SmartTV Service

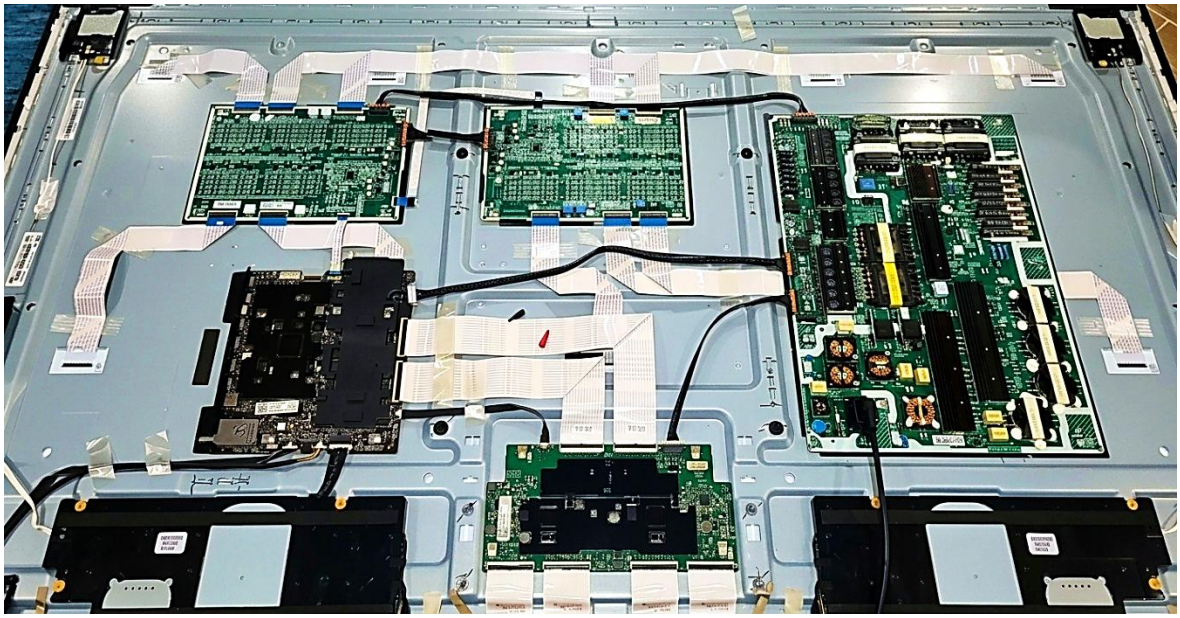
Volume II



Claude H. Sunier

Vorwort

Nachdem im ersten Buch von *Home Cinema* die grundlegenden Funktionen und Komponenten eines SmartTV mit TFT-LCD-Panel sowie einige markante Fehler betrachtet wurden, sollen im zweiten Teil weitere Schwierigkeiten und deren Behebung behandelt werden.



Blick in einen 8K Samsung SmartTV[1]

Die hohe Auflösung eines 8K QLED-Panels[2] benötigt eine anspruchsvolle Treiberschaltung in Form zweier Platinen (oben links und oben mitte). Aufgrund des erhöhten Leistungsbedarfs wurde das Powerboard verstärkt. Mainboard und TCON-Board sind mit zwei Flachbandkabel miteinander verbunden. Vom TCON-Board führen vier Folienkabel zum Panel.

Es sei daran erinnert, dass sich nur Personen mit ausreichenden Kenntnissen der Elektrotechnik und Elektronik mit dem Innenleben eines Fernsehers befassen sollten. Ausreichend bedeutet auch, dass sich der Betreffende über die Gefahren des elektrischen Stroms bewusst ist und die entsprechenden Sicherheitsregeln kennt.

Vor Eingriffen in die Niederspannungsschaltkreise eines TV-Gerätes ist dieses vom Netz zu trennen und anschliessend auf Spannungsfreiheit zu prüfen. Ein "Eingriff" besteht dann, wenn einzelne Bauteile ausgelötet oder ausgetauscht werden. Wie üblich sind sämtliche Elektrolytkondensatoren auf der "heissen" Seite des Schaltnetzteils kontrolliert zu entladen.

[1] Modell QN75Q800TAFXZA
https://www.digitaljoshua.com/repairing-a-samsung-qn75q800tafxza-8k-smart-tv/
[2] QLED-Panel = LCD-Panel mit Quantum Dots und MVA-Matrix.

Einleitung

Zunächst einige Begriffe, die in *Home Cinema I* nicht erwähnt wurden.

Ein **Input Lag** ist die Verzögerung (Latenz) in Millisekunden, die ein Fernseher benötigt, um ein eingehendes Signal (bspw. von einer Spielkonsole) zu verarbeiten und als Bild anzuzeigen. Für Gamer ist dieser Wert essentiell. Ein hoher *Input Lag* über 40 ms führt dazu, dass Eingaben (etwa Joystick-Bewegungen) verzögert umgesetzt werden. Das ist natürlich ein grosser Nachteil bei reaktionsschnellen Spielen.

Die **Reaktionszeit** in Millisekunden besagt, wie schnell ein Pixel seine Helligkeit oder Farbe wechseln kann. Eine kurze Reaktionszeit ist notwendig, um bei schnellen Bewegungen wie bei Actionfilmen oder Games ein scharfes Bild ohne verwischte Ränder und ohne Geisterbilder darzustellen. OLED-Fernseher sind besonders schnell und weisen Reaktionszeiten von unter 1 ms auf, wodurch ein scharfes und verzögerungsfreies Bewegtbild entsteht. LCD-TVs besitzen eine grössere Reaktionszeit, die aber oft durch Zwischenbildberechnungen (Motion Interpolation) verbessert werden kann.

Variable Refresh Rate (VRR) ist ein wichtiges Feature im Verbund mit Spielkonsolen und PCs. Normalerweise sendet ein Fernseher die Bilder in einer festen Rate (z.B. 100 Hz). Wenn aber eine Spielkonsole in einer komplexen Szene kurzzeitig langsamer wird und das Bild nur mit 45 Hz ausgibt, kommt es zu Bildrissen (Tearing). VRR löst dieses Problem, indem die Bildwiederholfrequenz des Fernsehers dynamisch an die tatsächliche Ausgabegeschwindigkeit der Quelle angepasst wird. Das Ergebnis ist eine fliessende und konsistente Bilddarstellung. Zur Nutzung dieses Features mit 4K bei 120 Hz ist HDMI 2.1 erforderlich.

Die **Bildwiederholfrequenz** in Hertz (Hz) steht für die Anzahl der Bilder, die der Fernseher pro Sekunde darstellen kann. Gebräuchliche Standards sind 50 Hz und 100 Hz (oder 60 Hz und 120 Hz). Für gewöhnliche Filme und TV-Programme reichen 50 Hz völlig aus. Aber bei sehr schnellen Szenen, etwa im Sport oder beim Gaming, ist eine Frequenz von 100/120 Hz ein Muss, damit abrupte Kameraschwenks ruckelfrei und sich flink bewegende Objekte scharf bleiben.

Der Begriff **Yield** (Ausbeute) stammt aus der Panel-Produktion und beschreibt den Prozentsatz hergestellter Panels, die fehlerfrei sind und in Fernsehern eingesetzt werden. Je höher die Ausbeute ist, desto effizienter und kostengünstiger kann ein Panel produziert werden. Bei hoch entwickelten Technologien wie Micro-LED oder komplexen OLED-Panels ist ein hoher *Yield* aber schwierig zu erreichen.

HDR (High Dynamic Range) ist eine Anzeigetechnologie, die einen größeren Helligkeits- und Farbraum anbietet. HDR10 umfasst eine Farbtiefe von 10 Bit für über eine Milliarde Farben und statische Metadaten, um dunkle und helle Bildbereiche kontrastreich und naturgetreu auf Fernsehern und Streamingdiensten darzustellen. helle Stellen wie bspw. ein weisses Kleid leuchten deutlich heller und dunkle Stellen und Schatten sind detailreicher. DHDR10+ ist eine Weiterentwicklung des HDR10-Standards, um Helligkeit und Farbwerte dynamisch anzupassen.

Mit **Dolby Vision** wird das HDR-Verfahren mittels einer Farbtiefe von 12 Bit optimiert. Jedes Bild wird dynamisch abgeglichen, so dass sich Kontrastwerte und Farbsättigung ständig an-

gleichen.

XDR (Extrem Dynamic Range) wird verwendet, um eine erweiterte Dynamik jenseits des Standard-HDR zu kennzeichnen. TVs mit diesen Eigenschaften (oft mit Mini-LEDs und tausenden von Dimmzonen) können eine hohe Maximalhelligkeit erreichen, die weit über der von OLEDs oder normalen LCDs liegt. XDR sorgt dafür, dass selbst feinste Details in den hellsten Bildbereichen nicht überstrahlt werden und gleichzeitig der tiefste Schwarzwert in Schattenzonen erhalten bleibt.

1 Speicherprobleme

1.1 Ein defekter Flash-Speicher

Ein Vizio P502ui-B1E SmartTV mit 50'' hat nach dem Einschalten weder Bild noch Ton. Bevor ein neues Mainboard bestellt wird, soll zuerst ein EEPROM (MX25L3206E) auf dem Mainboard (#715G6924-M01-000-005T) überprüft werden. Auch wenn der MX25L3206E gelegentlich als "EEPROM" oder "BIOS-Chip" bezeichnet wird, handelt es sich technisch gesehen um einen NOR-Flash-Speicher. Im Unterschied zu einem echten EEPROM, bei dem jedes Byte einzeln überschreibbar ist, werden die Daten bei einem Flash-Memory vor dem Schreiben sektorweise (4 Kilobyte) oder blockweise (64 Kilobyte) gelöscht.

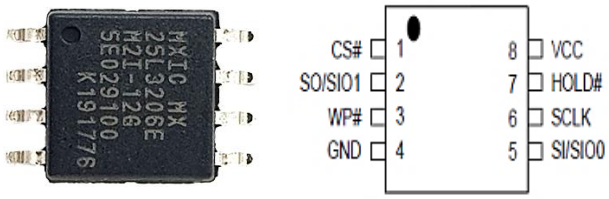


Abb. 1: MX25L3206E

Es handelt sich um einen seriellen CMOS-Flash-Speicher im SOP-8 Gehäuse und einer Speicherkapazität von 32 Mbit (4 MB).

SPI-Flash's laufen mit Taktraten von 50 MHz bis über 104 MHz und sind damit extrem schnell gegenüber einem SPI-EEPROM mit etwa 20 MHz. Die Kommunikation zwischen Prozessor (Master) und Flash-Speicher (Slave) findet über einen SPI-Bus statt[3]. Dafür werden standardmäßig 4 Leitungen benötigt. Die Daten können gleichzeitig gesendet und empfangen werden (Vollduplex-Kommunikation), da getrennte Leitungen für Ein- und Ausgang genutzt werden. Es gibt ein einfaches Protokoll ohne Adressierung im Datenstrom.

SCLK (Serial Clock): Vom Master erzeugter Takt, der die Datenübertragung synchronisiert.

SI / SIO0 (Serial Input): Dateneingang (MOSI) bzw. erste Datenleitung im Dual-Modus; überträgt Befehle und Daten vom Prozessor in den Flash-Speicher.

SO / SIO1 (Serial Output): Datenausgang (MISO) bzw. zweite Datenleitung im Dual-Modus; überträgt Daten vom Flash zurück zum Prozessor.

CS# (Chip Select): Aktiviert den Chip, wenn das Signal vom Master auf LOW gezogen wird.

Solange CS# auf 3,3 V (High) liegt, verhält sich der Speicherchip passiv und die Datenausgabe (SO) schaltet auf "High-Impedance". Sobald der Prozessor eine Aktion startet, zieht er die CS#-Leitung auf 0 V (Low). Nun wird der Chip aktiv und befolgt anstehende Befehle. Nach

[3] SPI = Serial Peripheral Interface.

erfolgter Übertragung zieht der Prozessor CS# wieder auf High.

Um die Funktionstauglichkeit dieses Chips festzustellen, werden folgende Pins überprüft:

- Pin 8: VCC +3.3 V (2,7 V ... 3,6 V
- Pin 6 : Serial Clock
- Pin 5: Serial Input
- Pin 2: Serial Output
- Pin 1: Chip Select

Zur Überprüfung wird ausser einem DMM ein Dual-Channel Oszilloskop mit einer Bandbreite von 100 MHz benötigt; damit lassen sich beide Signale zugleich beobachten. Zuerst wird an Pin 8 die Spannung gemessen. Es sollten etwa 3 V anliegen. Dann wird das Taktsignal an Pin 6 überprüft, danach "Chip Select" an Pin 1. Zwischen beiden Signalen besteht eine feste Korrelation. CS# wirkt wie ein Schalter, während SCLK den Takt vorgibt.

Wir prüfen auch, ob Daten transferiert werden. Der MX25L3206E liest den Zustand der Datenleitung (1 oder 0) immer bei der steigenden Flanke des Taktsignals. Wenn der Chip Daten zurückschickt, ändert er den Zustand seiner SO-Leitung immer bei der fallenden Flanke. So hat der Prozessor bei der nächsten steigenden Flanke ein stabiles Signal zum Einlesen.

Zwei Pins bleiben ungenutzt:

WP (Write Protect): Schreibschutz, verhindert bei entsprechender Beschaltung das versehentliche Überschreiben des Speichers.

HOLD: Erlaubt dem Master, die Kommunikation mitten im Stream anzuhalten, ohne die CS-Leitung zurückzusetzen.

Gegen Masse (GND) sollten alle Pins einen Widerstandswert im kΩ-Bereich oder höher aufweisen.

Liegt es am NOR-Flash, muss dieser natürlich ausgetauscht werden. Wie ein schadhafter Flash-Memory zu ersetzen ist, wurde in Buch I bereits gezeigt. Ein Ersatzchip muss exakt für dieselbe Firmware programmiert sein. Vorprogrammierte Speicherchips sind auf eBAY zu finden, wo spezialisierte Händler wie ShopJimmy oder TVPartsGuy solche ICs anbieten.

Um das richtige Bauteil zu finden, ist in die Suchmaske die korrekte Bezeichnung einzugeben. Für das aktuelle Beispiel:

Pre-Programmed EEPROM VIZIO P502ui-B1E Main Board #715G6924-M01-000-005T.

Die Bezeichnung "EEPROM" wurde hier aus Gewohnheitsgründen beibehalten, obwohl es strengenommen falsch ist.

Muss ein Firmware-Upgrade durchgeführt werden, benötigt der Reparateur einen Programmer inkl. einer passenden Software wie Xgpro T76 oder iFixprog.[4] Die Vorgehensweise beim Auslesen oder Flashen wurde in *Home Cinema I* kurz beschrieben.

[4] http://www.ifix.net.cn/
http://www.xgecu.com/download.html



Abb. 2: Drei bewährte Programmer: TL866II Plus, T48 und T56

Wenn ein Flash-Austausch keine Besserung erbringt, liegt es vermutlich am Hauptprozessor selbst. Mit der Zeit oxidieren nämlich die Lötstellen (Balls) und es kommt zunehmends zu Kontaktproblemen und damit zu sporadischen Prozessorausfällen. Der Prozessor soll folglich einem *Reflow* unterzogen werden. Das betreffende Verfahren wurde im ersten Buch skizziert. Es kann durchaus sein, dass ein Reflow nichts erbringt, so dass ein *Reballing* erforderlich ist. Solche Prozeduren sind anspruchsvoll und benötigen eine gewisse Routine. Jeder TV-Reparateur sollte sich aus diesem Grunde zuerst an einfacheren Chips versuchen.

Wer kein Equipment für ein Reflow oder Reballing zur Verfügung hat, muss das Mainboard einem Reparaturservice, bspw. Nick's Electronic Repair, einsenden. Ansonsten wird eine Ersatzplatine auf eBAY gesucht werden. Dasselbe gilt auch, wenn das Reballing keinen Erfolg zeitigte.

1.2 Ein defektes EEPROM

Ein SmartTV zeigt einen Boot-Loop-Fehler. Auf dem Mainboard befindet sich ein EEPROM, das erfahrungsgemäss als Fehlerursache in Frage kommt. Weil noch ungewiss ist, ob der Fehler tatsächlich durch diesen Speicherchip verursacht wird, soll zuerst eine In-Circuit Überprüfung stattfinden.

Das EEPROM kommuniziert mit dem Hauptprozessor über einen I²C-Bus. Der Bus benutzt zwei Leitungen: **SDA** (Serial Data Line) für die Daten und **SCL** (Serial Clock Line) für den Takt. Beide Leitungen sind in Open-Drain-Schaltung über Pull-up-Widerstände mit der positiven Versorgungsspannung V_{DD} verbunden.[6] Der Bus arbeitet nach dem *Master-Slave-Prinzip*, besteht somit aus mindestens einem Master und bis zu 127 Slaves. Jedes Slave-Bauteil besitzt eine feste Adresse in einem 7-Bit-Adressraum, damit es gezielt vom Master angesprochen werden kann.

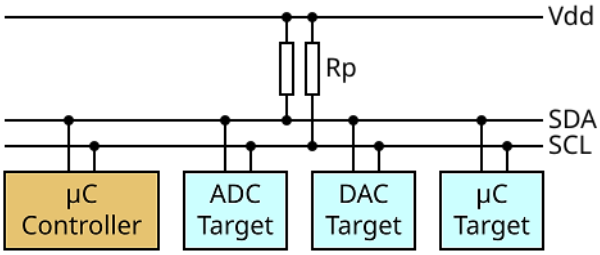


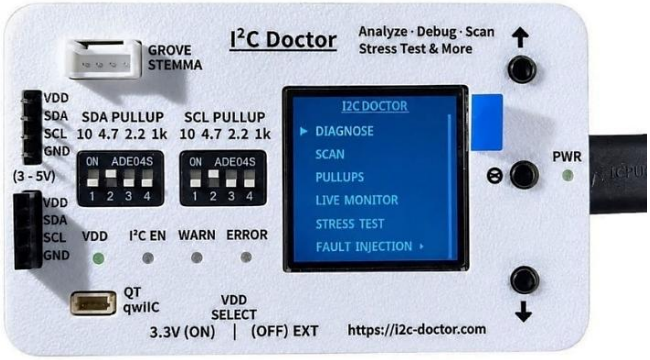
Abb. 3: I²C-Bus mit einem Master und drei Slaves[5]

[5] https://de.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C
[6] I²C = Inter-Integrated Circuit.

Funktionsweise:

1. Der Master zieht die Datenleitung (SDA) auf LOW, während der Takt (SCL) HIGH ist.
2. Der Master sendet die 7-Bit-Adresse des gewünschten Geräts plus ein Bit für Schreiben oder Lesen (Write/Read).
3. Das passende Slave-Gerät (EEPROM) antwortet mit einem Acknowledge-Bit.
4. Es werden 8-Bit-Datenpakete ausgetauscht, die jeweils durch ein ACK/NACK-Bit quittiert werden.
5. Der Master beendet die Übertragung, indem er SDA bei einem HIGH-Takt auf HIGH schaltet.

Um die Teilnehmer im Netzwerk zu überprüfen, kann der "I²C Doctor" verwendet werden, ein nützliches Diagnose-Tool von Haleng, das über eine Steckverbindung an die Zweidraht-Busleitung angeschlossen wird. Mit dem Gerät lassen sich Fehler auf dem Datenbus auch ohne Logikanalysator oder Oszilloskop schnell und zuverlässig analysieren. Es kann also geprüft werden, ob die Teilnehmer ordnungsgemäss miteinander kommunizieren oder ob ein Defekt vorliegt. Selbstverständlich kann auch ein Oszilloskop verwendet werden.



Prüfung mit Oszilloskop:

- Check VCC von 3,3 V
- Check CLK-Input
- Check /CS-Signal
- Check Data In / Data Out

Abb. 4: I²C Doctor[7]

Mit dem Tool wird nicht nur die Funktionsfähigkeit der Busteilnehmer, sondern indirekt auch die Leitungsumgebung überprüft. Wenn sich zeigt, dass das EEPROM nicht reagiert, muss es ersetzt werden. Wie das geht, wurde im ersten Buch vermittelt.

2 Schadhafte Bauteile

Nach einem Stromausfall startet ein Samsung SmartTV UE75MU6179U mit einem 75'' IPS-Panel[8] nicht mehr und die Standby-LED leuchtet nicht. Der Fehler könnte auf der Netzteilplatine, aber auch auf dem Mainboard zu finden sein. Eine Fehlersuche auf Bauteileebene ist also angesagt. Zuallererst werden die Elektrolytkondensatoren (Elkos) auf der Primärseite des Sperrwandlers mit einem speziellen Tool kurzgeschlossen, um allfällige Restladungen zu entfernen. Zur Not tut's auch ein Schraubendreher.

[7] https://i2c-doctor.com/index.html
[8] IPS = In-Plane Switching; eine Bildschirmtechnologie, bei der die Flüssigkristalle nebeneinander (parallel) zur Displayoberfläche angeordnet sind.

2.1 Powerboard

Wenn ein LED-Fernseher eingeschaltet wird, werden im Normalfall zwei Steuerspannungen von der Hauptplatine zur Netzteilplatine übertragen. Die erste Spannung ist die die "Power Supply ON" (PS_ON) Spannung, um das Netzteil in den Volllastmodus zu bringen. Im Standby-Modus beträgt diese Spannung 0 V, beim Starten des Fernsehers dagegen 3,3 V oder 5,2 V. Bei einigen Modellen ist es genau umgekehrt; dort wird die Spannung zur Aktivierung des Netzteils auf Masse gezogen. Die zweite Spannung von Relevanz ist die "Backlight ON" (BL_ON) Spannung von 3,3 V oder 5,2 V (auch DRV_ON), um den LED-Treiber für die Hintergrundbeleuchtung einzuschalten. Oft liegt direkt neben dem BL_ON-Pin noch ein Pin mit der Bezeichnung PWM_DIM oder BL_DIM. Während BL_ON das Licht komplett an- oder ausschaltet, ist das DIM-Signal eine pulsierende Spannung (Pulsweitenmodulation), die dem Treiber sagt, wie hell die LEDs leuchten sollen.

