

Kiboko Zeitnehmungssystem
Dokumentation

Friedrich Feichtinger und Karl Zeilhofer

28. September 2013



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Überblick	4
2.1	Komponenten	4
3	Inbetriebnahme	6
3.1	Ladevorgang und Stromversorgung	6
3.2	Notebooks, Router und Zeitbasis	6
3.3	Langstreckenfunk	6
3.4	Start und Ziel	6
3.5	Bootboxen	7
3.6	Anzeigetafeln	7
3.7	Außenmonitor	7
3.8	Router konfigurieren	7
3.9	Software einstellen	9
3.10	Bewerb starten, der erste Durchgang	9
4	Wartung und Lagerung	11
4.1	Bootboxen, Start, Ziel, Zeitbasis	11
4.2	Notebooks	11
4.3	Anzeigetafeln	11

1 Einleitung

Das Kiboko Zeitnehmungssystem bietet eine drahtlose Zeitnehmung für die Wasserwehrdienstleistungsbewerbe der freiwilligen Feuerwehr und basiert auf einem optoelektronischen Detektionsverfahren. Dabei sind bis zu 15 Zillen (Holzboote, die von einer oder zwei Personen gefahren werden) auf der Strecke. Das Kiboko Zeitnehmungssystem sorgt dafür, dass alle Zeitstempel vom Start und vom Ziel möglichst automatisiert den jeweiligen Wettbewerbsteilnehmern zugeordnet werden.

Dieses speziell für diese Anwendung entwickelte System bietet eine wesentliche Erleichterung im Vergleich zu dem bestehenden Zeitnehmungssystem. Der Auf- und Abbau des Systems vereinfacht sich durch die drahtlose Kommunikation und während des Bewerbes ergibt sich durch die hohe Automatisierung bzw. die benutzerfreundliche Verwaltung mit der zugehörigen Software auf dem PC ein hoher Bedienungskomfort.

Dem Zeitnehmungsteam wird nun erstmals auch ein lesender Zugriff auf die Bewerbungs-Datenbank, die bei der Anmeldung der Teilnehmer erstellt wird, ermöglicht. Dadurch stehen die Daten der Teilnehmer im Klartext den Zeitnehmern zur Verfügung.

2 Überblick

Das gesamte System besteht aus zwei Notebooks, einem Ethernet-/WLAN-Router, einer Zeitbasis, einer Start-Box, einer Ziel-Box, 20 Boot-Boxen, drei Lichttastern, einem großen Monitor im Außenbereich, zwei 7-Segment-Anzeigetafeln, zwei Flipdot-Anzeigetafeln, einem Ladegerät für die akkubetriebenen Geräte, einer Benutzersoftware Namens "Kiboko Manager" und der Bewerbungsdatenbank "fdisk".

