

**FPGA-Kamera für  
Lötstationen „F-Cam I1“  
Dokumentation (deutsch)**



**STAND-ALONE KAMERA SYSTEM FÜR LÖTAUFGABEN**

**MIT GROßEM ARBEITSABSTAND UND ERGONOMISCHER ARBEITSBLICKRICHTUNG**

# FPGA-Kamera für Lötstationen „F-Cam I1“ Dokumentation (deutsch)



F-Cam I1 Doc de (v.1.5) 27.02.12

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINFÜHRUNG .....	3
2.	PRODUKTBESCHREIBUNG/ SYSTEMBESCHREIBUNG.....	4
3.	MENÜSTRUKTUR/BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN.....	6
4.	ERGÄNZUNGEN.....	11
5.	GLOSSAR .....	11
6.	ÄNDERUNGSHISTORIE.....	11

## 1. EINFÜHRUNG

---

### 1.1 Kurzbeschreibung

Bei dieser Inspektionskamera handelt es sich um eine intelligente Kamera mit hardwareprogrammierbarem Schaltkreis (FPGA) und 5 Megapixel-CMOS-Sensor. Das Kamerasystem bietet, mittels Bildverarbeitung, eine ergonomische optische Inspektionshilfe bei Löt- und Reparaturarbeiten.

### 1.2 Beschreibung

Eine wichtige Voraussetzung für ein exaktes Arbeiten bei Löt- und Reparaturarbeiten ist die variable Vergrößerung und Positionierung der zu bearbeitenden Oberfläche (z.B. Leiterplatte mit Bauelementen). Darüber hinaus bietet die intelligente FPGA-Kamera (F-CAM I1) Bildverarbeitungen für effektives und ergonomisches Arbeiten an. Die Ergonomie wird dabei durch einen großen Arbeitsabstand der Kamera sowie eine direkte Monitorkontrolle mit Bildverarbeitungsfeldern unterstützt. Die F-Cam I1 ist eine neue ausgezeichnete (iENA – internationale Erfindermesse Nürnberg) Kameralösung für Lötarbeiten aus Deutschland.

Vorteile:

- kein PC erforderlich
- keine Softwarepflege notwendig
- vollständige Bildverarbeitung in Kamera mit 5 Megapixel-CMOS-Sensor
- VGA/SXGA-Monitor direkt anschließbar
- großer Arbeitsabstand (> 30 cm)
- Monitor in Arbeitsrichtung (Ergonomie)
- variable Schärfentiefe durch Blendeneinstellung
- elektronische Bildschärfung
- umfangreiche Einstellmöglichkeiten direkt über die monitorgestützte Menüführung
- variabler Zoom (4...16x mit 25 mm Objektiv, 8... 32x mit 50 mm Objektiv, abhängig von Objekt-  
abstand)
- Spiegeln, Schwenken, Neigen (elektronisch)
- Filterfunktionen als Optionen
- einfache Einhandbedienung
- minimaler Energieverbrauch (Kamera: 2,5 W)
- variable Beleuchtungsregelung/Dimmung mit Leistungs-LEDs 2x 3W
- Optionen:
  - optischer Motorzoom
  - Dokumentation durch Bildspeicherung auf USB-Stick oder PC-System
  - PC-Verbindung per Ethernet/USB
  - Referenzbildvergleich
  - Bauteilvermessung, uvm.

---

---

## 2. PRODUKTBESCHREIBUNG/ SYSTEMBESCHREIBUNG

---

### 2.1 Bestandteile des Kamerasystems

Das Kamerasystem besteht aus:

- 1 Massivstein-Stativfuß, der mit seinem großen Gewicht der Stabilisierung des Gesamtsystems dient, er kann auf Kundenwunsch weggelassen werden und das Stativ wird an einem Tisch direkt befestigt,
- 1 Stativ, an dem der Monitor und die Kamera in variabler Höhe festgestellt werden können,
- 1 VGA/SXGA-Monitor, inkl. einer Schwenk-Neige-Halterung und aller erforderlichen Kabel,
- 1 F-Cam I1 als universelle FPGA-Kameralösung mit VGA/SXGA-Ausgang und Beleuchtungsanschluß,
- 2 LED-Beleuchtungen mit flexibler Befestigung,
- 1 Bedienteil mit Bedienknopf und Anschlüssen für Netzteil und Kommunikation,
- 1 Netzteil 230 VAC auf 12 VDC mit einer Leistung von mind. 10 W,
- 1 C-Mount Objektiv mit variabler Brennweite, Standard  $f = 50$  mm Blende 1:1,4; weitere Objektive lieferbar (auch Motorzoom).

