



Dr. Markus Pulm  
 Oberbrandrat  
 Branddirektion Karlsruhe

---

Brandbekämpfung auch bei geschlossenen Türen und Fenstern ist ein Vorgang, den man nur von stationären oder halbstationären Löschanlagen kennt. Sind derartige Einrichtungen nicht vorhanden, so müssen Feuerwehrleute eingreifen, müssen sich einen Zugang zum Brandraum verschaffen und den Kampf mit dem Feuer aufnehmen, sofern kein Fog Nail oder ein vergleichbares Gerät zur Verfügung steht.

Mit Hilfe des Fog Nails ist es möglich, Löschwasser durch geschlossene Türen und Fenster, durch Wände und Decken hin durch in den Brandraum zu befördern. Dieser Artikel soll Auskunft über die Arbeitsweise, die Leistungsfähigkeit und mögliche Einsatzgebiete der Fog Nails geben. Die hier beschriebenen Erkenntnisse beruhen im Wesentlichen auf den Ergebnissen eines eigens durchgeführten Brandversuchs am 27.04.99 in der Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe.

## 1. Zur Vorgeschichte

In Brandhilfe 2/98 und 3/98 trat der Autor dieses Artikels mit einer Überlegung an die Öffentlichkeit, über die bei der Feuerwehr Karlsruhe zuvor intensiv und äußerst kontrovers diskutiert worden war. Es ging um die Frage, ob sich Rauchschäden durch eine geänderte Taktik vermeiden lassen. Inzwischen ist diese Idee weiter gereift, wurde in Vorträgen - überwiegend in Baden-Württemberg - mehreren tausend Feuerwehrleuten vorgestellt und immer wieder diskutiert.

Nicht wenige Feuerwehren haben begonnen, umzudenken und ihre Vorgehensweise umzustellen. Erste Erfolgsmeldungen bei Realeinsätzen in verschiedenen Städten und Gemeinden liegen vor.

Unbestritten bei allen Vorträgen war die Tatsache, dass jede geschlossene Tür dazu beiträgt, Feuer und Rauch zurückzuhalten und damit ein wirkungsvolles Instrument ist, der Ausbreitung von Feuer und Rauch zu begegnen. Wird eine Tür geöffnet, hinter der sich Rauchgase aufgestaut haben bzw. hinter der es brennt, kommt es fast zwangsläufig zu einer ungewollten Verschärfung der Situation. Auch wenn sich durch den rechtzeitigen und fachgerechten Einsatz technischer Geräte wie Hochleistungslüfter einiges kompensieren lässt, muss es unser Ziel sein, geschlossene Türen im Zuge der Brandbekämpfung möglichst nicht zu öffnen.

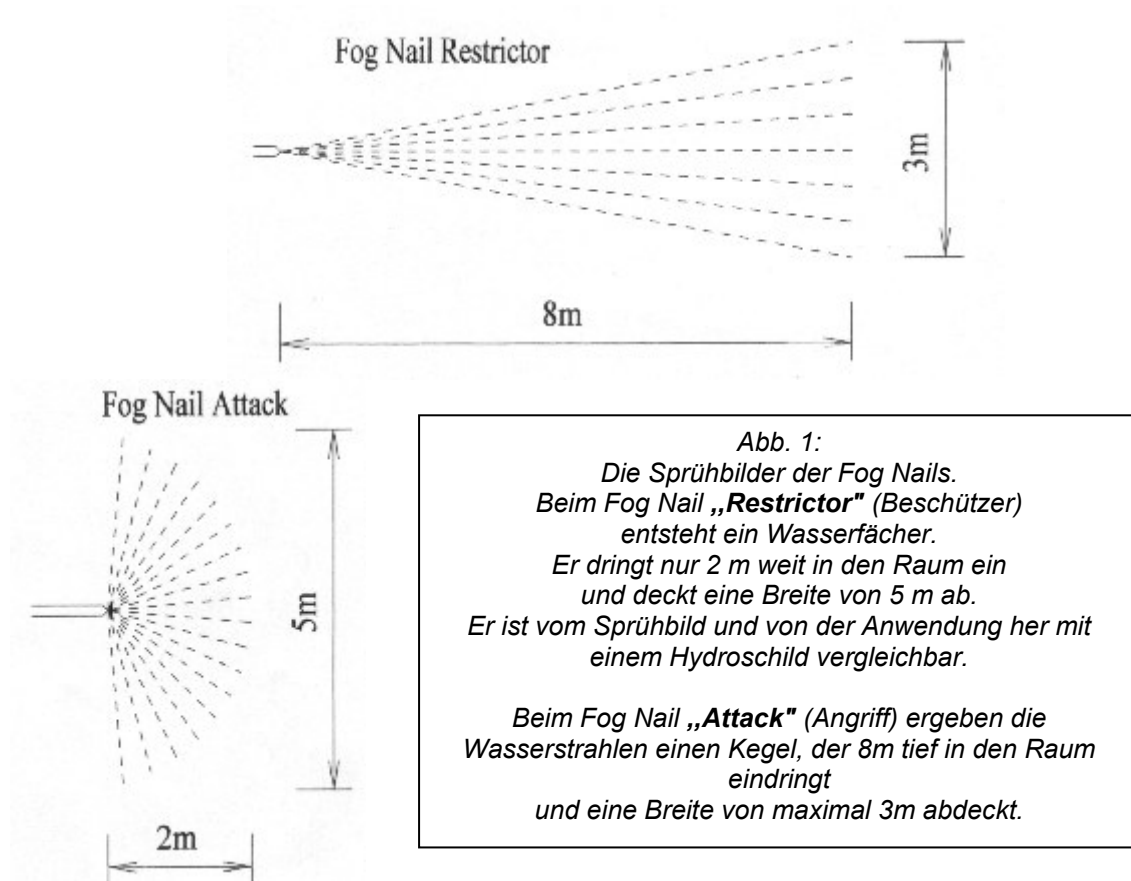
Die Diskussionen, die im Rahmen der Vortragsveranstaltungen immer wieder aufkamen, wurden vor allem von einem Thema beherrscht:

Ist es zulässig, vertretbar und auch umsetzbar, ein Feuer brennen zu lassen, den Angriff zu verzögern, um Rauchschäden zu vermeiden? Ist es realistisch, zu glauben, ein Feuerwehrmann ließe sich daran hindern, den Angriff auf ein Feuer unverzüglich vorzutragen, welches unmittelbar hinter der Tür wütet, vor der er - mit Wasser am Rohr - steht?

