

Telekooperation in der Automobilindustrie - Ergebnisse einer Längsschnittstudie^{*}

C. Foltz¹, R. Reuth¹ und H. Miehl²

¹ Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen

² AUDI AG, Ingolstadt

Zusammenfassung

Die zunehmende Globalisierung der Absatz- und Beschaffungsmärkte sowie die Notwendigkeit, immer schneller und flexibler auf Kundenanforderungen reagieren zu müssen, erfordern insbesondere in der Automobilindustrie innovative Arbeitsmethoden für die Unterstützung der unternehmensinternen und -übergreifenden Koordination, Kooperation und Kommunikation.

Ausgehend von dieser Problemstellung wurden in Zusammenarbeit mit der AUDI AG Konzepte und Strategien zum Einsatz von Telekooperation entwickelt und angewendet, wobei der Schwerpunkt auf der Unterstützung der synchronen computergestützten Zusammenarbeit lag.

Dieser Beitrag fasst die in zweieinhalb Jahren gesammelten Projekterfahrungen zusammen, wobei sowohl auf technische Aspekte aus der Sicht von Anwendern als auch die organisatorische Einbindung von Telekooperation in den Arbeitsprozess eingegangen wird. Fallbeispiele verdeutlichen Potenziale und Grenzen des Einsatzes.

^{*} Teile dieses Beitrages stellen Ergebnisse des vom BMBF geförderten Projektes DISTANCE (01 IT 801 F/1) dar, siehe auch <http://www.iaw.rwth-aachen.de/distance>.

1 Einleitung

Die Produktentwicklung in der Automobilindustrie ist gekennzeichnet durch immer kürzere Innovationszyklen und gleichzeitig steigende Produktkomplexität. Mit organisatorischen Maßnahmen wie Entwicklungskooperationen und Simultaneous Engineering wird seit Anfang der 90er Jahre versucht, den ständig steigenden Anforderungen gerecht zu werden. Dadurch ergibt sich ein hoher unternehmensinterner und –übergreifender Koordinations- und Kommunikationsbedarf zwischen den entwickelnden Partnern, insbesondere im Konstruktionsbereich. Da dieser Bedarf nicht hinreichend durch persönliche Treffen und Hilfsmittel wie Telefon, Telefax und eMail gedeckt werden konnte, wurde der Einsatz von Telekooperation, verstanden als ein technisch-organisatorischer Ansatz zur Unterstützung kooperativer, verteilter Prozesse (Luczak & Eversheim, 1999), vorangetrieben.

2 Einsatz von synchronen Konferenzwerkzeugen

Synchrone Konferenzsysteme ermöglichen im Allgemeinen die gleichzeitige Übertragung von Bild und Ton, das gemeinsame Skizzieren von Ideen und Lösungen auf einem elektronischen Notizblock (Whiteboard) sowie die gemeinsame Nutzung und Bearbeitung von Dokumenten, das sogenannte Application Sharing. Ein wichtiges Hilfsmittel stellt der Telepointer dar, der quasi als elektronischer Zeigestab dient und einen bedeutenden Mehrwert darstellt (Gutwin et al., 1996).

2.1 CAx-Konferenzwerkzeuge

Da CAx-Applikationen heute die Hauptwerkzeuge bei der rechnergestützten Konstruktion darstellen (Muth & Weber, 1998), ist es sinnvoll, Konstrukteuren die Möglichkeit zu geben, kooperative Aufgaben mit ihrem gewohnten Arbeitsmittel zu bearbeiten. Aus Performancegründen muss bei den Unix-basierten Konferenzwerkzeugen zumeist auf die Video- und Audiokomponente verzichtet werden, obwohl dies, wie die Untersuchungen von Olson et al. (1995) zeigen, zu qualitativ weniger guten Arbeitsergebnissen führt. Stattdessen wird parallel zu einer rechnergestützten Konferenz eine Telefonverbindung aufgebaut.

