



# Die Trilaterale Tarnmesskampagne „MUSTAFA“

**Schützen moderne Tarnnetze überhaupt gegen Wärmebildaufklärung? Was „sehen“ moderne Sensoren wirklich von einem getarnten Gerät? Können selbst relativ einfache Hilfsmittel den Tarnwert von Kampffahrzeugen erhöhen? Damit der von der Tarnung erwartete Schutz nicht fraglich oder gar trügerisch ist, muss die Effektivität von Tarnmaßnahmen konkret messbar bzw. bewertbar sein. Projekte wie „MUSTAFA“ liefern dazu die gesicherten Grundlagen.**



Foto: Autor

Das Aufklärungsschwergewicht von „MUSTAFA“ lag beim Sensorhubschrauber BO-105 „Theo“ des Zentrums für Deutsche Luft- und Raumfahrt.

Österreich war es aufgrund des Staatsvertrages nach dem Zweiten Weltkrieg jahrzehntelang untersagt, mit Deutschland militärisch zusammenzuarbeiten. Das galt auch für Fragen der Tarnung. So besuchten Angehörige des Österreichi-

schen Bundesheeres erstmals im Herbst 1985 die Wehrtechnische Dienststelle 52 im „Kleinen Deutschen Eck“ - und das erst nach einer speziellen Ausnahmegenehmigung der Generaltruppeninspektoren beider Länder. Der Anlass dafür war eine Fachveranstaltung zum deutsch-amerikanischen Fleckentarnanstrich. Mit der neutralen Schweiz hingegen waren Fachkontakte am Tarnsektor wesentlich einfacher herzustellen. Doch auch für diese Kontakte bildete der nun auch im Bundesheer für die gepanzerten Kampf- und Gefechtsfahrzeuge eingeführte Dreifarbenanstrich<sup>1)</sup> den Auslöser.

## Viele offene Fragen

Multinationale Fachgespräche für einen Tarnanstrich? Das Thema „Tarnen und Täuschen“ scheint nur auf den ersten Blick einfach. Tatsächlich ist es ein sehr komplexes aber auch waffengattungsübergreifendes und von den Aufklärungsmitteln des Gegners abhängiges Problem. Seit Sensoren zum Einsatz kommen, die mehr wahrnehmen als das menschliche Auge, gibt die Technik gewisse Aufklärbarkeitsgrößen vor, die so genannten

- Entdeckungsdistanzen,
- Erkennungsdistanzen und
- Identifikationsdistanzen.

Doch diese auf John Johnson zurückgehenden Kriterien (Johnson-Kriterien) müssen an heutige militärische Einsätze angepasst werden<sup>2)</sup>. Die Technik hat zwar für die Wahrnehmbarkeit seit jeher Zahlen-Mittelwerte parat, jedoch bleibt dabei meist unberücksichtigt, dass einerseits militärische Geräte (z. B. Waffensysteme) immer größer werden und andererseits Aufklärungssensoren immer genauer arbeiten.

Es können und dürfen daher keine Tarnmaßnahmen und kein Tarnmittel nur aufgrund einiger, wenn auch streng

## „MUSTAFA“:

MUltiSpektrale TarnAnalyse unter Einbeziehung von Tarn-Flächen in Allentsteig

kontrollierter und berechneter technischer Kriterien zur Truppe kommen, ohne dass die geforderte bzw. zu erwartende Tarnwirkung vorher *konkret* geprüft wurde. Auch Tarn- und Täuschmaßnahmen müssen demnach konkret messbar bzw. bewertbar sein, und das Militärische Pflichtenheft eines Systems bzw. Rüstungsgutes muss Forderungen für den Tarnwert bzw. eine (möglichst späte) „Zielauffassbarkeit“ enthalten.

