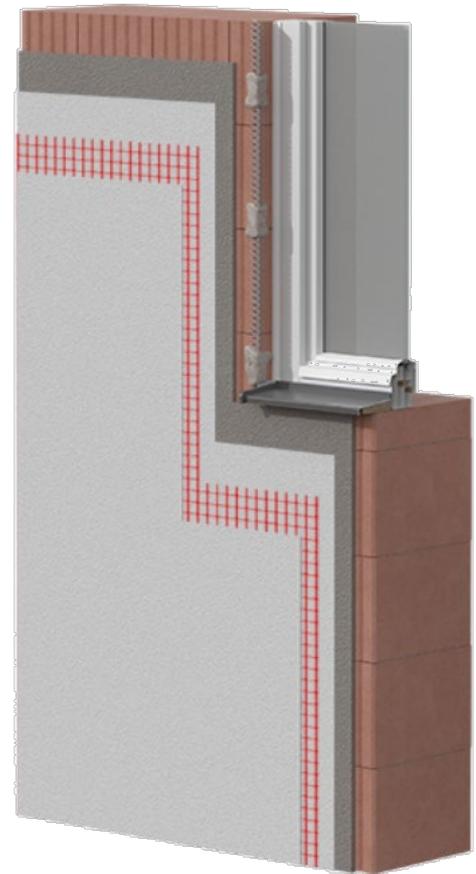
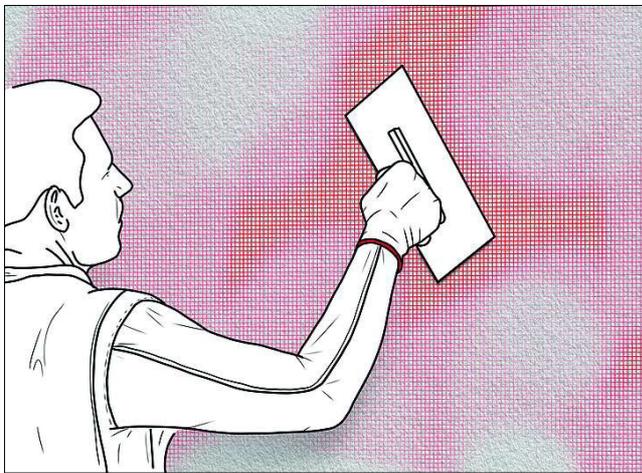


Effektivität und Einsatzgrenzen von Putzarmierungen zur Minderung von Rissbildungen



Technischer Stand:02.2024

Ausgabe: 02.2024

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangssituation	3
2 Zugversuche	5
2.1. Vergleich Leichtputz Typ I mit Faser-Leichtputz Typ II.....	6
2.2 Armierungsgewebe in der oberen Hälfte des Unterputzes Typ I	7
2.3 Armierungslage auf einem Unterputz Typ I.....	9
3 Vergleich der Armierungsarten	13
4 Eingrenzen von Gewebeamierungen.....	16
4.1 Einfluss der Mörtelart.....	16
4.2 Einfluss der Belastungsart	17
4.2.1 Wirksamkeit von Gewebeamierungen bei Zugspannungen.....	17
4.2.2 Wirksamkeit von Gewebeamierungen bei Druckspannungen	18
4.2.3 Wirksamkeit von Gewebeamierungen bei Scherspannungen	18
4.3 Einfluss der Höhe der Spannungen	19
5 Zusammenfassung	20

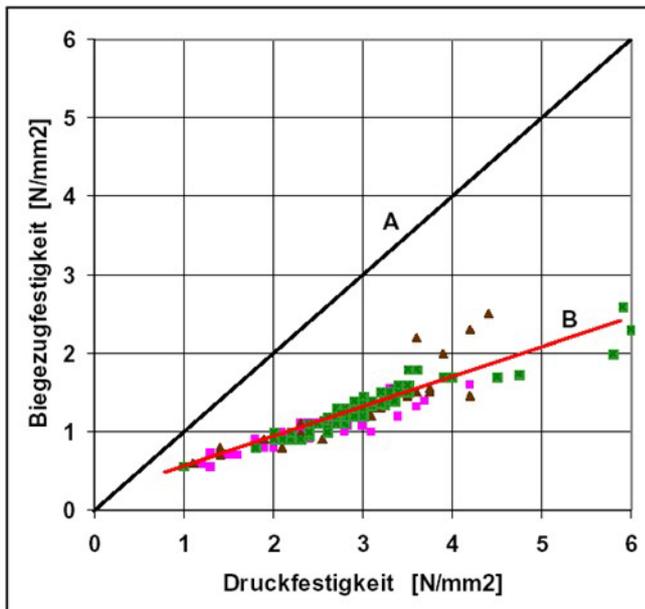
Effektivität und Einsatzgrenzen von Putzarmierungen zur Minderung von Rissbildungen

1 Ausgangssituation

Risse in einem Putz können eine Vielzahl von Ursachen haben. Bei der Sanierung von Altbauten resultieren viele Rissbildungen aus Mängeln in der Putzgrundreinigung/Vorbehandlung, dem Auftragen zu hoher Lagendicken und zu geringen Standzeiten pro Lage. Im Neubaubereich haben die meisten Risse ihre Ursache in Bewegungen des Baukörpers, die durch die Bauwerkstrocknung, Schwind- und Kriechvorgänge sowie durch Setzungen ausgelöst werden. Diese Anfangsbewegungen sind für ein neu errichtetes Bauwerk normal und unvermeidbar. Sie klingen mitunter erst im Laufe von Jahren ab. Wie groß diese Anfangsbewegungen ausfallen, hängt von der Konstruktion und den verwendeten Baustoffen ab.

Durch die in den letzten Jahren immer intensiveren Anstrengungen um Einsparungen bei den Heizkosten, wurden die Baustoffe für Außenwände immer leichter, dadurch immer weicher und reagieren zunehmend sensibler auf Belastungen als früher. Die überwiegende Zahl der vorkommenden Risse resultiert deshalb nicht aus dem Putzsystem selbst sondern aus Bewegungen des Baukörpers; insbesondere aus der Kombination dieser hoch wärmedämmenden weichen Baustoffe für die Außenwände mit schweren Baustoffen innen, wie z.B. Stahlbetondecken und schalldämmende Innenwände aus Kalk-Sandsteinen, die in ihrem Schwind- und Kriechverhalten sehr voneinander abweichen.

Ein großer Teil der an Neubauten auftretenden Risse in den ersten Jahren könnte vermieden werden, wenn die Rohbaustandzeiten bis zum Verputz, wie früher einmal üblich, mindestens ein halbes Jahr betragen würden. In dieser Zeit könnte ein Großteil des im Bauwerk enthaltenen Wassers austrocknen und die Baustoffe könnten abschwinden, ohne dabei im Putz Risse zu erzeugen. In der Realität hat aber der schnelle Baufortschritt oft oberste Priorität.