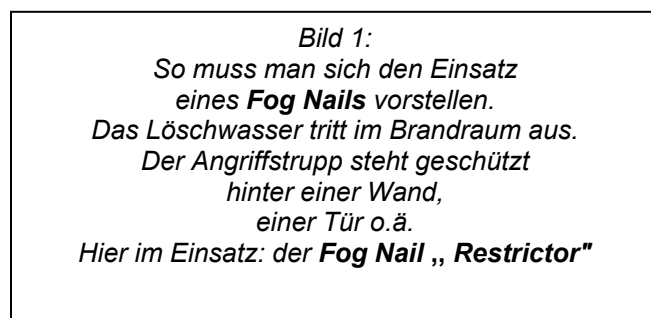
Es ist sicherlich richtig, auf eine Brandbekämpfung zu verzichten bzw. die Brandbekämpfung zu verzögern, wenn sich dadurch der vom Brand verursachte Gesamtschaden reduzieren lässt. Dennoch drängt sich die Frage auf, ob es nicht möglich ist, beide Ziele parallel zu verfolgen durch eine rasche und qualifizierte Brandbekämpfung bei geschlossener Tür.

Bei einem Vortrag äußerte der Autor vor Führungskräften der Werkfeuerwehren Baden-Württembergs folgenden Gedanken: Idealerweise müsse man ein Loch in die Tür bohren, durch welches man - mittels einer Lanze - Löschwasser in den Raum einbringen könne. Nach Abschluss des Vortrages meldete sich der Leiter der gastgebenden Werkfeuerwehr und wies darauf hin, dass ein derartiges Gerät nicht erfunden werden müsse, sondern bereits existiere und im Ausland seit Jahren eingesetzt werde.

## 2. Der Fog Nail



Der Fog Nail ist eine Art Löschlanze, bei der an der Spitze Wasser in fein verteilter Form austritt. Der Nagel wird über einen D-Schlauch mit Wasser versorgt. Die Einspeisung erfolgt mit der herkömmlichen Feuerlöschkreiselpumpe des Fahrzeugs. Vom Hersteller wird der Wasserdurchfluss mit ca. 70 l/min bei 8 bar angegeben. Der Nagel wird durch ein vorbereitetes Loch in den Brandraum eingebracht (Bild 1).



Das Loch kann mit einem mitgelieferten Hammer oder mit einem Bohrer ( $d = 17,5 \text{ mm}$ ) geschaffen werden. Durch dünne Hindernisse (Holztüren, Autobleche usw.) kann der Nagel auch mittels Hammerschlägen getrieben werden. Es gibt zwei Arten von Fog Nails, die sich durch ihr Sprühbild unterscheiden (Abb. 1). Dieses Sprühbild wird durch die unterschiedliche Anordnung der Austrittsöffnungen in der Düse erreicht (Bild 2 und 3).



*Bild 2:  
Die Spitze des Nagels „Restrictor“ mit den Austrittsdüsen. Die Münze soll als Anhaltspunkt für die Größe der Spitze dienen. Die Austrittsdüsen sind einander gegenüberliegend angeordnet, die austretenden Wasserstrahlen prallen im Zentrum zusammen und werden rechtwinklig abgelenkt. Gleichzeitig wird das Wasser weiter vernebelt*

*Bild 3:  
Die Spitze des Nagels „Attack“. Die Austrittsdüsen sind hier nur auf einer Seite angeordnet. Die austretenden Wasserstrahlen breiten sich kegelförmig aus*



Der Restrictor wird vorzugsweise eingesetzt, um eine Riegelstellung aufzubauen. Er lässt sich auch einsetzen, um Wärme zu binden und Temperaturen im Brandraum zu senken. Er eignet sich nicht, um gezielt Löschmittel auf den Brandherd zu bringen (Bild 4).

Der Fog Nail „Attack“ erzielt durch seine größere Wurfweite bei nicht ganz so feiner Verteilung des Löschwassers einen besseren Erfolg, wenn es gelingt, die Wasserstrahlen auf die Wärmequelle auszurichten (Bild 5).



*Bild 4:  
Das Sprühbild des Fog Nail „Restrictor“. Im Zentrum der Wasserstrahlen befindet sich die Spitze mit den Düsen*

*Bild 5:  
Der Strahl des Fog Nails „Attack“ ist stärker  
gebündelt. Die Tropfen sind größer*



Die Löschwirkung des Fog Nails beruht nach Herstellerangaben auf zwei Effekten. Neben dem für das Löschmittel Wasser typischen Kühleffekt wird die sauerstoffverdrängende (erstickende) Wirkung des sich schlagartig bildenden Wasserdampfs angegeben.

### **3 Ziele, die mit dem Fog Nail erreicht werden sollen**

#### **3.1 Rauchschaden vermeiden**

Das Öffnen einer Tür sorgt für eine verstärkte Ausbreitung von Rauchgasen. Diese können Rettungswege unpassierbar machen und den Angriff der Feuerwehr erschweren. Schadstoffe, die am Ruß gebunden sind, lagern sich auf den Oberflächen von Einrichtungsgegenständen, Wänden usw. ab und führen zu hohen Sachschäden, Sanierungskosten und langen Ausfallzeiten. Wann immer es möglich ist, im Brandfall eine Tür geschlossen zu halten, so ist dies von entscheidendem Vorteil.

#### **3.2 Schnelle Stabilisierung der Lage**

Wenn es gelingt, mit Hilfe eines oder mehrerer Fog Nails die Lage zu stabilisieren, so kann mehr Zeit investiert werden, um einen effektiven und qualifizierten Angriff planen und durchführen zu können. „Stabilisierung der Lage“ bedeutet in diesem Zusammenhang:

- eine deutliche Absenkung der Temperatur im Brandraum und damit
- eine Reduzierung der Beanspruchung von Bauteilen
- eine Verlangsamung der Reaktionsgeschwindigkeit
- eine Reduzierung der Abbrandrate
- ein Unterbinden des Flammenaustritts aus dem Fenster und damit
- die Verhinderung einer Brandausbreitung u.a. über die Außenfassade

#### **3.3 Effektiver Löschwassereinsatz**

Das Löschmittel Wasser nimmt in flüssiger Form je Kilogramm eine Energie von 4,2 kJ auf, wenn es um 1 Grad erwärmt wird. Beim Übergang in den gasförmigen Aggregatzustand (verdampfen) bindet ein Kilogramm Wasser 2258 kJ. Wenn es gelingt, Löschwasser so einzusetzen, dass ein möglichst großer Anteil verdampft, lassen sich mehrere positive Effekte erzielen. Dem Feuer kann bereits bei Zugabe von wenig Wasser viel Wärme entzogen werden. Gleichzeitig kann das zugegebene Wasser in Form von Dampf den Raum verlassen, Wasserschäden können minimiert werden. Zu dem wirkt der sich bildende Wasserdampf erstickend. Um einen hohen Verdampfungsgrad zu erreichen, muss das Wasser in möglichst fein verteilter Form in die heiße Zone des Brandraumes gelangen.