### 2.2 Produkteinsatz

Lötarbeiten im Musterbau und Reparaturservice erfordern eine hohe Flexibilität und Ergonomie der Arbeitsumgebung. Die F-Cam I1 kann diesen Anforderungen durch flexible Funktionen und direkte Anzeige Rechnung tragen. Durch die intuitive Bedienung über einen Einstellregler (Encoder) und der monitorgestützten Menüführung ist die Einarbeitungszeit minimal.

Die Umgebungsbedingungen sind:

- Temperatur  $T = 0 \dots 50^\circ\text{C}$
- Luftfeuchte  $H = 20 \dots 85\%$
- Klimaschutzklasse IP 20 nach DIN EN 60529 (optional auch höher )
- Versorgungsspannung:  $7 \dots 36$  VDC oder mitgelieferte Netzteil 12 V
- Mit Netzteil:  $100 \dots 240$  VAC

Energiebedarf Kamera : max. 2,5 W

Energiebedarf der Beleuchtung: max. 6 W

Energiebedarf des Monitors: ca. 48 W (abhängig vom verwendeten Monitor)

Betriebszeit: Dauerbetrieb möglich

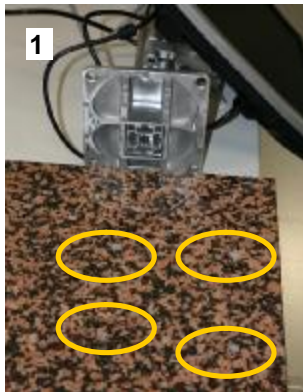
Einschaltzeit: Kamera 1 Sekunde, Monitor 10 Sekunden

### 2.3 Produktumgebung

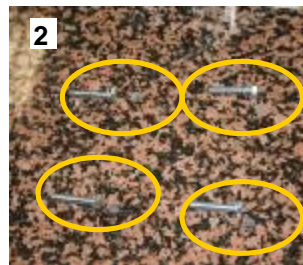
Mit geeignetem Löt-Equipment und Kamerasystem-Stellplatz kann das Gerät sofort benutzt werden. Das Gerät benötigt zur Funktion keine Software beim Anwender. Für erweiterte Funktionen können PC-Systeme über Ethernet bzw. USB angeschlossen werden. Eine Software wird mitgeliefert.

## 2.4 Montage

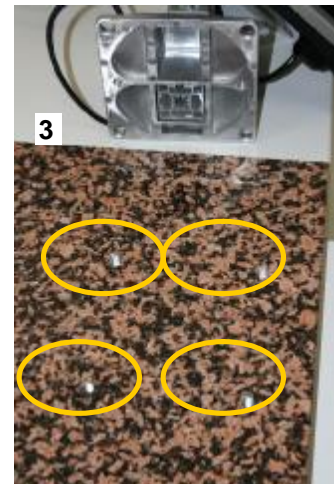
Die F-Cam I1 ist vormontiert ab Werk inkl. Profilständer, Display, LED-Beleuchtung, Kabel und Objektiv an der Kamera in Paket 1. Paket 2 enthält den Massivstein für die F-Cam I1. Dieser Massivstein besteht aus poliertem Stein mit Montagelöchern. Der Zusammenbau erfordert ausschließlich die Montage des Profilständers mit dem Massivstein und den mitgelieferten Schrauben und Muttern, wie die Bilder zeigen.