Putz ist aber ein spröder Baustoff, der im Vergleich zu anderen Baustoffen nur über geringe Zugfestigkeiten verfügt.

Bild 1 zeigt eine Gegenüberstellung von Zug- und Druckfestigkeit für gebräuchliche Normal- und Leichtputze für den Innen- und Außenbereich. Erkennbar ist, dass die Zugfestigkeiten der Putze deutlich unter ihren Druckfestigkeiten liegen (Kurve A) und etwa nur ein Drittel bis die Hälfte der Druckfestigkeitswerte erreichen (Kurve B). Die für Innen- und Außenputze üblicherweise eingesetzten Putzmörtel besitzen nur Zugfestigkeiten im Bereich 0,5 N/mm² bis ca. 2 N/mm². Um diese geringen Zugfestigkeiten und damit die Rissicherheit der Putze zu verbessern, werden Armierungen eingesetzt.

Bild 1: Zugfestigkeiten von Normal- und Leichtputzen im Vergleich zu ihrer Druckfestigkeit.

Die bekannteste Form ist das Einlegen von Armierungsgeweben in den Unterputz bzw. das Aufbringen einer separaten Armierungslage auf den Unterputz. Weiterhin wird durch den Zusatz von Fasern in den Putzmörtel versucht, die Zugfestigkeit zu verbessern.

Damit stehen drei Verfahren der Putzarmierung zur Verfügung:

1. Faserzusatz im Putzmörtel
2. Einlagen von Armierungsgewebe in die obere Hälfte des Unterputzes
3. Aufbringen einer Armierungslage auf den Unterputz

Alle drei Verfahren sind mit unterschiedlich hohen Zusatzkosten verbunden. Die Frage, welche Variante in welchem Maße einen Zugewinn an Rissicherheit mit sich bringt und den zusätzlichen Kosten-aufwand rechtfertigt, wird bisweilen kontrovers diskutiert und beantwortet.

2 Zugversuche



Bild 2: Probekörper mit Spannvorrichtung nach Versuchsende

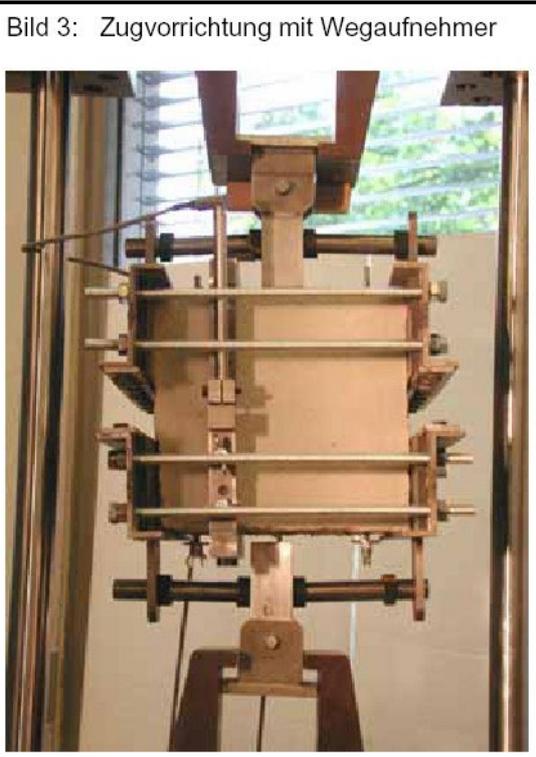


Bild 3: Zugvorrichtung mit Wegaufnehmer

Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Armierungsarten und deren Effektivität einzuordnen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Forschungs- und Prüfinstitut Steine und Erden Karlsruhe e.V. in den Jahren 2004 und 2005 Zugversuche durchgeführt.

Der Aufbau der Prüfkörper für diese Zugversuche orientierte sich an den heute gebräuchlichen Unterputzsystemen für Außenputze auf hoch wärmedämmenden Mauerwerken.

Hierzu wurden Versuchsreihen mit folgenden Putzsystemen untersucht:

1. Klassischer Leicht-Unterputz mit organischen Leichtzuschlägen; Kategorie I nach VDPM „Leitlinien für das Verputzen von Mauerwerk und Beton“ [1]
2. Faser Leichtputz (Kategorie II nach [1])
3. EPS-Leicht-Unterputz Kategorie I mit Armierungsgewebe in der oberen Putzhälfte
4. EPS-Leicht-Unterputz Kategorie I und zusätzlicher Armierungslage (Gewebespachtelung)

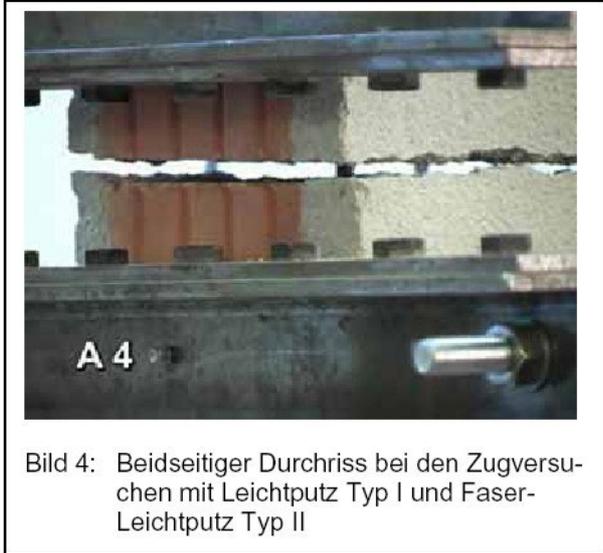
Die Probekörper für die Zugversuche bestanden aus zwei miteinander durch Zugstangen verschraubte Hochlochziegel. Die Ziegel wurden stumpf gestoßen, die Fuge blieb stets unvermörtelt. Die Probekörper wurden beidseitig mit dem jeweils zu untersuchendem Putzsystem beschichtet (Bild 2).

In einer Prüfmachine wurden die Probekörper über eine Klemmvorrichtung eingespannt und unter gleichmäßiger Laststeigerung auf Zug belastet (Bild 3). Über die Ziegel wurden die Zugspannungen auf die beidseitigen Putzsysteme übertragen.

Über dem Fugenbereich waren beidseitig hoch empfindliche Wegaufnehmer angebracht. Die Zugspannungen der Prüfmachine und die Dehnungen der Wegaufnehmer wurden kontinuierlich als Spannungs-Dehnungs-Diagramme aufgezeichnet.

