

Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen

Als der damalige Kölner Oberbürgermeister Konrad Adenauer im Jahr 1932 die erste deutsche Autobahn zwischen Köln und Bonn mit dem visionären Ausspruch „So werden die Straßen der Zukunft aussehen“ eröffnete, war sicher niemandem der Beteiligten vorstellbar, welche enorme Entwicklung das Verkehrsgeschehen nehmen würde und welche außerordentlich hohen Belastungen heute von diesen Hochleistungsstraßen getragen werden.



Abb. 1: Bau der ‚ersten‘ Reichsautobahn Köln-Bonn, 1932

An Verkehrssteuerung (im Sinne einer situationsabhängigen Beeinflussung der Verkehrsabläufe) wurde kein Gedanke verschwendet, weder zeichneten sich irgendwelche Belastungs- oder Sicherheitsprobleme ab, noch waren geeignete Technologien verfügbar. Zum Vergleich: auch im städtischen Umfeld war zu dieser Zeit eine Steuerung des Verkehrs mit Lichtsignalanlagen eher eine bestaunte Rarität, denn allgegenwärtige Selbstverständlichkeit (die ersten Anlagen in Hamburg und Berlin waren ca. 8 Jahre zuvor in Betrieb gegangen). Allerdings begann hier bereits 2 Jahre später mit der ersten durch Kontaktschwellen beeinflussten LSA schon das Zeitalter der verkehrsabhängigen Steuerung, auf das man auf Adenauers „Straßen der Zukunft“ noch einige Jahrzehnte warten konnte.

Dennoch nahmen die Verkehrsbelastungen auf den Autobahnen schneller zu als prognostiziert und damit entstanden auch die Verkehrsprobleme. So begann bereits **1960** als erste deutsche Rundfunkanstalt der Bayerische Rundfunk in seinem 3. Hörfunkprogramm, Kraftfahrer durch **Verkehrsfunkmeldungen** auf Störungen hinzuweisen und Empfehlungen zu geben.

Die **erste stationäre Anlage** zur dynamischen, das heißt (abhängig von der Verkehrssituation) veränderlichen, Geschwindigkeitsbeeinflussung wurde, wiederum in Bayern, **1965** auf der Autobahn zwischen Salzburg und München (heute BAB A8) am Hofolding Forst errichtet.



Abb. 2: Erste Geschwindigkeitsbeeinflussungsanlage, Hofolding Forst

Das verkehrliche Problem waren die am Anstieg zum Irschenberg bei höheren Verkehrsstärken vermehrt auftretenden Stauungen und Unfälle, denen man durch Begrenzung der Geschwindigkeiten begegnen wollte. Die Irschenberg-Anlage wurde (auch weil sie die erste ihrer Art in Deutschland war) intensiv beobachtet und ihre Wirkungen auf Verkehrsablauf und Sicherheit analysiert. Vorher/Nachher-Untersuchungen zeigten auf, dass ein deutlicher Rückgang der Unfallzahlen und vor allem eine Verzögerung der Staueintrittszeitpunkte zu beobachten war. In weiteren Analysen (z.B. von Zackor, 1972) konnte gezeigt werden, dass die Einrichtung von derartigen Linienbeeinflussungsanlagen (heute Streckenbeeinflussungsanlagen) neben dem Sicherheitsgewinn auch zur Erhöhung der Kapazität des beeinflussten Streckenbereiches beiträgt. Diese Erkenntnisse, die in anderen Untersuchungen bestätigt wurden, waren Argumentationshilfe genug, den Bundesverkehrsminister – die Amtsinhaber in dieser „Aufbruchszeit“ waren die Minister Seehofer (bis 1966) und Leber (bis 1972) – zur Intensivierung des Baus von Beeinflussungsanlagen zu veranlassen. Dies ging einher mit den zu jener Zeit noch hoch ambitionierten Vorstellungen zum Ausbau des BAB-Netzes, die sich auch im verkehrspolitischen Programm 68-72, dem sogenannten ‚Leber-Plan‘ niederschlugen: *„Niemand soll weiter als 20 km von der nächsten Autobahnauffahrt entfernt wohnen“*. (Das Programm hatte als Hauptziel allerdings die Stärkung der Bahn durch ein Bündel verschiedenster Maßnahmen, u.a. Verlagerung der Massengütertransporte zurück auf die Schiene und Einführung einer Steuer für den Straßengüterfernverkehr.)

Zum Vergleich: Planungen im BMV aus dieser Zeit sahen einen Ausbau des BAB-Netzes auf 18.000 km (nur BRD) vor, die heutige Netzlänge (Gesamtdeutschland) beträgt ‚nur‘ ca. 12.600 km. Einhergehend mit dem verkehrspolitischen Programm entstand in Folge der guten Erfahrungen der erste **Rahmenplan für die Verkehrsbeeinflussung auf dem bundesdeutschen Autobahnnetz** (F. Busch sen., 1971).

