

Jörn Mallok/Michael Fritsch\*

## Die „Intelligenz“ der Techniknutzung – Zur Bedeutung des Maschinenparks und seiner Einsatzweise für die betriebliche Leistungsfähigkeit

### 1 Ausgangssituation und Vorgehensweise

Nach der „Wende“ in der ehemaligen DDR und der damit verbundenen Marktöffnung standen die ostdeutschen Betriebe vor der Aufgabe, sowohl das Produktprogramm als auch den Fertigungsprozeß an die neuen, marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen anzupassen. Die Notwendigkeit zur Veränderung des Fertigungsprozesses ergab sich vor allem daraus, daß die Mehrzahl der damals vorhandenen Maschinen meist auf die Herstellung eines eng begrenzten Spektrums von Erzeugnissen geringer Komplexität in hohen Stückzahlen zugeschnitten war. Zudem war ein wesentlicher Teil der Produktionsanlagen technisch veraltet; eine Reihe von Experten vertrat sogar die Auffassung, daß der gesamte Kapitalstock der ostdeutschen Betriebe unter Wettbewerbsbedingungen obsolet sei und vollständig ersetzt werden müsse<sup>1</sup>.

In diesem Beitrag gehen wir der Frage nach, welche Bedeutung dem Maschinenpark beziehungsweise dem physischen Kapitalstock für die Leistungsfähigkeit (Produktivität) von Industriebetrieben zukommt. Dabei betrachten wir neben der Modernität des Anlagenbestandes insbesondere auch die Einsatzweise der Technik und untersuchen, inwieweit ein effizient beziehungsweise „intelligent“ gestalteter Technikeinsatz die Leistungsfähigkeit beeinflusst (zu der grundlegenden Hypothese vgl. *Abschnitt 2*). Anhand eines Samples von ost- und westdeutschen Betrieben (*Abschnitt 3*) werden bestehende Ost-West-Unterschiede hinsichtlich Technikausstattung, Technikeinsatzweise und weiterer Faktoren sowie deren relative Bedeutung für die Produktivität analysiert (*Abschnitte 4 bis 6*). Abschließend erfolgt die Diskussion einiger Schlußfolgerungen für die Unternehmen (*Abschnitt 7*).

\* Dr. *Jörn Mallok*, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Forschungsstelle „Innovationsökonomik“; Prof. Dr. *Michael Fritsch*, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik, Gustav-Zeuner-Straße 6–8, 09596 Freiberg. Der vorliegende Beitrag beruht auf dem Projekt „Strategien zur Beseitigung von Leistungs- und Wachstumsbeschränkungen kleiner und mittlerer Unternehmen unter besonderer Berücksichtigung des Technikeinsatzes – Ein west-ostdeutscher Vergleich im Verarbeitenden Gewerbe“, das durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Schwerpunktprogrammes „Technologischer Wandel und Regionalentwicklung in Europa“ sowie von der Studienstiftung des Deutschen Volkes mit einem Promotionsstipendium gefördert wurde.

1 Vgl. zur Diskussion um die *Schrotthypothese Sinn/Sinn* (1993) und *Mallok* (1995).

## 2 Was bedeutet „intelligente“ Techniknutzung?

Über lange Zeit ging die Wissenschaft von der Annahme aus, daß die Wirkungen von Technik beziehungsweise des Maschinenparks ausschließlich durch die in den Anlagen verkörperten Eigenschaften bestimmt werden und bei den Anwendern spezifische Anpassungserfordernisse hervorrufen<sup>2</sup>. Empirische Untersuchungen haben allerdings gezeigt, daß die Hypothese von der Existenz eines solchen Technikdeterminismus nicht zutrifft und die Wirkungen einer Technik von einem komplexen Geflecht diverser Faktoren abhängen<sup>3</sup>. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen läßt sich eine bestimmte Technik beziehungsweise ein bestimmter Anlagentyp auf ganz unterschiedliche Weise einsetzen, wobei sich entsprechend andersartige (z. T. sogar entgegengesetzte) Wirkungen etwa auf Fertigungskosten, Produktqualität oder Leistungsfähigkeit ergeben können. Dies ist besonders offensichtlich bei computergesteuerten Anlagen, die allein schon aufgrund ihrer Programmierbarkeit Freiheitsgrade bei der Gestaltung ihres Einsatzes bieten. Die Existenz solcher Freiheitsgrade bei der Implementation von Technik impliziert, daß die Anwender nicht zwangsläufig als Anpasser handeln müssen, sondern bestehende Optionen hinsichtlich der Einsatzweise von technischen Anlagen zur aktiven Gestaltung des Produktprogrammes (Produktinnovation) und/oder zu einer Veränderung ihrer marktlichen Positionierung nutzen können<sup>4</sup>.

Das Vorhandensein von Alternativen hinsichtlich der Gestaltung des Technikeinsatzes bedeutet nicht, daß sämtliche dieser Alternativen in bezug auf die Leistungsfähigkeit der Unternehmen gleichwertig sind. Wir nehmen an, daß eine bestimmte Einsatzweise von technischen Anlagen dann als „gut“ beziehungsweise „intelligent“ und damit als leistungssteigernd gelten kann, wenn ein Anwender eine Maschine innerhalb ihres wirtschaftlichen Einsatzbereiches betreibt, sie auf zweckmäßige Weise in das jeweilige fertigungstechnische Umfeld integriert und dabei die Bedingungen seines marktlichen Umfeldes berücksichtigt. Im Rahmen der Bearbeitung von Fertigungsaufträgen manifestiert sich „Intelligenz“ etwa in bewußten Entscheidungen für oder gegen den Einsatz einer bestimmten Technik, eines bestimmten Verfahrens oder einer Verfahrenssequenz. Darüber hinaus bestehen Möglichkeiten zur konstruktiven Anpassung des Teilespektrums (z. B. Teileintegration) und zu dessen zweckmäßiger Handhabung (etwa Schaffung optimaler Losgrößen durch Bildung von Teilefamilien). Schließlich kommt auch dem technologisch aufeinander abgestimmten Zusammenwirken der verschiedenen Anlagen eine Bedeutung für die betriebliche Leistungsfähigkeit zu. „Intelligenz“ des Technikeinsatzes beschränkt sich aber nicht allein auf die Phase der Nutzung einer vorhandenen Anlage, sondern beginnt bereits mit der Auswahl und Anschaffung einer bestimmten Maschine oder schlägt sich in der Entscheidung zwischen Ersatz-

2 Meist wurde diese Annahme nur implizit zugrunde gelegt. Vgl. *Blauner* (1964); *Popitz et al.* (1964); *Touraine* (1955).

3 Vgl. hierzu *Lutz* (1983), (1987) sowie die empirischen Analysen von *Becker* (1992), *Ewers/Becker/Fritsch* (1990), *Fritsch* (1991), *Hitchens/O'Farrell* (1988a), (1988b) sowie *Mallok* (1996b). *Womack/Jones/Roos* (1994) belegen in ihrer auf die Automobilindustrie in Nordamerika, Europa und Japan bezogenen Untersuchung, daß der Einsatz modernerer Anlagen nicht zwangsläufig auch mit höherer Produktivität verbunden ist; vielmehr kann unter bestimmten Bedingungen ein besseres Ergebnis durch auf den betrieblichen und marktlichen Kontext ausgerichtete Umrüstungen vorhandener Maschinen erreicht werden; vgl. insbesondere *Womack/Jones/Roos* (1994), S. 57f.

4 Vgl. *Becker* (1992); *Ewers/Becker/Fritsch* (1990); *Fritsch* (1991).

beschaffung und technischer Modernisierung von Einzelmaschinen beziehungsweise Fertigungslinien nieder.

Mit Blick auf die Transformation der ostdeutschen Wirtschaft war es bislang eine durchaus offene Frage, in welchem Ausmaß die ostdeutschen Betriebe die aus der DDR-Zeit vorhandene Fertigungstechnik austauschen müssen oder ob es nicht ausreicht, diese Anlagen kostensparend nachzurüsten. Unklar ist insbesondere auch, welche Rolle die „Intelligenz“ der Einsatzweise von Technik für die Erklärung von Leistungsunterschieden zwischen Betrieben spielt.

