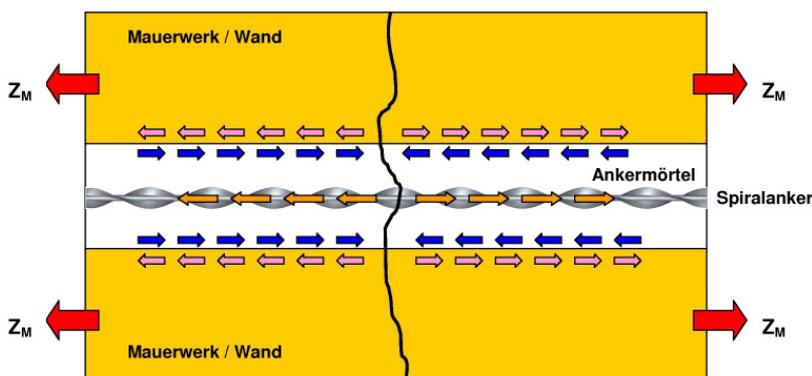


Abb. 3: Schematische Darstellung der Kraftübertragung zwischen Mauerwerk und Spiralanker

Der äußere Verbund wird neben den Eigenschaften des umgebenden Steinmaterials (z.B. Saugverhalten) maßgeblich durch die Festigkeit des Ankermörtels bestimmt. Dabei ist ableitend von der Hauptbeanspruchungsrichtung die Haftscherfestigkeit die entscheidende Kenngröße und nicht, wie oftmals fälschlicherweise angegeben, die Haftzugfestigkeit. Die innere Verbundfestigkeit wird neben der Form der Ankeroberfläche von der Druckfestigkeit des Ankermörtels beeinflusst, da sich die Flügel beim Herausziehen gegen den Mörtelkörper pressen. Hieraus wird von einigen Anbietern – und leider auch manchen Anwendern – der fatale Schluss gezogen, dass der Ankermörtel umso besser sei, je höher seine Druckfestigkeit ist. Gänge es allein um den Verbund zwischen Anker und Ankermörtel, wäre diese Annahme noch vertretbar. Will man aber das Sanierungsziel, nämlich die Schaffung einer relativ flexiblen Verbindung zwischen den Rissflanken, nicht außer Acht lassen und die hierfür günstigen elastischen Eigenschaften des Ankermaterials nicht wirkungslos machen, muss man Verbundmörteln mit sehr hohen Druckfestigkeiten eine Absage erteilen. Der Ankermörtel des Ruberstein® Spiralankersystems mit einer Druckfestigkeit von 27 N/mm² und einer Haftscherfestigkeit von 0,8 N/mm² am Referenzstein (KS 12-2,0 NF nach DIN 106) stellt eine optimale Verbindung zwischen erzielbarer Verbundfestigkeit und Aufrechterhaltung einer für das Spiralankersystem erforderlichen Flexibilität dar.

Einen ähnlichen Zielkonflikt muss der Ankermörtel hinsichtlich der Verarbeitbarkeit lösen. Hier kommt es einerseits darauf an, dass sich der Mörtel nicht nur manuell, sondern auch maschinell mit Mörtelpistole oder Schneckenpumpe verarbeiten lässt, also pumpfähig ist. Andererseits soll die Fließfähigkeit des Ankermörtels nicht dazu führen, dass bereits in die Mauerwerksfugen eingebrachtes Material wieder herausläuft und dadurch für Materialverluste und Verschmutzungen an der Fassade sorgt. Die Lösung für dieses Problem

heißt Thixotropie, welche eine Abhängigkeit der Viskosität von der Krafteinwirkung und deren Dauer (Zeit) beschreibt. Praktisch bedeutet das, dass der Ruberstein® Ankermörtel nach dem Anrühren im Eimer sowie nach dem Einpressen in die Fuge verhältnismäßig fest wirkt („steht“), bei Krafteinwirkung in der Mörtelpresse oder Schneckenpumpe aber in einen fließfähigen Zustand übergeht.

