

Die PS/2-Schnittstelle

Seminar : EinChip Computer

Grégory Catellani

Matrikelnummer: 205210618

Mai 2007

Inhaltsverzeichnis

Die PS/2-Schnittstelle – Allgemeines.....	3
Die Geschichte der PS/2-Schnittstelle	3
Der physikalische Aufbau der PS/2 Schnittstelle	3
Der elektrische Aufbau der PS/2-Schnittstelle.....	4
Das PS/2-Datenprotokoll	5
Kommunikation vom Eingabegerät zum Host	5
Kommunikation vom Host zum Eingabegerät	6
Die PS/2 Tastatur Schnittstelle	7
Allgemeine Beschreibung	7
Entwicklung der Tastatur	7
Überblick über die verschiedenen IBM-Tastaturen und Protokolle	8
Scan Codes	9
Make Codes und Break Codes	9
Tastatur Reset	12
Tastatur Befehlssatz.....	12
Scan-Code-Set 2 Befehle.....	12
Erweiterte Scan-Code-Set 3 Befehle	15
Die PS/2 Maus Schnittstelle	16
Die 4 Grundbetriebsmodi einer PS/2 Maus	18
Erweiterte Betriebsmodi.....	20
Befehlssatz einer PS/2-Maus	21
Unterscheidung: Maus oder Tastatur?	24

Die PS/2-Schnittstelle – Allgemeines

Die Geschichte der PS/2-Schnittstelle

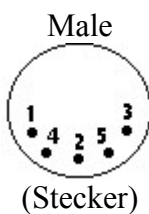
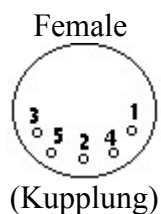
1987 stellte IBM das Personal System/2 getaufte Computer System vor. Es brachte einige Neuerungen mit sich, die IBM sich patentieren ließ. Da IBM exorbitante Lizenzgebühren für Nachbauten forderte, fand das System keinen großen Anklang. Fortan achtete man darauf, in der IT-Branche alle Komponenten abwärtskompatibel zu halten. Die einzigen Überbleibsel des Personal System/2 sind der PS/2-Anschluss für Eingabegeräte, der Arbeitsspeicher-Sockel PS/2 SIMM, sowie der VGA-Anschluss für Bildschirme und die 3,5“-Diskettenlaufwerke.

Der physikalische Aufbau der PS/2 Schnittstelle

Den PS/2 Port gibt es in zwei Ausführungen:

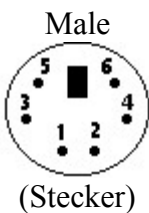
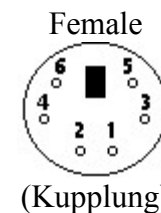
- als 5-poligen DIN-Stecker
- als 6-poligen Mini-DIN-Stecker (meist verbreitete Form heutzutage)

Beide sind, bis auf die Pinbelegung, völlig identisch.



5-pin DIN (AT/XT):

- 1 - Clock
- 2 - Data
- 3 - Nicht belegt
- 4 - Ground
- 5 - Vcc (+5V)



6-pin Mini-DIN (PS/2):

- 1 - Data
- 2 - Nicht belegt
- 3 - Ground
- 4 - Vcc (+5V)
- 5 - Clock
- 6 - Nicht belegt



Der elektrische Aufbau der PS/2-Schnittstelle

VCC/Ground:

hierüber wird das Eingabegerät mit Strom versorgt. Die VCC Leitung liefert zwischen +4.5V und +5.5V bei einer maximalen Stromaufnahme von 275 mA.

Clock/Data:

über diese bidirektionalen Pins läuft die ganze Kommunikation zwischen Host und Eingabegerät. Bei beiden Leitungen gilt: +5V = logisch 1, und 0V = logisch 0

Clock: über diesen Pin kommt der Takt. Dieser wird immer vom Eingabegerät generiert. Die Frequenz liegt im Bereich von 10-16,7 kHz.

Data: über diesen Pin fließen die eigentlichen Daten.

Der Host kann, indem er die Zustände dieser beiden Leitungen ändert, auf Masse oder High zieht, zwischen $2^2 = 4$ Übertragungszuständen wählen:

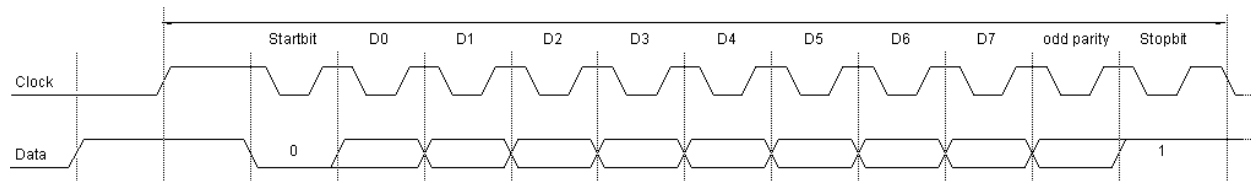
Clock	Data	Beschreibung
0	0	Host wird gerade zurückgesetzt
0	1	Host ist beschäftigt / Eingabegerät puffert Übertragung
1	0	Host deutet Datenübertragung an das Eingabegerät an
1	1	Host ist bereit Daten von der Tastatur zu empfangen

Das PS/2-Datenprotokoll

Beim PS/2 handelt es sich um ein bidirektionales, synchrones und serielles Übertragungsprotokoll, das von IMB entwickelt wurde.

Der Sender übermittelt dabei bitweise ein Informationsbyte. Um die Synchronisation sicherzustellen, ist dieses Datenbyte in einem sogenannten Frame verpackt.