### 3 Datengrundlage und Ausmaß ost-westdeutscher Produktivitätsunterschiede

Unsere Analysen beruhen auf eigenen, im Jahr 1993 durchgeführten Erhebungen in 52 ostdeutschen und 52 westdeutschen mittelständischen Industriebetrieben. Die untersuchten Betriebe waren – entsprechend dem „matched pair“-Ansatz<sup>5</sup> – hinsichtlich Produktprogramm, Beschäftigtenzahl, rechtlich-organisatorischem Status sowie den siedlungsstrukturellen Gegebenheiten ihres Standorts<sup>6</sup> vergleichbar; sie gehörten den Branchen Maschinenbau (60 Betriebe), Holzverarbeitung (16 Betriebe), Nahrungs- und Genußmittel (20 Betriebe) sowie Bekleidungsindustrie (8 Betriebe) an. Circa zwei Drittel (67,3%) der interviewten Betriebe zählten weniger als 50 Beschäftigte. In räumlicher Hinsicht kamen sowohl die ostdeutschen als auch die westdeutschen Betriebe aus verschiedenen Regionen. Bei sämtlichen Wirtschaftseinheiten handelte es sich um Einbetrieb-Unternehmen ohne weiteren Standort<sup>7</sup>.

Als Kennziffer zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit dient hier die Arbeitsproduktivität, definiert als Bruttowertschöpfung pro Beschäftigtenstunde. Die Bruttowertschöpfung ergibt sich als Differenz von Umsatz und industriellen Vorleistungen<sup>8</sup>; damit ist sichergestellt, daß nur die von der betreffenden Wirtschaftseinheit selbst erbrachte Produktion in die Berechnung der Arbeitsproduktivität einfließt<sup>9</sup>. Mit dem Bezug auf die Beschäftigtenstunde erfolgte eine Bereinigung um unterschiedliche Wochenarbeitszeiten sowie unterschiedliche Anteile an Teilzeitarbeit.

Während die durchschnittliche Bruttowertschöpfung pro Beschäftigtenstunde (Median) im Jahr 1992 für die westdeutschen Betriebe knapp DM 51 betrug, lag sie im ostdeutschen Teilsample bei nur circa DM 22,50, was einer Ost-West-Relation von 44,1% entspricht. Wie aus *Abbildung 1* hervorgeht, fällt die Leistungsfähigkeit sowohl innerhalb des ostdeutschen als auch innerhalb des westdeut-

5 Siehe zum „matched pair“-Ansatz insbesondere *Daly/Hitchens/Wagner* (1985) sowie *Hitchens/Wagner/Birnie* (1990) und die dort angegebene Literatur.

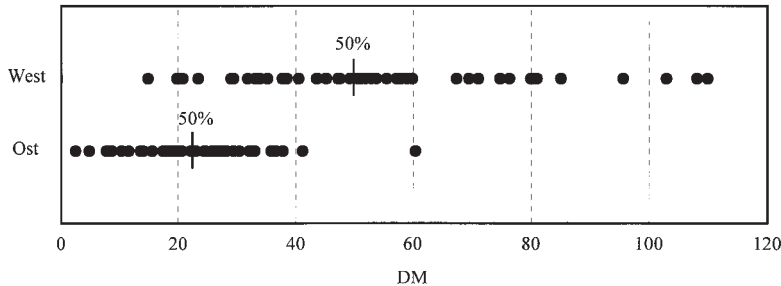
6 Siedlungsstruktureller Regionstyp entsprechend der Klassifikation der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung Bonn; vgl. *BfLR* (1992).

7 Ausführlich zum Sample vgl. *Mallok* (1996b).

8 Damit ist die Bruttowertschöpfung noch zu weit abgegrenzt, denn es wären noch die *sonstigen* Vorleistungen – wie Ausgaben für Dienstleistungen (z. B. Beratung, Versicherung, Telekommunikation oder Kontoführung) – abzuziehen, deren Erhebung allerdings einen enormen zusätzlichen Aufwand erfordert hätte. Entsprechend der Kostenstrukturerhebung der amtlichen Statistik bestehen hinsichtlich dieser Kostenarten keine wesentlichen Ost-West-Unterschiede; vgl. *Statistisches Bundesamt* (1994a), (1994b).

9 Vgl. *Pietsch* (1984).

Abbildung 1: Bruttowertschöpfung pro Beschäftigtenstunde 1992 im ost- und westdeutschen Teilsample (in DM, ein Punkt = ein Betrieb)



schen Teilsamples recht heterogen aus; dabei übertrifft lediglich ein ostdeutsches Unternehmen den Median der westdeutschen Vergleichsbetriebe. Eine paarweise Gegenüberstellung der jeweils vergleichbaren Betriebe ergibt, daß die westdeutschen Betriebe in 85,5% der Fälle eine höhere Produktivität als ihre ostdeutschen Pendanten aufwiesen<sup>10</sup>.

#### 4 Technikausstattung, Technikeinsatzweise und Produktivität

Bei der Analyse der Bedeutung des technischen Anlagenbestandes für die Leistungsfähigkeit von kleinen und mittelgroßen Fertigungsbetrieben unterscheiden wir im folgenden zwischen dem hardware-orientierten Faktor Technikausstattung (Abschnitt 4.1) und dem software-orientierten Faktor Technikeinsatzweise (Abschnitt 4.2). Dabei wird jeweils der Zusammenhang der verschiedenen Merkmale der Technikausstattung und -einsatzweise mit der Arbeitsproduktivität herausgearbeitet. Unsere Betrachtung beschränkt sich weitgehend auf die Fertigung, die in Industriebetrieben als Kernbereich angesehen werden kann.

##### 4.1 Technikausstattung

###### 4.1.1 Computergesteuerte Fertigungsanlagen

Zur DDR-Zeit blieben CNC-gesteuerte Maschinen in erster Linie den großen Produktionsstandorten der Kombinate vorbehalten, die nicht selten als Vorzeigeelemente für in- und ausländische Delegationen dienten. Nur einem überdurchschnittlichen Einsatz der jeweiligen Betriebsleiter war es zu verdanken, wenn kleinere Wirtschaftseinheiten dennoch vereinzelt über computerisierte Fertigungsanlagen verfügten. Die nachhaltigen Auswirkungen der wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen in der ehemaligen DDR waren in den von uns besuchten ostdeutschen Betrieben noch deutlich erkennbar: So hatten zum Erhebungszeitpunkt (1993) lediglich 46,2% der ostdeutschen Betriebe CNC-gesteuerte Anlagen im Einsatz, während der entsprechende Wert (Verbreitungsgrad) für das westdeutsche Teilsample 57,7% betrug. Zur Bestimmung des Anteils der CNC-Anlagen am Maschinenpark (Diffusionstiefe) wurden die einzelnen Anlagen mit der Anzahl der

10 Zu einer ausführlichen Darstellung der ost-westdeutschen Produktivitätsunterschiede siehe *Fritsch/Mallok* (1994 a), (1994 b); *Mallok/Fritsch* (1994) sowie *Mallok* (1996 b).

mit ihnen verbundenen Arbeitsplätze im Fertigungsbereich gewichtet. Entsprechend dieser Berechnungsmethode ergab sich bei den ostdeutschen CNC-Adoptoren ein mengenmäßiger (nicht wertmäßiger) Anteil rechnerunterstützter Fertigungsanlagen von 15,7%; hingegen hatten die westdeutschen CNC-Anwender schon eine Diffusionstiefe von 25,1% erreicht.

Abbildung 2: Anteile der Nutzer von CNC-Anlagen innerhalb des ostdeutschen und westdeutschen Teilsamples seit Beginn der 80er Jahre (in %, kumuliert)

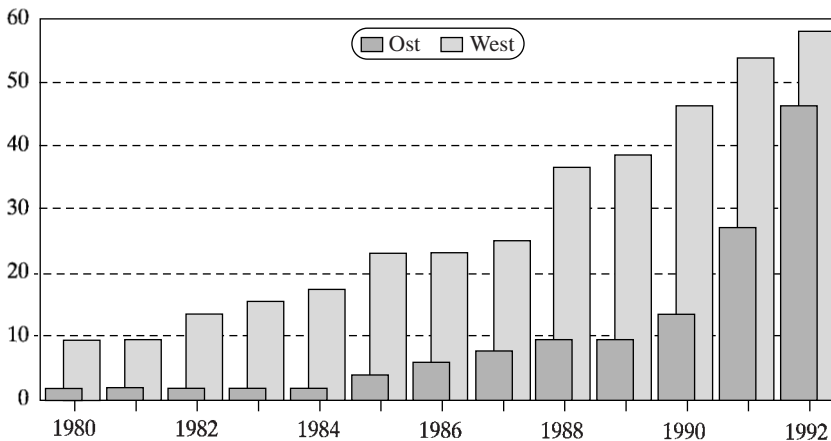


Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des Anteils der Nutzer CNC-gesteuerter Fertigungsanlagen im ost- und westdeutschen Teilsample seit Beginn der 80er Jahre. Während bis zur „Wende“ im Jahr 1989 erst knapp 10% der befragten ostdeutschen Betriebe CNC-Maschinen implementiert hatten, lag der westdeutsche Vergleichswert schon bei 38,5%. Dies veranschaulicht den technologischen Rückstand der ehemaligen DDR-Betriebe, belegt aber zugleich, daß ein – wenn auch geringer – Teil der ostdeutschen Unternehmen bereits vor der Marktöffnung über computergesteuerte Anlagen verfügte. Dabei handelte es sich überwiegend um Maschinen aus DDR-Produktion, bei denen zwar die Zuverlässigkeit der mechanischen Baugruppen dem internationalen Standard entsprach, die aber häufig eine relativ störanfällige elektronische Steuerung aufwiesen, welche hohe Ausfallzeiten verursachte. Aufgrund dieser Probleme ersetzte eine Reihe ostdeutscher CNC-Adoptoren nach der Marktöffnung die rückständigen Komponenten durch entsprechende Bauteile westlichen Fabrikats<sup>11</sup>.