2.1 Komponenten

- **Notebooks:**
Die Notebooks dienen dem Zeitnehmungsteam zur Überwachung und Verwaltung der gemessenen Laufzeiten. Als Betriebssystem wird Kubuntu 12.04 LTS verwendet. Die Anwendersoftware "Kiboko Manager" bietet alles, was für eine reibungslose Zeitnehmung erforderlich ist. Über je einen externen Monitor werden die aktuellen Läufe dargestellt, wovon einer im Außenbereich für die Bewerbsteilnehmer zugänglich aufgestellt ist. Der zweite interne Monitor dient für die Durchgabe der Startansage bzw. für das manuelle Übertragen der Ergebnisse auf Papier.
- **Zeitbasis:**
Sie ist das Herzstück des Kiboko Zeitmesssystems. Auf ihr läuft die Referenzzeit, und wird von dort aus auf alle anderen Systemkomponenten verteilt. Die Kommunikationsschnittstellen sind Ethernet, Funk und RS232. Über Ethernet passiert die Kommunikation zum Router, an dem wiederum die zwei Notebooks angeschlossen sind. Der Langstrecken-Funk stellt die Verbindung zu der Start- und zu der Ziel-Box her. Über Funk werden außerdem die neuen Anzeigetafeln mit Daten versorgt und zusätzlich besteht die Möglichkeit, darüber eine Zwischenzeit einzubinden. Über RS232 werden die 7-Segment-Anzeigetafeln angesteuert. Die Stromversorgung erfolgt wahlweise über integrierte Akkus oder über das Ethernetkabel.
- **Start-Box:**
Die Start-Box projiziert einen so genannten Lichtvorhang auf die Wasseroberfläche, und definiert damit die Startlinie. Außerdem stellt sie die Verbindung zwischen den Boot-Boxen in den vorbeifahrenden Zillen und der Zeitbasis her. Weiters bietet sie einen Anschluss für einen Lichttaster, der als zusätzliche Zeitnehmungsvorrichtung dient.
- **Ziel-Box:**
Die Ziel-Box ist recht ähnlich zur Start-Box, jedoch definiert sie die Ziellinie, und bietet zwei Anschlüsse für Lichttaster.
- **Boot-Box:**
Die Boot-Boxen sind in der Zille unterhalb der Kranzelbank montiert und detektieren über Lichtsensoren den Lichtvorhang von der Start- bzw. Ziel-Box. Sie stellen das Schlüsselement dar, mit dem eine automatisierte Zeitstempelzuordnung ermöglicht wird. Sie kommunizieren über einen Kurzstrecken-Funk ausschließlich mit der Start- und der Ziel-Box.
- **Lichttaster:**
Die Lichttaster, montiert bei Start und Ziel, dienen als zusätzliche Zeitnehmungsvorrichtung für den Fall, dass die primäre Auslösung über den Lichtvorhang kein Ergebnis liefert. Sie werden üblicherweise durch den vorbeifahrenden Bewerbsteilnehmer ausgelöst.
- **Öffentlicher Monitor:**
Dieser Monitor ist im Außenbereich aufgestellt, und verfügt über einen Sonnen- und Regenschutz. Er dient vor allem den Bewerbsteilnehmern, um sich über aktuelle Ergebnisse informieren zu können. Er ist an einem der beiden Notebooks als externer Monitor angeschlossen.
- **7-Segment-Anzeigetafeln:**
Diese Anzeigen waren schon vorhanden, und wurden in das Kiboko-System eingebunden. Mit einer der beiden kann man die Laufzeit, und mit der anderen den Durchgang, die Zillenummer und eine etwaige Disqualifikation darstellen.
- **Flipdot-Anzeigetafeln:**
Es gibt zwei identisch ausgeführte neue Anzeigetafeln, die auf der Anzeigetechnologie namens Flipdot basieren.

Es ist eine elektromechanische Anzeige, die pixelweise angesteuert werden kann und selbst bei hellstem Tageslicht bestens lesbar ist. Der Kiboko-Manager entscheidet über Schriftgröße, Schriftart und den dargestellten Text – für jede Tafel separat. Sie haben einen integrierten Akku samt Ladegerät, sodass die Anzeigetafeln einen ganzen Tag lang ohne Netzversorgung betrieben werden können. Die Daten werden über den Langstrecken-Funk von der Zeitbasis bereitgestellt.

- Ladegerät:
Das Ladegerät bietet 23 Ladeanschlüsse für die 20 Boot-Boxen, die Start-Box, die Ziel-Box und die Zeitbasis.
- Kiboko-Manager:
Diese Software empfängt über Ethernet bzw. WLAN die Zeitstempel von den Boot-Boxen und den Lichttastern. Kommt ein Zeitstempel von einer Boot-Box, also ausgelöst durch den Lichtvorhang, so wird dieser automatisch der entsprechenden Bewerbungsnummer zugeordnet. Auslösungen durch die Lichttaster können manuell zugeordnet werden. Als letzte Rückfallinstanz gibt es auch noch eine manuelle Auslösung durch einen Tastendruck am PC.
- fdisk:
Die Bewerbungsdatenbank liegt auf einem Server im Internet, und wird bei der Anmeldung der Bewerber mit Daten befüllt. Der Kiboko-Manager holt sich von dieser die Daten, um dann vollautomatisch z.B. die Namen der Teilnehmer auf den Flipdot-Anzeigetafeln darstellen zu können. Es wäre denkbar, auch die Ergebnisse in die Datenbank wieder einzuspielen. Dies ist derzeit noch nicht umgesetzt.

3 Inbetriebnahme

Die Reihenfolge beim Aufbau und Einschalten ist generell nicht kritisch. Es empfiehlt sich allerdings zuerst ein Notebook, den Router und die Zeitbasis einzuschalten um die Funktion der anderen Komponenten während des Aufbaus über Funk überwachen zu können. Sobald die Zeitbasis mit dem Notebook synchronisiert ist erscheinen die anderen Boxen im Reiter “Funkverbindungen”.