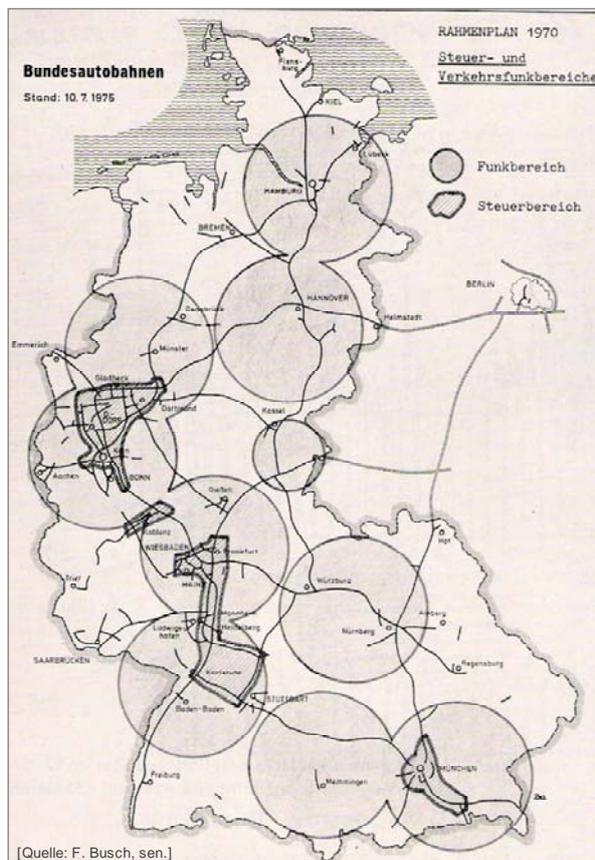


Abb. 3: Rahmenplan für die Verkehrsbeeinflussung auf Bundesautobahnen

Interessant an diesem Plan war, dass bereits hier die heute hoch aktuelle Mehrstufigkeit der Beeinflussung als notwendig erkannt wurde. Es wurde unterschieden in **direkte** (direkt in den Handlungsbereich des Fahrers eingreifende) und **indirekte** Beeinflussung. Erstere wurde im Rahmenplan nicht, wohl aber in der vom BMV begleiteten Forschung (s.u.) weiter betrachtet. Die sogenannte indirekte Beeinflussung unterschied in Funkbereiche (Rundfunkinformation) für die großräumige Beeinflussung und Steuerbereiche (Strecken- und Netzbeeinflussung im heutigen Sinne) für besonders hoch belastete oder gefährdete Netzteile, siehe Bild 3. Der Rahmenplan gab in 3 Stufen die vorgesehene Umsetzung vor und sah dabei auch von Beginn an die versuchsweise Einführung von Netzsteuerungen mit Wechselwegweisern im Raum Frankfurt-Mannheim-Walldorf-Stuttgart vor. Begleitend zu den empirischen Untersuchungen wurden erstmalig auch umfangreichere **Simulationsstudien** beauftragt, die verschiedene Grenzfälle des Einsatzes von Steuerungsanlagen des Irschenberg-Typs untersuchen sollten. Die an der Universität (TH) Karlsruhe in dieser Zeit entstehende Familie von Simulationswerkzeugen, basierend auf dem Fahrzeug-Folgemodell nach Wiedemann (1974), erwies sich als geeignetes mikroskopisches Instrument für solche Zwecke (Leutzbach, 1975). Die zahlreichen in diesen Jahren insbesondere am Karlsruher Institut für Verkehrswesen durchgeführten begleitenden Studien zur Analyse des Verkehrsablaufs auf Richtungsfahrbahnen trugen mit dazu bei, die Simulation als ein weitgehend anerkanntes Mittel zur ergänzenden Wirkungsabschätzung von Verkehrsbeeinflussungen zu etablieren.

Die zunehmende Erfahrung mit dem Einsatz der Beeinflussungsanlagen erlaubte es, seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) **1976** die **ersten Regelwerke** bereitzustellen, die „Hinweise für die Anwendung von Wechselverkehrszeichen (HAW)“. Mit ihnen sollte der Gefahr zu großer Anzeigenvielfalt auf den Autobahnen von Beginn an vorgebeugt werden.

Weitere interessante Ereignisse dieser ersten Phase bis ca. 1980 waren:

- Trotz der tendenziell auf dem Autobahnnetz recht hohen Befolungsquote von (statischen und jetzt zunehmend auch dynamischen) Geschwindigkeitsvorgaben wurde es erforderlich, in kritischen Bereichen vermehrt die Einhaltung der Vorgaben zu überwachen. Bundesweite Bekanntheit erlangte die 1972 auf der A3 am **Elzer Berg** bei Limburg errichtete erste automatische Geschwindigkeitsüberwachungsanlage. Sie wurde erforderlich, um die extrem hohen Unfallzahlen an der Gefällestrecke (auf Grund des kontinuierlich zunehmenden Gefälles „Katzenbuckel“ genannt) zu verringern. Die Maßnahme erwies sich als äußerst erfolgreich und führte in den Folgejahren zur Einrichtung weiterer Anlagen, die vermehrt auch mit den dynamischen Anzeigen der Streckenbeeinflussungsanlagen gekoppelt wurden (z.B. A8 Ulm-Elchingen und Aichelberg).
- Vielfältig untersucht wurde die 1976 am **Aichelberg-Aufstieg** (A8, Fahrtrichtung München) errichtete Stauwarnanlage. Der Abschnitt wies auf Grund der hohen Lkw-Anzahlen eine große Stauanfälligkeit mit zahlreichen Auffahrunfällen auf und konnte durch die Anlage erfolgreich entschärft werden. Es ist dabei zu bedenken, dass das auf den Autobahnen fahrende Lkw-Kollektiv der 70er Jahre bei Weitem nicht die Motorisierung heutiger Fahrzeuge besaß und die Geschwindigkeitsdifferenzen zu den Pkw entsprechend extrem waren.
- 1976 entstand am Autobahndreieck Dernbach und am Autobahnkreuz Koblenz die **erste additive Wechselwegweisungsanlage**, bei der vor den statischen Wegweisern dynamische Anzeigen inkl. orangefarbenen Umleitungspfeilen (nach dem französischen Vorbild „Delestage-Pfeile“ genannt) für die anschließende Alternativroute aufgestellt wurden. Die beiden Anzeigekonzepte (substitutive und additive Wegweiser) konkurrierten lange im Einsatz auf den Autobahnen.

Inzwischen setzen sich auf Grund der durch moderne Anzeigetechnik möglichen vielseitigeren Anwendungen die substitutiven Anzeigen bei Neuinstallationen durch, fallweise ergänzt durch variable Freitextinformationen.

Aufbauend auf dem Rahmenplan, den inzwischen vorliegenden Erfahrungen und den prognostizierten Verkehrszuwächsen entstand **1981** das erste konkrete **Programm für die Einrichtung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen**, mit Abschätzung des Finanzbedarfs und Dringlichkeitsreihungen für die Zeit bis 1990. Bemerkenswert in dieser Phase war das deutlich erkennbare Bestreben des Ministeriums, eine Vereinheitlichung der Anlagentypen und Beeinflussungsprinzipien zu erreichen. Ein klares Anzeichen dafür war die Erstellung der ersten Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen (RWVZ) im gleichen Jahr. Das Gesamtprogramm wurde seither mehrfach, stets mit ca. 5-10jährigem Planungshorizont, fortgeschrieben. Die eingesetzten Arten der Verkehrsbeeinflussung haben sich seither jedoch nicht mehr grundsätzlich verändert: bis heute wird unterschieden nach Netzbeeinflussung, Streckenbeeinflussung, Knotenpunktbeeinflussung und punktuell querschnittsbezogen wirkender Beeinflussung. Die zugrunde liegenden Verfahren sind weitgehend unverändert seit Jahren.

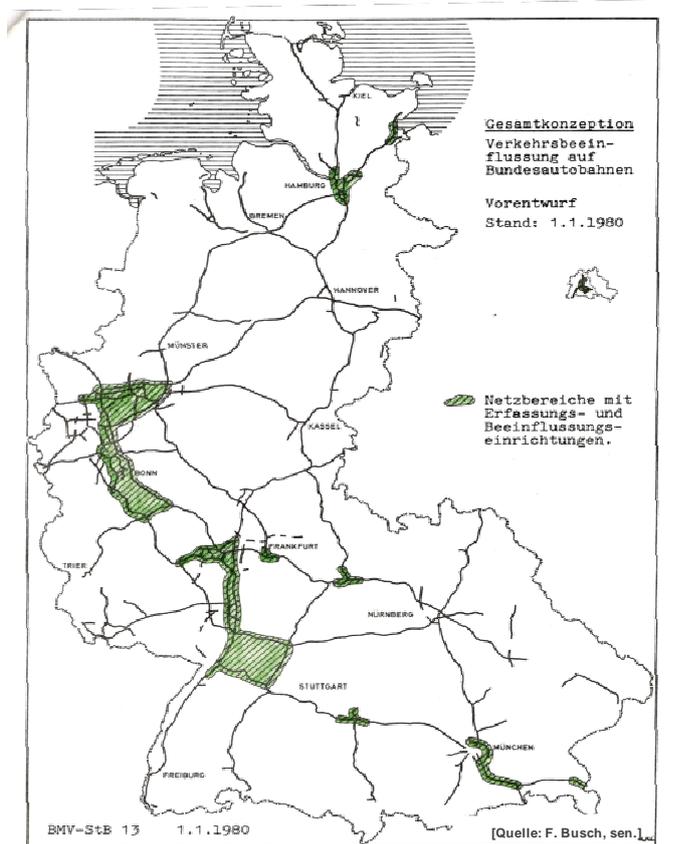


Abb. 4: Aus dem Entwurf des ersten BMV-Programms zur Verkehrsbeeinflussung

Zeitgleich mit dieser zunehmenden Einführung der kollektiven Systeme erfolgten, mit intensiver Beteiligung der Industrie und Förderung durch das Bundesforschungsministerium, die ersten Schritte in die individuelle Verkehrsbeeinflussung. Im **Großversuch ALI** (Autofahrer-Leit- und Informationssystem) in einem Autobahnteilnetz bei Recklinghausen wurde mit 400 Fahrzeugen erstmalig die Möglichkeit analysiert, durch bi-direktionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und straßenseitiger Infrastruktur individuelle Zielführung und Fahrerwarnung zu realisieren. Der intensiv