Ein anderer, jedoch weitaus geringerer Teil der in den ehemaligen DDR-Betrieben vor der „Wende“ vorhandenen computergesteuerten Fertigungsanlagen stammte aus dem westeuropäischen Ausland. Obwohl die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen zur damaligen Zeit internationalem Standard entsprach, kamen ihre Produktivitätspotentiale vor allem aufgrund von Implementationsproblemen oftmals nicht in vollem Umfang zum Tragen. So waren die importierten CNC-Anlagen häufig nur in geringem Maße in das jeweilige fertigungstechnische Umfeld integriert, das

<sup>11</sup> Vgl. hierzu ausführlicher Mallok (1995).

heißt die technologische Abstimmung mit vor- und/oder nachgelagerten Fertigungsstufen fehlte ganz oder war nur ansatzweise gegeben. Ein weiteres Problem ergab sich aus der chronischen Devisenknappheit der ehemaligen DDR-Wirtschaft, die unter anderem dazu führte, daß ostdeutsche CNC-Adoptoren eine fachgerechte Installation sowie entsprechende Schulungen durch den Maschinenhersteller häufig nicht bezahlen konnten. Dies hatte in extremen Fällen zur Folge, daß hochwertige CNC-Anlagen aus westlicher Produktion ungenutzt – teilweise sogar in Originalverpackung – blieben, im Laufe der Zeit technisch veralteten und sich damit unter den veränderten Rahmenbedingungen nur noch begrenzt für eine wirtschaftliche Fertigung eigneten.

Nach der Marktöffnung stieg der Anteil der CNC-Anwender im ostdeutschen Teilsample sprunghaft auf 46,2% im Jahr 1992 an. Die vergleichsweise späte Einführung rechnerunterstützter Maschinen führte in den betreffenden ostdeutschen Betrieben zu einem relativ niedrigen Durchschnittsalter des CNC-Anlagenbestandes, was wiederum Modernitätsvorteile impliziert. Allerdings bleibt fraglich, inwieweit diese hardware-seitigen Vorteile bei der Gestaltung des Fertigungsprozesses in der Folgezeit auch tatsächlich ausgeschöpft werden.

#### 4.1.2 Konventionell gesteuerte Fertigungsanlagen

Als ein Indikator zur Bestimmung der Modernität von Produktionstechnik dient häufig das Baujahr beziehungsweise Alter der Anlagen<sup>12</sup>. Anders als bei den computerisierten Maschinen konnten wir hinsichtlich der Altersstruktur konventionell gesteuerter Fertigungsanlagen keine signifikanten Ost-West-Unterschiede feststellen<sup>13</sup>. Offenbar haben die ostdeutschen Betriebe nach der Marktöffnung die Gelegenheit genutzt, um einen Teil ihrer veralteten und relativ reparaturanfälligen konventionellen Maschinen auszutauschen beziehungsweise auszusondern<sup>14</sup>.

Dennoch wiesen eine Reihe der noch eingesetzten Maschinen aus der DDR-Zeit Ausstattungsmängel auf, die ganz wesentlich zu einer relativ niedrigeren (technischen) Anlagenproduktivität beitrugen. So wurden beispielsweise in einigen westdeutschen Betrieben Drehautomaten im Verlauf der Nutzungszeit zusätzlich mit einer Gegenspindel nachgerüstet, welche die Komplettbearbeitung von Werkstücken in einer Aufspannung ermöglichte und zu einer Verdopplung des Ausstoßes pro Maschinenstunde führte<sup>15</sup>, was bei vergleichbaren Anlagen in ostdeutschen Betrieben in der Regel unterblieb. Mit einer entsprechenden Nachrüstung ließen sich auch die ostdeutschen Anlagen des betreffenden Typs kostensparend auf westdeutsches Leistungsniveau bringen. Betriebe beider Teilsamples operierten aber auch mit konventionellen Fertigungsanlagen, deren (technische) Modernität sich durchaus entsprach. Dabei handelte es sich unter anderem um Sondermaschinen zur Ausführung von Verzahnungsarbeiten an übergroßen Bauteilen; bemerkenswerterweise wurden derartige, aus DDR-Produktion stammende Anlagen vereinzelt auch in den westdeutschen Vergleichsbetrieben angetroffen.

12 Vgl. *Jorgenson* (1988).

13 Vgl. hierzu ausführlicher *Mallok* (1996 b).

14 Neben den nunmehr besseren Möglichkeiten zur Ersatzbeschaffung obsoleter Anlagen dürfte hierbei auch der drastische Rückgang des Produktionsvolumens in den ostdeutschen Betrieben unmittelbar nach der „Wende“ eine Rolle gespielt haben.

15 Vgl. *Mallok* (1995), (1996 a).

### 4.1.3 Technikausstattung und Produktivität

Unsere Erhebung zeigt, daß CNC-gesteuerte Anlagen im ostdeutschen Teilsample deutlich weniger verbreitet sind, im betrieblichen Funktionsbereich „Fertigung“ eine geringere Diffusionstiefe erreichen und überwiegend nach der Marktöffnung angeschafft wurden. Wichtig ist die Feststellung, daß sich ein Teil des aus der DDR-Zeit stammenden Maschinenparks auch unter Wettbewerbsbedingungen für die Fertigung eignet beziehungsweise auf westdeutschen Standard nachrüsten läßt. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß die von *Sinn/Sinn* (1993) diskutierte *Schrotthypothese*, wonach der Restwert des Kapitalstockes in den ostdeutschen Betrieben den Wert Null hat und der gesamte technische Anlagenbestand auszutauschen sei, offenbar nicht in allen Fällen gilt<sup>16</sup>.

*Tabelle 1: Der Zusammenhang zwischen Technikausstattung und Arbeitsproduktivität (Rangkorrelationskoeffizienten für das Gesamtsample)*

Indikator*	Korrelationskoeffizient
CNC-Anteil	0,15
Anteil bis zu fünf Jahre alter CNC-Anlagen	- 0,11
Anteil bis zu fünf Jahre alter konventioneller Anlagen	- 0,10

\*: Jeweils mengen-, nicht wertbezogene Größen.

*Tabelle 1* enthält *Spearman*sche-Rangkorrelationskoeffizienten für den Zusammenhang von Merkmalen des Maschinenparks und der Leistungsfähigkeit. Danach bestanden keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Arbeitsproduktivität und den Indikatoren, welche den hardware-orientierten Faktor Technikausstattung beschreiben. Dies legt die Schlußfolgerung nahe, daß sich eine leistungsfähige Fertigung sowohl mit hoher als auch niedriger Diffusionstiefe CNC-gesteuerter Anlagen sowie mit Maschinen älterer und/oder neuerer Baujahre realisieren läßt (zu multivariaten Analysen vgl. *Abschnitt 6*).

## 4.2 Technikeinsatzweise

Im Rahmen der empirischen Analyse der Güte beziehungsweise „Intelligenz“ des Technikeinsatzes erwies sich die Unterscheidung von drei Beobachtungsebenen, nämlich *Gesamtbetrieb*, *Fertigungsbereich* und *Einzelmaschine* als zweckmäßig, denen im folgenden jeweils ein Abschnitt gewidmet ist. *Abschnitt 4.2.4* behandelt den Zusammenhang zwischen der Zeit seit CNC-Einführung und CNC-Einsatzweise; in *Abschnitt 4.2.5* wird auf die Beziehung zwischen Technikeinsatzweise und Produktivität eingegangen.

