

DAS OPTIMALE



MAUTSYSTEM

Kurzfassung:

Da es bei dem deutschen Mautsystem viele Pannen gab und es bis zum heutigen Tag immer noch nicht funktionstüchtig ist, überlegten wir uns eine neue Lösung.

Unser Mautsystem basiert auf der Transpondertechnologie. Dieses System besteht aus einem Leser und einem passiven Transponderchip, die per induktiver Kopplung miteinander kommunizieren. Auf dem Chip haben wir das jeweilige Nummernschild eines Lkws gespeichert. Da jeweils die Zugmaschine und der Anhänger getrennt registriert werden müssen, ist eine getrennte Abrechnung möglich. Mit Hilfe des Kennzeichens können so die für die Maut benötigten Daten wie Anzahl der Achsen und Gewicht bestimmt werden. An allen Autobahnaufahrten und Abfahrten stehen Lesegeräte, die die Daten der Chips auslesen und an eine Mautzentrale weitersenden. Da alle Autobahnteile bereits vermessen sind muss jedes Lesegerät an einer Auf- oder Abfahrt seinen Standort und zusätzlich die vom Lkw empfangenen Daten an die Mautzentrale senden. Aus Start- und Endpunkt der Autobahnfahrt kann die gefahrene Strecke und damit die Mautgebühr errechnet werden.

Inhalt

1. Das Thema und die Situation	3
2. Die Idee	4
3. Endgültige Lösung	5
3.1 Die Funktionsweise eines Transponder-Systems	6
3.2 Der Aufbau unseres Systems	8
4. Literatur	12

1. Das Thema und die Situation

Auf der Suche nach einem Thema für dieses Jahr surfen wir durch das Internet um interessante und nützliche Informationen zu sammeln. Unter anderem begegneten uns auch einige Artikel bezüglich der Lkw-Maut in Deutschland. Ein in letzter Zeit oft angesprochenes Thema in den Nachrichten. Unsere Reaktion: „Das wird doch eh nichts mehr.“ Dieser Satz brachte uns zum Nachdenken und unser Thema war gefunden.

Bei dem Thema Maut denkt man zugleich an Toll Collect und eine nicht aufhörende Folge von Pannen.

Das deutsche Mautsystem sollte das modernste der Welt werden. Durch Satelliten gestützte Peilung (GPS) der Lkws sollten die gefahrenen Kilometer genau berechnet werden. Doch gleichzeitig zieht ein solches System sehr hohe Kosten mit sich. Die Bundesregierung wählte dieses System, obwohl Konkurrenten vorhanden sind, wie zum Beispiel die Firma „fela“ aus der Schweiz. Sie hat ein vergleichbares aber günstigeres System welches seit 2001 erfolgreich im Einsatz ist. Auch hat ein Mitarbeiter dieses Unternehmens die Bundesregierung vorgewarnt, dass das geplante System der Firma Toll Collect nicht funktionieren kann. Die Regierung reagierte nicht auf das Schreiben und es folgt eine Schlagzeile nach der nächsten: Onboard-Units können nicht geliefert werden, bzw. die wenigen Gelieferten fallen ständig wieder aus; keiner kann diese Geräte reparieren; bei ersten Tests werden Kilometer rückwärts gezählt, weil Lkws wegen Baustellen auf der anderen Autobahnseite weiter fahren; bei Hin- und Rückfahrt wurden für dieselbe Strecke unterschiedliche Beträge angezeigt (mit bis zu 70 % Unterschied [1, S.22]) und so weiter. Die Regierung glaubte den Versprechungen, dass das System mit einer Verbesserung und kurzer Verschiebung des endgültigen Einsatzes funktionieren wird. Doch mittlerweile ist auch sie davon überzeugt, dass dies nicht mehr der Fall sein wird und ist dementsprechend auf der Suche nach einer neuen Lösung.

2. Die Idee

Unsere erste Überlegung war, dass jeder Lkw ein handyähnliches Gerät besitzt, indem alle technischen Daten des jeweiligen Fahrzeugs gespeichert sind (Anzahl der Achsen, Gewicht etc.). Das Gerät ist gleichzeitig mit dem Tachometer des Lkws gekoppelt.