Grundsätzlich kann unterschieden werden in CAx-Systeme, in denen Konferenzfunktionen bereits integriert sind, und in spezielle Konferenzwerkzeuge, mit denen es möglich ist, beliebige Anwendungen in einer Konferenz zu verteilen. Mit dieser Differenzierung gehen oft unterschiedliche Software-Architekturen einher,

nämlich die Replikation bei integrierten Systemen und das Sharing bei speziellen Systemen. Die wichtigsten Vor- und Nachteile dieser Konzepte zeigt Tabelle 1.

	Replikation	Sharing
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Übertragungsbandbreite erforderlich • sehr gute Performance, da nach dem Laden des Datensatzes nur Steuerbefehle ausgetauscht werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Applikation und Konferenzwerkzeug müssen nur beim Initiator der Konferenz vorhanden sein • kein Dateitransfer vorher notwendig
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • identische Installation und Konfiguration auf beiden Seiten notwendig • der zu bearbeitenden Datensatz muss beiden Konferenzteilnehmern identisch vorliegen 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Performance • hohe Übertragungsbandbreite erforderlich • evtl. geänderter Datensatz liegt nur auf der Seite des Initiators vor

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Konferenzwerkzeug-Architekturen

Die genannten Vor- und Nachteile erfordern vom Benutzer eine den Randbedingungen seines aktuellen Arbeitskontextes angepasste Auswahl. Um diese zu erleichtern und den Aufwand von System- und Anwenderbetreuung zu minimieren, ist es sinnvoll, aus der großen Zahl der auf dem Markt angebotenen Konferenzwerkzeuge nur eine kleine Anzahl dem Benutzer zur Verfügung zu stellen. Tabelle 2 zeigt die bei der AUDI AG eingesetzten Lösungen.

Produkt	Hersteller	integriert / Replikation	separat / Sharing
CatiaGroupWare (CGW)	IBM	X	
jointX	SBS		X
ICEM Synergy	ICEM	X	
SGImeeting/ SunForum	SGI / Sun		X

Tabelle 2: Auswahl von Unix-basierten CA-Konferenzwerkzeugen

CatiaGroupWare, kurz CGW, heisst das Konferenzmodul, das IBM für Catia anbietet. Es stellt ein einfach zu bedienendes Whiteboard mit umfangreichen Funktionen zur Verfügung. Das Application Sharing erfolgt über den sogenannten 4D-Navigator, einem dreidimensionalen Viewer für Catia-Daten. Im Konferenzmodus stehen jedoch nicht alle Funktionen des 4D-Navigators uneingeschränkt zur Verfügung. Die Funktionen „Sectioning“ und „Interfer“ werden z.B. nicht auf beiden Seiten ausgeführt, so dass die Konferenzteilnehmer unterschiedliche Bilder sehen. Dies verletzt das Prinzip WYSIWIS - what you see is what i see - und stört die Bestrebungen, einen gemeinsamen Kontext für die Konferenzteilnehmer herzustellen (Gutwin et al., 1996). Eine Bearbeitung der Originaldaten ist ebenfalls nicht möglich.

Das Programm jointX stellt ein Whiteboard mit eingeschränktem Funktionsumfang (wenige Farben und Strichstärken, nur ein Snapshot pro Seite) zur Verfügung. Das Application Sharing erfolgt durch den Aufruf der CAx-Applikation während einer Konferenz über ein spezielles Auswahlfenster. Da nicht alle bei der AUDI AG eingesetzten CAx-Systeme über jointX konferiert werden können, konfiguriert die Systembetreuung dieses Auswahlfenster und stellt nur erprobte Programme zur Verfügung.

Synergy heisst die Konferenzkomponente des Oberflächenmodellierungsprogramms ICEM Surf. Hierbei handelt es sich im Prinzip um eine Kopplung der beiden Cursor. Neben identischen Installationen setzt der Einsatz als Konferenzwerkzeug auch eine identische Konfiguration voraus, da keine Funktionsaufrufe ausgetauscht bzw. abgeglichen werden. Im Gegensatz zu CGW können aber Modelle online verändert werden.