### 4.2.1 Beobachtungsebene Gesamtbetrieb

Verschiedene Autoren vermuten, daß die informationstechnische Vernetzung rechnerunterstützter Anlagen einen wesentlichen Einfluß auf deren Wirkungen hat<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Vgl. hierzu ausführlicher *Mallok* (1995), (1996 a).

<sup>17</sup> Vgl. *Becker* (1992); *Ewers/Becker/Fritsch* (1990); *Astebro* (1995).

Dabei geht es sowohl um die Schaffung durchgehender Datenflüsse zwischen den Betrieben eines Unternehmens oder einer Unternehmensgruppe als auch um entsprechende Verknüpfungen innerhalb und zwischen verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen beziehungsweise Funktionen (*über-* und *innerbetriebliche* Vernetzung).

Da das vorliegende Sample ausschließlich rechtlich-organisatorisch selbständige Wirtschaftseinheiten mit nur einem Standort (Einbetrieb-Unternehmen) umfasst, war die *überbetriebliche* Vernetzung lediglich von untergeordneter Bedeutung. So verfügten auch nur insgesamt 19,2% der befragten westdeutschen Betriebe und 13,4% der ostdeutschen Betriebe über betriebsexterne informationstechnische Verbindungen etwa zu Dienstleistern, Zulieferern oder Abnehmern. Anders lagen die Dinge hinsichtlich der *innerbetrieblichen* Vernetzung: In 53,8% der westdeutschen und 25,1% der ostdeutschen Betriebe bestanden durchgehende datentechnische Verbindungen zwischen sämtlichen kaufmännischen Funktionen<sup>18</sup>. Dabei galten Funktionen als miteinander vernetzt, wenn die betreffenden Anwendungen auf unterschiedlicher Hardware liefen und mindestens eine informationstechnische Verbindung zwischen ihnen vorlag<sup>19</sup>. Innerhalb des technischen Bereiches stand die Implementation datentechnischer Verknüpfungen meist noch am Anfang: Bei nur circa 11% der westdeutschen und lediglich 3,8% der untersuchten ostdeutschen Betriebe waren computerisiert ausgeführte technische Funktionen eher teilweise als vollständig miteinander vernetzt. Bemerkenswerterweise nutzte zum Erhebungszeitpunkt noch kein ostdeutscher Betrieb die direkte numerische Steuerung von mehreren NC- beziehungsweise CNC-Maschinen durch einen Zentralrechner (DNC), der die NC-Programme verwaltet und zeitgerecht an die Einzelmaschinen verteilt<sup>20</sup>; diese Vernetzungsart hatten bereits mehr als 10% der westdeutschen Betriebe implementiert. Auch hinsichtlich der Vernetzung *zwischen* den kaufmännischen und technischen Funktionen traten signifikante Ost-West-Unterschiede auf: Während bereits 12,3% der westdeutschen Betriebe derartige Funktionen informationstechnisch miteinander verknüpft hatten, betrug der entsprechende Anteil im ostdeutschen Teilsample nur 4,2%.

Um den Grad der informationstechnischen Vernetzung abzubilden, wurde ein Indikator generiert, der sich als Summe sämtlicher im Betrieb eingerichteter datentechnischer Schnittstellen zwischen den verschiedenen technischen und kaufmännischen Funktionen ergab<sup>21</sup>. Dabei wiesen die westdeutschen Betriebe mit durchschnittlich sechs Schnittstellen ein signifikant höheres Ausmaß an informationstechnischer Vernetzung auf als ihre ostdeutschen Pendanten (3,5 Schnittstellen, vgl. *Tabelle 2*).

#### 4.2.2 Beobachtungsebene Fertigungsbereich

Im Mittelpunkt der Untersuchung dieser Beobachtungsebene steht der Indikator *Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale* und damit die Frage, inwieweit die An-

18 Dabei wurden im kaufmännischen Bereich die Funktionen *Rechnungswesen*, *Einkauf* sowie *Verkauf* und im technischen Bereich die Funktionen *Konstruktion*, *Fertigung* sowie *Qualitätssicherung* unterschieden.

19 Folglich zählte die in Kleinbetrieben oftmals anzutreffende Nutzung eines Rechners für verschiedene Funktionen nicht als datentechnische Verbindung.

20 Vgl. zu technischen Einzelheiten etwa *Scheer* (1990).

21 Bestanden mehrere informationstechnische Verbindungen zwischen zwei Funktionen, so wurde diese Verbindung nur einfach gewertet.

wender die in den vorhandenen Maschinen verkörperten technischen Möglichkeiten *tatsächlich* nutzen. Zur Bestimmung dieses Ausschöpfungsgrades wurde für die jeweiligen Schlüsselmaschinen gemeinsam mit dem Betriebs- oder Fertigungsleiter der Anteil an potentiell möglichen Verfahren beziehungsweise technischen Funktionen ermittelt, der im Fertigungsprozeß auch tatsächlich Anwendung findet. Dabei zeigte sich, daß die westdeutschen Betriebe mit durchschnittlich 91% der potentiellen Möglichkeiten des technischen Anlagenbestandes einen höheren Ausschöpfungsgrad als ihre ostdeutschen Pendanten (82%) realisierten. Dieser Ost-West-Unterschied beruht in erster Linie auf einem eher verhaltenen Einsatz der in den ehemaligen DDR-Betrieben vorhandenen computerisierten Anlagen: Während der Ausschöpfungsgrad an konventionell gesteuerten Maschinen mit circa 94% in beiden Teilsamples gleich hoch ausfiel, betrug der entsprechende Wert für rechnerunterstützte Technik in den ostdeutschen Betrieben im Mittel lediglich 68%, in den westdeutschen Betrieben hingegen 85% (vgl. *Tabelle 2*). Demnach nutzten die ostdeutschen Betriebe, bei denen es sich überwiegend um Spätadoptoren von CNC-Anlagen handelt, die Vorteile moderner Produktionstechnik noch in relativ geringem Maße.

In den Interviews wurden auch Informationen über die Anwendung personalsparender Technik-Einsatzvarianten erhoben, wozu die *Mehrmaschinenbedienung* und die Implementation *bedienerarmer Perioden* zählen. Als Indikator für die *Mehrmaschinenbedienung* diente die durchschnittliche Anzahl der in einer Schicht pro Arbeitskraft weitgehend zeitparallel gefahrenen CNC- und/oder konventionell gesteuerten Fertigungsanlagen. Sowohl im ostdeutschen als auch im westdeutschen Teilsample bediente eine Arbeitskraft im Mittel zwei CNC- beziehungsweise 1,5 konventionell gesteuerte Maschinen; auch der Verbreitungsgrad der *Mehrmaschinenbedienung* fiel in beiden Teilsamples mit circa 40% in etwa gleich hoch aus (vgl. *Tabelle 2*). Allerdings gaben 21,2% der westdeutschen Betriebe, aber nur 13,5% der ostdeutschen Betriebe an, daß sie Fertigungszeiten mit stark reduziertem beziehungsweise komplett abwesendem Personal (*bedienerarme Perioden*) implementiert hatten.

Eine weitere Kennziffer, in der sich die Intelligenz im Umgang mit Produktionstechnik niederschlägt, stellt die *Ausschußquote* dar; sie wurde als wertmäßiger Anteil von Kundenreklamationen am Umsatz ermittelt. Während die *Ausschußquote* im westdeutschen Teilsample durchschnittlich 1,9% betrug, belief sich der entsprechende Wert für die ostdeutschen Betriebe auf 3,0%. Als wesentliche Ursachen für den in den ostdeutschen Betrieben höheren Ausschußanteil nannten die Gesprächspartner vor allem

- den relativ hohen Anteil erstmalig ausgeführter Fertigungsaufgaben (Einfahraufträge), der im ostdeutschen Teilsample immerhin doppelt so hoch lag wie bei den westdeutschen Vergleichsbetrieben,
- die (unwirtschaftliche) Bearbeitung von profilfremden Aufträgen, die zwar zur Verbesserung des Auslastungsgrades beitragen, aber oftmals durch eine relativ geringe Prozeßsicherheit gekennzeichnet waren sowie
- das geringer ausgeprägte Qualitätsbewußtsein ostdeutscher Facharbeiter in der Fertigung.

Angesichts dieser Bedingungen dürfte unter Hinzurechnung der von den ostdeutschen Betrieben selbst identifizierten und nicht ausgelieferten Fehlerproduktion die reale (Gesamt-)Ausschußquote den genannten Wert noch übersteigen.

