

Zur technologischen Projektierung von Verfahren und Prozessen der Tierproduktion

Prof. Dr. sc. agr. D. Lätzsch/Dipl.-Agr.-Ing. T. Heidenreich/Dipl.-Agr.-Ing. T. Schmidt
Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

Die technologische Projektierung ist für die Rationalisierung und Rekonstruktion von Anlagen und Ställen der Rinder- und Schweineproduktion in die Gesamtheit der Vorbereitungsmaßnahmen als wesentlicher Abschnitt eingebunden. Sie bildet eine wichtige Voraussetzung für die wissenschaftlich begründete Investitionsvorbereitung.

Eine rechnergestützte technologische Projektierung bringt im Vergleich mit der bisher angewendeten manuellen Methode entscheidende Vorteile. Alphanumerische Kalkulationen und Ergebnisausdrucke wie auch die Darstellung grafischer Sachverhalte sind möglich.

Über die Produktionsvorbereitung wird die Effektivität einer Rationalisierungs- oder Rekonstruktionsmaßnahme entscheidend beeinflusst. Komplizierte verfahrenstechnische, verfahrensorganisatorische sowie verfahrensökonomische, aber auch verfahrensbio-logische Zusammenhänge erfordern ein Vorausdenken im Sinn des technologischen Projekts. Unter Beachtung der gegebenen Produktionsbedingungen sind neben dem technologischen Projekt ein ausrüstungstechnisches und ein bautechnisches Projekt zu erarbeiten. Die technologische Projektierung nimmt in der Verfahrensgestaltung bei Beachtung aller notwendigen Vorbereitungsmaßnahmen eine dominierende Stellung ein. Sie stellt die Voraussetzung für die Ausrüstungs- sowie für die Bauprojektierung dar und ist mit betrieblichen und territorialen Planungen abzustimmen.

Der Umfang der technologischen Projektierung ist von der zu lösenden Rationalisierungsaufgabe abhängig.

Zwischen einfachen Formen der Rekonstruktion, z. B. Wechsel von bisheriger Futterverteilung mit Traktor und Frontlader zum künftigen Einsatz eines Futterverteilwagens, bis hin zu Erweiterung oder Neubau von Anlagen ist zu unterscheiden. In Verbindung damit steht die Aufgabenverteilung und Zusammenfassung des Projektierungskollektivs, in dem immer der landwirtschaftlich ausgebildete Fachkader der LPG bzw. des VEG infolge seiner exakten Kenntnisse der betrieblichen Bedingungen und des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses eine entscheidende Position einnimmt. Bei größeren Projektierungsmaßnahmen ist es richtig, Spezialisten aus Projektierungseinrichtungen, die sich mit der landwirtschaftlichen Vorbereitung von Rekonstruktionsmaßnahmen befassen, hinzuzuziehen.

Sobald die Aufgabe zur Rekonstruktion fest-

geschrieben ist, erfolgt in der technologischen Projektierung die Analyse des Ist-Zustands und die Projekterarbeitung nach Lösungsvarianten.

Nachdem in der Aufgabenstellung vor allem betriebliche und territoriale Zwecke und Bedingungen unter Beachtung volkswirtschaftlicher Zielstellungen und Richtwerte charakterisiert werden, sind in der Analyse für die Projektierung wesentliche Gegebenheiten zu erfassen (z. B. Bauzustand sowie Abmessungen vorhandener Gebäude, nutzbare Lagerkapazitäten). Danach werden für den Hauptprozeß, aber ebenso für Hilfsprozesse mehrere mögliche technologische Lösungen erarbeitet.

Jede dieser Varianten ist zu bewerten, um am Schluß eine den vorhandenen Bedingungen entsprechende effektive Verfahrenslösung auswählen zu können.

In dem Maß, wie Computerarbeitsplätze in der Landwirtschaft zur Verfügung stehen, bietet es sich an, die komplizierten Schrittfolgen bei der rechnerischen Ermittlung aller im Projekt auszuweisenden Sachverhalte und vor allem die großen Datenmengen mit Hilfe von Rechnern zu bewältigen.

Bei Anwendung der konventionellen Projektierungsmethode unterbleibt häufig die Ausarbeitung mehrerer Varianten für ein Rekonstruktionsvorhaben. Erst eine rechnergestützte technologische Projektierung erlaubt die konsequente Anwendung des Varianten- und Bewertungsgrundsatzes.