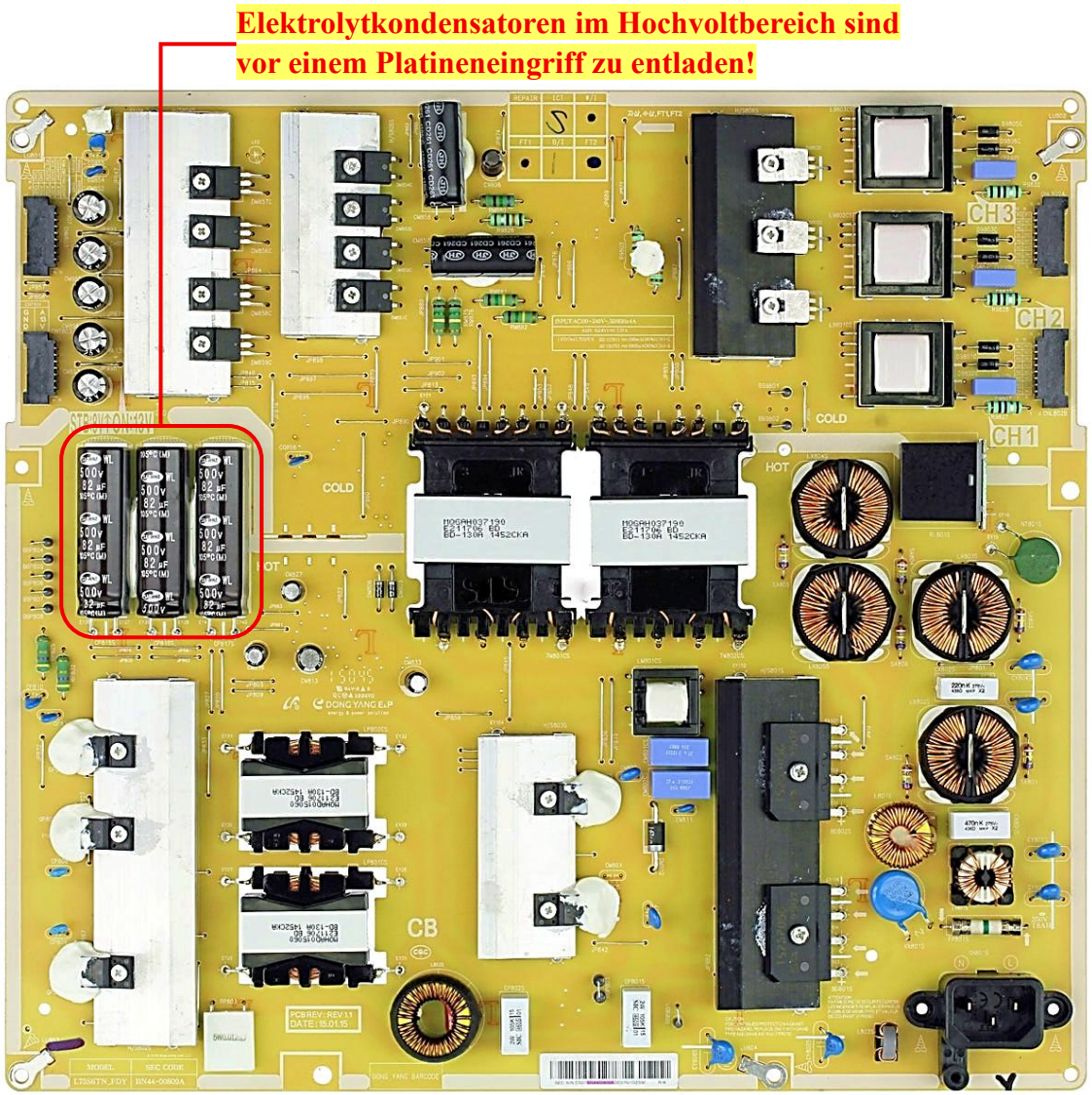


Abb. 5: Powerboard BN44-00809A für den Samsung SmartTV UE75MU6179U
Auch die Rückseite der Platine ist mit diversen Bauteilen bestückt.

Zunächst erfolgt eine visuelle Inspektion. Gibt es verdächtige Bauteile, zum Beispiel Elkos mit gewölbten Kappen? Dann wird die Standby-Spannung (3.3 V, 5.2 V oder ein anderer Wert) auf

dem Powerboard überprüft, danach die übrigen Spannungen von 12 V oder 24 V. Sind alle Spannungen vorhanden, wird untersucht, ob es Kurzschlüsse gegen Masse gibt. Für die Ohm-Messung muss der Fernseher spannungsfrei sein.

Brückengleichrichter, Dioden, Doppeldioden, MOSFETs und Elkos, aber auch kleine SMD-Bauteile wie Sicherungen, Optokoppler, Widerstände und Kondensatoren lassen sich problemlos prüfen, ohne diese zunächst auszulöten. Interne Schutzschaltungen sind gelegentlich der Grund, weshalb das Powerboard keine Spannung ans Mainboard liefert. Zeigt sich eine Anomalie, wird das Bauteil aus der Schaltung entfernt und nochmals durchgemessen. Auch "kalte" Lötstellen sind bei der Fehlersuche zu berücksichtigen. Bei Verdacht wird nachgelötet. Steckverbindungen werden von Auge inspiziert und mit Isopropanol gereinigt. So geht man Step by Step vor. Auf diese Weise wurden schon oft schadhafte Elemente lokalisiert. Die Beschaffung von Ersatzteilen ist auch kein Problem.

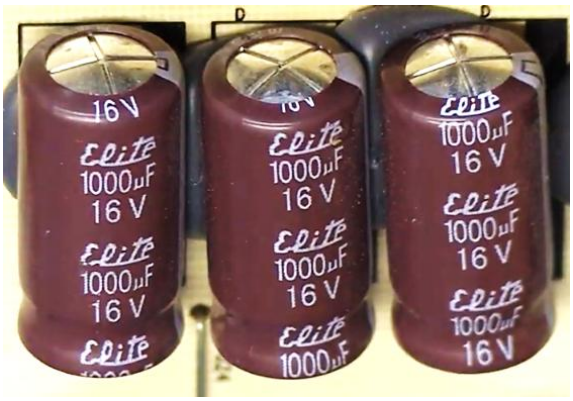


Abb.6: Defekte Elkos

Für diese Überprüfungen benötigen wir lediglich ein Multimeter. Es gibt heutzutage preisgünstige Messgeräte von guter Qualität wie das FNIRSI DST-210 oder das ZOYI ZT-706S, die nebst einem Digitalmultimeter ein Oszilloskop und einen Signalgenerator enthalten. Insbesondere mit dem ZOYI ist der TV-Reparateur gut bedient. Es wird nicht immer ein Fluke benötigt. In einigen Fällen ist ein LCR-Meter gefragt, mit dem sich Kondensatoren exakt ausmessen lassen. Auch ein Oszilloskop kommt gelegentlich zum Einsatz, doch das am Häufigsten benutzte Messinstrument bleibt das Multimeter.

2.2 Mainboard

Wie bereits beim Powerboard werden nun auch hier gezielte Messungen durchgeführt, um mögliche Kurzschlüsse gegen Masse und schadhafte Bauteile aufzuspüren. Gelegentlich kommt auch die Wärmebildkamera zum Einsatz, um defekte Bauteile aufzuspüren.

Nach erfolgter visueller Inspektion werden die Gleichspannungen kontrolliert (0,8 V bis 1,2 V für den Prozessor, 3,3 V für EEPROMs und 1,5 V bis 1,8 V für Flash-Speicher). Diese Betriebsspannungen werden auch bei einem fehlerhaften Mainboard aus der Standby-Spannung gewonnen. Fehlt eine dieser Spannungen, werden die in Frage kommenden Gleichspannungswandler überprüft. Einschlägige Datenblätter über solche Bauteile finden sich zuhauf im Internet. Es handelt sich um Abwärtswandler oder Buck-Bonverter (z.B. LTC3632) im SO-8 Gehäuse. Sie lassen sich am Einfachsten lokalisieren, wenn nach kleinen Spulen (Induktoren) auf der Hauptplatine gesucht wird. Auch kleine MOSFETs, die als elektronische Schalter dienen, sind in diesem Zusammenhang ins Auge zu fassen. Bei intakter Stromversorgung muss ferner die Hauptbetriebsspannung (12 V, 24 V) zu messen sein.

Gewiss sind derartige Bauteileprüfungen zeitraubend. Ein Fachbetrieb wird das nicht tun, weil Reparaturstunden ins Geld gehen und ein neuer LCD-Fernseher bereits für ein paar hun-

dert Euro zu bekommen ist. Kurzerhand werden nur noch Platinen ausgetauscht. Das ist zwar gut für den Kunden, aber schlecht für die Ausbildung. Angehende Multimediaelektroniker und Informationselektroniker lernen nicht mehr, Fehler auf Bauteileebene zu beheben. Mit der Zeit geht den Betrieben das einschlägige Fachwissen abhanden. Die fachliche Kompetenz für eine erfolgreiche Fehlersuche bleibt den Privaten überlassen, die nebenbei SmartTVs reparieren. Eine in der Tat unglückliche, aber unumgänglich scheinende Entwicklung, die sich im Rahmen der Globalisierung und der damit verbundenen Wirtschaftssysteme entfaltet.

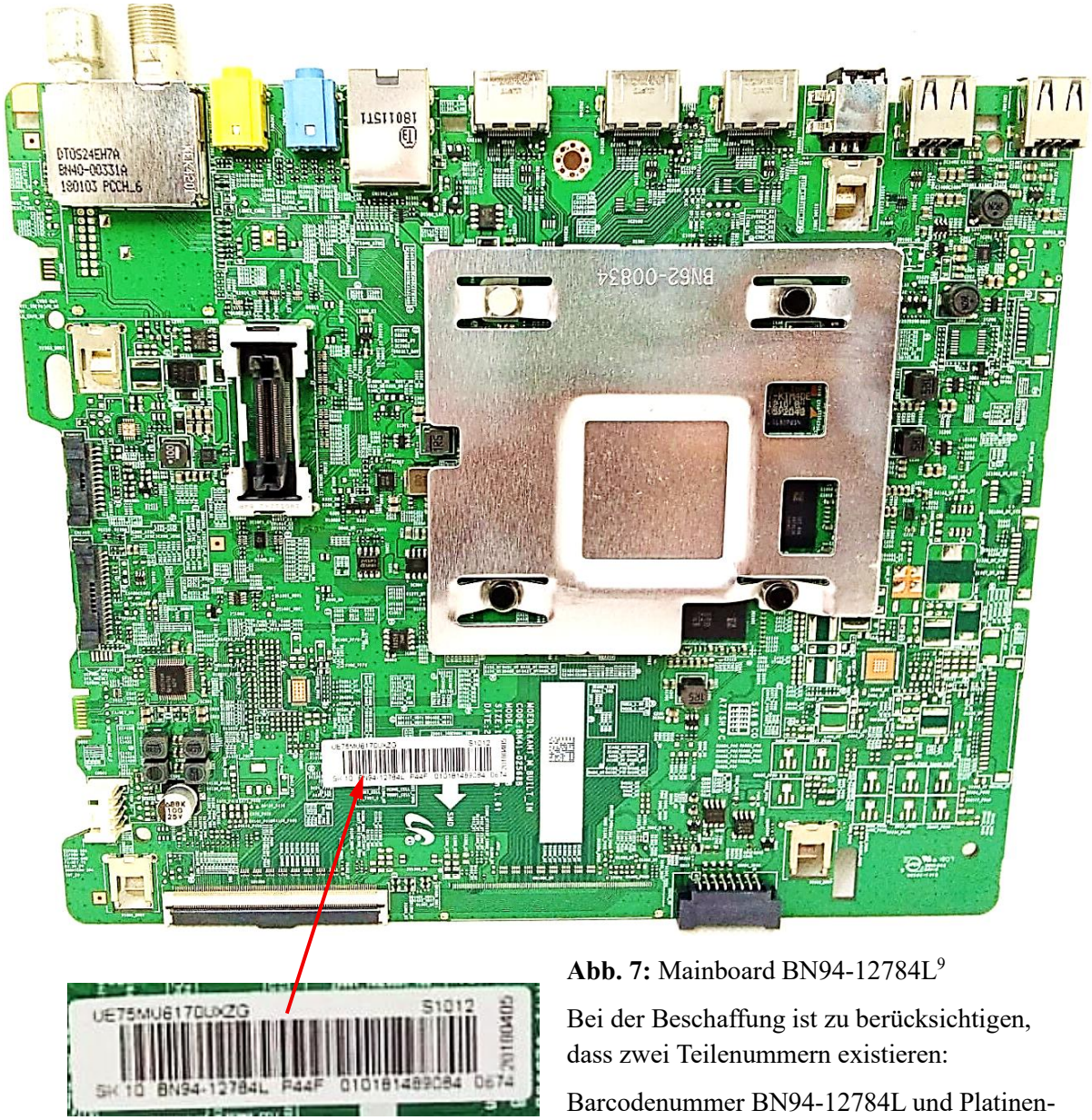


Abb. 7: Mainboard BN94-12784L[9]

Bei der Beschaffung ist zu berücksichtigen, dass zwei Teilenummern existieren:

Barcodenummer BN94-12784L und Platinennummer BN41-02568B.

Bleibt die Fehlersuche erfolglos, muss das Mainboard ersetzt werden. Zwar könnte man auch den Prozessor einem Reballing unterziehen, doch in Anbetracht des Alters dieses Fernsehers (9 Jahre) ist es besser, das Mainboard zu ersetzen.

[9] https://www.replace4u.be/product/8473621/mainboard-samsung-ue75mu6179u-bn94-12784l-bn9412784l-bn41-02568b-bn4102568b

3 Prozessor Reflow

Bei einem LED-SmartTV LG 42LE5400 fehlen nach dem Einschalten Bild und Ton. Eine Spannungsmessung ergibt, dass die "Backlight ON" Spannung fehlt. Anschliessend wird das Panel mit einer Taschenlampe beleuchtet, um festzustellen, ob schemenhaft ein Bild vorhanden ist; doch das ist nicht der Fall, der Bildschirm bleibt völlig dunkel. Der Verdacht ist deshalb gegeben, dass der Fehler auf dem Mainboard zu suchen ist. Es könnte am Hauptprozessor selbst liegen. Voraussichtliche Ursache wäre dann eine meist durch Alterung bedingte Oxydation der Lötstellen. Nicht immer, aber manchmal lässt sich dieses Problem mit einem Reflow des Videoprozessors lösen. Dazu muss das erforderliche Equipment und der Wille des Reparateurs für einen derartigen Hardwareeingriff vorhanden sein.

Um den Kühlkörper für den Hauptprozessor zu entfernen, muss zuerst die Hauptplatine demontiert werden. Danach kann mit dem Reflow begonnen werden. Dafür ist eine Heissluftstation erforderlich. Benachbarte Bauteile werden mit Kaptonband bedeckt, um sie vor Wärme zu schützen. An den Rand des Prozessors wird genügend Flussmittel gegeben. Dann wird der Prozessor mit kreisenden Bewegungen des Heissluftkolbens angewärmt. Erhblich komfortabler verläuft der Reflow-Prozess mit einer BGA-Reworkstation mit beidseitiger Platinenbeheizung. Für viele Zwecke ausreichend im Homebereich ist eine kleinere Station wie die IR6500, welche auch bei begrenztem Budget zumutbar ist. Obwohl die Station in erster Linie für BGA-Chips gedacht ist, eignet sie sich auch für Mikroprozessoren.



Abb. 8: BGA-Reworkstation IR6500

Um das Bauteil leicht anzustossen, benötigen wir eine Pinzette, einen kleinen Spatel oder einen Spudger. Sobald sich der Chip bewegen lässt, ist das Reflow beendet. Während der Prozessor sich langsam auf Umgebungstemperatur abkühlt, drücken wir ihn vorsichtig etwas gegen die Platine.



Abb. 9: Prozessor-Reflow mit einer Heissluftstation[10]

Ein grosser Vorteil beim Reflow-Soldering ist, dass die Leiterplatte eine gleichmässig Erwärmung erfährt und sich daher nur minimal durchbiegt. Bei den heutzutage bleifreien Loten und der dadurch bedingten höheren Temperatur ist dies ein wichtiger Aspek.

Mit einer Software auf einem Notebook oder PC lassen sich individuelle Heizprogramme mit zeitgesteuertem Temperaturprofil nutzen. Ein Temperatursensor liefert permanent den Istwert für den PI-Regler in der Reworkstation.

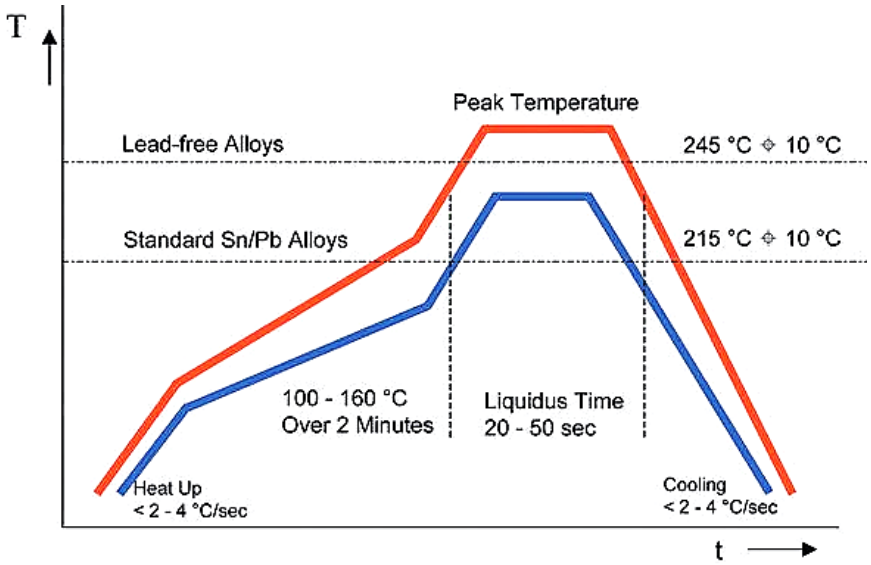


Abb. 10: Temperatur-Zeit-Profil beim Reflow-Soldering[11]

Es ist evident, dass das Reflow-Soldering gewisse Erfahrungswerte bedingt. Ein Reparateur sollte deshalb mehrere Durchläufe mit Übungsplatinen durchspielen, bevor er sich an den realen Prozessor eines SmartTVs heran wagt.

[10] https://www.youtube.com/watch?v=wbxGU7xXBrU
[11] https://epp.industrie.de/wp-content/uploads/6/2/624676.jpg

Ein Reflow kann selbst bei genügender Erfahrung in einem Desaster enden. Bei einem Samsung GQ65Q90TGT offenbarte sich in völlig unerwarteter Weise, dass zwischen der Unterseite des Prozessors mit den Lötkügelchen (Balls) und der Platine kleine SMD-Kondensatoren eingelegt waren. In solchem Fall wird jegliches Reflow-Soldering sinnlos, weil diese Kleinstkondensatoren bei schmelzender Lötstelle einfach wegdriften. Eine nachfolgende Neuplazierung ist ohne industrielles Equipment schlichtweg unmöglich.

Zurück zum Mainboard: Nachdem sich Kühlkörper und Platine wieder an ihrem angestammten Platz befinden, erfolgt ein Probelauf. Wenn sich unsere Vermutung als richtig erweist, wird der SmartTV problemlos starten und ein Bild zeigen. Und auch Backlight und Ton werden wieder da sein.

Wenn sich wider erwarten kein Erfolg einstellt, steht als quasi letzte Rettungsmöglichkeit der Mainboard-Tester zur Verfügung. Der Fehler könnte ja auch beim TCON-Board oder beim Panel selbst zu suchen sein. Zum Prüfgerät gehören mehrere Adapterplatinen und diverse Flachbandkabel. Die Kabelselektion ist von der Anschaltung des Panels abhängig. Befindet sich zwischen Mainboard und Panel das TCON-Board, so ist meist ein Flachbandkabel mit 51 Pins erforderlich. Ist das TCON direkt ins Mainboard integriert, wird ein Flachbandkabel mit 96 Pins benötigt. Abweichungen sind durchaus möglich, weil die Anzahl von der Auflösung eines SmartTVs abhängig ist.

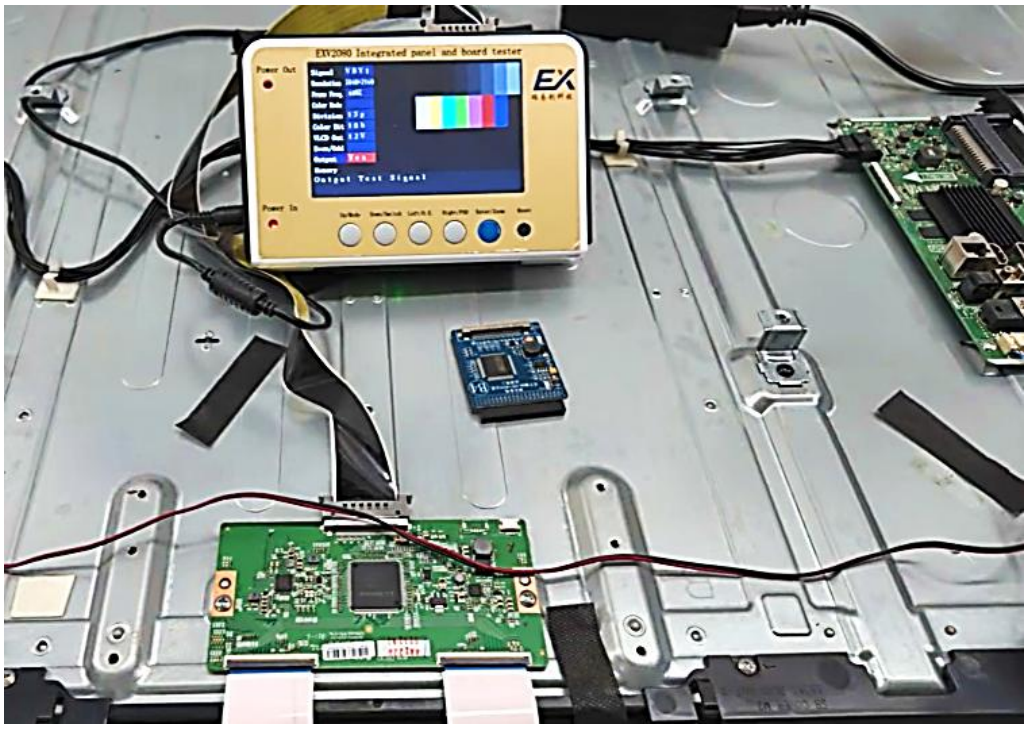


Abb. 11: Einsatz des Mainboard-Testers für Samsung Fernsehgeräte[12]

Erbingt selbst der ultimative Rettungversuch mit einem Mainboard-Tester keinen Erfolg, muss das Mainboard ersetzt werden.

[12] https://www.youtube.com/watch?v=w1s8h3N4gn0

4 Weitere Bildfehler

4.1 Fehler beim TCON-Board

Beim Hochfahren eines 42'' TCL Roku Fernsehers blinkt wie zu erwarten eine rote LED. Nach beendetem Bootvorgang kommt zwar der Ton, aber kein Bild.

Mit zwei Grobprüfungen lässt sich eine erste Diagnose erstellen:

1. Wenn die Fernbedienung betätigt wird, hört man ein Klickgeräusch. Das bedeutet, dass der Audioteil prinzipiell in Ordnung ist.
2. Wenn bei einem Fernseher mit LCD-Panel bei intakter Hintergrundbeleuchtung mit der Hand leicht auf den Bildschirm geklopft wird, erscheinen kurzzeitig helle Bereiche. Dies deshalb, weil sich die Flüssigkristalle kurzeitig öffnen und so das Hintergrundlicht durchlassen. Wird der Fernseher ausgeschaltet, zeigt sich ein tiefschwarzer Bildschirm. Bei OLED-Fernsehern tritt dieser Effekt nicht auf, da diese keine Flüssigkristalle und keine separate Hintergrundbeleuchtung nutzen, sondern jedes Pixel selbst leuchtet.

Bei diesem TV-Gerät bleibt nach wie vor alles dunkel. Deshalb wird nun mit dem "Taschenlampentrick" versucht, ein Bild – wenn auch nur schemenhaft – zu erhaschen. Doch der Bildschirm bleibt dunkel. Folglich fehlen die Signale vom Mainboard. Ein Geräteeingriff zeichnet sich somit ab. Dazu wird die Rückwand entfernt. Das ist etwas knifflig, weil ausser Schrauben auch Clips vorhanden sind, die zuerst entrastet werden müssen. Dazu fährt man vorsichtig mit einem *Pry Tool* (Hebelwerkzeug) aus Kunststoff den Spalt zwischen Rahmen und Rückwand entlang. Es gibt Fernseher von Samsung, die gar keine Schrauben haben. Für die Demontage der Rückwand wird ein Öffnungswerkzeug (sog. Jig) benötigt. Ein Schraubendreher tut es auch.

Die Backlight-Spannung wird auf der Treiberplatine erzeugt. Bei einigen TVs ist der LED-Treiber ins Powerboard integriert. Spannungen zwischen 30 V bis etwa 150 V, abhängig von der Grösse des Panels, sind normal. Meist sind die LED-Strips in mehrere Felder unterteilt. Das ist an der Anzahl abgehender Leitungen auf der Treiberplatine erkennbar. Es erfolgt eine Überprüfung mit dem Backlight Tester.



Abb. 12: LED-Backlight Tester

Die Püfspannung reguliert sich autonom auf den richtigen Wert ein. An jeder LED liegen etwa 3 V. Auch wird vom Tester die Stromaufnahme angezeigt. Das Backlight scheint in Ordnung zu sein.

