

## **Blindenleitsystem - ein Beispiel für das Zusammenwirken von Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft**

Carl Müller-Platz

### **1 Einleitung**

Ausgangspunkt erfolgreicher Projekte ist oft eine gute Idee.

Im hier beschriebenen Fall war die Idee, bei Blinden und schwer Sehgeschädigten die nicht geschädigten Sinne zur Orientierung zu nutzen, so dass sie sich auch im Sport im Laufschrift und ohne führenden Partner bewegen können. Das für die Umsetzung dieser Idee erforderliche Design wurde von einem Unternehmen (Fa. Stotz & Fiol, Produktrealisation)) entwickelt, den Sachverstand über die Elektronik trug ein anderes (Fa. Keith & Koep, Elektronik-Entwicklungen) bei.

Das Ergebnis war beachtenswert. Das Design-Konzept mit dem sinnbildlichen Namen ARIADNE gehörte neben anderen Designvorschlägen, die zum Thema „Leben in Bewegung“ eingereicht wurden, zu den Preisträgern des Internationalen Audi Design Förderpreises 1997.

Die Möglichkeiten der Umsetzung von Ideen in ein anwendungsfähiges System basieren manchmal auf Zufällen. So ergab sich ein Kontakt der Preisträger zum Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp) über Dr. Otto vom Deutschen Behinderten-Sportverband (DBS) anlässlich eines Behindertensportfestes in Moers und der anschließenden Teilnahme am Workshop „Behindertensport“ im Mai 1997.

Das BISp zeigte sich an diesem Projekt interessiert und die Förderung der Weiterentwicklung des prämierten Konzeptes musste in die richtigen Bahnen gelenkt und ein förderungsfähiger Antrag gestellt werden.

Professor Forner, Inhaber des Lehrstuhles Elektrotechnik-Automatisierungstechnik/Messtechnik an der Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal nahm sich des Konzeptes an und stellte als Hochschullehrer den erforderlichen Antrag beim BISp.

Im Laufe des Jahres 1998 wurde eine Versuchsanordnung entsprechend den Vorgaben des Konzeptes provisorisch konstruiert und an der Rheinischen Schule für Blinde und Mehrfachbehinderte u. a. Vertretern des DBS und dem Deutschen Blinden-Verband vorgestellt. Tatsächlich konnte sich der Proband – die Anlage war in der Turnhalle aufgebaut worden – relativ sicher auf einer vorgegebenen Bahn bewegen.

Die Forschungsarbeit sollte zeigen, ob mit dem Gehör oder möglicherweise einem anderen Sinn die Orientierung auf der Bahn am besten möglich ist.

Seit Beginn des Jahres 1999 wird das Projekt ARIADNE vom BISp gefördert. Bereits im ersten Jahr der Förderung wurde ein Prototyp entwickelt und seine Funktionalität optimiert. Die Kontakte zum künftigen Bedarfsträger wurden weiter vertieft. Das Projekt wird im Folgenden vom Forschungsnehmer selbst vorgestellt.

## **2 Das Projekt ARIADNE – ein elektronisches Bahnleitsystem für blinde Sportler (E. Forner, J. Primsch)**

### **2.1 Einleitung**

Blinde Sportler benötigen normalerweise fremde Hilfe, wenn sie laufen, sprinten oder sportlich gehen wollen, und dies sowohl im Training als auch im Wettkampf. Ein Team von Ingenieuren, Designern und Sportpädagogen hat im Verlauf der letzten drei Jahre das Ziel verfolgt, es blinden Sportlern durch technische Unterstützung möglich zu machen, weitgehend unabhängig auf Bahnen zu laufen oder schnell zu gehen. Die Grundidee, der derzeitige Stand der Entwicklung, bisherige Ergebnisse sowie die zukünftigen Erwartungen, die wir an das ARIADNE-System haben, sollen hier dargestellt werden.