Deshalb entstand bereits 1999 in Österreich das Tarnanalysesystem LOAT (Low Observables Assessment Tool)<sup>3)</sup> zur Unterstützung des Kommandos

Autor: Dipl.-Ing. Floris Gretzmacher, Jahrgang 1947, High-School Jahr als Austauschstudent 1964 in den USA. Studium der Fachrichtung Technische Physik an der Technischen Universität Wien, Diplomprüfung 1974. Anschließend Verwendung im Physikalischen Labor des Amtes für Wehrtechnik. Aufbau der Prozessrechenanlage (Artillerierechner) und Referatsleiter Wehroptik. Seit 1979 im BMLV in der Abteilung Rüstungsplanung tätig als Referent Grundlagen/Technik. Engagement im Bereich Tarnen und Täuschen. Herbeiführung von Grundlagen- und angewandter Forschung insbesondere zur Messbar-/Bewertbarmachung von Tarn- und Täuschwirkungen. Entwicklung innovativer Tarnmaßnahmen („Wummel“), internationale Fachkontakte. Mit der REORG 2002 wechselte der Autor zur Abteilung Strukturplanung bis 31. Oktober 2003 (Vorruhestand).

<sup>1)</sup> F. Gretzmacher, Moderner Fleckentarnanstrich für Kampf- und Bergefahrzeuge. In: TRUPPENDIENST, Heft 2/1986, S. 149 - 153.

<sup>2)</sup> J. Johnson, Analysis of image systems. Proceedings of Image Intensifier Symposium, S. 100 - 110, U.S. Army Engineering Research Development Laboratory, Fort Belvoir, 1958.

J. C. Leachtenauer, Resolution requirements and the Johnson criteria revisited. AeroSense

Conference (Proceedings of SPIE 5076-01), Orlando, FL, USA, 21. - 25. April 2003.

<sup>3)</sup> F. M. Gretzmacher, G. S. Ruppert, Sten Nyberg, Camouflage Assessment Considering Human Perception Data. AeroSense Conference (Proceedings of SPIE 3375-08), Orlando, FL, USA, 11. - 13. April 1998. G. S. Ruppert, R. Beichel, and F. M. Gretzmacher, A robust measure for camouflage effectiveness in the visual domain. AeroSense



Links: Gemessen wurde auch am Boden - u. a. im Radarbereich. Rechts: Noch ungetarnte Fahrzeuge in der Stellung „Hubertus“. (Fotos: Autor)

Luftaufklärung bei der Quantifizierung beobachteter Tarnwerte im Zuge von Tarnüberwachungs- und Tarnüberprüfungsaufgaben - das weltweit erste operationelle System dieser Art!

## Die Grundidee

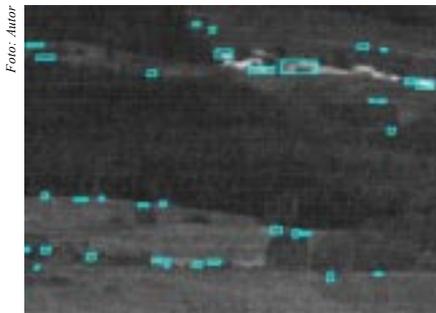
Erst wenn die Tarnmaßnahmen objektiv bewertbar sind, hat es einen Sinn, diese mit unbedingt erforderlichen Tätigkeiten und taktischen Forderungen in Beziehung zu bringen. Denn auch in den besten Simulationen fehlen bis heute wirklichkeitsnahe Zielauffindungsmodelle. Selbst die für Tarnmaßnahmen gültige NATO STANAG 4418 soll nach Meinung einiger Fachleute zum Teil an der heutigen Realität vorbeigehen.

Die Idee für einen gemeinsamen Feldversuch zum Thema „Tarnen und Täuschen“ geht auf eine deutsche Initiative zurück. Anfang der neunziger Jahre überlegte man als ersten Versuch, in Österreich grenznah ein aktuelles Tarnszenario zu errichten und dieses mit einem „Tornado“-Aufklärer vom deutschen Luftraum aus über die Grenze aufzunehmen.