#### 4.2.3 Beobachtungsebene „Einzelmaschine“

Zur Beurteilung der Nutzungsweise von Einzelmaschinen dienen hier Volumen und Eigenschaften der auf CNC-Anlagen gefertigten Teile. Zwei wesentliche Kriterien bei der Entscheidung für oder gegen eine konventionelle beziehungsweise CNC-gesteuerte Maschine stellen die jährlich zu produzierende Stückzahl und die Komplexität der herzustellenden Teile dar<sup>22</sup>. Gemessen an diesen Indikatoren liegt der wirtschaftliche Einsatzbereich rechnerunterstützter Anlagen bei der Bearbeitung relativ komplexer Werkstücke in kleinen und mittleren Serien mit Losgrößen von mehr als circa zehn Stück<sup>23</sup>.

Hingegen ermöglichen handgesteuerte Werkzeugmaschinen eine effiziente Fertigung einfacher Werkstücke mit Losgrößen von weniger als circa zehn Stück, da – bei gleicher technischer Eignung wie CNC-Anlagen – der nicht notwendige Programmieraufwand zu erheblich kürzeren Rüstzeiten führt. In dem vorliegenden Sample zeigte sich, daß die ostdeutschen Betriebe einen relativ hohen Anteil (im Mittel 20%) ihres Fertigungsvolumens von einfachen Werkstücken in niedrigen Stückzahlen auf CNC-Anlagen bearbeiten – einem für diese Technik eindeutig unwirtschaftlichen Einsatzbereich (vgl. *Tabelle 2*).

#### 4.2.4 Zum Zusammenhang von Zeit seit CNC-Einführung und CNC-Einsatzweise

Die bisherigen Ausführungen zur Einsatzweise computergesteuerter Anlagen (*Abschnitte 4.2.1 bis 4.2.3*) liefern deutliche Hinweise darauf, daß Betriebe mit einer verhältnismäßig frühen CNC-Adoption die entsprechende Technik auch tendenziell „intelligenter“ nutzen als späte Adoptoren. Um dieser Hypothese nachzugehen, wurde für die 24 ostdeutschen und 30 westdeutschen CNC-Anwender des Samples die Variable *Zeit seit CNC-Einführung* gebildet, die sich aus der Differenz des Jahres der Erhebung und dem Jahr der CNC-Einführung ergab. Danach nutzten die ostdeutschen Betriebe computerisierte Fertigungsanlagen im Mittel erst seit 1991 beziehungsweise seit zwei Jahren, während die westdeutschen Betriebe entsprechende Technik durchschnittlich bereits 1988, also drei Jahre früher einführten. *Tabelle 3* gibt Auskunft über die Zusammenhänge zwischen der Zeit seit CNC-Einführung und den Variablen der Technikausstattung sowie der Technikeinsatzweise für die untersuchten CNC-Anwender. Wie sich deutlich zeigt, sind die relativ frühen Adoptoren durch eine höhere Diffusionstiefe CNC-gesteuerter Anlagen gekennzeichnet, verfügen aber über einen geringeren Anteil dieser Technik mit einem Alter von weniger als fünf Jahren (vgl. *Tabelle 3*).

Offenbar nimmt die „Intelligenz“ beim Einsatz computerisierter Anlagen zu, je länger die CNC-Einführung zurückliegt: So vernetzen Frühadoptoren die betreffenden Anlagen in einem signifikant stärkeren Ausmaß, nutzen die potentiellen Möglich-

22 Für die Analyse auf der Beobachtungsebene *Einzelmaschine* mit den hier verwendeten Kriterien *Stückzahl* und *Komplexität* eigneten sich in erster Linie die Betriebe aus dem Maschinenbau und der Holzverarbeitung. Aufgrund der Art der Produkte sind diese Kriterien in der Bekleidungs- sowie der Nahrungs- und Genußmittelindustrie nur beschränkt anwendbar.

23 Eine Ausnahme von dieser Regel stellt die Fertigung hochkomplexer Werkstücke, wie sie etwa im Werkzeugbau vorkommt, dar. Bei derartigen Teilen läßt sich eine zeichnungsgerechte wie effiziente Bearbeitung häufig nur auf computergesteuerten Anlagen technisch realisieren, was nicht selten auf *Losgröße Eins* hinausläuft.

*Tabelle 2: Indikatoren zur Technikeinsatzweise in ost- und westdeutschen Betrieben*

Beobachtungsebene	Indikator	Ostdeutsche Betriebe	Westdeutsche Betriebe
Gesamtbetrieb	Grad informationstechnischer Vernetzung	3,5 <sup>a</sup> Schnittstellen	6,0 Schnittstellen
Fertigungsbereich	Ausschöpfungsgrad Technikpotentiale	82% <sup>c</sup>	91%
	Implementierung bedienerarmer Perioden	13,5% <sup>b</sup>	21,2%
	Mehrmaschinenbedienung – an CNC-Anlagen – an konventionellen Anlagen	2,0 Maschinen 1,5 Maschinen	2,0 Maschinen 1,5 Maschinen
Einzelmaschine	Ausschußquote	3,0% <sup>c</sup>	1,9%
	Anteil CNC-Fertigung einfacher Werkstücke in niedrigen Stückzahlen	20%	5%

a: Ost-West-Unterschied statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau (Wilcoxon-Rangsummen-Test, zweiseitige Fragestellung);

b: Ost-West-Unterschied statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau;

c: Ost-West-Unterschied statistisch signifikant auf dem 10%-Niveau.

keiten computergesteuerter Maschinen intensiver und fahren signifikant häufiger bedienerarme Perioden (vgl. *Tabelle 3*).

Daran wird deutlich, daß ein „intelligenter“ Umgang mit computerisierten Anlagen eine gewisse (Nutzungs-)Zeit erfordert, um entsprechende Lernprozesse durchlau-

*Tabelle 3: Zusammenhänge zwischen Zeit seit CNC-Einführung und Technikausstattung sowie Technikeinsatzweise (Rangkorrelationskoeffizienten für die CNC- Adoptoren)*

Determinante	Indikator	Korrelationskoeffizient
Technikausstattung	CNC-Anteil 1993 (%)	0,41 <sup>a</sup>
	Anteil bis 5 Jahre alter CNC-Anlagen (%)	– 0,57 <sup>a</sup>
Technikeinsatzweise	Grad informationstechnischer Vernetzung (Anzahl der Schnittstellen)	0,43 <sup>a</sup>
	Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale (%)	0,36 <sup>b</sup>
	Implementierung bedienerarmer Perioden (ja/nein)	0,36 <sup>a</sup>

a: statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau;

b: statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau.

fen zu können. Da viele ostdeutsche Betriebe erst nach der Marktöffnung über freien Zugang zu computergesteuerten Anlagen verfügten, waren sie insbesondere aufgrund der bislang relativ kurzen Zeitspanne zwischen CNC-Einführung und dem Erhebungszeitpunkt noch nicht dazu in der Lage, die CNC-Implementation ähnlich effizient zu gestalten wie ihre westdeutschen Pendanten.

4.2.5 *Technikeinsatzweise und Produktivität*

Im Rahmen der bivariaten Analyse zeigte sich eine Reihe von statistisch signifikanten Zusammenhängen zwischen Indikatoren für die Technikeinsatzweise und der Arbeitsproduktivität (vgl. *Tabelle 4*). Mit dem zu erwartenden Vorzeichen auf dem 1%-Niveau signifikant sind die Korrelationskoeffizienten für den Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale und für die Ausschußquote. Ein auf dem 5%-Niveau signifikanter Zusammenhang ergibt sich für den Grad der informationstechnischen Vernetzung.

