

# EFNDT Arbeitsgruppe 5: ZfP für die öffentliche und technische Sicherheit

Kurt OSTERLOH\*, Uwe EWERT\*, Vjera KRSTELJ\*\*

\* BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
(Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, kurt.osterloh@bam.de)

\*\* The Croatian Society for Non-Destructive Testing (CrNDT)  
(Ivana Lučića 1, 10000 Zagreb, Kroatien, vjera.krstelj@fsb.hr)

**Kurzfassung.** Die Arbeitsgruppe 5 “Public Security and Safety NDT Technologies (PSSndtT)” der Europäischen Föderation für Zerstörungsfreie Prüfung (EFNDT) hat sich zur Aufgabe gestellt, vorhandene ZfP-Techniken darauf hin zu überprüfen, ob und inwieweit sie für einen Einsatz im Bereich der öffentlichen Sicherheit („Security“) geeignet sind. Ausgangspunkt war die Suche nach Antipersonenminen in ehemaligen Kriegsgebieten. Die zunehmende Bedrohung der Allgemeinheit durch den Terrorismus veranlasste den EFNDT, ZfP-Anwendungen auf die allgemeine öffentliche Sicherheit auszuweiten. Der Blick auf die Praxis und die Erfahrungen in der ZfP kann neue Wege eröffnen und erspart mögliche parallele Eigenentwicklungen. Umgekehrt wird man immer auch vom praktischen Feldeinsatz mobiler Inspektionstechnik lernen, besonders unter erschwerten Einsatzbedingungen in Bezug auf erschwerte Zugänglichkeit und eingeschränkt verfügbare Zeiträumen. Es wird über die bisherigen Aktivitäten und Perspektiven berichtet.

Ein gemeinsames Anliegen sowohl der technischen Sicherheit im Sinne von „Safety“ als auch der öffentlichen im Sinne von „Security“ als Schutz vor Anschlägen und Verbrechen ist die Einschätzung bzw. die Bewertung vorbeugender Maßnahmen, die der rechtzeitigen Erkennung einer Bedrohung dienen. An einem Beispiel soll gezeigt werden, wie umgekehrt die ZfP auch von Konzepten zur Maßnahmenbewertung in Sicherheitskontrollen profitieren könnte, besonders dann, wenn eine einzelne Methode nicht hinreicht, um ein drohendes Schadensereignis zu erkennen.

## Einführung

Bei der Schadensvermeidung als vordergründiges Ziel der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) wird in erster Linie an unbeabsichtigte Ursachen wie höhere Gewalt, Alterung oder technisches Versagen gedacht. Vorsätzlich herbeigeführte Schäden können aber durchaus vergleichbare Folgen zeigen, womit eine Trennung zwischen technischer und öffentlicher (im Sinne von gesellschaftlicher) Sicherheit, oder auch im Englischen „Safety“ und „Security“, relativiert wird. Es gibt aber unterschiedliche Zuständigkeiten für diese beiden Bereiche, obwohl z. T. gleiche Instrumentarien und Technologien zur Schadensverhütung benutzt werden.

Natürlich gibt es aufgabenspezifische Unterschiede. Bei den Methoden der Gefahrenerkennung gibt es jedoch signifikante Parallelitäten. In der **Tabelle 1** sind einige markante Unterschiede aufgeführt. In beiden Fällen geht es aber um die rechtzeitige Erkennung eindeutiger Anzeichen bei gleichzeitiger Vermeidung eines mechanischen Eingriffs ins Innere des zu untersuchenden Objektes. Beim „Blick“ in einen verdächtigen Gegenstand, ohne ihn mechanisch zu öffnen, bedient man sich der Durchstrahlungstechnik ganz

ähnlich wie in der ZfP. Dies gibt Anlass zu einem breiter angelegten Erfahrungsaustausch auf dem gesamten Gebiet der Inspektionstechnologien. Ein solcher hat bereits bei der Einführung der Röntgen-Speicherfolientechnik in den Bereich der Entschärfung unkonventioneller Spreng- und Brandvorrichtungen (USBVen) stattgefunden.

