

Leitfaden

**Flexibilisierung von bestehenden
Fabrikstrukturen**

Impressum

Titel	Leitfaden Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen
Herausgeber	Marcel Wiedbusch Torsten Olschewski Josef Herz Matthias Stengler Volker Stahl
Autoren	Michael Drechsler, TLG Gewerbepark Kiremun GmbH Stefan Ernst, TCON Ingenieurgesellschaft mbH Dr. Dieter Fischer, Sitec Industrietechnologie GmbH Josef Herz, Universität der Künste Berlin Jörg Lässig, Sitec Industrietechnologie GmbH Edmundo Martinez, Universität der Künste Berlin Frank Michel, TCON Ingenieurgesellschaft mbH Torsten Olschewski, Institut IREGIA e.V. Volker Stahl, Institut IREGIA e.V. Matthias Stengler, Erfurth + Partner Beratende Ingenieure GmbH Marcel Wiedbusch, TU Chemnitz - IBF Volker Wille, RBL Brems- und Lenksysteme GmbH
Copyright	Das Copyright liegt bei den jeweiligen Autoren.
ISBN	3-937034-47-1
Erscheinungsjahr	2004
Verlag und Vertrieb	Institut IREGIA e.V. Reichenhainer Straße 34-36 D-09126 Chemnitz Tel.: +49 (0) 371 / 5 20 47 42 Fax: +49 (0) 371 / 5 20 47 66 www.iregia.de / info@iregia.de

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urhebergesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung der jeweiligen Autoren unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichengesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürfen.

Der vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen (FbF)“ erarbeitet. In der Projektlaufzeit vom 01.01.2002 bis 30.06.2004 erarbeiteten die nachfolgend aufgeführten Projektpartner die Grundlagen für diesen Leitfaden, mit fachlicher Unterstützung durch:

Prof. Peter Bayerer,
Prof. Dr. sc. techn. Reinhard Erfurth,
Prof. Dr.-Ing. Egon Müller,
Prof. Dr. Dr.-Ing. Siegfried Wirth.



IREGIA

Institut IREGIA e.V.
Reichenhainer Straße 34-36
D-09126 Chemnitz
(Koordinator)

Technische Universität Chemnitz
Institut für Betriebswissenschaften u. Fabrikssysteme
Erfenschlager Straße 73
D-09125 Chemnitz

Universität der Künste Berlin
Forschungsschwerpunkt FAKT
Lietzenburger Straße 45
D-10789 Berlin

Erfurth + Partner Beratende Ingenieure GmbH
Emil-Rosenow-Straße 3
D-09112 Chemnitz

TLG Gewerbetpark Kiremun GmbH
Bornaer Straße 205
D-09114 Chemnitz

SITEC Industrietechnologie GmbH
Bornaer Straße 192
D-09114 Chemnitz

RBL Brems- und Lenksysteme GmbH
Straße des Friedens 68
D-09212 Limbach-Oberfrohna

TCON Ingenieurgesellschaft mbH
Planiestraße 11/1
D-71063 Sindelfingen

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger des BMBF für Produktion und Fertigungstechnologien (PFT), Forschungszentrum Karlsruhe betreut.

betreut durch:



gefördert vom:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Inhaltsverzeichnis

1	Problemlage, Zielstellung, Abgrenzung.....	8
1.1	Problemlage	8
1.2	Zielstellung	9
1.3	Abgrenzung	9
2	Struktur und Anwendung des Leitfadens zur Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen	10
2.1	Struktur des Leitfadens	10
2.2	Anwendung des Leitfadens	11
2.2.1	Definition der Zielrichtung.....	12
2.2.2	Identifizierung der Eingangsdaten.....	12
2.2.3	Systematisierung der Eingangsdaten.....	13
2.2.4	Abgleich von Anforderungen und Eigenschaften	14
2.2.5	Flexibilisierung.....	18
2.2.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	19
3	Arbeitskataloge zum Leitfaden	27
3.1	Nutzer sucht Objekt	27
3.2	Objekt sucht Nutzer	28
3.3	Katalog (A) – Ermittlung der Nutzungsanforderungen.....	29
3.3.1	Checklisten zur Aufnahme der Nutzungsanforderungen.....	29
3.3.2	Fläche der Fertigungsbereiche/Gesamtfläche.....	32
3.3.3	Nutzhöhe und Höhe unter Kranhaken	42
3.3.4	Stützenraster	43
3.3.5	Höhe/Breite der Durchfahrten und Tore.....	44
3.3.6	Bodenbelastung	45
3.3.7	Logistik und Transportorganisation.....	46
3.3.8	Ver- und Entsorgungsparameter (Haustechnik)	49
3.3.9	Störwirkungen	51
3.3.10	Produkte und Hilfsstoffe.....	54
3.4	Katalog (B) – Ermittlung der Gebäudeeigenschaften.....	55
3.4.1	Checklisten zur Aufnahme der Gebäudeeigenschaften.....	55
3.4.2	Geometrische Parameter.....	59
3.4.3	Belastung	61
3.4.4	Logistik.....	62
3.4.5	Ver- und Entsorgungsparameter Haustechnik.....	62
3.4.6	Störwirkungen	63
3.4.7	Konstruktion, Material, Bauzustand.....	65
3.5	Produktionstechnische Nutzungsgruppen	69
3.6	Fabrikplattformtypen	70
3.7	Systematisierung der Eingangsdaten	71
3.8	Abgleich von Anforderungs- und Eigenschaftsprofilen.....	74
3.9	Katalog (PE) – Flexibilisierung innerhalb der Produktionsebene.....	75
3.10	Katalog (P) zur Flexibilisierung der Tragwerksstruktur (Primärstruktur).....	83
3.11	Katalog (S) zur Flexibilisierung der Hülle und des Ausbaus (Sekundärstruktur)....	94
3.12	Katalog (T) zur Flexibilisierung der Technischen Gebäudeausrüstung (Tertiärstruktur).....	110
4	Literaturverzeichnis	123

Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen

AMBV	Arbeitsmittelbenutzungsverordnung
AP	Arbeitsplatz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Arbeitsstättenrichtlinie
BDE	Bedieneinheit
BEG	Bautechnische Eigenschaftsgruppen
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regel
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BKI	Baukosten-Informationszentrum der Architektenkammer
BTK	Bauteilkatalog
DIN	Deutsches Institut für Normung
Elt	Elektro/Elektronik
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FbF	Flexibilitätsstufenbasierte Fabrikplattform
GE	Gebäudeebene
GFZ	Geschossflächenzahl
GLT/ZLT	Gebäudeleittechnik/Zentrale Leittechnik
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRZ	Grundflächenzahl
ISDN	Integrated Services Digital Network
KLTS	Kombiniertes Lager- und Transportsystem
LasthandhabV	Lasthandhabungsverordnung
LZ	Lagerzone
MBO	Musterbauordnung
PE	Produktionsebene
PNG	Produktionstechnische Nutzungsgruppe
PZ	Produktionszone
SFB	Sonderforschungsbereich
StVO	Straßenverkehrsordnung
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TUL	Transport, Umschlag und Lagerung
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
VA16	Vordringliche Aktion 16 „Flexible temporäre Fabrik“
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WZM	Werkzeugmaschine
ZL	Zentrallager

Glossar

- **Äußere Mobilität** ist die Fähigkeit einer Fabrik, mit ihren Ressourcen im Zuge der notwendigen Wandlungs- und Gestaltungsprozesse den Standort zu wechseln.
- **Baukultur** beschreibt die Herstellung von gebauter Umwelt und den Umgang damit. Das schließt Planen, Bauen, Umbauen und Instandhalten ein. Baukultur ist unteilbar. Sie beschränkt sich nicht auf Architektur, sondern umfasst Ingenieurbauleistungen, Stadt- und Regionalplanung, Landschaftsarchitektur sowie die Kunst im öffentlichen Raum gleichermaßen. Die Qualität der Baukultur ergibt sich aus der Verantwortung der gesamten Gesellschaft für ihre gebaute Umwelt und deren Pflege. Baukultur wird definiert durch die Qualitäten, der Gestalt von Bauten und gebauter Umwelt und deren Integration in den Raum, bei deren Gebrauch, der Nachhaltigkeit im ökologischen, sozialen und ökonomischen Sinne, und bei den Verfahren und Regeln der Auftragsvergabe und der Herstellung.¹
- **Erschließungssysteme** sind fest mit dem Gebäude verbundene bauliche und technische Einrichtungen zur Versorgung der Produktionsflächen mit Energie und technischer Infrastruktur (z.B. Wasser, Abwasser, Wärme).
- **Fabrikplattform** ist eine definierte Fläche/Raum eines Gebäudes, auf welcher Wertschöpfung mittels Maschinen, produktions- und bautechnischer Anlagen mit gleichen oder ähnlichen, d.h. typischen Gebrauchseigenschaften erfolgen kann. Sie verkörpert die bautechnische und produktionstechnische Flexibilität.
- **Fabrikstruktur** umfasst die Gesamtheit aller Elemente der Gebäude-, Produktions-, Informations- und Infrastrukturebene.
- **Facility Management** ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Planung, Errichtung, Nutzung, Werterhaltung und Abschreibung eines Gebäudes. Im engeren Sinne ist unter Facility Management nur die Nutzung und Unterhaltung des Gebäudes zu verstehen. Im Allgemeinen wird mit der Verwendung des Begriffs Facility Management die rechnergestützte oder rechnerintegrierte Verwaltung des Gebäudes verstanden, wozu in den letzten 10 – 15 Jahren umfangreiche Softwareprogramme entwickelt wurden. Die Bedeutung von Facility Management für die Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen besteht deshalb auch in der Möglichkeit, datenorientiert und damit rechnergestützt Zugriff auf aktuelle Gebäudedaten zu erhalten.
- **Flexibilität** ist die Fähigkeit einer Fabrik, ihre technischen Ressourcen und Humanressourcen reaktionsschnell und wirtschaftlich auf sich verändernde Umfeldbedingungen, hinsichtlich ihrer funktionalen, dimensionalen und strukturellen Veränderungen, durch Wandlungs- und Gestaltungsprozesse anzupassen.

¹ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.), Statusbericht Baukultur in Deutschland, Ausgangslage und Empfehlungen