Nach einer Sichtprüfung der restlichen Platinen konzentriert sich der Reparateur intuitiv auf das TCON-Board. Als erstes wird geprüft, ob die Betriebsspannung von 12 V vorhanden ist. Dann wird die Eingangssicherung durchgemessen. An mehreren neuralgischen Punkten wird gegen Masse (GND) gemessen. Der Widerstand muss nicht im kΩ-Bereich liegen; aber er

sollte auch nicht gegen 0 Ω gehen, weil dann ein Kurzschluss vorliegt. Noch aber ist alles im Lot.

Gelegentlich wird auf TCON-Boards ein programmierbarer Power-Management-IC wie der CS902 oder der SM4186 für die Energieverwaltung eines TFT/LCD-Panels verwendet. Dieser Chip wird als DC/DC-Wandler oder als Spannungsversorger eingesetzt. Es ist kein einfacher Wandler, da er vier verschiedene Bauteile in sich vereinigt: einen Buck-Converter, einen Boost-Converter und zwei Ladungspumpen. Aus der Eingangsspannung von 12 VDC werden mehrere Kleinspannungen gewonnen: die Logikspannung von 3,3 V, die AVDD-Spannung von 15 V für die Sourcetreiber sowie VGH mit 25 V und VGL mit -6 V für die Pixelschalter. Fehlen diese Spannungen ist entweder dieser Chip defekt oder er befindet sich im Sicherheitsmodus. Es gibt mehrere Testpoints auf der Platine, wo diese Spannungen gemessen werden können. Auch hier befindet sich noch alles im Lot.

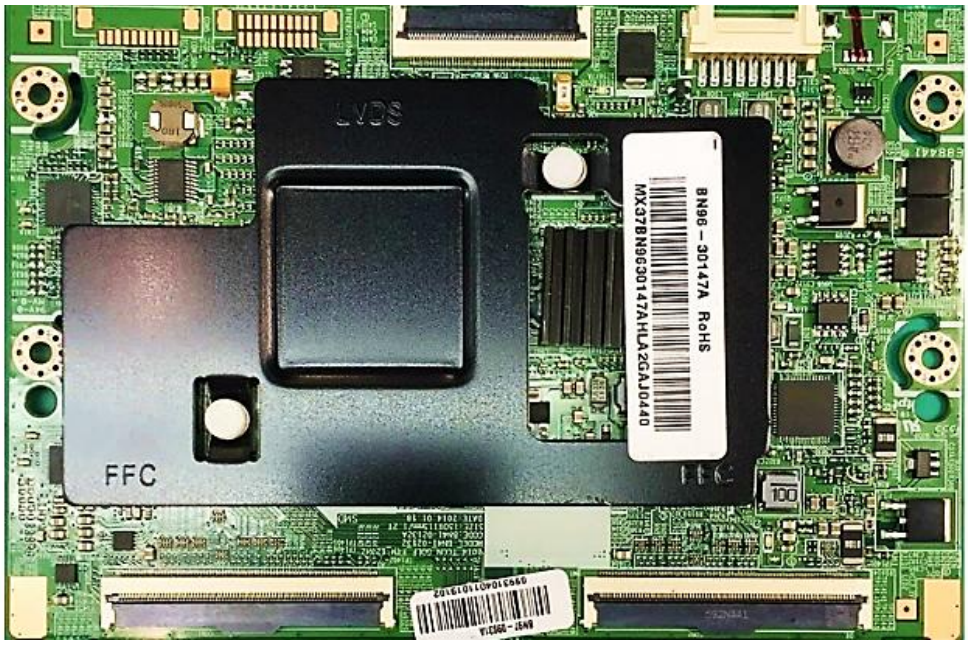


Abb. 13: TCON-Board (#BN96-30147A)

Am PMIC lag es also nicht und die Fehlersuche geht weiter. Irgendwann wird ein defekter MOSFET identifiziert. Am Drain-Pin sollten etwa 15 V anliegen. Das trifft zwar zu, doch zwischen Gate und Source gibt es einen Kurzschluss, so dass sich der Halbleiter nicht mehr steuern lässt. Nachdem der Transistor ersetzt wurde, wird wieder ein Bild angezeigt.

Bei *TVpartsTODAY* wäre zwar ein Ersatzboard für US $ 20 zu bekommen gewesen. Eine Beschaffung hätte aber wesentlich länger als diese Reparatur gedauert. Der Kunde ist mit der Serviceleistung mehr als zufrieden.

4.2 Fehler beim LCD-Panel

Ein LED-Fernseher, TCL Modell 55s451, hat zwar eine Hintergrundbeleuchtung, aber kein Bild. Bei den meisten Geräten mit diesem Fehler liegt das Problem entweder beim TCON-Board oder bei einem defekten LCD-Panel. Liegt der Fehler auf der TCON-Platine, so lässt er sich in der Regel durch das Ersetzen der defekten Bauteile beheben. Im Worst Case muss das

Board ausgetauscht werden. Anders ist es bei einem defekten Panel. Keiner wird ein defektes LCD-Panel ersetzen. Das wäre schon aus wirtschaftlicher Sicht unsinnig. Andererseits muss bei einem Panelfehler nicht immer ein neuer SmartTV gekauft werden.

Um herauszufinden, auf welcher Bildschirmseite der Fehler zu finden ist, wird eines der beiden Flachkabel, die das TCON-Board mit den Panelleisten verbinden, aus dem Steckverbinder entfernt. Es sollte nun ein Halbbild zu sehen sein. Wo nicht, wird das Prozedere mit dem zweiten Flachkabel wiederholt. Der Fehler liegt dann auf der Panelseite mit dem fehlenden Halbbild. Wie bereits aus *Home Cinema I* bekannt sein dürfte, hilft es in vielen Fällen, wenn einige Leiter des in Frage kommenden Flachkabels mit Tesafilm isoliert werden. Das zweite Flachkabel übernimmt bei diesem Workaround die Ansteuerung für das gesamte Panel.

Bei dieser auch als *Taping method* bezeichneten Vorgehenweise wird zunächst ein Teilbereich des Flachkabelendes mit Abdeckband isoliert. Es sollte der Bereich mit den schmalen Leiterbahnen gewählt werden, also dort, wo die Clocksignale (CKV1, CKV2, CKVB1, CKVB2, STV) verlaufen. Es handelt sich um eine empirische Massnahme, die durch wiederholtes Austesten gekennzeichnet ist. Solange sich keine erkennbare Verbesserung des Bildes ergibt, wird der bedeckte Bereich so lange variiert, bis sich das beste Ergebnis einstellt. Es liegt auf der Hand, dass diese Methode für Ungeduldige nicht geeignet ist.

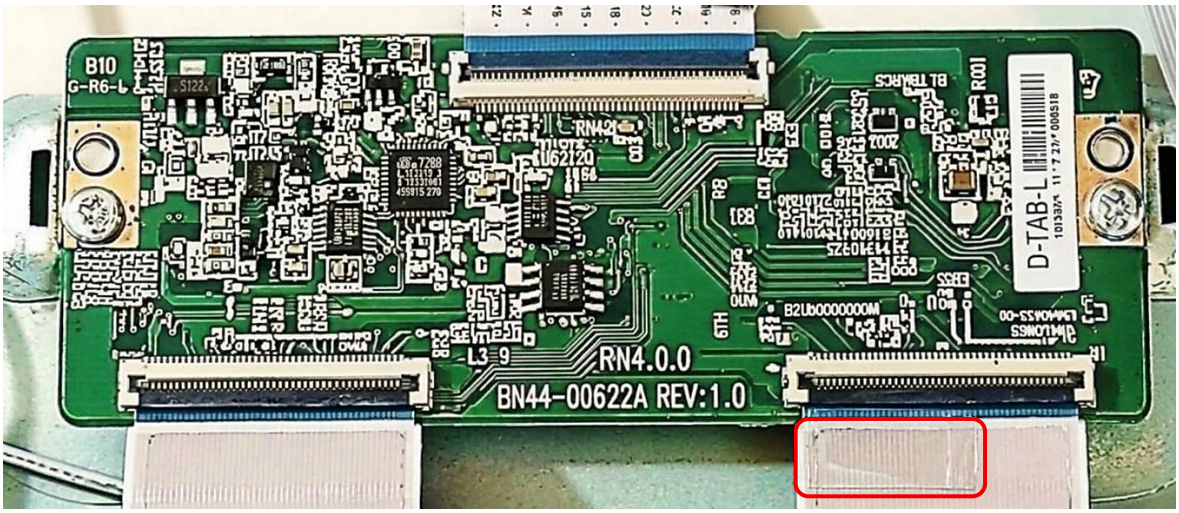


Abb. 14: Isolation einzelner Leiter mit Tesafilm oder Kaptonband

Eine messtechnische Überprüfung der Clocksignale mit einem Oszilloskop kann bspw. auf dem TCON-Board erfolgen.

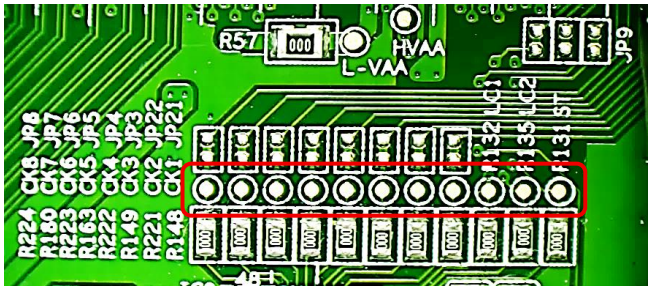


Abb. 15: **Testpoints** für 8 Clocksignale

Es gibt bestimmt auch Paneldefekte, bei denen die *Taping method* versagt. Doch bevor ein

Fernseher auf der Müllkippe landet, sollte zumindest ein Rettungsversuch unternommen werden.

5 Diverse Reparaturbeispiele aus der Servicepraxis

Nachfolgend ein paar praxiskonforme Beispiele, um die Routine zu erhöhen. Theoretisch zumindest, die Praxis muss am physikalischen Objekt geübt werden. Einige Reparaturen sind komplex und benötigen ihre Zeit. Andere wiederum sind relativ simpel und lassen sich innert 2 Stunden erledigen.

5.1 Erstes Beispiel

Ein SmartTV Visio E550i-B2 hat kein Bild, der Ton ist möglicherweise vorhanden. Als Ursache kommt das Backlight (LED-Streifen) oder ein Bauteilausfall auf der LED-Treiberplatine in Frage. Es könnte an einem der vielen MOSFETS für das *Local Dimming* liegen.

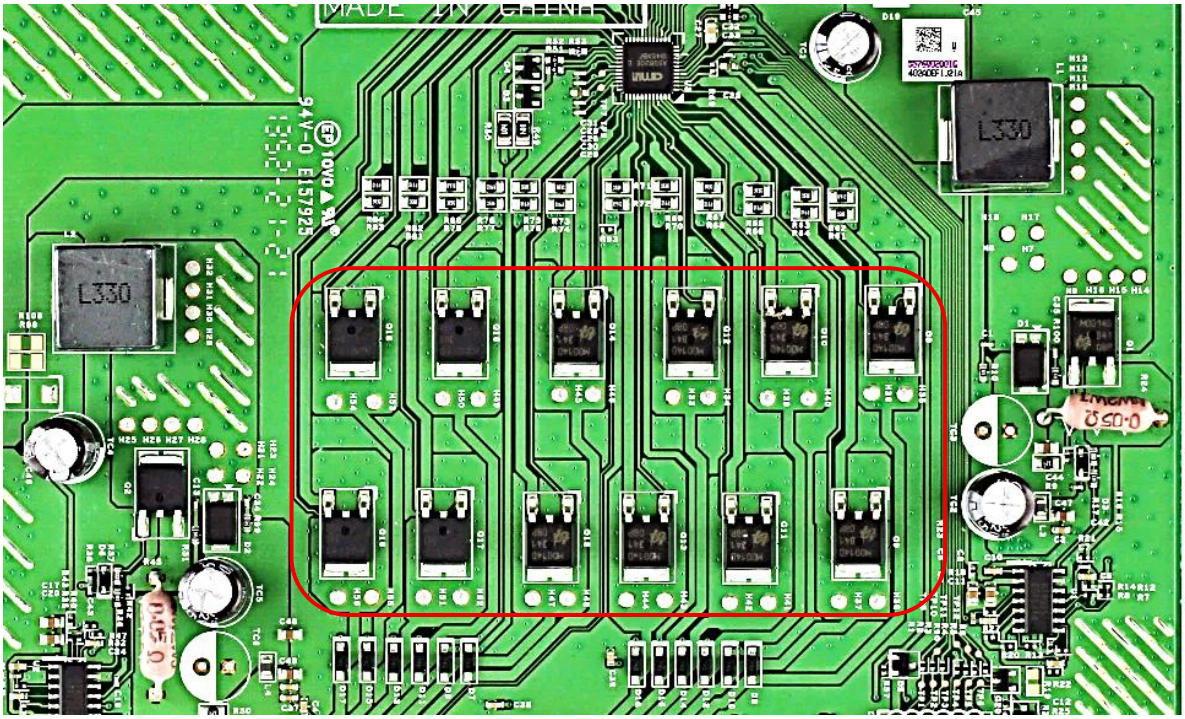


Abb. 16: MOSFETs auf der LED-Treiberplatine[13]

Beim Local Dimming gibt es mehrere Varianten:

1. **Edge-LED / Edge-Lit Local Dimming**

- Die LEDs sitzen nur an den Rändern des Bildschirms (oder oben/unten).
- Das Licht wird über Streifen gesteuert (wenige Zonen, meist 8 bis 16 Blöcke).

Nachteilig ist, dass es zum sog. *Blooming* kommen kann (ein heller Schein um helle Objekte auf dunklem Grund).

[13] LED Driver für Vizio E550I-B2

2. **Full Array Local Dimming (FALD)**
   - Die LEDs sind flächig hinter dem gesamten Panel verteilt.
   - Das Bild ist in Hunderte von kleinen Zonen unterteilt, was eine viel präzisere Steuerung von Licht und Schatten erlaubt.
3. **Mini-LED**
   - Eine Weiterentwicklung von FALD, bei der extrem kleine LEDs zum Einsatz kommen.
   - Das führt zu Tausenden (!) von separaten Dimming-Zonen, wodurch die Bildqualität und die Kontraste stark an OLED-Fernseher heranreichen.

Auf der Treiber-Platine gibt es mehrere Testpunkte, um Spannungen zu messen. Zuerst wird geprüft, ob das BL_ON Signal von ca. 3 VDC anliegt. Es sind 3,3 V vorhanden, doch die Betriebsspannung von 19 VDC fehlt. Aus diesem Grunde wendet sich der Reparateur nun dem Powerboard zu. Dort ist ein Connector mit der Versorgungsleitung für die Treiberplatine lose. Der Steckverbinder muss deshalb nachgelötet werden. Danach funktioniert das Gerät wieder einwandfrei und das Bild kommt beim Aufstarten.

Anm.: Wer unliebsame Überraschungen mit der Hintergrundbeleuchtung scheut, muss sich einen **OLED-**Fernseher mit selbstleuchtenden Pixeln anschaffen, wo keine Probleme wie Blooming oder Halos, "ausblutendem" Licht oder mattem Schwarz in Erscheinung treten.

5.2 Zweites Beispiel

Nach dem Einschalten einesVizio D55U-D1 leuchtet dieweiße LED-Anzeige auf. Es erscheint jedoch weder Bild noch Ton, nur ein komplett schwarzer Bildschirm

Sobald das Mainboard die Standby-Spannung von 3,3 V oder 5,2 V von der Stromversorgungsplatine erhält, wird es in funktionierendem Gerätezustand die Steuerspannungen PS_ON (Stromversorgung EIN) und BL_ON (Hintergrundbeleuchtung EIN) an das Powerboard liefern, sobald der Netzschalter betätigt wird. Es kommt aber nur die PS_ON-Spannung zum Powerboard.nicht aber die BL_ON-Spannung, welche zum Ansteuern der Treiberplatine für die Hintergrundbeleuchtung benötigt wird.

In diesem Fall liegt das Problem offensichtlich nicht an der LED-Hintergrundbeleuchtung, da das BL_ON-Signal vom Haupt-Mikroprozessor auf dem Mainboard stammt. Daher soll nun dieser Prozessorchip für 3 bis 4 Minuten mit Heissluft von etwa 400 °C umströmt werden. Nach jahrelangem Betrieb neigen solche ICs nämlich dazu, an einigen Pins ungenügende Lötverbindungen zu entwickeln. Durch das Reflow kann dieser Schaden in vielen Fällen rückgängig gemacht werden.

Wie ein Reflow vor sich geht, wurde bereits eingehend beschrieben. Nachdem dieses Vorhaben in die Tat umgesetzt wurde, kann der Fernseher erneut gestartet werden. Wieder leuchtet zuerst die weisse LED auf, aber diesmal erscheinen auch Bild und Ton. Die Reparatur war erfolgreich und der SmartTV läuft wieder.

5.3 Drittes Beispiel

Ein 50" Insignia Fire TV NS-50DF711SE21 blockiert bei der Sprachauswahl. Der Fernseher startet zwar und fährt hoch, kommt aber im Settingmenu nicht über die Sprachauswahl hinaus und blockiert jetzt bei Befehlen durch die Fernbedienung. In der Tat ein äusserst merkwürdiger Fehler. Im Verdacht steht das Mainboard.

Eine Ersatzplatine kostet US $ 50; deshalb soll das komplette Board ausgetauscht werden. Das Entfernen und wieder Einstecken der diversen Steckverbinder und Flachbandkabel ist mit dem nötigen Feingefühl durchzuführen. Nach erfolgreichem Test können Rückwand und Standfüsse des TVs wieder montiert werden.

Um Ärgernisse zu vermeiden, ist bei der Beschaffung die korrekte Bezeichnung der Komponente massgebend. Es gibt mehrere Bezeichnungen für dieses Mainboard:

- Hersteller-Teilenummer #756TXKCB02K023
- Platinennummer #715G9566-M01-B00-005T

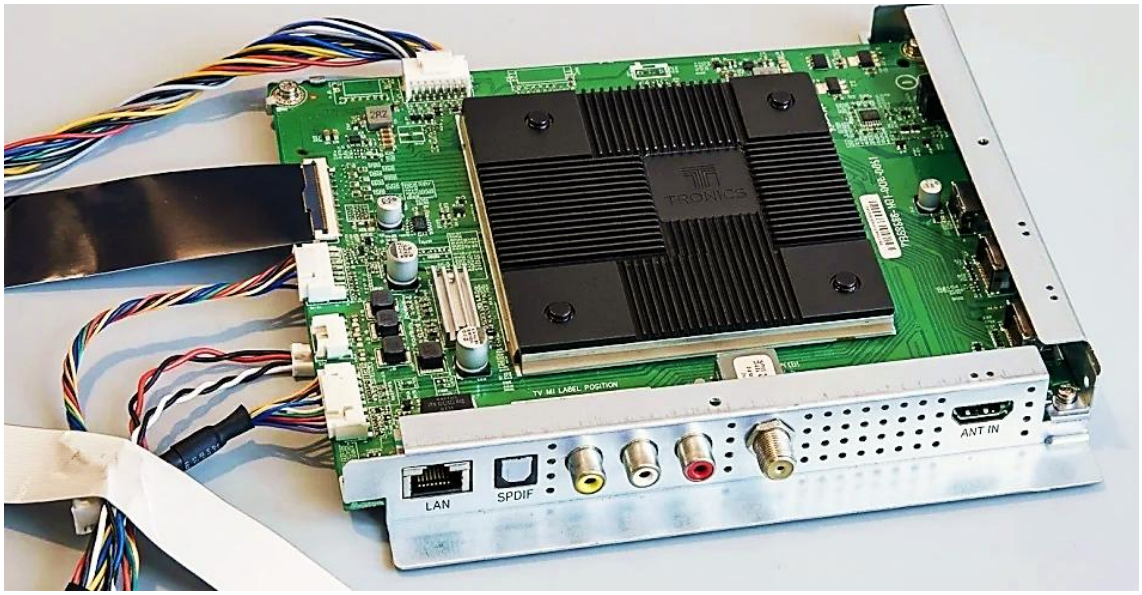


Abb. 17: Mainboard für einen Fire TV NS-50DF711SE21[14]

Bei ShopJimmy werden zwei weitere Bezeichnungen aufgelistet, die für uns aber nicht relevant sind.[15] In Suchmaschinen, bei eBay oder auf Serviceplattformen wie TVpartsTODAY[16] wird als Suchbegriff "NS-50DF711SE21 main board 715G9566-M01-B00-005T" eingegeben. Damit ist das Mainboard dieses Insignia Fire TV eindeutig identifiziert und wir haben Gewähr, das Richtige zu bekommen.

5.4 Viertes Beispiel

Ein kleiner Samsung TV Modell LE32A336J startet immer wieder aufs Neue. Die Hintergrundbeleuchtung ist da und zwischendurch erscheint kurz ein Bild. Stromversorung und LED-Trei-

[14] https://www.youtube.com/watch?v=cZ2gZvDDk2M
[15] https://www.shopjimmy.com/
[16] https://tvpartstoday.com/

ber scheinen in Ordnung zu sein. Der Fehler müsste folglich auf dem Mainboard oder beim TCON-Board zu finden sein. Doch ganz so einfach ist es nicht.

Wir versuchen es zuerst mit der Hauptplatine.

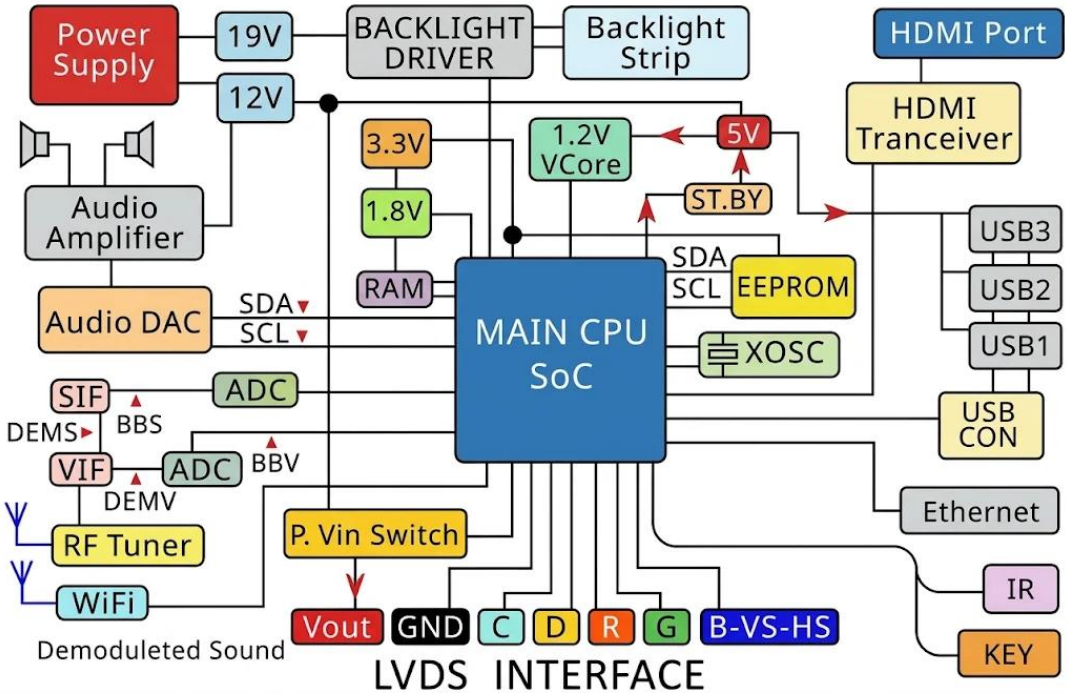


Abb. 18: Das Mainboard als "Herz" eines SmartTVs

Zuerst überprüfen wir die relevanten Spannungen auf dem Mainboard. Dann nehmen wir eine Wärmebildkamera zur Hand, ohne aber einen expliziten Hotspot zu entdecken, der auf einen Bauteiledefekt hinweisen würde.