Diese Erkenntnis ist nicht neu, sie wird bei vielen modernen Löschverfahren (Hochdruck-, Impulslöschverfahren) genutzt. Allerdings birgt die rasche Verdampfung des Löschwassers bei diesen Verfahren ein nicht unerhebliches Verletzungsrisiko für die eingesetzten Kräfte. Verbrühungen durch Wasserdampfeinwirkung, wurden nicht selten beobachtet. Wegen der geringen Wurfweite des fein verteilten Wassers sind ausreichende



Sicherheitsabstände nicht einzuhalten. Aus diesen Gründen gelang den Verfahren mit Wasserdampf bei bis heute nicht der Durchbruch.

In früheren Versuchen an der Forschungsstelle, bei denen z.B. mit Dampfstrahlgeräten (Hochdruckreinigern) gearbeitet wurde, war festzustellen, dass kein nennenswerter Löscherfolg eintritt, wenn nicht genügend Wasser pro Zeiteinheit in den Raum gelangt. Es kam bei den Versuchen zwar im Bereich der Austrittsstelle des Wasserdampfes zu einer guten Löschwirkung, jedoch erfolgte sofort Rückzündungen, wenn der Dampfstrahl in einen anderen Bereich des Raumes gerichtet wurde.

Voraussetzung für einen erfolgreichen Löschangriff mit Wasserdampf ist demnach, dass dem Feuer im Raum insgesamt soviel Energie entzogen wird, dass es zu einer nachhaltigen Störung des Verbrennungsprozesses bis hin zum endgültigen Löscherfolg kommt. Gleichzeitig muss der Schutz der eingesetzten Kräfte gegen den sich bildenden Wasserdampf gewährleistet sein. Wenn dies gelingt, lassen sich mit geringen Wassermengen ohne jeden Zusatzstoff sehr gute Löscherfolge erzielen und Wasserschäden vermeiden.

### 3.4 Sicherheitsgewinn für die eingesetzten Kräfte

Das Öffnen einer Tür zum Brandraum birgt für die eingesetzten Kräfte erhebliche Risiken. Stichflammen und eine intensive Wärmestrahlung bedrohen die Feuerwehrleute beim Öffnen der Tür und bei den Löscharbeiten. Der Brandrauch, der über die Feuerwehrleute hinwegzieht, ist sehr heiß und sorgt für eine zusätzliche Belastung durch Wärmestrahlung von oben. Er enthält zudem brennbare Pyrolyseprodukte, die über den Einsatzkräften durchzündet können.

Zusätzliche Gefahren für die eingesetzten Kräfte bestehen, wenn im Raum besondere Stoffe, gefährliche Güter, Druckgasbehälter, radioaktive Stoffe oder gefährliche biologische Agenzien vorhanden sind.

Wenn es also möglich ist, das Löschmittel in den Raum zu befördern, ohne hierzu die Tür öffnen zu müssen, so ist dies ein deutlicher Sicherheitsgewinn bei jedem Brandeinsatz. In diesem Fall ist es auch gefahrlos möglich, einen Löschangriff mit Wasserdampf durchzuführen, da die intakte Tür eine Bedrohung durch Wasserdampf ausschließt. Bei Bränden in besonderen Objekten wie z.B. in Laboratorien, in denen mit biologischen Agenzien oder radioaktiven Stoffen umgegangen wird, gewinnt dieser Sicherheitsaspekt zusätzlich an Bedeutung.

## 4. Eigenschaften - Versuchsergebnisse

### 4.1 Der Versuchsaufbau

Um die Möglichkeiten des Fog Nails unter Einsatzbedingungen bei einem realen Zimmerbrand testen und wissenschaftlich auswerten zu können, wurde am 27.04.99 in enger Zusammenarbeit zwischen der Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe und der Berufsfeuerwehr Karlsruhe ein Brandversuch in der Versuchshalle der Forschungsstelle in Karlsruhe Neureut durchgeführt. In dem Brandraum mit einer Fläche von 25 m<sup>2</sup> wurde ein „Wohnzimmer“ mit Couch, Sessel, Tisch, Schränken usw. eingerichtet (Gesamtmasse der brennbaren Stoffe im Raum: 730 kg) und in Brand gesetzt. Der Raum verfügt über eine Fensteröffnung und eine Tür. Durch die Fensteröffnung konnten während des gesamten Versuchs Luft in den Brandraum eindringen und Rauchgase austreten. Die Tür zum Brandraum wurde nach der Zündung geschlossen. Der Raum ist mit 6 Thermoelementen ausgestattet, die die Temperaturen an der Decke (5 Messpunkte) und in einer Höhe von 1,50 m (1 Messpunkt) über dem Boden messen. Der gesamte Raum steht auf einer Waage, mit deren Hilfe sich Erkenntnisse über die Abbrandrate und die im Raum verbleibende Löschmittelmengen (nicht verdampfendes Löschwasser o.ä.) gewinnen lassen. Die Messergebnisse werden in einen Nebenraum der Forschungsstelle übertragen und aufgezeichnet (Bild 6).



*Bild 6:  
Im Nebenraum der Brandversuchshalle werden die Messergebnisse aufgezeichnet. Über Funk werden bedeutsame Vorgänge (Zündung, Zerspringen einer Fensterscheibe, Öffnen einer Tür usw.) übermittelt, damit später der Zusammenhang zwischen den getroffenen Maßnahmen und den erzielten Messergebnissen hergestellt werden kann*

Speziell für den an diesem Tag anstehenden Versuch mit dem Fog Nail wurde ein kleines Loch neben der Tür durch die Wand des Brandraumes gebohrt. Eine Bohrung während des laufenden Versuchs schied wegen der besonderen Beschaffenheit der Wände des Versuchsraumes aus.

#### 4.2 Die Entwicklung des Zimmerbrandes

Gegen 10.40 Uhr wird unter einem Schrank in einer Ecke des Brandraumes eine brennbare Flüssigkeiten zündet (Bild 7).