So wie Theseus mit Hilfe des Ariadnefadens aus dem Labyrinth des Minotaurus herausfand, so sollen blinde Läufer in die Lage versetzt werden, weitgehend ohne fremde Hilfe auf einer Bahn laufen zu können.

### **2.2 Grundidee**

Das ARIADNE-Bahnleitsystem besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

1. den bahnbegrenzenden isolierten Kupferleitungen, die im Endausbau unter dem Laufbahnbelag angeordnet sind und die Laufbahn im Abstand der Bahnmarkierungen begrenzen (Abb. 1). In Testaufbauten für kurze Strecken können die Leitdrähte allerdings auf die Bahnmarkierungen aufgeklebt werden;
2. einem Wechselstromgenerator (ca. 20 kHz) zur Erzeugung magnetischer Wechselfelder in der Umgebung der Drähte sowie einer Steuereinrichtung, die je nach Ausstattung der Anlage einzelne Kurzbahnen oder ovale Laufanlagen bis zu acht Bahnen ansteuert und die noch einige später erwähnte Aufgaben übernimmt (Abb. 2) und
3. dem in einen Gürtel eingearbeiteten Sensorsystem mit Stereokopfhörer, mit dessen Hilfe der blinde Läufer akustisch über seine Abweichung von der Bahn informiert wird (Abb. 3).