Ständer und Massivstein



Schrauben für die Montagelöcher



Schrauben von unten



Ständer in die Schrauben gesteckt



Anschrauben der Muttern auf die Schrauben

## 2.5 Erste Einstellungen

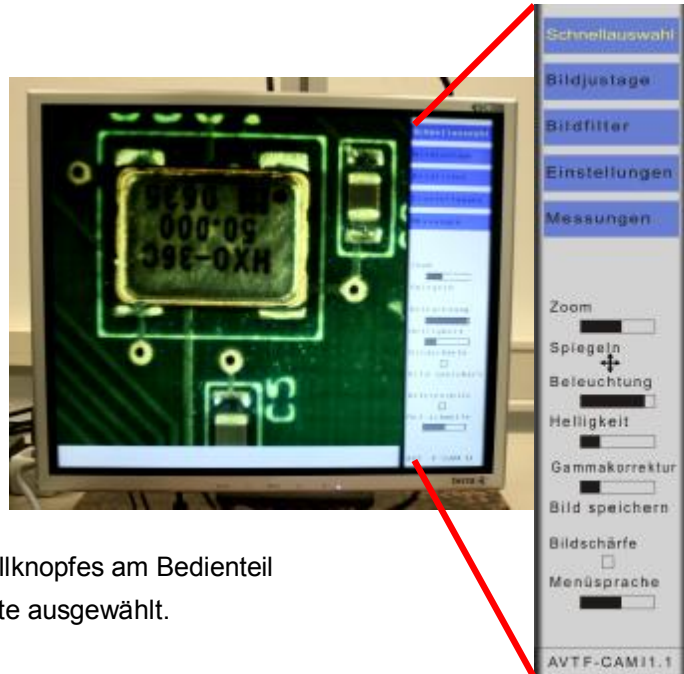
Um das F-Cam I1 Kamerasystem zu nutzen werden der Monitor und die F-Cam an die Stromversorgung angeschlossen (230 V). Dabei wird die F-Cam I1 am Bedienpult mit dem 12 VDC des Netzteils verbunden. Das System startet in wenigen Sekunden und das Menü erscheint auf dem Display. Um ein klares und scharfes Bild zu erhalten, müssen die Einstellringe für Schärfe und Blende am Objektiv eingestellt werden. Dazu sollte ein geeignetes Objekt (Leiterplatte) in Arbeitshöhe gelegt werden. Zuerst wird der Blendenring (1) geöffnet und als zweites der Schärferring (2) gedreht, bis das Bild scharf erscheint. Mit Schließen des Blendenrings erhöht sich die Tiefenschärfe.



### 3. MENÜSTRUKTUR/BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN

#### 3.1 Hauptmenü

Das Menü befindet sich auf der rechten Seite der Monitorarstellung. Darin ist das Hauptmenü im oberen Bereich farbig abgesetzt. Es besteht aus den Menüpunkten: Schnellauswahl, Bildjustage, Bildfilter, Einstellungen und Messungen.



Der aktive Hauptmenüpunkt wird farbig hervorgehoben. Die darunterliegenden Unterpunkte gehören zum aktiven Hauptmenüpunkt. Durch Drehen des Einstellknopfes am Bedienteil werden die verschiedenen Hauptmenüpunkte ausgewählt.

Mit Drücken des Einstellknopfes wird der Menüpunkt ausgewählt, die Hintergrundfarbe des Untermenüs ändert sich. Die Untermenüpunkte sind jetzt mit dem Einstellknopf auswählbar, wobei zwischen den Untermenüpunkten durch Drehen des Einstellknopfes gewechselt wird.

Durch 3 Sekunden langes Drücken des Einstellknopfes kann zum Hauptmenü zurückgekehrt werden. Damit wird die Hintergrundfarbe des Untermenüs wieder grau. Es gibt keine Begrenzung der Verweildauer in einem Untermenü.

*Optional zukaufbare Funktionen sind in dieser Dokumentation kursiv dargestellt.*

**Innerhalb der Untermenüs:** Drücken auf den Encoderknopf aktiviert bzw. deaktiviert die Untermenüpunkte, welche selektiert **fett** dargestellt werden. Mit Drehen des Encoderknopfes werden die Einträge des Untermenüs ausgewählt bzw. die Untermenüwerte geändert, wenn Menüpunkt **fett**.

#### 3.2 Untermenü „Schnellauswahl“

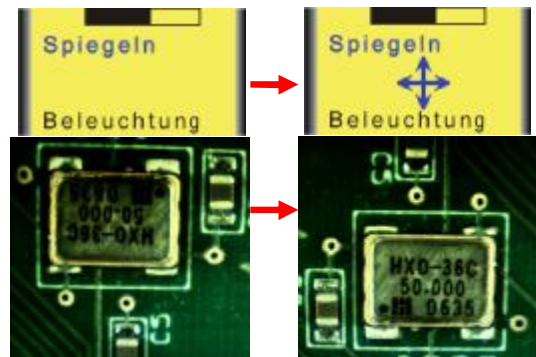
Wichtige und häufig gebrauchte Funktionen wurden in einem Hauptmenü zusammengefasst. Dieses nennt sich Schnellauswahl und besteht aus:

1. **“Zoom”** in verschiedenen Stufen. Vom Sensor werden 1024x960 Bildpunkte ausgelesen. In der geringsten Vergrößerung handelt es sich dabei um jeden 2. Pixel der Sensorfläche (2048/2 x 1920/2). In vergrößerter Darstellung wird der mittlere Bereich in Originalauflösung des Sensors (1024 x 960) verwendet.