*Bild 7:  
Der Brandversuchsraum, in dem  
sich bei Versuchsbeginn  
verschiedene brennbare Stoffe mit einer  
Gesamtmasse von 730 kg befinden.  
Die Zündung erfolgt unter einem Schrank  
in einer Ecke des Raumes*



Das Feuer entwickelt sich ungehindert vor den Augen einer Vielzahl von Besuchern von Feuerwehren und Baurechtsbehörden innerhalb weniger Minuten zu einem Vollbrand. Bereits 4 Minuten nach der Zündung herrscht in der Ecke, in der der Brand aus gebrochen war, im Deckenbereich eine Temperatur von ca. 950°C. Die heißen Rauchgase ziehen an der Decke entlang. Alle brennbaren Stoffe im Raum werden - ausgehend von der heißen Rauchsicht, die ihrerseits Wärmestrahlung emittiert - von oben mit Wärme beaufschlagt und thermisch auf bereitet. Pyrolyseprodukte steigen auf und vermischen sich mit den Verbrennungsprodukten. Bereits 5 - 6 Minuten nach der Zündung kommt es zum Flashover. Schlagartig stehen die Oberflächen der brennbaren Stoffe im Raum in Flammen. Dichter schwarzer Rauch dringt aus dem Fenster, das Feuer ist von außen zeitweise kaum noch zu sehen. Gelegentlich kommt es zu Durchzündungen in der Rauchwolke innerhalb des Raumes. Kurze Zeit später schlagen Flammen aus der Fensteröffnung. Es kommt zu Durchzündungen in der Rauchwolke (Rauchgasexplosionen) auch außerhalb des Raumes. Im weiteren Verlauf nimmt die Rauchentwicklung ab, meterlange Flammen schlagen an der Fassade empor (Bild 8 -11).



Bilder 8 – 11



Nach 17 Minuten sind 40 % der im Raum befindlichen brennbaren Stoffe verbrannt, das Feuer ist voll entwickelt. Jetzt wird der Befehl gegeben, das Feuer mit einem Fog Nail bei geschlossener Tür zu bekämpfen.

#### 4.3 Phase 1:

##### Einsatz des Fog Nail „Restrictor“

Zunächst kommt ein Fog Nail „Restrictor“ zum Einsatz (Abb. 2). Zu diesem Zeitpunkt herrschen an der Decke des Brandraumes Temperaturen von ca. 1000°C und in 1,50 m Höhe Temperaturen von ca. 800°C. Flammen schlagen meterweit aus der Fensteröffnung (Bild 11).

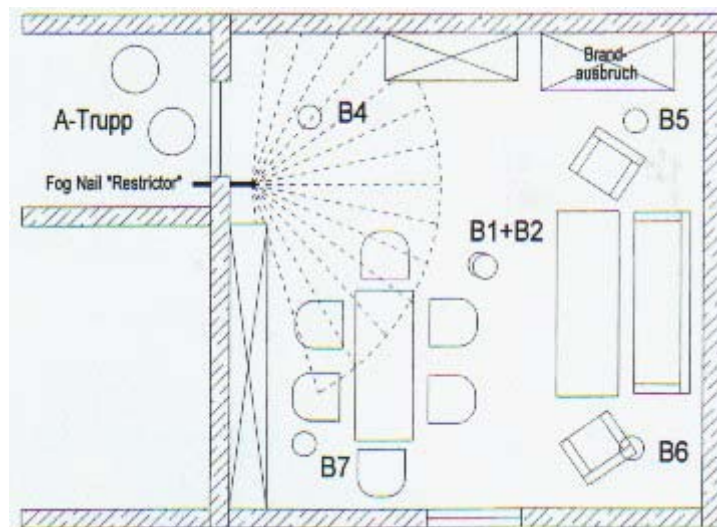


Abb. 2:

Der Versuchsraum in der Brandversuchshalle der Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe beim Einsatz des Fog Nail „Restrictor“. Deutlich ist erkennbar, dass die Ecke, in der der Brand ausgebrochen ist, vom Löschmittel nicht erreicht wird. In dieser Ecke des Raumes brennt das Feuer während des 7-minütigen Einsatzes dieses Fog Nails scheinbar ungestört weiter, ohne sich jedoch ausbreiten zu können. Die Punkte B 1 bis B 7 kennzeichnen die Standorte der Thermoelemente



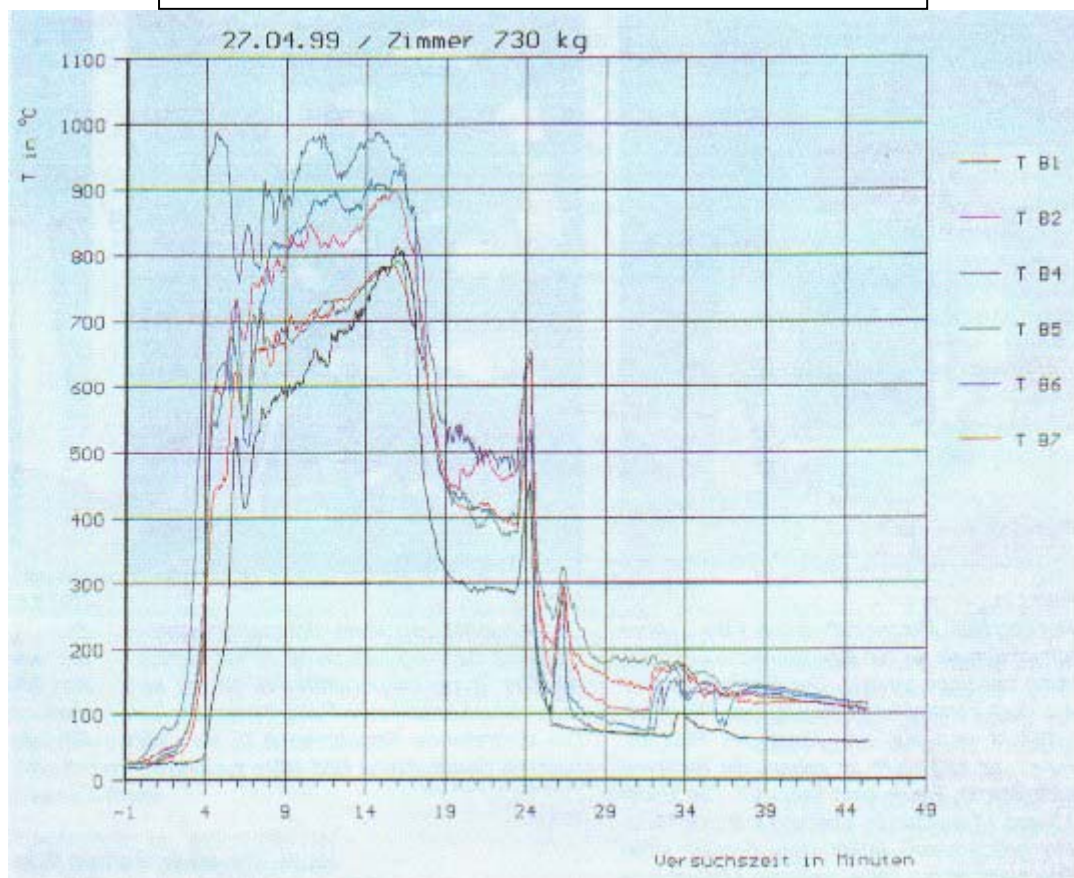
Während der Angriffstrupp, ausgerüstet mit der bei Brandeinsätzen üblichen Schutzbekleidung unter Atemschutz, zu der Tür des Brandraumes vorgeht, bezieht der Einheitsführer vor dem Fenster Position, um dem Angriffstrupp über Funk den Verlauf des Brandes im Raum fortlaufend zu beschreiben. Dies erscheint notwendig, da der Trupp selbst vor der geschlossenen Tür steht und keinerlei Einblick in den Brandraum hat. Bereits wenige Sekunden, nachdem der Einsatz des Fog Nails begonnen hat, lässt die Gewalt des Feuers spürbar nach (*Bild 12*).