**Tabelle 1.** Unterschiede zwischen den Sicherheitsbereichen

technische Sicherheit („Safety“)	gesellschaftlich-öffentliche Sicherheit („Security“)
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vertraute Objekte</li> <li>– bekannte Fehlerarten</li> <li>– gezielte Suche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– unbekannte Objekte</li> <li>– unkonventionelle Bedrohungen</li> <li>– unterschiedliche Maßnahmenbündel</li> </ul>

### 1. Die EFNDT Arbeitsgruppe 5, wer ist das und was macht sie?

Gegründet wurde diese Arbeitsgruppe 1999 in Berlin als Initiative zur Methodenentwicklung in der Detektion von Antipersonenminen, konkret nach den kriegerischen Auseinandersetzungen auf dem Balkan („Working Group for Antipersonnel Landmines Detection, WG/APLD“). Da nach wie vor nur vier Methoden zur Minensuche eingesetzt werden, d.h. Metalldetektoren, Minensuchnadeln, gepanzerte mechanische Dreschflegel und Minensuchhunde, stellte sich die Frage, ob aus der zerstörungsfreien Materialprüfung Methoden übernommen werden können, die eine Suche sicherer und effizienter gestalten könnte [1]. Dies würde eine völlige Neuentwicklung vermeiden, angefangen von der Suche nach Wirkprinzipien, und man könnte auf vorhandene Erfahrungen in Anwendungen unter Außeneinsatzbedingungen zurückgreifen. Ein Handlungsdruck bestand, und besteht noch in vielen Ländern der Welt, durch die Verseuchung von Ländereien, die deshalb wirtschaftlich nicht genutzt werden können, weil sie unsicher sind und nicht betreten werden können. In der Zwischenzeit wurde die Arbeitsgruppe in „Working Group 5 Anti-Personnel Mine Detection, EFNDT WG 5 APMD“ umbenannt, da mit Antipersonenminen auch in flachen Gewässern gerechnet werden muss. Zuletzt erhielt sie ihren jetzigen Namen „EFNDT Working Group 5 Public Security and Safety NDT Technologies, EFNDT WG 5 PSSndtT“, um der zunehmenden terroristischen und kriminellen Bedrohung überall in der Welt gerecht zu werden [2]. Das Problem mit den Antipersonenminen ist noch lange nicht zur Zufriedenheit gelöst, die Themenerweiterung trägt aber dazu bei, dass es nicht vergessen wird.

Für die Arbeitsgruppe 5 ergibt sich ein mehrschichtiges Aktivitätsspektrum, wobei nicht nur Erfahrungen aus der zerstörungsfreien Prüfung in die öffentlich-gesellschaftliche Sicherheit einfließen, zu der im Grunde genommen alle verpflichtet sind, sondern auch umgekehrt die Materialprüfung von Vorgehensweisen profitieren kann, wie gebündelte Maßnahmen zur Lösung eines Sicherheitsproblems in ihrer Effizienz zu beurteilen (s. u.). Zunächst steht aber die Gefahrendetektion an, wobei es sich um unkonventionelle Spreng- und Brandvorrichtungen („USBVen“) handeln kann, wo immer sie auch versteckt sein mögen. Gefragt sind hier zum einen das ganze Spektrum von Durchstrahlungsverfahren, zum anderen auch die Nachverfolgung verräterischer Spuren. Die Orte, an denen nicht nur technische, sondern auch unkonventionelle Gefahren aufgespürt werden müssen, umfassen alle öffentlich zugängliche Plätze. Ein besonderes Gefährdungspotential besteht in den Verkehrsinfrastrukturen wie Flughäfen, Bahnhöfen, Straßen, Brücken, Tunneln, Häfen, Fähr- und Frachtschiffen usw. Es handelt sich also in einem großen Umfang von Orten, an denen auch die zerstörungsfreie Materialprüfung gefragt ist. Sicherheit bedeutet in jedem Fall aber auch, dass man sich auf die Methoden und Maßnahmen verlassen kann, mit denen man sie überprüft. Deshalb ist die Bestimmung der Zuverlässigkeit und der Grenzen der Techniken eine essentielle Grundlage, woraus sich Regeln und Standards sowie eine

