

## Außergewöhnliches 3D-Stereo Arbeiten macht Baustellen „bombensicher“



**3D PluraView**



Das Referat Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV) der Feuerwehr Hamburg nutzt für eine optimale Effizienz bei der Kriegsluftbilddauswertung die passiven 3D-Stereo Beamsplitter-Monitore 3D PluraView von Schneider Digital



## Außergewöhnliches 3D-Stereo Arbeiten macht Baustellen „bombensicher“

Das Referat Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV) der Feuerwehr Hamburg nutzt für eine optimale Effizienz bei der Kriegsluftbildauswertung die passiven Beamsplitter-Monitore 3D PluraView von Schneider Digital

*Im Wettstreit mit Blindgängerverdachtspunkt, Schornstein und Gullideckel: Mit großer Akribie wertet die Feuerwehr Hamburg Kriegsluftbilder aus, um den Kampfmittelverdacht zu klären. 3D-Stereoskopie hilft bei der Unterscheidung von Absenkungen und Erhebungen.*

Hamburg gehört zu jenen Städten Deutschlands, die im Zweiten Weltkrieg am schwersten gelitten haben. So entsprach das in der Hansestadt zerstörte Wohnungsvolumen, dem Gesamtwohnungsbestand der Städte Nürnberg, Augsburg, Ludwigshafen, Würzburg und Regensburg zusammen. Zwischen dem 18. Mai 1940 und dem

keine andere Stadt auf der Welt, von der so viele Luftbildaufnahmen während des Krieges gemacht wurden. Von Hamburg sind derzeit 30.000 Bilder bekannt. „Ein weiterer Vorteil ist, dass in Hamburg fast keine Bodenkämpfe stattfanden. Ganz anders als in Köln oder Berlin. Wir können also davon ausgehen, dass die Kriegseinwirkungen ausschließlich durch Luftangriffe und nicht etwa durch Artilleriebeschuss zustande kamen“, erklärt Thomas Otto, Leiter des Referats Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV) der Feuerwehr Hamburg. Die GEKV ist hoheitlich für die Einstufung von Baugrundstücken im Stadtgebiet bezüglich ihres Gefährdungspotenzials in Hinsicht auf Kampfmittel zuständig. Die Einstufung erfolgt durch die Auswertung historischer Luftbilder der Alliierten und der deutschen Wehrmacht aus den Jahren 1940 bis 1946. Wenn verfügbar, werden Sekundärquellen wie Logbücher oder andere Niederschriften herangezogen, um die Entscheidung weiter abzusichern. Vor jeder baulichen Maßnahme in Hamburg muss genauestens überprüft werden, ob im zu bebauenden Bereich gegebenenfalls noch zu bergende Blindgänger schlummern.

### Präzise stereoskopische Luftbildauswertung – selbst bei Tageslicht

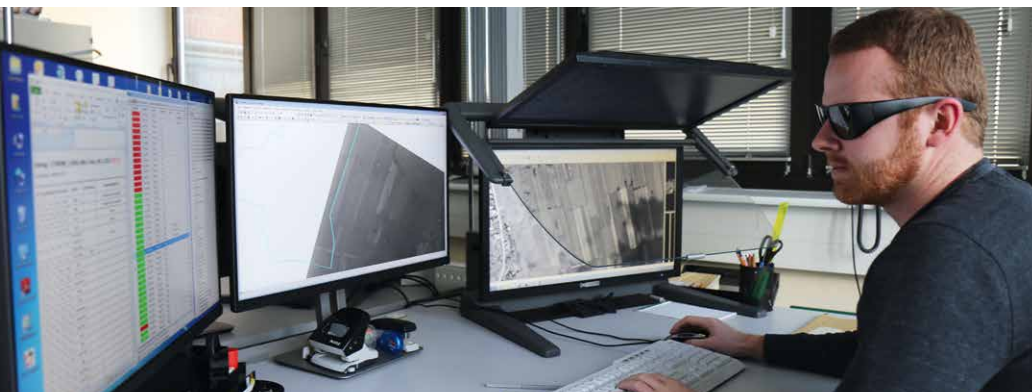
An den insgesamt 20 Arbeitsplätzen, die mit High-End Stereo-Displays vom Typ 3D PluraView von Schneider Digital e.K. (Miesbach) ausgestattet sind, werden die Kriegsluftbilder stereoskopisch ausgewertet. Der 3D PluraView Monitor arbeitet mit der weiterentwickelten passiven 3D-Stereo- und Display-Technologie der vor Jahren eingestellten Beamsplitter-Serie von PLANAR. Innovative, zuverlässige Technik ist die Grundlage für präzise, stereoskopische Darstellung in höchster Qualität. Die 3D PluraView Beamsplitter-Technologie liefert pro Auge die volle Monitorauflösung von bis zu 4K in brillanter Helligkeit dank zweier Displays.