Beispiel eines Datenframes:



Es besteht aus:

- 1 Startbit, welches immer logisch Null entsprechen muss
- 8 Datenbits mit dem LSB an erster Stelle
- 1 Paritätsbit mit ungerader Parität¹
- 1 Stopbit, welches immer logisch Eins sein muss

Kommunikation vom Eingabegerät zum Host

Bevor das Eingabegerät Daten sendet, prüft es ob die Clockleitung High ist. Ist dies nicht der Fall, so ist der Host gerade beschäftigt und das Eingabegerät muss die Daten puffern. Die Clockleitung muß für mindestens 50 µs durchgehend High sein, bevor das Eingabegerät mit der Übertragung beginnen kann. Außerdem muss Data auch High sein.

Das Eingabegerät gibt ein Datenbit auf den Bus, wenn Clock High ist; der Host liest es ein, wenn Clock Low ist.

Der Host kann die Übertragung zu jedem Zeitpunkt unterbrechen, indem er die Clockleitung für mindestens 100 µs auf Low zieht. Wird eine Übertragung mitten in einem Frame unterbrochen, so sendet das Eingabegerät nachdem Clock wieder High ist, das unterbrochene Byte noch einmal.

Anhand des Resend-Befehles, kann man sich das jeweils letzte gesendete Byte nochmal senden lassen.

¹ Die Anzahl der Einsen im Datenbyte plus das Paritybit ist immer ungerade. Anhand des Paritätsbit können einbittige Fehler erkannt werden.

Kommunikation vom Host zum Eingabegerät

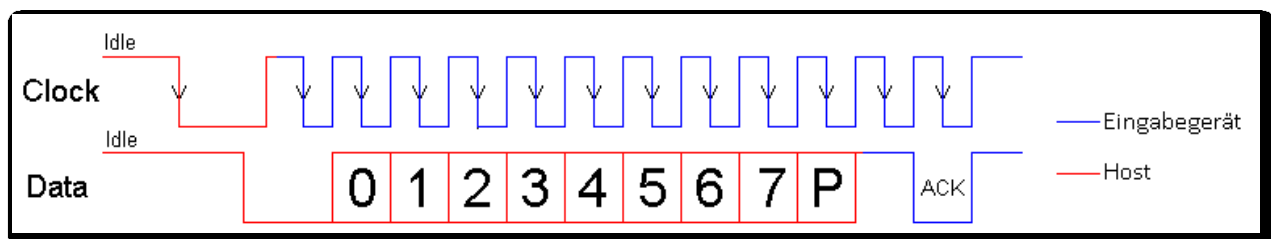
Das Request-To-Send Verfahren:

Um eine Übertragung vom Host zum Eingabegerät durchzuführen, muss der Host zuerst die Clockleitung für mindestens 100 μ s auf Low ziehen. Im Anschluß muss er Data auch auf Low ziehen (Startbit) und dann Clock wieder freigeben. Das Freigeben der Clockleitung (Clock High) entspricht dem Start der Übertragung an das Eingabegerät.

Hat das Eingabegerät diesen Zustand erkannt, generiert es elf Clockimpulse, für acht Datenbits, ein Paritätsbit, ein Stopbit und ein Acknowledge-Bit.

Der Host gibt ein Datenbit auf den Bus, wenn Clock Low ist; die Daten werden vom Eingabegerät eingelesen wenn Clock High ist.

Nach dem Empfang des Stopbits, bestätigt das Eingabegerät, indem es Data Low setzt, den Empfang und gibt einen letzten Clockimpuls aus. Sollte der Host die Datenleitung nach dem 11. Clockimpuls nicht freigeben, gibt das Eingabegerät solange Clockimpulse aus, bis die Datenleitung freigegeben wird. Dabei erzeugt das Eingabegerät einen Fehler.



Schema eines Frames bei der Übertragung eines Bytes vom Host zum Eingabegerät

Die PS/2 Tastatur Schnittstelle

Allgemeine Beschreibung

Eine Tastatur ist eine Matrix von Tasten. Diese werden von einem integrierten Keyboard-Encoder überwacht. Dieser registriert welche Tasten gedrückt oder losgelassen wurden und sendet diese Informationen entweder sofort an den Host, oder er speichert sie in seinem 16Kbyte großen Puffer zwischen.

Auf der Host-Seite muss sich ein Decoder befinden, der die gesendeten Daten empfängt und verarbeitet.

Für die Übertragung der Tastaturbefehle wird ein IBM-Protokoll benutzt.

Entwicklung der Tastatur

IBM brachte mit jeder neuen Computergeneration auch eine neue Tastatur heraus. Beim Original PC und später dem IBM XT war es die sogenannte „XT-Tastatur“. Diese unterscheidet sich deutlich von heutigen Tastaturen. Danach folgte das IBM AT System mit dem neuen AT-Keyboard und später das Personal System/2 mit dem heute üblichen PS/2-Anschluss. Die AT- und PS/2-Schnittstelle sind sehr ähnlich. So bringt die PS/2 Schnittstelle nur einen kleineren Stecker und einige neue Host-Befehle mit sich. Alle heute gängigen Tastaturen sind kompatibel zu PS/2- und AT-Systemen, auch wenn sie nicht alle Befehle hundertprozentig unterstützen.

Überblick über die verschiedenen IBM-Tastaturen und Protokolle

IBM PC/XT Keyboard (1981):

- 83 Tasten
- 5-poliger DIN Stecker
- Serielles, unidirektionales Protokoll (keine Ansteuerung von LEDs möglich)
- benutzt den als Scan-Code-Set 1 bekannten Satz
- keine Host-Tastaturbefehle (da kein bidirektionelles Protokoll)

IBM AT Keyboard (1984) - Nicht abwärtskompatibel mit XT Systemen.