Die bei den Versuchen aufgetretenen Rissbildungen wurden per Videoaufzeichnung dokumentiert. Über die visuell beobachteten und in den Videoaufzeichnungen nach verfolgbareren Rissbildungen konnten, die für den jeweiligen Versuch charakteristischen Merkmale der Rissbildung zusammen mit den Spannungs-Dehnungs-Kurven ermittelt werden.

2.1. Vergleich Leichtputz Typ I mit Faser-Leichtputz Typ II



Die Leichtputze wurden bei den Versuchsreihen in 20 mm Dicke, ohne Gewebeeinbettungen appliziert. In beiden Versuchsreihen lieferten die Probekörper linear ansteigende Spannungs-Dehnungskurven. Zu einer eigentlichen Rissentwicklung kam es in beiden Versuchsreihen nicht, denn mit dem Erreichen der jeweiligen maximalen Zugspannung kam es zu einem gleichzeitigen Durchriss der Putze auf beiden Seiten. Ein typisches Bruchbild dieser Versuche zeigt Bild 4, der Durchriss erfolgte immer unmittelbar über der Steinfuge.

Die ermittelten Bruchpunkte für die einzelnen Versuche zeigt das Bild 5. Feststellbar ist eine hohe Streubreite bei beiden Versuchsreihen, aber kein wesentlich anderes Verhalten des Faser-Leichtputzes Typ II gegenüber dem klassischen Leichtputz Typ I.

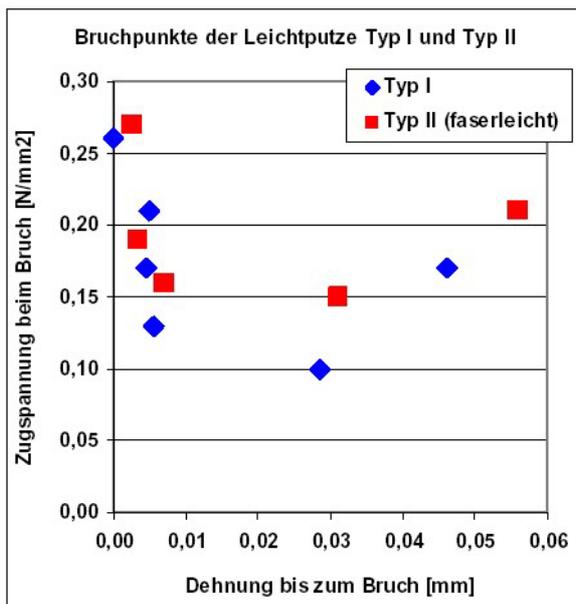


Bild 5: Bruchpunkte der Versuche mit Leichtputzen Typ I und Typ II

Tabelle 1:
Mittlere Bruchspannung und -dehnungen bei den Leichtputzen Typ I und Typ II (Faserleichtputz)

	Bruchspannung N/mm ²	Dehnung bis zum Bruch mm
Typ I	0,17	0,015
Typ II	0,20	0,020

Dementsprechend gering fallen auch die Unterschiede in den Mittelwerten beider Versuchsreihen aus, die Tabelle 1 entnommen werden können.

Tendenziell liegen die Werte des Faser-Leichtputzes etwas über denen des klassischen Leichtputzes Typ I. In Anbetracht der Streubreiten aller Werte liegen diese Unterschiede im Fehlerbereich der Messungen und sind für die Verputzpraxis ohne Wert.

Fazit:

Einen deutlichen Zuwachs an Rissicherheit durch Verwendung eines Faserleichtputzes kann daraus nicht erwartet werden. Die stark eingeschränkte Tauglichkeit von Fasern zur Vermeidung von putzgrund- und konstruktiv bedingten Rissbildungen wird auch in [1] klar herausgestellt:

„Die Zugabe von Fasern in Leichtputze verbessert vor allem die Anwendungssicherheit in der frühen Phase der Putzerstellung. Das Auftreten von Frühschwindrissen wird minimiert. Größere Zugkräfte können jedoch auf diese Weise nicht aufgenommen werden.“

Diese Feststellung kann durch die Versuche bestätigt werden. Die geringen Bruchdehnmaße beider Putzarten von nur 1,5 bis 2 Hundertstel Millimeter haben ihre Ursache darin, dass die Putzdehnung nur über dem unmittelbaren Fugenbereich erfolgt, während der Putz über den Steinflächen durch seine Haftung festliegt und dadurch an den Dehnvorgängen nicht beteiligt ist. Diese Tatsache erklärt das häufige Vorkommen von Rissen über Mauerwerksfugen (so genannte Stein-Putz-Risse) und Materialwechsel. Hohl liegende Fugen und unvermörtelte Stoßfugen größerer Breite konzentrieren und verstärken zusätzlich die Rissbildungen auf diesen Fugenbereich.



Bild 6: Erstriss über der Fuge; Armierungsgewebe in der oberen Hälfte eines Leichtputzes Typ I

2.2 Armierungsgewebe in der oberen Hälfte des Unterputzes Typ I

Der erste Riss bildet sich unmittelbar über der Fuge und durchläuft sofort die gesamte Putzlage bis an die Oberfläche (s. Bild 6). Mit diesem Rissverhalten unterscheidet sich der mit Gewebe armierte Putz nicht von einem Leichtputz ohne Gewebeeinlage.

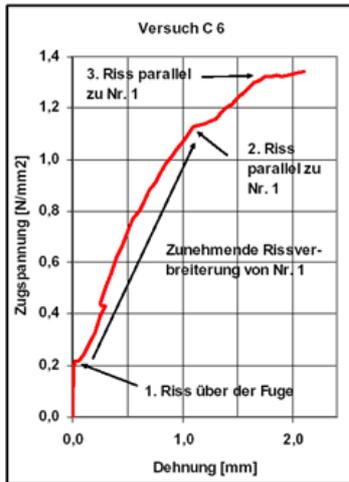


Bild 7: Spannungs-Dehnungs-Diagramm für Unterputz Typ I mit Gewebeeinlage in der oberen Hälfte

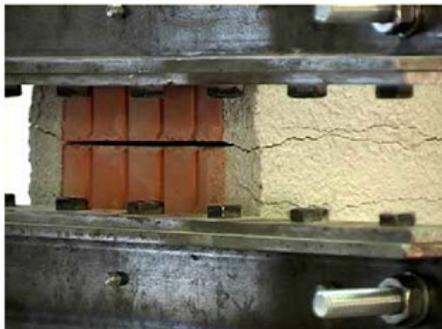


Bild 8: C 6; Zustand bei maximaler Dehnung kurz vor Versuchsende



Bild 9: Versuch C 6 nach Ende; Fugenriss Nr. 1 in der Mitte mit den beiden Parallelrissen oben und unten

Bild 7 zeigt das Spannungs-Dehnungs-Diagramm des Versuches C6, in das die typische Rissentwicklung dieses Putzsystems beispielhaft dargestellt ist.