„Ganz wichtig dabei ist die räumliche 3D-Stereodarstellung, weil wir so erkennen können, ob es sich bei einem schwarzen Punkt im Bild um eine Vertiefung oder Erhebung handelt: Eine Vertiefung kann ein Hinweis auf einen Blindgänger sein - Abwurfmunition also -, die in den Boden zwar eingedrungen, nicht aber detoniert ist“, erklärt der Luftbildauswerter Matthias Otto und nennt ein weiteres Beispiel, bei dem die Überlappung zweier Aufnahmen hilft, einem Verdachtsfall auf die Spur zu kommen: „Stereoskopie vereinfacht zu erkennen, ob bei beschädigten Gebäuden die Zwischengeschosse vorhanden waren oder nicht. Sind diese erhalten geblieben, gilt der Teil des Grundstücks nicht als Verdachtsfläche, wenn jedoch keines der Geschosse mehr vorhanden war, durchaus.“ Es ist beeindruckend zu sehen, mit welcher Akribie und Feingefühl, die den Vergleich mit Sherlock Holmes nicht zu scheuen

**„Mit Stereoskopie gehen wir auf „Zeitreise“. Stereo-Arbeiten mit dem 3D PluraView Monitor vermittelt uns einen plastischen, räumlichen 3D-Eindruck der Situation vor Ort vor 70 Jahren“**

17. April 1945 wurden 213 Luftangriffe auf Hamburg geflogen und insgesamt etwa 107.000 Spreng-, 3 Millionen Stabbrand- und 300.000 Phosphorbrand-

bomben abgeworfen – mit erheblichen „Kollateralschäden“, denn rund 70 Prozent der Bebauung der Metropole wurden zerstört. Da kam alles vom Himmel herunter, was die Kriegskunst seiner Zeit so hergab. Die größten, bunkerbrechenden Bomben hatten ein Gewicht von 12.000 lbs (englische Pfund), die kleinsten Stabbrandbomben lagen bei 4 lbs. Und es wurde dokumentiert. Es gibt wohl



Das 3D PluraView Display (2.560 x 1.440 Pixel) ist über die Anbindung an weitere 2D-Monitore vollständig in die Analyseprozesskette der Feuerwehr Hamburg integriert.

brauchen, das Team der Feuerwehr bei dieser „Zeitreise“ vorgeht und wie dabei die 3D PluraView Display-Technik von Schneider Digital hilft, gefährlichen Bomben/Kriegshinterlassenschaften auf die Spur zu kommen. „Stereoskopie mit 3D PluraView Monitoren vermittelt uns einen plastischen, räumlichen, ja fast virtuellen Eindruck der Situation vor Ort vor 70 Jahren“, bringt es Matthias Otto auf den Punkt.

Voraussetzung für eine derartige Auswertung ist, dass zwei zu einander versetzte Bilder der gleichen Szene vorliegen. „Meistens wurden Reihenaufnahmen gemacht, bei denen die Kamera in festen Zeitintervallen ausgelöst wurde. „Die Flughöhe der Aufklärungsmaschinen war nicht konstant, was zu Verzerrungen innerhalb des Luftbildes führt.