begleitete Versuch (1979-1981) verlief in technischer Hinsicht erfolgreich und führte unmittelbar zu konkreten Überlegungen seitens Industrie und BMV für mögliche stufenweise Einführungsszenarien, inkl. erster Kostenabschätzungen und Aufteilungsmodelle zwischen staatlichem und privatem (Fahrzeughalter) Invest. Aus heutiger Sicht erscheinen viele der damaligen Überlegungen als grundsätzlich zutreffend und finden sich (mit einem Versatz von nahezu 30 Jahren!) in den Überlegungen zur Markteinführung aktueller, mit der Infrastruktur kooperierender Fahrerassistenzsysteme wieder. Unabhängig von dem enormen technologischen Fortschritt in dieser Zeitspanne sind es aber auch heute überwiegend die Fragen nach Organisation und Finanzierung, die die größten Hürden der Einführung darstellen.

Betrachtet man die Weiterentwicklung der kollektiven Verkehrsbeeinflussung seit der mit dem Programm 1981 begonnenen Konsolidierung und Überführung in quasi standardisierte Lösungen, so lassen sich u.a. folgende interessante **Neuerungen** in den nachfolgenden Jahren identifizieren:

- Nachdem auf städtischen Straßen bereits variable Fahrstreifenzuteilungen im sogenannten **Richtungswechselbetrieb** genutzt wurden, um Lastspitzen mit den vorhandenen Querschnitten abzufangen (siehe z.B. Heerstraße in Berlin, 1970), wurde diese Art der dynamischen Angebotsanpassung auch für geeignete Autobahnbereiche genutzt. Prädestiniert dafür waren Tunnelleitsysteme mit entsprechend ausgefeilten Technologien für die Verkehrsführung – zunächst in Form von Fahrstreifensignalen, später auch durch automatisch verschwenkbare Barrieren oder (der Rollfeldbeleuchtung von Flughäfen entlehnte) Markierungsleuchtknöpfe. Temporäre Anlagen zur situationsabhängigen Fahrstreifenzuweisung außerhalb von Tunnelstrecken wurden im Rahmen der Baumaßnahmen ‚Schiersteiner Brücke‘ erstmalig erprobt, konnten sich jedoch in der Folge nicht durchsetzen.
- Erfolgreich ist demgegenüber das erst seit wenigen Jahren z.B. in Bayern und Hessen praktizierte **Konzept der temporären Standstreifenfreigabe**, das auf dafür geeigneten Streckenabschnitten eine einfache Erhöhung der Kapazität bei Spitzenlasten erlaubt. Möglich werden solche Lösungen erst durch die inzwischen deutlich gesunkene Pannenhäufigkeit der aktuellen Fahrzeugkollektive und auch geeignete Videosysteme zur lückenlosen Fernüberwachung der entsprechenden Bereiche. Versuche mit automatischer Freigabe der Standstreifen scheiterten bisher trotz aufwändiger Video- und Sensortechnik; die Freigabe für den fließenden Verkehr erfolgt ausschließlich manuell.
- Verschiedene Ansätze wurden unternommen, die lokale Verkehrserfassung der Anlagen, im Abstand von mehreren Hundert Metern bis zu wenigen Kilometern, durch modell- oder messtechnische Ansätze zu verdichten, hin zu einer **streckenbezogenen Verkehrsdatenerfassung** und -analyse. Messtechnisch interessant waren hier z.B. die Entwicklungen von Böhnke (1995) und anderen, die durch Korrelation der mikroskopischen Daten benachbarter Messquerschnitte direkt streckenbezogene Kenngrößen maßen. Nach erfolgreichen Versuchen im Raum Aachen wurde mit diesem Prinzip die Stauwarnanlage BAB A8 Ulm-Elchingen sowie in der Folge einige Anlagen im benachbarten Ausland errichtet. Alternative Ansätze, streckenbezogene Kenngrößen durch Modellrechnung und dynamische Schätzung aus den Standardmessdaten der Anlagen zu ermitteln (z.B. Busch et al., 1994, siehe Abb. 4, oder Kerner et al., 1997), konnten sich trotz einiger erfolgreicher Installationen im Markt (Hessen, Bayern) bisher ebenfalls noch nicht etablieren.