Zwar besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der *Mehrmaschinenbedienung an konventionellen Anlagen* und der Produktivität, allerdings hat der Korrelationskoeffizient ein im Sinne unserer Hypothesen falsches Vorzeichen. Offenbar induzieren sowohl der Umfang der *Mehrmaschinenbedienung an CNC-Anlagen* als auch die *Implementation bedienerarmer Perioden* – jedenfalls über die Gesamtheit unseres Samples – keine wesentlichen Produktivitätssteigerungen. Auch zwischen dem Ausmaß einer unwirtschaftlichen Einsatzweise von CNC-

*Tabelle 4: Der Einfluß der Technikeinsatzweise auf die Produktivität (Rangkorrelationskoeffizienten für das Gesamtsample)*

Beobachtungsebene	Indikator	Korrelationskoeffizient
Gesamtbetrieb	Grad der informationstechnischen Vernetzung (Anzahl der Schnittstellen)	0,19 <sup>b</sup>
Fertigungsbereich	Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale (%)	0,27 <sup>a</sup>
	Implementierung bedienerarmer Perioden (ja/nein)	0,10
	Mehrmaschinenbedienung – an CNC-Anlagen	– 0,01
	– an konventionellen Anlagen	– 0,21 <sup>b</sup>
	Ausschußquote (%)	– 0,25 <sup>a</sup>
Einzelmaschine	Zeit seit CNC-Einführung (Jahre)*	0,42 <sup>a</sup>
	Anteil unwirtschaftlichen CNC-Einsatzes (%)**	– 0,08

a: statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau;

b: statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau;

\*: nur CNC-Adoptoren;

\*\* : auf CNC-gesteuerten Anlagen bearbeitetes Fertigungsvolumen einfacher Werkstücke in niedrigen Stückzahlen.

Anlagen (Fertigung einfacher Werkstücke in niedrigen Stückzahlen) und der Leistungsfähigkeit ist kein statistisch signifikanter Zusammenhang feststellbar.

## 5 Weitere Ursachen für ost-westdeutsche Produktivitätsunterschiede

Als weitere mögliche Ursachen für Produktivitätsunterschiede wurden insbesondere die Humankapitalausstattung sowie Marktstellung und Auslastungsgrad der Betriebe untersucht. Im folgenden skizzieren wir kurz die diesbezüglichen Ergebnisse<sup>24</sup>.

### 5.1 Humankapitalausstattung

Was die Qualität der Humankapitalausstattung in den ehemaligen DDR-Betrieben angeht, so wiesen die ostdeutschen Betriebe einen deutlich größeren Anteil an Facharbeitern sowie an höher qualifizierten Beschäftigten auf (vgl. *Tabelle 5*). Entsprechend niedrig fiel in den ostdeutschen Betrieben denn auch der Anteil der un- und angelernten Arbeitskräfte aus. Eine wesentliche Ursache hierfür ist wohl in der DDR-Bildungspolitik zu sehen, die darauf abzielte, daß ein möglichst hoher Anteil der Beschäftigten eine abgeschlossene Berufsausbildung erhielt. Inhaltlich sind die verschiedenen ostdeutschen und westdeutschen Qualifikationen allerdings nur beschränkt miteinander vergleichbar. Beispielsweise betrug die Ausbildungszeit von ostdeutschen Facharbeitern in der Regel nur zwei Jahre gegenüber durchschnittlich drei Jahren in Westdeutschland. Dabei war die Ausbildung in der überwiegenden Mehrzahl der Berufe auf die Herstellung wenig komplexer Erzeugnisse in großen Stückzahlen zugeschnitten. Aufgrund des geringen Verbreitungsgrades computergesteuerter Maschinen fehlten insbesondere Erfahrungen im Umgang mit diesem Anlagentyp. Dementsprechend waren im ostdeutschen Teilsample auch Defizite hinsichtlich der Kenntnisse der Programmierung von CNC-gesteuerten Anlagen signifikant stärker ausgeprägt als bei den westdeutschen Betrieben (vgl. *Tabelle 5*).

*Tabelle 5: Indikatoren des Humankapitals im ost-westdeutschen Vergleich\**

Indikator	Ostdeutsche Betriebe	Westdeutsche Betriebe
Anteil höher qualifizierter Beschäftigter**	15% <sup>a</sup>	12%
Anteil Facharbeiter	62% <sup>b</sup>	51%
Anteil Un-/Angelernter	15% <sup>b</sup>	34%
Qualifikationsdefizit „Programmierung CNC-gesteuerter Anlagen“	35 × als dominant <sup>c</sup> genannt	2 × als dominant genannt

a: Unterschied statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau;

b: Unterschied statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau;

c: Unterschied statistisch signifikant auf dem 10%-Niveau;

\*: Prozentangaben = Median-Werte;

\*\* : Meister, Absolventen von Fach- beziehungsweise Fachhochschulen sowie von Universitäten.

<sup>24</sup> Vgl. hierzu wesentlich ausführlicher *Mallok* (1996b).

*Tabelle 6: Der Einfluß des Humankapitals auf die Produktivität  
(Rangkorrelationskoeffizienten für das Gesamtsample)*

Indikator	Korrelationskoeffizient
Anteil höher qualifizierter Beschäftigter	- 0,05
Anteil Facharbeiter	- 0,05
Anteil Un-/Angelernte	0,15
Qualifikationsdefizit „Programmierung CNC-gesteuerter Anlagen“*	- 0,34 <sup>a</sup>

a: statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau;

\*: fünf Gewichtungskategorien („dominant“ ... „unbedeutend“).

Wie aus *Tabelle 6* hervorgeht, besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den auf der formalen Qualifikation der Beschäftigten beruhenden Humankapitalindikatoren und der Produktivität, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, daß in Ost- beziehungsweise in Westdeutschland erworbene, formal gleichgestellte Qualifikationen häufig sehr unterschiedlich ausgeprägte Fähigkeiten beinhalten<sup>25</sup>. So wirkt sich etwa das Defizit ostdeutscher Facharbeiter im Bereich der CNC-Programmierung negativ auf die Leistungsfähigkeit aus.

### 5.2 Marktstellung und Auslastungsgrad

Ein Teil der zu beobachtenden Produktivitätsunterschiede zwischen den ostdeutschen und den westdeutschen Betrieben läßt sich mit der signifikant niedrigeren Personalauslastung im ostdeutschen Teilsample erklären. Während sich die Personalauslastung der westdeutschen Betriebe im Mittel auf 90% belief, betrug der entsprechende ostdeutsche Wert lediglich 63%. Wesentliche Ursachen für den erheblich niedrigeren Auslastungsgrad der ostdeutschen Betriebe lagen in dem mit der Marktöffnung einhergehenden Nachfrageausfall sowie in den Schwierigkeiten, neue Abnehmerkreise zu erschließen. Das zentrale Problem der meisten ostdeutschen Betriebe besteht darin, marktfähige Produkte zu finden; dementsprechend kommt dem Bereich der Produktinnovation eine entscheidende Bedeutung zu.

In unserem Datensatz zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Exportquote und Produktivität<sup>26</sup>. Die im Mittel signifikant niedrigere Exportquote der ostdeutschen Betriebe ist zu einem wesentlichen Teil durch den mit der deutschen Währungsunion verbundenen schlagartigen Zusammenbruch der osteuropäischen

25 Vgl. *Albach* (1993); *Gewande* (1990 a), (1990 b); *Icks* (1992); *Wagner* (1993).

26 Die Kausalitätsrichtung des Zusammenhanges zwischen Exporttätigkeit und Produktivität ist nicht ganz klar. Einerseits ist zu vermuten, daß ein relativ hohes Produktivitätsniveau die Exporte begünstigt und auch zu einer entsprechend guten Auslastung der Kapazitäten beiträgt; insofern stellt die Produktivität eine Ursache für den Exporterfolg dar. Andererseits könnte der Wettbewerbsdruck auf ausländischen Absatzmärkten die Betriebe in besonderem Maße zu einer effizienten Leistungserstellung veranlassen, so daß sich die Exportaktivitäten auch als Grund für eine relativ hohe Produktivität auffassen lassen.

Absatzmärkte bedingt. Als eine weitere Ursache für relativ niedrige Werte der Bruttowertschöpfung pro Beschäftigtenstunde der ostdeutschen Betriebe stellte sich heraus, daß sie häufig für qualitativ gleichwertige Produkte geringere Preise als ihre westdeutschen Konkurrenten erzielten, was sich im wesentlichen auf (noch) fehlende Reputation zurückführen läßt. Oftmals hatten die ostdeutschen Betriebe auch für ihre Vorleistungen höhere Preise zu entrichten, teils, weil es ihnen an Marktüberblick fehlte, teils, weil die Lieferanten (noch) nicht zur Gewährung der Konditionen bereit waren, die sie ihren westdeutschen Abnehmern einräumten<sup>27</sup>. Weitere Ursachen für ost-westdeutsche Produktivitätsunterschiede betrafen insbesondere den Bereich des Managements<sup>28</sup>.