3.1 Ladevorgang und Stromversorgung

Alle gelben Boxen müssen vor einem Bewerbstag mit dem Kiboko-Ladegerät geladen werden. Die Bootboxen ca. 4h, und die 3 großen Boxen (Start, Ziel, Zeitbasis) ca. 8h. Alle Ladeschächte sind gleich ausgeführt es spielt also keine Rolle was wo angesteckt wird. Um den “Kabelsalat” beim Laden in Grenzen zu halten und keine Box zu vergessen empfiehlt es sich alle Boxen systematisch auf einem Tisch aufzulegen und das Ladegerät unter den Tisch zu stellen. Dann werden alle Boxen der Reihenfolge nach angeschlossen. Nach dem Laden werden die Ladekabel in umgekehrter Reihenfolge wieder ausgesteckt und wieder in den Schächten verstaut.

Der Ethernet-Router benötigt eine permanente Netzversorgung mit dem beiliegenden Steckernetzteil (12V) während des Bewerbs.

Die Zeitbasis verfügt über eingebaute Akkus, kann aber zusätzlich mit einem Netzteil versorgt werden. Allerdings werden die Akkus dadurch nicht nachgeladen! Sollte die Zeitbasis während eines Bewerbs ausfallen so muss diese erneut mit einem Notebook synchronisiert werden.

Die Anzeigetafeln verfügen über eingebaute Akkus und können außerdem über das beigelegte Netzkabel betrieben und geladen werden.

3.2 Notebooks, Router und Zeitbasis

Die beiden Notebooks werden hochgefahren, und das Programm Kiboko-Manager muss gestartet werden. Die PCs werden über je ein rotes 5m Ethernetkabel an den Router angeschlossen. Die Zeitbasis wird über das gelbe Kabel angeschlossen und ggf. zusätzlich mit dem Netzteil versorgt. Zu beachten ist, dass je einer der 4 LAN-Ports verwendet wird, und nicht der WAN-Port. Die Kabel so verlegen, dass man nicht draufsteigen kann.

Ein Notebook bedient den Außenmonitor, das andere den externen Monitor für den Sprecher. Falls gewünscht kann die ALGE-Anzeigetafel an die Zeitbasis angeschlossen werden.

3.3 Langstreckenfunk

Die Zeitbasis baut eine Langstreckenfunkverbindung zu Start, Ziel und den Anzeigetafeln auf. Dazu müssen die beiliegenden externen Antennen angeschlossen werden. Die Antennen müssen vertikal (stehend oder hängend) montiert werden und dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von Metallteilen angebracht werden. Die Strecke zwischen Sender und Empfänger und darum herum sollte möglichst frei sein (keine Bäume, Gebäude oder Fahrzeuge,...). Die Antennen sollten mindestens 1m über dem Boden angebracht sein je höher desto besser. Die Reichweite dieser Funkverbindung beträgt bei richtiger Installation etwa 300m.

3.4 Start und Ziel

Am besten öffnet man die Boxen noch im Trockenen, steckt die beiden Stecker ein und verschließt sie wieder sorgfältig ohne Kabel einzuklemmen. Mit Hilfe des Notebooks kann man nun überprüfen ob Start und Ziel richtig arbeiten und unter “Funkverbindungen” auftauchen. Dann werden die Boxen mit Hilfe der Gummischnüre an den Start- und Zielgassen montiert, so dass der Lichtvorhang über die gesamte Gasse reicht. Die Boxen sollten etwa 2.5m über dem Wasserspiegel angebracht werden. Die Lichttaster werden ebenfalls montiert und dann mit den beigelegten Kabeln mit Start bzw. Ziel verbunden. Es sollte darauf geachtet werden, dass keine Kabel oder Schnüre in den Lichtvorhang hängen. Man beachte die seitenrichtige Montage der Zielbox, rechts und links beziehen sich auf die Fahrtrichtung. Auch die Lichttaster müssen seitenrichtig angeschlossen werden. Externe Antenne nicht vergessen!