Wenn das Fahrzeug jetzt über eine Autobahnauffahrt fährt, wird das „Handy“ von einem dort vorhandenen Funkmast angefunkelt. Der gesendete Impuls setzt das Gerät in Betrieb. Ab diesem Zeitpunkt werden die durch den Tachometer gemessenen Kilometer im „Handy“ gespeichert. Wenn der Lkw die Autobahn verlässt, wird er an der Ausfahrt erneut angefunkelt. Die bis zu diesem Zeitpunkt gespeicherten Kilometer werden jetzt mit den Fahrzeugdaten in die Mautzentrale gesendet. Dort kann die kilometergenaue Abrechnung erfolgen. (siehe Abb. 1)

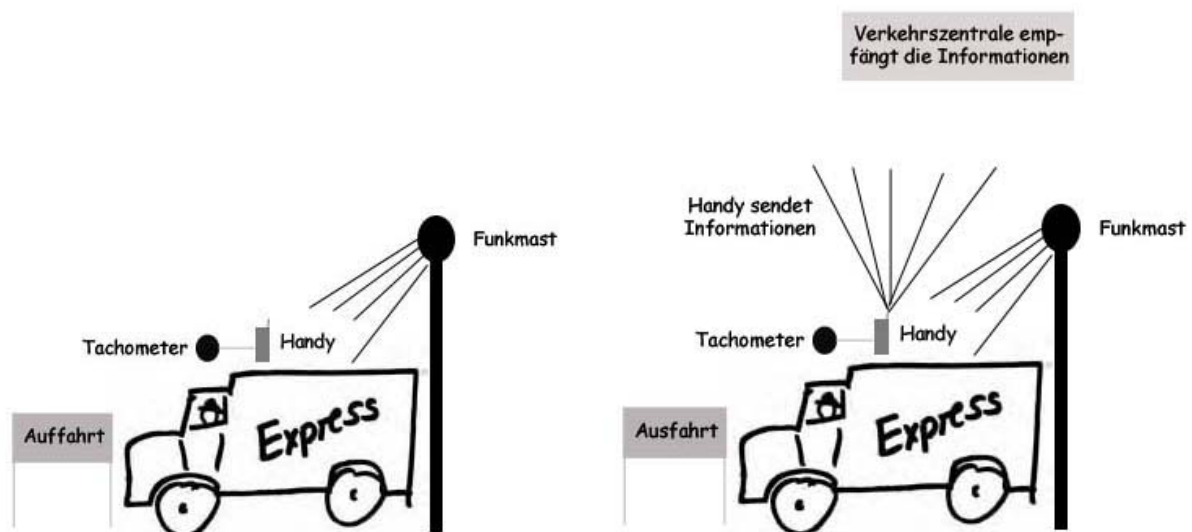


Abb. 1: Das Handy-System: Die Kilometer werden gemessen und per Handy verschickt.

Nach weiteren Recherchen über Mautsysteme in anderen Ländern machten wir die Entdeckung, dass unser „neu erfundenes“ Mautsystem bereits in Österreich in einer ähnlichen Form entwickelt wird.

Das österreichische System mit Namen Go-box ist ein Gerät, indem ebenfalls, wie in unserem System, alle Lkw-Daten im Gerät selbst gespeichert sind. Sie kann vom Fahrer selbstständig angebracht werden. Die Anzahl der Achsen kann vom Fahrer nach oben korrigiert werden, dafür ist er selbst zuständig. An Mautportalen wird die Box angefunkelt und diese übermittelt

die Daten, sodass die Maut für den jeweiligen Streckenabschnitt berechnet wird. Der einzige Unterschied zu unserem System ist an dieser Stelle, dass unser „Handy“ nicht an Mautportalen angefunkt wird, sondern an Autobahn Aus- und Auffahrten.

Bezahlt wird z. B. per Kreditkarte (post-paid) oder man lädt die Go-box vorher auf (pre-paid). In letzterem Fall wird der Betrag von der Box abgebucht.