Die Rissbildung erfolgte durchschnittlich bei einer Dehnung von rund 3 Hundertstel Millimeter, was gegenüber den Versuchen ohne Gewebeeinlage einen Zugewinn an rissfreiem Dehnvermögen von gerade einmal 1 bzw. 1,5 Hundertstel-Millimeter ausmachte. Mit steigender Zugbelastung verbreitert sich dieser Riss über der Fuge schnell weiter und zwar nahezu 1:1 um das Maß des Auseinanderziehens der Steine. Bei höheren Zugspannungen bildeten sich parallel zum Erstriss über der Fuge noch ein oder zwei weitere Risse im Abstand von 3—cm jeweils oberhalb bzw. unterhalb der Fuge.

Bild 8 zeigt den Erstriss (Riss Nr. 1) über der Fuge sowie einen der zwei Parallelrisse bei maximaler Zugspannung kurz vor Versuchsende. Der zweite Parallelriss ist durch die obere Klemmvorrichtung im Bild verdeckt. Die sich an der Oberfläche abzeichnenden Risse fallen breit und deutlich sichtbar aus.

Bild 9 zeigt alle drei Risse des Versuches C 6 nach Versuchsende. Da das Gewebe die Risse nach dem Abfall der Zugspannung wieder zusammenzog, mussten die Risse zum Fotografieren mit Bleistift nachgezeichnet werden.

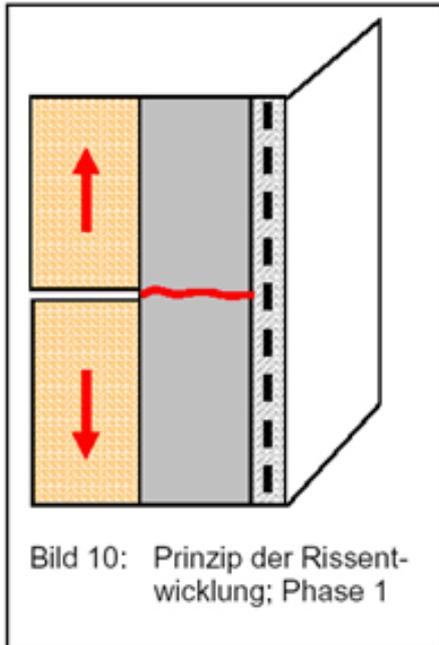
Fazit:

Das Einlegen von Armierungsgewebe in einen Leichtunterputz verbessert das Dehnvermögen des Putzes nur wenig. Das rissfreie Dehnvermögen betrug gegenüber dem nicht armierten Leichtputz Typ I im Mittel rund das Doppelte, macht aber insgesamt nur 3 Hundertstel Millimeter aus, was nur einem geringen Zugewinn an Rissicherheit bedeutet und für die praktischen Erfordernisse schlicht zu wenig ist.

Die in [1] getroffene Feststellung „Übliche Leichtputze (Typ I und Typ II) lassen aufgrund ihres Porengefüges einen ausreichenden Verbundzwischen Gewebe und Putz nicht erwarten.“, und damit auch keine hohe Rissicherheit, wird durch die Versuche bestätigt.

2.3 Armierungslage auf einem Unterputz Typ I

Während sich bei der Versuchsreihe C (Unterputz mit eingelegtem Gewebe) der erste Riss von der Steinfuge



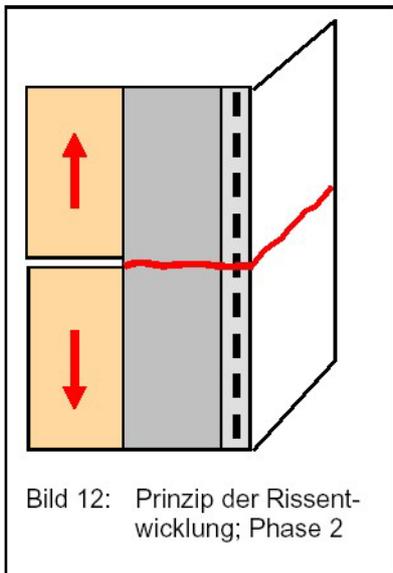
durch den gesamten Unterputz hindurch bis zur Putzoberfläche in einem Schritt ausbildete, war bei den Versuchen mit Armierungslage auf dem Unterputz (Versuchsreihe D) eine in mehreren Etappen ablaufende Rissentwicklung zu beobachten.

Diese gestufte Rissentwicklung ist es auch, die diesem Putzsystem ein deutlich höheres Dehnvermögen und damit bessere Rissicherheit ermöglicht als bei den übrigen getesteten Putzsystemen.

In Phase 1 entwickelt sich ein Riss ausgehend von der Steinfuge durch die Unterputzlage hindurch bis an die Gewebespackelung, teilweise bis zum Gewebe. An der Oberfläche ist zu diesem Zeitpunkt kein Riss zu erkennen. Mit zunehmender Zugspannung verbreitert sich dieser Riss V-förmig in Richtung Fuge, ohne Abzeichnung an der Oberfläche (Bild 10).

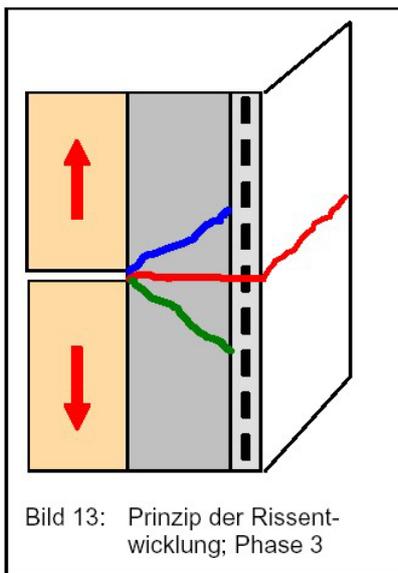
Bild 11 zeigt diesen Zustand während des Versuches.





Bei weiter steigenden Zugkräften durchdringt dieser Riss die Armierungslage und zeichnet sich auf der Oberfläche als dünner Haarriss ab (Phase 2, s. Bild 12). In diesem Moment ist die Aufweitung der Fuge zwischen den beiden Ziegeln bereits erheblich größer als die Breite des an der Oberfläche sichtbaren Risses.