Mehrere Tarn-Fachgespräche führten 1998 zum Vorschlag einer gemeinsamen Tarnmesskampagne - vorerst nur mit Deutschland und Österreich. In Österreich hatte man inzwischen Erfahrung auf dem Gebiet von strukturhaften, die Gestalt „zerreißen“ Tarnmaßnahmen („Wummel“<sup>4)</sup> gesammelt, und

ein eigenständiges Tarnanalyse-system entwickelt. Deutschland hingegen verfügte über ein neues multispektrales, zweidimensionales „Glattnetz“ (siehe Foto auf Seite 426), hatte schon an vielen Tarnmesskampagnen teilgenommen, und verfügte gleichsam auf Abruf über boden- und luftgestützte Sensorik.

Dass in der Folge noch ein weiteres, gänzlich anderes, weil dreidimensionales Multispektral-Tarnnetz sowie weitere High-Tech-Sensorik eingebracht wurden, ist der Schweiz zu verdanken, die sich ab 2001 ebenfalls an diesem Projekt beteiligte.



Sensoren „sehen“ weit mehr Auffälligkeiten als das menschliche Auge.

## Das Ziel

Abgeleitet von *Multispektrale Tarnanalyse unter Einbeziehung von Tarnflächen in Allentsteig* entstand der Projektname „MUSTAFA“. Als Ziel der Tarnmesskampagne wurde festgelegt: „MUSTAFA“ ist die messtechnisch unterstützte Überprüfung der Wirkung verschiedener Tarnmaßnahmen an typischem Großgerät vom Boden und durch Anflug aus der Luft im visuellen, thermischen Infrarot- und Millimeterwellen-Sensorbereich. Dabei sollen insbesondere die mit unterschiedlichen Tarnmaßnahmen versehenen militärischen Ziele in Betrieb und in ihrem Tarnverhalten „rund um die

Uhr“ dokumentiert werden. Im Anschluss soll die Fülle der gesammelten Sensordaten dazu verwendet werden, um sie mit den in den Teilnehmerländern verfügbaren Auswerteverfahren bzw. Bewertungsmethoden zu analysieren und damit auch Vergleiche der Methoden untereinander anstellen zu können.

## Die Ressourcen

Nachdem Klarheit über die Zielsetzung herrschte, wurde die Nutzung der angebotenen Ressourcen konkret eingeplant. Ein Zuviel an Gerät und die Verlockung, dies oder das auch gleich mitzuerproben, hätte zweifelsohne den Aufwand und damit die Kosten des Unterfangens in die Höhe getrieben und vor allem den Rahmen der geplanten Tarnmesskampagne gesprengt. Deshalb wurde relativ viel Zeit investiert, genau festzulegen, welches Land nun wirklich was einbringen sollte.

Das Aufklärungsschwergewicht von „MUSTAFA“ sollte demnach der Sensorhubschrauber BO-105 „Theo“ des Zentrums für Deutsche Luft- und Raumfahrt bilden, und als ideales Szenario zur Zieldarstellung bot sich der Truppenübungsplatz Allentsteig an. Als militärisches Großgerät wurde (trotz ihrer sehr geringen Tarnpriorität) einvernehmlich die Panzerhaubitze M-109 gewählt, da diese in allen drei Ländern verwendet wird. Moderne Tarnsysteme wie multispektrale Tarnnetze sowie speziell für die M-109 entwickelte Rohrarnungen und Abgashutzen (siehe Foto auf Seite 427) wurden hierzu von Deutschland eingebracht. Eine Stützkonstruktion, ähnlich den in Österreich entwickelten Tarn-Scheinflächen (Stichwort „Wummel“), versprach die Tarnwirkung des deutschen „Glattnetzes“ noch um einiges zu verbessern.

Conference (Proceedings of SPIE 4029-45), Orlando, FL, USA, 24. - 26. April 2000.

<sup>4)</sup> F. Gretzmacher, Modulares Tarnsystem. In: TRUPPENDIENST, Heft 4/1994, S. 337 - 340 sowie Heft 5/1997, S. 446 - 449.

F. Gretzmacher, G. Ruppert, Modular Camouflage Systems. Vorgetragen anlässlich des 5<sup>th</sup> Annual Camouflage, Concealment and Deception Symposium of the ADPA, Fort Walton Beach, FL, USA, 11. - 14. Oktober 1994.