sachgerechte Ausbildung in den Anwendungen in allen Bereichen gleichermaßen ergeben sollen. Wesentlich dazu beitragen können ein offener Austausch im technischen Bereich, aber auch Entwicklungen zur Anpassung bestehender Verfahren an die spezifischen Problemstellung, gegebenenfalls sogar Neuentwicklungen. Um dies zu leisten, reichen in keinem Ressort die hauseigenen Mittel. Deshalb ist das Einwerben von Forschungsmitteln, die für solche Zwecke bereitgestellt werden (z.B. das 7. Rahmenprogramm der EU oder das Science for Peace and Security der NATO) eine existenzielle Grundlage. Die Arbeitsgruppe 5 kann beitragen, Partner für solche Projektanträge zusammenzuführen und einen Informationsaustausch zu vermitteln. Darüber hinaus soll sie ein Podium für neue Ideen und Konzepte bilden, denn ohne diese ist ein Fortschritt nur schwer vorstellbar.

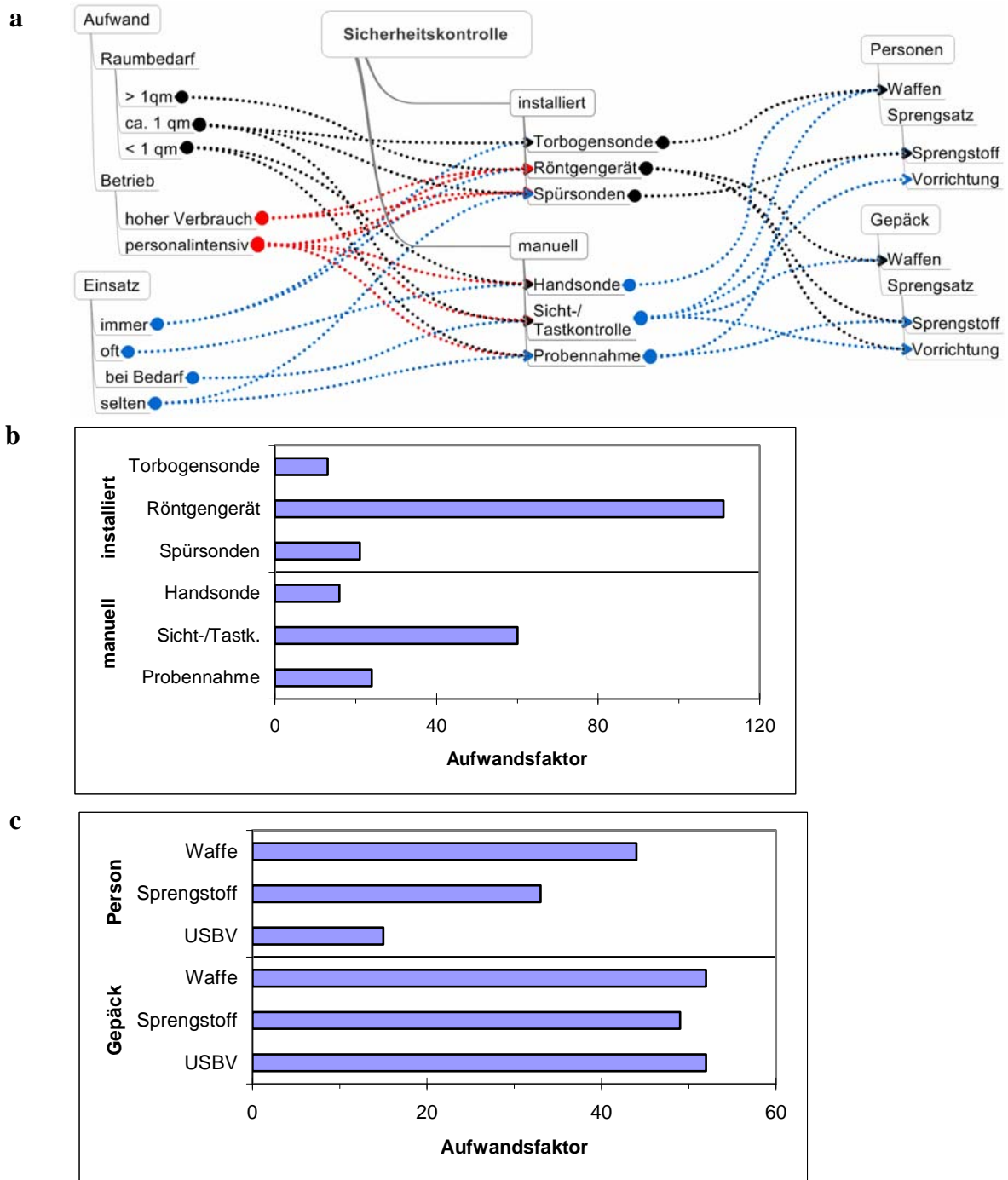
## **2. Bewertung der Effektivität einzelner Methoden in einem Maßnahmenbündel**