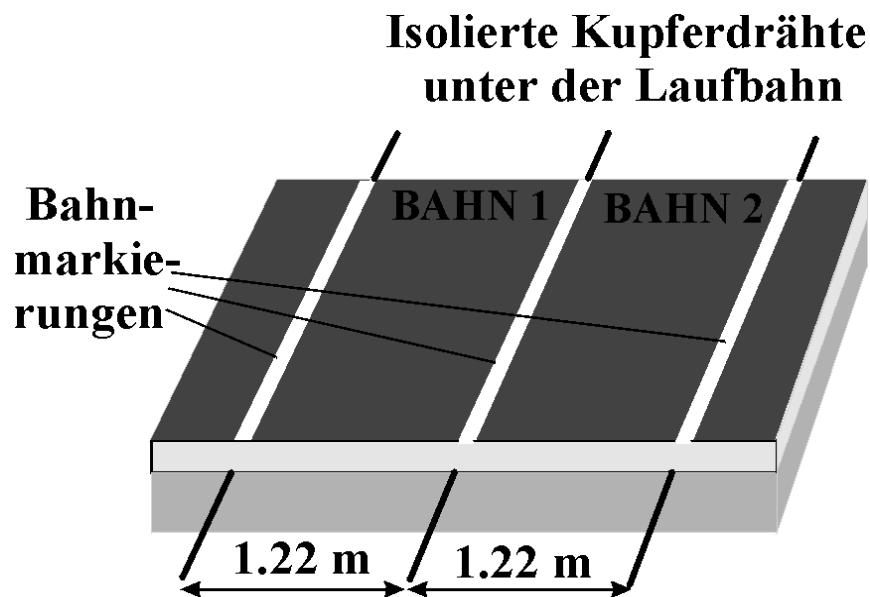


Abb. 1: Leitdrähte in der Laufbahn

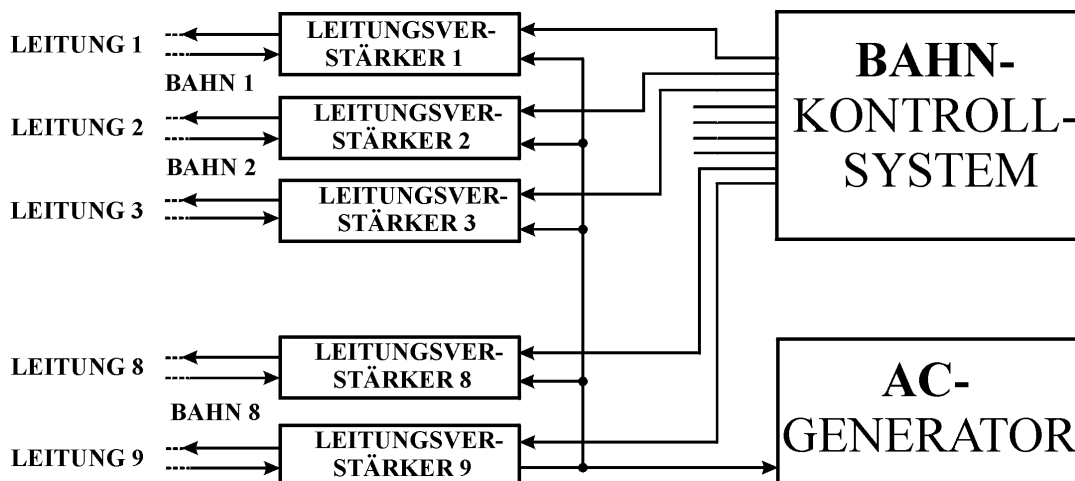


Abb. 2: AC-Generator und Steuergerät



Abb. 3: Gürtel mit Sensorsystem und Stereokopfhörer

Die Wechselstromquelle erzeugt in den bahnbegrenzenden Drähten ein magnetisches Wechselfeld, das in etwa einem Meter Abstand von der Bahnoberfläche von Magnetfeldsensoren des Sensorsystems erfasst wird. Da sichergestellt ist, dass in den beiden jeweils

bahnbegrenzenden Leitungen die Magnetfelder um  $180^\circ$  zueinander phasenverschoben sind, ergibt sich die Möglichkeit, sowohl die Abweichung vom Bahnmittelpunkt als auch unter Verwendung der Vorzeichen der erfassten Magnetfeldkomponenten die Richtung der Abweichung zu detektieren. In Abb. 4 sind Verläufe der Magnetfeldkomponenten quer zur Bahn aufgetragen.



Abb. 4: Normierte Komponenten der Flussdichte in einem Meter Abstand vom Boden

Durch Festlegung eines Grenzwertes der magnetischen Flussdichte wird bestimmt, bei welcher Abweichung vom Zentrum der Bahn ein Abweichungssignal erzeugt wird. Wird z.B. der Grenzwert der Vertikalkomponente unterschritten, so wird dies als Abweichung verarbeitet. Die Richtung ergibt sich aus der Verarbeitung der horizontalen und vertikalen Komponenten: sind beide Komponenten nach Überschreiten des Grenzwertes positiv, so liegt eine Linksabweichung vor. Unterscheiden sich die Vorzeichen der Feldkomponenten, so liegt eine Rechtsabweichung vor. Dreht sich der Läufer um  $180^\circ$ , so wird der Horizontalsensor mit dem Läufer ebenfalls um  $180^\circ$  gedreht und für den Läufer bleibt die Rechts-Links-Orientierung erhalten.

Der Sensor und die Verarbeitungselektronik sind an einem Gürtel befestigt, den der Läufer so anlegt, dass das Sensorelement am Rücken getragen wird. Bleibt der Läufer im gewählten Laufkorridor, so hört er ein „O.K.“-Signal. Verlässt der Läufer den Korridor zur linken Seite, so hört er im linken Ohrhörer eine mit zunehmender Abweichung in der Frequenz ansteigende Tonfolge. Bei der Abweichung nach rechts hört er eine entsprechende Tonfolge im rechten Ohrhörer.

Das dargestellte Funktionsprinzip des Bahnleitsystems ist also geeignet, die ungewollte Abweichung auf der Bahn nach links oder rechts zu erfassen und dem Sportler auf akustischem Wege den Grad der Abweichung mitzuteilen. Der Sportler wird entsprechend der ihm mitgeteilten Abweichung seine Position korrigieren können. Er ist also ein Teil eines Position-Regelkreises, dessen Parameter er selbst mit Trainingsaufwand optimieren kann und muss. Die akustischen Signale liefern lediglich Positionsmeldungen relativ zur Bahnmitte. Das Bahnleitsystem ARIADNE wird erst unter Einbeziehung des blinden Sportlers vervollständigt.