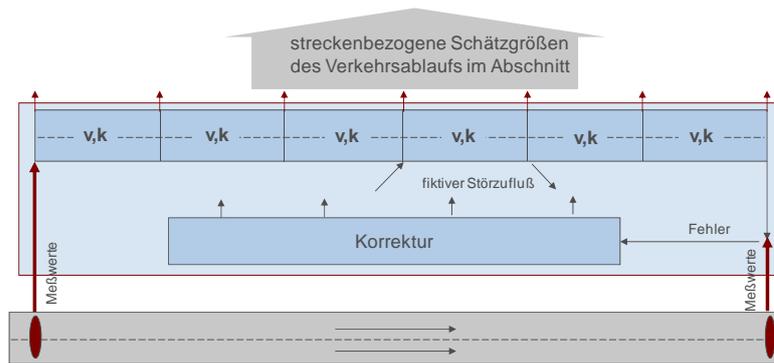


Abb. 5: Modellbasierte Zustandsschätzung für Autobahnabschnitte

Neue Impulse erwachsen seit einigen Jahren aus dem Einsatz der Videotechnik, die durch automatische Nummernschilderkennung auch bei hohen Geschwindigkeiten die Wiedererkennung von Fahrzeugen erlaubt und damit die Messung von Reisezeiten, aber auch Verkehrsbeziehungen im Netz ermöglicht.

- Fundamentale Fortschritte in der Verkehrsdatenerfassung werden seit Beginn der Forschung an individuellen Leitsystemen aus der Nutzung der **fahrzeuggenerierten Daten** (FCD – Floating Car Data) erwartet. Allerdings ist hier trotz inzwischen jahrzehntelanger Beschäftigung mit der Thematik bis zum heutigen Tage, mit Ausnahme einer Unterstützungsfunktion für private Dienste (TMCpro, TomTom) kein nennenswerter Beitrag für die im Einsatz befindlichen Verkehrsbeeinflussungsanlagen entstanden. Ein neuer Impuls wird erwartet aus den Arbeiten zu kooperativen Systemen, siehe dazu weiter unten.

Generell ist festzustellen, dass sich das **Grundkonzept der Verkehrsbeeinflussung** mit seinen wesentlichen Algorithmen seit Mitte der 80er Jahre, als es erstmalig in der aktuellen Form für die Streckenbeeinflussung A5 Bad Homburg realisiert wurde, nahezu unverändert geblieben ist und so im Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen (MARZ) festgeschrieben wurde. Erst aktuellere Erkenntnisse aus der Forschung, die derzeit in ersten Anlagen installiert werden, brechen dieses auf, indem sie durch modularen Aufbau eine Ergänzung der bestehenden MARZ-Systematik erlauben. Zielsetzung dieser neuen Steuerungskonzepte ist, die Anlagen nach flexibel (z.B. sicherheitsoptimiert) einstellbaren Zielfunktionen betreiben und auch unterschiedliche Modelle integrieren zu können (z.B. Vukanovic et al., 2005).

Nicht durchgesetzt haben sich bis heute automatisch arbeitende **Netzsteuerungen**, trotz der zu Beginn hohen Erwartungen an das Potenzial der Wechselwegweisung: „Bei Einschaltung einer Umleitungswegweisung folgten 75-80% der Verkehrsteilnehmer der geänderten Richtung trotz verhältnismäßig ungünstiger Umleitungslänge“ (F. Busch sen., 1975). Nach wie vor werden die Wegweiser heute in der Regel manuell auf Basis von Messwerten, Beobachtung und Erfahrung aktiviert.

Eine internationale Erfolgsgeschichte wurde demgegenüber die Weiterentwicklung des **Verkehrsfunks**, der nach seinem bayerischen Start 1960 ab 1980 zur **Autofahrer-Rundfunk-Information** auf Basis **Automatischer Messungen (ARIAM)** wurde und ab 1985 im unhörbaren UKW-Informationskanal **RDS/TMC** (Radio Data System/Traffic Message Chanel) ausgestrahlt wurde. 1992 wird RDS zum europäischen Standard und bereits 1997 wird ein Memorandum zur europaweiten Einführung von TMC unterzeichnet. Das einfache TMC-Konzept der Auftrennung der Verkehrsmeldungen in standardisierte und modularisierte Meldungsbausteine sowie landesweit

vergebene Ortscodes erwies sich als robust und flexibel und war durch Sprachunabhängigkeit europatauglich, so dass vergleichsweise zügig die entsprechenden Strukturen aufgebaut werden konnten und auch Endgeräte im Markt verfügbar waren. Es verwundert insofern nicht, dass das in der Abstimmung befindliche Nachfolgeprodukt für den digitalen Rundfunk, **TPEG** (Traffic Expert Group), kein grundsätzlich neues Konzept verwendet, sondern sich vor allem durch eine Ausweitung des Meldungskataloges (auch auf den ÖPNV) und eine Verfeinerung der Ortsreferenzierung vom derzeit aktuellen Vorgänger TMC unterscheidet.