Bei technischen Inspektionen steht oftmals das eine oder andere Verfahren im Vordergrund. Um z.B. Risse in Schweißnähten zu finden, wird entweder geröntgt oder mit Ultraschall abgetastet. Die Wahl zwischen den Methoden wird nicht nur vom Objekt, sondern auch vom Einsatzort und dessen Umgebung bestimmt. Für die Kontrolle von Frachtgütern an Grenzen stehen z.B. mehrere Methoden zur Verfügung, die unterschiedlich, aber zu einem bestimmten Zweck, eingesetzt werden, entweder unzulässige Ladungen oder gar mögliche Gefahrenquellen aufzufinden. Um die Auffindungsquote zu verbessern, ohne dabei gleichzeitig den Anteil an Fehlalarmen zu erhöhen, kann man entweder jede einzelne Methode verbessern und deren Einstellung optimieren, oder aber orthogonal zueinander stehende Verfahren in Kombination einsetzen. Darunter ist zu verstehen, dass die eingesetzten Verfahren aus unterschiedlichen „Blickrichtungen“ auf das Objekt schauen. Was mit der einen Methode gefunden werden kann, bleibt unter Umständen mit der anderen unentdeckt. Erst das Zusammenspiel der Methoden lässt zuvor zweifelhafte oder gar übersehene Anzeichen sicher entdecken, ohne jede einzelne groß zu verändern. Um dieses Zusammenspiel zu bewerten, stellt sich die Frage, wie effektiv jede einzelne Maßnahme nicht losgelöst, aber im Kontext mit den anderen ist. An einem stark vereinfachten Beispiel soll gezeigt werden, wie einzelne Methoden zu einem Gesamtergebnis beitragen können.

### *2.1 Ein beispielhaftes Szenario, die Sicherheitskontrolle an Flughäfen*

Jedem, der das Verkehrsmittel Flugzeug benutzt, sind die Kontrollmaßnahmen an jedem Flughafen vor dem Einstieg nur allzu geläufig. Man wird verschiedenen Kontrolltechniken unterworfen, beginnend mit der Ablage von Handgepäck und Jacken auf der Rollzufuhr zum Röntgenapparat und dem Durchschreiten des Metalldetektortors. In der **Abbildung 1** sind, grob vereinfacht, diese Vorgänge bildlich wiedergegeben. In diesem Zusammenhang soll es nicht darum gehen, wie häufig und wie erfolgreich tatsächlich jemand mit einer Waffe oder Bombe versucht, diese Barriere zu überwinden. Für eine technische Betrachtung soll es vollauf genügen, wie und auf welchem Wege ein solcher Gegenstand aufgefunden wird. Prinzipiell kann er entweder direkt mit einer Methode angezeigt werden (1), oder ein Verfahren liefert einen Hinweis, dem in einem zweiten Schritt mit einer anderen Technik nachgegangen werden muss (2). Erfahrungsgemäß erfolgt eine Erstanzeige in fest installierten Geräten, die jeder zu durchlaufen hat bzw. jedes Gepäck- und Kleidungsstück hindurchgeführt wird (1). Bei einem Anzeichen, das nicht eindeutig ist, wird nachgeprüft, zumeist manuell (2). Hin und wieder wird diskutiert, ob die lästigen Nachkontrollen durch modernere automatische ersetzt werden können. Diese Diskussion wird oftmals emotionell