- 84 -101 Tasten
- 5-poliger DIN Stecker
- bi-direktionales, serielles Protokoll
- benutzt den als Scan-Code-Set 2 bekannten Satz
- acht Host-Befehle

IBM PS/2 Keyboard (1987) - Kompatibel mit AT Systemen, nicht kompatibel mit XT Systemen.

- 84 - 101 Tasten
- 6-poliger Mini-DIN Stecker
- bi-direktionales serielles Protokoll
- bietet zusätzlich den Scan-Code-Set 3 an
- 17 Host-Befehle

Moderne PS/2 (AT) kompatible Tastaturen

- beliebige Anzahl von Tasten (üblich sind 101 oder 104)
- 6-poliger Mini-DIN Stecker
- bi-direktionales serielles Protokoll
- nur Scan-Code-Set 2 garantiert
- quittiert alle Kommandos, reagiert aber nicht auf alle

Scan Codes

Der Keyboard-Encoder überwacht („scannt“) andauernd die Keyboard-Tasten. Wird eine Taste gedrückt, festgehalten oder losgelassen, sendet der Encoder einen sogenannten „Scan Code“ an den Host. Es gibt zwei verschiedene Arten von Scan Codes, die „Make Codes“ und die „Break Codes“. Make Codes werden beim drücken oder festhalten einer Taste gesendet. Während die Break Codes beim Loslassen geschickt werden. Damit der Decoder nachher genau weiß, welcher Scancode zu welcher Taste passt, hat jede Taste einen einzigartigen Make und Break Code. Die Zuordnung von Break und Make Codes zu jeder einzelnen Taste bilden ein sogenanntes „Scan-Code-Set“. Insgesamt gibt es davon drei unterschiedliche Versionen:

- Das **Scan-Code-Set 1** ist das original XT Scancode Set. Nur noch wenige moderne Tastaturen unterstützen es.
- Das **Scan-Code-Set 2** ist das standard Scancode Set für alle modernen Tastaturen.
- Das **Scan-Code-Set 3** ist ein optionales Scancode Set mit einigen erweiterten Tasten. Nicht alle Tastaturen unterstützen es.

Make Codes und Break Codes

Anzumerken ist, dass die Scancodes nur eine Taste auf der Tastatur, und nicht das damit verbundene Zeichen representieren. Der Host muss die Scancodes umwandeln.

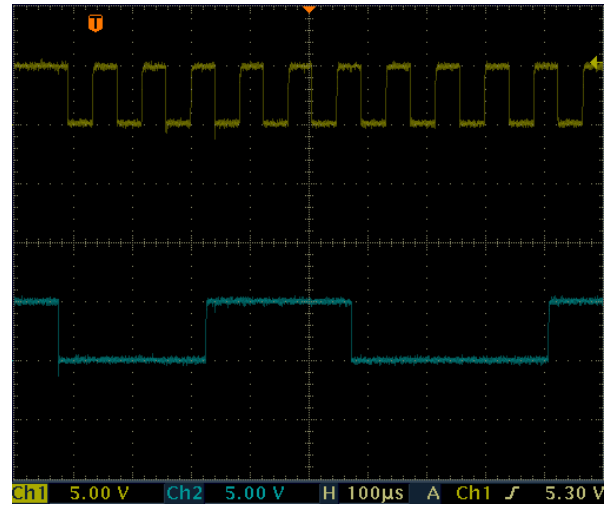
Beim Drücken oder Festhalten einer Taste wird ein Make Code generiert. Die meisten Make Codes bestehen aus einem Byte. Doch einige Tasten haben auch zwei- oder vier-bytige Make-Codes. Diese fangen dann immer mit dem Byte E0 an.

Beim Loslassen der Tastatur wird ein Break Code gesendet. Dieser ist mit dem Make Code der selben Taste fast identisch. Jeder Break Code besitzt aber noch ein F0 Byte.

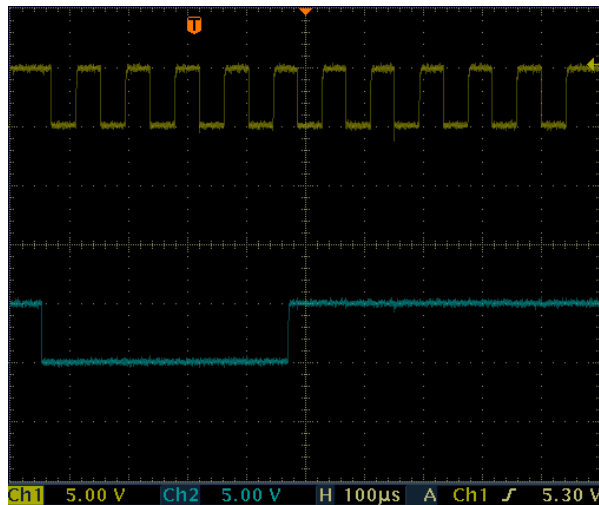
Anzumerken ist, dass die Tastatur, solange eine Taste festgehalten wird, den Make Code dieser Taste sendet. Erst wenn die Taste losgelassen wird, wird einmalig der Break Code gesendet. Wiederholte Daten werden nicht in der Tastatur zwischengespeichert.

