

Pinball & Arcade in einem Gerät

Konzept und Anforderungen

Schon seit vielen Jahren gibt es virtuelle Flipperautomaten, bei welchen die Spielfläche und das Backglass durch Monitore unter Verwendung der Freeware-Computerprogramme „Visual Pinball“ und „Future Pinball“ simuliert wird. Geräte dieser Art werden als „Virtual pinball cabinet“ bezeichnet und auch kommerziell angeboten (<http://virtuapin.net/>).

Noch sehr viel länger gibt es den Emulator Mame zur Simulation von Arcade-Automaten, mit welchem sich nahezu jedes Arcade-Game auf einem normalen PC abspielen lässt. Mit Hilfe entsprechender Adapter kann Mame auch mit original Arcade-Joysticks und Buttons betrieben werden.

Konzept ist es, beide Gerätetypen, d.h. Flipper und Arcade in einem Gehäuse zu verbauen. Ermöglicht wird dies vor allem durch einen Monitor, der über eine verstellbare Halterung in drei Positionen gebracht werden kann: Hintere Position als Pinball-Backglass, vordere Position als Arcade-Monitor, liegende Position für Transport und Lagerung (Abb).



Für den Eigenbau eines solchen Gerätes habe ich folgende Anforderungen gesetzt:

- Die Gesamtkosten dürfen 1000,- € nicht übersteigen. D.h. Verwendung gebrauchter Komponenten und Verzicht auf Gimmicks (z.B. Digital-Plunger).
- Da meine handwerklichen Fähigkeiten begrenzt sind und meine Werkzeug-Ausstattung eher bescheiden ausfällt muss die Konstruktion simpel sein.
- Das Gerät muss kompakt, transportabel und platzsparend zu verstauen sein.
- Die Einrichtung der Software muss für den interessierten Laien gut zu bewältigen sein.

Diese Vorgaben führten zu einem Gehäuse in Form einer nach oben offenen rechteckigen Kiste, welche ca. 100 cm lang, 40 cm breit und 25 cm hoch ist und zum Spiel auf einen Esstisch gestellt wird. Die Arcade-Bedienelemente sind vorn oben, die Flipperknöpfe wie gewohnt seitlich und die Start-Buttons an der Vorderfläche platziert. Ein 27-Zoll 16:9-Monitor (M1) ist als Spielfläche schräg in das Gehäuse eingelassen. Ein 22-Zoll 4:3-Monitor (M2) ist als Backglass bzw. Arcademonitor am hinteren Ende des Gehäuses gelenkig montiert.

Da die Einrichtung von Visual-Pinball ungleich komplizierter als die von Future-Pinball ist, werde ich mich auf Future-Pinball beschränken.

Hardware und Materialien

Hinweis: Bitte drucken Sie die vor dem Lesen der nachfolgenden Ausführungen den Konstruktionsplan aus. Die Pos.-Bezeichnungen beziehen sich auf den Konstruktionsplan.

Monitor M1

M1 muss eine Reihe spezieller Anforderungen erfüllen:

- 27“, 16:9
- Die äußere Form muss strikt rechteckig und möglichst auch symmetrisch sein. Einige Monitore haben Rundungen, die man erst auf dem zweiten Blick sieht, beim Einbau aber Probleme machen würden. Da der Monitor auf Winkelschienen gelagert wird müssen die rückwärtigen Seitenkanten plan sein; auch da sind häufig unerwünschte Rundungen anzutreffen.
- Die Bedienungselemente von M1 sollten sich vorn befinden, so dass der eingebaute Monitor bedienbar bleibt. Bei den meisten Monitoren befinden sie sich aber seitlich, unten oder hinten und da kann's Probleme geben.
- Der Monitor wird vertikal, in der sog. Pivot-Position verbaut. Diese Position wird softwaremäßig erzeugt, so dass der Monitor keine Pivot-Funktion haben muss. In jedem Fall ist es aber unabdingbar, dass der Monitor in dieser Position ein einwandfreies Bild liefert. Bei einigen Monitoren ist im Pivot-Betrieb die obere Hälfte dunkel und die untere hell.