**Abbildung 2:** Abschätzung des Aufwandes für jede Maßnahme und zur Erkennung eines bestimmten Gefahrenmomentes: **a)** Aufzeichnung aller Zusammenhänge in einer Mindmap. Die ergriffenen Maßnahmen sind an zentraler Stelle mit der Überschrift „Sicherheitskontrolle“ aufgeführt, links davon Bewertungskriterien, die zu einer Gewichtung jeder Maßnahme nach Aufwand und Einsatzhäufigkeit führen, auf der rechten Seite die Gefahrenmomente, die aufzuspüren sind. Dies sind Waffen oder Sprengsätze, die über das Vorhandensein eines Sprengstoffes oder den Aufbau einer unkonventionellen Spreng- und Brandvorrichtung (USBV) zu erkennen sind, jeweils an Personen oder im Handgepäck. Die Farben der verknüpfenden Pfeile sind den jeweiligen ursprünglichen Untergruppen zugeordnet, um die Zusammenhänge besser erkennen zu können. **b)** Ergebnis aus der Verknüpfung zwischen Aufwand und Sicherheitskontrollen, d.h. Gewichtung nach Aufwand, **c)** Verknüpfung zwischen methodischem Aufwand und den einzelnen Gefahrenmomenten als Suchziel.



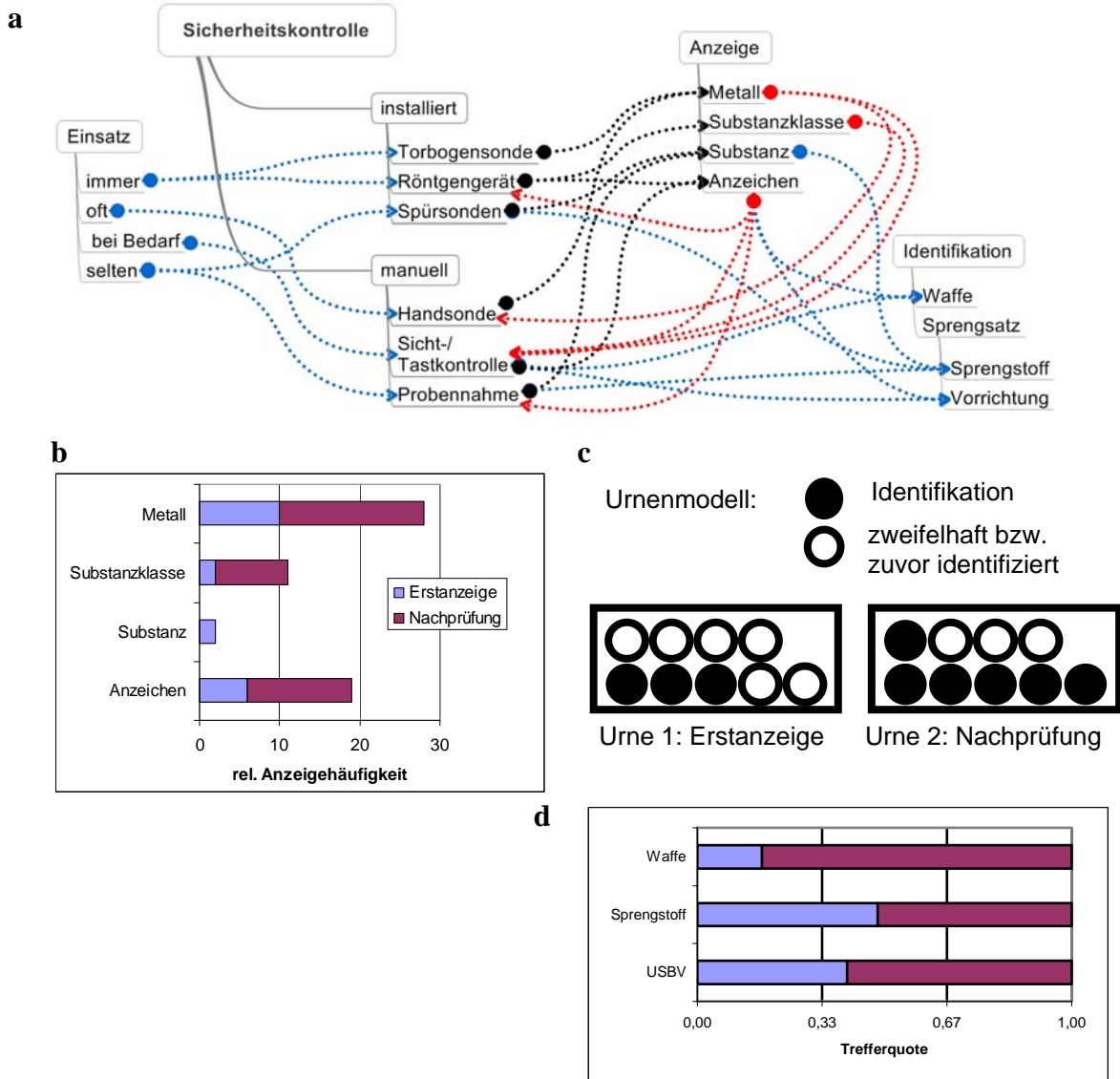
Aus der Aufwands- und Einsatzauflistung ergibt sich für jede Kontrollmethode eine Aufwandsgewichtung, die im Diagramm der **Abbildung 2b** dargestellt sind. Auffallend sind die relativ hohen Aufwendungen für die Röntgenkontrolle bei den fest installierten Geräten und der manuellen Suche. Bei der Auswertung der methodischen Aufwendungen für das Auffinden der jeweiligen Gefahrenmomente, wie sie in der **Abbildung 2c** gezeigt wird, fällt auf, dass für unkonventionelle Spreng- und Brandvorrichtungen (USBVen) an Personen im Vergleich zu den anderen am wenigsten aufgewandt wird. Dies leuchtet ein, da eine Durchstrahlung von Personen mit Röntgenstrahlung unverhältnismäßig und, zumindest in Deutschland, außerhalb medizinischer Anwendungen nicht zulässig ist. Durch die Entwicklung von Ganzkörperscannern auf der Basis von Millimeter- bzw. Terahertzwellen wird dem zurzeit für die Zukunft Rechnung getragen. Damit ist aber noch kein Weg vorgezeichnet, um ein notwendiges Zusammenspiel der einzelnen Methoden aufzuzeigen. Ein Vorschlag dazu folgt im nächsten Schritt.