Beispiele einiger Tasten aus dem ScanCode Set 2:

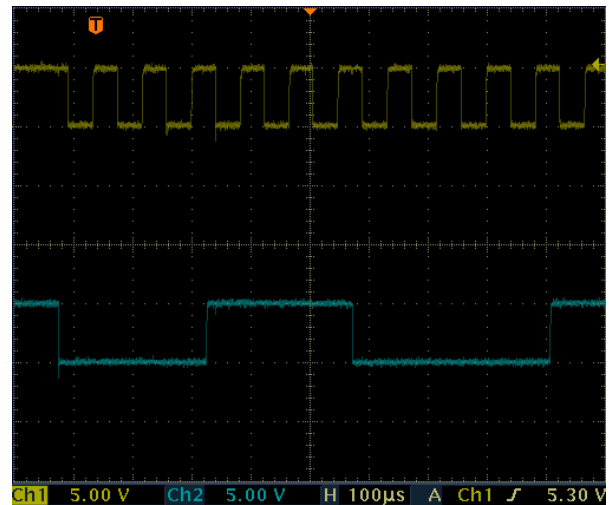
Taste	Make Code	Break Code
A	1C	F0 , 1C
Linke Pfeiltaste	E0 , 6B	F0 , E0, 6B

Oszilloskop-Aufnahmen – Scan Code der Taste „A“:

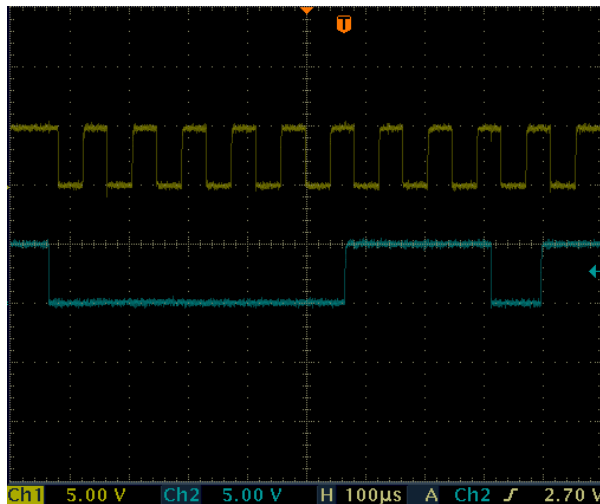
Taste: A - Make Code - Byte 1 von 1: 1C



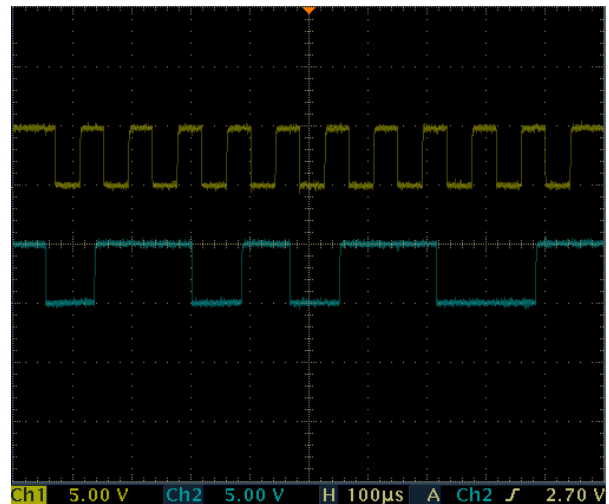
Taste: A - Break Code - Byte 1 von 2: F0



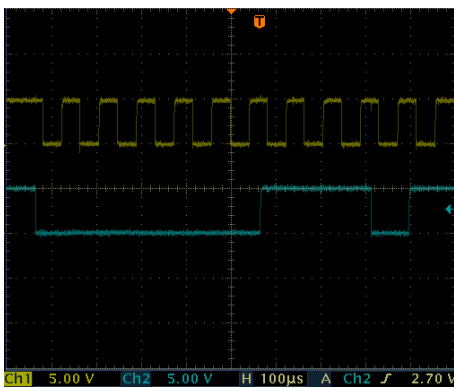
Taste: A - Break Code - Byte 2 von 2: 1C

Oszilloskop-Aufnahmen – Scan Code der linken Pfeiltaste:

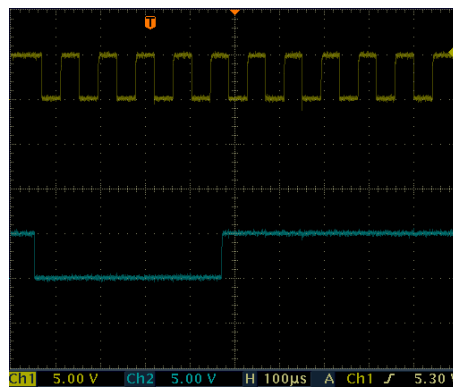
Taste: Linke Pfeiltaste – Make Code – Byte 1 von 2: E0



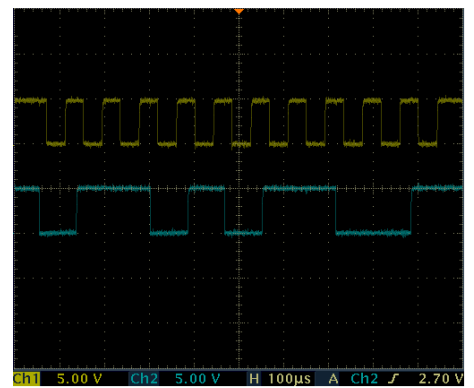
Taste: Linke Pfeiltaste – Make Code – Byte 2 von 2: 6B



Taste: Linke Pfeiltaste – Break Code – Byte 1 von 3: E0



Taste: Linke Pfeiltaste – Break Code – Byte 2 von 3: F0



Taste: Linke Pfeiltaste – Break Code – Byte 3 von 3: 6B

Tastatur Reset

Beim Einschalten der Tastatur oder bei einem manuellen Reset (über das Reset Command) führt die Tastatur einen Selbsttest, den sogenannten „Basic Assurance Test“, durch. Dabei gehen die Leds der Tastatur am Anfang des Tests an und am Ende wieder aus. Nach dem Tests lädt sie folgende Grundeinstellungen:

- Typematic-Delay: 500ms
- Typematic-Rate: 10,9cps¹
- Scan-Code-Set 2

Nach dem Test sendet die Tastatur dann ein 0xAA (BAT erfolgreich) oder ein 0xFC (Fehler). Erst nach dem Test ist die Tastatur ansprechbar und betriebsbereit.