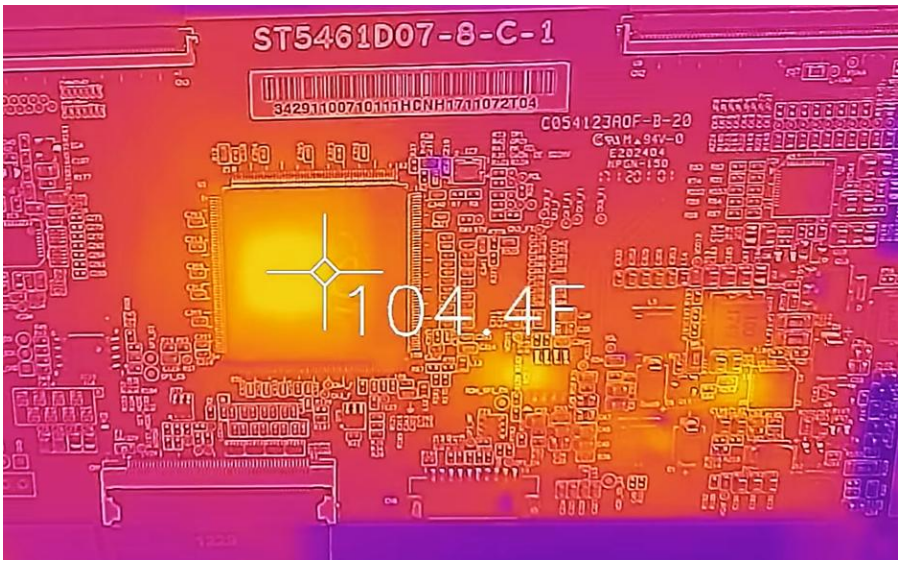


Abb. 19: Überprüfung des Mainboards mit der Wärmebildkamera[17]

Was also sollen wir tun? Glücklicherweise befindet sich ein Ersatzboard am Lager, so dass

[17] https://www.youtube.com/watch?v=pfrRhw7-ZII

einem Austausch nichts im Wege steht. Es ist nicht exakt dasselbe Board, stammt aber aus derselben Modell-reihe, so dass es passen könnte. Nach dem Platinentausch schauen wir, ob jetzt ein Bild vorhanden ist. Das ist der Fall und der TV reagiert nun auch auf die Fernbedienung , lässt sich auch ausschalten.

Abschliessend müssen die Grundeinstellungen abgeschlossen werden. Zusätzliche Einstellungen erfolgen im erweiterten Menu. Auch das ist keine grosse Sache. Das TV-Gerät wird auf die Werkeinstellungen zurückgesetzt und fertig ist der Auftrag. Diese Reparatur erwies sich als ziemlich einfach. Es muss nicht immer alles kompliziert sein. Um sicher zu gehen, lassen wir das Gerät noch einige Zeit in Betrieb.

5.5 Fünftes Beispiel

Bei einem älteren LCD-Fernseher blinkt die Standby-LED an der Unterseite beim Einschalten, doch der Bildschirm bleibt total dunkel. Eine Überprüfung mit dem LED-Tester bestätigt den Ausfall der gesamten Hintergrundbeleuchtung. Was da wohl geschehen sein mag?

Als erstes ersetzen wir die defekten LED-Strips. Beim Einschalten des Fernsehers blinken die Backlight-LEDs kurz auf, um danach zu erlöschen. Noch immer gibt es keine funktionierende Hintergrundbeleuchtung. Die Vermutung liegt deshalb nahe, dass die auf dem Powerboard befindliche LED-Teiberschaltung durch die massiven Kurzschlüsse beschädigt wurde.

Nun gilt es, die Platine auf Bauteilebene zu überprüfen, um so die Fehlerquelle zu bestimmen und den Fernseher wieder in einen funktionsfähigen Zustand zu bringen. Die Prüfung mit einem DMM ergibt, das eine Schottky-Diode des LED-Treibers in beiden Richtungen Durchgang hat. Die Diode muss folglich ersetzt werden. Wir löten als Ersatz eine MBR360 in die Platine ein.

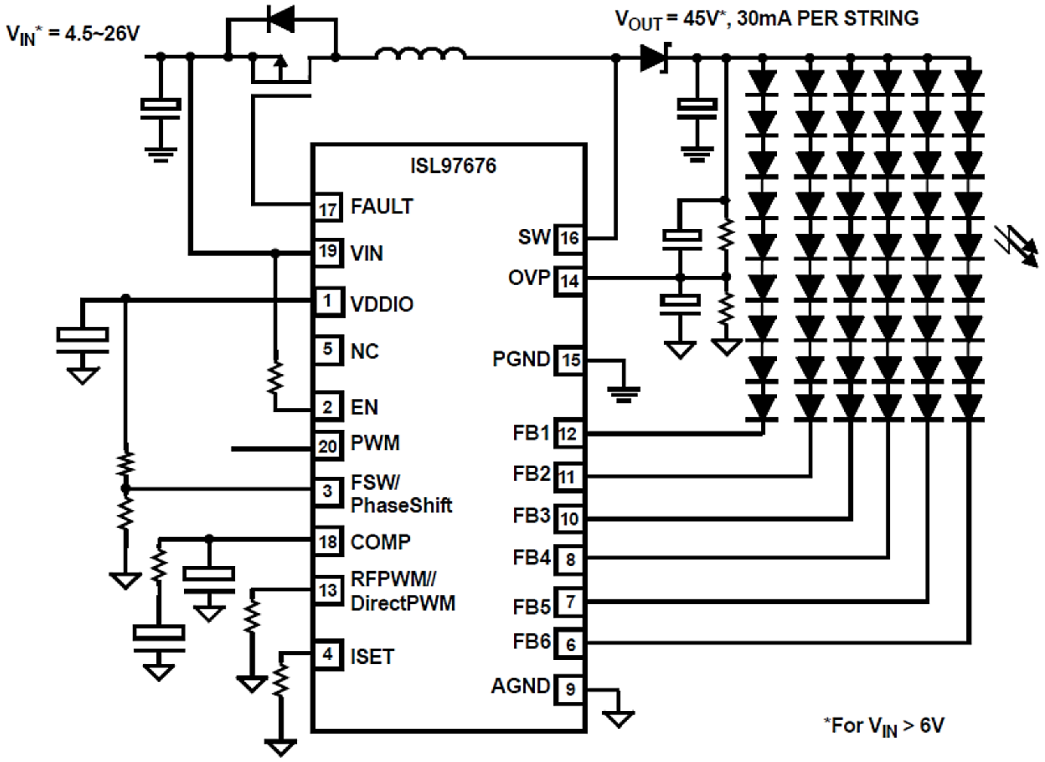


Abb. 20: LED-Treiber-Schaltung

Anm.: Praktisch alle heutigen DMM besitzen einen integrierten Diodentester. Bei einer intakten Si-Diode muss sich eine Schleusenspannung von etwa 0,6 V einstellen, bei Schottky-Dioden sind es etwa 0,35 V. Auch die Prüfung von Bipolartransistoren und MOSFETs kann mit einem DMM durchgeführt werden. Der Reparateur muss dazu über die Funktion dieser Halbleiter genau Bescheid wissen. Einfacher aber ist es, dafür einen Komponentester[18] zu verwenden.

Nachdem der Diodenfehler behoben wurde, startet der Fernseher wie gewohnt und das Backlight leuchtet mit konstanter Helligkeit. Logo, Bild und Ton sind auch vorhanden. Die Reparatur ist somit abgeschlossen.

5.6 Sechstes Beispiel

Ein 42'' SmartTV von JVC (Modell JLC42BC3000) reagiert nicht auf die Fernbedienung. Es gilt also herausfinden, ob der Fehler bei der Infrarotdiode der Fernbedienung, beim Infrarotdetektor auf der IR-Platine oder beim Mainboard des Fernsehers liegt.

Um zu erkennen, ob die IR-Diode der Fernbedienung funktioniert, blicken wir durch die Handykamera. Von blossem Auge sieht man nichts, doch mit dem Handy ist das Blinken der Diode gut zu erkennen. Die Fernbedienung scheint also zu funktionieren. Jetzt kann es jetzt nur noch an der IR-Platine oder am Mainboard selbst liegen.

Zunächst wenden wir uns der IR-Platine mit dem Detektor zu. Standby-LED (rot) und Power-LED (weiss) befinden sich ebenfalls auf der kleinen Platine. Um den Fehler einzugrenzen, benutzen wir diesmal ein Scopemeter. [19] Beim Betätigen der Pfeil-Taste auf der Fernbedienung erscheint auf dem Display eine Reihe von Rechteckimpulsen. Bewegen wir die IR-Platine mit der Hand, gibt es sporadische Aussetzer im Signalverlauf.

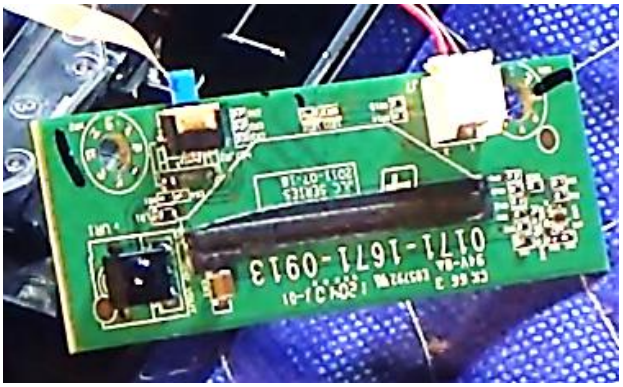


Abb. 21a: IR-Platine mit Detektor

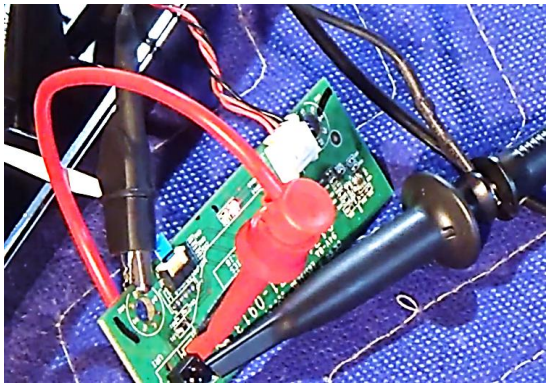


Abb. 21b: Signalkontrolle mit Oszilloskop

Nun schauen wir die Lötstellen auf der Platine genauer an. Einige sehen unschön aus und müssen nachgelötet werden. Nach diesem einfachen Eingriff funktioniert der SmartTV wieder einwandfrei.

[18] Als Komponentester empfiehlt sich der LCR-P1 von Fnirsi; spezifisch für Halbleiter geeignet ist der DCA55 von Peak Atlas.
[19] Geeignet für Sevicezwecke ist das OWON HDS242 (70 MHz) mit Multimeter und Signalgenerator.

5.7 Siebtes Beispiel

Ein Samsung UN65JU6500 hat weder ein Bild noch eine Standby-Anzeige, die leuchtet. Nachdem die Rückwand entfernt wurde, zeigt eine erste Überprüfung mit dem DMM, dass die Ursache für dieses Problem vermutlich auf der Netzteilplatine (#BN44-00808a) zu finden ist. Eine gezielte Fehlersuche führt zu durchgebrannten Bauteile in der **PFC**-Schaltung (Power Factor Correction), darunter zwei MOSFETs[20] vom Anreicherungstyp, ein 4,7 Ω Widerstand mit 2 W, ein 220 pF Hochvolt-Keramikkondensator und eine defekte Gerätesicherung.

Welches Ereignis könnte dafür verantwortlich sein, dass gleich mehrere Bauteile gekillt wurden? Das lässt sich im Rückblick nicht mehr genau sagen. Weil es aber kurz zuvor ein heftiges Gewitter gab, liegt der Verdacht nahe, dass die massive Zerstörung durch eine elektrostatische Entladung ausgelöst wurde. Mit Überspannungsableitern im Sicherungsverteiler wäre der Schaden möglicherweise zu verhindern gewesen. In älteren Hausinstallationen waren solche Ableiter aber noch nicht zwingend vorgeschrieben.

Um diese Bauteile zu ersetzen, wird die Netzteilplatine vom Chassis genommen.

Nach erfolgter Instandsetzung werden sämtliche Spannungen auf dem Powerboard nochmals nachgemessen. Sämtliche Werte liegen im grünen Bereich. Die Netzteilplatine kann somit wieder eingebaut werden. Ein Probelauf zeigt, dass der Fernsehers nun tadellos funktioniert, Bild und Ton sind einwandfrei. Der Reparaturauftrag ist damit abgeschlossen.

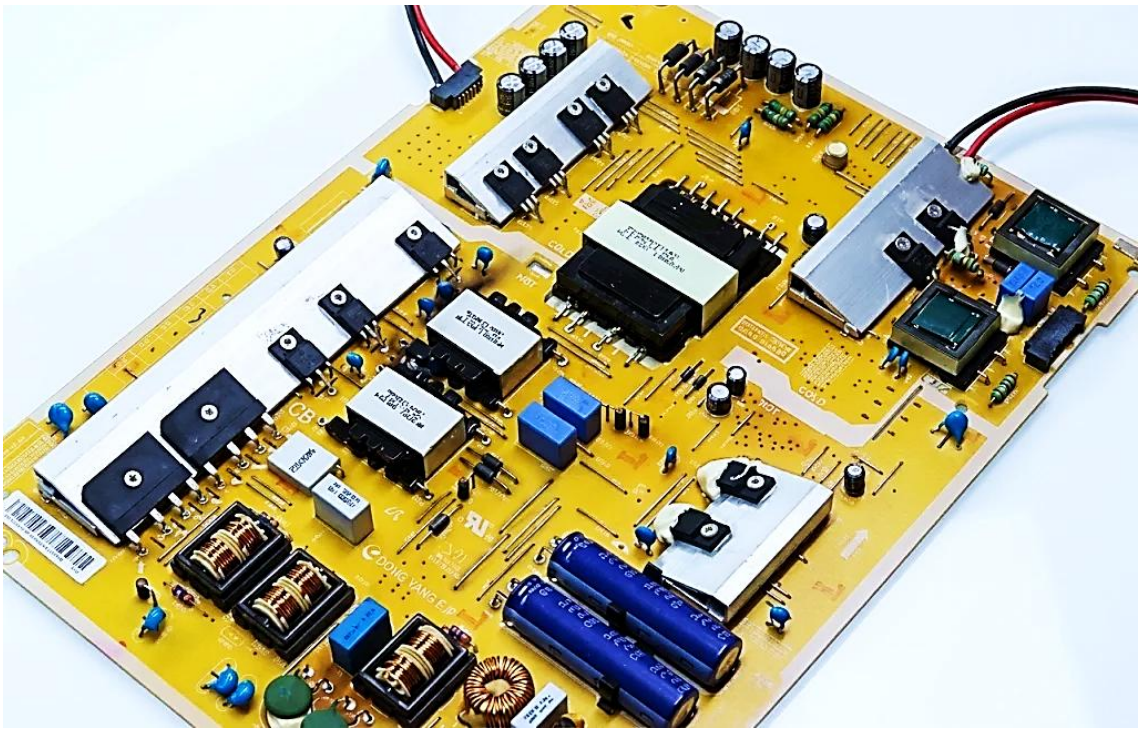


Abb. 22: Fehlersuche auf dem Powerboard[21]

Anm.: Getaktete Netzteile erzeugen unerwünschte Oberrschwingungen, die zu einer Verzerrung der sinusförmigen Ströme führen und damit die Leistungsbilanz eines Gerätes erheblich verschlechtern. Die **PFC**-Schaltung dient der Verbesserung des Leistungsfaktors. Dadurch wird vom Fernse-

[20] 60R360P, ein N-Kanal Power MOSFET, selbstsperrend mit Super-Junction-Technologie.
[21] https://www.youtube.com/watch?v=Hr-isuO1TjY

her weniger Blindleistung hin und her geschoben. Das reduziert den Gesamtstrom und damit die Verluste im Netz.

5.8 Achtes Beispiel

Ein 55'' 4K-SmartTV von TCL lässt sich zwar einschalten und die rote LED blinkt, aber der Bildschirm bleibt komplett dunkel, Ton aber ist vorhanden. Vermutlich gibt es einen Defekt bei der Hintergrundbeleuchtung. Am Mainboard liegt es vermutlich nicht, weil sich der Fernseher mit der Fernbedienung aus- und einschalten lässt. Um diese Annahme zu erhärten, wird eine Taschenlampe an den Bildschirm gehalten. Nun sollte schemenhaft ein Bild zu erkennen sein. Und dies ist tatsächlich der Fall, so dass es sich definitiv um ein Backlightproblem handelt. Nun muss die Rückwand entfernt werden. Bei einigen TV-Modellen ist diese unterteilt. Entfernt wird zunächst nur das Teil, welches die Elektronik abdeckt.

Eine erste Überprüfung mit dem Backlight-Tester ergibt, dass mehrere LEDs ausgefallen sind. Nun ist evident, weshalb kein Backlight vorhanden ist, denn bei Kurzschluss schaltet der LED-Treiber die Versorgungsspannung für die LED-Strips aus. Um an die defekten Strips zu gelangen, muss der Fernseher komplett zerlegt werden. Jetzt muss auch der restliche Teil der Rückwand abgenommen werden. Ein Akku-Schraubendreher leistet dabei gute Dienste. Danach werden alle Kabel, die mit dem Panel verbunden sind sorgfältig von den Platinen abgezogen. Auch die Lautsprecher, das WiFi-Modul und der IR-Empfänger werden demontiert. Einfach alles, das später im Wege sein könnte.

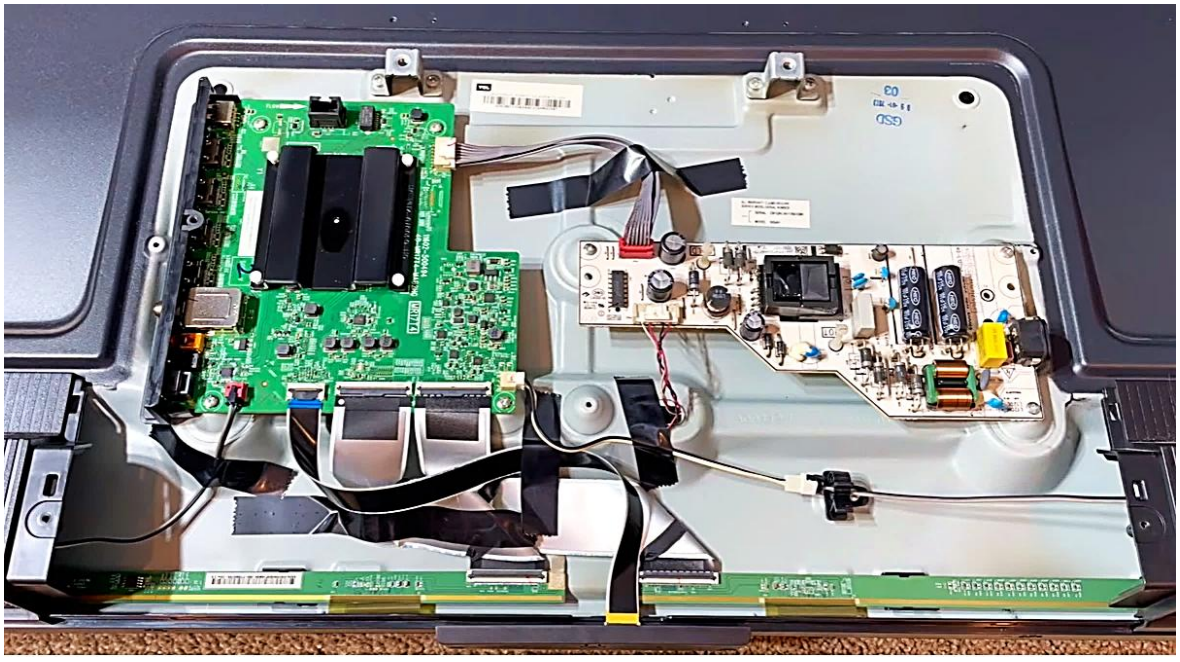


Abb. 23: Kompakter TCL Fernseher mit geteilter Rückwand

Ein besonderes Augennmerk gilt den Panelplatinen mit den COFs.[22] Diese Platinenleisten befinden sich bei einigen TV-Modellen unter Schutzblechen, welche zuerst entfernt werden müssen. COFs sind flexible Folienkabel, in die bei einigen TV-Geräten die Bildschirmtreiber integriert sind. Ist ein COF erst einmal angerissen, lässt es sich – wenn überhaupt – nur noch

[22] COF = Chip on Film.

von einem versierten Spezialisten reparieren. Solche aber sind dünn gesät und eine Instandsetzung wäre auch kostspielig. Anders gesagt geht der Fernseher bei defekten COFs zur Entsorgungsstelle.

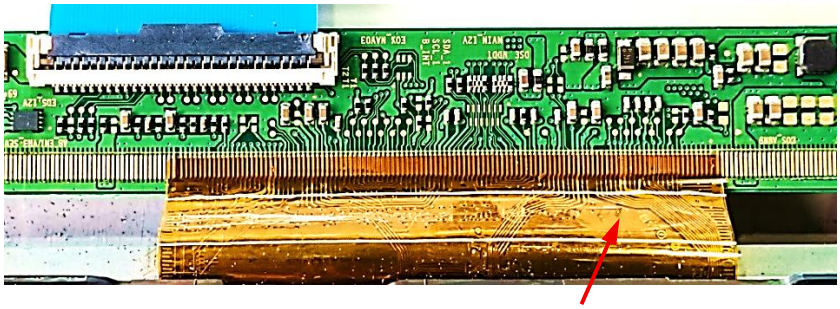


Abb. 24: Panelplatine mit **COF**

An den Panelleisten befinden sich oft Massebänder, die wie grobes Abdeckband aussehen. Diese Bänder müssen beim Zusammenbau wieder an derselben Position angebracht werden.

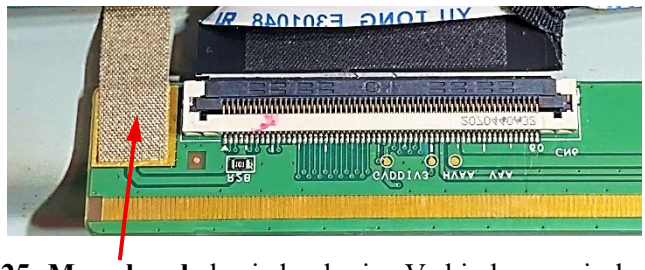


Abb. 25: Masseband als niederohmige Verbindung zwischen Panelleiste und Chassis

Nachdem obige Vorabeiten getan sind, muss der Frontrahmen (Bezel) entfernt werden. Das ist nicht immer einfach und benötigt einiges Geschick. Im Grunde genommen ist es pures Handwerk mit entsprechendem Feinmotorikeinsatz. Oft sind rundum Clips vorhanden, die mit einem *Pry Tool* oder mit einem *Opening Pick* entrastet werden.[23] Viele Reparateure benutzen nur einen Schraubendreher. Es wird hier keine detaillierte Beschreibung vermittelt, weil jedes TV-Modell anders konstruiert ist. Mit etwas Geduld findet jeder den Dreh selbst heraus.

Sobald der äussere Rahmen entfernt ist, sollten die Panelplatinen mit Klebeband am Glasrand fixiert werden. Dabei ist wiederum mit gebührender Sorgfalt vorzugehen, damit die COFs nicht beschädigt werden. Es gibt auch spezielle Leistenhalter, die mit Saugnäpfen am Display befestigt werden. Ein Abdeckband, das sich rückstandsfrei entfernen lässt, tut es aber auch. Danach wird das freigelegte LCD-Panel mit Saughebern angehoben und entfernt. Bei einem Fernseher dieser Grösse sind dazu zwei Personen besser als nur eine.