- **Flexibilitätspotenzial** einer Fabrik ist die Leistungsfähigkeit der technischen Ressourcen und Humanressourcen, auf Veränderungen innerhalb wirtschaftlich vertretbarer Grenzen zu reagieren. Die Höhe des Flexibilitätspotenzials wird von den vorhandenen Gebrauchseigenschaften (IST - Zustand) einer Fabrik bestimmt.
- **Gebäudeebene** umfasst alle Elemente des Gebäudes, die zur Aufnahme und zum Schutz der Elemente der anderen Betrachtungsebenen notwendig sind. Durch ihre Eigenschaften tangieren diese den Verlauf und die Intensität aller übrigen Prozesse, wie den Produktions-, Ver-/Entsorgungs- und den Verwaltungsprozess.
- **Gebrauchsanforderungen** an Produktionsgebäude sind qualitative und quantitative gebäuderelevante Parameterausprägungen, die aus den technologischen Prozessen und ihren Maschinen und Anlagen zur Herstellung von Gütern resultieren.
- **Gebrauchseigenschaften** von Produktionsgebäuden sind qualitative und quantitative Parameterausprägungen, die die Eigenschaften von Gebäuden charakterisieren.
- **Informationsebene** umfasst die Gesamtheit aller notwendigen Anlagen, Technologien und Verfahren, die zur Übermittlung, Verwaltung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen innerhalb der Geschäftsprozesse dienen.
- **Infrastrukturebene** umfasst die Elemente des Gebäudes, die zur Ver- und Entsorgung sowie zum Transport von Medien (z.B. Energie, Material etc.) dienen. Dazu gehören der Verkehrs-, Informations-, Stoff-, Material- sowie Energiefluss. Die Informationsebene ist demzufolge ein Bestandteil der Infrastrukturebene.
- **Innere Mobilität** ist die Fähigkeit einer Fabrik, durch zeitliche und räumliche Ortsveränderungen von Personen und Objekten (Maschinen, Anlagen), die Eigenschaften innerhalb eines Produktionsgebäudes(-standortes) zu verändern und Ressourcen zu erschließen.
- **Mobilität** ist die räumliche Beweglichkeit (Ortsveränderung) von Menschen, Objekten (Maschinen, Anlagen) und Gebäuden, die eine schnelle wirtschaftliche produkt-, prozess- und auftragsbezogene Umrüstung der gesamten oder von Teilen einer Produktionsstätte (Fabrik) und damit Ressourcenveränderungen ermöglicht. Man unterscheidet innere und äußere Mobilität.²
- **Plattform** (allgemein) ist eine definierte technische (virtuelle) Basis mit geometrischen Belastungs-, Ver- und Entsorgungs- sowie Störwirkungsparametern, auf der Personen und eine Anzahl von Objekten (Maschinen und Anlagen) räumlich strukturiert angeordnet sind. Sie lässt unterschiedliche Applikationen zu, ist modular aufgebaut, in ihrer Dimension und Funktion flexibel und über Schnittstellen kompatibel.
- **Produktionsebene** umfasst die Elemente, die zum unmittelbaren Wertschöpfungsprozess (Produktion) dienen. Man unterscheidet in Bearbeitungs-, Speicher- und Verwaltungsebene.

² Erfurth R, Olschewski T, Wirth S Mobilitätsstufenabhängige Fabrikplattformen, S. 287-294

- **Produktionsgebäude** als Funktionsträger technologischer Prozesse, Ort der Leistungserbringung von Individuen mit ihren Kompetenzen und Ressourcen und ästhetisches, der Umwelt angepasstes Gestaltungselement, unterliegt entscheidenden Veränderungen im Hinblick auf seine Nutzung.
- **Produktionsstandorte** umfassen Grundstücke sowie die Gebäude und Anlagen incl. der Erschließungssysteme innerhalb der Grundstücksgrenze.
- **Revitalisierbare Mehrzweckfabriken** sind dadurch charakterisiert, dass sie über ihre mobile Maschinen- und Anlagentechnik sowie flexible Bau- und Versorgungsstrukturen in der Lage sind, ihre Ressourcen am vorhandenen Standort kurzfristig und wirtschaftlich zu ändern, um sich den Umfeldbedingungen anzupassen. Sie sind raum- und funktionsdynamische Fabriken mit einer „neutralen“ langlebigen Gebäudehülle und -technik.³
- **Sozialeinrichtungen** in Produktionsgebäuden sind Wasch-, Umkleide-, Pausen- und Toilettenräume, die für die Personen eines Unternehmens zur Verfügung gestellt werden. Größe, Anzahl und Ausstattung richten sich u.a. nach einschlägigen öffentlich rechtlichen und technischen Vorschriften und sind abhängig von der Art der Nutzung bzw. des Gewerbes sowie der Art und Spezifik des Gebäudes.
- **Technische Gebäudeausrüstung** beschreibt die gesamte technische Infrastruktur eines Gebäudes bzw. einer Teilfläche (Produktionsfläche → Plattform) und umfasst im Wesentlichen die Trinkwasser-, Abwasser- und Energieversorgung (Gas, Fernwärme und/oder Elektroenergie), Gebäudeheizung, Lüftung, Klimatisierung, Elektro- bzw. Nachrichtentechnik, Fördertechnik und weitere nutzungsspezifische Anlagen zur technischen Versorgung. Synonyme Begriffe sind Gebäudetechnik, Versorgungstechnik, Haustechnik oder Technische Ausrüstung. Schnittstelle sowie Abgrenzung sind der Gebäudeanschluss versorgerseitig und alle produktionstechnischen Anlagen verbraucherseitig. Die Technische Gebäudeausrüstung beinhaltet den Hausanschluss und den Anschlussraum für das Versorgungsmedium, Technikzentralen zur Erzeugung und/oder Aufbereitung der Medien, Versorgungs- und Verteiltrassen sowie Haupt-, Anschluss-, Etagen- und Unterverteiler für das betreffende Medium. Die Gebäudeautomation (Gebäudeleittechnik oder Zentrale Leittechnik – GLT/ZLT) ist ein Teilgebiet der Technischen Gebäudeausrüstung und befasst sich mit der computergestützten, automatischen Steuerung, Regelung und Überwachung der technischen Anlagen des Gebäudes.
- **Wandlungsfähigkeit** ist die Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit aller Elemente einer Fabrik an veränderte Anforderungen.⁴

³ Bayerer P Flexible temporäre Fabrik (VA 16)

⁴ Schenk M, Wirth S Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, S. 9

1 Problemlage, Zielstellung, Abgrenzung

1.1 Problemlage

Im Spannungsfeld der Vitalisierung und Revitalisierung bestehender und zum Teil brachliegender marktfähiger Standorte mit ihren Gebäuden und Betriebsanlagen sowie ihrer Infrastruktur einerseits und der Erschließung neuer Wirtschaftsstandorte auf „grüner Wiese“ andererseits stellt sich die Frage der nachhaltigen wettbewerbsfähigen Nutzung von Wirtschaftsstandorten.

Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sind die Probleme der Nachnutzung, Umnutzung, Neuordnung von Fabriken bzw. Revitalisierung von ganzen Branchen, insbesondere von Gewerbeflächen und Industrieanlagen, neu zu betrachten und zu lösen.

Es stellt sich das Problem – wie können die Anforderungen, die an eine wandlungsfähige Fabrik gestellt werden, mit vorhandenen Fabriken realisiert werden.

Die Fragestellung besteht u.a. darin, wie die sich aus neuen Produkten, Technologien und damit die aus veränderten Prozessen, Maschinen und Anlagen resultierenden Gebrauchsanforderungen mit den Gebrauchseigenschaften bestehender Fabrikstrukturen ökologisch und ökonomisch sinnvoll in Übereinstimmung gebracht werden können. Damit verbunden sind Überlegungen zur Flexibilisierung und Mobilitätserhöhung produktions- und bautechnischer Ausrüstungen, Anlagen und Einrichtungen.^{5;6}

Es geht letztlich um die Beantwortung der Fragen:

Wie können bestehende und neue Fabrikgebäude mit ihren Anlagen, gebäudetechnischen Ausrüstungen und ihrer Infrastruktur für neue Produkte und Technologien auch zukünftig genutzt werden?

Durch welche flexibilitäts- und mobilitätsrelevanten Maßnahmen können die Lebenszyklen von Maschine, Anlage, Gebäude und Infrastruktur maßgeblich verbessert und verlängert werden?

⁵ Schenk M Fabrikstrukturen mit Zukunft. In: Tagungsband Fabrikplanung

⁶ Wiendahl HP, Harms T Maßgeschneiderte Fabriken im Dienste des Kunden

1.2 Zielstellung

Gesamtziel ist die wirtschaftliche Anpassung bestehender Fabrikgebäude an veränderte Nutzungsanforderungen.

Durch die Flexibilisierung bestehender Fabrikstrukturen sowie durch die Erhöhung der inneren Mobilität wird die Einführung neuer Produkte und Technologien erleichtert. Durch differenzierte Gestaltungsvarianten werden neue Anwendungspotenziale erschlossen.

Mit dem im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Leitfaden können die Eigenschaften bestehender Standorte (incl. vorhandener Fabrikgebäude) auf ihre Eignung hin untersucht und mit den Nutzungsanforderungen der Unternehmen abgeglichen werden.

Durch die Einordnung der Gebäude-, Anlagen- und Infrastrukturen in vordefinierte Plattformkonzepte können mögliche Potenziale ermittelt und Gestaltungslösungen für eine marktgerechte Anpassung der Strukturen durch Flexibilisierung aufgezeigt werden.⁷

1.3 Abgrenzung

In infrastrukturell günstigen Lagen verfallen nicht nur aus baukonstruktiver Sicht wertvolle Gebäude, Zeugnisse ehemaliger Industrie- und Unternehmenskultur verkommen zu Brachen und werden schlussendlich dem Abriss freigegeben. Teilweise finden Gebäude weiterführenden Gebrauch im Rahmen nichtindustrieller Nutzungen (z.B. Wohn-Lofts). Für eine Nutzung als Gewerbe- und Industriegebäude werden hingegen vielfach Neukonzeptionen angestrebt.

Wie sinnvoll sind die Aufwendungen für die Erschließung neuer Gewerbe- und Industriegebiete samt dem Neubau, selbst ökologisch orientierter, verbrauchsgerechter Gebäude in der energiewirtschaftlichen Gesamtbetrachtung? Inwiefern wird der Aspekt, dass beim Fabrikneubau heute die Brache von morgen entsteht überhaupt berücksichtigt und dies nicht nur im Zusammenhang mit den immer schwerer zu kalkulierenden Entwicklungen am Markt, im Produkt- und Produktionsbereich, sondern auch im Rahmen der allgemeinen Entwicklungstendenzen, dem Rückgang der Bevölkerung und der fortschreitenden Deindustrialisierung am Standort Deutschland?

Dieser Leitfaden setzt sich mit der Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen unter Beachtung der nutzungsspezifischen Anforderungen auseinander. Es erfolgt eine grundstücksbezogene Betrachtung von Gebäuden und Nutzungsanforderungen.

Der Leitfaden dient nicht der Standortwahl bei unternehmerischen Entscheidungen, dessen Eignung wird vorausgesetzt. Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Flexibilität von Fabrikstrukturen betten sich somit in übergeordnete Untersuchungen zur Standorteignung ein. Die Schnittstelle zu der übergeordneten Standorteignung erfolgt über die Kenntnis der Zulässigkeit von baulichen Vorgaben und Nutzungen.