Sie ist mit folgenden Vorteilen verbunden:

- Die Nutzung rechnergestützter Methoden erhöht die Qualität der Projektlösung beträchtlich, weil die Erarbeitung von Projekten durch eine umfassende Untersuchung von Varianten erfolgt. Es wird praktikabel, die technologisch optimale Lösung für die jeweiligen Produktionsbedingungen zu finden.
- Alle Projektanten verwenden methodisch einheitlich Algorithmen, die in Form von Programmen vorliegen. Die Anwendung von Rechnerprogrammen verhindert methodische Projektierungsfehler. Somit sind Projektanten auch mit unterschiedlicher Erfahrung auf diesem Gebiet in der Lage, nach kurzer Einarbeitungszeit diese Programme schöpferisch anzuwenden. Mitarbeiter mit geringer Erfahrung und Routine bzw. Projektanten, deren Tätigkeitsfeld wechselt, müssen sich bei der bisherigen Projektierungsmethode unter höherem Zeitaufwand diese Algorithmen

erst erarbeiten bzw. in Nachschlagewerken auffinden.

- Die Zeit für die Erarbeitung technologischer Lösungssuggeren – die sog. Durchlaufzeit des Projekts – vermindert sich bei gleichzeitig höherer Qualität. Viele Einzelinformationen, die Spezialwissen eines Projektanten darstellen oder in Katalogen gespeichert sind, oft aber ungenutzt bleiben, werden verlustlos zugänglich und über kurze Zugriffszeiten abrufbar.
- Rechnergestützte Projektierung befreit den Bearbeiter von lästigen Routinearbeiten. Im Dialog zwischen Projektant und Rechner soll das schöpferische Vermögen des Menschen genutzt werden, um eine optimale Gesamtlösung zu erhalten.

Die konventionelle Projektierungsmethode unterscheidet sich von der rechnergestützten im Inhalt sowie in der Handhabung. Sie enthält und nutzt das menschliche Denkvormögen als untrennbaren Bestandteil, was meist keine ausdrückliche Erwähnung findet. Nur formalisierbare Rechenoperationen werden Taschen- oder Tischrechnern übertragen. Der Projektant führt mit seinen Gedanken den Projektierungsprozeß und bestimmt nach Schrittfolgen das methodische Vorgehen.

Bei der rechnergestützten Projektierung können ganze Teile der Projekterarbeitung, es sind vorerst deterministische Schritte, dem Computer übertragen und in den Programmablauf exakt eingeordnet werden. Die rechnergestützte Projektierung fordert vom Projektanten im Dialog ein hohes Maß an Fertigkeiten, Fähigkeiten und Entscheidungen im Projektierungsprozeß. Im Wechselspiel zwischen Projektant und Rechner soll gerade das schöpferische Vermögen des Menschen genutzt werden, um die optimale technologische Gesamtlösung zu erhalten. Die hohe Rechengeschwindigkeit erlaubt es, in kurzer Zeit für eine gegebene Aufgabe mehrere Varianten in der Form von technologischen Projekten zu erarbeiten, zu bewerten, zu vergleichen und die Vorzugslösung zu finden.

Diese Betrachtungen führen zu der Auffassung, daß die Entwicklung der rechnergestützten Projektierungsmethodik nur stufenweise geschehen kann.

Die *erste Stufe* ist durch viele übersichtliche Einzelprogramme gekennzeichnet, die nur lose zusammenhängen und einen hohen Grad an Selbständigkeit haben.

Die *zweite Stufe* hat die Aufgabe, die Verflechtung der Einzelprogramme über Ein- und Ausgabedaten zu realisieren, die zwi-

Fortsetzung von Seite 75

deshalb Anregung für zweckmäßige Ordnungsprinzipie zur Wahl und Festlegung von Traktorbezeichnungen sein, zumindest aus technisch-einsatztechnischer Sicht.

Literatur

- [1] Kutzbach, H.-D.: Allgemeine Grundlagen, Akkerschlepper, Fördertechnik. Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey 1989.
- [2] Kühn, G.: Maschinen und Anlagen für die Pflanzenproduktion. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1988.

[3] Renius, K.: Traktoren. München: BLV Verlagsgesellschaft 1985.