passee.“, konstatiert Referatsleiter Thomas Otto. Der Markt ist hochofrend über die gestochenen scharfe Bildqualität bis zu 4K/UHD pro Auge und Darstellung feinsten Details auf 27“- beziehungsweise 28“-Bildschirmdiagonale, die ein 3D PluraView Display bietet. Zertifiziert sind die Geräte für alle gängigen 3D-Stereosoftwares-Anwendungen in GIS, Photogrammetrie und Mapping, nicht nur von den bereits erwähnten Systemanbietern Hexagon (Geomedia) und Esri (ArcGIS), sondern auch von Trimble (Match-AT/DTMaster/UASMaster), Erdas (IMAGINE Photogrammetrie), TerraSolid (TerraStereo), Rhino (SARL RhinoTerrain), PurView (PurVIEW) oder Leica (LeicaGeosystems). Die Feuerwehr Hamburg war der erste (Groß-)Kunde der 3D PluraView Monitorgeneration. Schneider Digital stellte sie

sind rund 11.000 Blindgängerermeldungen bekannt, von denen ein Teil bereits während des Krieges beseitigt wurde. Die Verwendung der Kriegsmeldungen bereiten besondere Herausforderungen, da vor dem Aufbau der GEKV keine umfassende Dokumentation der Beseitigung durchgeführt wurde. Thomas Otto hat bereits 1990 begonnen, eine systematische Auswertung und Datenbanken aus Luftbildern von Primär- und Sekundärquellen bei der Feuerwehr Hamburg aufzubauen. Die notwendigen profunden Kenntnisse hat er sich selbst angeeignet und später ein Mitarbeiterschulungsprogramm ins Leben gerufen, denn: Eine Berufsausbildung für die Gefahrmittelerkennung mittels Kriegsflugbilder gibt es schlichtweg nicht.



Durch geeignete Methoden kann diese Verzerrung nahezu beseitigt werden, so dass dennoch eine sehr lagegenaue Auswertung ermöglicht wird“ erklärt der Luftbildauswerter. „Wenn ein dunkler Punkt nur auf einem Bild zu erkennen ist, liegt auf der Hand, dass es sich dabei um ein Artefakt handelt oder anders herum kann der Fall eintreten, dass ein schwarzer Punkt im Monobild im Stereobild zum Beispiel nur eine Litfaßsäule offenbart.“ Als Auswertungssoftware kommen bei der Feuerwehr Hamburg hauptsächlich ERDAS IMAGINE von Hexagon Geospatial und ArcGIS von Esri zum Einsatz.

### Technologischer Fortschritt in „Siebenmeilenstiefeln“

„Wer in der Vergangenheit in der Geoinformatik eine professionelle, hochauflösende 3D-Stereo-Visualisierungen benötigte, kam um die Beamsplitter-Monitorserie von PLANAR nicht umhin. Der Spezialist für 3D-Stereo-, Virtual-Reality- (VR/AR), 4K- und High-End-Hardware Schneider Digital aus dem oberbayerischen Miesbach hat viel in die Weiterentwicklung der Beamsplitter Technologie investiert. Dabei entstand eine innovative, völlig neue 3D-Monitor Generation namens 3D PluraView, die wiederum mittlerweile als technische Benchmark im passiven 3D-Stereo Bereich für die ganze Branche gilt. Im Gegensatz zu aktiven 3D-Monitoren ist der 3D PluraView völlig flimmerfrei und somit hervorragend für den professionellen, augenschonenden Dauereinsatz über einen ganzen Arbeitstag hinweg geeignet - und zwar unter Tageslichtbedingungen. „Arbeiten in abgedunkelten Räumen, wie es noch in den 1990er Jahren der Fall war, sind seit den 3D PluraViews

erstmalig zur internationalen GIS-Messe Intergeo im Oktober 2016 vor und bereits einen Monat später wurden die ersten Geräte nach Hamburg geliefert. Gegenüber der Planar Beamsplitter gab es neben der Displaygröße, der Helligkeit und der Auflösung eine Reihe von Verbesserungen. So ist das Monitorgestell nun erheblich stabiler ausgeführt – in höchster Made in Germany Qualität – sodass es bei Berührungen praktisch nicht mehr nachschwingt. Der Vergangenheit gehören ebenso die abgeprägten Spiegelkanten des Vorgängers an, die den seitlich versetzt stehenden Betrachter bei der Begutachtung bestimmter Bildausschnitte behindern konnte, wie Matthias Otto erläutert. Er weist zudem auf ein weiteres, sehr überzeugendes Argument hin: „Mit dem 3D PluraView Monitor kann ermüdungsfrei den ganzen Tag – auch bei Tageslicht und ohne, dass die Räume abgedunkelt werden müssen – gearbeitet werden.“