3.5 Bootboxen

Auch diese Boxen werden am besten im Trockenen eingeschaltet und wieder verschlossen. Bei der Montage in den Zillen sollte darauf geachtet werden, dass der Gurt straff gezogen wird, damit die Box nicht unter die Bank rutschen kann. Die Sensoren müssen vorne unter der Kranzbank herausragen und dürfen nicht verdeckt werden. Eine Sortierung der Bootboxen nach den Zillennummern ist nicht erforderlich.

3.6 Anzeigetafeln

Der Aufstellungsort der Anzeigetafeln sollte sorgfältig ausgewählt werden. Jede Tafel kann stehend oder hängend montiert werden. Zur stehenden Montage werden 2 Stative mit Normzapfen solide aufgestellt und ggf. verspannt. Die Anzeigetafel wird dann oben in die Zapfen einfädelt und ggf. ebenfalls verspannt.

Zur hängenden Montage werden stattdessen die beiliegenden Bolzen in die Löcher der Normzapfen eingeschraubt, an den herausragenden Ösen kann die Anzeigetafel nun aufgehängt werden. Anschließend muss in der PC-Software noch das entsprechende Häkchen gesetzt werden um das Bild zu drehen. Zuletzt wird noch die Magnetfußantenne eingesteckt und angebracht. (An der Oberseite gibt es eine "magische Stelle" für den Magnetfuß.) Die Anzeigetafeln kann mit den seitlichen Tastern bedient werden. Nach dem Einschalten ist die Anzeigetafel sofort aktiv und wartet auf Daten. Um die Anzeigetafel auszuschalten drückt man kurz auf die Aus-Taste. Drückt man die Aus-Taste mindestens eine Sekunde so gelangt man in verschiedene Testmodi und anschließend wieder in den normalen Betriebsmodus.

3.7 Außenmonitor

Zunächst wird das Gehäuse des Außenmonitors noch auf dem Boden liegend auseinander geklappt und fixiert. Es ist besonders auf einen sicheren Halt der Monitorhalteplatte zu achten, ansonsten kann diese nach unten klappen und der Monitor beschädigt werden. Als nächstes montiert man die Standfüße an der Rückseite des Gehäuses mithilfe der Flügelmuttern. Dann werden das Netzkabel und das DVI/HDMI-Kabel an der Rückseite des Monitors eingesteckt und der Monitor in die Halteplatte eingehängt. Die folgenden Schritte sollte man am besten zu zweit ausführen: Das gesamte Gestell wird vorsichtig aufgekippt und an den Aufstellungsort transportiert. Anschließend muss das Gestell entsprechend der Gegebenheiten gut fixiert werden (Windlast, ...). Verstauen Sie die Kabel so, dass man nicht darüber fallen oder hängen bleiben kann.

3.8 Router konfigurieren

Falls eine Internetverbindung erforderlich ist (für FDISK) muss der WLAN-Router entsprechend eingestellt werden. Generell empfiehlt es sich diese Einstellung rechtzeitig vor dem Bewerbsbeginn vorzunehmen und im Idealfall schon vorab die Situation abzuklären (LAN oder WLAN?, Zugangsdaten?, ...).

Dazu verbindet man ein Notebook per LAN-Kabel mit dem Router, öffnet einen Webbrowser und gibt die IP-Adresse des Routers ein, die auf der Unterseite des Routers aufgeklebt ist, in der Adresszeile ein. Als nächstes wird man nach Benutzername und Passwort gefragt, diese stehen ebenfalls auf der Unterseite des Routers. Nun navigiert man zum Menüpunkt "Wireless" → "Basic Settings". Man gelangt zu folgendem Menü:

dd-wrt.com ... control panel

Firmware: DD-WRT v24-sp2 (10/10/09) std
Time: 00:14:36 up 14 min, load average: 0.14, 0.13, 0.09
WAN IP: 0.0.0.0

Setup **Wireless** Services Security Access Restrictions NAT / QoS Administration Status

Basic Settings Radius Wireless Security MAC Filter Advanced Settings WDS

Wireless Physical Interface w10 Help more...