Sämtliche Eigenschaften des Ankermörtels werden neben den Zementanteilen und Zusatzstoffen maßgeblich durch das Wasser-Zement-Verhältnis (w/z-Wert) bei der Frischmörtelherstellung mit bestimmt. Um hier größtmögliche Konstanz zu gewährleisten und Herstellungsfehler weitestgehend auszuschließen, wird der Ruberstein® Ankermörtel als zweikomponentiger Vergussmörtel angeboten, der bauseitig keinen weiteren Wasserzusatz erfordert. Der Frischmörtel lässt sich unter Normbedingungen mindestens 45 Minuten problemlos verarbeiten, was die Gefahr eines Materialverlustes durch Überschreitung der offenen Zeit stark einschränkt. Darüber hinaus besteht jeder Eimer Ankermörtel aus jeweils zwei Verpackungseinheiten Flüssig- und Pulverkomponente, wodurch auch das Anmischen von Teilmengen leicht möglich ist.

Maßgebende Größen für eine Bemessung

Für die Festlegung der für eine Rissanierung erforderlichen Menge an Spiralankern sowie deren Anordnung bezüglich des vorhandenen Rissbildes existieren – wie bereits oben erwähnt – ausführliche Konstruktionsregeln. Danach sollte der vertikale Abstand der Ankerlagen maximal 35 cm (also mindestens drei Ankerlagen pro laufenden Meter Riss) und die Verankerungslänge auf beiden Seiten der Rissflanken mindestens 40 cm betragen. Zwischen den einzelnen Ankerlagen ist außerdem zur Vermeidung einer abrupten Krafteinleitung in das umgebende Mauerwerk ein Versatzmaß von ca. 20 cm einzuhalten. Daraus ergibt sich die allgemeine Empfehlung für die Rissanierung Spiralanker mit einer Mindestlänge von 1 m einzusetzen und diese beidseitig jeweils abwechselnd mit einer Verankerungslänge von 40 bzw. 60 cm vom Rissverlauf anzuordnen (Abb. 4).

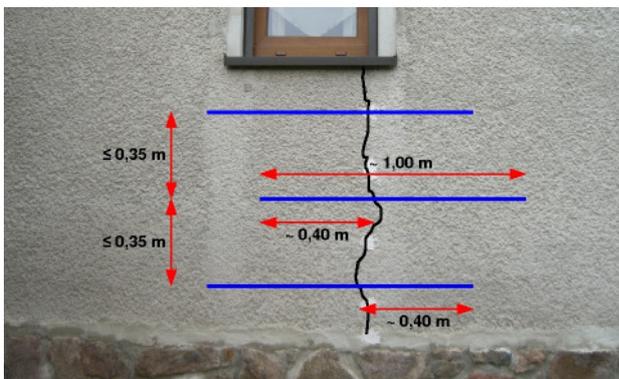


Abb. 4: prinzipielle Anordnung der Spiralanker bei der Rissanierung

Das in [1] veröffentlichte Bemessungskonzept ermöglicht darüber hinaus eine genauere Ermittlung der erforderlichen Stahlmenge (d.h. vertikaler Höchstabstand der Ankerlagen) in Abhängigkeit der zu erwartenden Zwangdehnungen infolge Temperaturänderungen im Mauerwerk nach der Instandsetzung. Da die Berechnung auf dem Hookeschen Gesetz basiert, wird als Eingangsgröße neben Angaben zur Bauteilgeometrie und Materialkennwerten des Wandbaustoffes auch die zu erwartende Temperaturänderung benötigt. Hierbei sind die Temperatur zum Instandsetzungszeitpunkt sowie die tiefste zu erwartende mittlere Bauteiltemperatur maßgebend. Aus Temperaturdifferenz, Dehnlänge (z.B. halber Rissabstand beiderseits vom Riss), Wärmedehnzahl des Mauerwerkes sowie Behinderungsgrad ergibt sich die Zwangdehnung in der Wand, welche nach der Rissinstandsetzung anteilig durch einen Dehnungsanteil in den rissüberbrückenden Spiralankern sowie im umgebenden Mauerwerk aufgenommen werden muss. Die Größe der Dehnungsanteile wird neben der so genannten Einleitungslänge (Länge mit Verbundstörung zwischen Spiralanker und Ankermörtel) maßgeblich durch das Verhältnis der Dehnsteifigkeiten von Mauerwerk und Spiralankern bestimmt. Die Dehnsteifigkeiten ergeben sich jeweils aus dem Produkt von E-Modul und Querschnittsfläche. Die Menge der eingebauten Spiralanker beeinflusst somit einerseits die zu erwartende Rissöffnung bei erneuter Zugbeanspruchung sowie andererseits auch die im umgebenden Mauerwerk