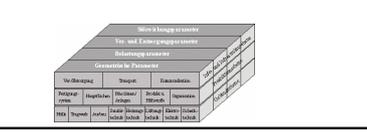
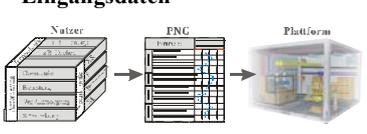
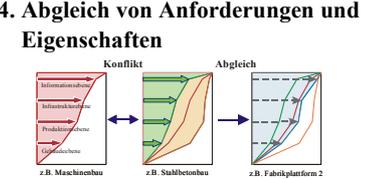
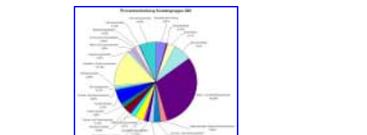
⁷ Wirth S Die flexible, temporäre Fabrik – Arbeitsschritte auf dem Weg zu wandlungsfähigen Fabrikstrukturen

2 Struktur und Anwendung des Leitfadens zur Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen

2.1 Struktur des Leitfadens

In Bild 1 sind die allgemeingültige Ablaufstruktur des Leitfadens sowie die nacheinander abzuarbeitenden Strukturelemente dargestellt. Hierzu stehen dem Anwender die entsprechenden Arbeitskataloge zur Verfügung.

Bild 1 Ablaufstruktur zum Leitfaden

Strukturelemente	Arbeitskataloge	Schwerpkt.
1. Definition der Zielrichtung	Ablaufplan "Nutzer sucht Objekt" Ablaufplan "Objekt sucht Nutzer"	3.1 3.2
2. Identifizierung der Eingangsdaten 	Katalog (A) Ermittlung der Nutzungsanforderungen Katalog (B) Ermittlung der Gebäudeeigenschaften	3.3 3.4
3. Systematisierung der Eingangsdaten 	Übersicht Produktionstechnische Nutzungsgruppen Übersicht Fabrikplattformtypen Vorlagen zur Systematisierung der Eingangsdaten	3.5 3.6 3.7
4. Abgleich von Anforderungen und Eigenschaften 	Vorlage zum Abgleich von Anforderungen und Eigenschaften	3.8
5. Flexibilisierung der vorhandenen Produktions- und Gebäudestruktur 	Katalog (PE) zur Flexibilisierung innerhalb der Produktionsebene Katalog (P) zur Flexibilisierung der Tragwerksstruktur Katalog (S) zur Flexibilisierung der Hülle und des Ausbaus Katalog (T) zur Flexibilisierung der Technischen Gebäudeausrüstung	3.9 3.10 3.11 3.12
6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 		2.2.6

2.2 Anwendung des Leitfadens

Der im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Leitfaden wendet sich an mittelständische Unternehmen, die im Bereich des produzierenden Gewerbes oftmals gerade in der Projektentwicklungsphase vor weit reichende Entscheidungen gestellt werden. In der Phase, die von Projektentwicklern auch als Orientierungs- oder Konzeptionsphase beschrieben wird, dient der Leitfaden als Entscheidungshilfe: „Bauen ja – im Bestand oder neu?“

Die Vorgehensweise erfasst als kleinsten gemeinsamen Nenner alle, für eine qualitative Entscheidung mindestens notwendigen Angaben aus Nutzer- und Bausicht. Die Daten, die für eine Entscheidungsfindung erforderlich sind, können dabei mit Hilfe von Arbeitskatalogen einfach und schnell zusammengestellt werden. Die für den Leitfaden erforderlichen Angaben finden darüber hinaus Eingang in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, das Fabriklayout sowie in die Grundlagenermittlung der weiteren, sich anschließenden Planungsleistungen von z.B. Architekten, Bau- und Maschinenbauingenieuren.

Es werden prinzipielle Gestaltungslösungen der verschiedenen Flexibilisierungsmaßnahmen innerhalb der jeweiligen Systemebenen aufgezeigt. Anschauliche Systemabbildungen generieren eine Vorstellung der in den Arbeitskatalogen erfassten Maßnahmen bzw. Geltungsbereiche und erleichtern so eine Zuordnung der Werte. Anhand der Arbeitskataloge lassen sich, auf Grundlage der Einordnung der Anforderungen an Gebäude sowie der Eigenschaften von Gebäuden in Fabrikplattformen, Defizite und Potenziale der Gebäudestruktur ableiten.

Mit Hilfe der Flexibilisierungsmaßnahmen können Gestaltungsvarianten und Baukosten ausgewiesen werden. Damit kann ein erster Kostenrahmen des Projektes überschlägig ermittelt werden. Das Ergebnis dient als Basis für die Objektauswahl und als Grundlage für weiter einzuleitende Planungsschritte und Finanzierungsüberlegungen bzw. der Überprüfung der Baubudgetansätze. Im Rahmen des Leitfadens werden für die zum Ansatz kommenden Baukosten für die jeweiligen Maßnahmen aktuelle und regional indizierte Vergleichswerte der BKI-Baukostendatenbank empfohlen. Diese Werte stellen Orientierungsgrößen dar, die angesichts der vielfältigen Kosteneinflussfaktoren immer eigenverantwortlich zu überprüfen und entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck anzupassen sind. Nach einer „Entscheidung“ und der internen investbezogenen Mittelbedarfsplanung ist eine technische Bestandsaufnahme zur Plausibilitätsprüfung und zur Begutachtung von Beleihungsanträgen durch Kreditinstitute erforderlich.

Für die Richtigkeit eines Kostenanschlages mit den im Rahmen des Forschungsvorhabens ermittelten Werten ist daher jegliche Haftung ausgeschlossen.

Die Verwendung der Arbeitskataloge erfordert unterschiedliche und weitreichende Kompetenzen des Anwenders, die mit steigender Planungstiefe zunehmen.