Nach dem Entfernen des zweiten Rahmens (Middle Frame) folgen die diversen Layer (Diffusoren, Polarisatoren, Lichtleiterfolien, Reflektor). Damit die Layer beim Wiedereinbau nicht verkehrt eingelegt werden, sollte mit einem Filzstift eine kleine Markierung in einer Ecke angebracht werden. Empfehlenswert bei dieser Tätigkeit sind leichte Arbeitshandschuhe aus Baumwolle, damit keine Fingerspuren zurückbleiben. Es wäre äusserst ärgerlich, wenn später matte Stellen im Farbbild erscheinen. Gelegentlich bereitet die etwas steife Reflektorbahn gewisse Schwierigkeiten bei ihrer Entfernung, weil offensichtlich ein Klebstoff verwendet wurde. Es gibt auch Abstandshalter, die zuerst entfernt werden müssen. Es ist nicht immer erfor-

[23] Ein universelles Öffnungswerkzeug ist der iFixit Jimmy.

derlich, dass der gesamte Reflektor demontiert werden muss. Oft genügt es, die Folie nur zu einem Teil aufzuschlagen. Es kommt immer darauf an, wieviele der LEDs defekt sind und wo genau sie sich befinden. Diese Anweisungen klingen zwar banal, müssen aber durch wiederholtes Anwenden in Fleisch und Blut übergehen, bis sich eine akzeptable Handlungssicherheit einstellt. Repetitio est mater studiorum!

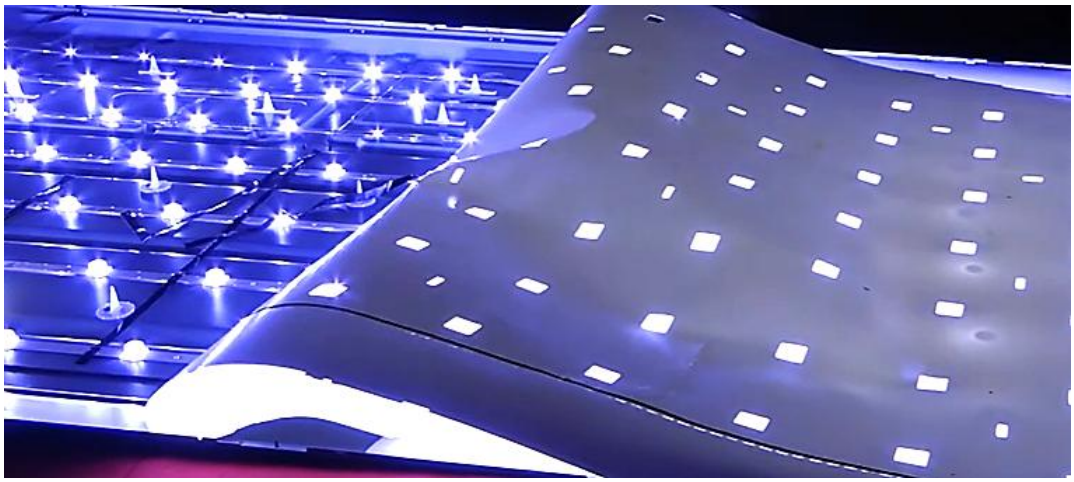


Abb. 26: Backlight-Kontrolle[24]

Wenn die LED-Strips freigelegt sind, müssen die defekten LEDs mit dem Backlight-Tester lokalisiert werden. Sind die schadhaften Bauteile gefunden, verbleiben zwei Möglichkeiten: Entweder wird der gesamte LED-Streifen ersetzt oder nur die defekten LEDs. Solches bleibt dem Reparateur überlassen. Wir sagen dazu nur: Möglichst einfach, aber nicht noch einfacher.

Ist der LED-Austausch abgeschlossen, erfolgt der Rückbau der Layer und des Rahmens. Wie bereits beim Ausbau wird dem Ausführenden auch hierbei eine gewisse Geduld abverlangt. Übereiltes Hantieren bringt nichts. Ist auch die Rückwand montiert, kann der Fernseher eingeschaltet werden. Das Backlight sollte nun funktioneren.

5.9 Neuntes Beispiel

Bei einem 52'' SmartTV von Samsung (Modell LNT5265F) mit einer Hintergrundbeleuchtung aus Kaltkathoden-Fluoreszenzlampen (CCFL) ist nach dem Einschalten ein wiederholtes Klicken hörbar, ohne dass der Fernseher aufstartet. Offensichtlich versucht das Gerät immer wieder zu starten, bricht dann aber ein und beginnt von vorne. Der Fehler liegt erfahrungsgemäss auf der Hauptnetzteilplatine (#BN44-00150A).

Vorgehensweise bei der Fehlersuche:

Empfehlenswert ist ein Schaltplan, der bspw. bei ElektroTanya oder [SCRIBD] zu finden ist.

1) Um auszuschliessen, dass das Mainboard den Fehler verursacht, wird das Verbindungskabel vom Netzteil zum Mainboard ausgesteckt. Bleibt das Klicken weg, dann ist das Netzteil wahrscheinlich in Ordnung. Der Fehler liegt dann auf dem Mainboard oder (wenn vorhanden) auf dem Inverter-Board. Ist das Klicken immer noch zu vernehmen, liegt der Fehler definitiv

[24] https://www.youtube.com/watch?v=egK2FzWslaY

auf der Netzteil-Platine. Offensichtlich ist das hier der Fall.

2) Zuerst sollten die Hauptsicherung (T6,3A) und die Inverter-Sicherung (T2A) durchgemessen werden. Wenn eine davon gefallen ist, liegt meist ein satter Kurzschluss in einem der MOSFETs vor.

3) Danach werden am Ausgangsstecker die Spannungen (5,2 V, 12 V, 13 V, 24 V) überprüft. Fehlt eine dieser Spannungen, so liegt der Fehler eindeutig auf dem Powerboard. Kommt die Standby-Spannung von 5,2 V nur kurz, so ist das ein deutliche Fingerzeig dafür, dass das Schaltnetzteil in den Schutzmodus (Over-Current Protection) geht oder der Steuer-IC abstürzt.

Die zentralen Chips auf diesem Board sind:

- TDA4863G: PFC-Controller
- STR-A6159: Standby-IC für die primäre Erzeugung der Standby-Spannung
- MC33067: Resonanzmodus-Controller zum Ansteuern von Leistungs-MOSFETs
- SI-8008HFE: DC-DC-Abwärtsregler (Buck Switching Regulator)

34 Auf dem Powerboard wurden für dieses TV-Modell qualitativ minderwertige Elektrolytkondensatoren, die mit den Jahren austrocknen und sich aufblähen, verbaut. Selbst wenn die Elkos nicht ersichtlich gewölbt sind, können sie ihre Kapazität eingebüsst haben. Eine Messung mit einem LCR-Meter erbringt Klarheit. Im Zweifelsfall werden die Elkos ersetzt.

a) Im Sekundärbereich (COLD) handelt es sich um mehrere Elkos von 1'000 µF in der Filterkette, die besonders störanfällig sind. Sie dienen der Glättung der Gleichspannungen. Wenn auch nur einer dieser Elkos schadhaft ist, bricht die Spannung beim Startversuch ein, das Mainboard startet neu und das Betriebsrelais schaltet ohne Unterlass.

b) Auf der Primärseite (HOT) sind es kleinere Elkos von 10 µF bis 47µF neben dem Standby-IC oder dem PFC-Controller, die Probleme bewirken.

Das Standby-IC benötigt nach dem Einschalten eine stabile Eigenspannung (VCC), um weiterarbeiten zu können. Diese wird über einen kleinen Elektrolytkondensator (VCC-Elko) gepuffert. Wenn dieser kleine Elko ausgetrocknet ist, reicht die Energie nicht, um zu starten: der Chip stürzt ab, startet neu und bricht wieder ab. Die Folge davon ist eine unbeständige Standby-Spannung, die kurz kommt und wieder geht. Eine weitere Fehlermöglichkeit liegt bei den grossen Elkos für die 5,3 V Schiene. Wenn diese ungenügende ESR-Werte[25] haben, steigt die Restwelligkeit (Rippelstrom) so stark an, dass die Schutzschaltung des ICs greift.

Fazit: Es empfiehlt sich, sämtliche in Frage kommenden Elkos durch hochwertige Exemplare zu ersetzen.

5) Nicht nur Kondensatoren, sondern auch einige Widerstände sind auf diesem Board gefährdet. Dazu gehört der Anlauf-Widerstand (Startup Resistor), ferner Widerstände in Nähe des Standby-ICs. Sind sie defekt, ist das Netzteil so gut wie tot. Hinzu kommt eine Reihe hochohmiger Widerstande, mit denen der PFC-Controller die Spannung am Hochvolt-Kondensator überwacht. Hat einer davon durch Alterung seinen Wert verändert, schaltet die PFC-Schutz-

[25] ESR = Equivalent Series Resistance, eine wichtige Kenngrösse bei Elektrolytkondensatoren.

schaltung das Netzteil ab. Dann gibt es auch niederohmige Schutzwiderstände, die als lokale Sicherung von MOSFETs dienen, welche schadhaft sein können.

6) Es könnte auch ein Fehler bei den Ausgangsdioden, direkt hinter dem Standby-Transformator, vorliegen. Es handelt sich um Gleichrichterdioden (oft Schottky-Dioden auf einem Kühlkörpern). Wenn eine dieser Dual-Dioden einen Teilschluss hat, merkt das die IC-Schutzschaltung sofort und schaltet die Spannung aus.

7) Weitere Schwachstellen auf diesem Board sind kalte Lötstellen. Durch die enorme Wärmeentwicklung der Transformatoren (darunter dem Flyback-Trafo) und der Leistungshalbleiter werden die Lötstellen mit den Jahren spröde und brechen auf.

Der Standby-Transformator bspw. wird im Betrieb sehr warm. Durch das ständige Erwärmen und Abkühlen reissen die Lötstellen kreisförmig auf. Das führt zu Haarrissen und zu kleinen Funken und schliesslich zum periodischen Ab- und Wiedereinschalten des Netzteils.

Fazit: Sämtliche Lötstellen (meist auf der Platinenrückseite) an Trafos, MOSFETs und dem Betriebsrelais sind zu kontrollieren und ggf. nachzulöten. Dafür benötigt der Reparatur nebst einer Lötstation eine Lupe oder eine Lupenleuchte, noch besser ist ein digitales Mikroskop mit Autofokus.[26]

Resume:

Es gilt zu berücksichtigen, dass der Fehler auch ganz woanders liegen kann, als hier skizziert wurde.

5.10 Zehntes Beispiel

Bei einem LG SmartTV funktioniert ein HDMI-Port nicht. Sobald eine Quelle mit HDMI 2 verbunden wird, erscheint ein schwarzer Bildschirm. Die übrigen Ports funktionieren ordnungsgemäss. Der Reparateur vermutet, dass entweder der HDMI-Anschluss selbst oder der HDMI-Prozesser defekt ist.

Am HDMI-Port 2 ist visuell nichts Ungewöhnliches zu erblicken, so dass sich der Reparateur dem Port-Prozessor zuwendet. Wer den Leiterbahnen der HDMI-Anschlüsse folgt, gelangt zu einem Chip in einem QFN-72-Gehäuse und der Bezeichnung SiI9287BCNU. Das ist der gesuchte Port-Prozessor. Man findet ihn als Steuerungseinheit und Umschalter von HDMI-Quellen (Spielekonsolen, Blu-ray-Player, Receivern etc.) auf den Hauptplatinen von Fernsehern, AV-Receivern, Computern und Heimkinosystemen. Wenn ein HDMI-Eingang kein Signal annimmt und der Fernseher beim Umschalten der HDMI-Quelle einfriert, ist häufig dieser Chip defekt. Zunächst prüft der Reparateur, ob sich der IC übermässig erwärmt. Das trifft hier tatsächlich zu. Offensichtlich stimmt etwas mit dem Port-Prozessor nicht. Eine Ohm-Messung zeigt, dass einer der Eingang-Pins nieder-

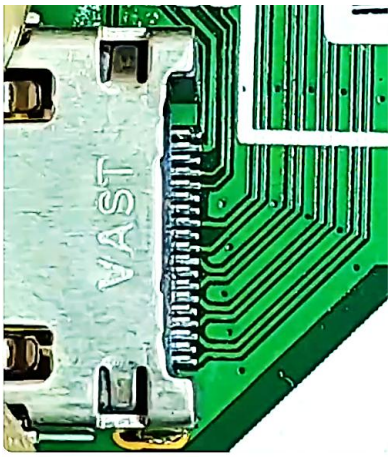


Abb. 27: HDMI-Buchse

[26] Ein kostengünstiges und bewährtes Digitalmikroskop ist das TOMLOV TM4K-AF Flex.

ohmig mit Masse (GND) verbunden ist. Das ist ein Indikator, dass ein Defekt vorliegt und der Chip ersetzt werden sollte.

Beim Soldering wird ein Digitalmikroskop verwendet. Wie üblich bei solchen ICs verwendet der Reparateur eine Reworkstation, um den Chip auszulöten. Dazu wird Flussmittel auf die Pins gegeben. Die Platinenunterseite wird nun gleichmässig von einer Heizplatte oder einem IR-Strahler auf etwa 180 °C vorgewärmt, während von oben mit Heissluft von ca. 400 °C gearbeitet wird.

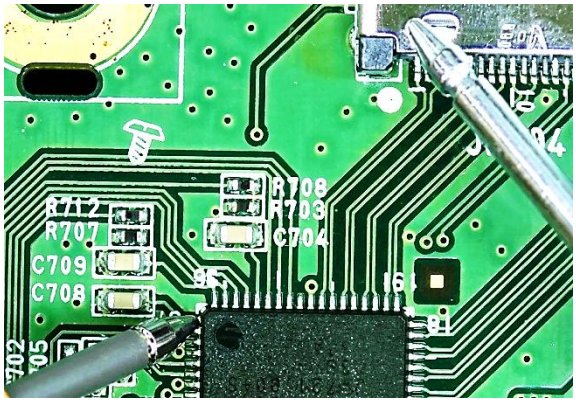


Abb. 28: Ohm-Messung gegen Masse

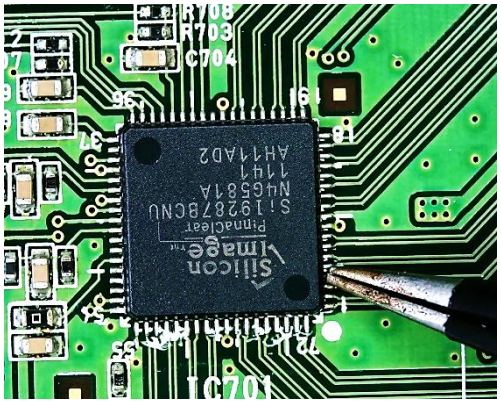


Abb. 29: Platzierung des Ersatzchips

Nachdem der Chip von der Hauptplatine entfernt wurde, ist auch die niederohmige Massenverbindung verschwunden. Der Ersatzchip kann nun eingelötet werden. Anschliessend erfolgt die Reinigung des Chips von Flussmittelresten mit Isopropanol und einem Wattestäbchen. Eine alte Zahnbürste leistet auch gute Dienste. Ferner empfiehlt sich eine visuelle Nachinspektion der Lötstellen. Wo nötig, wird mit einem Lötkolben mit feiner Spitze nachgelötet. Abschliessend erfolgt der Test von HDMI 2 mit einem Fire TV Stick. Das Startmenu erscheint, Ton und Bild sind jetzt vorhanden. Alles funktioniert einwandfrei.

5.11 Elftes Beispiel

Diesmal handelt es sich um eine Fernbedienung, bei der die Tasten ab und zu nicht funktionieren. Das Gerät gehört zu den konventionellen Modellen. Als erstes öffnen wir das Gehäuse, um so an die Taster zu gelangen. Mit Spezialwerkzeug von iFixit[27] und mit geschickten Händen ist das kein Problem.



Abb. 30: Universal Fernbedienung für Samsung SmartTVs

Nachdem die Tastatur mit Isopropanol von einem klebrigen Niederschlag befreit wurde, bau-

[27] https://de.ifixit.com/

en wir das Gerät zusammen. Jetzt funktioniert alles. Ein Bauteildefekt im eigentlichen Sinne lag folglich nicht vor. Abschliessend wird noch eine Probe mit dem Komponententester von Fnirsi durchgeführt. Die codierten Signale werden sauber erfasst und alles ist gut.

Anm. 1: Wenn die Ein-Taste (Power-Taste) auf der Fernbedienung für etwa 5 Sekunden gedrückt wird, erfolgt bei einigen Smart-TVs ein Soft-Reset. Der Fernseher schaltet sich nicht nur in den normalen Standby-Modus, sondern fährt das gesamte Betriebssystem (wie Android TV, Tizen oder webOS) komplett herunter und startet es neu. Alle im Hintergrund festsitzenden Prozesse (temporäre Daten, Cache-Speicher) werden gelöscht. Diese Aktion ist der schnellste Weg, um einen Fernseher zu refreshen, der sich "aufgehängt" hat, extrem träge reagiert oder bei dem Apps (wie Netflix oder YouTube) nicht mehr richtig laden.

Bei einigen älteren TV-Modellen oder bei bestimmten Marken bewirkt das lange Halten des Power-Buttons im eingeschalteten Zustand des Fernsehers ein erzwungenes, "hartes" Ausschalten (vergleichbar mit dem Ziehen des Netzsteckers), um ein blockiertes Gerät komplett abzuschalten.

Anm. 2: Moderne Fernbedienungen lassen sich ausser mit den Tasten auch per Sprachsteuerung bedienen. Zu diesem Zweck ist ein Mikrofon eingebaut. Dies ermöglicht dem Bediener, den Fernseher über gesprochene Befehle zu steuern. Smarte Helfer wie *Google Assistant* oder *Amazon Alexa* sind direkt ins TV-Betriebssystem eingebunden. Einige TVs besitzen integrierte Fernfeld-Mikrofone, so dass eine freihändige Bedienung möglich ist. Der SmartTV wird zunehmends zur zentralen Steuereinheit im Smart Home.

6 TV-Panel

6.1 Aufbau eines LCD-Panels

Die Flüssigkristalle und die TFT-Elemente befinden sich beide im LCD-Glassubstrat und sind luftdicht und staubgeschützt zwischen den zwei verklebten Glasscheiben eingeschlossen. Sie bilden das Herzstück des Displays.

Display-Schichten (betrachtet von vorne nach hinten):

Die vordere Glasschicht (Farbfilter-Glas) auf der Vorderseite (1)

Hier befinden sich die Farbfilter (Rot, Grün, Blau) für jedes einzelne Subpixel. Auf der Innenseite liegt zudem eine durchgehende und transparente Elektrode (Common Electrode).

Flüssigkristallschicht (Liquid Crystals) in der Mitte (3)

Die Flüssigkristalle befinden sich direkt im mikroskopisch dünnen Spalt zwischen den beiden Glasscheiben. Sie schwimmen in einer flüssigen Phase und reagieren gewissermassen wie winzige Jalousien auf elektrische Spannung. Je nachdem, wie gross die Spannung ist, drehen sie sich und lassen mehr oder weniger Licht der LED-Hintergrundbeleuchtung durch den Farbfilter wandern.

Die hintere Glasschicht (TFT-Substrat) auf der Rückseite (4)

Die TFT-Elemente (Dünnfilmtransistoren) sitzen direkt auf der Innenseite der hinteren Glasscheibe (also der Scheibe, die näher an den optischen Folien liegt). Jedes einzelne Subpixel auf dem Bildschirm hat seinen eigenen, winzigen TFT-Transistor. Man kann sich das TFT-

Substrat wie eine ausgedehnte transparente Platine mit unzähligen Transistoren vorstellen, welche punktgenau die Pixelspannung für die direkt davor liegenden Flüssigkristalle durchschalten. Die Schichten 2, 3 und 4 bilden in der Praxis ein einziges, fest verbundenes Glas-Panel. Die Flüssigkristalle sind hermetisch zwischen dem vorderen Farbfilter-Glas und dem hinteren TFT-Glas eingeschlossen.

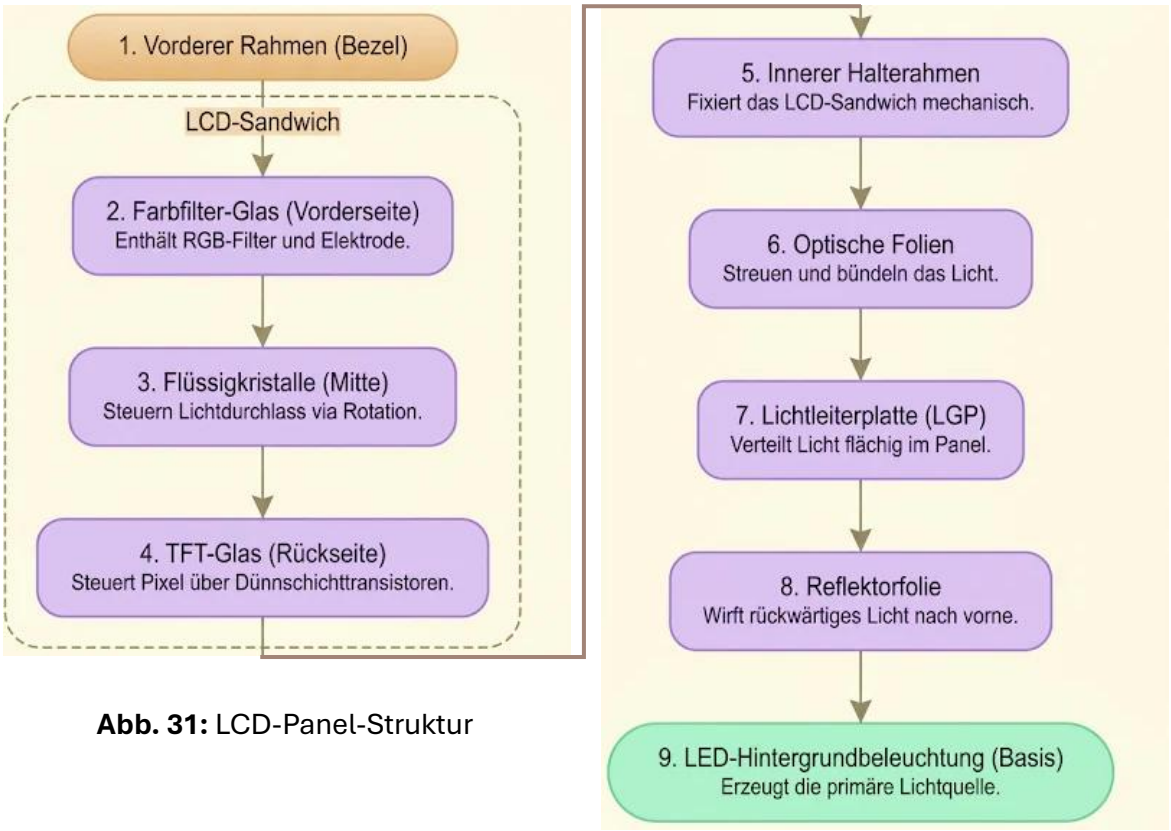


Abb. 31: LCD-Panel-Struktur

Beim Zerlegen des Fernsehers wird das gesamte Glas-Paket als ein einziges Stück herausgehoben. Um zu verhindern, dass sich das LCD-Glas beim Anheben durchbiegt oder bricht, muss die Zugspannung gleichmässig verteilt und mechanischer Druck auf die Kanten vermieden werden. Das Glas hat ab einer Grösse von etwa 43 Zoll (ca. 109 cm) eine geringe Eigenstabilität und verhält sich wie eine Plastikbahn.