Nach dieser Entdeckung brauchten wir ein neues System. Nach einigen Überlegungen kamen wir auf die Idee ein System zu entwickeln, basierend auf der Zeitmessung bei läuferischen Sportveranstaltungen (z.B. Marathonläufe). Bei diesen Veranstaltungen wird ein System genutzt, was mit der Transpondertechnologie funktioniert. Jeder Läufer bekommt einen Transponderchip, in dem seine Startnummer eingespeichert ist. Sobald er die Startgerade übertritt, bekommt das Lesegerät die Informationen des Transponderchips mitgeteilt und diese wird an einen Computer weitergeleitet, der anfängt seine Zeit zu zählen. Bei der Zielgeraden wird für den Läufer die Zeit wieder gestoppt.

3. Endgültige Lösung

Dieses oben genannte System formten wir für unsere Zwecke um:

Jeder Lkw bekommt einen Transponderchip auf dem das Kennzeichen des jeweiligen Kraftfahrzeuges gespeichert ist. Möglicherweise ist der Transponder schon ins Nummernschild eingearbeitet. Da jeweils die Zugmaschine und der Anhänger getrennt registriert werden müssen, ist eine getrennte Abrechnung möglich. Mit Hilfe des Kennzeichens können so die für die Maut benötigten Daten wie Anzahl der Achsen und Gewicht bestimmt werden. An allen Autobahnauffahrten und Abfahrten stehen Lesegeräte, die die Daten der Chips auslesen und an eine Mautzentrale weitersenden. Da alle Autobahnteile bereits vermessen sind, muss der Chip nicht mehr mit dem Tachometer gekoppelt sein (wie in unserem Handy-System), sondern jedes Lesegerät an einer Auf- oder Abfahrt muss seinen Standort und zusätzlich die vom Lkw empfangenen Daten an die Mautzentrale senden. Aus Start- und Endpunkt der Autobahnfahrt kann die gefahrene Strecke und damit die Mautgebühr errechnet werden. (siehe Abb. 2)

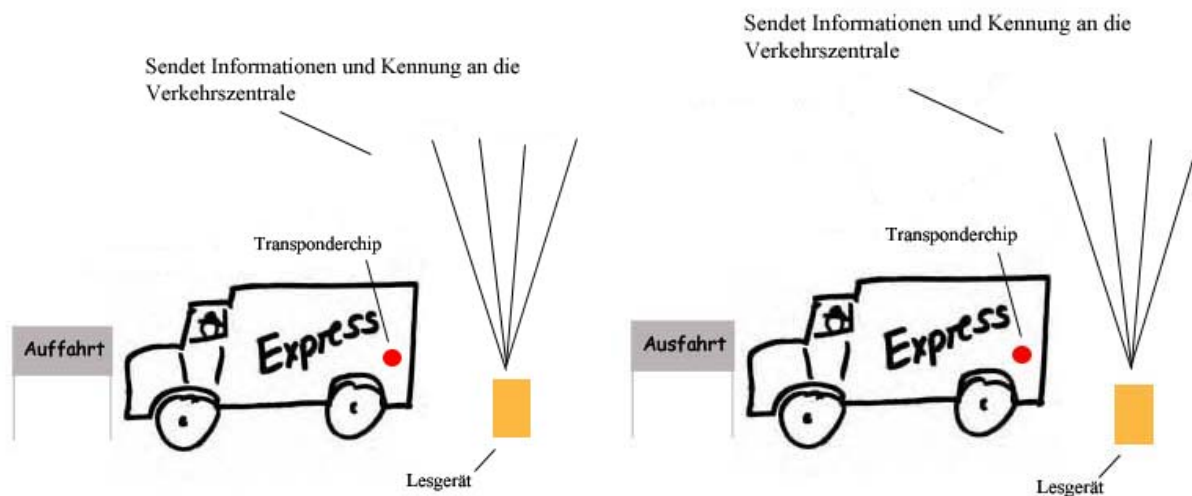


Abb. 2: Das Transponder-System: Die registrierten Lkws werden an Autobahnen an- und abgemeldet.

Wenn ein ausländischer Lkw keinen Transponder besitzen sollte, kann man an den Grenzen Automaten aufstellen, die die Transponderchips mit den Daten des Lkws beschreiben. Diese kann der Lkw-Fahrer dann an seinem Nummernschild befestigen. Wenn die Polizei zusätzlich mit Handlesegeräten ausgestattet wird, bekommen diese sofort alle Daten zum Fahrzeug. Dies ist gleichzeitig eine Absicherung des Systems, da so auch überprüft werden kann, ob im Lkw die richtigen Daten gespeichert sind.