Hier liegt der erste wesentliche Unterschied zwischen dem Putzsystem mit Armierungslage und dem Unterputz mit eingelegtem Armierungsgewebe. Bei letzterem verbreiterte sich der Riss in gleichem Maße, wie die Steine auseinandergezogen wurden. Nicht so beim Putzsystem mit Armierungslage. Auch bei der nachfolgenden weiteren Steigerung der Zugspannungen blieben die an der Oberfläche sichtbaren Rissbreiten weit hinter der Verbreiterung der Fuge zurück.



Die Ursache für dieses günstige Verhalten liegt in der Ausbildung weiterer Risse im Unterputz, die sich fächerartig von der Steinfuge ausgehend in Richtung Armierungslage ausbilden, ohne diese zunächst zu durchdringen. Diese Risse im Unterputz lassen eine weitere Dehnung bzw. Vergrößerung des Fugenabstandes zu, ohne dass parallel dazu eine Verbreiterung des an der Oberfläche sichtbaren Erstrisses eintritt. In diesem als Phase 3 bezeichneten Dehnvorgang gebildeten Risse zeigen die Bilder 13 bis 16. Die im Unterputz ablaufenden und außen nicht sichtbaren Rissbildungen in der Phase 3 führen zu einer Entkoppelung der Putzgrundbewegungen von der Putzoberfläche.



Bild 14: Nach Entstehen der Primärrisse direkt über der Fuge bildete sich rechts ein Nebenriss im Unterputz, der schräg nach oben von der Fuge zur Armierungslage verläuft.

Auch bei diesen Versuchen wurden die Risse nach Zugentlastung durch die Rückstellkräfte der Armierungslage wieder geschlossen, weshalb die entstandenen Risse zum Fotografieren auch hier mit Bleistift nachgezeichnet werden mussten.

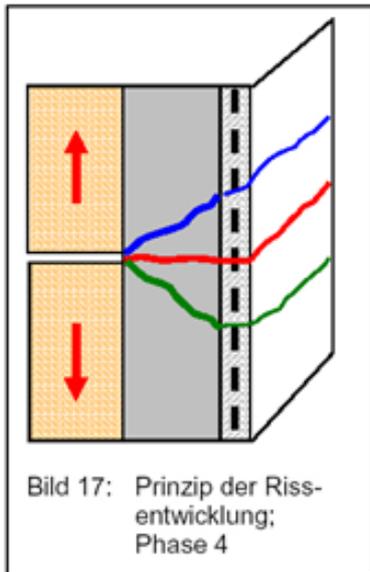


Bild 15: Fächerriss einseitig



Bild 16: Fächerriss mit beginnender Putzablösung vom Ziegel

In der vierten und letzten Phase der Rissentwicklung durchdringen einige der Fächerrisse aus Phase 3 die Armerungslage bis zur Putzoberfläche, wie es in den Bildern 18 und 19 zu sehen ist und bilden parallel zum Erst-riss über der Fuge weitere an der Oberfläche sichtbaren Risse.



Wesentlich für das Verhalten dieses Putzsystems ist, dass die Summe aller Rissbreiten der an der Putzoberfläche befindlichen Risse im Zustand maximaler Zugbelastung weit geringer war, als die Verbreitung der Stein-fuge und dass alle Risse an der Oberfläche immer noch als Haarrisse bezeichnet werden konnten.

3 Vergleich der Armierungsarten



Bild 20: Leichtputz Typ I mit Armierungslage; Zustand maximaler Dehnung kurz vor Versuchsende. Die drei Risse an der Oberfläche zeichnen sich nur schwach ab.



Bild 8: Leichtputz Typ I mit Armierungsgewebe in der oberen Hälfte; Zustand maximaler Dehnung kurz vor Versuchsende

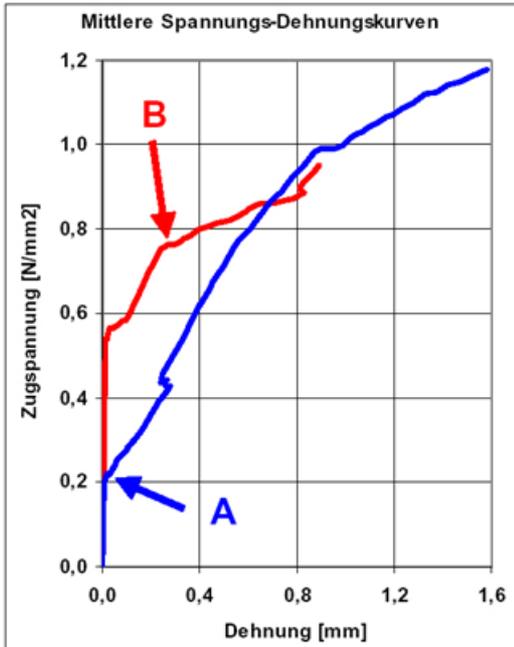
Das nebenstehende Bild 20 zeigt die Rissbildung des Putzsystems Leichtputz mit Armierungslage bei nahezu gleicher Zugbelastung und Fugenaufweitung zwischen den Ziegeln wie im Bild 8 darunter, wo das Gewebe im Unterputz eingebettet wurde.

Der Vergleich dieser Bilder zeigt die Unterschiede zwischen diesen beiden Arten der Gewebeamierungen hinsichtlich der optischen Wirkung der entstandenen Risse.

Während bei gleicher Belastung die Risse auf dem Putzsystem mit Armierungslage kaum zu erkennen sind, zeichnen sich die Risse beim Gewebe im Unterputz durch große Rissbreiten deutlich ab.

Die Ursache für diesen Unterschied liegt in der Wirkung der Armierungslage, die zu einer Verlagerung der Rissbildungen in den weicheren und weniger zugfesten Unterputz führt. Gleichzeitig verringern die Rissbildungen im Unterputz die auf die Armierungslage einwirkenden Zugspannungen. Die restlichen Zugspannungen werden von der Armierungslage durch den intensiven Verbund zwischen Gewebe und Putz effektiv auf das Gewebe übertragen und führen so zu deutlich geringeren Rissbildungen an der Oberfläche.

Für die Rissicherheit eines Putzsystem gegenüber putzgrund- und konstruktionsbedingten Risse ist entscheidend, in welchem Maße sich der Putzgrund dehnen kann, ohne dass es an der Putzoberfläche zu einem sichtbaren Riss kommt und welche Kräfte dabei rissfrei aufkommen werden können.



Mittelt man die gemessenen Spannungs-Dehnungskurven der Versuchsreihen Unterputz mit Armierungslage und Unterputz mit eingelegtem Armierungsgewebe aus und zeichnet die Punkte ein, wo sich der erste Riss an der Oberfläche gebildet hat, erkennt man, dass die Armierungslage auf dem Unterputz bei gleicher Dehnung des Untergrundes bis etwa 0,7 mm größere Gegenkräfte erzeugt als die Gewebeeinlage im Unterputz (s. Bild 21).