2.2.1 Definition der Zielrichtung

Aus den oben genannten Zielstellungen lassen sich zwei Betrachtungsweisen für Unternehmen sowie für Nutzer und Eigentümer von Fabrikgebäuden ableiten.

(A) **Unternehmen** werden in die Lage versetzt, Fabrikgebäude auf ihre Eignung zu untersuchen und auftretende Defizite durch differenzierte Gestaltungsvarianten auf Basis des Plattformkonzeptes zu lösen.

↳ „Nutzer sucht geeignetes Objekt“

(B) **Nutzer und Eigentümer** von Fabrikgebäuden werden in die Lage versetzt, die Eigenschaften und Potenziale der vorhandenen Gebäude zu bestimmen, Defizite durch Gestaltungsvarianten auf Basis des Plattformkonzeptes zu lösen sowie potenzielle Nutzungsgruppen zu bestimmen.

↳ „Objekt sucht geeigneten Nutzer“

2.2.2 Identifizierung der Eingangsdaten

Die genaue und zielorientierte Ermittlung der nutzungsspezifischen Anforderungen bzw. der bautechnischen Eigenschaften ist Grundlage des Leitfadens. Die Erfassung erfolgt mit Hilfe der Checkliste zur Aufnahme der Nutzungsanforderungen (vgl. 3.3.1) und der Checkliste zur Aufnahme der Gebäudeeigenschaften (vgl. 3.4.1).

Die für diesen Leitfaden entwickelten Checklisten sind auf die wesentlichen Parameter reduziert. Der übersichtliche Aufbau ermöglicht eine schnelle Datenaufnahme und einfache Handhabung der signifikanten Parameter, die für die weitere Bewertung erforderlich sind. Durch die Reduktion der Parameter erhalten die erfassten Eigenschaften und Anforderungen eine sehr hohe Bedeutung – bei deren Aufnahme ist besondere Sorgfalt erforderlich.

Die Form und der Aufbau der Checklisten, als Instrument der Aufnahme der Eingangsdaten, sind das Ergebnis der im Laufe der Bearbeitung des Forschungsvorhabens erfolgten Betriebsanalysen und Bauaufnahmen.

Die Inhalte und Hintergründe der einzelnen Parameter werden durch Katalog A (3.3) und Katalog B (3.4) näher erläutert.

In Punkt 6 der Checkliste zur Aufnahme der Gebäudeeigenschaften werden Bestandsgebäude hinsichtlich Konstruktion, Material, Bauzustand und Technischer Gebäudeausrüstung erfasst. Diese Daten sind die Grundlage für die wirtschaftliche Bewertung des Gebäudes.

2.2.3 Systematisierung der Eingangsdaten

Mit dem Ziel zukunftsorientierte und marktgerechte Gebäudestrukturen zu entwickeln, ist die Einordnung der Eingangsdaten in Fabrikplattformen von wesentlicher Bedeutung.

Vordefinierte Fabrikplattformen enthalten bewertete Anforderungsprofile von Unternehmen aus unterschiedlichen Industriezweigen.

Durch diese definierten Anforderungsprofile mit gestuften Flexibilitätsanspruch ist es möglich, Gebäudestrukturen zu generieren, die für mehrere nacheinander folgende Produkt- und Prozesslebenszyklen geeignet sind. Ohne gravierende Strukturveränderungen ist die Integration neuer technologischer Prozesse innerhalb kürzester Zeiten möglich.

a) Einordnung des Anforderungsprofils des Nutzers in eine Fabrikplattform

- die Parameterausprägungen des Nutzers werden in die Fabrikplattformen eingeordnet
- der Parameter in der höchsten Plattform bestimmt den Fabrikplattformtyp (entsprechend Bild 2 – Rasterbreite/Rasterlänge → **FbF 3**)

Bild 2 Beispiel für die Einordnung von Nutzeranforderungen in eine Fabrikplattform

	Einheit	Anforderungsprofil des Nutzers	FbF 1	FbF 2	FbF 3	FbF 4	FbF 5	FbF 6
Geometrische Parameter								
Nutzhöhe	m	4,2	4,0	4,5	6,0	7,5	10,0	10,0
Rasterbreite	m	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Rasterlänge	m	10,0	6,0	6,0	12,0	18,0	24,0	24,0
Höhe unter Kranhaken	m	-	-	-	4,5	6,0	8,0	8,0
Höhe Tore	m	3,0	2,5	3,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Breite Tore	m	2,8	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5
Belastungsparameter								
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	13,0	10,0	20,0	30,0	30,0	30,0	50,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	12,0	16,0	17,5	20,0	30,0	50,0	50,0
Überflurb. Transportsystem	kN	-	-	-	50,0	80,0	100,0	100,0
Ver- und Entsorgungsparameter								
Strom	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wasser	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wärme	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Druckluft	ja/nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Reinraum	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Störswirkungsparameter								
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Brandgefährdung ¹⁾	n/m/h	mittel	niedrig	niedrig	mittel	mittel	mittel	mittel
Nutzung von Mehrgeschoss ²⁾	ja/nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein

¹⁾ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133

²⁾ zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss

b) Einordnung des Eigenschaftsprofils des Gebäudes in eine Fabrikplattform

- die Parameterausprägungen des Gebäudes werden in die Fabrikplattformen eingeordnet
- der Parameter in der niedrigsten Plattform bestimmt den Fabrikplattformtyp (entsprechend Bild 3 – Nutzhöhe/Flurgebundenes Transportsystem → **FbF 1**)