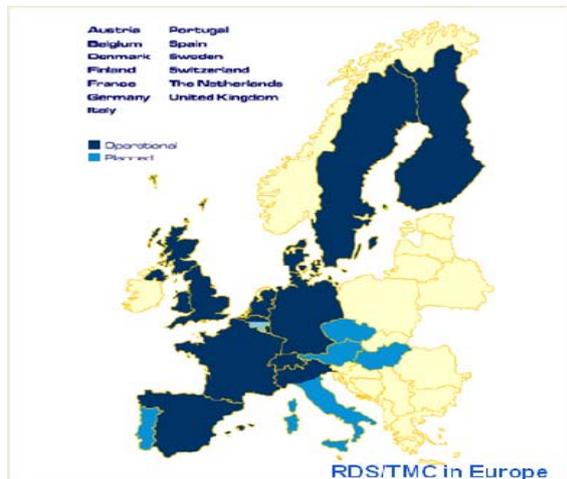


Abb. 6: TMC-Verbreitung in Europa, 2008

Obwohl seit Beginn der Verkehrsbeeinflussung die Anlagen (und später die entsprechenden Regelwerke) auch Routinen zur Fehlererkennung und Plausibilitätsprüfung der Daten enthielten, führte die zunehmende Leistungsfähigkeit und Komplexität der Anlagen (von der Datenerfassung bis hin zur Anzeige auf Wechselwegweisern oder Wechselverkehrszeichen) zu erhöhtem Bedarf, die korrekte Wirkung zu überprüfen. Zu vielfältig sind inzwischen die Möglichkeiten technischer und logischer Fehler, die bei Planung, Errichtung und Betrieb der Anlagen auftreten können und Ihre vorgesehene Wirkungsweise beeinträchtigen. Das Stichwort für die, nicht nur im Bereich der Steuerung auf Autobahnen, erforderlichen Schritte lautet „**durchgängige Qualitätssicherung**“ und stellt einen wesentlichen Teil heutiger Anlagen dar; ein entsprechendes Konzept dafür wurde im Auftrag der Bundesanstalt von Kirschfink und Busch (2006) vorgeschlagen, erste Implementierungen von Teilen dieses Konzeptes erfolgen inzwischen auf verschiedenen Anlagen.

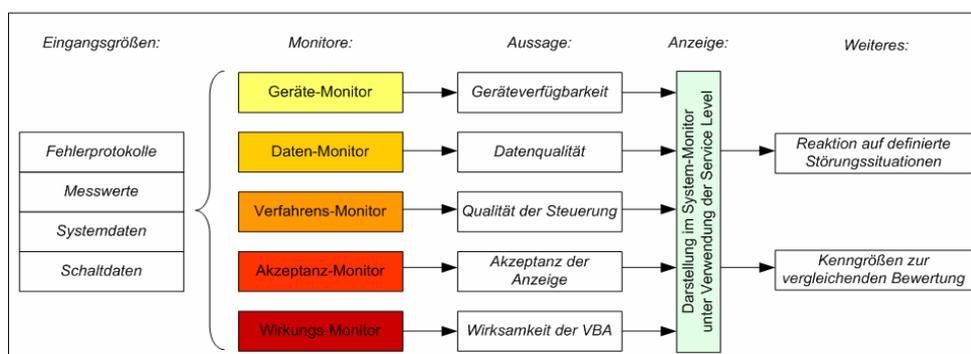


Abb. 7: Qualitätsmanagement der Verkehrsbeeinflussung auf BAB

Interessant ist auch die Beobachtung der fortlaufenden Bestrebungen zur **Systemstandardisierung**. Bereits mit dem Programm zur Verkehrsbeeinflussung 1981 wurde konsequent der Weg einer Vereinheitlichung der Beeinflussungsprinzipien und der zu verwendenden Technik beschritten. Entsprechende Richtlinien, Hinweise und Technische Lieferbedingungen setzten einen zunehmend klareren Rahmen für Betreiber, Lieferanten und auch Autofahrer, die sich an einheitliche Erscheinungsformen und Wirkungsweisen als wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz der Anzeigen gewöhnen sollten. Während insbesondere durch die TLS die Gesamtarchitektur der Verkehrsbeeinflussung und die detaillierte Architektur der Streckenstationen definiert war, bestand auf der Seite der Zentralen noch sehr viel Gestaltungsspielraum, was zu teuren Individualösungen für jede neu zu errichtende Zentrale führte. Konsequenterweise beschloss die BAST als zuständige Behörde die Entwicklung einer standardisierten Verkehrsrechnersoftware (bundeseinheitliches **VRZ-Basissystem**), die von zentraler Stelle gepflegt wird und von weiteren Bundesländern ohne Neuentwicklung mit verwendet werden kann. Die ersten Module dieser Standardsoftware sind seit 2002 schrittweise in unterschiedlichen Konstellationen und verschiedenen Zentralen in Betrieb gegangen.

Aktuell sind insbesondere zwei weitere Aktivitäten in Richtung Harmonisierung und Standardisierung zu beobachten.