Physical Interface w10 - SSID [hotel-mama] HWAddr [00:1A:70:47:8A:32]

Wireless Mode

Wireless Network Mode

Wireless Network Name (SSID)

Wireless Channel

Wireless SSID Broadcast Enable Disable

Sensitivity Range (ACK Timing) (Default: 2000 meters)

Network Configuration Unbridged Bridged

Wireless Network Mode:
If you wish to exclude Wireless-G clients, choose B-Only mode. If you would like to disable wireless access, choose *Disable*.
Note : when changing wireless mode, some advanced parameters are susceptible to be modified ("Afterburner", "Basic Rate" or "Frame Burst").

Sensitivity Range:
Adjusts the ack timing. 0 disables ack timing completely for broadcom firmwares. On Atheros based firmwares it will turn into auto ack timing mode

Virtual Interfaces

Es gibt es 2 verschiedene Möglichkeiten eine Internetverbindung herzustellen:

- Kabelverbindung:

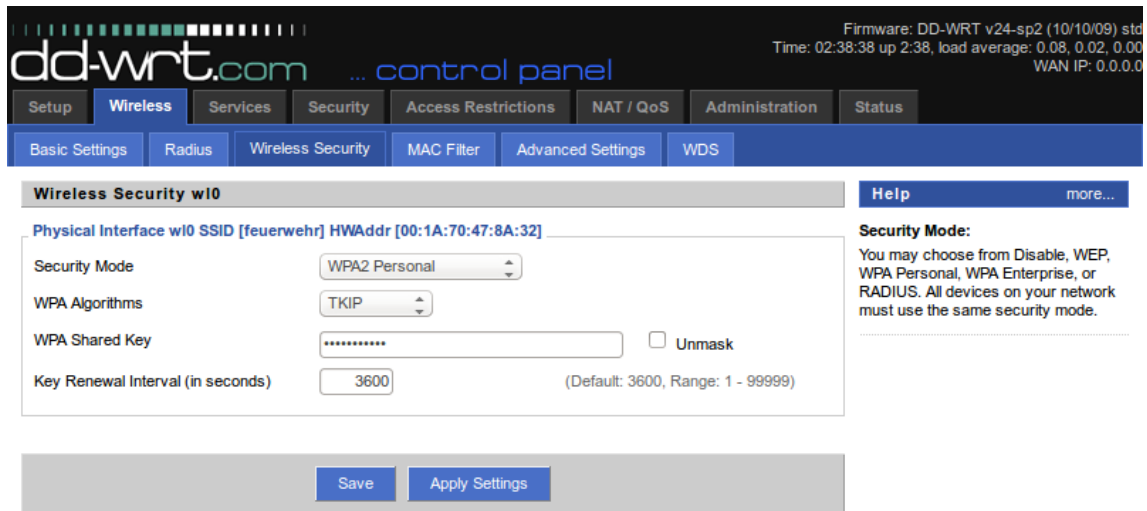
Der Router bezieht seine Internetverbindung per LAN-Kabel von einem anderen Netzwerk bzw. einem Modem. Dieses LAN-Kabel wird beim WAN-Port des Routers eingesteckt. Man stellt den "Wireless Mode" auf "AP" (Access Point).

Möchte man außerdem ein WLAN erstellen so kann man hier die entsprechenden Einstellungen treffen. Über dieses WLAN kann man ggf. weitere Computer mit dem Kiboko-System verbinden. Um die Einstellungen abzuschließen klickt man auf "Apply Settings".

- Empfang einer WLAN-Verbindung:

Der Router wird dabei in den sogenannten "Client-Mode" betrieben (Man stellt also unter "Wireless Mode" auf "Client"). Das bedeutet, dass ein bestehendes WLAN genutzt wird um sich mit dem Internet zu verbinden. Unter "Wireless Network Name (SSID)" muss man nun den Namen des WLANs das empfangen werden soll **exakt** eingeben. Die restlichen Einstellungen auf dieser Seite kann man unverändert lassen. Man klickt auf "Save".

Nun wechselt man in den Menüpunkt "Wireless" → "Wireless Security":



Auch hier muss man nun die Einstellungen exakt gleich wie im empfangenen WLAN wählen. Danach kann man die Konfiguration mit “Apply Settings” abschließen.

Weitere Informationen über den Client Mode findet man hier: http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/Client_Mode.

In der Statusleiste des Konfigurationsmenüs wird rechts oben die WAN-IP angegeben. Einige Sekunden nach der Konfiguration sollte diese von 0.0.0.0 verschieden sein. Dies bedeutet, dass der Router mit dem bereitgestellten Netzwerk (ob LAN oder WLAN) verbunden ist. Ist dies nicht der Fall so sind die obigen Einstellungen nochmal zu überprüfen.