Tastatur Befehlssatz

- Die Tastatur löscht ihren Puffer bei allen empfangenen Befehlen, außer dem Resend-Befehl (0xFE).
- Falls die Tastatur einen ungültigen Befehl empfängt, antwortet sie mit „resend“ (0xFE).
- Während des Empfanges, sendet die Tastatur nicht.
- Wartet die Tastatur auf einen Parameter-Byte (zum Beispiel der Parameter 00 bei dem Einstellen der Wiederholungsrate F3: F3 00) und bekommt stattdessen einen weiteren Befehl, so wertet sie diesen stattdessen aus.

Scan-Code-Set 2 Befehle

- 0xFF – Reset:

Die Tastatur antwortet mit Acknowledge (0xFA) und resettet dann.

- 0xFE – Resend:

Hiermit signalisiert der Host einen Empfangsfehler. Das letzte gesendete Byte wird von der Tastatur zurückgegeben.

- 0xF6 – Set Default:

Lädt die Grundeinstellungen erneut.

- 0xF5 – Disable:

Stoppt die Tastenabfrage und lädt die Grundeinstellungen der Tastatur.

¹ Characters per second

- 0xF4 – Enable:

Aktiviert die Tastenabfrage, nachdem sie mit dem Disable Befehl unterbunden wurde. Die Tastatur ist nach dem Einschalten und BAT automatisch „enabled“, im Gegensatz zu einer Maus.

- 0xF3 – Set Typematic Rate/Delay

Dient der Einstellung der Wiederholrate (2 - 30 Hz) und der Wiederholverzögerung (0.25 – 1.00 Sekunden). Die Tastatur erwartet nach diesem Befehl ein Parameterbyte, das sich aus den folgenden Tabellen zusammenstellt. Das 8. Bit ist dabei immer logisch Null.

Wiederholraten-Tabelle

Bits 0-4	Rate (cps)	Bits 0-4	Rate (cps)	Bits 0-4	Rate (cps)	Bits 0-4	Rate (cps)
00	30.0	08	15.0	10	7.5	18	3.7
01	26.7	09	13.3	11	6.7	19	3.3
02	24.0	0A	12.0	12	6.0	1A	3.0
03	21.8	0B	10.9	13	5.5	1B	2.7
04	20.7	0C	10.0	14	5.0	1C	2.5
05	18.5	0D	9.2	15	4.6	1D	2.3
06	17.1	0E	8.6	16	4.3	1E	2.1
07	16.0	0F	8.0	17	4.0	1F	2.0

Verzögerungs-Tabelle

Bits 5-6	Verzögerung (sec)
00	0.25
01	0.50
10	0.75
11	1.00

- 0xF2 – Read ID

Nach diesem Befehl sendet die Tastatur 2 Bytes, die eine herstellereigene Codierung aufweisen.

- 0xF0 – Select ScanCode-Set

Dieser Befehl setzt den Scan-Code-Set fest. Die Tastatur erwartet danach ein Parameterbyte. Nur die Bits 0 und 1 werden dafür benötigt. Die anderen müssen logisch Null enthalten.

0x01 = ScanCode-Set 1

0x02 = ScanCode-Set 2 (default)

0x03 = ScanCode-Set 3

- 0xEE – Echo

Die Tastatur antwortet mit "Echo" (0xEE).

- 0xED – Set/Reset LEDs

Die Tastatur erwartet nach dem Senden dieses Befehles einen einbytigen Parameter. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:

MSB				LSB			
0	0	0	0	0	Caps Lock	Num Lock	Scroll Lock

Dabei gilt:

- logisch Null = LED aus
- logisch Eins = LED an

Erweiterte Scan-Code-Set 3 Befehle

- 0xFD – Set Key Type Make

Die Tastatur erwartet nach senden dieses Befehles eine Liste aus Make-Codes aller Tasten, bei denen kein Make-Code durch Wiederholungen und kein Break-Code gesendet werden soll. Das Ende der Liste wird durch senden eines nicht im Scan-Code-Set 3 enthaltenen Make-Codes symbolisiert. Während des Einlesens der Liste sendet die Taste nichts.

- 0xFC – Set Key Type Make/Break

Dem vorigen Befehl gleichgestellt. Stellt jedoch nur das Senden der Make-Codes bei Wiederholungen für die übergebenen Tasten ein.

- 0xFB – Set Key Type Typematic

Wie die beiden letzten Befehle. Hier wird jedoch nur das Senden der Break-Codes unterbunden.

- 0xFA – Set all Keys Make/Typematic/Break

Alle Tasten senden wie in der Standardeinstellung, Make- und Break-Codes. Die Wiederholfunktion wird aktiviert.

- 0xF9 – Set all Keys Make

Alle Tasten liefern nur einen Make-Code.

- 0xF8 – Set all Keys Make/Break

Dieser Befehl veranlasst, alle Tasten Make- und Break-Codes zu senden.

- 0xF7 – Set all Keys Typematic

Die Tastatur sendet nach diesem Kommando nur Make-Codes. Im Gegensatz zum 0xF9 Befehl aber auch bei Wiederholungen.

Die PS/2 Maus Schnittstelle

Das PS/2 Interface wurde größtenteils durch das USB Interface ersetzt. Trotzdem bieten viele Mainboards noch PS/2 Anschlüsse. Vor dem PS/2 Anschluss, der mit dem Personal System/2 von IBM eingeführt wurde, gab es andere Anschlüsse, wie unter Anderen der serielle RS-232 Port.

