



Luxus-Upgrade: Die zwei großen Bildschirme des Garmin G600 ersetzen in dieser Piper Aerostar das traditionelle »Six Pack«. Das G600 nutzt die GPS-Daten der Garmin-Navigatoren in der Mitte des Panels

Avionik zum Nachrüsten

# Glasbausteine

Seit vor wenigen Jahren neue Kleinflugzeuge mit Glascockpit auf den Markt kamen, wählt kaum ein Flugzeugkäufer noch den »Uhrenladen«. Doch wer bislang eine moderne Instrumentierung haben wollte, musste gleich ein neues Flugzeug mitkaufen. Drei Anbieter wollen das ändern: Die Ära der nachrüstbaren Glaspanels ist angebrochen!

Text und Fotos: Alexis von Croy

Das Tempo mancher Entwicklungen erscheint im Rückblick unglaublich: Gerade mal 1982 begann der Abschied vom »Uhrenladen«, dem Cockpit voller Analog-Instrumente, in der Zivilluftfahrt. Die Boeing 767 war der erste Airliner mit großen Bildschirmen an Stelle der analogen Fluginstrumente. Und gerade mal sechs Jahre ist es her, dass Cirrus seine SR20/22-Flugzeuge als erste Kolben-Einmotors mit dem Avidyne Entegra ausstattete. Cessna folgte ein Jahr später mit dem Garmin G1000 in den Klassikern 172 und 182.

Seit dem sind flache LCD-Bildschirme im Panel neuer Kleinflugzeuge nicht mehr wegzudenken. Zwar bot zum Beispiel Lancair die Columbia-Singles, die inzwischen zu Cessna gehören, anfangs optional mit konventioneller Instrumentierung an – aber kein Kunde hat diese Variante jemals bestellt.

Einziges Hindernis auf dem Weg zum Hightech-Viersitzer mit Raumschiff-Enterprise-Panel sind einige hunderttausend Euro Anschaffungskosten: Wer in der Klasse der zertifizierten Flugzeuge ein Glascockpit wollte, musste bisher das Flugzeug dazu kaufen. ULs mit ihren erleichterten Zulassungsbedingungen haben schon länger schon preiswerte Fluglage- und Navigations-Displays, aber der typische Privatpilot konnte bis vor wenigen Monaten nur von den neuen Technologien träumen.

Das hat sich jetzt geändert: Seit Ende 2008 sind nun die ersten bezahlbaren Nachrüst-Glascockpits auf dem Markt – und auch in Europa zugelassen. Mit Garmin und dem aufstrebenden Neuling Aspen Avionics aus New Mexico bieten zwei Firmen Nachrüstlösungen für nahezu jedes Muster der General Aviation an, demnächst wird es auch von Bendix/King eine solche Lösung geben. Auch Avidyne will bald ein preisgünstiges Retrofit-Glascockpit für die Allgemeine Luftfahrt anbieten, angeblich soll das PFD4000 preislich mit der Garmin-Lösung konkurrieren können.

Möglich geworden ist diese Entwicklung durch die Entwicklung neuartiger Lagesensoren in MEMS-Technologie (Micro-

Electro Mechanical Systems). Die Mikromechanik passt auf einen Elektronik-Chip und misst die Beschleunigung eines Flugzeugs in drei Achsen viel billiger als Laserkreisel, wie sie Verkehrsflugzeugen zum Einsatz kommen – und viel zuverlässiger als mechanische Kreisel. Der niedrige Preis erklärt sich aus der Abstammung der Technologie: einfachere Varianten der Beschleunigungsmesser sind massenhaft in Auto-Airbags verbaut. Kombiniert mit einem elektronischen Kompass nennen sich die Fluglage-Sensoren »Attitude and Heading Reference System«, kurz AHRS.