3.9 Software einstellen

Auf beiden Notebooks wird der Kiboko-Manager gestartet und ein neuer Bewerb erstellt. Die Eigenschaften des Bewerbs sowie der Dateiname sollten möglichst auf beiden Notebooks gleich sein. Wichtig ist vor allem die Anzahl an Zillen pro Durchgang, diese kann nachträglich nicht mehr geändert werden. Ein Beschreibungstext kann später helfen um sich in einem alten Bewerb zurecht zu finden. Falls bereits bekannt kann hier die Bewerbs-ID zum Laden der FDISK-Daten eingegeben werden und die Verbindung getestet werden. Alternativ setzt man die Bewerbs-ID später. Am besten speichert man den neuen Bewerb gleich unter einem geeigneten Namen ab.

Falls noch nicht geschehen muss nun die Zeitbasis mit einem Notebook synchronisiert werden (“System” → “Zeitbasis synchronisieren”). Danach leuchtet die grüne LED in der Zeitbasis. Dies geschieht einmalig in einem Bewerb, danach werden alle Zeiten auf die Zeitbasis bezogen. Nur falls die Zeitbasis neu gestartet wird muss die Zeit neu gesetzt werden.

Der externe Monitor bzw. der Außenmonitor werden an die Notebooks angeschlossen und die Grafikkarte so konfiguriert, dass deren Bild entweder links oder rechts vom eigenen Bildschirm ist. (Kubuntu-Startmenü links unten → “System-Settings” → “Display-and-Monitor”) Beim Start des Kiboko-Managers wird automatisch ein weiteres Fenster für den Außenmonitor erzeugt. Dieses schiebt man einfach mit der Maus auf den externen Monitor, danach wählt man “Einstellungen” → “Außenmonitor maximieren”.

Nun müssen noch die Anzeigetafeln konfiguriert werden (“Einstellungen” → “Anzeigetafeln”). Es empfiehlt sich nur das Notebook, an das der Außenmonitor angeschlossen ist zur Steuerung der Anzeigetafeln zu verwenden, so sind die angezeigten Daten immer synchron. Die Konfiguration der Anzeigetafeln sollte an deren Aufstellungsort und an die Art des gerade laufenden Bewerbes angepasst werden (einmännisch, zweimännisch, ...).

3.10 Bewerb starten, der erste Durchgang

Unter “Funkverbindungen” kann man nochmal überprüfen ob die Funkverbindung zu Start, Ziel und den Anzeigetafeln stabil ist. Unter “System” → “FDISK-Daten aktualisieren” kann man (soweit bereits vorhanden) die ersten FDISK-Daten lesen und so auch die Verbindung testen. Das Meldungsfenster unterhalb der Haupttabelle gibt ebenfalls

Auskunft über den Zustand des Systems.

Ist alles in Ordnung so kann der Bewerb gestartet werden. Während des ersten Durchgangs müssen die Bootboxen mit den Zillennummern verknüpft werden. Passiert eine Zille mit einer unzugeordneten Bootbox den Start so öffnet sich ein Dialogfenster, in dem die Zillennummer festgelegt wird. Diese Zuordnung muss nur einmal während des ersten Durchgangs erfolgen und bleibt solange erhalten bis eine Bootbox ausgetauscht wird oder eine Ersatzzille zum Einsatz kommt.

4 Wartung und Lagerung

Generell reicht es für die meisten Systemkomponenten aus sie an einem trockenen Ort in den vorgesehenen Koffern aufzubewahren. Für einige Komponenten gibt es aber “spezielle Hinweise”, auf diese soll in diesem Kapitel eingegangen werden.

4.1 Bootboxen, Start, Ziel, Zeitbasis

Die enthaltenen Lithium-Ionen-Akkus sollten auf keinen Fall tiefentladen werden. Da die Akkus auch eine gewisse Selbstentladung besitzen sollten sie daher vor jedem Bewerb und vor der Einwinterung geladen werden. Nach spätestens 9 Monaten müssen die Akkus erneut geladen werden um eine Tiefentladung zu verhindern. Nach vollständiger Aufladung (nur die grüne LED leuchtet) sollten die Akkus wieder vom Ladegerät getrennt werden. Je kühler die Lagertemperatur umso geringer ist die Selbstentladung und die Alterung der Zellen, allerdings sollten Temperaturen unter 0°C vermieden werden.