SGImeeting und SunForum bieten ein Whiteboard mit vielen Funktionen und einfacher Bedienung. Beim Application Sharing erfolgt die Auswahl der zu konferierenden Applikation per Mausklick auf das Programmfenster, dabei wird zwischen den Modi „beide können die Applikation steuern“ und „nur der Einladende steuert“ unterschieden. Die beiden Programme stammen vom gleichen Hersteller wie das von Microsoft vertriebene NetMeeting für Windows und sind mit diesem kompatibel. Damit ermöglichen sie Konferenzen über Plattformgrenzen hinweg. Dies ist eine wichtige Option für die Zukunft, denn insbesondere Zulieferer werden aus Kostengründen versuchen, ihre heterogene Systemlandschaft zu homogenisieren, d.h. auf Windows-basierte CA-Systeme umzustellen.

2.2 PC-gestützte Videokonferenzwerkzeuge

Neben den vorhandenen Videokonferenzräumen wurden bei der AUDI AG Ende 1997 die ersten Desktop-Videokonferenzsysteme (NTS GoldLine) eingeführt, da sie zum einen erheblich billiger sind als erstgenannte und zum anderen flexibler einsetzbar sind, z.B. an den Montageprüfständen, an denen neue Fahrzeuge erstmalig aufgebaut werden. Die Systeme arbeiten nach dem ITU Standard H.320, der die Video- und Audiokommunikation regelt und sind kompatibel zu den Systemen der Videokonferenzräume. NTS GoldLine bietet zusätzlich eine Freisprecheinrichtung, um mehreren Personen die Teilnahme an einer Konferenz zu ermöglichen. Wie wichtig diese Möglichkeit, verdeutlicht das in Abschnitt 2.3.4 beschriebene Fallbeispiel. Optional ist auch eine zweite Kamera anschließbar, z.B. um Handskizzen verfügbar zu machen oder um Videobilder aus der Produktion zu übertragen. Die Kompatibilität beim Einsatz von Whiteboard und Application Sharing war bis ca. Mitte 1998 auf die Systeme des gleichen Herstellers be-

schränkt, seit jedoch Microsoft seine Lösung NetMeeting kostenlos abgibt, setzten die meisten der am Markt befindlichen Hersteller von Videokonferenzsystemen dieses sein, so dass inzwischen auch Whiteboard und Application Sharing zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller uneingeschränkt zur Verfügung stehen. NTS GoldLine bietet ein zentrales Konferenzsteuerungsfenster, über den auch der Aufruf von NetMeeting zur Nutzung des Whiteboard und des Application Sharing erfolgt. Im Prinzip können alle auf dem Rechner laufenden Programme zum Application Sharing genutzt werden. Es wurde beim Einsatz bei der AUDI AG erst ein Fall bekannt, in dem ein Programm zur Visualisierung von Messreihen nicht in einer Konferenz genutzt werden konnte, weil die Übertragung der Programmfenster fehlerbehaftet war.

2.3 Fallbeispiele

Im Folgenden soll anhand von vier Beispielen aufgezeigt werden, wie und wo synchrone Telekooperation den automobilen Entwicklungsprozess unterstützen kann. Eine Überblick gibt Tabelle 3.

Fallbeispiel	Betriebs-system	Konferenzsoftware	eingesetzte Hilfsmittel
Motorkonstruktion und -berechnung	Unix (Irix)	jointX	AS, WB
Design	Unix (Irix)	ICEM Surf	AS
Entwicklung und Erprobung	Windows NT	GoldLine + Net-Meeting	VK, WB
Einplanung und Fehlteilbesprechung	Windows NT	GoldLine + Net-Meeting	VK, AS

Legende: AS = Application Sharing; WB = Whiteboard; VK = Video-/Audiokonferenz

Tabelle 3: Überblick der Fallbeispiele

2.3.1 Motorkonstruktion und -berechnung

Die Neukonstruktion eines Motors soll möglichst früh auf ihre Festigkeit hin untersucht werden. Daher hat der Konstrukteur seinem Kollegen der Festigkeitsberechnung, der ca. 300 km entfernt arbeitet, zwei Wochen vor einem wichtigen Treffen mit dem Entwicklungsleiter ein erstes, mit dem Programm Pro/E entworfenes CAD-Modell zukommen lassen. Der FEM-Experte erstellt mit Hilfe dieser Daten mit dem Programm Patran ein Modell des Motors mit angeflanschem Getriebe und führt verschiedene Berechnungen durch. Dabei entdeckt er einige

Schwachstellen, die er dem Konstrukteur zeigen möchte, um gemeinsam Änderungsmöglichkeiten zu diskutieren.