3.1 Die Funktionsweise eines Transponder-Systems

Ein Transponder ist ein Mikrochip, der aus einer Spule und einem kleinen Speicher besteht. In diesem Speicher können bis zu 100 Bit an abrufbaren Informationen gespeichert werden. Es gibt aktive und passive Transponder. Aktive Transponder senden selbständig ihre Informationen, benötigen jedoch eine eigene Batterie. Passive Transponder dagegen werden kurzfristig mit Energie versorgt. Durch das Prinzip des lose gekoppelten Transformators (Induktion) bekommt der Transponder genügend Energie um seine Informationen zu senden. Die Datenübertragung funktioniert per Modulationsverfahren. Unser System funktioniert mit der Phasenumtastung, es wird weder die Amplitude noch die Frequenz verändert, wodurch die

Anfälligkeit gegenüber Störimpulsen gering gehalten wird. Über die Empfangsantenne werden die Impulse an das Lesegerät weitergegeben und von dort bei Bedarf an den Computer gesendet. Weitere Vorteile dieses Systems bestehen darin, dass unser System im Vollduplexbetrieb arbeiten kann. Dies wird durch Frequenzteilung erzielt. Während die Energie mit 125 kHz übertragen wird, werden die Daten nur mit 62,5 kHz übertragen, wodurch ein gleichzeitiger Austausch stattfinden kann (siehe Abb. 4). Auch kann man die Transponder an Temperaturbelastung und Übertragungsgeschwindigkeit anpassen. Die Informationen können auch ausgelesen werden, wenn sich der Transponder in Metallteilen befindet. Der Lesevorgang benötigt keine Sichtverbindung und kann durch Materialien aller Aggregatzustände durchgeführt werden.

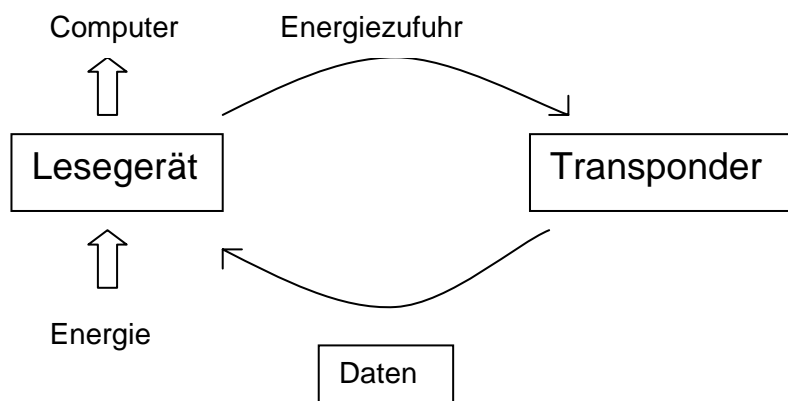


Abb. 4: Die Funktion des Transponder-Systems: Die Transponder werden mit Energie versorgt und verschicken dann ihre Daten.

3.2 Der Aufbau unseres Systems

Für unsere Zwecke verwendeten wir einen passiven Transponder und ein Lesegerät des Typs LID665. Zunächst schlossen wir die Jumper der Leseplatine an das Datenkabel, das Netzgerät, und an die Antenne an. Zu diesem Zweck verwendeten wir handelsübliche Audiokabel, die normalerweise dazu dienen, CD-ROM-Laufwerke im Computer mit der Soundkarte zu verbinden. Die Kabel, die auf beiden Seiten Stecker besitzen, zerteilten wir in der Mitte. Das eine Ende des Kabels steckten wir auf die Jumper der Leseplatine, das andere Ende löteten wir jeweils an das Datenkabel und die Antenne. An das Audiokabel, das an das Netzgerät angeschlossen werden sollte löteten wir sicherheitshalber eine 500 mA Sicherung. (siehe Abb. 5)