### Blindgänger können abtauchen und verschwinden

Das Stadtgebiet von Hamburg umfasst eine Fläche von 755 km². Jeder entdeckte Einschlagspunkt wird genau eingemessen und die Abdrift des Bombenblindgängers berücksichtigt. Zunächst ging man von einer maximalen Differenz zwischen Eintritt in die Erdoberfläche bis zum endgültigen Lagepunkt von 4 bis zu 5 m aus. „Heute weiß man jedoch, dass es bis zu 9 m sein können. Im vergangenen Jahr wurden drei Blindgänger an Stellen gefunden, bei denen man in den 1990er Jahren im Umkreis von 5 m um den Einschlagspunkt nach ihnen gesucht und nichts gefunden hatte“, gibt der Leiter des Referats, Thomas Otto, zu bedenken. Seit Kriegsanfang

### 3D PluraView als Benchmark für die 3D-Stereoskopie

Seit 2004 werden bei der Feuerwehr Hamburg die Kriegsflugbilder ausschließlich digital analysiert. Ab diesem Zeitpunkt stand eine Software zur Verfügung, um beispielsweise Bildmarken einzufügen und mit Näherungswerten für Brennweiten und Flughöhen arbeiten zu können. Bereits damals wurden von Schneider Digital NewVision-Systeme mit Röhrenmonitoren bezogen. Zuvor wurde ein System mit Shutter-Brillen eingesetzt, „was sehr anstrengend für die Augen war. Die Monitore spiegelten so sehr, dass man zwar sich selbst hervorragend, die Luftbilder aber nur mäßig erkennen konnte“, erinnert sich Thomas Otto mit einem Schmunzeln. Die große Stunde der ersten passiven 3D-Stereo PLANAR-Monitorsysteme mit Beamsplitter-Technologie kam im Jahr 2009. Sie haben die systemtechnische Unterstützung bei der Fernerkundung auf eine neue Stufe gehoben. Diese 20 Stereo Luftbildauswertungsarbeitsplätze werden nun Schritt für Schritt mit 3D-PluraView-Technologie ausgerüstet, die die PLANAR-Displays ablösen. Wie hat sich im Zuge der Digitalisierung die Arbeitsweise geändert? Thomas Otto macht zunächst deutlich: „Durch die Menge an zu bewältigenden Anträgen war klar, dass wir neue Mitarbeiter einstellen mussten. Waren es vor der Digitalisierung im Jahr 2004 noch gut 200 Anträge, so sind es heute – auch der novellierten Kampfmittelverordnung geschuldet – rund 11.000 im Jahr.“ Aber warum so viele Anträge auf Untersuchung von Gefahrenerkundung beziehungsweise Kampfmittelverdacht? Immerhin ist der Krieg seit mehr als 70 Jahren Geschichte. In Hamburg muss vor



Die Feuerwehr Hamburg betreibt insgesamt 20 Arbeitsplätze mit passiv 3D-Stereomotoren zur Fernerkundung von Gefahrenquellen.



Der 3D PluraView ermöglicht die präzise, stereoskopische Bildauswertung in höchster Bildqualität. Mit dem Monitor kann ermüdungsfrei den ganzen Tag – auch bei Tageslicht – gearbeitet werden.

**1, 2 & 3** Hamburg gehört zu jenen Städten Deutschlands, die im Zweiten Weltkrieg am schwersten gelitten haben. So entsprach das in der Hansestadt zerstörte Wohnungsvolumen dem Gesamtwohnungsbestand der Städte Nürnberg, Augsburg, Ludwigshafen, Würzburg und Regensburg zusammen. **Bild 2** zeigt eine Luftbildaufnahme der zerstörten Kirche St. Nikolai, **Bild 3** die Kriegseinwirkungen im Bereich Hamburg-Wilhelmsburg.

jeder baulichen Maßnahme eine Abfrage durchgeführt werden. Hierzu muss bei der GEKV ein Antrag auf Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung vom Grundstücksbesitzer bzw. dem Veranlasser des Eingriffs in den Baugrund eingereicht werden. Dank u. a. 3D PluraView Monitore bekommt der Antragsteller einen Kartenausschnitt über die geplante Bebauungsfläche mit möglichst präzisen Informationen über das Gefährdungspotenzial, um so günstig wie möglich sondieren zu können. Ein Privatdienstleister macht sich mit diesen Detailinformationen der GEKV vor Ort auf die Suche, falls Verdacht auf Blindgänger besteht.