Mit Hilfe eines Telefonats und ausgetauschten Faxen lässt sich das Problem seiner Meinung nach nicht lösen. Aufgrund der Entfernung und des hohen Zeitdrucks scheidet jedoch auch ein persönliches Treffen aus. Es wird deshalb eine Telekonferenz vereinbart. Als Konferenzwerkzeug kommt dabei nur ein auf dem Prinzip des Sharing basierendes in Frage, denn dem Motorkonstrukteur steht das Programm, welches der FEM-Experte verwendet hat, nicht zur Verfügung. Der FEM-Experte ruft zum vereinbarten Zeitpunkt seinen Kollegen per Telefon an, startet das Programm jointX und lädt zu einer Sitzung ein. Nach dem Verbindungsaufbau startet der FEM-Experte das Application Sharing mit Patran und lädt sein Modell. Mit Hilfe des Telepointers wird in der Grobansicht gezeigt, welche Stellen im Detail gezeigt werden sollen und anschließend wird eingezoomt. Da der FEM-Experte vor der Konferenz zur eigenen Vorbereitung einige Farbausdrucke gemacht und mit Notizen versehen hat, können nun zügig mit wechselseitigem Einsatz des Telepointers Änderungsmöglichkeiten diskutiert und mit Hilfe von annotierten Snapshots im Whiteboard dokumentiert werden. Weil es trotz der hohen verfügbaren Netzbandbreite Performance-Probleme gibt, die sowohl von jointX als auch von Patran verursacht werden, blendet der FEM-Experte alle Teile, die nicht Gegenstand des Gesprächs sind, aus.

Innerhalb einer Stunde werden alle kritischen Punkte behandelt und Änderungsmaßnahmen besprochen. Die beiden vereinbaren einen Termin, zu dem der Konstrukteur das geänderte Modell an den FEM-Experten übermittelt, damit dieser noch vor dem Termin mit dem Entwicklungsleiter neue Berechnungen durchführen kann.

Prinzipiell könnte diese Konferenz auch mit SGImeeting bzw. SunForum abgehalten werden. Wenn das FEM-Modell nicht mit Patran, sondern mit dem Programm Animator erstellt worden wäre, wäre dies sogar die einzige Möglichkeit zur Telekonferenz, da Animator nicht in jointX eingebunden werden kann.

2.3.2 Design

Das Design eines neuen Fahrzeuges wird gleichzeitig in zwei Studios entwickelt, und zwar an Standorten in Deutschland und den USA. Die Entwicklung findet nicht in Konkurrenz, sondern kooperativ statt. D.h. die beiden Teams stehen in ständigem Kontakt zueinander und setzen beide das Oberflächenmodellierungsprogramm ICEM Surf ein. Um zeitgleich gemeinsam Ideen zu entwickeln, umzusetzen und zu bewerten, benötigen sie ein Konferenzwerkzeug. Es bietet sich das Programm ICEM Synergy an, welches in ICEM Surf integriert ist. Dass das zu konferenzierende Modell an beiden Standorten vorhanden sein muss, schränkt die

Flexibilität und Spontanität etwas ein, da der Dateitransfer zwischen den Standorten mit einer mehrstündigen Zeitverzögerung erfolgt. Nach dem Konferenzaufbau können beide Seiten das Modell mit guter Performance aus verschiedenen Perspektiven betrachten, Änderungen online vornehmen und diskutieren. Der Zeitunterschied zwischen den Standorten limitiert zwar das für die synchrone Zusammenarbeit zur Verfügung stehende Zeitfenster, stellt aber in der Praxis kein besonderes Hindernis dar. Störend wirken eher nicht Probleme mit nicht mehr synchronen Aktionen, so dass die Designer unterschiedliche Ansichten sehen und die Konferenz neu gestartet werden muss.