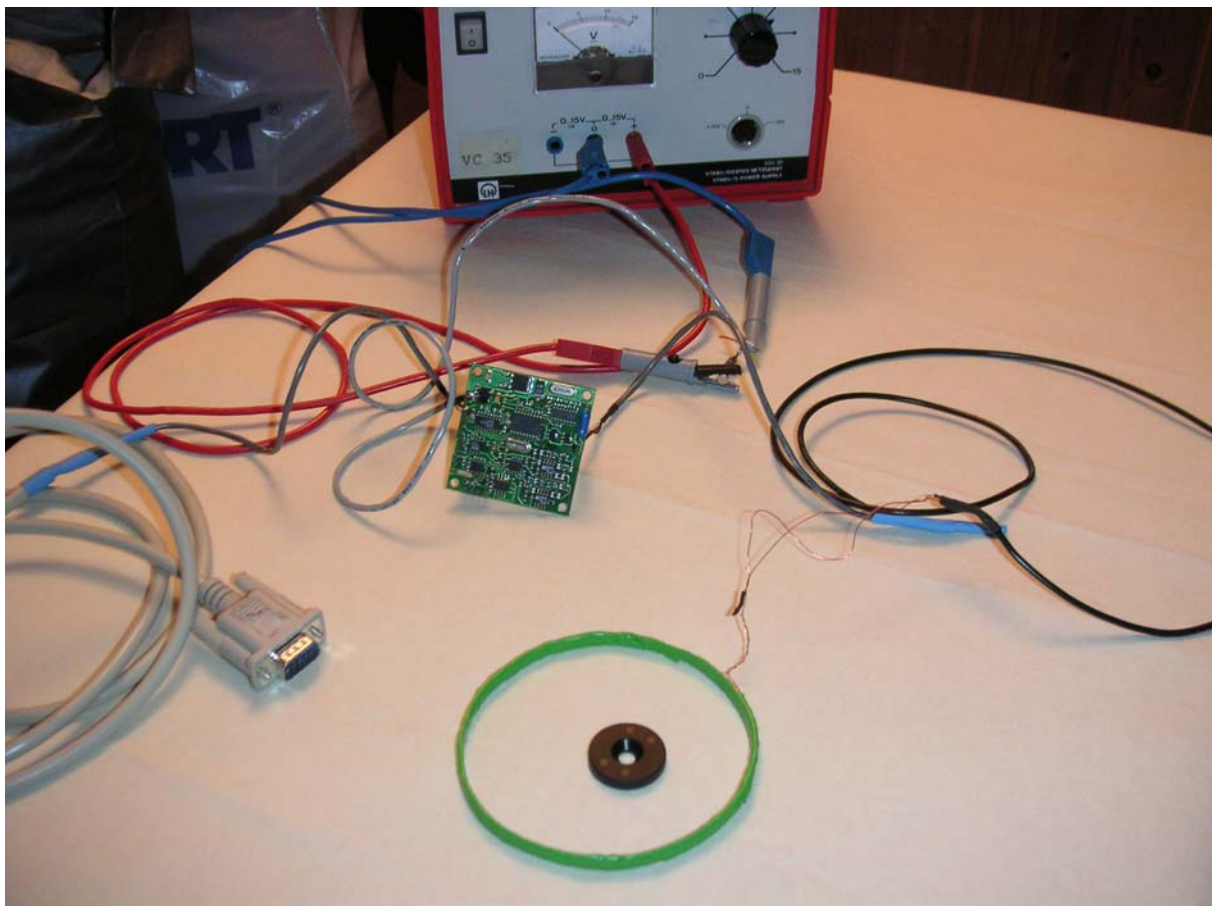


Abb. 5: Das aufgebaute System: Mitte: Lesegerät, vorne: Antenne und Transponder, Links: Datenkabel

Danach schlossen wir das Lesegerät über das Datenkabel an den COM-Anschluss unseres Computers an. Nach der Konfiguration des COM-Anschluss im Gerätemanager, bei der wir die Datenrate auf 19200 Bits pro Sekunde ändern mussten, konnten wir den Leser über das Programm „Trovan“ ansprechen. Nach der Erkennung des Lesers konnten wir die Schreib-Lese-Transponderchips programmieren. Als erstes programmierten wir das Nummernschild des Lkws auf den Chip. (siehe Abb. 6)