Sie sind die Basis jedes Glascockpits, auch in Neuflugzeugen mit Garmin G1000 oder Avidyne Entegra. Was noch dazu gehört, hat ebenfalls kompliziert klingende Namen: Ein Primary Flight Display (PFD) ersetzt das traditionelle »Six Pack« der wichtigsten Fluginstrumente direkt vor dem Piloten: Auf einem Display vereint wird der Künstliche Horizont angezeigt, dazu Geschwindigkeit und Höhe in Form von »Tapes«, also vertikalen Bändern. Darunter stellt ein Horizontal Situation Indicator (HSI) Kursinformationen und die Daten von Navigationsquellen wie GPS und VOR dar. Auch die Informationen von Wendezeiger und Variometer werden eingeblendet. Der Air Data Computer liefert dazu nicht nur die True Airspeed, sondern auch den aktuellen Wind in der derzeitigen Flughöhe. In Kürze kaum zu beschreiben sind die vielfältigen Möglichkeiten der Integration aller Instrumente. Zum Glascockpit gehört zudem meist ein Multi Function Display (MFD), auf dem vor allem die Karte des GPS dargestellt wird – aber oft auch Motordaten oder Checklisten. Nach einer Phase der Eingewöhnung wird die Integration der Fluginformationen in einem Glascockpit für die meisten Piloten fast unverzichtbar.

Kein Wunder also, dass die Nachfrage etwa bei Avionik Straubing groß ist. »Wir könnten pro Woche zwei der Systeme verkaufen und installieren – wenn die entsprechenden STCs fertig wären«, sagt Entwicklungsleiter Josef Breu. Die potenzielle Zielgruppe ist groß: Jeder kommt in Frage, der einen GPS-Navigators

wie etwa das Garmin 430 oder 530 sowie einen Autopiloten in seiner Einmot hat, das Flugzeug auf langen Strecken womöglich auch nach IFR fliegt – aber weder Geld noch Interesse hat, in ein Neufahrzeug zu investieren. Schon der Reiz einer zeitgemäßen Instrumentierung lässt viele Flugzeugbesitzer über ein Nachrüst-Glascockpit nachdenken.

Genau darauf zielt vor allem das preiswerteste der Nachrüstgeräte, das Aspen Avionics EFD1000. Es ersetzt die beiden mittleren der sechs Basisinstrumente, also Kurskreisel und Künstlichen Horizont, und es lässt sich dank seines Gehäuses in Zylinderform hinter dem Display meist direkt in den originalen Instrumentenausschnitten befestigen.

Etwa 8000 Euro (dieser Preis und alle weiteren zuzüglich Mehrwertsteuer) kostet das EFD1000 – und damit immerhin rund 40 Prozent weniger als ein normaler, mechanischer HSI vom Typ Bendix/King KCS55A samt Zubehör, wie er in den vergangenen Jahrzehnten in tausenden Kolben-Singles nachgerüstet wurde. Und der Installationsaufwand ist etwa gleich groß, schätzt Breu von Avionik Straubing.

Das Aspen ist allerdings dem klassischen HSI haushoch überlegen: Neben den typischen HSI-Funktionen wie einem automatisch mit dem Kompass synchronisierenden Kursanzeige, der Anzeige von Kurs- und Gleitpfad-Ablage und einem Heading Bug bekommt man ein System, das nicht viel weniger leistet als die Displays in einem Airbus A320. Die Airspeed-Anzeige hat Speed-Bugs, die Flight-Director-Anzeige eines Autopiloten kann eingeblendet werden, ein Air Data Computer liefert True Airspeed und Windvektor (siehe Grafik rechts). Das Aspen-System ist zudem modular aufgebaut: Weitere Anzeigen können zusätzlich Navigationsdaten, Terrain, Wetter oder Verkehr anzeigen. Dazu kommt noch eine Backup-Batterie, die das Display bei Ausfall des Bordnetzes 30 Minuten lang mit Strom versorgt. Ein integriertes Not-GPS stellt dabei die notwendigen Positionsdaten zur Verfügung.

Allerdings: Ganz so einfach wie in der Werbung suggeriert, ist der Einbau des Aspen nicht –

und die Einbaukosten kommen zum genannten Preis hinzu. In der Allgemeinen Luftfahrt gibt es kaum zwei Flugzeuge, die sich gleichen, sagt Josef Breu: »Jede Maschine ist anders, jede Installation hat ihre Besonderheiten«. Aus den mindestens 30 Stunden Arbeit für den Einbau werden bei Problemen schnell 70 – bei einem Stundenpreis von etwa 75 Euro.

Dazu kommt, dass beim Umbau die beiden existierenden Kreiselinstrumente nicht nur ausgebaut werden müssen, sondern zumindest auch ein neuer Platz für den Künstlichen Horizont gefunden werden muss. Denn für IFR-Betrieb sind zu einem Glascockpit mechanische Backups für Höhenmesser, Fahrtmesser und Horizont vorgeschrieben.