Beim PS/2 Interface ist die maximale Datenrate auf 40kbps begrenzt. Die Stromversorgung liegt dabei für Mäuse 5V bei maximal 100mA.

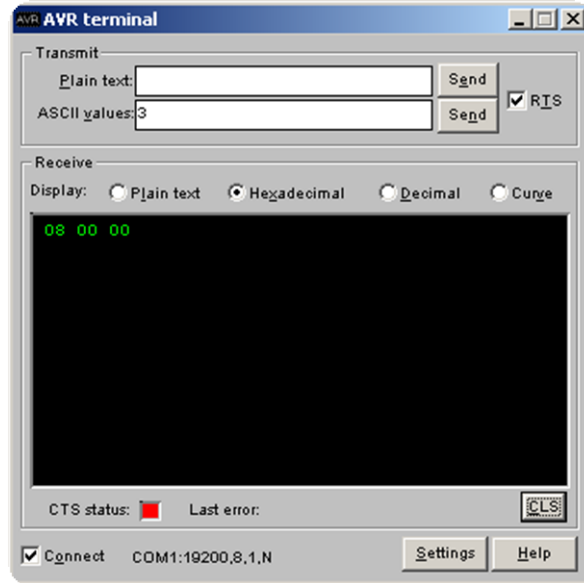
Die PS/2 Mäuse benutzen das gleiche IBM Übertragungsprotokoll wie die PS/2 Tastaturen.

Die Maus hat, wie auch die Tastatur, einen integrierten Encoder, der die Tasten ,sowie hier auch die Bewegungen der Maus, festhält und an den Host sendet.

Mäuse senden pro Zustandsänderung stets 3 Bytes an den Host.

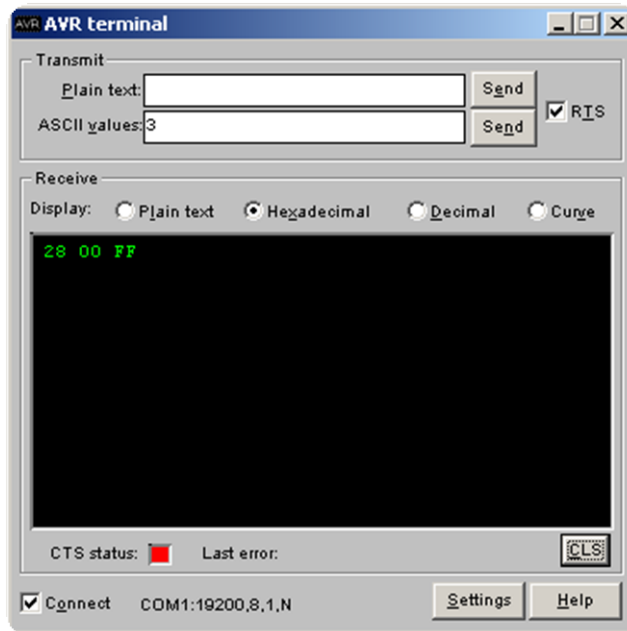
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Y overflow	X overflow	Y sign bit	X sign bit	immer 1	Mittlere Maustaste	Rechte Maustaste	Linke Maustaste
Byte 2	Bewegung auf der X-Achse							
Byte 3	Bewegung auf der Y-Achse							

Die Bytes 2 und 3 repräsentieren den Bewegungsbetrag seit der letzten Übertragung. Dabei handelt es sich um 9-bittige Werte mit jeweils einem Overflow und Vorzeichenbit. Bei einer Bewegung nach oben oder zur linken Seite, werden das Y-Byte, bzw. das X-Byte inkrementiert. Bei einer Bewegung nach unten oder rechts, wird dekrementiert. Nach jeder erfolgreichen Übertragung an den Host werden die Counter geresetzt. Zusätzlich werden die Counter bei jeder Übertragung vom Host zur Maus (außer beim Resend Command) zurückgesetzt.



Standart Maus-Bewegungsdatenpacket

Hier wurde weder die Maus bewegt noch eine Taste betätigt



Standart Maus-Bewegungspaket

Hier wurde die Maus ganz leicht nach unten auf der Y-Achse bewegt – Keine Taste wurde gedrückt

Der sogenannte „Resolution“-Parameter bestimmt den Betrag der Inkrementierung (bzw. Dekrementierung). Standardmäßig ist die Resolution auf 4 Aktualisierungen pro mm zurückgelegener Strecke eingestellt. Dieser Parameter kann über den „Set Resolution“-Kommandos (0xE8) verändert werden.

Neben der Auflösung gibt es noch das sogenannte „Scaling“. Dieser Parameter beeinflusst nicht die eigentliche Messung, sondern lediglich den an den Host übermittelten Betrag. Standardmäßig benutzt die Maus eine 1:1 Skalierung. Bei einer 2:1 Skalierung wird jeder übermittelte Wert mit dem Faktor 2 multipliziert. Die Skalierung kann anhand des „Set Scaling“-Befehles (0xE7) umgestellt werden.

Die 4 Grundbetriebsmodi einer PS/2 Maus

Die Art der Datenübertragung zwischen Maus und Host hängt vom jeweils gewählten Betriebsmodus ab. Insgesamt gibt es vier Grundbetriebsmodi.

- **Reset-Mode**

Die Maus geht automatisch beim initialisieren in den Reset-Modus. Anhand des „Reset“-Befehles (0xFF) kann man sie manuell in diesen Modus verfrachten. Während sie in diesem Modus ist, sendet sie keinerlei Zustandsdaten.