[4] Pfeiffer, T.; Schulz, H.: Stand und Tendenzen im internationalen Traktorenbau. Kraftfahrzeugtechnik, Berlin (1980)3, S. 80-83.

[5] Schulz, H.; Blumenthal, R.: Bemerkungen zu Systemtraktoren. agrartechnik, Berlin 36(1986)12, S. 563-564.

schengespeichert werden oder als Teile des endgültigen Projekts gelten.

Als *dritte Stufe* ist die Erarbeitung eines modular aufgebauten, geschlossenen Programmsystems zur technologischen Projektierung geplant.

Zur Zeit werden an der Karl-Marx-Universität Leipzig technologisch-methodische Untersuchungen in der ersten Stufe vorgenommen und Einzelprogramme für Projektteile erarbeitet, so zur Berechnung von Tierbeständen und Tierplätzen, zur Auswahl von Maschinen und Gebäuden, zur Berechnung von Kapazitäten für Lagerräume oder Maschinen, zur Ermittlung von Bewertungskennzahlen der Verfahrenslösung, aber auch für technologische Zeichnungen, wie Lageplan, Stallgrundriß und Stallquerschnitt.

Die Berechnung der Tierbestände und Tierplätze geht z. B. in der Schweineproduktion von der Produktmenge oder dem notwendigen Sauenbestand oder der Anzahl vorhandener Abferkelplätze aus. Sie setzt voraus, daß der Projektant über die Sägezeit, den Produktionsrhythmus und die Organisationsform zur Reproduktion des Sauenbestands

Überlegungen anstellt sowie über die künftig erreichbaren Tiererträge, Abferkelraten, Selektionen und Verluste im Betrieb entscheidet. Diese Parameter sind als Ausgangsgröße in den Computer einzugeben. Im Ergebnis erhält man einen Rechnerausdruck mit Angaben zu den erforderlichen Tierdurchschnittsbeständen, den benötigten Tierplätzen insgesamt und je Stalleinheit sowie zur Produktionsorganisation (Tafel 1).

In ganz ähnlicher Art und Weise läuft ein konzipiertes Programm für die Ermittlung der Tierbestände und der Tierplätze für Milchproduktionsanlagen mit kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Abkalbung ab. Die Tierbestände und Tierplätze, die nach Produktionsstufen und Stalleinheiten getrennt ausgewiesen werden, stellen die Grundlage für weitere technologische Berechnungen, z. B. der Kapazitäten von Melkständen, anderer Maschinen oder Lagerräumen, dar.

Die Kalkulation der Kapazitäten von Fischgrätenmelkständen basiert auf neuen Forschungsergebnissen des Wissenschaftsbereichs Technologie der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig und schließt alle in der DDR hergestellten Fischgrätenmelkstände mit unterschiedlichen Mechanisierungsstufen ein.

Die Einsatzzeit, die Arbeitszeit der Melker sowie der Milchertag stellen neben den zu melkenden Kühen wesentliche Eingabedaten dar. Dem Projektanten werden über das Programm meistens mehrere Melkstandsvarianten angeboten. Jede Variante wird über wesentliche Daten, die die Auswahl für die betrieblichen Bedingungen erleichtern, beschrieben (Tafel 2). In einer Übersicht sind alle für die festgelegten Bedingungen gefundenen Melkstände zusammengefaßt (Tafel 3).

Die technologische Planung verfahrensbestimmender Arbeitsmittel ist eine besonders wichtige Aufgabe im Projektierungsprozeß. Aufgrund von Verfahrensprinzipien bzw. Folgen von Bearbeitungsvorgängen (technologische Fließbilder) werden Maschinen und Gebäude aus Dateien ermittelt, auf Kombinationseignung geprüft und zusammengestellt. Der gegenwärtig erreichte Bearbeitungsstand erlaubt es, Teile dieses für die konven-

Tafel 1. Computerausgabe zur Tierbestands- und Tierplatzkalkulation für die Mastläuferproduktion (Programm: Tipla Schweipro)