### 2.3 Stand der Entwicklung

Die Forschungsförderung durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft hat es ermöglicht, ein umfassendes Konzept zu erarbeiten, um aus der Grundidee eine technisch leistungsfähige Einrichtung zu entwickeln. Mit Hilfe eines modularen Konzeptes sollen sowohl einzelne Kurzbahnen (z.B. 100 m) als auch komplette Laufanlagen in einem Stadion mit der ARIADNE-Orientierungshilfe ausgestattet werden. Die technischen Komponenten für dieses System sind im wesentlichen entwickelt. Der Schaltplan zu diesem modularen Konzept ist in Abb. 5 dargestellt.

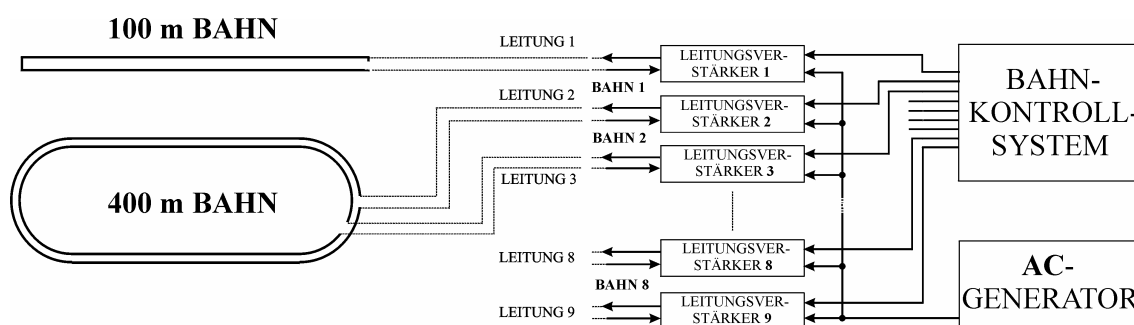


Abb. 5.: Stromversorgung für Kurzbahnen und für Ovalbahnen

Das modulare Stromversorgungskonzept arbeitet mit einer von uns entwickelten geschalteten Stromzufuhr mit variabler Einschaltdauer. Dabei erhält jede geschlossene Stromschleife nur für eine kurze Dauer einen Wechselstrom mit einer Frequenz von 20 kHz. Die Stromversorgung für eine geschlossene Bahn wird so geschaltet, dass die bahnbegrenzenden Leitungen jeweils gleich lang mit Strom versorgt werden, allerdings in jeder Leiter-schleife um 180° phasenverschoben. Mit der jeder Bahn zugeordneten unterschiedlich langen Dauer der Stromversorgung ist eine Bahnerkennung realisiert. Zusätzliche Funktionen wie z.B. das Heranlaufen an eine Kurve werden ebenfalls mit Hilfe kurzzeitig angelegter Induktionsschleifen ermöglicht.

### 2.4 Ergebnisse

Realisiert wurde zunächst eine erste Experimentierversion mit einer variabel einsetzbaren Bahnlänge von 30 m bis zu 120 m. Aus Anlass der VISTA 1999 konnte mit dieser Experimentierversion zunächst ein aufschlussreicher Test mit einer im Freien aufgebauten 120-m-Strecke (Blindenschule in Düren) durchgeführt werden. Ende August erhielten wir die Chance, mit einer in der Halle aufgebauten 60-m-Strecke (Deutsche Sporthochschule Köln) den Kongress-Besuchern der VISTA 1999 die ARIADNE-Orientierungshilfe vorzuführen.

Zwei erwachsene blinde Sportler haben sich nach eingehenden Testläufen unter Anleitung eines Mitarbeiters der Blindenschule Düren detailliert über die Orientierungshilfe geäußert und Verbesserungsvorschläge gemacht. Sie haben insgesamt positive Erwartungen mit der Anlage verknüpft. Allerdings wird eine angemessene Trainingsphase und die Verfügbarkeit einer entsprechenden Anlage in dem von den Sportlern zu erreichenden Umfeld vorausgesetzt.

Zur Zeit kann die Anlage variabel aufgebaut und jederzeit auf einer Kurzbahn bis zu ca. 100 m getestet werden. Für den Aufbau werden dünne Leitdrähte (2,5 qm) auf den Bahnmarkierungen aufgeklebt. Mitte bis Ende des Jahres 2000 ist die Ausstattung einer Großanlage möglich.

## **2.5 Ausblick**

Neben der begrenzten Erprobung des variablen Experimentieraufbaus streben wir an, eine Möglichkeit zum permanenten Einbau der Leitdrähte in eine 100-m-Bahn (ein- oder mehrspurig) oder in eine Ovalbahn zu erhalten. Wir hoffen, dass anlässlich der Renovierung der kleinen Rundbahn in der Blindenschule in Düren der Landschaftsverband den Einbau der Leitdrähte unter die Laufbahnmarkierungen ermöglichen kann. Zusätzlich erörtern wir die Möglichkeit, die 100-m-Bahn in Düren durch das Einbetten der Leitdrähte in nachträglich eingefräste Nuten für weitere Erprobungen präparieren zu können. Trotz dieser sinnvollen Zwischenschritte bleibt es unser Ziel, beim Neubau einer für den Wettkampf geeigneten Laufanlage die Investoren davon zu überzeugen, dass der Einbau der Leitdrähte für eine Blindenorientierungshilfe als Zukunftsinvestition zur Förderung des Leistungssports gewagt werden sollte.

Nach der Entwicklung des modularen Konzepts der Energieversorgung streben wir neben der technischen Erprobung im Dauer- und Normalbetrieb die regelmäßige und leistungssteigernde Nutzung durch blinde Sportler an, die auch eine begleitende sportwissenschaftliche Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten erlauben würde. Den Ingenieuren würde ermöglicht, Wünsche und Anregungen der Nutzer, Trainer und Sportwissenschaftler in Verbesserungen und Modifikationen umzuwandeln.

Verbesserungsmöglichkeiten sehen wir in der individuellen Anpassung der elektronischen Spurbreite an die Positionsregelqualitäten des Läufers und in der Ergänzung der akustischen Signalgebung durch die Einbeziehung taktile Signaleinkopplungen. Die akustische Signalstruktur könnte auch Sprachsignale einschließen, möglicherweise ergänzt durch die Funk-Übermittlung von Informationen des Trainers. Die Erfassung markanter Streckenabschnitte und Kurvenannäherungen sind in technischer Vorbereitung und müssten auf einer

Ovalbahn erprobt werden. Die Inbetriebnahme und Abschaltung der Energieversorgung durch den selbständig die Anlage nutzenden blinden Läufer über eine Funksteuerung wäre eine weitere Ergänzung.

Mit der ARIADNE-Orientierungshilfe für blinde Läufer steht ein technisches System zur Verfügung, das blinden Sportlern beim Lauftraining und auch im Wettkampf die Möglichkeit bietet, nahezu unabhängig von fremder Hilfe ihren Sport auszuüben. Nach dem bisherigen Entwicklungsstand ist das Konzept der modularen Energieversorgung so weit gesichert, dass eine Investitionsplanung möglich ist. Insbesondere über das Verlegen der Leitdrähte ist abschließend entschieden, die Energieversorgung nach dem modularen Konzept ist in einer Experimentiereinrichtung für eine Kurzbahn erprobt, sie wird im Jahr 2000 voraussichtlich für eine mehrbahnige Anlage aufgebaut werden können. Das Sensorsystem und die stereophone Signalgebung mit variablen Tonhöhen zur Positionsmeldung ist einsatzbereit. Verbesserungen im Bereich der Bedienung und Signalgebung sind erprobungsabhängig vorgesehen und könnten ergänzend weiterentwickelt werden. (*Ende des Projektberichtes*)

### **3 Zusammenfassung**

Wie oben erwähnt, wurde das Projekt bereits verschiedentlich vorgestellt und hat jeweils Beachtung gefunden. Im November war Professor Forner mit einem Vertreter des BISp auf Einladung des Ministeriums für Jugend und Sport Ungarns in Budapest und stellte unter anderem das Projekt ARIADNE vor. Der Vortrag wurde umfassend diskutiert und es wurde auch gefragt, wann diese Form der Unterstützung Blinder und schwer Sehbehinderter in Training und Wettkampf Einzug halten wird.

Der Hintergrund der Frage ist leicht zu deuten. Diese neue Technik bedingt, dass das Training umgestellt werden muss. Blinde Läufer, die nicht auf einen führenden Mitläufer angewiesen sind, hätten möglicherweise einen großen Vorteil. Das Wettkampfglement müsste im Zuge der Einführung einer solchen Laufhilfe geändert werden. Diese Frage wird bei weiterer erfolgreicher Projektdurchführung und nach Abschluss der Forschungen durch die Transferleistung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft zu beantworten sein.

Im Vordergrund einer solchen Erprobung steht die Kostenfrage. Die Erprobung einer neuen Idee erfordert eine Feldstudie. Diese kann nur sichergestellt werden, wenn zum Training fest installierte Bahnen und Equipments verfügbar sind, die möglichst von den Betroffenen auch ohne fremde Hilfe in Betrieb gesetzt werden können.

Der nachträgliche Einbau einer solchen Anlage in eine Wettkampfbahn ist kostenintensiv. Eine wirtschaftliche Lösung bietet sich dann an, wenn eine Laufbahn erneuert wird und in diesem Zusammenhang auch die Kabel verlegt werden.

Ein erster Versuch im Zusammenhang mit der Neuverlegung einer Laufbahn in einem großen Stadion schlug fehl, weil die Entwicklung noch nicht so ausgereift war, dass sie termingerecht zum Einbau zur Verfügung gestellt werden konnte.

Für die feste Installation hat sich dann die Rheinische Schule für Blinde und Mehrfachbehinderte in Düren angeboten, deren Laufbahnen renovierungsbedürftig sind. Durch die Mitwirkung wird auch der große Erfahrungsschatz der Lehrkräfte im langjährigen Umgang mit Blinden und schwer Sehbehinderten, die in der körperlichen Entwicklung stehen, in das Vorhaben eingebracht. Der Träger der Einrichtung, der Landschaftsverband Rheinland, wurde deshalb in die weitere Entwicklung und die Umsetzung einbezogen.

Die Renovierung war noch nicht in einen Prioritätenplan des Haushaltses aufgenommen. Dadurch schien eine gute Möglichkeit gegeben, die Entwicklung der Anlage und die Renovierungsmaßnahme aufeinander abzustimmen.

Nachdem das Projekt dem Landschaftsverband vorgestellt worden war, sagte dieser zu, alle Möglichkeiten auszuschöpfen, um die Renovierung wenigstens einer Laufbahn in die Planung 2000 einzubringen und sich bei dieser Renovierung dafür einzusetzen, dass die erforderlichen Kabel und Verstärker in den Boden eingelassen werden. Dadurch erfolgt eine Verlegung ohne Schlitzung des Belages und die Zusatzkosten für die Verlegung der Kabel beim Aufbringen eines Neubelages sind vernachlässigbar. Es steht dann der Schule dauerhaft eine solche Anlage zur Verfügung. Dies bietet Gewähr dafür, dass sie einer dauernden Erprobung ihrer Widerstandsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit unterzogen werden kann. Sie weckt vielleicht in dem einen oder anderen der Schülerinnen und Schüler das Interesse auch am Leistungssport. Daneben wird aber auch eine mobile Anlage zum universellen Einsatz insbesondere bei Sportvereinen unverzichtbar sein.

Nach Ablauf des Forschungsvorhabens sollte eine möglichst breite Nutzbarkeit des Systems erprobt werden, damit ein Transfer der Neuentwicklung in die allgemeine Praxis des Sports gesichert wird.