Der Austritt von Flammen aus der Fensteröffnung ist inner halb von ca. 40 Sekunden gestoppt. Das Feuer im Raum beschränkt sich nur noch auf einen Bereich in der Ecke gegenüber der Eingangstür (Brandausbruchsstelle). Dort brennt das Feuer auch in den folgenden Minuten anscheinend ungestört, ohne sich jedoch wieder zu einem Vollbrand entwickeln zu können. Der eingesetzte Fog Nail ist offensichtlich nicht in der Lage, den Brand vollständig zu löschen. Allerdings ist es innerhalb von Sekunden zu einer Stabilisierung und damit zu einer entscheidenden Entspannung der Lage gekommen.

Binnen Sekunden konnte die Gefahr eines Flammenüberschlages über die Außenfassade gebannt werden. Erstaunlicher weise strömt in dieser Phase fast kein sichtbarer Rauch aus der Fensteröffnung. Der Abbrand erfolgt mit heller Flamme, die Sichtverhältnisse im Raum sind sehr gut. Der Anblick wirkt unrealistisch. Er erinnert an die Simulation von Zimmerbränden mit Gasflammen, wie sie aus Fernsehproduktionen bekannt ist. Die optischen Eindrücke werden eindrucksvoll durch die im Nebenraum aufgezeichneten Temperaturmessungen belegt. Innerhalb von 4 Minuten ist es unserem Trupp gelungen, die Temperaturen im Deckenbereich des Brandraumes auf 400°C - 500°C zu senken.

Die höchsten Temperaturen werden oberhalb der Brandausbruchsstelle an der Decke gemessen, in dem Bereich, wo das Feuer scheinbar ungehindert brennt. In 1,50 m Höhe beträgt die Temperatur noch 300°C. Der Temperatursturz um ca. 500 Grad erfolgte unmittelbar nach dem Beginn der Wasserzugabe (*Abb. 4*).

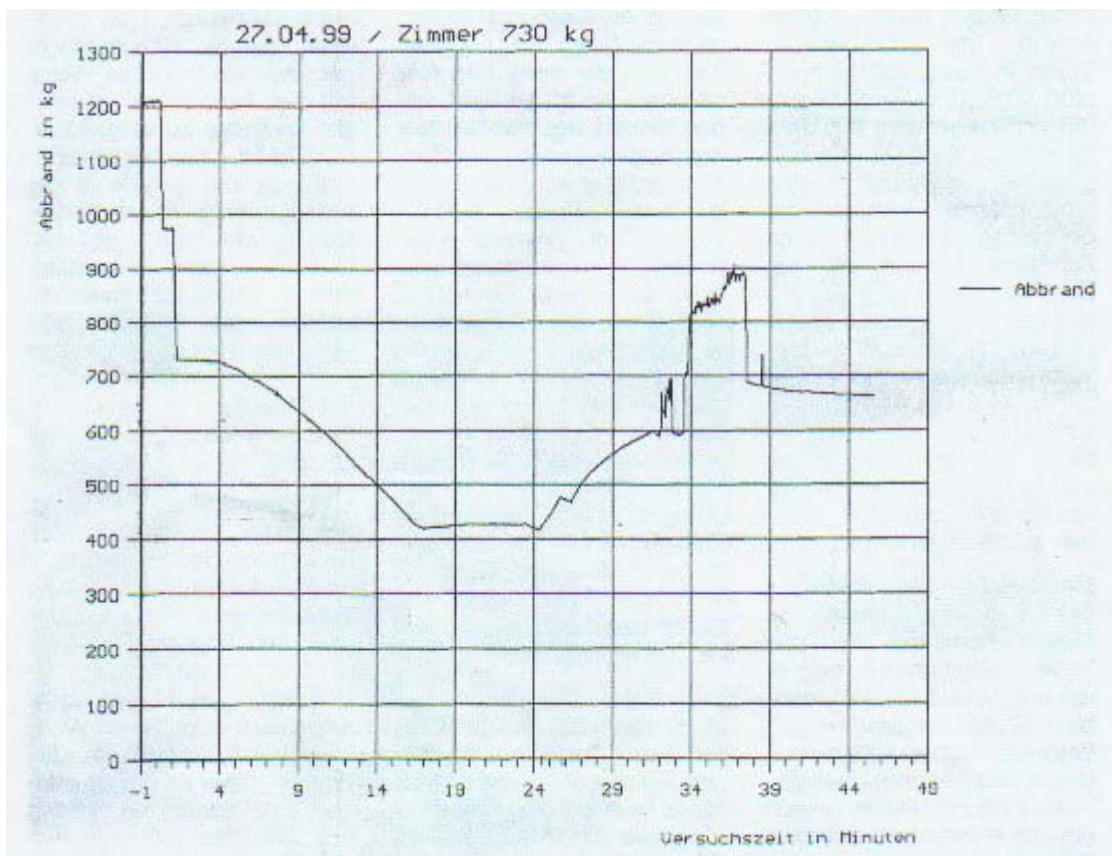
**Abb. 4:**  
**Der Temperaturverlauf im Brandraum**  
**(Messprotokoll der Forschungsstelle für Brandschutztechnik).**  
**Insgesamt befanden sich 6 Thermoelemente im Raum**





Im weiteren Verlauf der Löschmittelzugabe über diesen Fog Nail wird keine weitere Temperaturabsenkung erzielt. Die Temperatur lässt sich jedoch konstant bei 300°C - 500°C halten. Als nach ca. 7-minütigem Einsatz der erste Fog Nail zurückgenommen wird, um den Einsatz des anderen Fog Nails vorzubereiten, steigen die Temperaturen im Raum rasch wieder an. Durch die Fensteröffnung ist zu beobachten, dass sich der Brand fast schlagartig wieder im Raum ausbreitet. Hieraus lässt sich schließen, dass die Holzmöbelstücke trotz der permanenten Wasserzugabe über mehrere Minuten völlig trocken geblieben sind. Die Aufzeichnung der Masseveränderungen des Brandraumes mit Inhalt (Abb. 5) zeigt eine fast gleichmäßige Abnahme der Masse bis zu dem Zeitpunkt der Löschmittelzugabe.