6.2 Vorgehen beim Entfernen der Layer

Die eigentliche Demontage findet zwischen dem LCD-Glas (4), dem inneren Halterahmen (5) und dem Paket aus optischen Folien (6) statt. Erst wenn die Reflektorfolie (8) entfernt oder deren Aussparungen freigelegt sind, ist direkter Zugriff auf die LED-Streifen auf dem Gehäuseboden gegeben.

a) Um das Glas anzuheben, werden zwei Saugheber auf der Glasfläche plaziert. Noch besser sind zwei Triple-Saugheber. Bei sehr grossen Panel werden vier Saugheber und zwei Mitarbeiter benötigt. Um einseitige Belastungen zu vermeiden, muss das Glas vertikal angehoben werden. Zuvor sollte sicherheitshalber die Saugkraft geprüft werden. Die Heber müssen fest am Glas haften ohne zu verrutschen.

b) Wenn keine Saugheber vorhanden sind, werden zwei Streifen breites Abdeckband quer

über die Vorderseite des Glases gezogen. Die Enden werden genügend lang belassen, um als "Schlaufen" zu dienen. Wenn nun an den Schlaufen gezogen wird, spannt sich das Abdeckband und hält damit das Glas über die gesamte Breite in einer geraden Linie, wodurch das Durchhängen effektiv verhindert wird.

d) Die Panelplatinen (Source-Boards) hängen an dünnen Flexkabeln (COF). Diese dürfen beim Bewegen nicht beschädigt werden, weil eine Reparatur nicht mehr möglich ist. Die Platinen müssen beim Anheben des Glases frei herabhängen. Noch besser ist, wenn sie mit Klebeband am Panelglas fixiert werden.

e) Vor dem Panelausbau sollte eine weiche Decke oder eine Schaumstoffmatte auf einen genügend grossen Tisch gelegt werden. Es dürfen sich keine Gegenstände darauf befinden, weil das Glas sonst beschädigt werden könnte. Das Glas sollte nach Möglichkeit mit der Vorderseite nach unten abgelegt werden. Das schräge Anstellen an eine Wand ist möglichst zu vermeiden, da die Kanten unter Belastung einreissen können.

6.3 OLED-Panel

Bisher wurden vorwiegend Fernseher mit einem LCD-TFT-Panel behandelt. Nun sollen auch Fernseher mit einem OLED-Panel zur Sprache kommen. Solche Panel benutzen LEDs aus einem organischem Werkstoff. Da es sich um selbtleuchtende Pixel handelt, wird kein Backlight benötigt. Nebst den OLEDs sollen auch moderne Verfahren zur Plazierung von Bildschirmtreibern betrachtet werden.

6.3.1 Refresh-Zyklus

OLED-Bildschirme bestehen aus Millionen winziger, organischer Leuchtdioden (Pixel). Zeigen bestimmte Bereiche eines Bildschirms über längere Zeit sehr helle oder statische Inhalte (z.B. Senderlogos oder Gaming-Anzeigen),so nutzen sich die betreffenden Pixel schneller ab als andere und altern ungleichmässig.

Wenn ein OLED-Fernseher ausgeschaltet wird und in den Standby-Modus gelangt, startet das TV-Gerät nach einer Einschaltdauer von etwa 4 bis 6 Stunden ein Schutzprogramm.

- Eine Elektronik misst dazu den elektrischen Widerstand und die Spannungsveränderungen jedes einzelnen Pixels.
- Die Schutzschaltung erkennt, welche Pixel stärker beansprucht wurden (und dadurch an Leuchtkraft verloren haben) und passt die Ansteuerung so an, dass alle Pixel wieder gleichmässig hell leuchten.
- Diese Aktualisierung verläuft völlig geräuschlos im Hintergrund und dauert in der Regel zwischen 5 und 15 Minuten. (Es gibt auch einen "grossen Refresh", der nach ca. 2'000 Betriebsstunden abläuft und etwa eine Stunde dauert.)

Wenn der Fernseher über eine schaltbare Steckdosenleiste oder durch Ziehen des Netzsteckers komplett vom Stromnetz getrennt wird, kann der Refresh-Zyklus nicht gestartet werden oder wird ggf. mittendrin abgebrochen.

Folgen bei längere Netztrennung direkt nach der Nutzung:

- Die Pixel altern unregelmässig, was zu dauerhaften Schatten oder Geisterbildern (Burn-In) führen kann.
- Moderne OLED-Fernseher protokollieren intern, wie oft der Pixel-Refresh ordnungsgemäss durchgelaufen ist. Verweigern Hersteller die Garantie bei einem Burn-In Schaden, liegt das oft daran, dass das Gerät zu oft vom Versorgungsnetz getrennt wurde.

Aus genantem Grunde sollte sich ein Fernseher nach dem Ausschalten für mindestens 30 bis 60 Minuten im Standby-Modus befinden. Danach kann das Gerät – bspw. um Energie einzusparen – komplett vom Netz getrennt werden.

6.3.2 Refresh-Steuerung

Die Steuerung des Refresh-Zyklus läuft primär über das TCON-Board, welches eng mit den Treiber-Chips des Panels zusammenarbeitet. Es handelt sich dabei nicht um eine analoge Schutzschaltung, sondern um ein digitales Hardware- und Software-System. Wenn das TCON-Board ausfällt oder fehlerhaft arbeitet, funktioniert auch der Schutzmechanismus nicht mehr richtig.

Die Aufgaben teilen sich wie folgt auf:

- Auf dem TCON-Board befindet sich ein Speicher-Chip, der die Betriebsstunden und Helligkeitswerte jedes einzelnen Pixels protokolliert. Wenn der Fernseher in den Standby-Modus gelangt, misst die TCON-Elektronik über spezielle Messleitungen den elektrischen Zustand der OLEDs.
- Der Hauptprozessor auf dem Mainboard des Fernsehers erteilt letztlich den Befehl zum Starten des Refresh-Programms. Das TCON-Board führt anschliessend die Aktualisierung durch.
- Die Power Supply Unit auf der Netzteilplatine erzeugt auch im Standby-Modus die minimalen Betriebsspannungen, damit TCON-Board und Panel die erforderlichen Messungen und Kalibrierungen durchführen können.

Da der kurze, automatische Pixel-Refresh völlig lautlos und bei schwarzem Bildschirm abläuft, ist er auf den ersten Blick nur schwerlich zu erkennen. Es gibt jedoch eindeutige Indikatoren:

- Wenn ein OLED-Fernseher ausgeschaltet wird, ist normalerweise ein Klicken zu hören, verursacht durch das Abfallen des Betriebsrelais im Netzteil. Steht ein Pixel-Refresh an, bleibt dieses Klicken aus. Das Relais ist weiterhin für etwa 5 bis 10 Minuten aktiv, solange bis der Pixel-Refresh abgeschlossen ist und der Fernseher endgültig in den tiefen Standby gelangt.
- Je nach Hersteller leuchtet oder blinkt während des Aktualisierungsprozesses die LED an der Unterseite des Apparates in einer anderen Farbe oder Intensität (statt wie gewohnt dauerhaft rot zu leuchten).
- Wenn nach ca. 2'000 Betriebsstunden die grosse Panel-Reinigung für etwa eine Stun-

de abläuft, schaltet sich bei einigen Herstellern (wie Sony) kurzzeitig eine horizontale Linie auf dem Bildschirm ein, die langsam von oben nach unten wandert.

- Beim vorzeitigen oder ungewollten Wiedereinschalten des Fernsehers während eines Refresh-Zyklus', bricht der Prozess ab. Viele moderne OLED-TVs (insbesondere LG und Samsung) zeigen dann beim Hochfahren eine Pop-up-Meldung (Pixelreinigung wurde unterbrochen) auf dem Bildschirm an.

6.4 Bildschirmtreiber

Die Aufgaben von Gate- und Sourcetreibern unterscheiden sich grundlegend bezüglich ihrer Funktion und Komplexität.

6.4.1 Gatetreiber

Die Gatetrieber werden bei modernen SmartTVs direkt in das Glassubstrat des Panels integriert. Eine Technologie, die als **GIP** (Gate-in-Panel) oder **GOA** (Gate-on-Array) bezeichnet wird. Dadurch fallen die seitlichen Treiberchips weg, was sehr schlanke Panelrahmen (Bezel's) ermöglicht. Bei den Sourcetreibern funktioniert diese direkte Integration ins Glas aus technisch-physikalischen Gründen (noch) nicht.

Gatetreiber sind im Grunde simple Schieberegister. Ihre einzige Aufgabe ist es, eine Reihe von Transistoren zeilenweise "einzuschalten" (VGON) oder "auszuschalten" (VGOFF). Als elektronische Schalter dienen unzählige Dünnschichttransistoren (TFTs) aus amorphem Silizium (a-Si) oder Oxid-Halbleiter (IGZO), die sich direkt auf dem Glassubstrat des Panels befinden.

6.4.2 Sourcetreiber

Die Sourcetreiber befinden sich auf schmalen Panelleisten am unteren Rand des tragenden Metallchassis, auf dem auch die übrigen Platinen befestigt sind. Meistens werden die Panelleisten von einer metallischen Abdeckung geschützt. An diesen *Sourceboards* sind sehr dünne, flexible Folienkabel (COFs[28]) angebracht, die um die Kante des Chassis herum nach vorne führen, wo sie mit den Leiterbahnen im Glassubstrat des Panels verschweisst sind. Auf diesen COFs sitzen bei den neueren TV-Modellen die eigentlichen Source-Treiber (Chips), die jedes einzelnen Pixel mit der benötigten Spannung versorgen.

Sourcetreiber sind hochkomplexe, analoge Präzisionsschaltungen. Sie müssen die digitalen Bilddaten (z B. 10-Bit-Farbsignale vom TCON-Board) präzise in analoge Spannungen umwandeln, damit jedes Subpixel exakt mit der richtigen Helligkeit leuchtet. Dafür werden tausende von Digital-Analog-Wandlern (DACs) und Operationsverstärkern benötigt. Diese extrem hohe Dichte an Bausteinen lässt sich nur auf echten Silizium-Wafern (monolithischen CMOS-ICs) erzielen.

Wenn ein COF-Chip durchbrennt (was meist zu permanenten Linien im Bild führt), kann dies nur noch in einer High-Tech-Werkstatt mit einer speziellen COF-Bonding-Maschine repariert

[28] COF = Chip-on-Film.

werden. Aus Kostengründen geschieht dies in den seltensten Fällen.

6.4.3 Driver Architektur

Im Rahmen der rasanten technologischen Entwicklung müssen vier Driver-Architekturen unterschieden werden:

1. **COB (Chip-on-Board):** Verwendung in älteren sowie in preiswerten LCD-Fernsehern. Die Treiber-ICs sitzen als kompakte Silizium-Chips auf den Panelleisten am unteren Rand des Apparatechassis. Die Folienkabel zum Panel sind passive Verbindungsleitungen ohne Chips.
2. **COF (Chip-on-Film):** Die Gatetreiber befinden sich auf Folienkabeln (COF genannt). Die Panelleisten enthalten nur die Sourcetreiber und dienen zudem als "Verteilerplatinen" für die durchgeschlauften Clockleitungen, welche die Taktsignale vom TCON-Board zum Panel leiten. Nachteilig ist, dass bei einer Beschädigung eines COFs keine Reparatur möglich ist und der Fernseher entweder als Ausschlachtobjekt dient oder auf den Sondermüll geht.
3. **COG (Chip-on-Glas):** Verwendung in Fernsehern, Smartphones, Tablets und Smartwatches. Die Gatetreiber werden mit ACF (Anisotropic Conductive Film) direkt auf das Displayglas gepresst, um mit den interne Leiterbahnen verbunden zu werden. Damit werden separate Platinen überflüssig. Zudem verkürzt es die Signalwege, was wiederum vorteilhaft für extrem hochauflösende Displays ist.
4. **COA (Chip-on-Array):** Verwendung bei OLEDs. Die Gatetreiber werden direkt mit den Leuchtdioden verbunden und sitzen somit nicht mehr wie bei der COG-Architektur am äusseren Panelrand. Dadurch sind die Wege für die elektrischen Signale extrem kurz. Das minimiert Signalverzögerungen und elektrische Störungen. Auch die unvermeidbare Wärmeentwicklung wird damit reduziert. Die Sourcetreiber verbleiben weiterhin als separate Chips auf flexiblen Folien (COFs) oder werden auf den Glasrand des Panels gebongt (COG).

Zusammenfassung:

- **COB** (Chip-on-Board): Chips sitzen extern auf der Panelplatine.
- **COF** (Chip-on-Film): Chips sitzen auf dem flexiblen Verbindungskabel.
- **COG** (Chip-on-Glass): Chips sitzen am äusseren Glasrand.
- **COA** (Chip-on-Array): Chips sitzen bei den LEDs.

Anm.: Die Chip-on-Array Technologie wird bei OLED-Paneln angewandt, die kein Backlight benötigen. Es werden keine konventionellen Siliziumchips neben die LED-Pixel gesetzt. Stattdessen wird die hochkomplexe Treiberschaltung direkt ins Glassubstrat eingeätzt. Bei Neo QLED-Fernsehern (LCD-Fernsehern mit Mini-LED-Backlight) wird die Chip-on-Array-Technologie nur für Treiber-ICs auf dem Backlight verwendet, um jeweils eine lokale Zone von Mini-LEDs (Local Dimming) schnell und nahezu verlustfrei anzusteuern.

7 Audiosystem

Über Audioprobleme wurde bisher nicht viel gesagt. In *Home Office I* wurde die Audioproblematik zwar angeschnitten, doch dann kam nichts mehr. Das liegt zum Teil daran, dass sich der Fehleranteil bei einem SmartTV mehrheitlich auf das Powerboard, das Backlight und das TCON-Board erstreckt. Hinzu kommen Speicher- und Prozessorprobleme auf dem Mainboard. Audiofehler dagegen sind eher selten. Bei vielen Bildstörungen ist der Ton noch immer vorhanden. Der Audiochip auf dem Maimboard funktioniert also.

Es soll nun ein vertiefter Rundgang durch das Audiosystem erfolgen, so dass der Reparateur auch diesen Bereich der modernen Fernsehpraxis in grosso modo kennen lernt.

7.1 Systemüberblick

1) Signalquelle (Eingangsstufe)

Der Ton kommt in digitaler Form als komprimierter Datenstrom (Dolby Digital, DTS oder PCM) an. Die Audioquelle kann intern oder extern sein:

- **Intern:** Smart-TV-Oberfläche (Netflix, YouTube), Satelliten- oder Kabel-Tuner und Medien von einem USB-Stick.
- **Extern:** Geräte, die über HDMI, optische Kabel (Toslink) oder Bluetooth angeschlossen sind (z B. PlayStation, Blu-ray-Player).

2) Digitale Verarbeitung (SoC/DSP)

Das Herz der Audioverarbeitung sitzt auf dem Hauptprozessor des Mainboards.

- **Decoder:** Der Prozessor nimmt das komprimierte Audiosignal (z.B. 5.1-Kanal-Dolby-Spur von Netflix) und entpackt es in einzelne, unkomprimierte digitale Audiokanäle.
- **DSP (Digitaler Signalprozessor):** Dieser Chip-Bereich setzt die Benutzereinstellungen um und regelt die Lautstärke, berechnet den Equalizer (Bass, Höhen), optimiert die Sprachverständlichkeit und rechnet Mehrkanalton bei Bedarf auf die zwei internen Stereo-Lautsprecher herunter (Downmixing).
- **Schnittstelle:** Das digitale Signal wird über ein standardisiertes Protokoll – oft Inter-IC Sound (I^2S) – auf der Platine weitergeleitet.

3) Signalwandlung

- **DAC:** Ein Digital-Analog-Wandler bildet aus dem digitalen Audiostream ein analoges Spannungssignal.
- **Architektur:** Der DAC kann als kleiner, eigenständiger Chip auf dem Mainboard verbaut oder direkt im Hauptprozessor (SoC) integriert sein.
- **Analogausgang:** An dieser Stelle wird das Signal oft für den analogen Kopfhörerausgang (Klinke) bereitgestellt.

4) Audio-Verstärker

Das analoge Signal aus dem DAC im mW-Bereich ist viel zu schwach, um die Lautsprecher zu bewegen und muss deshalb verstätkt werden.

- **Class-D-Verstärker:** In modernen, Flachbildfernsehern kommen fast ausschliesslich hocheffiziente Class-D-Verstärker-Chips zum Einsatz. Diese arbeiten mittels Pulsweitenmodulation (PWM) und erzeugen kaum Abwärme.
- **Power Supply:** Der Verstärker-Chip wird vom Powerboard mit 12 V bis 24 V versogt, um die nötige Leistung (z.B. 2 x 10 Watt) für die Lautsprecher zu erzeugen.
- **Ausgangsfilter:** Bevor das Signal zu den Lautsprechern fliesst, passiert es eine Filterkette aus Spulen und Kondensatoren, welche die hochfrequenten Schaltgeräusche des Class-D-Verstärkers herausfiltern, so dass nur das saubere Audiosignal übrig bleibt.
- Am Ende der Signalkette stehen die TV-Lautsprecher.

5) Lautsprecher

Alle SmartTVs haben Stereolautsprecher, oft in Kassettenbauform, die sich am unteren Rand des Chassis befinden. Die Tonsignale werden nach unten oder nach hinten gegen die Wand gestrahlt, um den Raum indirekt zu beschallen. Die Audioqualität lässt aber vielfach zu wünschen übrig, so dass viele Enduser eine Audioerweiterung in Form einer Soundbar benutzen. Gelegentlich sind auch Stereoboxen mit integriertem Verstärker anzutreffen, die direkt über HDMI[29] (ARC) oder ein optisches Kabel angeschlossen werden.

Komfortablere Home-Cinema-Systeme sind mit einer Surround-Anlage mit mehreren Lautsprechern (Front, Center, Rear) und einem Subwoofer ausgestattet. Für kabellose Anwendungen wird Bluetooth eingesetzt.

Auch WLAN- und Smart-Home-Speaker werden verwendet. Im Unterschied zu Blutooth ist die Bandbreite viel höher und Musik wird verlustfrei und ohne Komprimierung übertragen. Systeme wie Sonos oder Apple HomePod können bei vielen Smart-TVs direkt ins Audiosystem eingebunden werden.

7.2 Audio-Hardware

Für die Audiovearbeitung auf einem TV-Mainboard wird nicht nur ein einzelner Chip verwendet, sondern eine Kombination aus mehreren Chip-Typen, die das Signal vom digitalen Datenstrom bis zum hörbaren Ton in den Lautsprechern umwandeln.

1) Hauptprozessor

- **SoC**[30] (MediaTek, Realtek oder Novatek) ist die Zentraleinheit des Fernsehers für den Empfang des digitalen Datenstrom (z.B. von Netflix oder dem TV-Tuner) und der Decodierung der Audioformate wie Dolby Digital, DTS oder PCM.

[29] https://de.wikipedia.org/wiki/High_Definition_Multimedia_Interface

[30] SOC = System-on-a-Chip.

- **DSP (Digitaler Signalprozessor):** Integrierte DSP-Kerne im SoC verarbeiten Equalizer-Einstellungen, Lautstärkeregelung und Sound-Effekte (wie Dialog-Verstärkung).

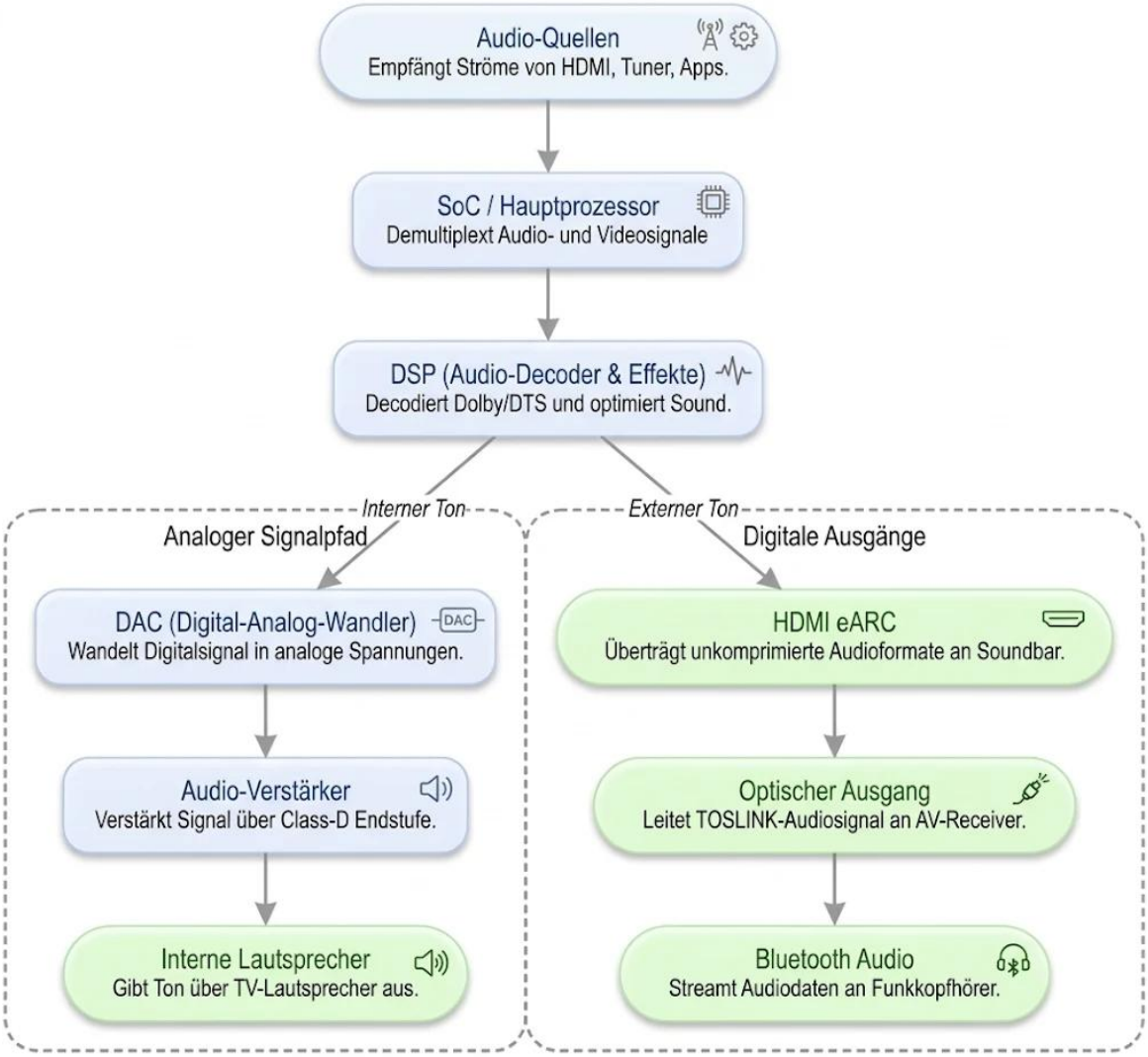


Abb. 32: Audio-Hardware

2) Audio-Codec

Da Lautsprecher nur mit analogen elektrischen Signalen arbeiten können, muss das digitale Signal umgewandelt werden; dafür sorgt der DAC-Chip.

- **Hersteller:** Texas Instruments (Burr-Brown), Realtek, Asahi Kasei (AKM) oder Cirrus Logic.
- **Funktion:** DerDAC wandelt die Bitströme des Hauptprozessors in ein analoges Audiosignal um. Bei einem Defekt bleibt der Fernseher stumm oder gibt nur lautes Rauschen aus.

3) Audio Amplifier

Das analoge Signal aus dem DAC ist viel zu schwach, um die TV-Lautsprecher anzutreiben. Hier kommt ein Class-D-Verstärker ins Spiel, der direkt vor den Lautsprecher-Ausgängen sitzt.

a) Audio-Chips:

- TPA3116 / TPA3110 / TAS-Serie (Texas Instruments).
- NTP-Serie (NeoFidelity), oft bei Samsung und LG genutzt.
- STA-Serie (STMicroelectronics).
- YD1517 / TDA-Serie. meist in günstigeren oder älteren Universal-Mainboards verbaut.

b) Funktion: Signalverstärkung (2x10 W bis 2x15 W). Da diese Chips unter Last warm werden, versagen sie bei anhaltender Überlastung oder einem Kurzschluss in den Lautsprechern.

7.3 Audio-Diagnose

Das Multimeter ist das Basiswerkzeug eines TV-Technikers, um Spannungen, Widerstände, Kondensatoren und Lautsprecher zu prüfen.