## 6 Die relative Bedeutung von Technikausstattung und Technikeinsatzweise für die Produktivität

Zur Ermittlung der relativen Bedeutung der verschiedenen Faktoren für die Leistungsfähigkeit der Betriebe wurden Regressionsmodelle geschätzt. Um allgemeinen Unterschieden der Standortbedingungen beziehungsweise der Betriebe in Ost- und Westdeutschland Rechnung zu tragen, enthalten die Schätzgleichungen eine Dummy-Variablen für den Standort der Betriebe, die für das ostdeutsche Teilsample den Wert „1“ und für das westdeutsche Teilsample den Wert „0“ annimmt. Drei weitere Dummy-Variablen dienen der Berücksichtigung branchenspezifischer Besonderheiten, wobei die Maschinenbau-Betriebe die Kontrollgruppe darstellen. *Tabelle 7* enthält die Ergebnisse der Schätzungen, die alle ein für Querschnittsregressionen mit Mikro-Daten befriedigendes Bestimmtheitsmaß ( $R^{2adj}$ ) aufweisen; angegeben sind die Beta-Koeffizienten, die sich als Maße für die relative Bedeutung der verschiedenen Einflußfaktoren interpretieren lassen.

Da zwischen den Indikatoren für die Einsatzweise der Technik und dem CNC-Anteil in der Fertigung ein gewisses Maß an Korrelation besteht, was Multikollinearitätsprobleme befürchten ließ, wurden drei verschiedene Modellvarianten geschätzt. Modell I enthielt sowohl die Variable für die Technikausstattung als auch die Indikatoren für die Technikeinsatzweise. In Modell II blieben die Kennziffern für den Umgang mit dem Anlagenbestand unberücksichtigt; in Modell III ging der CNC-Anteil nicht mit ein. Die Ergebnisse für Modell I (vgl. *Tabelle 7*) zeigen, daß von der Dummy-Variablen für einen Standort in Ostdeutschland der stärkste Einfluß auf die Produktivität ausgeht. Während sich der Auslastungsgrad des Personals auf dem 1%-Niveau als signifikant erweist, leisten die beiden Indikatoren für die Einsatzweise der Technik – *Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale* und *Grad der informationstechnischen Vernetzung*<sup>29</sup> – einen auf dem 5%-Niveau signifikanten Erklärungsbeitrag. Für den Anteil der CNC-Maschinen als Maß für die

27 Aus diesem Grund lag die Ost-West-Relation hinsichtlich der *physischen Produktivität* (mengenmäßiger Output pro Beschäftigtenstunde) auch deutlich über dem Wert, der sich anhand der Bruttowertschöpfung ergab; vgl. *Fritsch/Mallock* (1994 a), (1994 b).

28 Vgl. hierzu ausführlicher *Mallock* (1996 b).

29 Da die ursprünglichen Werte dieser Variable deutlich von der Normalverteilung abwichen, wurde sie für die Regressionsschätzungen logarithmiert, was zu einer wesentlichen Annäherung der Realisationen an die Normalverteilung führte. Da im Rahmen der uni- und bivariaten Analysen ausschließlich nichtparametrische Testverfahren Anwendung fanden, war eine solche Modifikation dieses Indikators dort nicht erforderlich.

*Tabelle 7: Multiple Regressionen zur Erklärung der Leistungsfähigkeit (Bruttowertschöpfung pro Beschäftigtenstunde) der Betriebe\**

Indikator	Schätzmodell		
	I	II	III
Dummy für Standort in Ostdeutschland	-,47 <sup>a</sup> (5,31)	-,50 <sup>a</sup> (5,59)	-,49 <sup>a</sup> (5,78)
Personalauslastung	,22 <sup>a</sup> (2,51)	,25 <sup>a</sup> (2,90)	,20 <sup>b</sup> (2,37)
Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale	,18 <sup>b</sup> (2,21)	–	,17 <sup>b</sup> (2,11)
Grad informationstechnischer Vernetzung (logarithmiert)	,17 <sup>b</sup> (2,17)	–	,17 <sup>b</sup> (2,29)
CNC-Anteil	,05 (0,58)	,09 (1,09)	–
Dummy für Holzverarbeitung	-,01 (0,17)	-,02 (0,23)	-,02 (0,29)
Dummy für Nahrungsmittelindustrie	-,09 (1,10)	-,03 (0,42)	-,07 (0,85)
Dummy für Bekleidungsindustrie	-,13 (1,75)	-,13 <sup>c</sup> (1,66)	-,14 (1,95)
R <sup>2</sup> <sub>adj</sub>	,48	,45	,48
F-Wert	12,25 <sup>a</sup>	14,53 <sup>a</sup>	14,26 <sup>a</sup>
Anzahl der Fälle	99	100	101

a: statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau;

b: statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau;

c: statistisch signifikant auf dem 10%-Niveau;

\*: Beta-Koeffizienten, in Klammern t-Werte.

Qualität des technischen Anlagenbestandes in der Fertigung kann – wie bereits in den bivariaten Analysen (vgl. *Tabelle 1*) – kein wesentlicher Einfluß auf die Produktivität der Betriebe festgestellt werden. Bleiben die Indikatoren für die Technischeinsatzweise unberücksichtigt (Modell II), so steigt der Wert des Koeffizienten für den CNC-Anteil in der Fertigung zwar geringfügig an, allerdings erweist sich der Indikator auch in dieser Schätzung nicht als statistisch signifikant. Geht der CNC-Anteil nicht in die Schätzung mit ein, so verändern sich die Werte der Koeffizienten für die anderen Variablen nur geringfügig (Modell III). Die Regressions-schätzungen bestätigen also die Vermutung, daß die betriebliche Leistungsfähigkeit weniger von der Modernität des Anlagenbestandes als vielmehr von der Art und Weise seiner Nutzung bestimmt wird.

## 7 Fazit

Unsere Analysen der Ursachen für Produktivitätsunterschiede zwischen mittelständischen Industriebetrieben aus Ost- und Westdeutschland haben ergeben, daß

neben einer hohen Auslastung des Personals insbesondere dem „intelligenten“ Umgang mit dem technischen Anlagenbestand eine wesentliche Bedeutung zukommt. Demgegenüber erweist sich die Qualität beziehungsweise Modernität des Kapitalstocks an sich als nur begrenzt relevant. Offensichtlich wird der Stellenwert moderner Anlagen für eine wirtschaftliche Produktion häufig überschätzt.

Dieses Ergebnis impliziert, daß der physische Kapitalstock in den ostdeutschen Betrieben nicht, wie von den Vertretern der sogenannten *Schrotthypothese* behauptet, vollständig ausgetauscht werden muß, um diese Betriebe wettbewerbsfähig zu machen. Sicherlich besteht in vielen ostdeutschen Betrieben die Notwendigkeit zur Anhebung der (technischen) Leistungsfähigkeit des Anlagenbestandes an den westdeutschen Standard. Außer durch den gezielten Austausch von kompletten Einzelmaschinen läßt sich dies – nachdem zwei Jahre nach der „Wende“ offensichtlich ein Großteil der vollständig obsoleten Anlagen ausgesondert wurde – vielfach auch durch Auf- und/oder Umrüstungen im Bestand verbleibender Anlagen auf relativ kostengünstige Weise erreichen. Die Erhöhung der technischen Leistungsfähigkeit des Maschinenparks eröffnet den Betrieben die Möglichkeit, adäquate Produktionsmengen pro Zeiteinheit auszubringen. Dies betrifft vor allem Betriebe mit einer stark stückzahlorientierten Fertigung, die in der Regel starkem Preiswettbewerb ausgesetzt sind und nur unter Anwendung hochproduktiver konventioneller und/oder computergesteuerter Maschinen wirtschaftlich fertigen können. Auf der Grundlage zunehmend automatisiert gestalteter Bearbeitungsprozesse kann hier eine „intelligente“ Techniknutzung ganz erheblich zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität beitragen: Bei stark stückzahlorientierter Fertigung lohnt es sich nämlich, die *Mehrmaschinenbedienung* und/oder *bedienerarme Perioden* zu implementieren, um bei gleichem Produktionsergebnis den Input an Arbeit zu reduzieren und damit die gesamtbetriebliche Effizienz zu steigern. Allerdings setzen die zwei genannten personalsparenden Technik-Einsatzvarianten bestimmte technologische Rahmenbedingungen voraus wie etwa die Integration vormals vor- und/oder nachgelagerter Fertigungsstufen, um die Komplettbearbeitung von Werkstücken in einer Aufspannung zu gewährleisten.