Die ersten Risse beim Armierungsgewebe im Unterputz bildeten sich um 0,2N/mm² Zugspannung und einer Dehnung von etwa 0,03 mm. Das Putzsystem Unterputz mit Armierungslage zeigte den ersten Riss im Mittel erst bei einer Zugspannung von 0,75 N/mm² und Dehnungen um 0,28 mm.

Damit kann das Putzsystem Unterputz mit Armierungslage etwa 4-mal höhere Spannungen und rund 8-mal höhere Dehnungen rissfrei aufnehmen als das Putzsystem Unterputz mit eingelegtem Armierungsgewebe in der oberen Hälfte.

Bild 21: Vergleich der Spannungs-Dehnungskurven und Punkte der ersten Rissbildung an der Putzoberfläche

A: Unterputz Typ I mit Armierungsgewebe in der oberen Hälfte (blau)

B: Armierungslage auf dem Unterputz Typ I (rot)

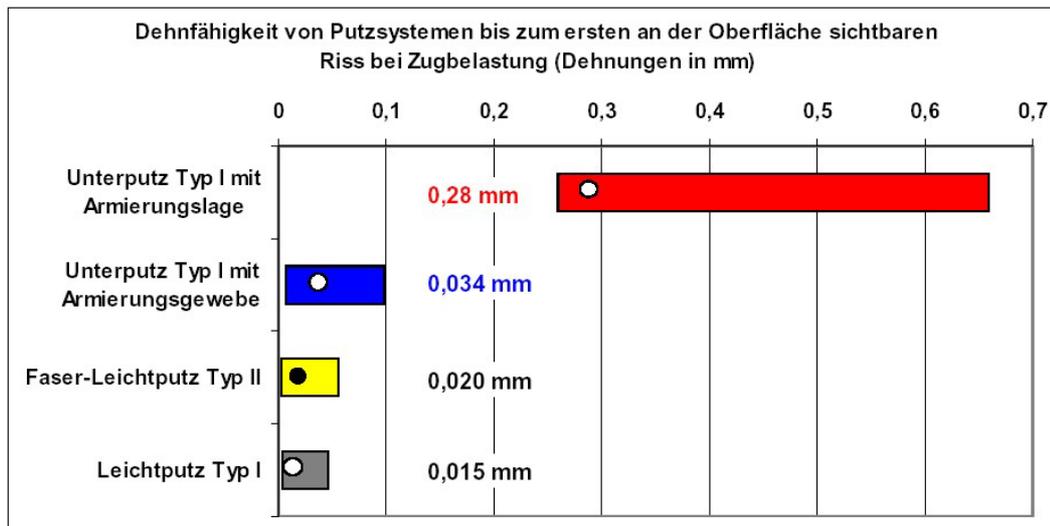


Bild 22 zeigt die Bereiche der gemessenen Dehnungen der einzelnen Versuchsreihen mit ihren Mittelwerten (Kreise) bis zu ihrem ersten an der Oberfläche sichtbaren Riss. Die Millimeterangaben in diesem Bild sind die Mittelwerte der Dehnungen bis zum Erstriss.

Vergleicht man alle getesteten Putzsysteme miteinander und bezieht die Spannungs-Dehnungs-Werte auf den Leichtputz Typ I, so ergeben sich die in der Tabelle 3 aufgeführten Relationen und Rangfolgen hinsichtlich Belastbarkeit durch Zug und Dehnung für die einzelnen Armierungsarten:

Tabelle 3: Relationen der Belastbarkeit / Rissicherheit von Putzsystemen bis zum ersten sichtbaren Riss, bezogen auf den Leichtputz Typ I

Rang	Putzsystem	Zugspannung	Putzgrunddehnung
1	Kalkzement-Leichtputz Typ I mit Armierungslage	4,3	18,8
2	Kalkzement-Leichtputz Typ I mit Gewebe in der oberen Hälfte	1,7	2,3
3	Faser-Leichtputz Typ II	1,1	1,3
4	Kalkzement-Leichtputz Typ I	1	1

Die Unterschiede zwischen normalem Leichtputz Typ I und einem Faserleichtputz Typ II sind für praktische Belange vernachlässigbar gering.

Der Zuwachs an Rissicherheit durch Einlegen eines Armierungsgewebes in einen Unterputz Typ I gegenüber einem nicht gewebearmierten Leichtputz Typ I oder Leichtputz Typ II ist gemessen am Aufwand ebenfalls gering.

Ein deutlicher Zuwachs an Rissicherheit ist erst durch die Armierungslage auf dem Unterputz zu verzeichnen.

Die Ergebnisse dieser Zugversuche decken sich völlig mit den Aussagen der VDPM-Leitlinie [1] zur Wirksamkeit von Armierungen:

- "Ein polymermodifizierter Armierungsputz mit Gewebeeinlage ist eine weitaus effektivere Maßnahme zur Verhinderung von Rissen als das Einbetten eines Gewebes in einen (Leicht-)Unterputz. Übliche Leichtputze (Typ I und Typ II) lassen aufgrund ihres Porengefüges einen ausreichenden Verbund zwischen Gewebe und Putz nicht erwarten."
- „Mit der Einbettung eines Armierungsgewebes in den Armierungsputz wird die Zugfestigkeit des Putzsystems deutlich erhöht, wenn die auf den Putz einwirkenden Zugspannungen möglichst vollständig auf das Armierungsgewebe übertragen werden können. Dazu ist ein guter Verbund zwischen Armierungsputz und Armierungsgewebe notwendig.“
- „Die Zugabe von Füllstoffen (z.B. Fasern) in Leichtputzen Typ I und II kann die Anwendungssicherheit in der frühen Phase der Putzerstellung verbessern und das Auftreten von Fröhschwindrissen minimieren. Größere Zugkräfte können jedoch auf diese Weise nicht aufgenommen werden.“