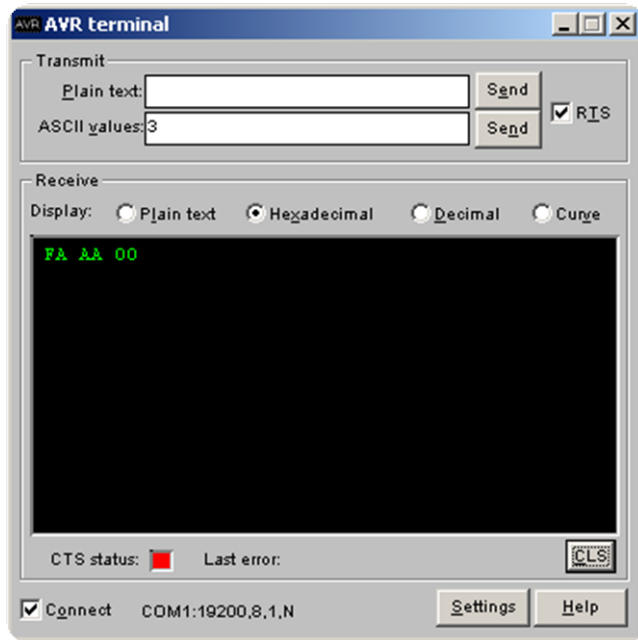
Im Reset-Modus führt die Maus einen Selbsttest (BAT) durch und sendet je nach Ausgang des Test 0xAA (Test bestanden) oder 0xFC (Test fehlgeschlagen). Danach werden die Grundeinstellungen geladen:

- Sample Rate¹ = 100 samples/sec
- Resolution = 4 counts/mm
- Scaling = 1:1
- Data Reporting Disabled

Nach dem BAT und dem Laden der Grundeinstellungen sendet die Maus ihre Device-ID. Diese ist immer 0x00, was sie von Keyboards unterscheidet.

Die Maus bleibt solange in diesem Modus, bis ihr ein anderer mitgeteilt wird.

¹ Geschwindigkeit mit der Statuspakete an den Host gesendet werden



Initialisierung der Maus:

Auf das Reset Command 0xFF antwortet die Maus mit 0xFA „Acknowledge“ und 0xAA BAT passed sowie 0x00 als Device ID

- **Stream-Mode**

Bei diesem Modus handelt es sich um den standard Übertragungsmodus, der von fast jeder gängigen Software vorausgesetzt wird. Dabei sendet die Maus automatisch aktualisierte Zustandsdaten. Die Geschwindigkeit ist dabei durch die „Sample Rate“ und die Werte durch das „Scaling“ vorgegeben.

Falls die Maus sich zuvor in einem anderen Modus befindet, kann man sie anhand des „Set Stream Mode“-Befehls (0xEA) in den Stream-Modus bringen.

- **Remote-Mode**

In diesem Zustand aktualisiert die Maus wie im Stream-Mode ihre Flags und Counter selbstständig. Doch sendet sie nicht automatisch die aktualisierten Zustandsdaten. Der Host greift durch sogenanntes „Polling“ anhand des „Read Data“-Commands (0xEB) auf die Zustandsdaten der Maus zu. Dies kann zu jedem Zeitpunkt geschehen.

Dieser Zustand kann durch senden des „Set Remote Mode“-Befehls (0xF0) erreicht werden. Um ihn zu verlassen, muss einfach ein anderer Modus per Befehl an die Maus übertragen werden.

- **Wrap-Mode**

Die Maus kann anhand des „Set Wrap Mode“-Kommandos (0xEE) in einen Echo-Modus gebracht werden. Die Maus tut nichts anderes, als die vom Host empfangenen Daten an diesen zurück zu senden. Außer dem „Reset“- (0xFF) und dem „Reset Wrap Mode“-Command (0xEC) ignoriert die Maus in diesem Modus jegliche ansonsten gültigen Befehle.

Die Maus kann anhand der „Reset“- und „Reset Wrap Mode“-Befehle aus diesem Modus gebracht werden. Während ein Reset die Maus in den Ausgangspunkt bringt, schaltet der „Reset Wrap Mode“-Befehl die Maus in den zuletzt aktiven Modus.

Erweiterte Betriebsmodi

Standart PS/2 Mäuse beherrschen nur die obengenannten vier Grundmodi. Doch viele Mäuse besitzen heute Scrollräder und Zusatztasten. Um diese benutzen zu können, müssen spezielle Einstellungen anhand von an die Maus gesendeten, und von der Maus empfangenen Befehlen durchgeführt werden.

Bei der Microsoft Intellimouse wird das Scrollrad zum Beispiel anhand folgender Befehle aktiviert:

- Set sample rate 200
- Set sample rate 100
- Set sample rate 80
- Get Device ID
- Eine standard PS/2 Maus ohne Scrollrad antwortet darauf bloß mit 0x00. Eine Intellimouse antwortet hier aber mit 0x03.
- Ab da werden nun immer 4 Bytes von der Maus zum Host gesendet.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Y overflow	X overflow	Y sign bit	X sign bit	immer 1	Mittlere Maustaste	Rechte Maustaste	Linke Maustaste
Byte 2	Bewegung auf der X-Achse							
Byte 3	Bewegung auf der Y-Achse							
Byte 4	Bewegung auf der Z-Achse							

Dabei ist mit der Z-Achse das Scrollrad gemeint. Die untersten 4 Bit werden hier für den Scrollrad-Wert genutzt, während die oberen als Vorzeichenerweiterung dienen.

Um bei einer Intellimouse sowohl das Mausrad als auch die zwei Zusatztasten benutzen zu können, muss eine andere Befehlsfolge an die Maus gesendet werden.