Ich habe als M1 einen Samsung S27C450B für ca. 250,- € (neu) verbaut, der diese Forderungen erfüllt. Beim Flippern ist das Teil sehr tauglich, wenn man seitlich daneben steht gibt es aber erhebliche Zickereien mit dem Blickwinkel.

Monitor M2

M2 ist längst nicht so problematisch, wie M1. Auf ein paar Vorgaben muss man dennoch achten:

- 22“, 4:3
- die Bedienelemente dürfen sich nicht an der unteren Kante befinden (denn darauf wird das Teil ja gelagert)
- der Monitor muss deutlich breiter als die Schmalseite von M1 sein, weil M2 sonst nicht in der Arcade- oder der Transportposition auf den Gehäuseseiten platziert werden kann und durchrutschen würde.

Ich habe einen gebrauchten Hanns G.-Monitor für 40,- € verwendet.

Monitor-Halterung

Um M2 in die verschiedenen Positionen zu bringen wird eine zweckentfremdete Wandhalterung benötigt: <http://www.conrad.de/ce/de/product/775093/TFTLCD-Monitor-Wandhalterung-Teleskop-38-61-cm-15-24-Weiss> , was mit ca. 25,- € zu Buche schlägt.

Computer

Weder Future-Pinball, noch MAME stellen horrenden Hardware-Anforderungen (siehe <http://www.futurepinball.com> und <http://www.vpforums.org/index.php?showtopic=10069> bzw. <http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20061107234243AAhTg8k>) Speziell um MAME braucht man sich nur dann Sorgen machen, wenn die neueren Games (ab 1990) interessant sind.

Bei Future-Pinball ist die Leistung des Prozessors wichtiger, als die der Grafikkarte. Ich konnte selbst ausprobieren, dass die Drosselung der Grafikleistung in den Einstellungen von Future-Pinball recht wenig bringt.

Um das Budget begrenzt zu halten habe ich mich für eine bescheidene Variante entschieden:

- Mainboard: ASRock ConRoe945G-DVI
- Prozessor: Pentium4 3Ghz
- RAM: 4GB DDR2
- Festplatte. Samsung Spinpoint 40GB
- Grafikkarte: GTS 450 (nvidia-Karte ist erforderlich)

Diese Konstellation betrachte ich als ausreichend. Vielleicht wäre ein Dual-Prozessor angemessener. Die weitaus meisten Future-Pinball-Tische laufen ohne wenn und aber einwandfrei. Frameraten von 60-70 fps sind die Regel. Ich habe keine Ahnung, wie sich das bei Visual-Pinball verhalten würde.

Die Computer-Komponenten habe ich in ein schmales Micro-ATX-Gehäuse eingebaut (ein normales Midi- oder Mini-ATX-Gehäuse wäre zu hoch gewesen). So hat alles seinen Halt. Da ein normales Computer-Netzteil für das Gehäuse zu groß ist wurde es separat eingebaut.

Als Lautsprecher habe ich 2 flache USB-Computerlautsprecher verwendet, die ich hinten über dem Computergehäuse eingebaut habe, deren Bezeichnung ich aber nicht mehr rausbekomme. Alternativ kann man evtl. sowas nehmen: http://www.redcoon.de/B262686-Creative-A40_Lautsprecher?refId=94511216

Obwohl die Komponenten nicht so wahnsinnig heizen muss die warme Luft ja irgendwie raus. Ich habe es bei 2 6cm-Lüftern belassen, die ich hinten an die dafür vorgesehene Stelle im Computergehäuse platziert habe. Bitte unbedingt Silence-Lüfter nehmen. Vielleicht wären große seitlich platzierte Lüfter besser (auch bzgl. des Geräuschpegels). Anscheinend reichen die beiden Zwerge aber aus; 70 °C werden weder vom Prozessor, noch von der Grafikkarte überschritten. Sicherheitshalber habe ich in die Abdeckplatte (Pos. 4) eine lüfterlose Öffnung reingebaut.