**Abb. 5:**  
*Zu- und Abnahme der Masse des Brandraumes während des Versuchs  
(Messprotokoll der  
Forschungsstelle für Brandschutztechnik)*



Der Masseverlust (Abbrandrate) beträgt in dieser Phase ca. 30 kg/min. Daraus ergibt sich ein theoretischer Wärmestrom von 7,9 MW (Heizleistung des Feuers). Aufgrund von Erfahrungen der Wissenschaftler der Forschungsstelle reduziert sich dieser theoretische Wärmestrom jedoch dadurch, dass Anteile der brennbaren Stoffe in Form von Kohlenstoff (Ruß) und Pyrolyseprodukten unverbrannt aus dem Raum gelangen. Die Wissenschaftler schätzen den tatsächlichen Wärmestrom bei diesem vollentwickelten Zimmerbrand auf ca. 5,5 MW. Mit Beginn der Löscharbeiten reduziert sich dieser Betrag, da störend in den Verbrennungsprozess eingegriffen wird. Die Abbrandrate wird in Folge der Löscharbeiten geringer, der Anteil der Kohlenwasserstoffe, die unverbrannt aus dem Zimmer strömen, nimmt zu.

Mit Beginn des Einsatzes des Fog Nail bleibt die Masse konstant. Da das Feuer weiter brennt, reagieren immer noch feste brennbare Stoffe zu gasförmigen Verbrennungsprodukten. Dieser Masseverlust wird je doch offensichtlich durch Löschwassermengen kompensiert, die nicht verdampfen und somit im Raum verbleiben. Der Masseverlust der brennbaren Stoffe in dieser Phase lässt sich abschätzen, wenn man den Verlauf der Kurve zwischen der 23. und 24. Minute des Versuches auswertet. Er beträgt ca. 13 kg/min. In dieser Zeit wird der erste Fog Nail aus dem Raum entfernt, um den Einsatz des zweiten Nagels vorzubereiten. Der Masseneintrag durch Wasser ist in dieser Phase definitiv gleich Null. Hieraus kann wiederum geschlossen werden, dass zuvor höchstens 13 kg/min des eingebrachten Wassers nicht verdampft sind.

Bei einer Wassermenge von ca. 65 kg/min, die eingeblasen wird, bedeutet dies, dass es gelungen ist, mindestens 52 kg/min zu verdampfen.

Dies entspricht einem Anteil von ca. 80 %. In dieser Phase des Versuchs wird die Energieaufnahme durch das Löschwasser auf ca. 2,5 - 3 MW geschätzt.



*Bild 12:*

*Der Fog Nail „Restrictor“ ist seit 1 bis 2 Minuten im Einsatz. Er hat eine deutliche Entspannung der Lage bewirkt. Der Flammenaustritt aus dem Fenster ist gestoppt. Das Feuer beschränkt sich auf eine Ecke des Raumes. Rauch ist fast nicht zu sehen, die Sichtverhältnisse im Raum sind sehr gut. Die Bilder 13 und 14 wurden im Abstand weniger Minuten geschossen. Außer dem Einsatz eines Fog Nails waren keine weiteren Maßnahmen erforderlich, um diesen Erfolg zu erzielen*

*Bild 13:*

*Der Angriffstrupp kann entspannt warten, während der Fog Nail seine Arbeit verrichtet. Der Trupp ist ungefährdet. Er hat keinerlei Blickkontakt zum Feuer hinter der Tür. Die austretende Rauchmenge in den Vorraum ist gering (siehe Bild 16)*

*Bild 14:*

*Zum Vergleich: Die Rauchmengen im Flur bei konventionell durchgeführtem Anruf  
Das Bild entstand bei einem vergleichbaren Versuch in der Forschungsstelle einige Monate zuvor*



Besonders bemerkenswert in Hinblick auf die gestreckten Ziele ist auch der Blick in den Flur vor dem Brandraum, wo der Angriffstrupp eingesetzt ist. Statt auf dem Boden liegender Feuerwehrleute, die einer starken Wärmestrahlung ausgesetzt sind und über deren Köpfen sich dichter, schwarzer Rauch ausbreitet, stehen dort zwei Einsatzkräfte fast gelangweilt aufrecht vor der Tür. Neben der Tür steckt der Fog Nail in der Wand und muss noch nicht einmal gehalten werden. Über den Feuerwehrleuten hat sich eine leichte Rauchsicht gebildet, die in keiner Weise mit den Eindrücken vorheriger Versuche zu vergleichen ist (Bild 13 - 14). Die Einsatzkräfte wirken gerade in der Anfangsphase etwas verunsichert, da ihnen jeglicher Einblick in den Brandraum fehlt und auch das Vertrauen in die neue Technik noch nicht gegeben ist.

#### 4.4 Phase 2: Einsatz des Fog Nail „Attack“

Nachdem erkennbar wird, dass der „Restrictor“ das Feuer zwar deutlich eindämmen, jedoch nicht endgültig löschen kann, wird entschieden, den Fog Nail „Attack“ einzusetzen (Abb. 3). Die Überlegung ist, diesen Nagel wegen seiner größeren Wurfweite einzusetzen, um das Wasser näher an die eigentliche Brandstelle zu bringen und den dort nach wie vor scheinbar ungestört verlaufenden Verbrennungsprozess nachhaltig zu stören. Da nur eine Angriffsleitung verlegt wurde, muss der Wasserfluss gestoppt und der Nagel ausgetauscht werden. Während dieses Vorgangs, der ca. 1 - 2 Minuten dauert, steigt die Temperatur im Brandraum rasch wieder um ca. 150 K an. Das Feuer breitet sich im Raum deutlich erkennbar wieder aus - ein weiteres deutliches Zeichen für die Wirksamkeit des ersten Nagels (Bild 15).