## 2. „Spiegeln“

kann in horizontaler und vertikaler Richtung separat und auch gleichzeitig vorgenommen werden. Das Bild wird dabei sofort gemäß der jeweiligen Richtung gespiegelt. Die Anzeige wird durch entsprechende Pfeile unterstützt.



## 3. „Beleuchtung“

verändert den Dimmwert und damit die Helligkeit der angeschlossenen LED-Beleuchtung. Diese Beleuchtungsänderung erfolgt in 32 Stufen zwischen 0 und maximaler Intensität. Die Anzeige des Dimmwertes erfolgt über eine Mengenanzeige.

Beispiel: 50% =



## 4. „Helligkeit“

verändert bei eingestellter automatischer Helligkeitsregelung den Zielwert der Regelung, d.h. die Regelung erzeugt hellere Bilder bei hohen Werten der Helligkeit. Damit lässt sich die elektronische Helligkeitsregelung schnell mit der Intensität der LED-Beleuchtung kombinieren um unterschiedliche Beleuchtungsbedingungen zu realisieren und einzustellen.



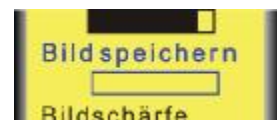
## 5. „Gammakorrektur“

wird zur Gammakorrektur der Sensordaten genutzt. Dabei werden die 12 bit je Farbe (4096 Stufen) der Sensordaten in 8 verschiedenen Kurven auf 8 bit je Farbe (256 Stufen) der Verarbeitung umgerechnet. Diese Korrektur reduziert z.B. Überstrahlungen von Lötunkten.



## 6. „Bild speichern“

wird zur Dokumentation der Arbeit durch das Abspeichern des angezeigten Bildes genutzt. Der Bildspeicher (PC über Ethernet oder USB) hängt vom verwendeten Anschluß bzw. Version ab. Während des Speicherns wird das angezeigte Bild nicht aktualisiert, es entspricht dem gespeicherten Bild zur Kontrollanzeige. Der Speicherfortschritt wird durch eine Mengenanzeige als Balken gezeigt. Die \*.raw-Bilder sind gammakorrigierte Sensorbilder.



## 7. „Bildschärfe“

realisiert ein 3x3 Pixel Bildschärfefilter zur Verstärkung der Bildschärfe. Diese Funktion wird nur ein- oder ausgeschaltet.



## 8. „Menüsprache“

Die Spracheinstellungen des Menüs sind in deutsch, englisch und weiteren Sprachen verfügbar. Diese Funktion wird entsprechend den Anforderungen erweitert.



## 3.3 Untermenü „Bildjustage“

Im Untermenü Bildjustage können Bildeinstellungen (manuell/automatisch) vorgenommen werden.

### 1. „Hell. manuell“ (Helligkeit manuell)

ermöglicht die Umschaltung von automatischer auf manuelle Helligkeitsregelung. Insbesondere in gleichmäßig und konstant beleuchteten Umgebungen ist die Regelung bereits bei Schatten oder manuellen Arbeitsschritten oft unerwünscht. Diese kann damit abgeschaltet werden. Die Funktion der weiteren zwei Menüpunkte wird damit beeinflusst.



### 1a. „Belichtung“

ist die direkte Einstellung der Integrationszeit des Sensors. Damit lassen sich auch Flickererscheinungen durch die Beleuchtung reduzieren. Die Flicker-reduktion für 50 Hz Netze ist voreingestellt. Im automatischen Modus ist der Standardwert der Belichtung die maximale Integrationszeit, die von der Regelung genutzt wird.



### 1b. „Verstärkung“

ist im manuellen Modus die direkte Einstellung der analogen und digitalen Verstärkung der Pixelsignale im Sensor. Im automatischen Modus entspricht die Verstärkung dem Zielwert der Helligkeitsregelung, wie im Untermenü Schnellauswahl der Punkt „Helligkeit“.