Für den ganzen Krempel (gebraucht) habe ich bei Ebay ca. 150 € bezahlt.

Bedienungselemente

Die für den Pinball- und Arcadebetrieb notwendigen speziellen Bauteile, wie Buttons, Joysticks, Kabel, Interface etc. lassen sich über 2 Shops beziehen:

Arcadeshop: <http://www.arcadeshop.de/> und

Ultracabs: <http://www.ultracabs.co.uk/>

Während der Arcadeshop ein ganz normaler deutscher Internetshop ist handelt es sich bei Ultracabs um ein englisches Versandhaus, wobei aber Kaufabwicklung, Bezahlung und Lieferung völlig unproblematisch sind.

Was man braucht:

- 15 Buttons für dickere Gehäusestärken möglichst gleich mit Microschalter, also z.B. sowas: <http://www.ultracabs.co.uk/blue-concave-pushbutton-144-p.asp>
- 1 Leucht-Button als Plunger Ersatz: <http://www.ultracabs.co.uk/blue-rectangular-illuminated-pushbutton-87-p.asp>

- 2 analoge Schalter für Flipperknöpfe, die man hier bekommt: http://www.arcadeshop.de/ILSA-Buttons-Leafswitch-Champ_566.html Es müssen unbedingt diese Schalter sein, weil normale Microschalter Verzögerungen bewirken.
- 1 Joystick, wobei ich den Crown-Joystick empfehle: http://www.arcadeshop.de/Crown-Joysticks-CWL305-violett-Crown_1004.html
- I-Pac2-Platine: http://www.arcadeshop.de/Encoder-I-PAC-2-FS32_834.html Diese Platine kann mittels eines PS2- oder einen USB-Anschlusses angeschlossen werden und setzt die Button-Schaltungen in Tastaturbefehle um.
- Anschlusskabel, d.h. sowas: <http://www.ultracabs.co.uk/ipac-ready-crimped-wires-x-10-48mm-78-p.asp> und unbedingt sowas: <http://www.ultracabs.co.uk/daisy-chained-ground-wire-48mm-38-p.asp>


Das alles macht mit Versand ungefähr 90,- €

Ergänzend hierzu muss der Computer auch ganz normal bedienbar sein, was ich mit einer drahtlosen Tastatur-Maus-Kombi realisiert habe. Für die Einrichtung von Future-Pinball braucht die Tastatur einen separaten Nummernblock.

Holz

- Ich habe mich für 16mm MDF-Platten entschieden. Wichtig ist ein absolut präziser Zuschnitt, den man im Baumarkt normalerweise nicht erwarten kann. Ich empfehle die Fa. DaBenMo: <http://www.dabenmo.de/mdf.html> Einfach ne E-Mail schreiben, sagen was man will und zugeschnitten liefern lassen. Ich glaube, ich bin mit ca. 25,- € hingekommen.
- Für die Abdeckplatte (Pos. 4) ist 16mm zu klobig. Hier ist eine 3mm-Plastikplatte geeigneter.

Leisten etc.

- Für den oberen Kantenumlauf (Pos. 13-15) habe ich Profil-Buchenleisten 2,5 mit Rundkante (siehe Abb.) verwendet, die nahezu perfekt zu den 16mm-Platten passen. War eine gute Idee, weil die Hand beim Flippern nicht auf einer harten Kante liegt.
- 
- Der Monitor liegt auf einer links- und rechtsmontierten schwarzen Winkelleiste aus Plastik mit 2,5 x 2,5 Kantenlänge (Pos. 16), wobei der Rest als Kantenschutz (vorn) verwendet werden kann.
 - Zu Monitorbegrenzung in der Pinball-Position wird eine Winkelleiste aus Alu mit 5 x 5cm Kantenlänge (ohne Pos.) benötigt.
 - Ferner braucht man quadratisches Kantholz mit 2,5 und mit 3,5cm Kantenlänge