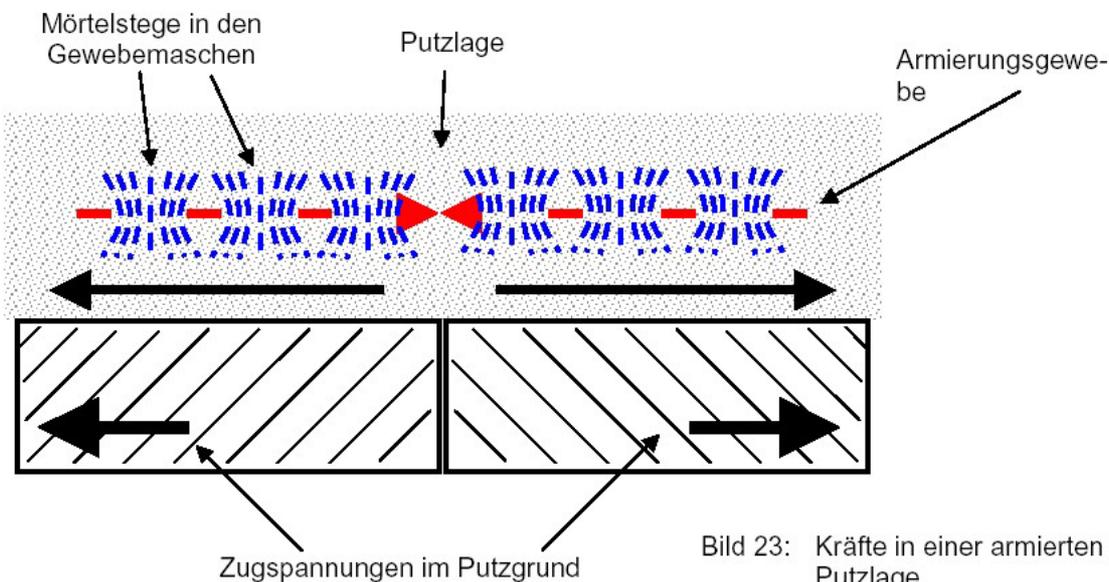
4 Eingrenzen von Gewebearmierungen

Einsatzgrenzen für Gewebearmierungen ergeben sich aus der Mörtelart, in der das Gewebe eingebettet ist, aus der im System auftretenden Art der Spannungen sowie der Höhe der Spannungen.

4.1 Einfluss der Mörtelart

Werden aus dem Putzgrund Zugspannungen in die Putzlage eingetragen, wird diese auf das Gewebe übertragen und erzeugt dort eine Gegenspannung, die bewirken soll, dass möglichst wenige Risse entstehen.

Die Übertragung der Zugspannung auf das Gewebe erfolgt über die Mörtelstege, die in den Maschen des Gewebes durchdringen.



Von der Festigkeit dieser Mörtelstege hängt es ab, wie viel von dieser Zugspannung auf das Gewebe übertragen wird und wie viel der Mörtel in den Maschen unter dieser Spannung selbst nachgibt. Je weicher der Putzmörtel ist, umso mehr gibt dieser nach, umso weniger Spannung wird auf das Gewebe übertragen, umso weniger effektiv kann das Gewebe wirken und umso leichter entstehen Risse.

Deshalb bekommt man im VDPM-Merkblatt auch zu der Feststellung, dass das Einbetten des Armierungsgewebes in einen speziellen Armierungsmörtel wesentlich effektiver ist, als das Einbetten in Leichtputze, die mit Rücksicht auf die immer weicher gewordenen Wandbaustoffe in den letzten Jahren ebenfalls immer weicher geworden sind.

Damit sind Gewebeeinlagen in moderne Leichtputze der Typen I und II nicht mehr anwendbar. Die einzige Alternative ist das Aufbringen einer Armierungslage auf einem Leichtputz. Dieses gilt auch für Teilflächenarmierungen des Unterputzes, da hier das Gewebe im schlimmsten Fall sogar als Trennlage wirken kann. Teilflächenarmierungen sind nur mit Normalputzmörteln nach DIN EN 998-1 mit Druckfestigkeit $> 3,0 \text{ N/mm}^2$ (z.B. Kalk-Zement-Putze) möglich, wobei die Putzbewehrung in die obere Hälfte des Unterputzes einzulegen ist.

4.2 Einfluss der Belastungsart

In einem Baukörper können mehrere Arten von Spannungen auftreten und auf den Putz übertragen werden:

- Zugspannungen
- Druckspannungen
- Scherspannungen parallel zur Putzfläche
- Scherspannungen senkrecht zur Putzfläche

4.2.1 Wirksamkeit von Gewebearmierungen bei Zugspannungen



Bild 24: Zugspannungen

Armierungsgewebe sind vorrangig zur Aufnahme von Zugspannungen geeignet. Dabei können am effektivsten Zugspannungen aufgenommen werden, die parallel der Kett- oder Schuss-Fäden an das Gewebe angreifen, wie im Bild 25 dargestellt.

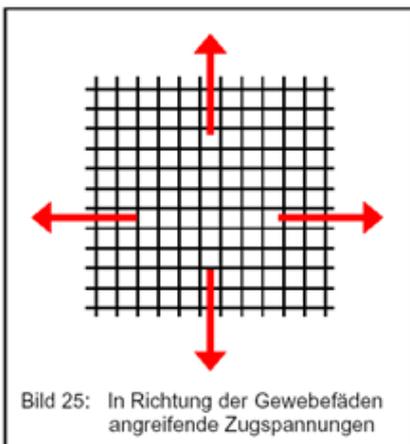


Bild 25: In Richtung der Gewebefäden angreifende Zugspannungen

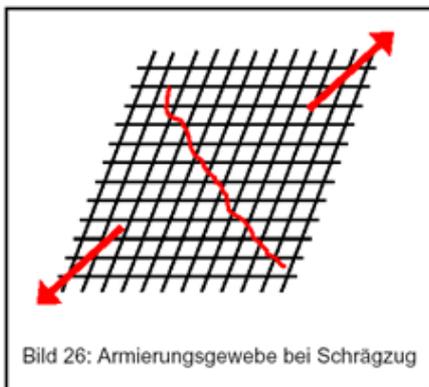
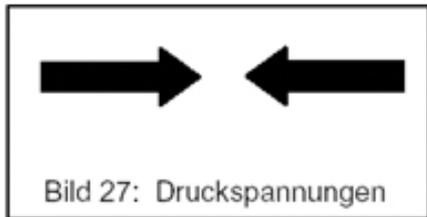


Bild 26: Armierungsgewebe bei Schrägzug

In der Realität liegen die Zugspannungen aber nicht immer in dieser idealen Ausrichtung vor, sondern können das Gewebe auch schräg, d.h. in Richtung der Maschendiagonalen, belasten (s. Bild 26).

Beim Schrägzug des Gewebes können die Zugspannungen nur noch teilweise direkt vom Gewebe aufgenommen werden, weshalb die rissmindernde Wirkung des Gewebes geringer ist als bei fadenparallelem Zug. Indirekt werden durch den Formschluss der Mörtelstege in den Gewebemaschen Zugspannungen auf das Gewebe übertragen, weshalb auch hier die Armierungsmörtel mit ihrem festeren Mörtelgefüge gegenüber den weichen Leichtputzen wiederum im Vorteil sind.