1) Lautsprecher-Widerstand prüfen

- Fernseher stromlos machen. Ziehe den Stecker der Lautsprecher vom Mainboard ab. Messe den Widerstand direkt an den Kabelenden des jeweiligen Lautsprechers. Sollwert: 4 Ohm, 6 Ohm oder 8 Ohm.
- Zeigt das Multimeter unendlich (OL), ist die Spule im Lautsprecher durchgebrannt. Zeigt es 0 Ohm, liegt ein Kurzschluss vor.

2) Spannungsversorgung des Verstärker-ICs prüfen

- Fernseher einschalten und Ton abspielen (z.B. ein YouTube-Testvideo). Suche das Datenblatt des Audio-Verstärkers (z.B. von Texas Instruments oder NeoFidelity), um die Versorgungs-Pins (VCC/PVDD) zu finden. Messe die Spannung gegen Masse (GND).
- Audio-Verstärker laufen meist mit 12 V oder 24V, die direkt vom Powerbord kommen.
- Fehlen diese 12 bis 24 V an den entsprechenden Pins des Audio-Chips, liegt der Fehler in der Stromversorgung (z.B. eine defekte SMD-Sicherung, ein defekter MOSFET oder ein defekter Kondensator).

3) Oszilloskop für die Signalverfolgung

Ein Oszilloskop ist das beste Messmittel, um das Audiosignal "sehen" zu können.

a) Eingangssignal prüfen

- Suche die Eingangspins (IN_L / IN_R) des Verstärker-ICs. Alternativ die Ausgänge des DAC-Chips. Spiele einen konstanten Dauerton ab (z.B. 1 kHz Sinus über You-Tube).
- Wenn an den Eingängen des Verstärkers eine Sinuswelle anliegt und der Chip mit Strom versorgt wird, aber an den Ausgängen nichts herauskommt, ist der Audioverstärker (Amplifier IC) defekt.

b) Ausgangssignal prüfen (PWM bei Klasse-D)

- Messe direkt an den Pins, die zu den Lautsprechern führen. Moderne Fernseher nutzen

Class-D-Verstärker.[31] Diese geben kein rein analoges Signal aus, sondern ein PWM-Signal.[32]

- Das Oszilloskop sollte Rechtecksignale anzeigen, die sich im Rhythmus der Tonfrequenzen verändern. Wenn lediglich eine horizontale Linie (0 V) oder eine Gleichspannung angezeigt wird, liegt ein Defekt vor (oft ausgelöst durch eine Schutzschaltung wegen Überhitzung oder eines Kurzschluss).

4) Signalverfolger

Wenn das Oszilloskop fehlt, kann auch ein NF-Signalverfolger[33] (Signal-Tracer und -Injector) verwendet werden (wie das früher in der Radiotechnik üblich war). Solche Geräte gibt es oft als Bausatz.

- Signalverfolgung (Audio Sniffer): Verbinde den Minuspol des Tracers mit der TV-Masse und taste mit der Meßsonde die Audio-Leitungen auf dem Mainboard ab (z.B. die Pins vor dem DAC oder vor dem Lautstärkeregler). bei abgegriffenem Testsignal ertönt ein Signalton. Verstummt der Ton hinter einem bestimmten Bauteil, ist der Fehler (Unterbruch) gefunden.
- Signal-Injektion: Speise über eine externe Quelle (z.B. Smartphone-Kopfhörerausgang mit Koppelkondensator als Schutzglied) ein Tonsignal direkt an den Eingangspins des Audioverstärkers ein. Wenn der Ton aus den Fernsehlautsprechern kommt, ist die Verstärkerstufe in Ordnung. Der Fehler liegt dann beim DAC oder beim Hauptprozessor.

Zusammenfassung der Fehleranalyse:

1. Lautsprecher ok?
2. Betriebsspannung am Audio-Chip vorhanden?
3. Kommt das Signal beim Verstärker an?
4. Verlässt das Signal den Verstärker?

7.4 Die 4 Leitungen eines I²S-Busses

Die I^2S-Schnittstelle[34] ist eine entscheidende Komponente bei der digitalen Fehlersuche auf einem TV-Mainboard. Da sie die Brücke zwischen der Logik (SoC/DSP) und der analogen Elektronik (DAC/Verstärker) bildet, kann ein Audiosystem messtechnisch exakt in zwei Hälften geteilt werden: Software/Prozessor und Hardware/Endstufe.

Eine klassische I^2S-Verbindung besteht immer aus mindestens drei (oft vier) Leitungen, die auf der Hauptplatine (oft an kleinen Testpunkten oder direkt an den IC-Pins) gemessen werden können.

- **SCK / BCLK** (Continuous Serial Clock): Der Bit-Takt gibt an, wann ein einzelnes Datenbit

[31] https://de.wikipedia.org/wiki/Class-D-Verst%C3%A4rker
[32] PWM = Pulsweitenmodulation.
[33] Preiswerte Signalverfolger: LSG-4 (Voltcraft) oder SV 1000 (ELV).
[34] I^2S = Inter-IC-Sound.

gültig ist.

- **WS / LRCK** (Word Select / Left-Right Clock): Der alternierende Kanaltakt sagt dem DAC, ob das aktuelle Datenbit zum linken (Low-Signal) oder rechten (High-Signal) Audiokanal gehört. Die Frequenz dieses Signals entspricht exakt der Audio-Abtastrate (z.B. 44,1 kHz oder 48 kHz).
- **SD / SDATA** (Serial Data): Die eigentlichen Audiodaten (Ton) als digitaler Bitstrom.
- **MCLK** (Master Clock): Ein schneller Systemtakt (oft das 256- oder 512-Fache der Abtastrate), den manche DAC-Chips zur internen Synchronisation benötigen.

7.4.1 Messtechnische Diagnose mit dem Oszilloskop am I²S-Bus

Um festzustellen, ob der Hauptprozessor (SoC) überhaupt ein Audiosignal ausgibt, soll ein Testsignal (z.B. 1 kHz Sinus) auf die I²S-Leitungen gelegt werden:

- **BCLK & LRCK** prüfen: Auf diesen Leitungen muss ein sauberes und kontinuierliches Rechtecksignal im Kilohertz- oder Megahertz-Bereich zu sehen sein. Fehlt dieses Signal, so ist der Hauptprozessor abgestürzt oder defekt oder die Firmware blockiert den Audioausgang. Der Fehler liegt dann vor dem DAC.
- **SDATA** prüfen: Auf der Datenleitung muss bei Stille (Pause) nichts oder nur ein flaches Signal zu erblicken sein. Sobald Ton abgespielt wird, muss ein wildes, unregelmässiges Bitmuster (Rechteckimpulse) zu sehen sein, das sich mit der Musik verändert.

Beispiele: Es sind zwar einzelne Takte zu sehen, doch auf SDATA kommt nichts (Dauer-0V). Der Prozessor arbeitet demnach, sendet aber stumme Daten (z.B. wegen eines Soft-ware-Mute-Fehlers oder einer falschen Software-Einstellung). Wenn ein sauberes, rhythmisches Datensignal auf SDATA zu erblicken ist, arbeitet der Hauptprozessor ordnungsgemäass und auch die Software ist intakt. Der Fehler liegt dann definitiv hinter dieser Schnittstelle – also beim DAC, dem Verstärker-IC oder dessen Stromversorgung.

7.4.2 Warum I²S-Messungen manchmal schwierig sind

In modernen Smart-TV-Mainboards machen es die Hersteller den TV-Technikern nicht immer leicht, diese Signale abzugreifen:

- Integrierte Chips: Bei vielen hochintegrierten Platinen sind der SoC und der DAC in einem einzigen Gehäuse integriert. Die I²S-Leitungen verlaufen dann unsichtbar innerhalb des ICs oder in den inneren Schichten der Multilayer-Platine. In diesem Fall kann man den I²S nicht direkt messen.
- Alternative Schnittstellen: Manchmal wird der Ton vom SoC auch per SPDIF (einadriges Digitalsignal) oder TDM[35] zum Audio-Bereich übertragen. Die Logik der Fehlersuche bleibt aber dieselbe: Datenstrom vorhanden = Prozessor ok.

Wenn ein Oszilloskop zur Verfügung steht, sollten die typischen Frequenzen auf den BCLK-

[35] TDM = Time Division Multiplexing; ähnlich wie I²S, aber für mehr als zwei Kanäle auf einer Leitung.

und LRCK-Leitungen (meist 48 kHz) detektierbar sein. Basierend darauf lassen sich die exakten Frequenzen für die beiden Taktleitungen mathematisch bestimmen.

1) LRCK / WS (Word Select / Left-Right Clock)

Diese Leitung schaltet exakt einmal pro Audio-Sample zwischen dem linken und dem rechten Kanal hin und her.

- Die Soll-Frequenz entspricht exakt der Abtastrate des Audiosignals.
- Der erwarteter Messwert beträgt 48,0 kHz.
- Im Oszilloskop ist eine saubere, symmetrische Rechteckwelle (50 % Duty Cycle) erkennbar, bei der eine Periode genau 20,8 µs dauert.

2) BCLK / SCK (Bit Clock / Continuous Serial Clock)

Diese Leitung gibt den Takt für jedes einzelne Bit vor, das übertragen wird. Um die Frequenz zu berechnen, multipliziert man die Kanäle mit der Bittiefe und der Abtastrate. Im SmartTV wird fast immer mit 2 Kanälen (Stereo) und einem 32-Bit-Audio-Frame pro Kanal gearbeitet (selbst wenn das eigentliche Audiosignal nur 16 oder 24 Bit hat, die restlichen Stellen werden dann mit Nullen aufgefüllt).

- Frequenz gleich 48'000 Hz × 2 Kanäle × 32 Bits.
- Erwarteter Messwert: 3,072 MHz.
- Oszilloskopbild: Eine extrem schnelle, dichte Rechteckwelle. Eine einzelne Periode dauert hier nur 325 ns.

Anm.: Wenn das System mit einem älteren 16-Bit-Rahmen arbeitet, liegt die BCLK-Frequenz bei 1,536 MHz – das ist jedoch bei modernen Smart-TVs seltener.

7.4.3 Praxistipps für die Oszilloskop-Einstellung

Um diese Frequenzen zu überprüfen, wird das Oszilloskop wie folgt justiert, damit ein stabiles Bild angezeigt werden kann:

- Für **LRCK** (48 kHz): Setze die Zeitbasis (Time/Div) auf etwa 5 µs oder 10 µs und stelle den Trigger auf die steigende Flanke.
- für **BCLK** (3,072 MHz): Schalte die Zeitbasis auf 100 ns oder 200 ns, um die einzelnen Taktzyklen auflösen zu können.
- **Spannungspegel** beachten: TV-Mainboards arbeiten intern meist mit 3,3 V Logikspannung (seltener 1,8 V). Das bedeutet, dass das Signal am Oszilloskop sauber zwischen 0 V (Low) und 3,3 V (High) hin und her springen muss. Bricht die Spannung stark ein (z. B. auf 1,5 V im High-Zustand), so liegt ein Defekt oder eine Überlastung auf der Leitung vor.

Um die I^2S-Messpunkte auf einer dicht bestückten TV-Platine ohne Schaltplan zu finden, muss strategisch vorgegangen werden. Da die Leiterbahnen oft hauchdünn sind, greift man Signale selten direkt an den Chip-Pins ab, sondern nutzt dedizierte Testpunkte auf dem

Mainboard.

1) Testpunkte (TP)

Hersteller platzieren für ihre eigenen Fabriktests fast immer kleine Kupferösen auf der Platine.

- Suche in der Nähe des Audio-Verstärkers oder des DAC nach Beschriftungen wie TP_I2S_CLK, TP_LRCK, I2S_DA oder einfach nur Nummern (z.B. TP102, TP103).

2) Dämpfungswiderstände

In digitalen Datenleitungen wie dem I^2S-Bus schalten Entwickler fast immer kleine SMD-Widerstände (oft 22 Ohm, 33 Ohm oder 47 Ohm) direkt in Reihe. Diese dienen dazu, Signalreflexionen zu verhindern.

Suche im Bereich zwischen dem Hauptprozessor (SoC) und dem Audio-Chip nach einer Dreier- oder Vierergruppe von kleinen, identischen Bauteilen, die parallel nebeneinanderliegen. Die Enden dieser Widerstände ist metallisch, so dass man die Meßspitze direkt ansetzen kann. Wird an dieser Stelle das 3 MHz-Signal gemessen, so wurde die BCLK-Leitung gefunden.

3) Identifikation über das Datenblatt des Audio-ICs

Wenn keine Beschriftung vorhanden ist, muss man die genaue Bezeichnung des Audio-Verstärkers oder des separaten DACs (z.B. TAS5707, TPA3116, NTP8835) suchen. Datenblätter mit dem Pin-Out finden sich im Internet zuhauf.

Suche im Pin-Diagramm des Datenblatts nach den Bezeichnungen LRCK (oder WS), BCLK (oder SCLK) und SDIN (Serial Data In). Zähle die Pins am physischen Objekt (Chip) und verfolge die Leiterbahn von diesem Pin bis zu einem Bauteil oder Testpunkt, an dem sicher gemessen werden kann.

4) Das Ausschlussverfahren bei unbeschrifteten Leitungen

Bei einer Gruppe von Leitungen kann die gesuchte mit dem Oszilloskop gefunden werden.

- Masse (GND) finden: Suche die grosse Kupferfläche auf der Platine oder das Abschirmblech der HDMI-Buchsen als Referenzmasse für das Oszilloskop.
- Leitungen nacheinander antasten:
  - Die Leitung, die am Oszilloskop exakt 48 kHz anzeigt, ist die LRCK.
  - Die Leitung mit exakt 3,072 MHz ist die BCLK.
  - Die Leitung, die ein unregelmässiges, sich ständig veränderndes Bitmuster zeigt (solange der Ton läuft), ist die SDATA.

7.4.5 Ein wichtiger Praxishinweis

1) Wenn Takte (BCLK/LRCK) detektiert werden, diese aber nur für 1 bis 2 Sekunden nach dem Einschalten auftauchen und dann auf 0 V abfallen, so liegt das meist an einer Schutzschaltung (Mute/Shutdown). Der Hauptprozessor bemerkt über einen Diagnose-Bus (meist I^2C),

dass mit dem Verstärker-Chip etwas nicht stimmt (z.B. Kurzschluss am Lautsprecherausgang oder Überhitzung) und schaltet den I^2S-Datenstrom ab, um Folgeschäden zu verhindern.

2) HDMI-ARC (Audio Return Channel) und das modernere eARC (Enhanced ARC) brechen die klassische Richtungskette des Fernsehers auf. Während ein normaler HDMI-Anschluss eine reine "Einbahnstrasse" für Video und Audio in den Fernseher hinein ist, fungiert die ARC-Schnittstelle als bidirektionale Autobahn. Architektonisch betrachtet wird HDMI-ARC direkt auf der digitalen Ebene des Hauptprozessors (SoC) verwaltet. Es umgeht die analogen Stufen (DAC und Verstärker) des Fernsehers komplett.

Das System teilt sich je nach Betriebsmodus in zwei völlig unterschiedliche Wege auf:

Modus A: Der Fernseher ist die Signalquelle (z.B. Netflix-App oder TV-Tuner).

Wenn eine App auf dem Smart TV genutzt wird, läuft das Signal architektonisch gesehen rückwärts aus dem Fernseher heraus:

App / Tuner → SoC / DSP → HDMI-Controller im SoC → HDMI-ARC Pin 14/19 → Externes HDMI-Kabel → Soundbar

- **Signalquelle:** Die Netflix-App erzeugt den digitalen Dolby-Digital-Plus-Datenstrom.
- **SoC / DSP:** Der Hauptprozessor decodiert den Ton in diesem Modus nicht für die TV-Lautsprecher, sondern leitet vielmehr den rohen, komprimierten Digitalstrom (Bitstream) unverändert weiter.
- **HDMI-Routing:** Der interne Audio-Router des SoCs zweigt das Signal ab und schickt es nicht an den internen I^2S-Bus (der zum DAC führen würde), sondern direkt an das HDMI-Interface des SoCs.
- **Physische Ausgabe:** Das Signal verlässt das Mainboard über die HDMI-Buchse. Bei klassischem ARC nutzt das Audiosignal zwei Pins, die eigentlich für andere Aufgaben gedacht waren (Pin 14 "Utility" und Pin 19 "Hot Plug Detect") als koaxiale SPDIF-Leitung. Bei eARC (HDMI 2.1) wird eine echte High-Speed-Netzwerkverbindung über diese Leitungen aufgebaut, weshalb eARC auch unkomprimierten HD-Ton übertragen kann.
- **ARC** (Audio Return Channel) leitet das Tonsignal des Fernsehers rückwärts über das HDMI-Kabel an eine externe Soundbar oder einen AV-Receiver weiter, damit kein zusätzliches Audiokabel benötigt wird.
- **HDMI Ethernet Channel** ermöglicht es, eine Internetverbindung über das HDMI-Kabel mit anderen angeschlossenen Geräten zu teilen.

Modus B: Eine externe Quelle ist angeschlossen (z.B. PlayStation an HDMI 1)

Hier fungiert der Fernseher als eine Art digitaler "Umschaltbahnhof" (Pass-Through):

PS5 an HDMI 1 → SoC (Video an Display) → SoC (Audio-Weiche) → HDMI-ARC Port (Ausgang) → Soundbar

Um beim Modus B zu verbleiben:

- Die PlayStation schickt Video und Audio an den normalen Eingang HDMI 1 des Fernsehers.
- Der Hauptprozessor (SoC) trennt das Signal: Er schickt das Videosignal an das Display-Panel.
- Das Audiosignal wird vom SoC abgefangen, einmal intern umgeroutet und sofort wieder digital über den HDMI-ARC-Port nach draussen zur Soundbar geschickt. Die internen DACs und Audio-Verstärker des Fernsehers bleiben auch hier völlig stumm und inaktiv.

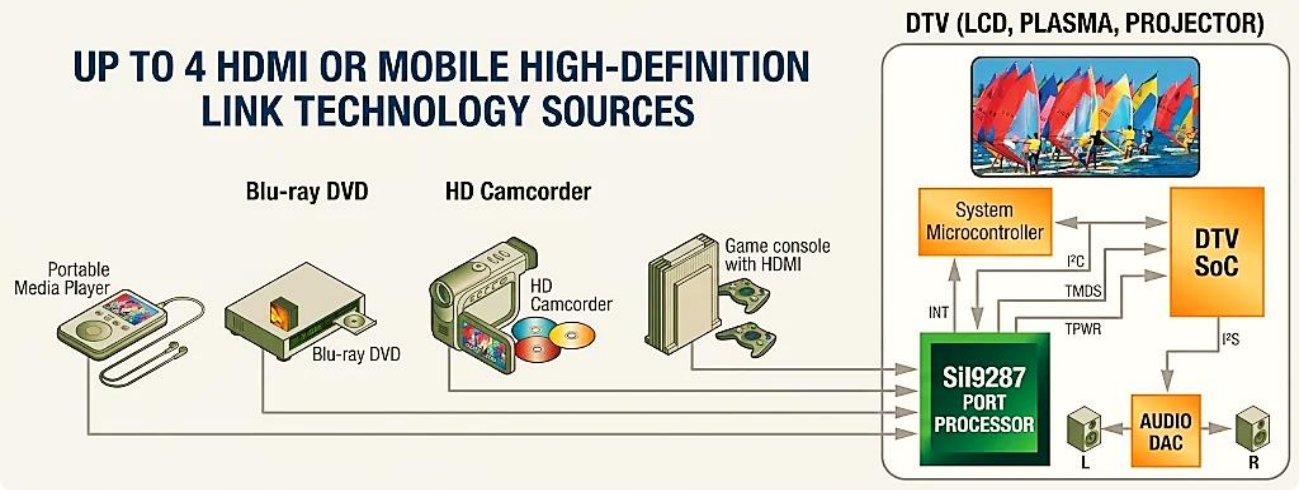


Abb. 33: HDMI-Port-Processor[36]

SiI9287BCNU ist ein HDMI-Port-Prozessor, der dafür sorgt, dass das Signal der ausgewählten Quelle (z.B. Game Console, Blu-ray-Player, HD-Camcorder) sauber an den Hauptprozessor des Fernsehers weitergeleitet wird.

7.4.6 Warum diese Zusammenhänge bei der Fehlersuche extrem wichtig sind

Wenn der Fernseher ein Audio-Problem mit den internen Lautsprechern hat (z.B. weil der Class-D-Verstärker durchgebrannt ist oder die Versorgungsspannung für den Amplifier fehlt), dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass HDMI-ARC trotzdem perfekt funktioniert. Da HDMI-ARC das Audiosignal rein digital und direkt aus dem SoC herausleitet, umgeht es die gesamte analoge Kette des Fernsehers. Wenn also eine Soundbar über HDMI-ARC angeschlossen wird und der Ton pötzlich da ist, kann davon ausgegangen werden, dass:

- Der Hauptprozessor (SoC) einwandfrei funktioniert.
- Die Software (Firmware) den Ton richtig decodiert.
- Ein Defekt liegt dann isoliert im hinteren Hardware-Bereich des Mainboards (DAC, Audio-Verstärker oder Lautsprecher).

Das HDMI-CEC-Protokoll (Consumer Electronics Control) ist das logische Bindeglied, ohne das HDMI-ARC in der Praxis kaum nutzbar wäre. Während ARC für den Transport der Audiodaten zuständig ist, übernimmt CEC die Steuerung (Befehle wie *Lauter, Leiser* oder *Aus-*

[36] Silicon Images SiI9287BCNU Datasheet.

schalten). Architektonisch betrachtet unterscheidet sich CEC grundlegend von ARC, da es sich um einen reinen Steuerbus handelt.

1) Physische Architektur: Ein einziger, gemeinsamer Draht

Im HDMI-Kabel hat CEC eine eigene, dedizierte Leitung (Pin 13).

- **Ein-Draht-Bus:** Dieser Pin verbindet alle HDMI-Geräte im System (Fernseher, Soundbar, PlayStation, Blu-ray-Player) über eine einzige serielle Leitung.
- **Bus-Struktur**: CEC arbeitet mit einer sehr langsamen Übertragungsrate (ca. 417 Bit/s). Das reicht völlig aus, da hier keine Mediendaten, sondern nur kurze Steuerbefehle (Hexadezimal-Codes) verschickt werden.

2) Der logische Ablauf beim Audio-Routing (System Audio Control)

Wenn der Fernseher eingeschaltet wird und eine Soundbar über HDMI-ARC verbunden ist, steuert das CEC-Protokoll die gesamte Architektur im Hintergrund über das Feature "System Audio Control":

TV-Fernbedienung → Infarot/Bluetooth → TV-SoC → CEC-Befehl (Pin 13) → Soundbar-Controller → Lautstärke ändert sich

- **Handshake beim Start:** Beim Einschalten signalisiert der Fernseher über Pin 13: "Gibt es hier ein Audiogerät?" Die Soundbar antwortet: "Ja, ich bin hier."
- **Audio-Umschaltung:** Der TV-Hauptprozessor (SoC) erkennt diese Antwort und schaltet augenblicklich seine internen Audio-Weichen um. Die internen TV-Lautsprecher werden stummgeschaltet (Mute) und der digitale Audio-Datenstrom wird auf die ARC-Leitungen umgeleitet.
- **Lautstärkeregelung:** Wenn nun auf der Fernbedienung die Taste "Lautstärke +" betätigt wird, so verändert der Fernseher seine eigene Lautstärke nicht. Stattdessen sendet das CEC-Interface des SoCs den standardisierten Befehl <User Control Pressed> [Volume Up] über Pin 13 an die Soundbar. Die Soundbar empfängt diesen Befehl und regelt ihren eigenen Verstärker-Chip hoch.

7.4.7 Diagnostischer Nutzen bei der Fehlersuche

Da CEC (Pin 13) und ARC (Pin 14/19) auf völlig unterschiedlichen Pins und Protokollen basieren, hilft dieses Wissen für eine präzise Fehlerdiagnose, wenn kein Ton aus der Soundbar kommt:

Szenario A: Die Soundbar reagiert auf die TV-Fernbedienung (Lautstärke-Anzeige im Display der Soundbar springt an), aber es kommt kein Ton.