2.3.3 Entwicklung und Erprobung

Mit Hilfe von Testfahrten und Absicherungsläufen, die weltweit in verschiedenen Klimazonen und unterschiedlichen Straßenverhältnissen durchgeführt werden, sollen bereits frühzeitig Schwachstellen in der Konstruktion oder Verarbeitung aufgedeckt werden, um Änderungen und Optimierungen anstoßen zu können. Bei Beanstandungen ist es wichtig, dass auftretende Probleme schnell konkretisiert werden, um entscheiden zu können, ob gezielte Analysen des Problems in der Technischen Entwicklung in Deutschland notwendig sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei solchen Fahrten häufig Vorserienteile verbaut werden, die noch nicht der gewünschten Qualität entsprechen bzw. die bereits nicht mehr dem aktuellen Entwicklungsstand entsprechen. Eine schnelle und intensive Kommunikation zwischen den Erprobungsstationen und der Entwicklung in Deutschland ist unerlässlich, um nicht warten zu müssen, bis Teile des Fahrzeuges oder das gesamte Fahrzeug wieder in Deutschland eintreffen.

Hierzu werden PC-gestützte Videokonferenzsysteme eingesetzt, da mit Hilfe der Bildübertragung, des Whiteboard und des Telepointer Probleme anderen Experten schnell verdeutlicht und mit ihnen diskutiert werden können. Dadurch ergibt sich eine erhebliche Zeitersparnis gegenüber der konventionellen Arbeitsweise, die solche Diskussionen zumeist erst dann ermöglichte, wenn der Entwickler in Deutschland das beanstandete Teil selber in den Händen hielt.

Voraussetzung ist allerdings, dass an den Erprobungsstandorten entsprechende Hardware, also PC und ISDN-Anschluss, vorhanden ist. Bei temporär genutzten Standorten, z.B. zur Wintererprobung, kann dies nicht immer gewährleistet werden.

2.3.4 Einplanung und Fehlteilbesprechung

Die Einplanung der aufzubauenden Fahrzeugvarianten in der Vorserienproduktion erfordert eine intensive Abstimmung zwischen Fachleuten der Entwicklung, der Produktion und der Logistik, da viele Teile nur in kleinen Stückzahlen oder gar nicht verfügbar sind. Entwicklungs- und Produktionsstandort liegen im betrachteten Fall ca. 600 km auseinander, so dass persönliche Treffen zwischen den ca. zehn beteiligten Personen, von denen fünf regelmäßig anwesend sein müssen, nur schwer zu arrangieren sind. Andererseits lassen sich der Informationsaustausch und die Abstimmungen zwischen so vielen Personen nicht mehr mit Telefon, Telefax und eMail bewerkstelligen. Aus diesem Grunde werden pro Woche ein bis zwei feste Termine vereinbart, an denen per Videokonferenz besprochen wird, welche Fahrzeuge wann benötigt werden, wer welche Teile bis wann zu liefern hat etc. Neben der Einsparung von Reisezeit und -kosten ermöglichen die Videokonferenzen eine flexiblere und genauere Planung, da kurzfristig Personen aus betroffenen Fachbereichen zu den Besprechungen eingeladen werden können. Des Weiteren trägt der Einsatz des Application Sharing zur Protokollierung der Gesprächsrunden dazu bei, Missverständnisse zu vermeiden, weil Absprachen für beide Seiten sichtbar schriftlich festgehalten werden.

2.4 Szenarien

Durch den Einsatz von Konferenzsystemen konnte in den genannten und weiteren, nicht genannten Fällen eine erhebliche Verbesserung der Arbeitsprozesse hinsichtlich der Faktoren Zeit, Kosten und Qualität erreicht werden (Depolt & Uehlenbruck, 1998).