Variante 3		Tipla Schweipro (Zweiphasenproduktion)				21. 6. 88	
Prozeßzeiten (Tage), Tierdurchschnittsbestände, Tierplätze							
Produktionsabschnitt	Produktionszeit	Prozeßzeit	Stalleinheiten	Tierbestand		Tierplätze	
				gesamt	je Einheit	gesamt	je Einheit
S1	40	42	3	143	50	159	37 AS
S2	74	84	6	227	43	276	16 JS 33 AS 13 JS
S3 - LMO	90	98	7			315	45
S3	54			166	43		
F	49			1 444	413		
LMO	36			995	387		
L1	75	84	6	140	24	144	24
L2	57	70	5	93	23	115	23
S0	26	28	2	28	15	32	16

AS Altsauen JS Jungsauen S0 bis S3 Sauen
F Ferkel LMO Absatzferkel L1 bis L2 Jungschweine zur Zucht
Anzahl Eberplätze ist noch festzulegen
eigene Reproduktion
Besamung mit 243 Lebenstagen
Produktionsumfang je Jahr:
verkaufsfähige Mastläufer 3 176 dt
verkaufsfähige Mastläufer 9 073 St.
nicht TGL-gerechte Mastläufer 287 St.
gemerzte Sauen 313 St.
selektierte Jungschweine (L1) 19 St.
selektierte Jungschweine (L2) 210 St.

tionelle Projektierung nicht als Schrittfolge vorliegenden Komplexes zu algorithmieren und schrittweise Rechnerdaten sowie Bearbeitungsprogramme zu erstellen. Das Kernstück bilden die Auswahl und die Einpassung von Aufstellungsverfahren für vorgesehene Stallhüllen. Dabei finden verfahrenstechnische Parameter der Futterverteilung, Milchgewinnung und Entmistung sowie ausgewählte verfahrensorganisatorische Aspekte Beachtung. Das Programm bietet dem Projektanten innerhalb kurzer Zeit mehrere paßfähige Aufstellungslösungen zur Auswahl für eine vorgegebene Stallhülle - speziell bei Rationalisierungsaufgaben - an. Ihm liegen folgende methodische Arbeitsschritte zugrunde:

Auf der Basis in Dateien verfügbarer Aufstellungsverfahren ermittelt der Rechner alle technologisch möglichen Varianten, die eine Einpassung in die gegebene Systembreite gewährleisten und führt bei Beachtung der Verfahrensprinzipie für Fütterung und Entmistung die Einpassung durch. Anschließend berechnet er unter Einbeziehung der notwendigen Tierplätze und verfahrensorganisatorischer Aspekte, wie Gruppengröße oder Anzahl hintereinander aufgestellter Tiergruppen, die Stallängen, den Stallflächenbedarf und die Anzahl der Ställe. Die mit diesem Programm gewonnenen Maßketten und weitere Informationen stellen die Basis für die grafische Darstellung von Stallquerschnitten und Stallgrundrissen dar (Tafel 4).

Technologische Zeichnungen sollen u. a. die Vorstellung des Landwirts über die Gestaltung des Stalls enthalten und dem Architekten sowie dem Fachmann für technische Ausrüstungen wesentliche einzuhaltende Abmessungen geben, die vor allem die Funktionsfähigkeit einzelner Stallteile im Zusammenhang mit den Anforderungen des Tieres und der Verfahrensorganisation kennzeichnen. Ausgehend von der Methode der zwei-

Tafel 2. Computerausgabe zur technologischen Charakteristik einer Melkstandsvariante (Programm: MELKA)

MELKA	Melkstand 6. Variante	6. 11. 1988 LPG A
Melkstand 2 x 2 x 10		
Arbeitskräfte gesamt		3 AK
Melken		2 AK
Treiben		1 AK
Vorbereitung		3 AK
Nachbereitung		3 AK
Einsatzzeit		526 min
Melkzeit		412 min
Vorbereitungszeit		12 min
Nachbereitungszeit		102 min
Arbeitsleistung/Melker		51 Kühe/h
Durchsatz		102 Kühe/h
maximale Kapazität		699 Kühe

Differenz:
maximale Kapazität - eingegebene Kuhzahl (700 Kühe): -1 Kuh
Einsatzzeit - eingegebene Schichtzeit (525 min): 1 min

Tafel 3. Computerausgabe als Übersicht aller Melkstände für eine Rationalisierungslösung (Programm: MELKA)