- Zum Einen wird es zunehmend dringender, die (nicht nur) im Autobahnbereich verfügbaren vielfältigen Daten, die von öffentlicher Hand bis zu privaten Betreibern für Zwecke der Verkehrsinformation und -beeinflussung erhoben werden, kompatibel, konsistent und verfügbar zu machen. Unter fachlicher Koordination der BAST wird dazu seit 2007 an einem Vorhaben gearbeitet, das unter der aussagekräftigen Bezeichnung „**Metadatenplattform**“ diese Aufgabe in den nächsten Jahren, u.a. durch Vereinbarung und Bereitstellung allgemein verfügbarer Metadaten, also „Daten über die Daten“, und standardisierter Zugriffsbausteine lösen soll.
- Zum anderen ist seit Beginn des Jahres 2009 durch die europäische Initiative zur Aufstellung einer Richtlinie für Intelligente Verkehrssysteme (ITS - Intelligent Transportation Systems), dem sogenannten **ITS-Actionplan**, der Prozess zur Harmonisierung der verschiedenen Bausteine von Verkehrsinformations- und -beeinflussungssystemen beschleunigt worden. Unter dem Arbeitstitel „**ITS-Architektur Deutschland**“ arbeiten Vertreter der deutschen Fachszene aus Verwaltung, Industrie und Wissenschaft an entsprechenden Rahmenwerken, die Vorgaben, Leitlinien und Hilfen für den Aufbau und Betrieb auch zuständigkeitsübergreifender Lösungen, also unter Einbeziehung regionaler und kommunaler, öffentlicher und privater Systeme.

Die Arbeiten zur ITS-Architektur erhalten zusätzlichen Impuls durch die seit einigen Jahren intensivierten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Automobil- und IKT-Industrie. Beginnend mit den Arbeiten am ALI-System (siehe oben) wird an den Möglichkeiten zur Individualisierung der Verkehrsbeeinflussung gearbeitet. Das aus dem ALI-System hervorgegangene System ALISCOUT, später Euroscout, war einer der ersten Wegbereiter. Nachdem an einen flächendeckenden, leistungsfähigen Mobilfunk noch nicht zu denken war, basierte das Konzept auf bi-direktionaler Kommunikation an sogenannten Baken (Kommunikationspunkten, die im Straßennetz verteilt waren). Der Berliner Großversuch **LISB** (Leit- und Informationssystem Berlin) demonstrierte die Möglichkeiten einer zentralen dynamischen Wegführung im Stadt- und BAB-Netz und erlangte weltweite Aufmerksamkeit. Zeitgleich wurden im von der europäischen Automobilindustrie initiierten Forschungsprogramm **PROMETHEUS** aus heutiger Sicht grundlegende und wegweisende Arbeiten rund um das intelligente Fahrzeug und seine Vernetzung mit anderen Fahrzeugen und der

Infrastruktur durchgeführt. Der technologische Anspruch, durch diese Vernetzung signifikant zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit des Verkehrssystems beizutragen, war ambitioniert, aber im Grunde in Linie mit den vorangehenden Überlegungen im BMV, siehe oben.

Konsequenterweise entstand dort die Planungsperspektive eines **Integrierten Dynamischen Systems zur Kollektiven und Individuellen Verkehrsbeeinflussung (IDSKIV)**, gemäß derer ca. ab dem Jahr 2000 die schrittweise Einführung der individuellen Verkehrsbeeinflussung erwartet wurde. Diese Vorstellungen haben sich so nicht erfüllt, jedoch wurde der Markt in dieser Zeitphase überrollt von zahllosen Varianten autonomer mobiler Navigationsgeräte. Diese werden über die Anbindung an den TMC-Dienst zunehmend dynamischer und stellen somit, allerdings durch den Betreiber nicht direkt kontrollierbar, ein mit wachsender Marktdurchdringung immer einflussreicheres Element der Verkehrsbeeinflussung dar. Nicht nur die Navigation, auch die vermehrt marktfähig werdenden Produkte zur Fahrerassistenz beginnen, Verkehrsabläufe zu beeinflussen (z.B. durch Tempo- und Abstandshaltung), so dass die Integration mit der kollektiven Verkehrsbeeinflussung drängender wird. Das aktuelle Stichwort für Forschungen rund um diese Thematik lautet „**Kooperative Systeme**“ und benennt damit exakt die notwendige Zielsetzung: Verknüpfung und Abstimmung der individuellen, fahrzeugbasierten Fahrerassistenz mit den kollektiven, infrastrukturbasierten Systemen in Richtung auf kooperative, insbesondere konsistente Verkehrsbeeinflussung. Ob damit in ferner Zukunft ein weitgehender Verzicht auf straßenbegleitende Anzeigen möglich wird, im Sinne zum Beispiel einer virtuellen Streckenbeeinflussung, wie in Bild 8 aus einer Simulationsstudie dargestellt, darf bezweifelt werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit aber werden sich durch die jedenfalls notwendige Verknüpfung der Systeme spürbare Verbesserungen im Bereich Sicherheit und Effizienz des Verkehrsablaufs erreichen lassen; der Ende 2008 mit Unterstützung der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie sowie der Forschungs-, Wirtschafts- und Verkehrsminister gestartete Großversuch **SIM-TD (Sichere Intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland)** soll genau zu dieser Fragestellung Antworten liefern.