### *2.3 Vernetzung von methodenspezifischen Anzeigen und identifizierten Gefahrenmomenten*

Den Wert einer jeden Einzelmaßnahme in einem Bündel zu beurteilen, ist nur möglich im Zusammenhang mit dem gesamten Bündel. Der Weg dorthin führt auch wieder über die Gestaltung einer „Landkarte“ mit den Sicherheitskontrollen und deren Gewichtung mit deren Übertragung und Wertezuweisung in eine „mehrdimensionale“ Tabelle. Hinzu kommt aber noch eine weitere Dimension, die berücksichtigt, dass Detektionsmethoden nicht immer direkt das Gefahrenmoment als Suchziel identifizieren, sondern eine Eigenschaft anzeigen. Metalldetektoren zeigen naturgemäß Metall an, somit auch eine Schusswaffe oder eine metallische Klinge, aber auch große Gürtelschnallen oder Geldmünzen. Chemische Sensoren für ganz bestimmte Stoffe zeigen diese an, aber nur diese. Und als Sprengstoff kommen eine ganze Reihe chemisch recht unterschiedlicher Stoffe in Frage. Die angezeigte Eigenschaft fließt als ein weiterer Vektor in eine separate Hilfsmatrix ein, in der eine „Übereinstimmungsgewichtung“ ermittelt wird. Führt eine Anzeige nicht zu einem eindeutigen Ergebnis, so muss mit einer anderen Methode nachgeprüft werden. Diese Zusammenhänge sind im Schaubild der **Abbildung 3a** ersichtlich. Alle Kontrollen führen zu einer Anzeige, einige identifizieren das Suchziel wie z.B. der hochspezifische chemische Sensor. Andere recht unspezifische Methoden geben nur einen Hinweis, dass eine Nachprüfung stattzufinden hat, wie z.B. der Metalldetektor. In der gezeigten Darstellung sind die Wege zur Anzeige (schwarz) und die Rückführung zu einer Nachprüfung (rot) farblich abgehoben. Die sich daraus ergebenden mehrdimensionalen Zusammenhänge lassen sich in miteinander rechnerisch verknüpften Tabellen wieder in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen. Wird bei der Anlage streng darauf geachtet, welche Einzeltabellen dem Eintrag dienen und welche nur Zwischenberechnungen durchführen, können jederzeit Korrekturen und Anpassungen erfolgen. Man wird sehen, ob diese Veränderungen sich markant auf das Endergebnis durchschlagen oder das System der Zusammenhänge stabil gegenüber leichten Änderungen ist.

Über alle Methoden verteilt, ergibt sich ein Verhältnis von 1:2 zwischen Erstanzeige und Nachprüfung, um eines der Gefahrenmomente als Suchziel zu identifizieren, allerdings unterschiedlich für die einzelnen Verfahren, wie es aus der **Abbildung 3b** ersichtlich ist. Man kann nun fragen, ob die jeweiligen Gefährdungsmittel Waffe, Sprengstoff oder eine unkonventionelle Vorrichtung (USBV) auf erstem oder zweitem Weg identifiziert wurde. Als eine Lösungsmöglichkeit wird hier der Satz von Bayes unter Einbeziehung der oben genannten Hilfsmatrix zur „Übereinstimmungsgewichtung“ vorgeschlagen [3]. Das Grundprinzip ist in **Abbildung 3c** dargestellt, wobei das genannte Verhältnis zwischen direktem Weg und Nachprüfung zugrunde gelegt wurde. In einem stark vereinfachten Ansatz wird zunächst nicht festgelegt, wohin ein nachzuprüfendes Objekt zurückgeführt wird. Die

Verteilung der Identifizierung zwischen den beiden Wegen ist für jede Bedrohungsart in **Abbildung 3d** graphisch dargestellt.



**Abbildung 3:** Bewertung der Einzelmaßnahmen mit der Differenzierung zwischen angezeigter Eigenschaft und Suchziel, **a)** Aufzeichnung der Zusammenhänge in einer Mindmap analog zu Abbildung 2a. Verknüpfungen hin zu den methodenspezifisch angezeigten Eigenschaften (schwarz) und für die Rückführung zu Nachprüfungen (rot) sind zur Übersicht farblich abgesetzt. **b)** Häufigkeit und Verteilung zwischen Erstanzeige und Nachprüfung für die methodenspezifisch angezeigten Eigenschaften. **c)** Ansatz für ein Auswertemodell zur Beurteilung einzelner Maßnahmen nach Bayes, bei dem zuvor die Gesamtverteilung zwischen Direktanzeigen und Nachprüfung separat ermittelt wurde. **d)** Verteilung der Treffer, d.h. der endgültigen Identifizierung, zwischen direkten Anzeigen und Nachprüfungen (Farben wie in c). Die generelle Verteilung zwischen direkten und nachgeprüften Anzeigen war 1/3 zu 2/3.