### 2. „Kontrast“

verändert den Kontrast des Bildes in Verstärkung und Abschwächung in 32 Stufen. Die mittlere Position ist Standard (16).



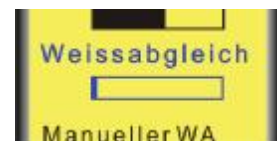
### 3. „Farbstärke“

verändert die Farbsättigung des Bildes in 4 Stufen.



### 4. „Weissabgleich“

realisiert den automatischen Weissabgleich in 4 Intensitätsstufen. Die Abgleichregelung erfolgt damit permanent (jedes Videobild) automatisch.



### 5. „manueller WA“ (manueller Weissabgleich)

realisiert den manuellen Weissabgleich. Dazu muss eine weiße Vorlage unter die Kamera gelegt werden. Mit Aktivierung werden die Korrekturfaktoren der einzelnen Farben gespeichert. Diese Korrekturfaktoren werden bei automatischem und manuellem Weissabgleich darunter dargestellt (R: Rot; G: Grün; B: Blau).



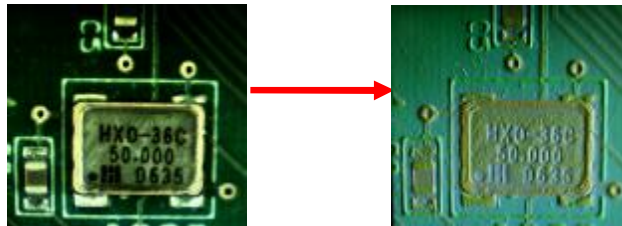


### 3.4 Untermenü „Bildfilter“

Im Untermenü Bildfilter können elektronische Filter in der Bilddarstellung vorgenommen werden, mit deren Hilfe Beschriftungen, Unterschiede usw. besser erkennbar sind.

#### 1. „Hochpass“

realisiert die 3x3 Hochpassfilterung der dargestellten Videobilder in Echtzeit.



#### 2. „Tiefpass“

realisiert die 3x3 Tiefpassfilterung des dargestellten Videobildes in Echtzeit.

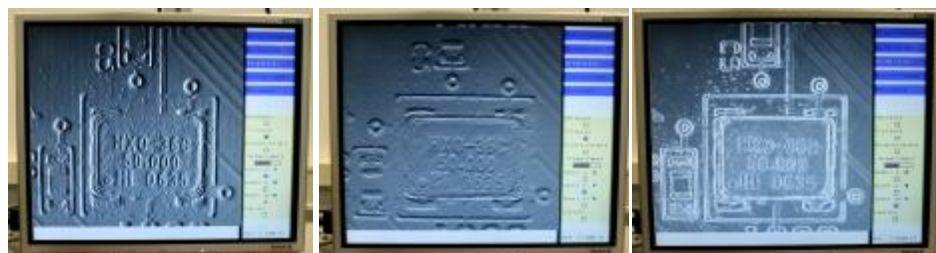
#### 3. „Binärbild“

mit **Schwellwert** realisiert die Funktion, das Videobild in Echtzeit in ein Binärbild zu wandeln und darzustellen. Der **3a. „Schwellwert“** für die Schwarz-Weiss-Umschaltung kann mit Schwellwert eingestellt werden. Die Beispielbilder zeigen das Ergebnis für zwei verschiedene Schwellwerteinstellungen. Insbesondere Beschriftungen lassen sich damit auch bei geringen Kontrasten erkennen.



#### 4.-6. „Sobel x, y und xy“

filtern das Videobild in Echtzeit mit einem Sobelfilter in x- und y-Richtung bzw. bilden den Betrag der Filter aus x- und y-Richtung.



#### 7. „Laplace“

realisiert die Echtzeit-Videofilterung mit einem Laplacefilter. Damit können zukünftige Vektorisierungen der Bilddaten erfolgen.



### 3.5 Untermenü „Einstellungen“

Im Untermenü „Einstellungen“ können erweiterte Einstellung der Kamera vorgenommen werden.

#### 1. „Menünummer“

stellt die Nummer des genutzten Menüspeichers ein. Dieser Menüspeicher kann für 4 verschiedene Nutzer unterschiedliche Einstellungen der Kamera speichern, rücklesen und löschen. Für die Speicherfunktionen ist die Angabe einer Menünummer notwendig.