Übersicht der berechneten Melkstände und ihre Abweichungen zu den Eingabebedingungen		6. 11. 1988 LPG A	
Melkstand	Melker AK	Kapazität Kühe	Schichtzeit min
2 x 12	2	681 (-3%)	538 (2%)
2 x 2 x 4	4	732 (5%)	505 (-4%)
2 x 2 x 5	2	682 (-3%)	537 (2%)
2 x 2 x 6	2	714 (2%)	517 (-2%)
2 x 2 x 8	2	710 (1%)	519 (-1%)
2 x 2 x 10	2	699 (0%)	526 (0%)
Eingabe		700	525

dimensionalen Modellprojektierung werden Verfahrenslösungen für die Prozeßabschnitte durch Zeichnungen von bau- und ausrüstungstechnischen Elementen beschrieben. Diese Modelle (Bild 1) sind als Datenbank im Computer gespeichert und enthalten z. B. Darstellungen von Standplätzen, Futterkrippen und Dunggängen nach einer einheitlichen Systematik. Ein besonderer Schwerpunkt ist die Wiedergabe technologisch bedeutsamer Abmessungen. Zusammen mit dieser Datenbank von Elementen wird es künftig Algorithmen geben, die einerseits aufgrund vorgegebener Maßketten Stallquerschnitt und Stallgrundriß grafisch abbilden (Bilder 2 und 3) oder andererseits im grafikbetonten Dialog zwischen Rechner und Projektant diese Zeichnungen erarbeiten. Ausgangspunkt beim zuletzt genannten Weg ist die Stallhülle, die schrittweise in Form einer Modellierung mit baulichen und ausrüstungstechnischen Anlagen komplettiert wird. Somit ist es möglich, mit geringem Aufwand technologische Varianten auch grafisch darzustellen und zu vervielfältigen. Bisher konnten erste Ergebnisse bei Milchproduktionsverfahren erzielt werden.

Schlußfolgerungen

Eine rechnergestützte technologische Projektierung von Anlagen der Tierproduktion weist im Vergleich mit der konventionellen Methode eine Reihe von Vorteilen auf. Der Übergang von der konventionellen zur rechnergestützten Projektierung erfordert eine wissenschaftlich begründete Neugestaltung der Methodik und ist demzufolge nur in Stufen möglich. Eine erste Stufe ist durch Einzelprogramme gekennzeichnet, in denen Projektierungsschrittfolgen umgesetzt sind, wobei jedes Programm einen hohen Grad an Selbständigkeit hat.

Untersuchungen ergaben, daß derzeit verfahrenstechnische, verfahrensorganisatorische und verfahrensökonomische Projektierungsgegenstände über Rechnerprogramme faßbar sind.

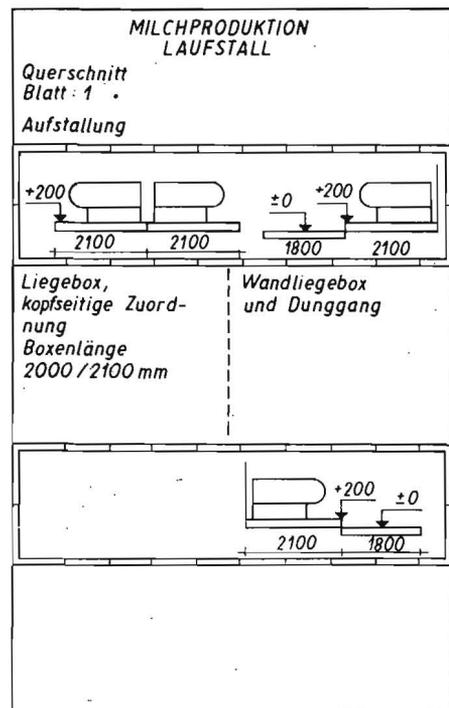


Bild 1. Modelle für die grafische Darstellung von Aufstellungsverfahren

Tafel 4. Computerausgabe für Eingabeparameter und den Lösungsvorschlag bei der Auswahl von Aufstellungsverfahren

EINGABEPARAMETER		
Erforderliche Tierplätze	St.	400
nutzbare Stallbreite	mm	24 250
Futterverteilung		mobil
Aufstallung		Laufstall mit Einstreu
Milchgewinnung		FGM 2 × 8 Melkplätze
Entmistung		mobil