Um die Auftragsflut zu bewältigen und Bearbeitungsprozesse zu beschleunigen wurde mit Hochdruck daran gearbeitet, alle Register der Prozessautomatisierung zu ziehen, wie Thomas Otto versichert. Zum Beispiel wurden alle Flächen von Hamburg digital über ein GIS-System erfasst und die Datenbanken weiter professionalisiert. Jedes Luftbild, das der Auswertung zur Verfügung

stehen soll, wurde hochauflösend eingescannt, wobei von oberster Wichtigkeit ist, dass nur Rohdaten verwendet werden, denn eine nachträgliche Bildbearbeitung oder „Optimierung mittels Software“ – wie in der Vergangenheit irrtümlich durch einen fleißigen Dienstleister geschehen – den Informationsgehalt verfälschen kann.

### Menschliche Intelligenz übertrifft Künstliche (KI)

Gemeinsam mit dem Softwareanbieter Esri aus der Schweiz wurde eine Software auf Basis deren ImageServer-Technologie entwickelt, um ein möglichst schnelles Retrieval der Bilder zu erreichen. Ein großer Vorteil dieser Anstrengungen sei, so Matthias Otto weiter, dass nun mehrere Mitarbeiter gleichzeitig parallel am selben Bild arbeiten könnten, was zuvor an physischen Aufnahmen nicht möglich war. „Das war ein großer Schritt, unsere Abläufe zu beschleunigen.“ Künstliche

Intelligenz mit ihren Möglichkeiten der Mustererkennung macht derzeit nicht nur in Expertenkreisen die Runde. Da scheint doch die Luftbildauswertung ein lohnendes Anwendungsfeld zu sein. Thomas Otto winkt ab: „Wir haben das sehr intensiv getestet und untersucht. Uns bringt die Mustererkennung auf Pixelbasis nicht weiter, denn die Trefferquote der maschinellen Bildanalyse ist viel zu gering. Bedenken Sie: Es würden nur ein Anteil der Bomben, die in einem Kriegsluftbild tatsächlich dokumentiert sind, nachgewiesen! Das ist viel zu unsicher! Als Anhänger der konsequenten Digitalisierung und Automatisierung müssen selbst wir uns hier geschlagen geben. Wir vertrauen Digitalisierung und Automatisierung nur dort, wo es Sinn macht, beziehungsweise, wo es zum Wohle des besten und sichersten Ergebnisses ist. Bei uns heißt das: Professionelle GIS-Software plus 3D PluraView Monitore plus eines menschlichen Spezialisten für die professionelle Analyse und sicherste Interpretation.“



Matthias Otto zieht zur Auswertung von Bebauungsflächen auch Sekundärliteratur, wie hier zu sehen, Logbücher, sogenannte „Bombenbücher“ heran.



Es fehlte den Kriegsparteien nicht an Kreativität beim Design von Abwurfmunition. Unser Bild zeigt eine Stabbrandbombe mit einem Gewicht von 4lbs (rund 1,8kg). Ein Einschlag dieses Kalibers lässt sich allerdings in Luftkriegsaufnahmen nicht direkt nachweisen.



Referatsleiter Thomas Otto und Luftbildauswerter Matthias Otto in ihrer Dienststelle.



Ein Blindgänger im Stadtgebiet Hamburg kurz vor seiner Entschärfung

## Das Projekt auf einen Blick

### Die Aufgabenstellung

- Fernerkundung von Bauflächen in Hinsicht auf Blindgänger aus dem Zweiten Weltkrieg mittels Stereoskopie aus Primärquellen (Luftbilder) und Sekundärliteratur
- Höchstmögliche Absicherung gegenüber Gefahrenquellen vor Ort
- Professionelle Analyse mittels 3D GIS-Software
- Beschleunigte Bildauswertungsprozesse, schnellere Antragsabwicklung