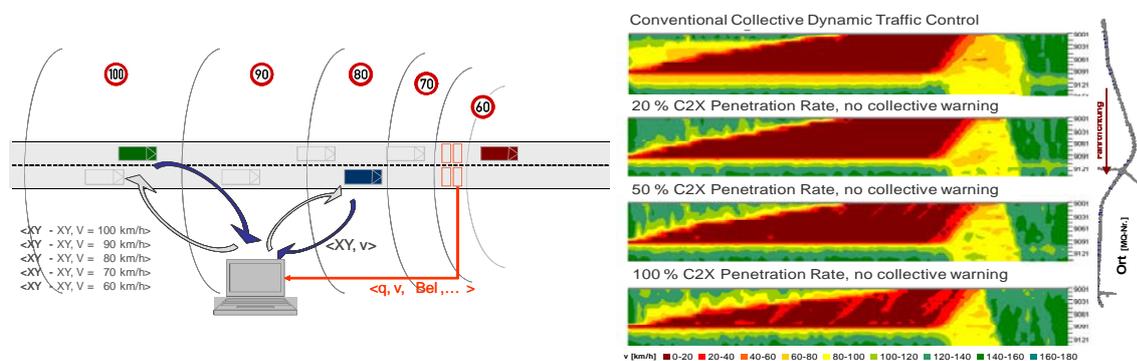


Abb. 8: Virtuelle Streckenbeeinflussung durch Car2X, Konzept und Simulation [Assenmacher et al., 2006]

Versuch einer Zusammenfassung:

Lässt man die bis hier ohnehin nur bruchstückhaft skizzierte Entwicklung der Verkehrsbeeinflussung **auf den deutschen Autobahnen** in großen Zügen Revue passieren, so könnte man, holzschnittartig und mit einem mutigen Blick in die nahe Zukunft, etwa folgende Phasen identifizieren:

Anfang und (Wieder-)Aufbau, 1932-1965:

Von der Reichsautobahn zum ‚Autobahnnetz für Jedermann‘.

Aufbruch, 1965-1980:

Vom Irschenberg über den Rahmenplan bis zum ersten Programm zur Verkehrsbeeinflussung.

Konsolidierung kollektiver Systeme, 1980-1995:

Von HAW über RWVZ zu TLS und MARZ, zunehmende Ausstattung mit gleichartigen VBA

Erste Schritte mit individuellen Systemen, 1980-1990:

ALI, LISB und PROMETHEUS, Forschung am intelligenten Auto

Evolution und Vernetzung, 1995-2010:

Algorithmische Verbesserungen und Standardlösungen, zuständigkeitsübergreifende Vernetzung

Erste Schritte mit kooperativen Systemen, 2005-2020:

AKTIV und SIM-TD, auf dem Weg zur virtuellen VBA und automatisiertem Fahren

Europäische Harmonisierung, 2010-2020:

Der ITS-Actionplan und die Verkehrsbeeinflussung auf Europas Fernverkehrsstraßen

Dieser ‚Holzschnitt‘ zeigt unter anderem folgendes:

Die über 40 Jahre seit der ersten dynamischen Warnanlage haben zweifellos beachtlichen Fortschritt erbracht und es ist gelungen, trotz vielfältiger auch wettbewerblicher Aktivitäten in Forschung und Industrie, ein leistungsfähiges, homogenes Systemkonzept der Verkehrsbeeinflussung zu etablieren, das sogar Exportcharakter hat.

Er zeigt aber auch, dass manche Entwicklungen vom ersten erfolgreichen Großversuch bis zur tatsächlichen nutzenbringenden allgemeinen Anwendung außerordentlich lange Zeiträume benötigen; Geduld und Konsequenz sind also Grundtugenden, die auch in der realen Welt der Verkehrsbeeinflussung von Vorteil sind.

Quellen:

Die verwendeten Abbildungen und Zitationen entstammen entweder *persönlichen Unterlagen*, oder *Forschungsarbeiten und Lehrmaterialien der TU München, Lehrstuhl Verkehrstechnik* oder folgenden *Veröffentlichungen*:

Assenmacher S, Grosanic S, Busch F: Simulation Car2x-basierter Stauwarnung - Studie, 2006

Busch F sen.: Verkehrsbeeinflussung auf Bundesautobahnen – ein Rahmenplan des Bundesministers für Verkehr, 1971.

Busch F, Cremer M, Ghio A: Dynamische Zustandsschätzung auf Autobahnen – ein modellbasierter Filteransatz, 1994.

Busch F, Dinkel A, Kirschfink H: Benchmarking für Verkehrsdaten- und Verkehrssteuerungssysteme, 2006.

Böhnke P: A System for Automatic Incident Detection and Management, 1995.

Kerner B, et al.: Stauverfolgung auf Autobahnen, 1997.

Kühn H, Schönborn H.D, Hrg.: 88 Jahre Straßenverkehrstechnik in Deutschland, 1988.

Leutzbach W: Untersuchungen über Stauwarnanlagen, 1975.

Vukanovic S, Kates R, Busch F: INCA – ein intelligentes Modell zur Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen, 2005.

Wiedemann R: Simulation des Straßenverkehrsflusses, 1974.

Zackor H, Boesefeldt J: Beurteilung verkehrsabhängiger Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahnen, 1972.