Kleinkram

- Auf der Grundplatte soll sich eine Steckdosenleiste (Pos. G) befinden, um die Monitore und den Computer anschließen zu können. Bei Conrad gab es eine mit Überspannungsschutz, die man prima anschrauben kann: <http://www.conrad.de/ce/de/product/610584/Ueberspannungsschutz-Steckdosenleiste-6fach-Ueberspannungsschutz-Steckdosenleiste-drehbar-Schwarz>

- Ich habe die Holzplatten mit Metallwinkeln (ca. 10 Winkel) und Kantholz verbunden.
- Für die Winkelverbindungen braucht man ca. 100 4,5 x 12 mm Holzschrauben. Ich habe erst 16mm verwendet und das hat Beulen gegeben. Für den Kantenumlauf werden 3 x 12mm Schrauben benötigt, für die Querstange 6 x 30mm.
- Das Computergehäuse kann man mit selbstschneidenden Blechschrauben (ich glaube 4,5 x 20 mm) von außen und ggf. von unten her durch das Holz fixieren.
- Zur oberen Befestigung von M1 muss man sich irgendwas einfallen lassen, was sich später auch wieder demontieren lässt. Ich habe in meinem Fundus Plastik-Flügelmuttern (siehe Abb.) gefunden und dazu verwendet.
- Griffe sind wichtig, weil das Teil bestimmt so um die 40 Kilo wiegt. Die hier haben sich als sehr zweckmäßig erwiesen:
http://www.amazon.de/gp/product/B000TGFIHA/ref=oh_details_o02_s00_i00?ie=UTF8&psc=1
- Für die Grundplatte braucht man 2 sog. „Bettkastenrollen“ hinten und 2 GummifüÙe vorn. Wenn man das Gehäuse auch seitlich hinstellen will braucht man höhere GummifüÙe (bei Ebay „GummifuÙ 25 x 25 eingeben).
- Für die Kabel braucht man einen 60mm Kabeldurchtritt, also sowas hier:
http://www.amazon.de/Kunststoff-Kabeldurchf%C3%BChrung-Kabeldurchlass-60-schwarz/dp/B00CMQV88S/ref=sr_1_cc_1?s=aps&ie=UTF8&qid=1374160790&sr=1-1-catcorr&keywords=60+mm+kabeldurchlass. Weil der nicht richtig passt muss er zurechtgesägt werden.
- Zur Abdichtung und zur Abdeckung von kleinen Lücken hat sich selbstklebendes Moosgummiband 10 x 3 bewährt (Ebay).



Werkzeug

Bei den MDF-Platten muss jedes Schraubenloch vorgebohrt werden. Für die 4,5mm-Schrauben braucht es einen 3mm Holzbohrer und einen kleinen Senker.

Für die Buttons benötigt man einen 28mm und für den Joystick einen 35mm Forstnerbohrer, für den Kabeldurchlass einen 60mm Kreisbohrer.

Ferner wird ein kräftiger Akkuschrauber, eine Abisolierzange, eine Crimpzange (eine billige tut's vollkommen) und ggf. eine Gehrungslade (zum Zusägen der Kranzleisten) benötigt.

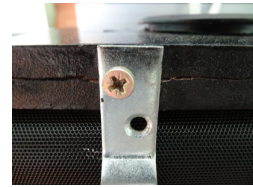
Farbe

Ich habe eine Seidenmatt-Lackierung auf Lösungsmittelbasis und z.T. auch Pinsel verwendet, was ganz klar ein Fehler war, weil die Lackierung ein klebriges unangenehmes Gefühl hinterlässt und jedes nachträgliche Nachbessern deutlich sichtbar war. Zudem sieht die Kranzleiste schon jetzt dreckig aus. Ich denke, dass ein glänzender Lack auf Lösungsmittelbasis zumindest für den Kantenumlauf und die Handauflage geeigneter ist. In jedem Fall führt das Auftragen mit der Rolle zu besseren Ergebnissen, als mit dem Pinsel.