Bild 3 Beispiel für die Einordnung der Gebäudeeigenschaften in eine Fabrikplattform

	Einheit	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	FbF 1	FbF 2	FbF 3	FbF 4	FbF 5	FbF 6
Geometrische Parameter								
Nutzhöhe	m	3,8	4,0	4,5	6,0	7,5	10,0	10,0
Rasterbreite	m	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Rasterlänge	m	15,0	6,0	6,0	12,0	18,0	24,0	24,0
Höhe unter Kranhaken	m	-	-	-	4,5	6,0	8,0	8,0
Höhe Tore	m	2,7	2,5	3,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Breite Tore	m	2,8	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5
Belastungsparameter								
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	12,0	10,0	20,0	30,0	30,0	30,0	50,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	10,0	16,0	17,5	20,0	30,0	50,0	50,0
Überflurgeb. Transportsystem	kN	-	-	-	50,0	80,0	100,0	100,0
Ver- und Entsorgungsparameter								
Strom	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wasser	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wärme	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Druckluft	ja/nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Reinraum	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Störwirkungsparameter								
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Brandgefährdung ¹⁾	n/m/h	mittel	niedrig	niedrig	mittel	mittel	mittel	mittel
Nutzung von Mehrgeschossen ²⁾	ja/nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein

¹ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133

² zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss

2.2.4 Abgleich von Anforderungen und Eigenschaften

Der Abgleich der Anforderungen und Eigenschaften muss in Abhängigkeit der definierten Zielstellung erfolgen. Nachfolgende Tabelle veranschaulicht die generellen Varianten des Abgleichs.

Tab. 1 Abgleich von Anforderungen und Eigenschaften nach Zielstellungen

Nutzer sucht Objekt			Objekt sucht Nutzer		
Variante Ia	Anforderungen (Plattform - bewertet)	Eigenschaften (Plattform - bewertet, ohne Potenzialnutzung)	Variante IIa	Eigenschaften (Plattform - bewertet, ohne Potenzialnutzung)	Anforderungen (Plattform - bewertet)
Variante Ib	Anforderungen (Plattform - bewertet)	Eigenschaften (Plattform - bewertet, mit Potenzialnutzung)	Variante IIb	Eigenschaften (Plattform - bewertet, ohne Potenzialnutzung)	Anforderungen (PNG - bewertet)
Variante Ic	Anforderungen (Einzelwerte)	Eigenschaften (Einzelwerte)	Variante IIc	Eigenschaften (Plattform - bewertet, mit Potenzialnutzung)	Anforderungen (Plattform - bewertet)
			Variante IIId	Eigenschaften (Plattform - bewertet, mit Potenzialnutzung)	Anforderungen (PNG - bewertet)

Für die Zielstellung „Nutzer sucht Objekt“ gilt:

Ia) Ziel dieser Variante des Abgleichs ist die Identifizierung von bestehenden Gebäuden aus einem Gebäudepool, die eine Einordnung zukunftsorientierter Anforderungsprofile ermöglichen. Die Parameterausprägungen der vorhandenen Gebäudeeigenschaften müssen hierfür größer oder gleich den Nutzungsanforderungen sein. Ein mögliches Gebäudepotenzial wird nicht genutzt, d.h. es erfolgen keine Flexibilisierungsmaßnahmen innerhalb der Gebäude- und Infrastrukturebene.

Als Voraussetzung muss die Einordnung des Anforderungsprofils in einen Plattformtyp entsprechend 2.2.3 erfolgen.

Ib) Ein wesentlich genauerer Abgleich kann durchgeführt werden, indem die Möglichkeit zur Flexibilisierung, d.h. zur Ertüchtigung der vorhandenen Gebäudeeigenschaften im Hinblick auf die Nutzungsanforderungen Berücksichtigung findet. Das vorhandene Gebäudepotenzial kann hierbei ausgeschöpft werden.

Damit ist es möglich, Gebäudestrukturen zu generieren, die für mehrere nacheinander folgende Produkt- und Prozesslebenszyklen geeignet sind.

Es muss

eine Gegenüberstellung der Nutzungsanforderungen (Plattform - bewertet) entsprechend 2.2.3 und den vorhandenen unveränderten Gebäudeeigenschaften sowie eine Herausarbeitung der Defizite entsprechend Bild 4 erfolgen.

Bild 4 Abgleich von Nutzungsanforderungen (Plattform - bewertet) und Gebäudeeigenschaften

Parameter	Einheit	FbF 3	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	Defizite *)
Geometrische Parameter				
Nutzhöhe	m	6,0	3,8	2,2
Rasterbreite	m	6,0	6,0	0,0
Rasterlänge	m	12,0	15,0	-3,0
Höhe unter Kranhaken	m	4,5	0,0	4,5
Höhe Tore	m	4,5	2,7	1,8
Breite Tore	m	3,0	2,8	0,2
Belastungsparameter				
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	30,0	12,0	18,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	20,0	10,0	10,0
Überflurgeb. Transportsystem	kN	50,0	0,0	50,0
Ver- und Entsorgungsparameter				
Strom	ja/nein	ja	ja	nein
Wasser	ja/nein	ja	ja	nein
Wärme	ja/nein	ja	ja	nein
Druckluft	ja/nein	ja	ja	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein
Reinraum	ja/nein	nein	nein	nein
Störwirkungsparameter				
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	nein
Brandgefährdung	n/m/h	mittel	mittel	nein
Nutzung von Mehrgeschossen	ja/nein	nein	nein	nein