Wie nicht anders zu erwarten, werden Waffen gegenüber der generellen Verteilung zwischen Erstanzeige und Nachprüfung vermehrt erst in einer Nachuntersuchung gefunden, da die Anzeigen von Metalldetektoren recht unspezifisch sind. Umgekehrt verhält es sich mit der Sprengstoffdetektion, da hier einige Substanzen auf direktem Weg identifiziert werden können. Bei diesem Ergebnis gilt es zu berücksichtigen, dass es sich aus

Demonstrationsgründen um ein sehr stark vereinfachtes Modell handelt, dass beliebig erweiterbar ist und in den möglichen Fragestellung verfeinert werden kann.

#### *2.4 Betrachtung eines Maßnahmenbündels*

Selbst dieses stark vereinfachte Modell zeigt, dass der meiste Aufwand mit der Durchstrahlungsprüfung betrieben wird – einer Technik, die auch in der zerstörungsfreien Materialprüfung weiträumig angewandt wird. Der geringere Aufwand, mit der an Personen nach unter der Kleidung versteckten gefährlichen Gegenständen gesucht wird, wird bald mit neu entwickelten Methoden kompensiert werden, die nicht mit ionisierender Strahlung arbeiten. Unterschiedliche Suchziele, die allesamt Gefahren darstellen, werden auf unterschiedlichen Wegen gefunden, so dass zunächst einmal keine Redundanz festgestellt werden kann. Darüber kann aber erst entschieden werden, wenn zusätzlich auch die Anzeigersicherheit und Zuverlässigkeit der Methoden mit erfasst werden und in die Betrachtung einfließen. Es ist durchaus vorstellbar, dass ein solcher Betrachtungsansatz auch für die zerstörungsfreie Prüfung von Wert sein kann.

### **3. Schlussfolgerung**

Aus der Notwendigkeit, schnell zuverlässige Wege zu finden, tödliche Gefahren zu erkennen, um sie dann aus dem Felde räumen zu können, entstand in der EFNDT eine Arbeitsgruppe, die sich zur Aufgabe gestellt hat, zwischen zwei Anwendungsbereichen von Detektionsmethoden zu vermitteln. Trotz den Unterschieden in ihren Zuständigkeiten benutzen sie aber zum Teil gleiche Techniken. Was liegt näher, als auf dieser gemeinsamen Basis ein Forum zu schaffen, Erfahrungen auszutauschen, von einander zu lernen und gemeinsame Entwicklungen anzubahnen?

Die Arbeitsgruppe 5 der Europäischen Föderation für zerstörungsfreie Prüfung versteht sich mehr als nur eine reine „Kontaktbörse“. Neben geeigneten Partnern gehören zu erfolgreichen Sicherheitsprojekten auch besonders neue Ideen und Ansätze. Willkommen sind solche, von denen beide Seiten profitieren können, die technische und die gesellschaftlich-öffentliche Sicherheit. Als Beispiel hierfür möge der hier vorgestellte Weg zur Bewertung gebündelter Methoden dienen.

#### **Anmerkung**

Dieses Beispiel und der hier gezeigte Vorschlag zu einer Methodenbewertung wurde im Rahmen des deutschen Sicherheitsforschungsprogramms geförderten Projekt „Flughafen Sicherungssysteme (FluSs)“ entwickelt. Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wird für die finanzielle Förderung gedankt (Förderkennzeichen 13N10054).

#### **Referenzen**

- [1] Kurt Osterloh, Christina Müller, Uwe Ewert (2002): Bedrohung durch Minen - können zerstörungsfreie Prüfmethoden zur Beseitigung beitragen? ZfP-Zeitung **82**, 33-40
- [2] Kurt Osterloh (2006): EFNDT WG5: von Antipersonenminen zur öffentlichen Sicherheit, ZfP-Zeitung **98**, 28 – 29
- [3] Marek Fisz (1976): Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, S. 39-41, oder Hans G. Zachmann (1977): Mathematik für Chemiker, 3. verb. Aufl., Weinheim, Verlag Chemie, S. 578