Die aufgeführten Fallbeispiele belegen jedoch deutlich, dass es *das* Werkzeug für Telekonferenzen nicht gibt bzw. geben kann. Folglich muss vor einer Telekonferenz kritisch geprüft werden, welche Aufgaben zu bearbeiten sind und welches Werkzeug unter den gegebenen Randbedingungen eine geeignete Hilfe darstellt. Um eine Entscheidung im Bereich des CAx-Conferencing zu vereinfachen, wurden zunächst die folgenden drei Aufgabenszenarien und adäquate Hilfsmittel definiert:

- Szenario 1
Online-Konstruktion (gemeinsames Konstruieren)
Hilfsmittel: Application Sharing (AS)
- Szenario 2
Klären und Problemlösen anhand „statischer“ Ansichten (entspricht einem

persönlichen Gespräch auf der Basis von Ausdrucken der CAD-Daten)
Hilfsmittel: Whiteboard (WB)

- Szenario 3
Klären und Problemlösen anhand „dynamischer“ Ansichten (entspricht einem persönlichen Gespräch an einem Rechner)
Hilfsmittel: 3D-Viewing (3DV), Application Sharing (AS)

Szenario 2 und 3 unterscheiden sich demnach hauptsächlich durch die persönlichen Präferenzen der beteiligten Konstrukteure. Wird jedoch die hier nicht vertiefte Problematik der zur Verfügung stehenden Netzbandbreite berücksichtigt, so differenzieren sich die beiden Szenarien durch ihre stark unterschiedlichen Anforderungen an die Bandbreite.

Tabelle 4 zeigt eine einfache Auswahlmatrix, mit der sich in Abhängigkeit der Szenarien und der benötigten CAx-Applikation das aus Performance- und Bedienungskomfortgründen geeignetste Konferenzwerkzeug bestimmen lässt.

	CAx-Applikation	Konferenzwerkzeug
Szenario 1	ICEM Surg	ICEM Synergy ⁽¹⁾ , jointX
	Catia, Pro/E, Patran, Medina	jointX, SGImeeting ^(2,4) , SunForum ^(3,4)
	Animator, Showcase	SGImeeting ^(2,4) , SunForum ^(3,4)
Szenario 2	beliebig	CGW ⁽¹⁾ , SGImeeting ^(1,2) , SunForum ^(1,3) , jointX
Szenario 3	Catia 4D-Navigator	CGW ⁽¹⁾
	Catia, Pro/E, Patran, Medina	jointX
	Animator, Showcase	SGImeeting ^(2,4) , SunForum ^(3,4)

⁽¹⁾ muss auf beiden Konferenzrechnern installiert sein

⁽²⁾ nur Irix 6.5.x

⁽³⁾ nur Solaris

⁽⁴⁾ vgl. Kapitel 2.1

Tabelle 4: Auswahlmatrix

3 Einführung und Stabilisierung der Nutzung von Telekooperation

Erfolgreiche, aus der Praxis abgeleitete Empfehlungen zur Einführung von Telekooperation sind seit längerem bekannt (Herbst, 2000), z.B. das 7-Stufen-Modell (Springer et al., 1997). Über die langfristige Benutzung und den langfristigen Nutzen der Systeme ist jedoch wenig bekannt.

Die Einführung von Telekooperation erfolgte bei der AUDI AG anhand von Pilotprojekten, ähnlich denen in Foltz et al. (1998) beschriebenen. Dabei wurde darauf fokussiert, bestehende Prozesse zu unterstützen. Die synchrone Kommunikation auf PC-Ebene wurde zu Beginn mit zwölf Systemen in verschiedenen Fachabteilungen an drei Standorten der AUDI AG unterstützt. Die Einbindung von Zulieferern, der alle Beteiligten einen hohen Nutzen beimaßen, bereitete anfangs Schwierigkeiten. Zu Beginn des Projektes war der Grund in der damals noch mangelnden Kompatibilität zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller zu suchen. Denn die Zulieferer der Automobilindustrie arbeiten im Allgemeinen mit mehreren Herstellern, die unterschiedliche Telekonferenzsysteme präferieren, zusammen. Da die Zulieferer die Anschaffung von unterschiedlichen Systemen befürchteten, um allen Herstellern gerecht zu werden, verweigerten sie eher den Einsatz von Konferenzsystemen.