Um langfristig Korrosion an der Platine zu vermeiden sollte die Feuchtigkeit, die sich trotz der Dichtung im Inneren gesammelt hat wieder entweichen können. Man sollte die Boxen also am besten offen (es reicht ein kleiner Spalt) in einem trockenen Raum lagern. Um die Dichtigkeit der Boxen nachhaltig sicherzustellen sollten die Dichtungen regelmäßig von Schmutz befreit werden.

4.2 Notebooks

Auch die Notebooks enthalten Lithium-Ionen-Akkus, es gelten also im Prinzip die gleichen Lagerbedingungen. Aufgrund eines Kernel-Bugs entladen sich die Akkus der Notebooks leider relativ rasch im heruntergefahrenen Zustand. Um dies zu umgehen kann man die Akkus nach dem Herunterfahren kurz herausnehmen und wieder einsetzen. Für Lagerzeiten von bis zu einer Woche ist der Standby-Modus zu bevorzugen.

4.3 Anzeigetafeln

Diese verfügen über Blei-Vlies-Akkus mit Überdruckventil, es gelten ähnliche Richtlinien wie bei den LiIon-Akkus. Auch diese Akkus sollten vor der Einwinterung einmalig geladen werden (etwa 12h). Weiters ist darauf zu achten, dass die Anzeigetafeln in jeder Lage, aber nicht “hochkant” (mit der kleinsten Fläche nach unten) gelagert werden dürfen.

Die Anzeigetafeln beinhalten Flip-Dot-Anzeigeelemente. Da es sich hier um empfindliche elektromechanische Bauteile handelt können Störungen nicht ganz ausgeschlossen werden. In vielen Fällen können diese aber leicht repariert werden. Nach längerer Lagerung kann es vorkommen, dass einzelne Pixel fest stecken oder schwergängig sind. Meistens kann dies aber durch mehrmaliges Umschalten wieder beseitigt werden. Drückt man die Aus-Taste mindestens eine Sekunde so gelangt man nacheinander in verschiedene Testmodi, diese sind:

- “Pixelregen”. Die Pixel “regnen” von oben nach unten.
- “wandernde Linien”. Horizontale und vertikale Linien wandern durch das Bild.
- alle hell und alle dunkel abwechselnd.

Eventuell hängen auch mehrere Pixel durch eine elektrostatische Aufladung fest. In diesem Fall kann es helfen mit der bloßen Hand oder einem feuchten Tuch über die Glasplatte zu streifen während man mit der anderen Hand das Gehäuse berührt.

Stecken trotz allem einzelne Pixel fest oder sind sie heraus gefallen so muss man die Anzeige öffnen und das Interieur herausziehen. Dies sollte unbedingt in einer staubfreien und trockenen Umgebung stattfinden. Wichtig: Vorher müssen alle Plättchen auf hell geschaltet werden ansonsten kann es beim Herausziehen zu Beschädigungen kommen. Dies kann man erreichen indem man die Tafel im dritten Test-Modus durch kurzes Drücken der Aus-Taste ausschaltet, wenn alle Pixel hell sind. Anschließend entfernt man beide seitlichen Deckel und die Normzapfenaufnahme an der Seite des Bedienfeldes. Weiters ist das Interieur mit 2 Schrauben in den Holzschienen fixiert. Anschließend kann das Interieur seitlich heraus geschoben bzw. gezogen werden. Dabei sollte man darauf achten keine weiteren Pixel zu beschädigen und keine Kabel einzuklemmen. Das Interieur kann man anschließend auf den

“Rücken” legen und einzelne Pixel reparieren. Verbogene Pixel kann man mit einer Zange vorsichtig wieder gerade biegen. Heraus gefallene Pixel kann man einfach mit einer Pinzette wieder einsetzen. Man sollte möglichst keine Haare und Fasern hinterlassen. Nach erfolgreicher Reparatur kann man die Anzeige noch außerhalb des Gehäuses testen, vor dem Zusammenbauen darf man aber nicht vergessen alle Pixel wieder auf hell zu schalten.