Mit Einsatz des neuen Nagels verändert sich das Bild im Brandraum schlagartig. Der hell erleuchtete Raum, in dem gut sichtbar in einer Ecke ein Feuer fast ohne Rauchentwicklung brannte, wird dunkel. Flammen sind nicht mehr zu sehen, die Rauchentwicklung nimmt jedoch zu (Bild 16). Offensichtlich ist es gelungen, den Verbrennungsprozess nachhaltig zu stören. Dies zeigt auch ein Blick auf das Temperatur- Zeit-Diagramm (Abb. 4). Die Temperaturen sinken in 1,50 m Höhe auf 800°C. Die höchste Temperatur an der Decke liegt unter 200°C. Die Wirksamkeit des Fog Nails zeigt sich auch am Kurvenverlauf nach 25 Minuten. Zu diesem Zeitpunkt wurde der Angriff kurzzeitig unterbrochen.

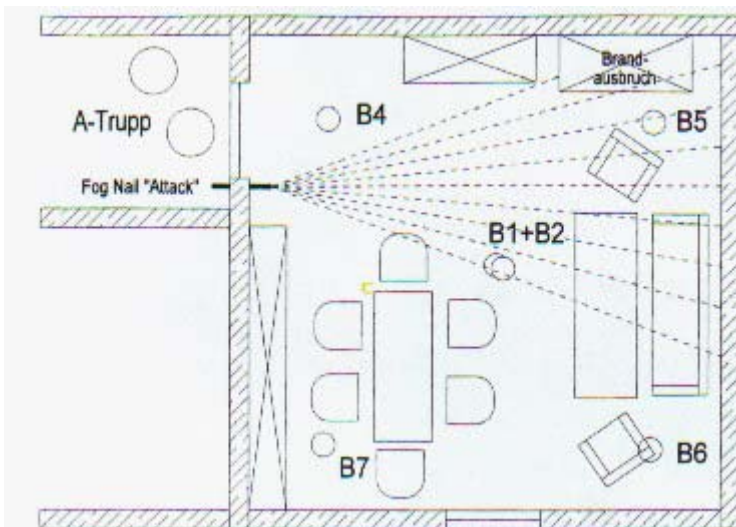


Abb. 3:  
Der Versuchsraum bei Einsatz des Fog Nail „Attack“. Das Löschmittel erreicht jetzt auch die Ecke, in der sich das Feuer bislang behaupten konnte. Innerhalb weniger Sekunden ist eine deutliche Löschwirkung erkennbar



*Bild 15:  
Die Phase während des Wechsels der  
Fog Nails.  
Das Feuer beginnt, sich wieder im Raum  
auszubreiten.  
Die Temperaturen steigen wieder an*



*Bild 16:  
Der Fog Nail „Attack“ ist seit wenigen  
Sekunden  
in Betrieb. Auch das Feuer in der Ecke des  
Raumes ist nun deutlich  
schwächer geworden.  
Wenige Minuten später ist der Brand  
bis auf wenige Glutnester gelöscht.*



Anhand des Masse-Zeit-Diagramms lässt sich erkennen, dass der Löschmitteleinsatz nicht so effektiv erfolgt, wie bei dem zuerst eingesetzten Fog Nail. Die Masse des Rauminhaltes nimmt in dieser Phase zu. Der verdampfende Anteil des eingebrachten Löschmittels ist nun wesentlich geringer.

Vor der Tür des Brandraumes steht nach wie vor der Angriffstrupp, weiterhin kaum beansprucht. Allerdings muss jetzt der Fog Nail mit einer Hand gehalten werden.



*Bild 17:  
Der Brandraum nach dem Versuch. In  
diesem Raum gab es auch schon zu  
Beginn der Löscharbeiten nichts mehr zu  
retten. Insofern war es richtig, die  
Schwerpunkte auf die Sicherheit der  
eingesetzten Kräfte und auf die  
Begrenzung der Rauchausbreitung zu  
setzen. Ein typisches  
Anwendungsbeispiel für den Fog Nail*

#### 4.5 Phase 3: Nachlöscharbeiten mit dem C-Rohr

Nachdem es gelungen ist, die Lage im Brandraum aus schließlich durch den Einsatz der Fog Nails zunächst zu stabilisieren und schließlich den Brand unter Kontrolle zu bringen, wird der Versuch abgebrochen. Der Angriffstrupp dringt mit einem C Rohr in den Brandraum ein und führt die Nachlöscharbeiten durch. Im Ernstfall wäre zu überlegen, ob für diese Nachlöscharbeiten ein Trupp durch das Fenster einsteigen sollte, um auch in dieser Phase Rauchschäden außerhalb des Brandraumes so weit als möglich zu vermeiden. Alternativ könnte auch ein Hochleistungslüfter vor der Tür zum Einsatz kommen.

Die Lage im Raum ist absolut stabil und kann jederzeit vom Vorraum aus beherrscht werden. Es ist somit genügend Zeit für eine rücksichtsvolle und effektive Vorgehensweise auch während des weiteren Einsatzverlaufs gegeben - unnötige Folgeschäden können vermieden werden. Die Temperaturen im Brandraum erlauben auch unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten einen Einstieg in den Brandraum durch das Fenster.

### 5. Einsatzmöglichkeiten

Einsatzmöglichkeiten für die Fog Nails gibt es genügend. Sie können bei normalen Zimmerbränden ebenso eingesetzt werden wie bei Keller- oder Dachstuhlbränden. Zudem bieten sie sich an, um Brände in Hohlräumen, Zwischendecken und Doppelböden abzulöschen. Sie lassen sich nutzen, um den Brand zu bekämpfen oder um eine Riegelstellung aufzubauen. Im Werbevideo der Firma wird z.B. gezeigt, wie in einem Dachstuhl ohne bauliche Abtrennung allein durch den Einsatz zweier Fog Nails eine Riegelstellung aufgebaut wird, die ein Übergreifen des Brandes auf noch nicht betroffene Bereiche des Dachstuhls wirkungsvoll verhindert. Auch die Kühlung von Gasflaschen in Gebäuden ohne Personaleinsatz im Gefahrenbereich wird vom Hersteller als Einsatzmöglichkeit angegeben.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit kann der Einsatz bei PKW-Bränden sein. Wenn sich z.B. bei einem Brand im Motorraum die Motorhaube nicht mehr öffnen lässt, wird ein Nagel durch die Haube geschlagen, um das Feuer bei geschlossener Haube zu bekämpfen, bzw. soweit abzukühlen, dass die Motorhaube geöffnet werden kann.

Zur Zeit laufen bei der Branddirektion Karlsruhe bereits Überlegungen, den Nagel weiter zu entwickeln. Es gibt Überlegungen, den Nagel zu modifizieren, indem er auf einen lange Stange auf gesetzt werden kann. Mit diesem System soll der Fog Nail z.B. durch geöffnete Fenster in das Zentrum des Brandraumes eingebracht werden. Auch über eine Vorrichtung wird nachgedacht, um den Fog Nail - befestigt an einer langen Stange- am Korb einer DLK zu fixieren.