Die Einführung der CAX-Konferenzsysteme erfolgte einige Monate nach der Einführung der PC-Systeme, allerdings direkt in Zusammenarbeit mit Zulieferern. Da die Probleme bezüglich Performance und Stabilität der CAX-Systeme größer waren, als im PC-Bereich, wurden zunächst Ingenieur-Dienstleister aus der näheren Umgebung gewählt, um notfalls bei diesen vor Ort Hilfestellung bieten zu können. Es stellte sich jedoch sehr schnell heraus, dass die Konstrukteure auf beiden Seiten die Systeme nicht annahmen, sondern eher die kurzen Fahrzeiten zwischen den Büros auf sich nahmen, als sich mit den noch wenig ausgereiften CAX-Konferenzsystemen auseinander zu setzen. Deswegen wurden in einem zweiten Schritt Zulieferer angebunden, die mehrere hundert Kilometer vom Audi-Standort Ingolstadt entfernt waren. Da persönliche Treffen aufgrund der Entfernung mit einem erheblichen Zeitaufwand und mit mindestens einer Woche zeitlichem Vorlauf verbunden sind, war und ist die Bereitschaft der Konstrukteure vorhanden, ihre alten Arbeitsprozesse zu ändern.

Ein weiteres Hindernis ist der stark schwankende Kommunikationsbedarf während der Entwicklung. Pahl & Beitz (1997) unterteilen den Planungs- und Konstruktionsprozess in die Hauptphasen (a) Planen und Klären der Aufgabe, (b) Konzipieren, (c) Entwerfen und (d) Ausarbeiten. Besonders hoch ist der Kommunikationsbedarf in der Phase „Planen und Klären“, besonders gering in der Phase „Ausarbeiten“ oder auch dann, wenn auf die Arbeitsergebnisse anderer gewartet wird.

Bei der verteilten Entwicklung kommt es allerdings auch vor, dass ein Konstrukteur bei der Ausarbeitung eines Details kurzfristig Informationen benötigt und Absprachen treffen muss, z.B. wenn es um die Ausarbeitung eines Bauteils mit einer komplexen Schnittstelle zu einem anderen Bauteil geht.

Die Erfahrungen bei der AUDI AG zeigen, dass auch der Kommunikationsbedarf der eher administrativ als konstruktiv tätigen Entwickler Schwankungen unterle-

gen ist. Folglich benötigen die Mitarbeiter nur phasenweise das Hilfsmittel „synchrones Konferenzwerkzeug“, sind also im Sinne von Oppermann et al. (1992) als ungeübte und sporadische Benutzer zu sehen. Dies erfordert einerseits besonders intuitiv gestaltete Software-Benutzungsschnittstellen und zum anderen eine besondere Anwenderbetreuung. Diese wurde von Beginn an so gestaltet, dass Anwender bei Bedarf vor Ort, also an ihrem Arbeitsplatz, bei Konferenzen unterstützt wurden. Diese Vor-Ort-Unterstützung bewährte sich insbesondere dann, wenn ein Anwender länger nicht mit einem Konferenzwerkzeug gearbeitet hatte und deswegen sehr unsicher im Umgang mit dem Werkzeug war.

4 Fazit und Ausblick

Für eine erfolgreiche Einführung und den produktiven Einsatz von Telekooperation ist es erforderlich, Telekooperation in bestehende Unternehmensstrukturen bestmöglich zu integrieren. Dabei sollte zunächst die Integration in bestehende Organisationsstrukturen und bestehende Abstimmungsprozesse im Vordergrund stehen. Erst in einem weiteren Schritt sollte partizipativ eine Reorganisation von Abstimmungsprozessen initiiert werden.

Der erfolgreichen Anwendung von Telekooperation sind jedoch Grenzen gesetzt, da Telekooperation insbesondere keine organisatorischen und personellen Defizite beseitigen kann. In Tabelle 5 werden stichwortartig einige Grenzen genannt.