Für MDF-Platten braucht man unbedingt geeignete Vorstreichfarbe.

Vorbereitung der Montage

Wichtiger Hinweis: Beim Verschrauben von MDF-Platten ist es unabdingbar, dass entsprechend vorgebohrt wird (z.B. 3mm-Bohrer für 4,5mm Schrauben). Das Holz reißt sonst ein (siehe Abb.). Damit Holzschrauben nicht überstehen muss das Loch mit einem sog. „Senker“ oder einem größeren Bohrer konisch aufgebohrt werden.



Lackieren

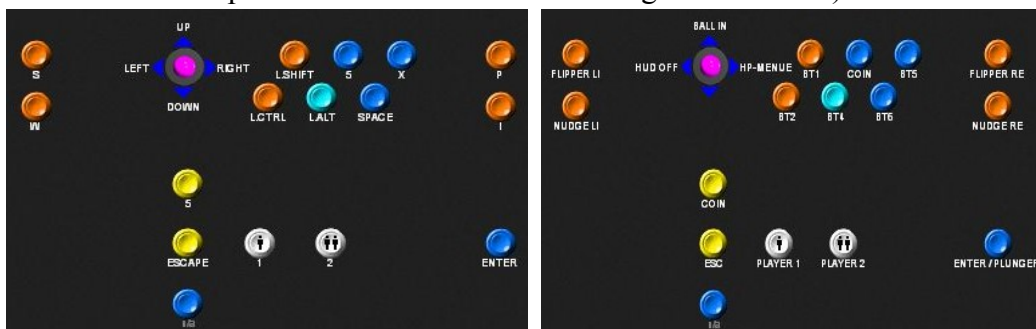
- Eine Lackierung der Grundplatte (Pos. 1) ist nicht notwendig.
- Die zugeschnittenen aber nicht vorgebohrten MDF-Platten müssen vor allen weiteren Maßnahmen abgeschliffen werden (240er Körnung).
- Danach Streichen mit Vorstreichfarbe. Um ein Aufquellen an den Kanten zu vermeiden müssen die Schnittflächen auch vorgestrichen werden.
- Nach ca. 6 Std. ist die erste Lackierung möglich, 1 Tag später die zweite.

Vorbereitung des Computers

- Der Computer sollte vor allem weiteren Maßnahmen zusammengestellt und in das Computergehäuse (Pos. D) montiert werden. Als Betriebssystem wird Windows XP SP3 benötigt; alles andere kann Ärger machen.
- Zur Einrichtung und zum Testen der I-Pac2-Platine (Pos. H) bitte das Programm Winipac IPD installieren: http://www.ultimarc.com/winipac_ipd.html
- Die weitere Software kann später eingerichtet werden.

Vorbereitung der I-Pac2-Platine (Pos. H)

- Kabel an I-Pac2-Platine anschließen. Vorher Anleitung durchlesen: <http://www.ultimarc.com/ipac2.html>
- Vorgehensweise: Kabel abisolieren, den blanken Draht nach hinten über die Isolierung biegen und dann in die jeweilige Öffnung stopfen. Wenn man das so macht sitzt der Draht stramm in der Öffnung und lässt sich gut festschrauben.
- Obwohl man mit Hilfe von Winipac auch im Nachhinein die angeschlossenen Buttons mit Tastaturbefehlen verknüpfen kann, erspart es Mühe, wenn man von vorn herein die jeweils vorgesehenen Plätze belegt.
- Meine Buttons sind wie auf den Abb. bestückt (links Tasten, rechts Funktion, wobei der untere blaue Knopf für An/Aus am Mainboard angeschlossen ist):



Vorbereitung der Deck- und Frontplatten (Pos. 5 und 3)

- Die Deckplatte vorn (Pos. 5) und die Frontplatte (Pos. 3) müssen zur Aufnahme der Buttons und des Joysticks gebohrt werden. Zur besseren Führung des Forstner-Bohrers habe ich mit 6mm vorgebohrt.
- Die Anwendung der Forstner-Bohrers ist unproblematisch, nur sollte man nicht allzu zaghaft vorgehen. Achtung: Das Bohren ist mit viel Staubentwicklung und Spanbildung verbunden; es mölmt ungemain.
- An vorderer Frontplatte Griff montieren. Winkel montieren.
- Anschließend montieren der Buttons und des Joysticks; ggf. auch der Mikroschalter, falls diese separat geliefert wurden.