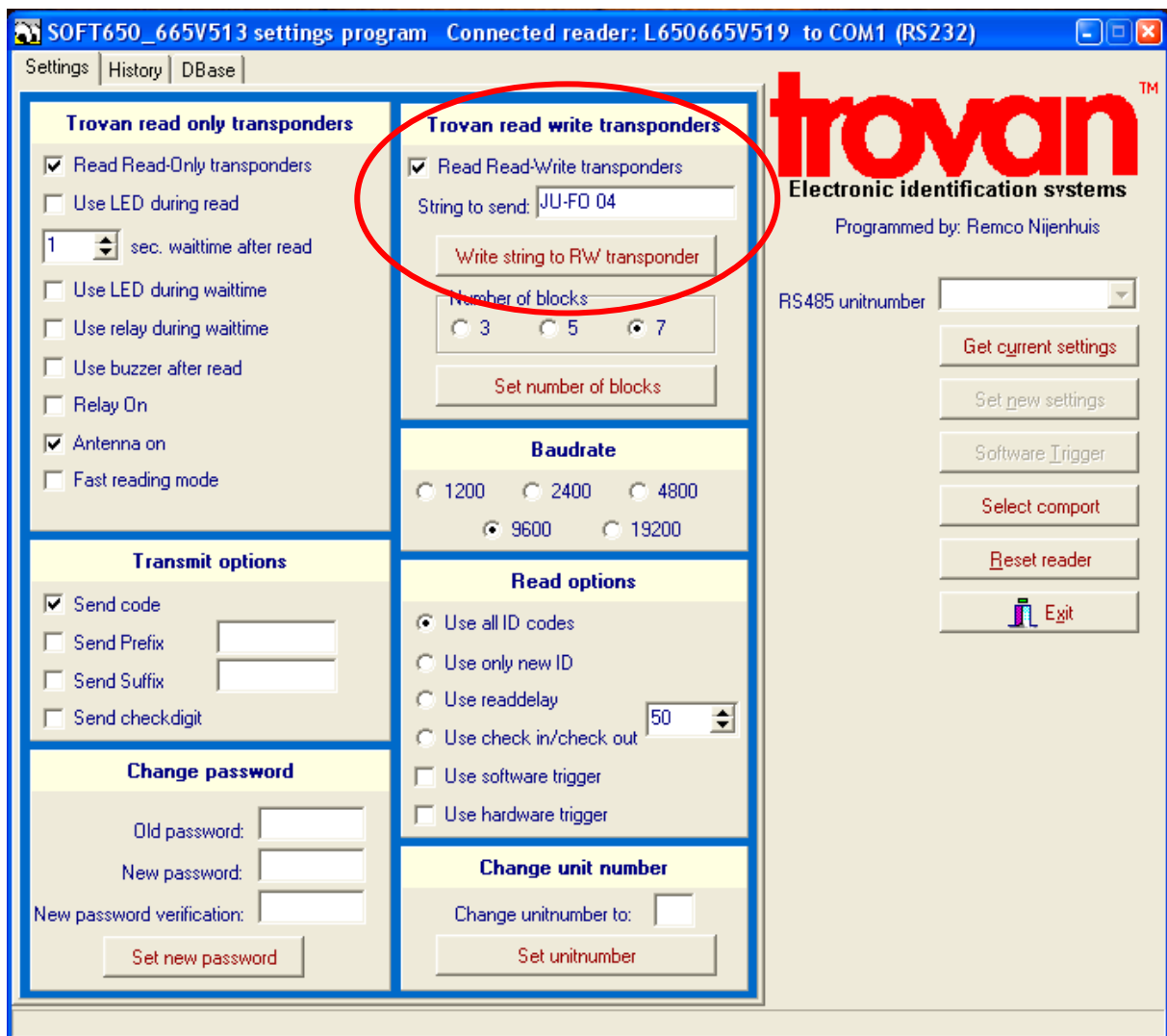


Abb. 6: Der Transponder wird beschrieben

Danach legten wir eine Prefix und Suffix fest, welche auf dem Lesegerät gespeichert wird und den Standort des Gerätes angeben soll. Die Datenblöcke werden beim Auslesen des Transponderchips vor und hinter den Nummernschildcode geschrieben. Die Prefix gibt an ob der Lkw in eine Auf- oder Abfahrt einfährt. Dementsprechend steht als Prefix vor dem Nummernschildcode entweder „Ab“ oder „Au“. Die Suffix beschreibt Autobahn und Nummer der Auf- oder Abfahrt (siehe Abb. 7).

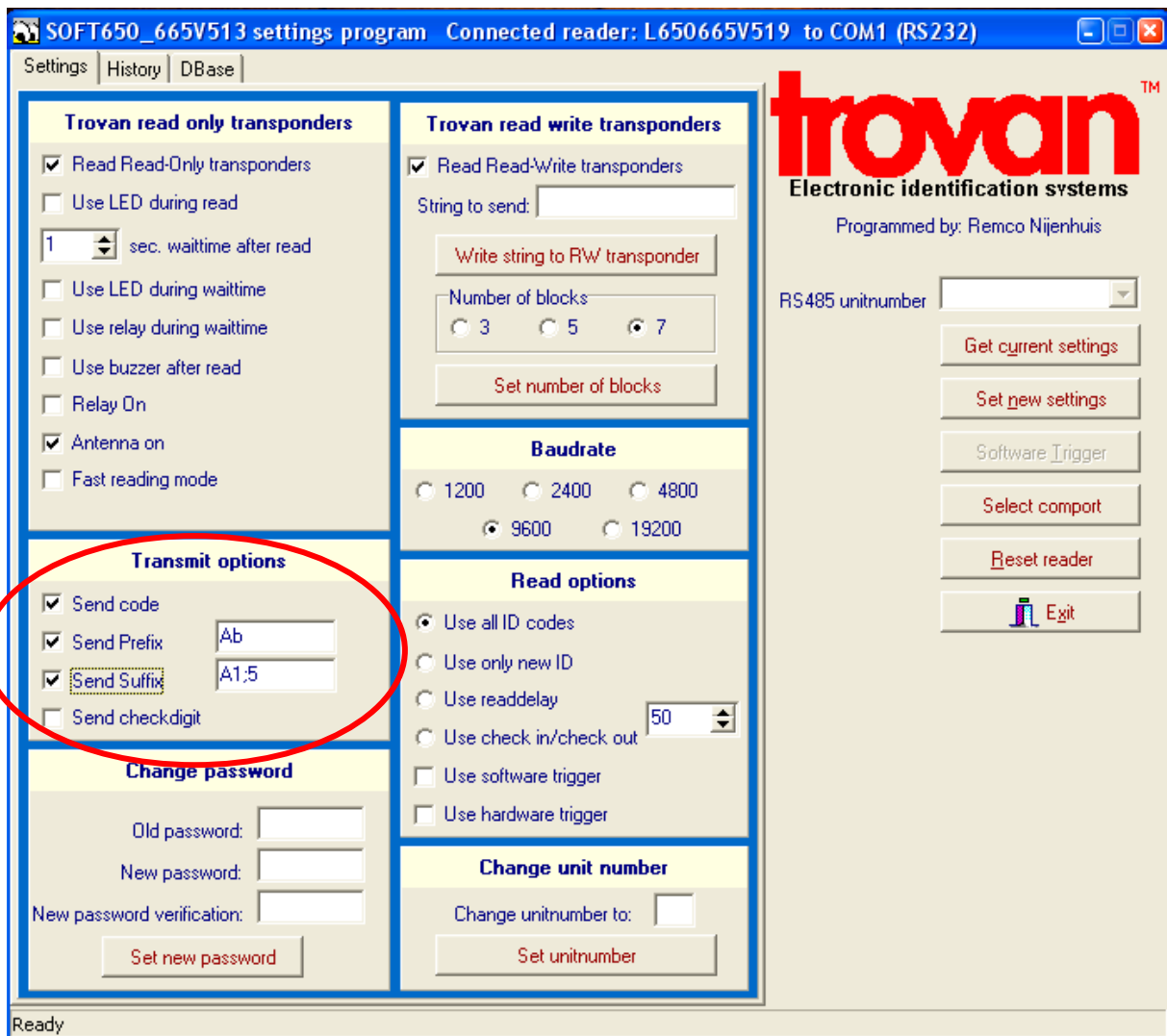


Abb. 7: Prefix und Suffix werden festgelegt

Nach der Programmierung der Chips machten wir einen ersten Lesetest. Auf Anhieb erkannte das Lesegerät den Code samt Prefix und Suffix (siehe Abb. 8).