### Anforderungen an die 3D-Visualisierungstechnik

- Detailgenaue stereoskopische 3D-Darstellung von Kriegsluftbildern
- Optimale Ergonomie für die Anwendung über den gesamten Arbeitstag
- Luftbildauswertung am Bildschirm in Tageslichtumgebung
- Geringe Bautiefe und Aufprojektion, stabiles Traggestell
- Plug & Play System, ohne den Einsatz von Spezial-Software oder Hardware
- Volle Kompatibilität des Systems mit GIS Software-Applikationen
- Komplette Arbeitsplatz Lösung mit Beistell-Monitoren

### Die Lösung - Schneider Digital 3D PluraView

Bildschirmgröße/Auflösung: 27", 2.560 x 1.440 Pixel pro Auge

3D-Display-Technologie: 210 cd/m<sup>2</sup> Helligkeit mit Brille

Lineare Polarisierung: 45°/135°

Beamsplitter: halbtransparenter Spiegel

Siemens-PCs, NVIDIA Quadro

PC und Grafikkarte:

Infrastruktur:

Einsatz von bis zu 2 Beistell-Monitoren für parallele Datenbankanwendungen

### Software-Einsatz

Analyse: ERDAS IMAGINE (erdas), Geospatial (Hexagon)

GIS: ArcGIS (Esri)

Kommunikation: MS Office Tools

### Das Ergebnis

- Verlagerung auf 100% Fernerkundung am PC: Die Untersuchung auf Kampfmittelverdacht findet aufgrund leistungsfähiger 3D-Stereoskopie nur noch ausschließlich per Fernerkundung statt
- Die Mitarbeiter der GEKV können dank ausgereifter Beamsplitter-Technologie ermüdungsfrei den gesamten Arbeitstag arbeiten
- Beschleunigung des kompletten Workflows der Bildauswertung und Auftragsbearbeitung
- Arbeiten in abgedunkelten Räumen gehört der Vergangenheit an
- Präzise stereoskopische Luftbildauswertung mit 3D-fähiger GIS-Software