Bei größeren Einmots wird der vorhandene Künstliche Horizont (der zudem oft auch den Autopiloten versorgt und deshalb unverzichtbar ist) oft an die Stelle der zweiten VOR-Anzeige verlegt. Aber auch der Verzicht auf das Va-



Der Einbau (oben bei Avionik Straubing) dauert 30 bis 40 Stunden, obwohl das Gehäuse des Aspen EFD 1000 in die alten Instrumenten-Ausschnitte passt (rechts außen). Am Rumpf wird das Sensor-Paket mit Not-GPS, Temperaturfühler und Kompass-Magnetometer angebracht (rechts)



riometer ist möglich. Der HSI, so vorhanden, wandert meist als Copiloteninstrument auf die rechte Seite des Instrumentenbretts.

Die Arbeitskosten sind jedoch

noch nicht alles – denn eine Nachrüstung dieser Technologie ist alles andere als eine »kleine Änderung«, wie das im Zulassungsdeutsch so schön heißt: Das Ein-



Die Erstellung dieser Ergänzenden Musterzulassungen für einzelne Flugzeugfamilien ist komplex, mühsam und teuer. Als erstes hat Avionik Straubing Anfang 2009 eine Zulassung für den Einbau des Garmin-Nachrüstsystems G600 in die Zweitmot-Reihe Cessna 401 bis 441 Conquest II fertig gestellt, an anderen STCs wird derzeit intensiv gearbeitet. Die Kunden werden an den Kosten für diese zeitraubende Arbeit beteiligt, deren Ergebnis hunderte von Seiten Papier sind, und die von einem Projektmanager des LBA im Auftrag der europäischen Luftfahrtbehörde EASA Seite für Seite geprüft wird. Für das relativ aufwändige STC des Nachrüst-Glascockpits von Garmin werden Kunden zusätzlich zu Hardware-, Installations- und Dokumentationskosten deshalb mit etwa 3000 bis 3500 Euro rechnen müssen. Das simplere STC für das Aspen-Display dürfte auf der Rechnung mit einem Betrag von 1500 bis 2000 Euro zu finden sein.

Garmin bietet mit seinem G600, das in wesentlichen technischen Details auf dem zertifizierten Erfolgsmodell G1000 basiert, eine sehr hochwertige Lösung zum nachträglichen Einbau an. Das G600 ersetzt das gesamte »Six Pack« (also Fahrtmesser, Turn Coordinator, Künstlichen Horizont, Kurskreisel, Höhenmesser und Variometer) durch zwei kompakte Bildschirme im Hochformat und kaum lässt kaum Wünsche offen

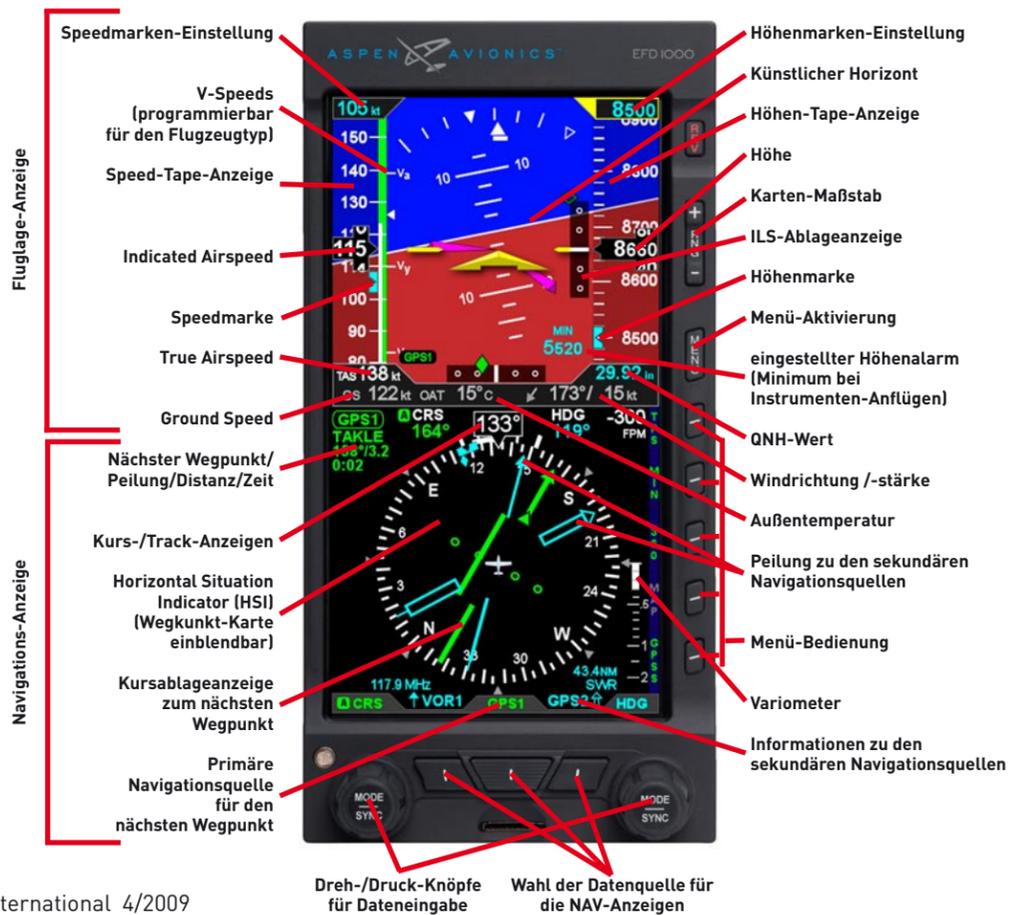
– wenn die Maschine bereits mit Navcoms der 400/500-Serie oder dem 480 von Garmin und einem passenden Autopiloten ausgestattet war.

Denn anders als das voll integrierte G1000, hat das G600 keine eigenen Navigationsempfänger und auch keinen eingebauten Autopiloten. Dafür wird zusätzlich zum PFD ein großes Multi Function Display mitgeliefert. Das G600 ist ideal für hochwertige IFR-Reise- oder Trainingsflugzeuge, die in einem ersten Schritt bereits vor Jahren mit Garmin 430 oder 530 ausgerüstet wurden. Viele tausend solcher Flugzeuge sind heute weltweit unterwegs, dementsprechend groß ist der Markt. Vor allem die Besitzer von IFR-Mooneys, Bonanzas, Turbo Arrows oder Senecas zählen zu den Hauptinteressenten. Die Avionikfirmen bekommen auch hier täglich Fax und E-Mails mit Anfragen.

Einen kleinen Wermutstropfen gibt es allerdings: Wer noch mit einem 430-Navigator der ersten Serie unterwegs ist und keinen WAAS-fähigen Empfänger hat, muss sein Gerät erst bei Garmin auf den WAAS-Standard upgraden lassen. Garmin lässt sich dies bisher mit 3000 Dollar pro Gerät vergüten, G600-Kunden allerdings sollen in den Genuss eines Sonderpreises kommen. WAAS ist ein Korrektursignal für GPS, das die Präzision wesentlich erhöht, aber nur in den USA aus-

ALLE INFORMATIONEN IN EINEM DISPLAY

Das Aspen EFD 1000 ersetzt Horizont und Kurskreisel – und zeigt noch viel mehr



steiger-Glascockpit EFD1000 hat zwar Anfang des Jahres die ETSO-Zulassung (European Technical Standard Order) erhalten – aber dennoch bleibt ein umfangreicher Papierkrieg. Eine auf das jeweilige Flugzeugmuster zugeschnittene Ergänzende Musterzulassung (im Behördenenglisch »Supplemental Type Certificate« – STC) muss zumindest dann sein, wenn das Flugzeug auch nach IFR geflogen werden soll, erklärt Josef Breu von Avionik Straubing.

Nur N-registrierte Flugzeuge haben es leichter: In den USA können Hersteller wie Aspen Avionics ihr Gerät mit einer generellen Zulassung für eine lange Liste von Mustern versehen. Steht ein Flugzeug auf dieser »Approved Model List«, hält sich die Bürokratie zum Einbau in Grenzen.

Bis Redaktionsschluss war es Unternehmen wie Avionik Straubing zwar möglich, die Glascockpits in deutschen Flugzeugen nachzurüsten – aber damit ist vorerst nur VFR-Flug legal möglich. Erst wenn Entwicklungsbetriebe wie Avionik Straubing die

notwendigen STCs entwickelt haben, ist es soweit. Noch im Laufe dieses Jahres sollen die ersten Zulassungen verfügbar sein, voraussichtlich für die gängigen Typenfamilien von Cessna, Piper, Mooney und Beech.

## ■ AEROSPECIAL

gestrahlt wird. Das in Europa verwendete Verfahren heißt EGNOS. Es wird in der Luftfahrt zaghaft erprobt, ist aber noch nicht allgemein verfügbar. Aber der WAAS-Upgrade beinhaltet auch einen schnelleren Prozessor und eine neuere Software-Variante, die das G600 benötigt.

Die Sensorik des G600 ist in zwei externen Boxen mit Air Data Computer und AHRS untergebracht, die so auch im großen Bruder G1000 verwendet werden und ihre Zuverlässigkeit in Millionen Flugstunden unter Beweis gestellt haben. Diese Qualität

kostet Geld: Knapp 24000 Euro kostet die Hardware, mindestens 70 Stunden Einbauzeit sind nötig.

Auch hier müssen für IFR-Betrieb die drei mechanischen Backup-Instrumente installiert sein. Die Vorschriften fordern die Anbringung im Blickfeld des Piloten. Das fällt den Avionikern aber schwerer als etwa beim Aspen, weil das Display größer ist und auch Fahrt- sowie Höhenmesser versetzt werden müssen.

Im Sommer dieses Jahres werden die beiden Retrofit-Lösungen von Garmin und Aspen ernstzunehmende Konkurrenz be-

### GARMIN G600



- Primary Flight Display (PFD) mit Electronic Horizontal Situation Indicator (EHSI) und Multifunction Display (MFD)
- Display-Diagonale: zweimal 16,8 cm; Künstlicher Horizont: 12,4 cm
- Nav-Signale müssen von Garmin 430W, 530W oder 480 kommen

- GPSS Roll Steering für Autopiloten integriert
- Attitude Heading Reference System (AHRS-Lagesensor) und Air Data Computer sind in zwei externen Boxen untergebracht
- Moving Map mit Terrain- und Hindernisdatenbank
- ChartView-Option: Anzeige von Anflugkarten mit Flugzeugposition
- Flight Director mancher Autopiloten wird angezeigt
- Anzeige vom ADF möglich
- Backup-Batterie für Stromausfall optional erhältlich
- Anzeige von Wetterradar, Stormscope-Blitzsignalen und Traffic Information aus externen Geräten möglich
- XM-Satellitenwetter und XM-Radio nachrüstbar (nur USA)
- [www8.garmin.com/buzz/g600/](http://www8.garmin.com/buzz/g600/)

A5-117

### ASPEN AVIONICS EFD1000

- Primary Flight Display (PFD) mit Electronic Horizontal Situation Indicator
- Display-Diagonale: 15,2 cm
- Ausbau-Option mit bis zu drei baugleichen Geräten zur Kartenanzeige (auch ohne Lagesensor als MFD500 erhältlich) und als Backup (siehe Abbildung)
- Weitere Gerätevarianten mit mehr bzw. weniger Features ab Sommer verfügbar
- Attitude and Heading Reference System (AHRS) und Air Data Computer im Display-Gehäuse integriert
- Zylindrische Gehäusebauform ermöglicht den Einbau in vorhandene Standard-Instrumenten-Rundlöcher
- GPSS Roll Steering für Autopiloten und Flight-Director-Anzeige
- Integrierte Höhenwarnung, kein Altitude Preselect für Autopiloten
- Backup-Batterie für 30 Minuten Notbetrieb
- Externes Modul mit Not-GPS, Magnetometer und Temperatursonde
- Zwei GPS und zwei Navcoms anschließbar, aber kein ADF
- Analoge Geräte wie Navcoms und Autopiloten werden mittels Zusatzbox ACU (Analog Converter Unit) angeschlossen
- [www.aspenavionics.com](http://www.aspenavionics.com)

A5-US 16

kommen. Dann nämlich bringt TraditionsHersteller Bendix/King sein PFD-System KFD 840 auf den Markt. Preislich mit etwa 13500 Euro zwischen Aspen und Garmin angesiedelt, ersetzt es ebenfalls die sechs Basisinstrumente – allerdings nur mit einem PFD, also ohne Moving Map. Als Navigationsbildschirm bietet Bendix/King das neue KSN 770 an – in Form und Funktion eine Art Antwort auf das 430/530 von Garmin. Aber auch andere Avio-

nik kann mit dem KFD 840-Glascockpit kombiniert werden, auch die Navcoms von Garmin.

Wer sich für eines der Nachrüst-Glascockpits interessiert, ist ohnehin gut beraten, das Zusammenspiel mit den existierenden Instrumenten sorgfältig mit seinem Avionikbetrieb durchzusprechen. Manchmal macht die Ansteuerung des Autopiloten Schwierigkeiten, oft lässt sich etwa dessen Höhenvorwahl nicht vom PFD aus steuern.



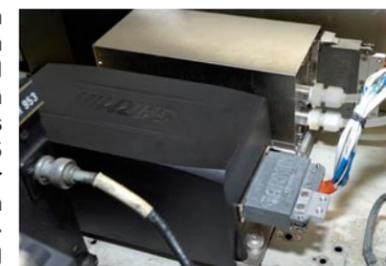
### BENDIX/KING KFD840

- PFD und EHSI
- Verfügbar ab Sommer 2009
- AHRS und Air Data Computer im Display-Gehäuse integriert
- Display-Diagonale: 21,3 cm; Künstlicher Horizont: 18 cm
- Optionale Backup-Batterie
- Checklistenfunktion
- Grafische Masse/Schwerpunkt-Darstellung
- Triebwerksüberwachung auf PFD in Vorbereitung
- [www.bendixking.com](http://www.bendixking.com)

A3-510



**Der Einbau des großen Garmin G600 (oben in einer Cessna 406) erfordert deutlich mehr Umbauten als beim Aspen. AHRS und Air Data Computer werden in separaten Boxen im Rumpf untergebracht (rechts)**



Ohnehin ergibt sich eine absurde Situation mit Hinblick auf die Integration des Autopiloten in das hochmoderne Glascockpit mit seinen mikromechanischen High-Tech-Lagesensoren: Kein externer Autopiloten ist dafür zugelassen, ihre Daten zu nutzen – ein Autopilot wird immer zusammen mit seinem Lagekreisel zertifiziert. »George« muss also weiterhin den mechanischen Kreisel des alten Horizonts oder des Turn Coordinators verwenden. Soll das Flugzeug automatisch fliegen, kann es die präzisen Fluglagedaten der modernen Sensoren nicht nutzen und muss sich auf alte, anfällige Technik verlassen. Doch manche

sehen dieses Dualität der Systeme durchaus als Vorteil: Sie schafft schließlich auch Redundanz.

Auch wenn die drei hier vorgestellten Glascockpitlösungen vieles gemeinsam haben – jedes davon hat auch einen fest umrissenen Markt im Auge.

Das flexible Aspen wird wohl vor allem bei leichten Einmotorigen erfolgreich sein, die nach VFR und/oder IFR unterwegs sind und deren existierende Avionik auf möglichst offene Schnittstellen angewiesen ist. Darüber hinaus benötigt das Aspen-Panel den geringsten Einbauplatz. Es ist klar die beste Alternative zu einem neuen HSI.

Das Garmin G600 wird das Nachrüst-Glascockpit der Wahl für viele Besitzer größerer Einmots bis hin zu Malibu, Meridian, TBM700 oder Zweimots wie Seneca, Baron oder Cessnas wie Zweimot-Familie werden, vor allem wenn diese bereits mit hochwertiger Garmin-Avionik ausgestattet ist.

Das Bendix/King KFD 840 schließlich ist die optimale Nachrüstlösung für Maschinen mit hochwertiger Bendix/King-Avionik, die erhalten bleiben soll. Auch die Schnittstelle zu allen gängigen Bendix/King-Autopiloten ist Standard. Zusätzlich zum PFD sollte allerdings ein MFD oder einer der neuen KNS 770-Navigatoren installiert werden.

Egal für welches Modell die Entscheidung fällt: Viele Piloten und Flugzeugbesitzer werden die neuen Avionik-Möglichkeiten begeistert annehmen – das Glascockpit für jeden hat das Zeug zum wichtigsten Messetrend der AERO 2009.

Avionik Straubing A3-122