#### 2. „Menü speichern“

Durch den Nutzer vorgenommene Änderungen im Menü können im internen Flash für die jeweilige Menünummer gespeichert werden und stehen nach dem Neueinschalten und dem Rücklesen wieder zur Verfügung.

#### 3. „Menü rücklesen“

Rücklesen der gespeicherten Menüeinstellungen aus dem Flash-Speicher entsprechend der eingestellten Menünummer.

#### 4. „Menü löschen“

Löschen der gespeicherten Menüeinstellungen im Flash-Speicher entsprechend der eingestellten Menünummer.

#### 5. „Testbild“

ermöglicht die Anzeige von Testbildern zur Kontrolle der Kamera und Displayfunktionen (0: Normalfunktion; 1: Farbbalkentest; 2: Raw-Test der Sensordaten; 3: Grauverlaufstest; 4: Normalfunktion mit Farbttest; 5: Farbbalken mit Farbttest; 6: Normalfunktion mit Farbttest hinter Filtern; 7: Farbbalken mit Farbttest hinter Filtern). Bei Farbttest werden die gemessenen Werte für Rot, Grün und Blau über dem Text „AVT F-CAM I1.1“ angezeigt.

#### 6. „Update“

Mit Update kann mit einer PC-Verbindung (Ethernet oder USB) und der PC-Software das Update des FPGA-Programms durchgeführt werden. Durch Aktivieren (Drücken) und kurzem Drehen wird das Update vom laufenden PC-Programm in den Flash gespeichert und steht nach Neueinschalten zur Verfügung.

#### 7. „Seriennummer“

ist die ab Werk vorgegebene Seriennummer zur Identifizierung der Kamera.

#### 8. „Reset“

der Menüeinstellungen auf Grundeinstellungen. Kann genutzt werden, wenn durch falsche Einstellungen kein optimales Bild mehr erscheint.



### 3.6 Untermenü „Messungen“ (*Optionsvariante; separat zukaufbar*)

Im Untermenü Messungen können optional Elemente im Videobild ausgemessen werden. Die Messwerte (z.B. Länge, Breite, Umfang, Fläche etc.) werden im Displaybereich unter dem Videobild angezeigt. Vor der Messung ist jedoch eine 1. **„Kalibrierung“** in der Messebene notwendig. Das Untermenü „Messungen“ steht demnächst zur Verfügung.

### 2. „Information“

stellt die Versionen der internen Funktionen der Kamera im Display rechts unten dar.

### Optionsvarianten (separat zukaufbar)

7. **„Referenzbild“** realisiert die Funktion, ein Baumuster zu positionieren und mit dem Einschalten als Vorlage zu benutzen. Weitere gleichartige Baumuster werden mit dem ersten verglichen, bis die Funktion wieder deaktiviert wird. Der Vergleich geschieht in Echtzeit als Videodarstellung der hervorgehobenen Differenzen. Diese Funktion kann in der Musterbestückung mehrerer gleicher Platinen genutzt werden, um Bestückungsfehler halbautomatisch zu prüfen. Beim Referenzbildvergleich werden alle automatischen Vorgänge (Helligkeit, Weißabgleich etc.) gestoppt und für die Dauer des Vergleiches konstant gelassen.

8. **„Ref.schwelle“** (Referenzschwelle) dient der besseren Unterstützung der Prüfung, da teilweise kleinere Bauteilverschiebungen keinen Fehler darstellen. Deshalb kann die Menge der Verschiebungen/Differenzen innerhalb eines Bildes eingestellt werden. Ist diese Menge überschritten, wird ein farbiger Rahmen des Videos diese Schwellwertüberschreitung kennzeichnen.

---

## 4. ERGÄNZUNGEN

---

## 5. GLOSSAR

---

### 5.1 Definitionen

### 5.2 Abkürzungen

---

## 6. Änderungshistorie

Datum	Version	Änderung
05.10.10	1.0	Anfangsausgabe
22.11.10	1.1	Ergänzung von neuen Funktionen
13.02.11	1.2	Ergänzung zu Version I1.1
28.06.11	1.3	Erweiterung Gammakorrektur, Ergänzungen
24.02.12	1.4	Neue Menüstruktur, Neue Erläuterungen für Programm fcam:008k03.bit
27.02.12	1.5	Neue Menüstruktur Einstellungen, mehrere Menüspeicher eingeführt für Programm fcam:008l06.bit