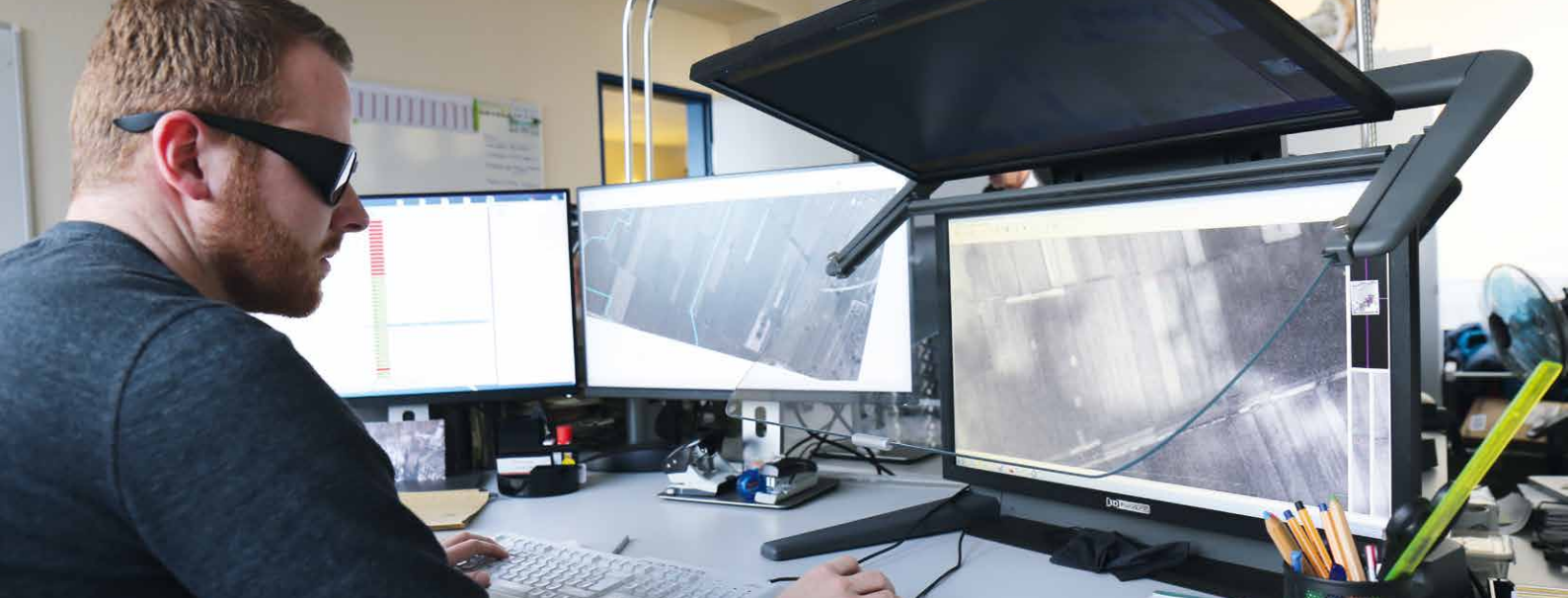
## Portrait Feuerwehr Hamburg GEKV

Das Referat Gefahrenerkundung/Kampfmittelverdacht (GEKV) der Feuerwehr Hamburg ist hoheitlich für die Einstufung von Flächen innerhalb des Stadtgebiets bezüglich ihres Gefährdungspotentials auf Kampfmittel zuständig. Das Gefährdungspotential der Flächen wird auf Antrag durch eine stereoskopische Luftbildauswertung mittels 3D PluraView Monitore von Schneider Digital anhand historischer Luftbilder ermittelt und im Verdachtsflächenkataster, das vom Referat Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht geführt wird, dokumentiert. Externe Firmen führen die Sondierung der Verdachtsflächen durch. Als Grundlage dienen mehr als 30.000 digitalisierte Luftbilder aus Beständen der Royal Air Force und der US Air Force aus dem zweiten Weltkrieg. Nachdem die Kampfmittel ermittelt wurden, wird der Fund vom Kampfmittelräumdienst untersucht und unschädlich gemacht.

Weitere Informationen unter:

[www.hamburg.de/gefarenerkundung](http://www.hamburg.de/gefarenerkundung)





## Schneider Digital 3D PluraView Monitor

Die Referenz der passiven 3D-Stereo Displays

Der 3D PluraView von Schneider Digital ist der weiterentwickelte Nachfolger der eingestellten Beamsplitter-Serie von PLANAR. Innovative, zuverlässige Technik ist die Grundlage für präzise, pixelgenaue, stereoskopische Bildauswertung in höchster Qualität, selbst bei Tageslicht. Die 3D PluraView Beamsplitter-Technologie liefert dafür dank einem Display pro Auge die volle Monitorauflösung bis zu 4K/UHD in brillanter Helligkeit und absolut flimmerfrei. Das ermöglicht dem Anwender ein komfortables, ermüdungsfreies Arbeiten in allen Stereo 3D-Software-Applikationen in unterschiedlichsten Branchen, wie zum Beispiel GIS / Mapping, Photogrammetrie oder 3D Stadtmodell-Visualisierung.

### 3D PluraView Highlights

- Flimmerfrei für professionellen Dauereinsatz
- Höchste Helligkeit – tageslichttauglich
- Zwei Gehäusedesigns: 22" oder 27"/28"
- Auflösung FullHD, 2,5K oder 4K pro Auge
- Zertifiziert für Photogrammetrie & GIS
- Weiter Betrachtungswinkel für Multi-User Einsatz
- Höchste Qualität, engineered & made in Germany

Der 3D PluraView ist das passive 3D-Stereo System mit der höchsten Anwenderzufriedenheit und Nutzerakzeptanz aller derzeit am Markt befindlichen 3D-Systeme. Die Beamsplitter-Technologie ist bereits seit 2005 im Markt bestens eingeführt und hat sich in der 4K 10Bit Version als 3D-Stereo Referenz etabliert.



**3D PluraView**

[www.3d-pluraview.com](http://www.3d-pluraview.com)



SCHNEIDER DIGITAL      Tel.: +49 (8025) 9930-0  
 Josef J. Schneider e.K.      Fax: +49 (8025) 9930-29  
 Maxrainer Straße 10      www.schneider-digital.com  
 D-83714 Miesbach      info@schneider-digital.com

Partner von:

