

Anwendung von PEARL in der Verkehrstechnik

Dipl.-Ing. Hanfried Albrecht

1. Einführung

Im folgenden soll die Anwendung der Prozeßrechner- und der Prozeßrechnersprache PEARL im Bereich der Verkehrstechnik und hier speziell des Straßenverkehrs dargelegt werden. Dazu soll zunächst der Versuch einer Begriffsbestimmung des Begriffs "Verkehrstechnik" unternommen werden.

Die Verkehrstechnik ist die Wissenschaft von der Analyse, Bewertung und Darstellung des Verkehrsgeschehens. Darüber hinaus erarbeitet sie Methoden und Verfahren zur Steuerung und Beeinflussung des Verkehrsablaufs (Bild 1).

Die Einsatzfelder der Verkehrstechnik sind außerordentlich vielfältig und erstrecken sich über alle Verkehrsträger. Für den Bereich des Straßenverkehrs seien hier Schlagworte wie "Straßenbedarfsplanung, Verkehrsberuhigung, Wegwei-

sung, Signalsteuerung, Autobahnsteuerung, Betriebsleitsystem" genannt.

Prozeßrechner werden naturgemäß vornehmlich zur Steuerung und Beeinflussung des Verkehrsablaufs eingesetzt. Aber auch im Rahmen der Analyse und Bewertung gewinnen sie Bedeutung, wenn dies Hand in Hand mit Steuerungs- und Beeinflussungsmaßnahmen aufgrund dann online zur Verfügung stehender Daten vorteilhaft ist.

Die Straßenverkehrstechnik verbindet derzeit mit dem Begriff Prozeßrechner i.w. die drei folgenden Anwendungsbereiche:

- Signalsteuerung
- Autobahnsteuerung
- Betriebsleitsysteme für den ÖPNV

Während die Signalsteuerung schon Anfang der sechziger Jahre Prozeßrechner einsetzte - die ersten Verkehrsrechner wurden damals in Toronto und Berlin vorgestellt - wurde eine Prozeßautomatisierung im Bereich der Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und im Bereich des straßengebundenen ÖPNV erst in den frühen siebziger Jahren in Angriff genommen.

Auf zwei Großprojekte aus den letztgenannten Bereichen wird im folgenden näher eingegangen werden, da in diesen Projekten die Prozeßrechnersprache PEARL eingesetzt worden ist bzw. noch eingesetzt wird. Dazu sollen diese Projekte zunächst kurz vorgestellt werden. Anschließend soll über Erfahrungen mit dem Einsatz von PEARL aus Anwendersicht berichtet werden.

Verkehrstechnik (Straßenverkehr)

- Analyse, Bewertung und Darstellung des Verkehrsgeschehens
- Methoden und Verfahren zur Beeinflussung und Steuerung des Verkehrsablaufs

Einsatzfelder (Beispiele)

- Straßenplanung
- Verkehrsberuhigung
- Wegweisung
- Signalsteuerung
- Autobahnsteuerung
- Betriebsleitsystem für den ÖPNV
- Güterverkehr

Bild 1

2. Autofahrer-Zielführungs- und Informationssystem

Das Projekt im Bereich des Straßenverkehrs, mit dem PEARL in der Verkehrstechnik Eingang ge-

funden hat, ist das unter dem Begriff ALI bekannt gewordene Autofahrer-Zielführungs- und Informationssystem, das seit etwa 1979 in einem Versuchsfeld im Ruhrgebiet mit etwa 100 km Autobahn erprobt wird.

Das ALI-System wurde mit Förderung des Bundesministers für Forschung und Technologie und von den Firmen Blaupunkt, VW und Heusch/Boesefeldt entwickelt.

Das Prinzip des Systems beruht darauf, daß ein mit Sender, Empfänger, Zieleingabetastatur und optischem Anzeigefeld sowie einer speziellen Antenne versehenes Fahrzeug bei der Einfahrt in den Systembereich Anwesenheit und Zielwunsch meldet. Die Informationen werden an einer Induktionsschleife aufgenommen und zunächst an ein Straßengerät weitergeleitet (Bild 2). Aus dem Speicher des Mikrocomputers im Straßengerät wird die für den speziellen Zielwunsch des Fahrzeugs vorgegebene Richtungsanweisung entnommen und über die Induktionsschleife und die Fahrzeugantenne in das Fahrzeug übertragen. An derselben Schleife werden auch alle anderen Fahrzeuge, die den betreffenden Richtungsquerschnitt auf dieser Fahrspur passieren, hinsichtlich Geschwindigkeit und Fahrzeugart erfaßt. Im Mikrocomputer werden die querschnittsspezifischen

Informationen verdichtet und im 5-Minuten-Zyklus über Fernmeldekabel an eine Prozeßrechnerzentrale weitergeleitet. Hier erfolgt eine weitere Auswertung und insbesondere die Berechnung der zur Erreichung der gewünschten Ziele günstigsten Fahrtrouten. Von der Zentrale aus werden Routen- und Geschwindigkeitsempfehlungen sowie Meldungen über Stau-, Nebel- und Glättegefahr an die zuständigen Straßengeräte zurückgegeben. Von dort aus erfolgt dann die fahrzeugspezifische Informationsabgabe an die mit einem speziellen Anzeigegerät ausgerüsteten Fahrzeuge, so daß die Fahrer auf den individuell günstigsten Weg gewiesen und gleichzeitig vor Gefahren und Besonderheiten auf der vor ihnen liegenden Strecke gewarnt werden können.

Zur Demonstration der Eignung eines solchen Zielführungs- und Informationssystems für die Aufgaben der Verkehrsbeeinflussung wurde im Ruhrgebiet im Bereich Recklinghausen - Bochum - Dortmund ein Versuchsfeld ausgewählt, das aufgrund seiner hohen Belastung und gleichzeitig hohen Vermaschungsdichte sowohl einen Bedarf als auch ein ausreichendes Angebot an Alternativen aufweist (Bild 3).

Die Zentrale des ALI-Systems ist mit einem gekoppelten Dreirechnersystem des Typs EPR-1100 der Firma Krupp-Atlas-Elektronik ausgestattet. Die drei Rechner sind jeweils mit 64 KW à 16 Bit und einem Wechselplattenlaufwerk ausgerüstet. Als Peripherie stehen 2 Farbbildschirme mit Tastatur und Lichtstift als Überwachungs- und Dialogmedien mit dem Operator sowie ein Schnelldrucker, eine Magnetbaindeinheit, ein Protokollendrucker und zwei alphanumerische Displays zur Verfügung.

Die Aufgaben der drei Rechner sind unterschiedlich. Ein Leitrechner übernimmt die Sammlung der aktuellen Verkehrsdaten, die Berechnung der optimalen Zielführung und die Ausgabe der Routen an die Straßengeräte. Die Kommunikation mit den Straßengeräten wird über 8 V24-Schnittstellen abgewickelt, die - programmtechnisch gesehen - jeweils über eine Task angesteuert werden.

Die langfristige Archivierung und Auswertung von Daten übernimmt ein sog. Auswerterechner. Er wird auch zu Programmierungszwecken benutzt.

Autofahrer - Zielführungs- und Informationssystem (ALI)

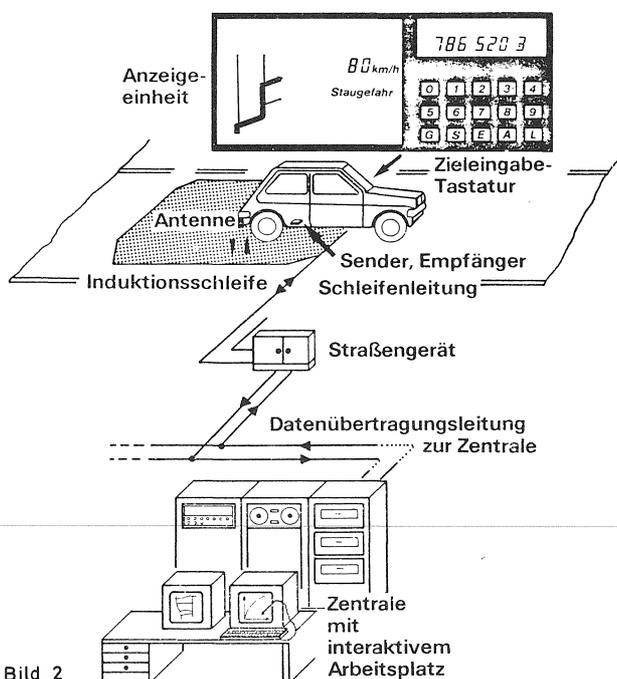


Bild 2

Felderprobung eines Zielführungssystems Versuchsfeld "Ruhrgebiet" mit Meßquerschnitten

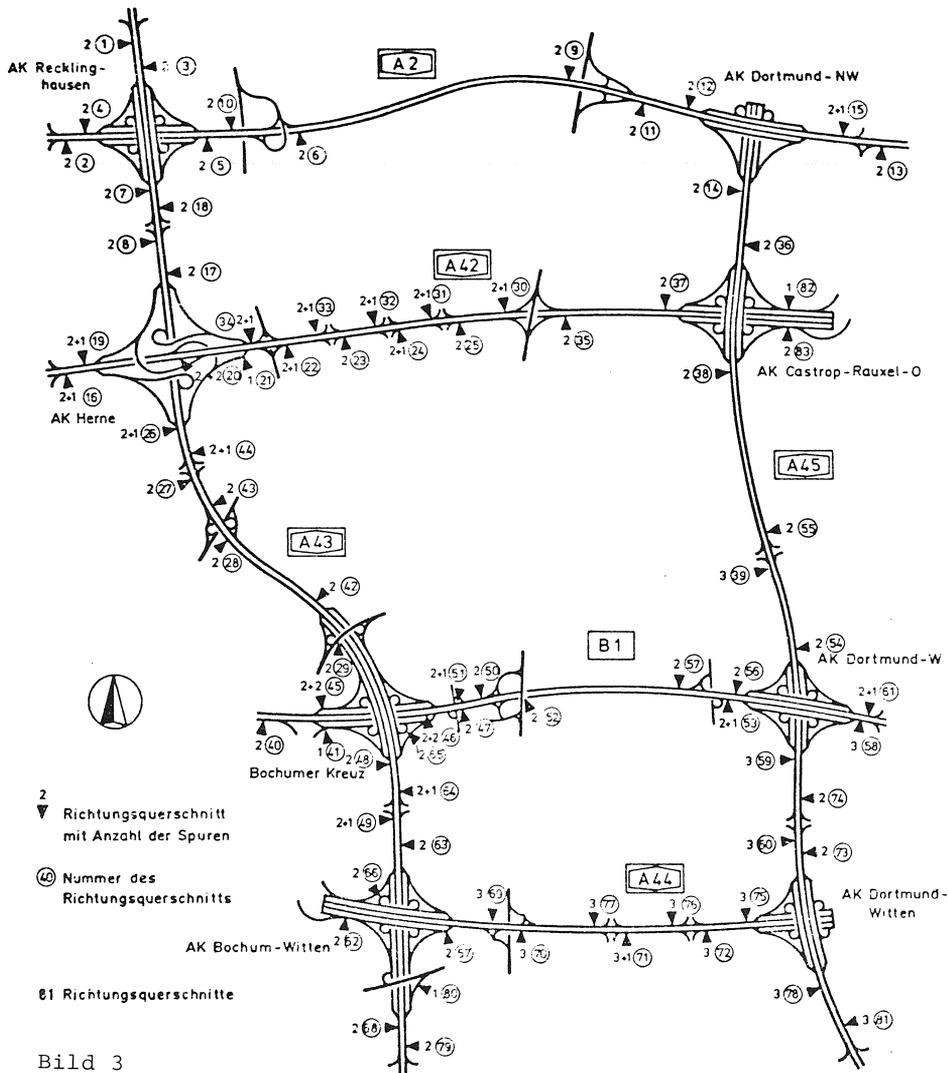


Bild 3

Der dritte Rechner ist ein Grafikrechner. Er steuert den Dialog mit den Operateuren und sorgt für eine schnelle Bildausgabe.

Die anwenderseitige Software wurde von der Firma Heusch/Boesefeldt ausschließlich in PEARL entwickelt. Insgesamt umfaßt sie Programmcode von ca. 270 KW à 16 Bit.

3. BON-Betriebsleitsystem für den öffentlichen Nahverkehr

Der Einsatz von PEARL findet in der Verkehrstechnik seine Fortsetzung mit dem Projekt BON

(Betriebsleitsystem für den öffentlichen Nahverkehr).

Im Jahre 1979 ist unter der Federführung der ÜSTRA, Hannoversche Verkehrsbetriebe, die Entwicklung dieses standardisierten rechnergesteuerten Betriebsleitsystems für den universellen Einsatz bei allen Verkehrsbetrieben in Angriff genommen worden. Das vom BMFT geförderte Projekt soll verschiedene Betriebszweige (Bus und Bahn) sowie verschiedene Betriebsweisen (Linienbetrieb und Bedarfsbetrieb, kombinierten Betrieb) integrieren.

Durch das Betriebsleitsystem steht der gesamte Fahrzeugpark eines Verkehrsbetriebs (Straßen-

BON - Betriebsleitsystem für den
öffentlichen Nahverkehr

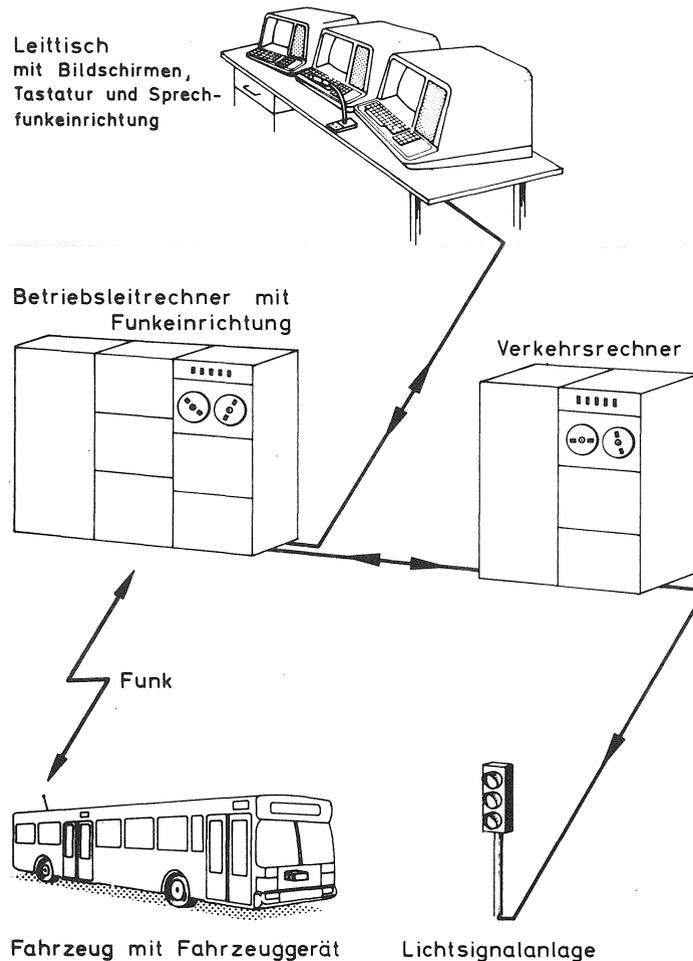


Bild 4

bahn und Bus) ständig über Datenfunk mit einer rechnergesteuerten Leitzentrale in Verbindung (siehe Bild 4). Das System erfaßt zyklisch den Standort und den Zustand (Besetztgrad, Störungen etc.) der Fahrzeuge und ermittelt anhand des Fahrplans ihre Fahrplanlage. Bei Störungen ergreift das System automatisch bzw. gestützt durch den Disponenten Maßnahmen zur Störungsbeseitigung. Zu den Maßnahmen gehört die Anweisung der Fahrer zum Beschleunigen oder Verzögern, das Einschleusen von Fahrzeugen, das Verzögern der Abfahrt von Anschlußfahrzeugen und das Aussenden von Werkstattwagen. Gleichzeitig werden die Fahrgäste an den Haltestellen automatisch informiert. Bei Kopplung des Systems mit einem Verkehrsrechner können an Lichtsignalanlagen verspätete Fahrzeuge bevorzugt werden.

Außerdem können Informationen über den Zustand des Individualverkehrs zu dispositiven

Maßnahmen des Betriebsleitsystems herangezogen werden.

Ein Schwerpunkt der Entwicklung ist ein modularer Aufbau und die Definition eindeutiger System-schnittstellen, um ein System mit Komponenten auch verschiedener Hersteller zu ermöglichen. Ein weiteres Schwergewicht liegt auf der Portabilität, Transparenz und Erweiterbarkeit der zu erstellenden Software, die in Abhängigkeit der jeweiligen Systemparameter und Anforderungen sowie der jeweils bereitgestellten Hardware bei den unterschiedlichsten Verkehrsbetrieben implementiert werden soll.

Zur Erreichung dieser Zielvorstellungen wurde ein allgemeingültiges, übertragbares Funktionskonzept entwickelt, das alle Anforderungen des Betreibers an ein solches System beschreibt und in Funktionen aufteilt. Aus diesem Funktionskonzept wurde dann ein Softwarekonzept abgelei-

Funktionskonzept BON

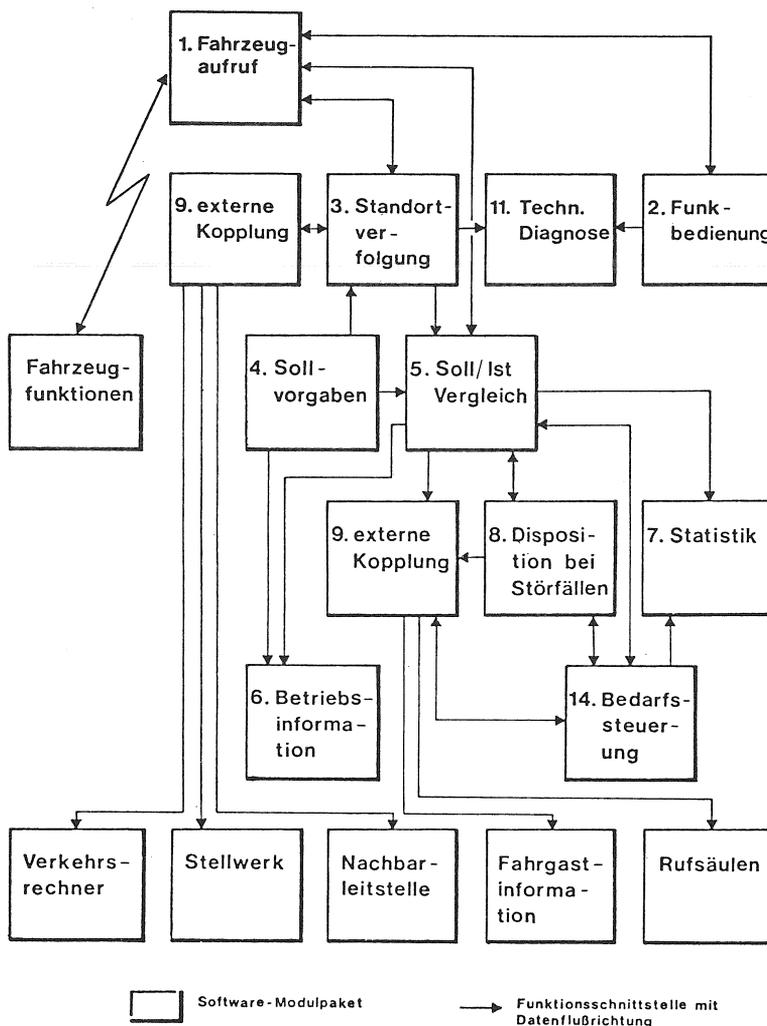


Bild 5

tet, dessen Modulpakete die Funktionen im einzelnen softwareseitig realisieren sollen.

Die wesentlichen Elemente des Konzepts sind in Bild 5 dargestellt. Zentrale Modulpakete sind der Fahrzeugaufruf, die Standortverfolgung und der Soll-Ist-Vergleich. Diese Komponenten wickeln die Kommunikation mit dem Fahrzeug ab und stellen den Standort und die Fahrplanlage fest. Die Kommunikation mit den Fahrdienstleitern übernehmen die Pakete Funkbedienung und Betriebsinformation. Bei Störfällen, die nicht automatisch behandelt werden können, greift das Modul Disposition ein, das den Fahrdienstleiter bei seiner Entscheidungsfindung unterstützt. Darüber hinaus gibt es noch Koppelmoduln, die das System mit externen Systemen wie z.B. Verkehrs-

rechnern zur Signalsteuerung, Stellwerken und Fahrgastinformationssystemen verbinden.

Ausgehend von diesem Softwarekonzept werden die Modulpakete nach und nach unter intensiver Mitwirkung des Betreibers weiter spezifiziert. Stellvertretend für den VÖV (Verband Öffentlicher Verkehrsbetriebe) erarbeitet die ÜSTRA alle betrieblichen Vorgaben.

Die gesamte Entwicklung ist in Realisierungsphasen eingeteilt worden (Bild 6). Diese Entwicklungsschritte werden von einer ständigen Dokumentation begleitet. Ergebnisse sind ausführliche Programmdokumentationen, die während der Entwicklung dem Betreiber die Kontrolle über die Erfüllung der betrieblichen Anforderungen erlau-

Realisierungsphasen für die Softwareentwicklung

1. Arbeitsteilung
2. Schnittstellenstrukturierung
3. Bausteinstrukturierung
4. Erstellen von Testrahmen
5. Programmiervorgaben
6. Codierung
7. Bausteintest
8. Integrationstest

Bild 6

ben und die am Ende der Arbeiten als Wartungsunterlage für die Fehlerbeseitigung und Programmpflege dienen. Die Kapitel dieser Unterlage sind in Bild 7 aufgelistet.

Die gesamte Software wird gemeinsam von dem Institut für angewandte Informatik, Transport- und Verkehrssysteme, Karlsruhe, und den Firmen ISIDATA, Hannover sowie Beratende Ingenieure Heusch/Boesefeldt, Aachen entwickelt.

Standardkapitel für die Softwaredokumentation jeder Komponente

1. Übersichtsbild
2. Aufgabenbeschreibung
3. Schnittstellenbeschreibung
4. Realisierungskonzept
5. Datenstrukturen
6. Ablaufstruktur
7. Effizienzabschätzungen
8. Systemgenerierparameter
9. Bedienanleitung für den Testrahmen
10. Programmiervorgaben

Bild 7

Unter der Berücksichtigung der Allgemeingültigkeit – also Einsetzbarkeit für große und kleine Verkehrsbetriebe – wird die Software am Beispiel der ÜSTRA auf einem Vierrechnersystem der Firma Krupp-Atlas-Elektronik entwickelt und erprobt.

Neben der Zugrundelegung eines geeigneten modularen Funktionskonzepts und daraus abgeleiteten modularen Softwarekonzepts ist eine geeignete Programmiersprache eine weitere Voraussetzung für ein qualitativ hochwertiges Softwaresystem.

Im vorliegenden Fall fiel die Wahl auf die Programmiersprache PEARL i.w. aus den folgenden drei Gründen:

- PEARL ist vor allem eine moderne Sprache und unterstützt einen modernen Softwareentwurf und die strukturierte Programmierung.
- PEARL wird als genormte Sprache von vielen Herstellern angeboten.
- PEARL besitzt die erforderlichen Prozeßeigenschaften.

PEARL wird hierbei in einem über Basis-PEARL hinausgehenden, aber im Rahmen von Full-PEARL liegenden Sprachumfang eingesetzt. Der Umfang des Programmsystems wird derzeit auf größenordnungsmäßig 400-500 KW geschätzt.

Im folgenden soll auf die ersten Erfahrungen mit PEARL und den damit verbundenen modernen Softwareentwurf eingegangen werden.

4. Erfahrungen mit PEARL aus Anwendersicht

Seit dem Beginn der Arbeiten mit PEARL in den genannten Projekten sind mittlerweile einige Jahre vergangen, Zeit genug, um aus Anwendersicht eine Bewertung des Einsatzes von PEARL durchführen zu können.

Die Bewertung soll hier jedoch weniger auf die Eignung von PEARL für die Prozeßprogrammierung oder gar auf die Beurteilung spezieller Sprachelemente abzielen. Dies mag vornehmlich Aufgabe von Sprachtheoretikern sein.

Hier soll ein anderer Bewertungsaspekt beleuchtet werden, der nicht unbedingt aus der Anwendung von PEARL resultieren muß, der im vorliegenden Fall jedoch mit dem Einsatz von PEARL unmittelbar verknüpft war. Gemeint ist die Umstellung einer ganzen Programmentwicklungsabteilung von der herkömmlichen Methoden der Pro-

grammentwicklung auf moderne Softwareentwurfsmethoden nach den Prinzipien der strukturierten Programmierung.

Dies mag sich für einen Außenstehenden als ein organisatorisches Problem, allenfalls als ein Durchsetzungsproblem der zuständigen Projektleitung darstellen. In Wirklichkeit ist es jedoch eine Frage der Motivation und der Einsicht der betroffenen Programmentwickler. Mehrere Versuche haben eindeutig gezeigt, daß die Durchsetzung der strukturierten Programmierung ohne unterstützende Programmiersprache nicht möglich ist. Mit dem Einsatz von PEARL hingegen konnte eine Umstellung im Laufe von etwa einem Jahr vollzogen werden.

Die Auswirkungen sind im Rahmen des beschriebenen ALI-Projekts deutlich ablesbar. Die Struktur der dort erstellten Software entspricht trotz PEARL nicht in allen Teilen den Qualitätsanforderungen der strukturierten Programmierung. Einige Programmteile können nämlich durchaus als in PEARL geschriebene FORTRAN-Programme bezeichnet werden. Es handelt sich dabei i.w. um die Programme, die in einer frühen Projektphase erstellt werden. Nach dem ersten Entwicklungsabschluß wurden die Schwächen dieser Programme deutlich als aufgrund zusätzlicher Anforderungen Programmmodifikationen erforderlich wurden. Änderungen und Erweiterungen waren nämlich immer dann schwierig, wenn Programmteile aus der frühen Projektphase betroffen waren. Später entwickelte Programme hingegen waren leichter modifizierbar.

Insgesamt konnten mit dem PEARL-Pilot-Projekt schon deutliche Verbesserungen erzielt werden. Es ist zwar schwierig dies in Maß und Zahl anzugeben. Welches Projekt läßt schon eine zwei-

gleisige, vergleichende Entwicklung mit zwei Sprachen zu. Folgende qualitative Aussagen sind jedoch zulässig:

- die Fehlerraten und damit Testzeiten konnten erheblich reduziert werden,
- die Programmierproduktivität konnte wesentlich gesteigert werden und
- der Aufwand für die Programmpflege konnte verringert werden.

Am Rande sei noch bemerkt, daß aufgrund der Formatfreiheit der freizügigen Bezeichnerwahl und den Möglichkeiten der Programmkommentierung von PEARL die Lesbarkeit der Programme gegenüber z.B. Assembler- und FORTRAN-Programmen erheblich verbessert werden konnte. Dies schlägt insbesondere zu Buche, wenn neue Mitarbeiter in bestehende Programme eingearbeitet werden müssen.

5. Schlußbemerkung

Zusammenfassend ist festzustellen, daß mit dem Einsatz von PEARL in der Verkehrstechnik nicht lediglich eine weitere Programmiersprache hinzugekommen ist. Vielmehr hat sich damit bei den betroffenen Stellen ein Strukturwandel in der Programmentwicklung vollzogen, der mittel- und langfristig zu den unbedingt erforderlichen Kostensenkungen im Bereich der Software führen kann. Anzeichen dafür sind unübersehbar. Der nachhaltige Nachweis muß bei der Programmwartung und -pflege der Softwaresysteme ALI und BON noch geführt werden.