Mensch	<ul style="list-style-type: none"> • Technologieakzeptanz in Anbetracht des Prestigeverlusts* und der Aufgabenbeschaffenheit, • kooperative Haltung der Anwender, • Qualifikationsdefizite des Personals in bezug auf die Kommunikation, • Flexibilität des Personals.
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Beziehungen zwischen den kooperierenden Partnern sind unklar, • fehlende organisatorische Regeln und Verfahren des Informations- und Datenaustauschs, • Anzahl von Telekooperationsnutzern in bezug auf das gesamte Unternehmen, • verbleibende Notwendigkeit von Geschäftsreisen zur Pflege informeller und sozialer Kommunikation.
Technik	<ul style="list-style-type: none"> • anfallende Investitions- und Betriebskosten, • Benutzbarkeit der Systeme • hohe Anforderungen an die Bandbreite von Netzwerken, • hoher Aufwand, um Telekooperation in die vorhandenen Kommunikationsnetzwerke (ISDN, LAN) zu integrieren, • Sicherheitsanforderungen bei der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit.

* „Wenn ich etwas von ihm möchte, bestelle ich ihn in mein Büro.“

Tabelle 5: Grenzen von Telekooperation

Dass dem Thema „Infrastruktur und Sicherheit beim unternehmensübergreifenden Einsatz“ in Zukunft eine besondere Bedeutung zukommt, zeigen die im Projekt DISTANCE gemachten Erfahrungen. Nur wenn diese, aus Platzgründen in diesem Beitrag nicht geschilderte Problematik zufriedenstellend gelöst wird, können mit Telekonferenzen die existierenden Herausforderungen der verteilten Automobilentwicklung auf Dauer gemeistert werden.

Literatur

- Depolt, J.; Uehlenbruck, G. (1998): ‚Erweiterte Wirtschaftlichkeitsberechnung von Telekooperation in der Automobilhersteller/Zulieferer-Beziehung‘. In: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): *Prozessketten für die virtuelle Produktentwicklung in verteilter Umgebung*. VDI Berichte 1435, Düsseldorf: VDI Verlag, S. 339-360.
- Foltz, C.; Herbst, D.; Schlick, C.; Springer, J. (1998): ‚Verteiltes Konstruieren in der Automobilindustrie‘. *Industrie Management*, Nr.3, S. 24-28.
- Gutwin, C.; Roseman, M.; Greenberg, S. (1996): *A Usability Study of Awareness Widgets in a Shared Workspace Groupware System*. Conference Proceedings Computer Supported Cooperative Work, November 16-20, Boston, MA, USA, S.258-267.
- Herbst, D. (2000): *Entwicklung eines Modells zur Einführung von Telekooperation in der verteilten Produktentwicklung*. Dissertation RWTH Aachen, Aachen: Verlag Shaker
- Luczak, H.; Eversheim, W. (1999): *Telekooperation - Industrielle Anwendungen in der Produktentwicklung*. Berlin: Springer Verlag.
- Muth, M.; Weber, C. (1998): ‚Multimedia zur Unterstützung verteilter Konstruktionsprozesse‘. In: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): *Prozessketten für die virtuelle Produktentwicklung in verteilter Umgebung*. VDI Berichte 1435, Düsseldorf: VDI Verlag, S. 361 – 378.
- Olson, J.S.; Olson, G.M.; Meader, D.K. (1995): *What Mix of Video and Audio is Useful for Small Groups Doing Remote Real-time Design Work*. Conference Proceedings on Human Factors in computing systems, May 7 - 11, Denver, CO USA, S. 362-368
- Opperman, R.; Murchner, B.; Reiterer, H.; Koch, M. (1992): *Software-ergonomische Evaluation*. 2. Auflage. Berlin: Verlag de Gruyter
- Pahl, G.; Beitz, W.: (1997): *Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung*. 4. Auflage. Berlin: Springer Verlag
- Springer, J.; Depolt, J.; Herbst, D.; Schlick, C.; Wolf, M. (1997): ‚Telekooperation - Potentiale und Anforderungen in der Automobilindustrie‘. In: Godehardt, B.; Korte, W.; Michelsen, U.; Quadt, H.-P. (Hrsg.): *Managementhandbuch Telearbeit*. Heidelberg: Hüthig-Verlag