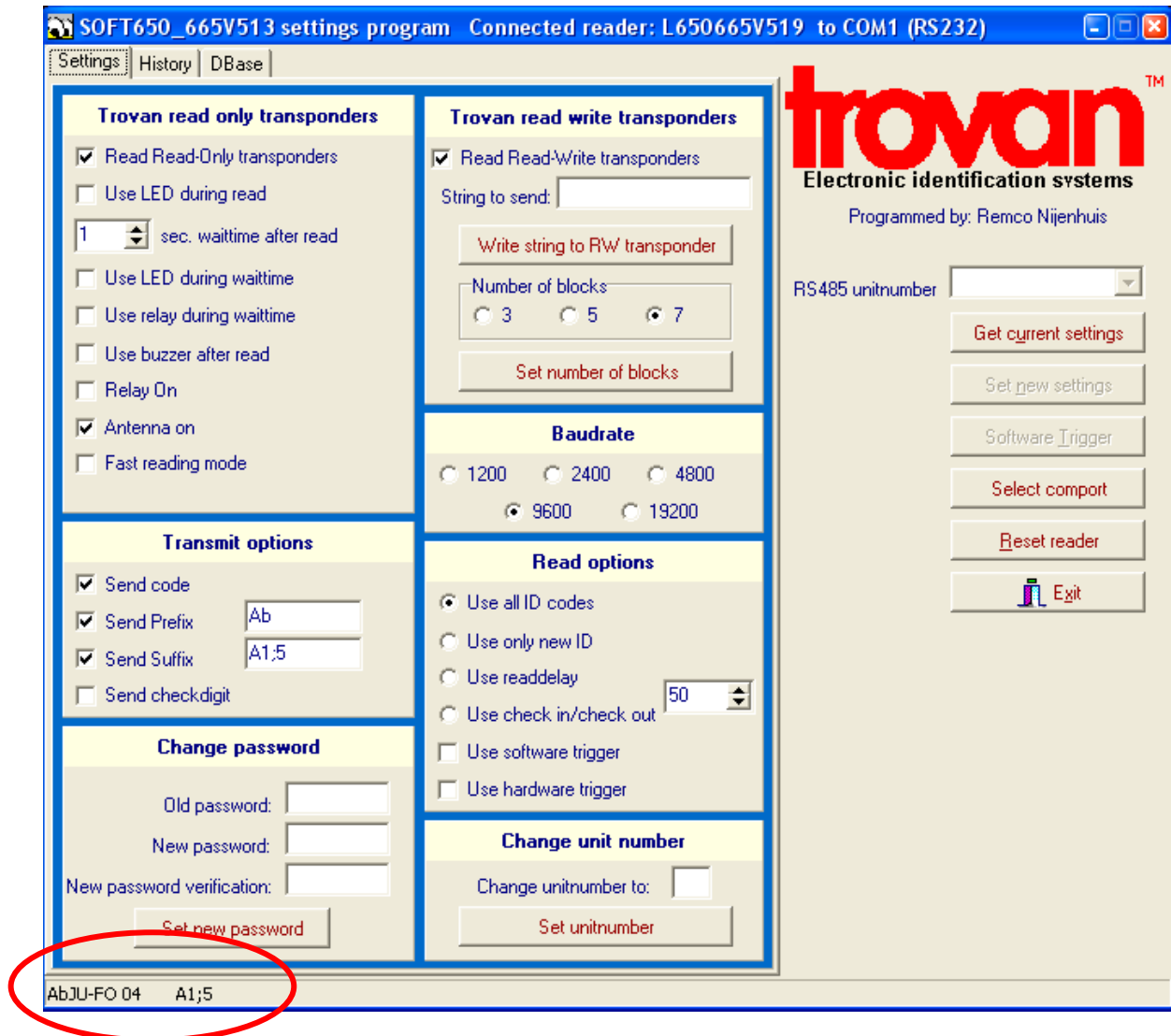


Abb. 8: Der programmierte Chip wird ausgelesen

4. Literatur

- [1] Adac Motorwelt Heft 1/2004 S.22
- [2] www.euroid.de
- [3] www.isy-timing.de