Das Ziel ist, gewissermaßen einen Außenangriff vornehmen zu können, bei dem das Löschmittel mitten im Brandraum als Wasserdampf austritt. Die Fensteröffnung bliebe frei, so dass heiße Gase weiterhin ungehindert ausströmen könnten. Es wäre ein weiterer Schritt zum qualifizierten Außenangriff.

### 6. Einsatzgrenzen und Probleme

Das Löschverfahren des Fog Nails beruht auf der abkühlenden und erstickenden Wirkung des Wassers bzw. des Wasserdampfes. Die Löschwirkung kann nur auf treten, wenn das Löschmittel in heiße Zonen eingesprüht wird. Die Spitze des Nagels muss in den Brandraum hineinragen, in dem sich das Feuer schon gut entwickelt hat. Es macht keinen Sinn, z.B. bei einem Zimmerbrand den Nagel durch die Wohnungseingangstür zu treiben, obwohl der hinter der Tür liegende Flur noch nicht brennt und entsprechend kalt ist.

Die Erkenntnisse aus dem Versuch lassen vermuten, dass ein Nagel ausreicht, um einen Brand in einem Raum von ca. 20 m<sup>2</sup> Grundfläche erfolgreich zu bekämpfen. Bei größeren Räumen er scheint es sinnvoll, mehrere Nägel gleichzeitig einzusetzen und dabei zu versuchen, alle Bereiche des Raumes mit Wasserdampf zu beaufschlagen. Vorteilhaft ist es natürlich, wenn die Geometrie des Raumes bekannt ist und eventuell noch vorhandene Brandstellen lokalisiert und gezielt mit dem Fog Nail „Attack“ bekämpft werden können.

Der hohe Verdampfungsanteil des Wassers sorgt für eine effektive Bindung von Reaktionswärme und einen guten Löscherfolg. Bedingt durch die Tatsache, dass kaum Wasser im Raum verbleibt, bleiben die brennbaren Stoffe jedoch trocken. Dies kann zu Rückzündungen führen, wenn der Angriff zu früh abgebrochen wird. Auch dieser Effekt ist von anderen Verfahren bekannt, die auf der Basis von Wasserdampf arbeiten.

Bei der Brandbekämpfung mit dem Fog Nail werden in kurzer Zeit große Mengen an Wasserdampf freigesetzt. Dieser Wasserdampf kann zu schweren Verletzungen der Einsatzkräfte führen, so fern sie sich nicht im Schutz einer Tür einer Wand o.ä. befinden. Ein klassischer Angriff mit dem Fog Nail bei einem aktiven Zimmerbrand verbietet sich aus Sicherheitsgründen.

Eine Frage, die noch nicht beantwortet ist, beschäftigt sich mit den Druckverhältnissen in einem Raum, dessen Fenster dem Feuer standgehalten hat und in dem ein Fog Nail zum Einsatz kommt. Die Temperaturabsenkung durch den Wassereintrag wird zu einer Druckentlastung führen. Gleichzeitig sorgt der sich im Raum bildende Wasserdampf jedoch für einen Druckanstieg. Sollte aus beiden gegenläufigen Effekten insgesamt ein Druckanstieg im Raum resultieren, so könnte dadurch eine Gefahr entstehen. Wenn die Tür dem Druck nicht mehr standhalten kann und nach außen in den Flur gedrückt wird, werden die sich dort aufhaltenden Feuerwehrleute schlagartig heißen Gasen und überhitztem Wasserdampf ausgesetzt.

Die Frage, ob bei einem voll entwickelten Zimmerbrand, bei dem nicht bekannt ist, ob sich noch Menschen im Raum befinden, der Fog Nail eingesetzt werden kann, stellt sich nach Auffassung des Autors nicht. Wenn ein Feuer einen Raum voll erfasst hat und die Temperaturen ein Eindringen in den Raum ausschließen, ist ein Leben in diesem Raum nicht mehr möglich. Selbst wenn man unterstellt, dass doch noch jemand im Raum lebt, so wird man die Temperaturen drastisch absenken müssen, um in den Raum ein dringen zu können. Dies geschieht in jedem Fall mit Wasser. Je effektiver das Wasser eingebracht wird, je schneller es zur Abkühlung des Raumes beiträgt, umso größer ist der Anteil des verdampfenden Wassers. Somit besteht die Gefahr durch Wasserdampf für potentiell lebende Personen im Raum in jedem Fall, wenn Wasser als Löschmittel eingesetzt wird.

## 7. Fazit

Der Fog Nail ist im Prinzip mit einem Sprinklerkopf zu vergleichen, der nach Brandausbruch in den Brandbereich eingebracht wird. In vielen Fällen wird es möglich sein, Brände vollständig zu löschen, in vielen Fällen werden diese Geräte helfen, die Brandintensität drastisch zu senken und damit dazu beitragen, die vorgefundene Lage zu stabilisieren und Zeit zu gewinnen.

Der Versuch in der Forschungsstelle für Brandschutztechnik hat im Wesentlichen die Videoaufnahmen aus den Werbespots der Hersteller bestätigt. Es ist tatsächlich möglich, mit äußerst geringen Wassermengen auch aktive Brände zu kontrollieren und zu löschen, wenn es gelingt, das Wasser als Nebel in den Brandraum einzubringen und dabei die Problematik der Wasserdampfbildung zu lösen. Dies ist bei dem Einsatz eines Fog Nails möglich. Wir werden noch weitere Erfahrungen sammeln müssen im Umgang mit diesen Geräten, um deren Einsatz weiter zu optimieren. Wir müssen z.B. lernen, wann welcher Nagel optimal einzusetzen ist und wann es Sinn macht, mehrere Nägel einzusetzen oder Nägel auszutauschen.

Der Fog Nail ist sicherlich kein Allheilmittel. Er ist je doch eine sinnvolle Ergänzung unserer Ausrüstung und eröffnet völlig neue Wege bei der Brandbekämpfung - zumindest in Deutschland.

Im Ausland ist der Fog Nail nämlich keinesfalls neu. Er findet sich in amerikanischen Ausbildungsunterlagen für Feuerwehren in vielfachen Anwendungen und wird seit Jahren auch in Skandinavien, Israel und anderen Ländern erfolgreich eingesetzt.

---

Ein Artikel von Dr. Markus Pulm, Oberbrandrat der Branddirektion Karlsruhe

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht, und darf ohne schriftliche Genehmigung nicht verbreitet werden.

Elektronische Aufarbeitung: ruegengrafik E-Werk – <http://www.ruegengrafik.de>