Hinweis: Die meisten Joysticks (auch den Crown) kann man mechanisch auf 4-Way oder 8-Way einstellen. Normalerweise bleibt es bei 8-Way (Standardeinstellung). Wer aber auf die ganz alten Games abfährt (Frogger, Pacman und so...) sollte 4-Way nehmen, weil es bei 8-Way alle Nase lang hakt. Aber vorsicht: wenn das Teil erstmal verbaut ist wird's sehr umständlich das wieder umzustellen.

Vorbereitung der Seitenplatten (Pos. 2a und 2b)

- Wie gehabt Löcher für die Buttons bohren, wobei die Abstände zwischen den beiden Buttons ruhig etwas enger sein können.
- Der Neigungswinkel der Monitorschienen (Pos. 16) ist Geschmackssache, daher wurde im Plan auf Maße verzichtet. Einfach ausprobieren aber dabei unbedingt die Position des mittleren Querstanges berücksichtigen. Dann erste Schiene montieren (4,5 mm Schrauben) und zweite Schiene exakt parallel zur ersten. Auch hier unbedingt vorbohren und Senker verwenden.
- Wenn Seitenlüfter verwendet werden sind entsprechende Öffnungen mit einem Lochsägevorsatz zu schaffen. Das Lochsägen ist bei MDF-Platten ne ziemliche Würgelei (Hitze!!) aber mit Geduld (oft absetzen) machbar.
- Griff montieren. Winkel montieren. Auf einer der beiden Seitenplatten Gummifüße montieren.

Vorbereitung der Deckplatte hinten (Pos. 6)

- Die hintere Querstange (Pos. 7) mit der Platte (Pos. 6) verbinden.
- Die Öffnung für den Kabeldurchtritt (Pos. J) so sägen, dass er nicht direkt über der Querstange liegt. Evtl. kann auf den Kabeldurchtritt auch verzichtet werden, wenn für die Kabel ein einfaches Loch gebohrt wird (die DVI-Stecker sind aber ziemlich breit). Kabeldurchtritt so zurechtsägen, dass er für 16mm-Holz passt.
- Dann die Monitorhalterung (Pos. B) nach entsprechendem Vorbohren mit langen Holzschrauben durch die MDF-Platte (Pos. 6) tief in die Querstange (Pos. 7) reinschrauben. Der M2 muss später absolut mittig sitzen. Bei meiner Halterung wars so, dass einer der beiden Bohrlöcher der Mitte entsprach. Danach Gestänge von der Metall-Grundplatte lösen.
- Winkel montieren.

Vorbereitung der Grundplatte (Pos. 1)

- Pfosten hinten (Pos. 11) links senkrecht Kante auf Kante auf die Grundplatte schrauben.
- Vormontiertes Computergehäuse (Pos. D) mit kleinem Winkel an Grundplatte fixieren.
- Steckdosenleiste (Pos. G) anschrauben.
- Netzteil (Pos. F) mit Winkeln lose fixieren (nicht ins Blech schrauben, wird später durch den mittleren Querstange fixiert).
- Untere vordere Querstange (Pos. 9) mit 6mm-Schrauben von unten her Kante auf Kante fixieren.

Vorbereitung der Kranzleisten (Pos. 13-15)

- Die Leisten für den Kantenumlauf müssen auf 45° Gehrung gesägt werden.
- Dabei muss das Innenmaß der vorderen Leiste (Pos. 15) zu 100% exakt mit dem Maß der vorderen Deckplatte (Pos. 5) und der Frontplatte (3) übereinstimmen (380mm).
- Man braucht dazu eine solide Gehrungslade, sonst klappt das nicht. Wenn irgend möglich sollte das ein Fachmann machen.