Weniger stückzahlbezogen, sondern stärker auf die wirtschaftliche Bearbeitung eines häufig wechselnden Erzeugnisspektrums orientierte (Universal-)Produzenten in Ostdeutschland sollten ihren Anlagenbestand flexibilisieren und damit die Potentiale der Fertigungstechnik stärker ausschöpfen. Letztlich dient die Flexibilisierung der Technik – und der damit verbundene höhere Ausschöpfungsgrad der Technikpotentiale – bei diesen Firmen der Erweiterung der Produktpalette, um neue Kundenkreise zu erschließen oder Abnehmer aus einer Hand zu beliefern. Somit könnten die betreffenden Betriebe mit Hilfe eines konsequent auf den jeweiligen Kontext zugeschnittenen Technikeinsatzes ihre Stellung im marktlichen Umfeld ganz wesentlich verbessern.

Insgesamt zeigt sich anhand unseres Samples kleiner und mittelgroßer Industriebetriebe, daß es bei der Sanierung der ostdeutschen Wirtschaft mit umfangreichen Investitionen in fertigungstechnische Anlagen allein nicht getan ist, denn Technik als solche erzeugt keine Effekte. Entscheidend ist vielmehr, auf welche Weise die Anwender die bestehenden Optionen vorhandener Anlagen unter Berücksichtigung ihres jeweiligen marktlichen Kontextes nutzen und wie es ihnen damit gelingt, wettbewerbsfähig zu werden oder zu bleiben.

## Literatur

- Albach, Horst* (1993), Zerrissene Netze – Eine Netzwerkanalyse des ostdeutschen Transformationsprozesses.
- Astebro, Thomas* (1995), Why Size and Adoption of Technological Innovations are Related: The Case of the Adoption of Computer-Related Manufacturing Technologies in the U.S. Metal-Working Industries, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh.
- Becker, Carsten* (1992), Die sozio-ökonomischen Folgen des Computereinsatzes: Konsequenzen aus dem Ende des Technikdeterminismus.
- Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung – BfLR* (1992), Informationen zur Raumentwicklung, Perspektiven der künftigen Bevölkerungsentwicklung in Deutschland, H. 11/12, Teil 2, S. 877 – 879.
- Blauner, Bob* (1964), Alienation and Freedom.
- Daly, Anne/Hitchens, David/Wagner, Karin* (1985), Productivity, Machinery and Skills in a Sample of British and German Manufacturing Plants: Results of a Pilot Inquiry, in: National Institute Economic Review, Vol. 111, S. 48 – 61.
- Ewers, Hans-Jürgen/Becker, Carsten/Fritsch, Michael* (1990), Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in Industriebetrieben.
- Fritsch, Michael* (1991), Alternative Markt- und Technikstrategien, in: *Semlinger, Klaus* (Hrsg.), Flexibilisierung des Arbeitsmarktes – Interessen, Wirkungen, Perspektiven, S. 41 – 64.
- Fritsch, Michael/Mallok, Jörn* (1994a), Die Arbeitsproduktivität des industriellen Mittelstandes in Ostdeutschland – Stand und Entwicklungsperspektiven, in: MittAB, 27. Jg., S. 53 – 59.
- Fritsch, Michael/Mallok, Jörn* (1994b), Entwicklung und Entwicklungsprobleme eines Samples mittelständischer Industriebetriebe aus Ost- und Westdeutschland, in: *Fritsch, Michael* (Hrsg.), Potentiale für einen Aufschwung „Ost“ – Wirtschaftsentwicklung und Innovationstransfer in den neuen Bundesländern, S. 67 – 87.
- Gewande, Wolf-Dieter* (1990a), Anerkennung von Übersiedlerzeugnissen – Beschreibung von DDR-Facharbeiterberufen, Bundesinstitut für Berufsbildung (Sonderveröffentlichung).
- Gewande, Wolf-Dieter* (1990b), Anerkennung von Übersiedlerzeugnissen – Berufliche Bildung und berufliche Qualifikation in der Deutschen Demokratischen Republik, 4. Aufl., Bundesinstitut für Berufsbildung (Sonderveröffentlichung).
- Hitchens, David/O'Farrell, Patrick* (1988a), The Comparative Performance of Small Manufacturing Firms located in South Wales and Northern Ireland, in: *Omega*, Vol. 16, S. 429 – 438.
- Hitchens, David/O'Farrell, Patrick* (1988b), The Comparative Performance of Small Manufacturing Firms Located in the Mid West of Ireland and Northern Ireland, in: *Economic and Social Review*, Vol. 19, S. 177 – 198.
- Hitchens, David/Wagner, Karin/Birnie, Esmond* (1990), Closing the Productivity Gap, A comparison of Northern Ireland, the Republic of Ireland, Britain and West Germany.
- Icks, Annette* (1992), Mittelständische Unternehmen als Qualifizierungspaten: Betriebspraktika für ostdeutsche Fach- und Führungskräfte, Begleitforschung zu einer Initiative der Stiftung Industrieforschung, Schriften zur Mittelstandsforschung, N. F., Nr. 49.
- Jorgenson, Dale* (1988), Productivity and Postwar U. S. Economic Growth, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 2, S. 23 – 41.
- Lutz, Burkart* (1983), Technik und Arbeit – Stand, Perspektiven und Probleme industrie-soziologischer Technikforschung, in: *Schneider, Cb.* (Hrsg.), Forschung in der Bundesrepublik Deutschland – Beispiele, Kritik, Vorschläge, S. 167 – 187.
- Lutz, Burkart* (1987), Das Ende des Technik-Determinismus und die Folgen – Soziologische Technikforschung vor neuen Aufgaben und neuen Problemen, in: *Lutz, Burkart* (Hrsg.), Technik und sozialer Wandel, S. 34 – 52.
- Mallok, Jörn* (1995), Modernisierungsstrategien im ostdeutschen Maschinenbau, in: *ZwF*, 90. Jg., S. 108–109.
- Mallok, Jörn* (1996a), Kostensparende Modernisierung im ostdeutschen Maschinenbau – Eine Fallstudie, in: *ZwF*, 91. Jg., S. 216–218.
- Mallok, Jörn* (1996b), Engpässe in ostdeutschen Fabriken – Technikausstattung, Technikeinsatz und Produktivität im Ost-West-Vergleich.

- Mallok, Jörn/Fritsch, Michael* (1994), Fertigungstiefe und Produktivität im ostdeutschen Maschinenbau – Drei Fallbeispiele, in: *ZwF*, 89. Jg., S. 613 – 615.
- Pietsch, Patricia* (1984), Statistische Probleme der Ermittlung von industriellen Arbeitsproduktivitäten.
- Popitz, Heinrich/Bahrdt, Hans/Jüres, Ernst/Kesting, Helmut* (1964), Technik und Industriearbeit – Soziologische Untersuchungen in der Hüttenindustrie, 2. Aufl.
- Scheer, August-Wilhelm* (1990), Computer Integrated Manufacturing: CIM – Der computergesteuerte Industriebetrieb, 4. Aufl.
- Sinn, Gerlinde/Sinn, Hans-Werner* (1993), Kaltstart – Volkswirtschaftliche Aspekte der deutschen Vereinigung, 4. Aufl.
- Statistisches Bundesamt* (1994a), Kostenstruktur der Unternehmen im Investitionsgüter produzierenden Gewerbe 1992, Fachserie 4, Produzierendes Gewerbe, Reihe 4.3.2.
- Statistisches Bundesamt* (1994b), Kostenstruktur der Unternehmen im Verbrauchsgüter produzierenden Gewerbe und im Nahrungs- und Genussmittelgewerbe 1992, Fachserie 4, Produzierendes Gewerbe, Reihe 4.3.3.
- Touraine, Alain* (1955), L'évolution du travail ouvrier aux Usines Renault.
- Wagner, Karin* (1993), Qualifikationsniveau in ostdeutschen Betrieben – Bestand – Bewertung – Anpassungsbedarf, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 63. Jg., S. 129 – 145.
- Womack, James/Jones, Daniel/Ross, Daniel* (1994), Die zweite Revolution in der Autoindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, 8. Aufl.

## Summary

The paper analyzes the role of plants and equipment in explaining productivity differences among small and medium-sized manufacturing firms in East and West Germany. Although there is a high degree of heterogeneity in the two samples, East and West German establishments differ considerably with respect to productivity as well as in the quality of their capital equipment. East German establishments not only adopted computerized machinery later, they also did not use it as „intelligently“ as their West German counterparts. It becomes evident that not the quality of the equipment but the implementation and use of it has a significant impact on productivity. Much of the capital equipment in East German firms can be brought up-to-date by minor adaptations and small-scale modernization not requiring large amounts of investment.