4.2.2 Wirksamkeit von Gewebearmierungen bei Druckspannungen



Da Armierungsgewebe jegliche Eigensteifigkeit fehlt, können sie Druckspannungen in keiner Weise rissmindernd aufnehmen.

Diese Eigenschaft wirkt sich bei gewebearmierten Putzen selten nachteilig aus, da im Falle von Druckspannungen diese von Putz selbst gut aufgenommen werden können und Druckspannungen keine Risse verursachen.

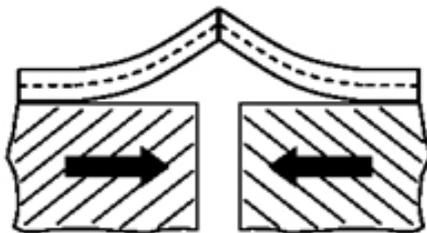


Bild 28

Liegen aber zwischen zwei auf Druck belasteten Bauteilen offene Fugen oder breite Risse vor, die eine Lageänderung zueinander ermöglichen, können durch die Gewebearmierungen Aufwölbungen bzw. ein Überwerfen der Putzlagen begünstigt werden. In diesen Fällen müssen vor der Ausführung des Putzes die offenen Fugen/Risse möglichst tief verfüllt werden, damit der freie Bewegungsraum nicht mehr zur Verfügung steht.

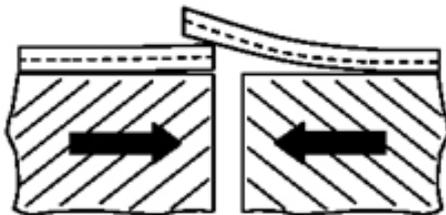


Bild 29

Durch Druck gestauchte weiche Baustoffe oder druckbelastete schwindende Bauteile wie z.B. neu eingebaute Holzbalken in einem Fachwerk können zu ähnlichen Effekten führen

4.2.3 Wirksamkeit von Gewebearmierungen bei Scherspannungen

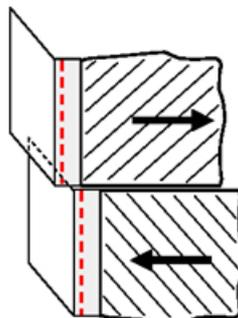
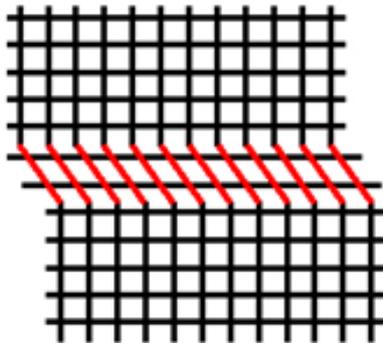


Bild 31:
Rissversatz durch senkrecht zur Putzfläche wirkende Scherspannungen

Bei den Scherspannungen muss unterschieden werden, ob diese parallel zur Putzfläche auftreten (Bild 30) oder senkrecht zu dieser (Bild 31).

Typische Risse aus parallel zur Putzfläche auftretenden Scherspannungen sind z.B. die Deckenschubrisse, d.h. um Rollladenkästen und entlang von Materialwechselln. Risse aus senkrecht zur Putzfläche auftretenden Scherspannungen weisen oft einen Versatz der Rissufer senkrecht zur Putzfläche auf.

Beiden Formen der Scherspannungen können Armierungsgewebe nur sehr eingeschränkt einen Widerstand entgegengesetzten.



Bei parallel zur Gewebefläche wirkenden Scherspannungen kann das Gewebe selbst leicht verformt werden (s. Bild 32) und nur die Mörtelstege in den Gewebemaschen setzen den Scherspannungen Widerstand entgegen, dessen Größe wiederum vom Gefüge und der Mörtelfestigkeit abhängig ist.

Bei senkrecht zum Gewebe (Putz) wirkenden Scherspannungen kann es bei Versatz der Rissufer auch leicht zur Durchtrennung des Gewebes kommen.

Bild 32:
Verformung des Armierungsgewebes bei parallel zur Gewebefläche (Putzfläche) wirkenden Scherspannungen

4.3 Einfluss der Höhe der Spannungen

Wie jedes andere Bauteil in einem Gebäude auch, hat auch ein gewebearmiertes Putzsystem eine Belastungsgrenze. Wird diese überschritten, kommt es unweigerlich zu Rissbildungen Putz. Man kann deshalb nicht davon ausgehen, dass eine Gewebearmierung Spannungen aus dem Putzgrund in jeder Art und in jeder beliebiger Höhe rissfrei aufnehmen kann. Auch für die effektivste Form Putzarmierung, der Armierungslage auf dem Unterputz, gilt deshalb der Grundsatz

„Eine Gewebearmierung kann Rissbildungen in einem putz nur reduzieren, nicht aber völlig verhindern.“

5 Zusammenfassung

Im Neubaubereich werden Armierungen im Putz hauptsächlich zur Reduzierung von Rissbildungen eingesetzt, die aus Bewegungen des Putzgrundes oder des gesamten Bauwerks resultieren. Durch Zugversuche wurde die Effektivität der Rissminderung an den in der Praxis am häufigsten eingesetzten Armierungsarten in Verbindung mit Leichtputzen untersucht. Hierbei wurde festgestellt, dass Faserarmierungen in Leichtputzen und das Einlegen von Armierungsgeweben in die obere Hälfte von Leicht-Unterputzen keine für die Baupraxis zufrieden stellenden Verbesserungen in der Risssicherheit gegenüber nicht armierten Leichtputzen ergeben. Erst die separate Armierungslage auf einem Leichtputz erbrachte einen deutlichen Zuwachs an Dehnvermögen und damit Risssicherheit des Putzsystems.

Die Wirksamkeit von speziellen Leichtputzen und von Gewebeamierungen gegenüber „Neubaurissen“ wird oftmals überschätzt. Gewebeamierungen können am effektivsten Zugkräfte aufnehmen, während aber in der Praxis eine Vielzahl von Rissen aus Schubspannungen resultieren, die durch Gewebeamierungen nur begrenzt in Anzahl und Abmessungen reduziert werden können.

Oberste Priorität in Sachen Risssicherheit von Putzen hat immer noch die Ausführung des Rohbaus und die Standzeit zwischen Rohbaufertigstellung und Beginn der Putzarbeiten. Mängel und Versäumnisse beim Rohbau können auch mit aufwändigen putztechnischen Maßnahmen nur begrenzt „saniert“ werden.

Literatur:

[1] Merkblatt „Leitlinien für das Verputzen von Mauerwerk und Beton“ VDPM, Stand November 2022 (4. Ausgabe)