Diagnose: Das CEC-Protokoll funktioniert einwandfrei. Das bedeutet, die digitale Steuerleitung und die HDMI-Controller im SoC sind intakt. Der Fehler liegt rein auf der Audio-Ebene (z. B. ein inkompatibles Tonformat wie Dolby Atmos, das die Soundbar nicht versteht, oder ein Defekt auf den ARC-Leitungen/Pins).

Szenario B: Es kommt kein Ton und die Soundbar schaltet sich weder mit dem TV ein noch reagiert sie auf die Lautstärke-Tasten.

Diagnose: Hier ist bereits der digitale Handshake (CEC) fehlgeschlagen. Wenn der Fernseher die Soundbar per CEC nicht "sieht", schaltet sein SoC das Audio-Routing gar nicht erst auf den ARC-Ausgang um. Oft liegt das an einer softwareseitigen Deaktivierung im TV-Menü (bei Samsung heisst es *Anynet+*, bei LG *SimpLink*, bei Sony Bravia *Sync*) oder an einem defekten HDMI-Kabel.

Wenn die Lautstärkeregelung über die TV-Fernbedienung überhaupt nicht reagiert (und sich die Soundbar auch nicht mit dem Fernseher ein- oder ausschaltet), haben wir den Fehler bereits massiv eingegrenzt: Der HDMI-CEC-Handshake (Steuersignal) schlägt fehl. Wenn dieser digitale Händedruck nicht funktioniert, schaltet der Hauptprozessor (SoC) des Fernsehers den HDMI-ARC-Audioausgang gar nicht erst frei. Das System bleibt im "Blindflug".

7.4.8 Fehlerdiagnose in drei Schritten:

1) Software-Namen der Hersteller prüfen

Die Hersteller nennen HDMI-CEC in den Menüs selten beim echten Namen. Der Anwender muss diese Funktion in den System- oder Allgemeineinstellungen des Fernsehers aktivieren:

- Samsung: Suche nach Anynet+ (HDMI-CEC).
- LG: Suche nach SIMPLINK (HDMI-CEC).
- Sony: Suche nach BRAVIA Sync.
- Philips: Suche nach EasyLink.
- Panasonic: Suchen nach VIERA Link.

Prüfe auch im Soundbar- und Receiver-Menu, ob CEC dort aktiviert ist.

2) Der "CEC-Hänger" (HDMI-Reset)

HDMI-CEC-Controller neigen dazu, sich logisch aufzuhängen, wenn sie ein fehlerhaftes Signal empfangen haben. Ein normaler Neustart hilft hier oft nicht. Stattdessen soll ein Hardware-HDMI-Reset durchgeführt werden:

- Schalte den Fernseher und die Soundbar komplett aus.
- Ziehe alle HDMI-Kabel aus dem Fernseher (auch von der PlayStation, dem Apple TV etc.).
- Trenne den Fernseher und die Soundbar für etwa 5 Minuten komplett vom Stromnetz.
- Stecke das Netzkabel wieder ein und schalten beide Geräte ein.
- Verbinde nur die Soundbar mit dem HDMI-ARC/eARC-Port des Fernsehers und lass andere Geräte vorerst ausgesteckt.
- Prüfe, ob der Fernseher die Soundbar nun wieder erkennt.

3) Der „CEC-Killer“ (Fremdgeräte als Störquelle)

Da CEC über eine einzige, gemeinsame Leitung (Pin 13) läuft, kann ein einziges defektes oder billiges Gerät im gesamten HDMI-Verbund das Signal für alle anderen Geräte blockieren.

- Typische Verursacher: Ältere TV-Receiver, billige HDMI-Switches oder Set-Top-Boxen, die Pin 13 fälschlicherweise dauerhaft auf Masse (GND) legen.
- Test:Trenne jedes andere HDMI-Gerät vom Fernseher, so dass nur noch die Soundbar mit dem TV verbunden ist. Wenn die Fernbedienung nun plötzlich reagiert, hat eines der abgetrennten Geräte den CEC-Bus blockiert.

Wie lokalisieren wir auf einem HDMI-Stecker den gesuchten Pin 13?



Abb. 34: HDMI-Stecker (Blick auf die Kontakte)

- Suche die obere Kontaktreihe.
- Der vierte Pin von rechts ist Pin 13 (CEC).
- Mit Blick auf die HDMI-Buchse am Fernseher ist die Pinbelegung spiegelverkehrt.

Resume:

Nach diesem Exkurs sollte ein TV-Reparateur in der Lage sein, auch kompliziertere Audioprobleme selbständig zu lösen.

8 Firmware

8.1 Betriebssystem

Auf jedem SmartTV läuft ein bestimmtes Betriebssystem wie zum Beispiel Google TV (Sony, Philips), Android TV, Roku OS (Hisense), Fire TV, LG webOS oder Samsung Tizen. Nebst den grossen Plattformen gibt es weitere Systeme wie Titan OS oder My HomeScreen (Panasonic). Viele Hersteller setzen auf eine Mehrmarken-Strategie und nutzen je nach Modellreihe oder Region unterschiedliche Betriebssysteme.

Android-Betriebssysteme bauen auf einem Linux-Kernel auf. Ein Linux-Android Betriebssystem ermöglicht:

- die Grafische Benutzeroberfläche (Menüs, Startbildschirm)
- die Verwaltung von Apps (Netflix, YouTube, Prime Video etc.)
- die Verknüpfung mit dem Google Play Store

Das gesamte Betriebssystem wird bei SmartTVs als *Firmware* bezeichnet und beinhaltet:

- den Linux-Kernel
- das Android-Betriebssystem
- spezifische Treiber des TV-Herstellers (z.B. für das Panel oder den Tuner)
- vom Hersteller vorinstallierte Apps sowie spezifische Bildeinstellungen

Bei einem Systemupdate wird meist das gesamte Betriebssystem aktualisiert, um Fehler zu

beheben, Sicherheitslücken zu schließen oder neue Android-Funktionen aufzuspielen.

8.2 IMG, BIN und PKG

Bei einem Firmware-Update begegnen uns gelegentlich Dateien mit den Endungen **.pkg** oder **.bin** oder **.img**. Worin besteht der Unterschied?

a. Eine .img-Datei ist ein vollständiges Abbild (Image) des gesamten Systems und wird von Herstellern wie Samsung, Toshiba, Sharp und auch in preisgünstigeren Modellen (z.B. mit Vestel-Chassis) verwendet. Wenn ein SmartTV beim Logo hängen bleibt und immer wieder neu startet, hilft meist nur noch das Einspielen einer .img-Datei über einen USB-Port.

b. Eine .bin-Datei enthält die ausführbare Firmware (Binary) oder ein einzelnes Datenpaket und wird von TCL und Xiaomi verwendet.

c. Eine .pkg-Datei (Package) wird von einigen Herstellern (darunter Sony, Philips und LG) für Firmware-Updates benutzt.

8.2.1 Image-Datei (Systemabbild)

Eine .img-Datei ist ein exakter Klon (Image) eines gesamten Dateisystems oder Speicherbereichs. Das Images enthält nicht nur die Software selbst, sondern auch die Ordnerstruktur, Bootloader-Infos und Systempartitionen. In analogia wie das Klonen einer gesamten Festplatte inklusive Windows und aller Partitionen. Image-Dateien werden für System-Recoverys und bei Erstinstallationen verwendet.

8.2.2 Binär-Datei (Binary)

Eine .bin-Datei enthält den compilierten Programmcode für den Prozessor des Fernsehers. Verwendung finden Binärdateien für Updates via USB-Stick. Der Fernseher liest diese Datei ein und überschreibt damit gezielt die alte Softwareversion. Als Analogie in etwas wie das Ausführen einer setup.exe unter Windows, um ein bestehendes Programm zu aktualisieren.

8.2.3 PKG-Datei (Package)

Eine .pkg-Datei ist im Grunde ein Installationspaket, das wie ein Archiv (ähnlich einer .zip- oder .rar-Datei) funktioniert. Während .bin und .img unkomprimierte Daten für den Speicherchip enthalten, ist eine .pkg-Datei eine Verpackung für den Enduser. Bekannte TV-Hersteller wie Sony (Bravia) oder TCL nutzen .pkg-Dateien standardmässig für reguläre USB-Updates. Im Inneren einer .pkg-Datei finden sich meistens .bin- oder .img-Dateien, die das System für ein Upgrade oder eine Neuinstallation benötigt. Zusätzlich sind Sicherheitszertifikate und Prüfsummen enthalten, um so eine Korrumpierung der Datei zu verhindern. Im Analogievergleich wie ein versiegeltes Amazon-Paket, welches das Produkt (Firmware) mit dem Lieferschein (Installationsskript) enthält und den Inhalt beim Transport vor unbefugtem Zugriff schützt.

Beim Bootvorgang geschieht folgendes: Der Fernseher liest die .pkg-Datei vom USB-Stick,

überprüft anhand der Verpackung, ob die Firmware unbeschädigt und für dieses TV-Modell freigegeben ist, entpackt sie selbstständig und startet dann erst die Installation. Schlägt die Prüfung der .pkg-Datei fehl, bricht der Fernseher das Update ab, bevor das System Schaden nimmt. Für den User ist ein Packagedatei einfacher, da er nicht unterschiedliche Systemdateien (boot.bin, system.img) einzeln aufspielen muss. Der Hersteller packt alles in eine einzige .pkg-Datei und der Fernseher erledigt den Rest.

Resume: Für ein normales Software-Update über das Menu eines noch funktionierenden SmartTVs wird meist eine .bin-Datei und für ein USB-Upgrade auch eine .img-Datei benutzt. Einige Hersteller verwenden aus Sicherheitsgründen eine .pkg-Datei. Die für ein Update über den USB-Port benutzte Datei muss sich im Hauptverzeichnis eines FAT32-formatierten USB-Sticks befinden.

8.3 Update über das Setting-Menu

Bei einem Systemupdate wird meist das gesamte Betriebssystem aktualisiert, um Fehler zu beheben, Sicherheitslücken zu schließen oder neue Android-Funktionen aufzuspielen.

Beispiel: Ein 4K SmartTV bleibt ab und zu während des Bootens stehen. Zwischendurch funktioniert das Gerät einwandfrei, bis sich der Fehler erneut manifestiert. Weil die Störungen zunehmen, soll ein Software Update erfolgen. Dazu sind folgende Schritte erforderlich:

1. Gehe ins Setting Menu
2. Gehe zu System oder Geräteeinstellungen
3. Gehe zu Systemaktualisierung oder Software Update

Ins Setting Menu gelangt man mit der Home-Taste (Haus Symbol) oder mit der Einstellungs-Taste (Zahnrad Symbol).

Nach erfolgreichem Update soll ein *Factory-Reset* ausgelöst werden. Folgende Schritte sind angesagt:

1. Benutze das Setting Menu
2. Gehe zu "Bild"
3. Gehe zu "Kontrast"
4. Drücke kurz hintereinander 9-7-3-5

Nun erscheint das Factory-Menu. Es verbleiben noch zwei Schritte:

1. Wähle "Reset Shop"
2. Drücke die rechte Pfeiltaste auf der Fernbedienung

Je nach Fabrikat, Modell oder Chassis kann die Vorgehensweise variieren.

Der Fernseher wird nun zurückgesetzt und das Installationsmenü wird angezeigt. Nach einem Neustart funktioniert der Fernseher einwandfrei.

8.4 Update über einen USB-Stick

Ein 4K SmartTV gibt Anlass zur Sorge. Es handelt sich um einen TCL 60E6000US. Das TV-Gerät bleibt während des Aufstartens beim TCL-Logo hängen. Die Hintergrundbeleuchtung ist eingeschaltet, aber es erscheint kein Bild. Dann startet der Fernseher erneut, um sich nach kurzer Zeit von selbst auszuschalten.

Der Reparateur vermutet ein Software-Problem. Als Abhilfe soll zunächst ein Hard-Reset durchgeführt werden. Folgendes ist zu tun:

1. TV vom Netz trennen
2. Power-Button für 20 Sekunden betätigen
3. Netz wieder zugeschalten
4. TV wird mit der Fernbedienung eingeschaltet

Nach kurzer Zeit erscheint bei aktiver Hintergrundbeleuchtung das TCL-Logo, doch es kommt noch immer kein Bild. Danach startet der Fernseher erneut, um wieder beim Logo hängen zu bleiben. Nach einigen Minuten schaltet er sich selbst aus. Offensichtlich hat der Hard-Reset nichts bewirkt, deshalb soll eine Neuinstallation der Firmware das Problem lösen. Auf der Support-Seite des Herstellers[37] wird die passende Firmware für das TV-Modell 60E6000US gesucht und anschliessend auf einen Notebook/PC geladen. Es handelt sich um zwei Dateien: update.img und MS08BPupgrade.bin. Weil eine Neuinstallation durchgeführt wird, kann die BIN-Datei nicht verwendet werden. Stattdessen wird die zuvor entpackte IMG-Datei (etwa 400 MB) benutzt. Die IMG-Datei wird nun ins Hauptverzeichnis (Root) eines mit FAT 32 formatierten USB-Flash-Memory kopiert. NTFS eignet sich nicht für den vorliegenden Zweck. Anschliessend wird der Stick in den USB-Port des Fernsehers eingesteckt, der mit "Service" beschriftet ist.

Danach sind folgende Schritte erforderlich:

1. TV vom Netz trennen
2. Power-Button für 10 bis 20 Sekunden betätigen
3. Netz wieder zuschalten
4. Power-Button erneut betätigen, bis Installation beginnt

Anm.: Bei ausgeschaltetem SmartTV bewirkt das Halten des Power-Buttons für mehrere Sekunden folgendes: Beim Einschalten versucht der Fernseher zu starten. Bei längerem Betätigen des Schalters sogar mehrmals. Dadurch werden Restladungen von Kondensatoren abgebaut (Power Drain) und undefinierte Zustande (Speicherfehler, eingefrorene Menüs, blockierte Prozesse etc.) gelöscht. Wenn das Netz zurückkommt, startet der Fernseher wie gewohnt (es sei denn, dass ein gröberes Problem ansteht).

Es dauert eine Weile, bis die Neuinstallation abgeschlossen ist. Während die LED blinkt darf der USB-Stick nicht entfernt werden. Nach erfolgreicher Installation startet das TV-Gerät automatisch von Neuem. Etwas Geduld ist dabei unumgänglich, denn oft dauert der erste Startvorgang mehrere Minuten. Um anschliessend einen Factory-Reset auszulösen, also den Fernseher auf den Auslieferungszustand zurückzusetzen, geht man bei einem TCL-SmartTV

[37] support.tclelectronics.au/software-version/

wie folgt vor: Im Bildmenu wird "Contrast" gewählt, anschliessend wird die Tastenfolge 9-7-3-5 getätigt, um in das Service-menu (Main/Factory) zu gelangen. Nun wird "Reset Shop" und daraufhin die "rechte Pfeiltaste" angeklickt, um so den Reset zu starten. Anschliessend wird der Fernseher automatisch auf Werkseinstellung zurückgesetzt. Nun werden mit der Fernbedienung die Grundeinstellungen vorgenommen. Danach ist der SmartTV einsatzbereit.

Nach erfolgter Installation kann über das TV-Menu auf die neueste Version aktualisiert werden. Unter "Settings/System/Software update /By USB" ist die installierte Version zu finden. Die neueste Version befindet sich auf der TCL-Seite und kann als .bin-Datei herunter geladen werden, indem im Untermenu "Settings/ System" ein Update gestartet wird. Die Neuinstallation kann via Internet oder mit einem USB-Stick erfolgen. Nach erfolgtem Update und einem Neustart sollte der Fernseher wieder störungsfrei laufen.

8.5 Firmware für ein neues Mainboard

Bei einem 55'' Sony Bravia Android SmartTV mit der Modellnummer KD-55X8500E muss das Mainboard ersetzt werden. Die Platine wird einem 75'' TV mit schadhaftem Panel aus der-selben Modellreihe entnommen. Nach dem Austausch wird die aktuelle Firmware von der Supportseite des TV-Herstellers heruntergeladen, damit das neue Mainboard auch erkannt wird. Für dieses Modell ist es die Datei **sony_dtvota_2016_1607220100_paa_auth.zip**. Nach dem Entpacken wird die Firmware in das Hauptverzeichnis eines FAT32-formatierten USB-Gerätes kopiert. Das kann auch per Drag & Drop geschehen. Dann wird der Stick bei eingeschaltetem TV-Gerät in einen der USB-Ports eingesteckt. Sobald der Stick erkannt wurde, erscheinen verschiedene Meldungen auf dem Bildschirm, die den weiteren Verlauf bestimmen.

Sollte der Fernseher auf den USB-Stick nicht reagieren, wird mit der Fernbedienung aus- und wieder eingeschaltet. Sobald die Datei vom Stick eingelesen wurde, beginnt der Aktualisierungsvorgang und die Power-LED am Fernseher beginnt zu blinken. Indessen wird auf dem Bildschirm der Aktualisierungsfortschritt angezeigt. Nach einigen Minuten (es kann dauern!) schaltet sich der Fernseher aus und anschließend wieder ein, um das Update abzuschließen. Sobald das gesehehen ist, erscheint auf dem Display eine diesbezügliche Meldung. Jetzt erst kann der USB-Stick entfernt werden.

Nach erfolgtem Update sollte die Softwareversion überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Aktualisierung erfolgreich war. Wenn eine Aktualisierung mit der Bezeichnung **sony_dtv0FA60A0AA0AA_00004200_16072201000365.pkg** verwendet wurde, hat alles seine Richtigkeit. Wenn aber nicht, muss das Update wiederholt werden. Zuvor sollte man sich nochmals vergewissern, dass die richtige Version ausgesucht wurde.

9 Quellverweise

9.1 Weblinks

9.1.1 TV-Wissen

https://www.ornatepixels.com/

https://frugalrepair.com/resources/

https://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%BCssigkristallanzeige

9.1.2 Ersatzteile und Manuals

https://samsung.sparepartservice.shop/

https://www.samsung.com/de/support/self-repair/

9.2 YouTube Videos

Hauptplatine von LCD-Fernsehern
https://youtu.be/CUrnbjYLA5A

Video signal transmission motherboard and Tcon
https://youtu.be/ca5i_GZ9lds

Vizio P502ui-B1E ohne Bild EEPROM oder Prozessor
https://www.youtube.com/watch?v=bT8Rml0Ghdo

Visio E550i-B2 kein Bild, Ton vorhanden
https://www.youtube.com/watch?v=8kGVV3eLO24

Vizio D55U-D1 kein Bild, kein Ton Reflow
https://www.youtube.com/watch?v=fSPgoT0KJIE

SmartTV Visio E550i-B2 Kein Bild, Ton vorhanden
https://www.youtube.com/watch?v=8kGVV3eLO24

SmartTV Visio M50-C1, zeigt Logo, aber kein Bild
https://www.youtube.com/watch?v=t8YFk-RG5qA

Insignia fire TV blockiert bei der Sprachauswahl
https://www.youtube.com/watch?v=cZ2gZvDDk2M

39-Zoll-Insignia-Fernseher kein Bild
https://www.youtube.com/watch?v=02e2UUQIYn4

Toshiba SmartTV def. Hintergrundbeleuchtung
https://www.youtube.com/watch?v=KiVbPoEc0mk

Sony KD-60X690E L with a blink code
https://www.youtube.com/watch?v=aH2aTKnfZX8

Sony XBR-55X850D TV No HDMI? How To Refurbish
https://www.youtube.com/watch?v=suCmpOX1fu8

RCA Smart TV Backlight-LEDs ersetzen
https://www.youtube.com/watch?v=Yz5mbeb4QkE

Hisens SmartTV Standby-LED leuchtet nicht
https://www.youtube.com/watch?v=g4G3ocxkDlk

39'' Insignia-TV lässt sich einschalten, aber kein Bild
https://www.youtube.com/watch?v=02e2UUQIYn4

TCL Smart TV Restart on Logo Screen Firmware
https://www.youtube.com/watch?v=cd2fQuO4S8o

4K TCL Fernseher mit Klebeband repariert
https://www.youtube.com/watch?v=4KZEjpN4WyI

4K 55'' TCL Smart-TV mit Klebeband repariert
https://www.youtube.com/watch?v=pfrRhw7-ZII

Sony Bravia Android Main board replaced 65"/75"
https://www.youtube.com/watch?v=A6ZOtyxZ4Eo

Samsung UN55NU7100FXZA halbdunkler Bildschirm
https://www.youtube.com/watch?v=aCtTKHhDG3g

Samsung LED-Fernseher UN65H6203AFxza ohne Bild
https://www.youtube.com/watch?v=KFWgN_T4IAY

Samsung GQ65Q90TGT Reflow, Mainboard getauscht
https://www.youtube.com/watch?v=wbxGU7xXBrU

Samsung UN65JU6500fxza no picture, no standby led
https://www.youtube.com/watch?v=Hr-isuO1TjY

50 Zoll Samsung UN50NU6900B halbdunkles Bild
https://www.youtube.com/watch?v=rI7yRMulBOI

55 '' Samsung UN55NU7300FXZA dark screen half side
https://www.youtube.com/watch?v=NxIuZH4f-Ik

Samsung UN55MU6300F kein Bild, keine Standby-LED
https://www.youtube.com/watch?v=c6XIgqznISM

65 Zoll 4K Samsung UN65MU6290 Ton aber kein Bild
https://www.youtube.com/watch?v=ejaRVrnDpb0

Samsung UE75MU6179U Mainboardproblem
https://www.youtube.com/watch?v=KIWglNRBAiQ

Samsung 60" weder Bild, Backlight oder TCON
https://www.youtube.com/watch?v=6hLO22V4_V8

Samsung TV LE32A336J Mainboard Problem
https://www.youtube.com/watch?v=zQY9Jojug9M

60" Samsung kein Bild – Backlight oder T-Con?

https://youtu.be/6hLO22V4_V8

Samsung SmartV mit Fehler im Mainboard
https://youtu.be/D_R_iuPaMS0

8K Samsung kein Bild, Mainboard ersetzt
https://youtu.be/kmvJsT002bQ

Samsung UN65RU7100FXAZ Backlight defekt
https://www.youtube.com/watch?v=WMIT3VOnJqo

Samsung UN65JS9500 LED Smart Curve Monitor
https://www.youtube.com/watch?v=mPkG-43RlXw

75 '' Samsung QN90A Neo Qled - no Picture, no sound
https://www.youtube.com/watch?v=P4wF0Oi3efo

3 Ways to fix HDMI input "no signal" problems
https://www.youtube.com/watch?v=SGf8FEjGlVA

4x8 HDMI Splitter - Switcher Repair
https://www.youtube.com/watch?v=Zv5E0NbqNq0

Broken HDMI Port Repair For LG TV
https://www.youtube.com/watch?v=Z54O6G8uuJE

LG 42LE5400 LED - kein Bild, Prozessor Reflow
https://www.youtube.com/watch?v=NIBQnsYOm5o

LG SmartTV HDMI No Signal?
https://www.youtube.com/watch?v=ZUPzTHLKEc0

LG TV HDMI Port Repair
https://www.youtube.com/watch?v=KvQLdN2yE-I

4x8 HDMI Splitter / Switcher Repair
https://www.youtube.com/watch?v=Zv5E0NbqNq0&t=74s

Pioneer VSX-S520 AV Receiver HDMI Signale messn
https://www.youtube.com/watch?v=FPn1mo0dumY

Pioneer VSX-521 AV Receiver 'No Audio'
https://www.youtube.com/watch?v=uLlBSU-QFq4

Yamaha RX-V673 no Audio - Diagnostic and Repair
https://www.youtube.com/watch?v=dLqNkj3Nfd4

Onkyo TX SR606 & SR607 HDMI Input Problem
https://www.youtube.com/watch?v=1GgDEtSug2o

Onkyo TX-SR705 HDMI failure can it be fixed?
https://www.youtube.com/watch?v=2ZJ2O6WY_BM

Xgecu TL866II Plus vs T48 vs T56
https://www.youtube.com/watch?v=42VCmOVWAyc