- Set sample rate 200
- Set sample rate 200
- Set sample rate 80
- Eine Intellimouse antwortet darauf mit einer Device-Id von 0x04.
- Ab hier werden 4 Bytes pro Aktualisierung an den Host gesendet.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Y overflow	X overflow	Y sign bit	X sign bit	immer 1	Mittlere Maustaste	Rechte Maustaste	Linke Maustaste
Byte 2	Bewegung auf der X-Achse							
Byte 3	Bewegung auf der Y-Achse							
Byte 4	immer 0	immer 0	Fünfte Maustaste	Vierte Maustaste	Z3	Z2	Z1	Z0

Interessant anzumerken ist der Fakt daß manche Mäuse zwei Scrollräder besitzen. Eins für das vertikale und eins für das horizontale Scrollen. Manche Mäuse kombinieren auch beides in einem Rad, das sich sowohl drehen als auch nach links und rechts drücken lässt. Der Encoderchip inkrementiert dabei die Z-Achse um 2, anstelle um 1 bei vertikalem Scrollen.

Befehlssatz einer PS/2-Maus

- 0xFF – Reset

Die Maus antwortet mit „Acknowledge“ (0xFA) und geht dann in den Reset Modus.

- 0xFE – Resend

Die Maus sendet daraufhin das zuletzt gesendete Packet noch einmal.

- 0xF6 – Set Defaults

Die Maus sendet einen „Acknowledge“-Befehl (0xFA) zurück und lädt dann die Standardeinstellungen. Danach resettet sie alle Counter und Flags und geht in den Stream Mode.

- 0xF5 – Disable Data Reporting

Die Maus antwortet mit 0xFA und stellt das automatische Senden der Zustandsinformationen ein. Dieser Befehl kommt dem Verhalten im Remote Modus sehr Nahe.

- 0xF4 – Enable Data Reporting

Dieses Kommando wirkt dem vorigen entgegen. Es kann sowohl im Stream, als auch im Remote Modus an die Maus gesendet werden. Es wirkt sich aber nur im Stream Modus auf die Übertragung der Zustandspakete aus. Die Maus quittiert dieses Command wie immer mit einem Acknowledge.

- 0xF3 – Set Sample Rate

Die Maus antwortet mit Acknowledge und wartet dann auf ein weiteres Byte, das die neue Sample Rate darstellt. Gültige Werte sind hierbei: 10,20,40,60,80 und 200 samples/sec. Die Maus antwortet nach Empfangen der Sample Rate nochmals mit Acknowledge.

- 0xF2 – Get Device ID

Die Maus antwortet zuerst mit Acknowledge und danach mit ihrer Device Id. Bei standart PS/2 Mäuse ist diese immer 0x00.

- 0xF0 – Set Remote Mode

Die Maus sendet ein Acknowledge zurück, resettet ihre Flags und Counter und geht in den Remote Modus.

- 0xEE – Set Wrap Mode

Die Maus bestätigt den Befehl, setzt alle Flags und Counter zurück und geht in den Wrap Modus.

- 0xEC – Reset Wrap Mode

Die Maus reagiert wie bei fast allen anderen Befehlen zuerst mit einem Acknowledge, bevor es seine Flags und Counter zurücksetzt und den zuvorigen Modus aktiviert.

- 0xEB – Read Data

Die Maus bestätigt den Befehl und sendet dann ein Movement Data Package. Danach werden die Counter und Flags gecleared. Dies ist der einzige Weg um im Remote Modus an Daten der Maus zu kommen.

- 0xEA – Set Stream Mode

Die Maus bestätigt, cleared Flags und Counter und schaltet in den Stream Mode um.

- 0xE9 – Status Request

Die Maus acknowledged das Kommando und sendet dann ihren Status in Form von 3 Bytes an den Host.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Immer 0	Modus	Enable	Skalierung	Immer 0	Linke Maustaste	Mittlere Maustaste	Rechte Maustaste
Byte 2	Auflösung (Resolution)							
Byte 3	Abtastrate (Sample Rate)							

Dabei bedeutet Enable = 1, dass „Data Reporting“ ein- und Enable = 0, dass „Data Reporting“ ausgeschaltet ist. Weiterhin informiert Mode = 1 den Host, dass der „Remote Mode“ der aktive Modus ist, während Mode = 0 den „Stream Mode“ repräsentiert.

- 0xE8 – Set Resolution

Die Maus bestätigt das Kommando und erwartet dann einen einbytigen Parameter mit der neuen Auflösung. Hier eine Tabelle der möglichen Werte:

Wert	Auflösung
0x00	1 count/mm
0x01	2 count/mm
0x02	4 count/mm
0x03	8 count/mm

- 0xE7 – Set Scaling 2:1

Die Maus bestätigt und setzt die Skalierung auf 2:1.

- 0xE6 – Set Scaling 1:1

Wie das vorherige Kommando, nur dass die Skalierung auf 1:1 gesetzt wird.

Unterscheidung: Maus oder Tastatur?

Um festzustellen, ob an einem PS/2-Port eine Maus oder eine Tastatur angeschlossen ist, muss man folgende Schritte befolgen:

- 0xF5(Disable Data Reporting) senden, um Keyboard oder Maus daran zu hindern Datenpakete während der Erkennungszeit zu senden
- 0xF2 (Get Device-Id) senden
- Nun können 2 Fälle auftreten:
 - Ist eine Tastatur angeschlossen, werden 2 Byte zurückgesendet. Wobei das erste Byte immer 0xAB ist. Dies unterscheidet eine Tastatur von einer Maus.
 - Eine Maus sendet nur ein einziges Byte. Bei standard PS/2-Mäusen kriegt man ein 0x00 zurück.
- 0xF4(Enable Data Reporting) senden, um Maus oder Tastatur wieder zu aktivieren.

Quellenangaben:

www.marjorie.de

Deutsche Wikipedia – Suchkriterium: PS/2