aufzunehmenden Dehnungen, welche zur Vermeidung einer erneuten Rissbildung einen Grenzwert (i.d.R. 0,1 mm/m) nicht überschreiten dürfen.

Der kritische Fall einer Zugüberbeanspruchung im umgebenden Mauerwerk kann bei einer großen Menge Spiralanker in einem relativ kleinen Wandquerschnitt mit relativ großen Zwangdehnungen auftreten, da hier der Dehnungsanteil in den Ankern sehr gering ist und die Zwangdehnungen somit nahezu allein durch eine Dehnung des Restmauerwerkes kompensiert werden müssen. Die Menge der eingelegten Spiralanker muss also sinnvoll begrenzt werden, da eine starre Rissüberbrückung leicht zu erneuten Schädigungen an anderer Stelle führen kann. Andererseits führt eine zu geringe Menge an Spiralankern zu relativ großen Stahldehnungen im Riss, was durch eine zu große erneute Rissbewegung bzw. Rissöffnung deutlich wird. Am Beginn der Berechnung steht in der Praxis daher die Festlegung eines zulässigen Rechenwertes der Rissweite in Abhängigkeit des jeweiligen Nutzungsanspruchs. Für die Einhaltung der maximalen Rissöffnung wird anschließend die erforderliche Stahlmenge ermittelt und in einem zweiten Schritt die Einhaltung des Grenzwertes der Mauerwerksdehnung überprüft. Ist der Nachweis erfolgreich, lässt sich aus der ermittelten Stahlmenge unter Berücksichtigung eines gewählten Spiralanker-Durchmessers und deren Anordnung im Wandquerschnitt (einseitig oder beidseitig) der maximale vertikale Abstand der einzelnen Ankerlagen ableiten, welche entsprechend den Konstruktions- und Verarbeitungsregeln in das zu sanierende Mauerwerk einzubauen sind.

Fazit

Das Ruberstein® Spiralankersystem ist ein intelligentes Sanierungssystem für rissgeschädigte Mauerwerkskonstruktionen, welches mittlerweile auf ca. 10 Jahre Erfahrung im deutschsprachigen Raum zurückblicken kann. Die Eigenschaften der Systemkomponenten (Spiralanker, Ankermörtel) sind auf die speziellen Anforderungen und Sanierungsziele im Mauerwerk genau abgestimmt und gewährleisten somit eine dauerhafte Rissflankenverbindung bei gleichzeitiger Vermeidung neuer Risschäden.

Neben der konstruktiven Rissicherung existiert ein geschlossenes Bemessungskonzept, welches die exakte Berechnung der für eine Rissanierung an einem konkreten Bauwerk erforderlichen Spiralankermenge auf der Grundlage einer Rissbreitenbeschränkung ermöglicht.

Literatur

- [1] Heinz Meichsner, Spiralanker für die Mauerwerksinstandsetzung – Berechnung und Konstruktion, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2009
- [2] Michael Neubert, Methoden der Sanierung von Rissen im Mauerwerksbau (Studienarbeit), Fakultät Bauingenieurwesen, Professur Holz- und Mauerwerksbau an der Bauhaus-Universität Weimar, 2000
- [3] Michael Neubert, Mauerwerkssanierung mit dem Ruberstein® Spiralankersystem (Seminarhandbuch), Rubersteinwerk GmbH, Lichtenstein 2008
- [4] Michael Neubert, Sanierung mit dem Spiralankersystem (Seminarhandbuch), Rubersteinwerk GmbH, Lichtenstein 2009