M-109A5Ö mit Schweizer Tarnnetz 95 auf „Wummel“ sowie mit Rohrtarnung und deutschem „Glattnetz“ mit Stützkonstruktion. (Fotos: Autor)

Als die Schweiz ebenfalls ihr neues multispektrales Tarnnetz 95 einbrachte, schien es darüber hinaus lohnend, den Sensorbereich auch auf Radar bzw. in die Millimeterwelle auszudehnen. Deutschland brachte dazu spontan eine High-Tech-Radar-Bodenstation sowie eine mit Millimeterwellengerät (Synthetic Apertur Radar) ausgerüstete Transportmaschine C-160 „Transall“ der Wehrtechnischen Dienststelle 61 ein.

Der Hausherr Österreich stellte den technischen Direktor, den militärischen Erprobungsleiter, die Zieldarstellung und ein hubschraubergestütztes Wärmebildgerät. Alle anderen Messgeräte und Sensoren stellten Deutschland und die Schweiz.

## Die Planung

Die erste Begehung des Truppenübungsplatzes Allentsteig mit dem deutschen Projektpartner fand schon im Oktober 2000 statt. Es sollten geeignete Zielgebiete erkundet, vermessen und erste Sensor-Versuchsmessungen durchgeführt werden. Auch waren bereits Anflüge, damals noch ausschließlich mit einem österreichischen Hubschrauber, vorgesehen.

Doch von der Idealvoraussetzung, alles ein Jahr vorher durchzuüben, wurde u. a. deshalb abgegangen, weil z. B. Nebel in der eigentlichen Messphase ein zu großes Hindernis bedeutete hätte. Die Idealbedingung - taktisch sinnvolle Stellungen, mit dem Hubschrauber bei ständiger Sicht auf das getarnte Ziel aus 20 Kilometern Entfernung direkt aus dem Süden anfliegend - konnte zwar nicht verwirklicht werden, die Stellungen „Hubertus“ (bekannt als „Attachéstellung“) und „Perweis“ (aufgelockerter Waldrand nordwestlich von Edelfeld) erwiesen sich für „MUSTAFA“ aber durchaus geeignet.

## Die Tarnmaßnahmen

Die Anzahl der für „MUSTAFA“ erforderlichen Panzerhaubitzen wurde letztlich auf fünf beschränkt - drei in der Stellung „Hubertus“ und zwei in der Stellung „Perweis“.

Um einen einsatzmäßigen Betrieb darstellen zu können, sollten alle Panzerhaubitzen warmgefahren sein und ein bereits warmgeschossenes Rohr aufweisen. Für die Geschütze in der Stellung „Hubertus“ war es kein Problem, ihr Rohr mit jeweils „zehn Schuss siebente Ladung“ (ins Zielgebiet Großpoppen) aufzuheizen. Aus der Stellung „Perweis“ konnte damals nicht gleichzeitig scharf geschossen werden, hier wurde für ein Geschütz eine elektrische Beheizung (ein so genannter „Rohrwärmer“) aufgetrieben, ein Simulator, der in Deutschland früher für ähnliche Zwecke verwendet wurde.

Hinsichtlich der geplanten Rund-um-die-Uhr-Dokumentation des Tarnverhaltens musste ebenfalls eine Ein-

fahren, Scharfschießen, Anfliegen und Messen in der Stellung innerhalb der drei Tage. Als mögliche Reaktion auf einen messungsverhindernden Schlechtwettereinbruch (Flugverbot, Verfälschung des Infrarotbildes) war ein zusätzlicher Tag vorgesehen, auch um einzelne ausgefallene bzw. missglückte Messanflüge nachholen zu können.