Lösungsvorschlag Variante 1.1								
Breiteneinpassung (Maßkette in mm)								
Wandliegebox	Laufgang	Doppel-liegebox	Freißgang	Futtergang	Freißgang	Doppel-liegebox	Laufgang	Wand-liegebox
2 100	1 800	4 000	2 500	3 450	2 500	4 000	1 800	2 100
				24 250				

Angaben zur Gestaltung der Stallgebäude					
Tierplätze Produktionsbereich	St.	384	Stalllänge	m	75,26
Tierplätze/Stall	St.	384	Stalllänge/Gruppe	m	18,01
Ställe	St.	1	Breite Quertreibegang	m	3,20
Gruppen/Stall	St.	8	Stallfläche/Tier	m ²	4,75
Gruppen/Reihe	St.	4	Aktionsfläche/Tier	m ²	3,93
Gruppengröße (Kuhzahl)	St.	48	Tier-Freißplatz-Verhältnis		2,11:1
Liegeplätze/Gruppe	St.	46/47	Liegeboxenanordnung		gerade

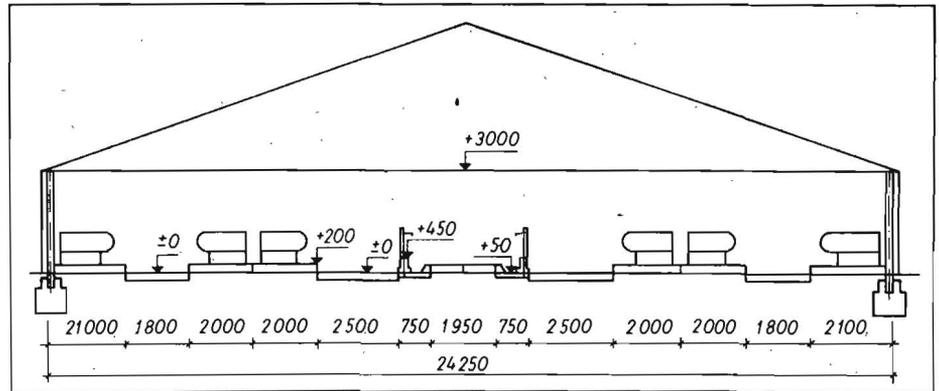
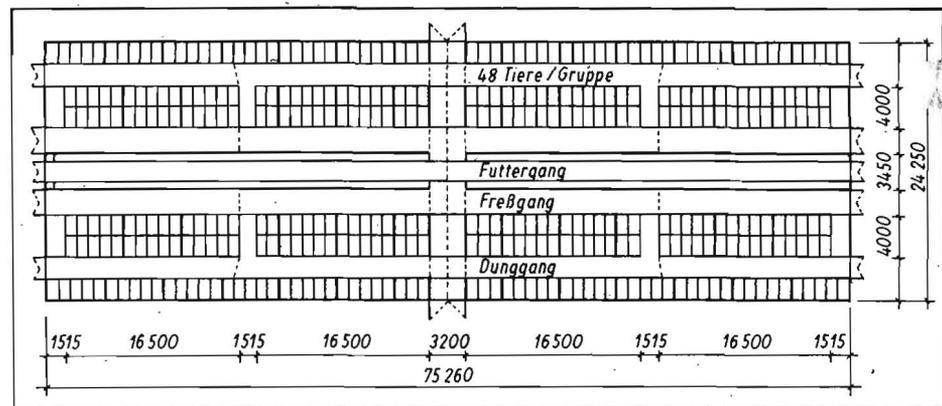


Bild 2. Stallquerschnitt für einen Laufstall mit einer Systembreite von 24 m

Bild 3. Stallgrundriß für einen Laufstall mit einer Systembreite von 24 m



Alle Programme lassen sich so aufbauen, daß sie vom landwirtschaftlich ausgebildeten Fachkader des Landwirtschaftsbetriebs bzw. einer Projektierungseinrichtung nach kurzer Einarbeitung im anwenderfreundlichen Dialog genutzt werden können. Die Ausstattung mit Hardware, wie Rechner, Bildschirm, Laufwerk und Drucker, ist ausrei-

chend. Die grafische Darstellung technologischer Sachverhalte kann Erweiterungen, wie Plotter und Menütablett, erfordern. Die Erprobung und Nachnutzung erster Softwarelösungen aus dem Wissenschaftsbe- reich Technologie hat in ausgewählten Ein- richtungen begonnen.