Montage des Gehäuses



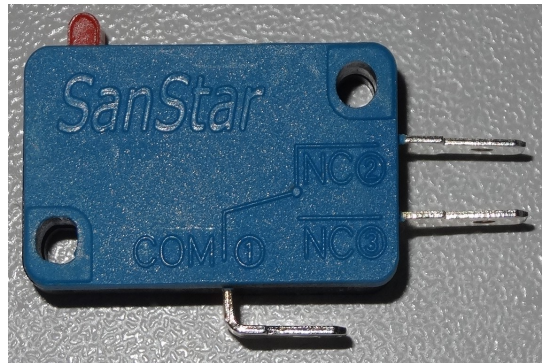
- Kantenumlauf mit 3mm-Schrauben auf die Schnittflächen der Seitenplatten (Pos. 2) schrauben. Bitte darauf achten, dass die Ecke der Gehrungsinnenkante genau mit der Innenkante der jeweiligen Seitenplatte abschließt.
- Seitenplatten (Pos. 2) mit mittlerer Querstange (Pos. 10) verbinden (6mm-Schrauben). MDF-Platte mit 6mm durchbohren, Balken mit 4mm vorbohren, Senker verwenden.
- Die so verbundenen Platten vorsichtig mit dem Kantenumlauf zuerst auf den Boden legen, so dass sie senkrecht stehen.
- Vordere und hintere Deckplatte (Pos. 5 und 6) mit Seitenplatten (Pos. 2) mit Winkeln so verbinden, dass die Oberseite mit den Kantenumläufen (Pos. 13 und 14) plan verläuft.
- Seitenplatten mit der hinteren Querstange (Pos. 7) verbinden (6mm-Schrauben).
- Die vormontierten Seitenplatten auf die Grundplatte (Pos. 1) stülpen und mit der Grundplatte verbinden, d.h. von innen mit Winkeln und 4,5mm Schrauben fixieren.
- Von außen her die Seitenwände mit der Querstange hinten (Pos. 7) und unten vorn (Pos. 9) mit 6mm-Schrauben verbinden.
- Zur Abdichtung des Computergehäuses wird eine Plastikplatte (Pos. 12) zum Kabeldurchtritt mit einer 28mm-Bohrung versehen und vorgeschraubt.
- Jetzt müsste alles stabil zusammenhalten. Die Frontplatte (Pos. 3) und die vordere Kranzleiste (Pos. 15) wird bewusst später montiert.

Verkabeln

Hinweis: Vor dem Verkabeln bitte I-Pac-Anleitung lesen:

<http://www.ultimarc.com/ipac2.html>

- Der Ein- und Ausschaltbutton (blauer Button vorn unten) wird direkt mit den entsprechenden Pins des Mainboards am System Panel Header verbunden und hier bekommt er auch Licht. Passende Kabel gibt's bei Conrad.
- Die Stecker der Kabel von der vormontierten I-Pac2-Platine (Pos. H) werden gemäß Ihrer Position auf der Platine den jeweiligen Buttons zugeordnet, indem der untere der beiden seitlichen Anschlüsse genutzt wird (siehe Abb.).
- Danach werden die unteren Anschlüsse aller Schalter zusammenhängend verkabelt, was einfach ist, wenn Sie bei Ultracabs eine Kabelkette bestellt haben.
- Wenn alles verkabelt ist kann man mit der Testfunktion von WinIpac überprüfen, ob alle Anschlüsse funktionieren.



Letzte Montagearbeiten

- Erst wenn alles zufriedenstellend läuft kann die Frontplatte (Pos. 3) montiert und der vordere Kantenumlauf (Pos. 15) angeschraubt werden.
- Zum Schluss wird der Monitor M1 in Position gebracht und fixiert. Wenn seitlich zu viel Spiel ist kann man das mit Moosgummiband ausgleichen.