Folgende Ziele waren nun in ihrem Tarnverhalten miteinander zu vergleichen:

- M-109A5Ö (schießend) ohne jegliche Tarnmaßnahme als Referenzziel;
- M-109A5Ö (schießend) mit Abgashutze, Rohrtarnung und deutschem „Glattnetz“ auf „Wummel“;
- M-109A5Ö (schießend) mit Abgashutze, Rohrtarnung und Schweizer Tarnnetz 95 auf „Wummel“;
- M-109A5Ö (nicht schießend, aber mit Rohrwärmer) mit Abgashutze, Rohrtarnung und deutschem „Glattnetz“ mit deutscher Stützkonstruktion;
- M-109A5Ö (nicht schießend) mit Abgashutze, Rohrtarnung und Schweizer Tarnnetz 95.

Foto: Autor



Die Wirkung von strukturellen, die Gestalt „zerreißenden“ Tarnmaßnahmen („Wummel“) gezeigt an zwei Modellen.

schränkung gemacht werden. Aufgrund der vorgeschriebenen Ruhezeiten für Piloten wurden die Anflüge zu unterschiedlichen Tages/Nachtzeiten auf drei Tage verteilt. Ein ausgeklügelter Ablaufplan regelte minutiös Warm-

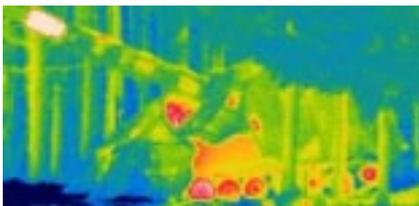
## Die Durchführung

Der Termin für „MUSTAFA“ richtete sich primär nach der Verfügbarkeit des deutschen Sensor-Hubschraubers in der meist nicht nebel- oder unwetter-

gefährdeten Jahreszeit: den letzten beiden Juniwochen; die erste zur Vorbereitung, die zweite für die eigentlichen Anflüge und Messungen.

Vom 24. bis 26. Juni 2002 wurden zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten insgesamt sieben Messdurchgänge durchgeführt. Dazu gehörten jeweils das erforderliche Warmfahren und Schießen der M-109A5Ö, mehrere Anflüge der beiden Sensorhubschrauber, Einzelmessungen im Wärmebild- und Radarbereich sowie Messungen der Geschütze aus nächster Nähe.

Am 25. Juni 2002 kam dann auch noch die mit mehreren deutschen und einem Schweizer Experten besetzte deutsche Transportmaschine „Transall“ nach Allentsteig. Im bayrischen Manching gestartet, absolvierte sie über dem Truppenübungsplatz ohne Zwischenlandung ihr einstündiges Millimeterwellen-Messprogramm.



Wärmebild einer M-109 im Feuerkampf.

## Erste Erkenntnisse

Aufgrund der Sensibilität gewisser tarnrelevanter (insbesondere auf die Signatur bezogener) multispektraler Daten eignet sich die Materie nicht für eine gleichsam geschütztypische, detaillierte Veröffentlichung. Erste grundsätzliche Erkenntnisse können allerdings problemlos dargestellt werden:

- Die von Deutschland bereitgestellte Abgashutze könnte - dank ihrer ausgezeichneten Wärmedämmwerte - sofort für die M-109A5Ö, aber auch für andere Kampf- und Gefechtsfahrzeuge übernommen werden.
- Auch das Prinzip der Rohrtarnung ist - sofern es für das Rohr des jeweiligen Waffensystems adaptierbar bzw. optimierbar ist - als Maßnahme zur Tarnung gegen Wärmebildsysteme tauglich. Bei der M-109A5Ö wären aber zusätzliche Maßnahmen im Bereich der Mündungsbremse erforderlich.
- Das Multispektrale Tarnnetz benötigt in vielen Fällen noch eine zusätzliche, darunter liegende Wärmedämm-

plane, um eine akzeptable Tarnwirkung zu erzielen.

- Eine verbesserte Tarnwirkung durch die Anwendung von „Wummel“ (bzw. durch andere Eigenschatten bildende integrierte Stützkonstruktionen) ist gegeben, jedoch stark vom verwendeten Tarnmaterial abhängig. Sie kann daher durch Materialopti-



Die deutsche Abgashutze für die M-109 hat ausgezeichnete Wärmedämmwerte.

mierung verbessert werden. Auch sollte die mechanische Festigkeit der „Wummel“ weiter erhöht werden.

- Der Frequenzbereich der Millimeterwelle darf bei zukünftigen Tarnbewertungen (Pflichtenhefte) auch von Österreich nicht außer Acht gelassen werden.

## Auswertung und Ausblick

Ausgewertet werden nun die Messdaten, Bilder und auch Bewegtbildaufnahmen der unterschiedlichen Sensorbereiche wie Ultraviolett, der augenoptische (sichtbare) Bereich, der nahe Infrarotbereich, thermisches Infrarot und Millimeterwelle (Millimeterradar) derzeit

- in Deutschland bei der Fraunhofer Gesellschaft, beim Zentrum für Deutsche Luft- und Raumfahrt, beim Forschungsinstitut für Optronik und Mustererkennung, beim Forschungsinstitut für Hochfrequenzphysik und Radar sowie an der Wehrtechnischen Dienststelle 52,
- in der Schweiz bei der Gruppe für Rüstung sowie
- in Österreich mit Unterstützung des Joanneum Research sowie des jungen, innovativen Unternehmens D2K-Solutions beim Kommando Luftaufklärung.

Die Detailauswertung der gesammelten Daten stand bei Redaktionsschluss bereits kurz vor dem Abschluss. Sie

## Auf einen Blick

Nach eingehender Vorbereitung wurde in Zusammenarbeit der Länder Deutschland, Österreich und Schweiz im Juni 2002 eine so genannte Tarn-Messkampagne am Truppenübungsplatz Allentsteig (TÜPI A) durchgeführt. Es wurden dabei neue Tarnmaterialien, Tarnbewertungsverfahren und erstmals auch dynamisches Tarnverhalten an einem „typischen militärischen Großgerät“ durch Sensorauffassung vom Boden und aus der Luft überprüft bzw. gemessen. Dabei kamen auch Sensoren zum Einsatz, von denen man in Österreich bisher nur träumen konnte.

Österreich brachte in das trilaterale Projekt das Panzerartilleriebataillon 3 zur Ziel-darstellung, den TÜPI A sowie Teile des Fliegerregiments 3 samt dem Kommando Luftaufklärung (KdoLAufkl) zur Unterstützung der fliegerischen Aufgaben ein.

Deutschland stellte neben einem eigenen Sensorhubschrauber und drei speziellen Messfahrzeugen auch ein Transportflugzeug, gespickt mit High-Tech-Mikrowellensensorik.

Die Schweiz brachte ebenfalls ihr bestes Sensor-Equipment über die Grenze.

Auch wenn die eigentlichen Tests nur drei Tage und Nächte benötigten, dauert die gemeinsame wissenschaftliche Auswertung der nun allen drei Teilnehmerländern zur Verfügung stehenden Messdaten über ein Jahr. Namhafte zivile und militärische Forschungseinrichtungen der drei Länder sind dabei eingebunden.

reicht von reinen Probandentests (Bewertung mit Testpersonen), über Methoden, die insbesondere die menschliche Wahrnehmung nachbilden können (z. B. CAMAELEON, LOAT) bis hin zur automatischen, computergestützten Zielauffassung.

Das Projekt „MUSTAFA“ zeigt, dass es auch in Zeiten, in denen sowohl das Wehrbudget als auch die Mittel für Forschung und Entwicklung in der Tarnindustrie keinerlei Spielraum mehr zulassen, Möglichkeiten gibt, sich die notwendigen Grundlagen für (überlebenswichtige) zukünftige Entscheidungen zu verschaffen. Unverzichtbare Feldtests wie „MUSTAFA“ liefern jedenfalls über längere Zeit die einzigen Realdaten, mit denen mathematisch/technische Modelle - oder bloße Behauptungen - verifiziert oder falsifiziert werden können.

Schon deshalb sollten - gerade auf dem Gebiet des Tarnens und Täuschens - die in letzter Zeit in Österreich gewonnenen Erkenntnisse erweitert und daraus abgeleitete Innovationen in größerem Umfang praktisch eingesetzt werden. ◉