- *) - Die Ermittlung von Defiziten quantitativ bewertbarer Parameter ergibt sich aus der Differenz zwischen den Parametern der Plattform (Nutzeranforderung) und den Parametern der Gebäudeeigenschaften (z.B. Nutzhöhe: 6,0 m (FbF 3) - 3,80 m (Eigenschaftsprofil des Gebäudes) = **2,20 m**).
- Ermittelte Defizite mit negativem Vorzeichen erfordern keine Veränderungen.
- Für die Ermittlung von Defiziten qualitativ bewertbarer Parameter (ja/nein) gilt vorrangig die Forderung des Anforderungsprofils (z.B. Wasser → „ja“ für (Plattform X_n) und „nein“ (Eigenschaftsprofil) = „**ja**“

Die so ermittelten Defizite dienen als Ausgangspunkt für mögliche Flexibilisierungsmaßnahmen.

Ic) In dieser Variante wird die Anpassung der Gebäudeeigenschaften an die nutzungsspezifischen Anforderungen auf Basis der Parameter-Einzelwerte betrachtet. Die Anpassung der Gebäudestruktur für einen temporär begrenzten Nutzungszyklus steht hierbei im Vordergrund.

Es muss

eine Gegenüberstellung der nutzungsspezifischen Anforderungen und der vorhandenen Gebrauchseigenschaften des Gebäudes sowie die Herausarbeitung der Defizite entsprechend Bild 5 erfolgen.

Bild 5 Abgleich von Nutzungsanforderungen und Gebäudeeigenschaften auf Basis der Einzelwerte

Parameter	Einheit	Anforderungsprofil des Nutzers	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	Defizite *)
Geometrische Parameter				
Nutzhöhe	m	4,2	3,8	0,4
Rasterbreite	m	5,0	6,0	-1,0
Rasterlänge	m	15,0	15,0	0,0
Höhe unter Kranhaken	m	-	-	6,0
Höhe Tore	m	3,0	2,7	0,3
Breite Tore	m	2,8	2,8	0,0
Belastungsparameter				
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	13,0	12,0	1,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	8,0	10,0	-2,0
Überflugeb. Transportsystem	kN	-	-	100,0
Ver- und Entsorgungsparameter				
Strom	ja/nein	ja	ja	nein
Wasser	ja/nein	ja	ja	nein
Wärme	ja/nein	ja	ja	nein
Druckluft	ja/nein	ja	ja	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein
Reinraum	ja/nein	nein	nein	nein
Störwirkungsparameter				
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	nein
Brandgefährdung	n/m/h	mittel	mittel	nein
Nutzung von Mehrgeschossen	ja/nein	nein	nein	nein

- *) - Die Ermittlung von Defiziten quantitativ bewertbarer Parameter ergibt sich aus der Differenz zwischen den Parametern der Nutzeranforderungen und den Parametern der Gebäudeeigenschaften (z.B. Nutzhöhe: 4,20 m (Nutzungsanforderungen) - 3,80 m (Eigenschaftsprofil des Gebäudes) = **0,40 m**)
- Für die Ermittlung von Defiziten qualitativ bewertbarer Parameter (ja/nein) gilt vorrangig die Forderung des Anforderungsprofils (z.B. entkoppelte Fundamente „ja“ (Nutzungsanforderungen) und „nein“ (Eigenschaftsprofil) → „**ja**“)

Für die Zielstellung „Objekt sucht Nutzer“ gilt:

- IIa)** Eine Variante innerhalb der Zielstellung Objekt sucht Nutzer ist der Abgleich von Gebäudeeigenschaften (Plattform - bewertet) und Anforderungsprofilen geeigneter, potenzieller Nutzungen. Die erforderlichen Nutzungsanforderungen müssen hierbei kleiner oder gleich den vorhandenen Gebäudeeigenschaften sein. Eine Berücksichtigung des Gebäudepotenzials erfolgt nicht.
- IIb)** In einem zweiten Vorgehensschritt werden ebenfalls die Gebäudeeigenschaften (Plattform - bewertet) den Anforderungsprofilen gegenübergestellt. Im Gegensatz zu Punkt IIa erfolgt bei dieser Variante des Abgleichs eine Identifikation potenzieller Nutzungen auf Basis Produktionstechnischer Nutzungsgruppen (vgl. 3.7). Auch hier müssen die erforderlichen Nutzungsanforderungen kleiner oder gleich den vorhandenen Gebäudeeigenschaften sein. Eine Berücksichtigung des Gebäudepotenzials erfolgt nicht.
- IIc)** Eine Ausschöpfung des möglichen Gebäudepotenzials, unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, kann das Spektrum potenzieller Nutzungen erhöhen. Hierfür sind die ermittelten Gebäudeeigenschaften den möglichen Fabrikplattformen (vgl. 3.6) gegenüberzustellen. Es können Defizite entsprechend Bild 6 abgeleitet werden, welche als Ausgangspunkt für Überlegungen bzgl. durchzuführender Flexibilisierungsmaßnahmen dienen.

Bild 6 Abgleich von Gebäudeeigenschaften und potenziellen Nutzungsanforderungen auf Basis der Fabrikplattformtypen

Parameter	Einheit	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	Szenario X		Szenario Y		Szenario Z	
			FbF 1	Defizite *)	FbF 2	Defizite *)	FbF 3	Defizite *)
Geometrische Parameter								
Nutzhöhe	m	3,8	4,0	0,2	4,5	0,7	6,0	2,2
Rasterbreite	m	6,0	6,0	0,0	6,0	0,0	6,0	nein
Rasterlänge	m	15,0	6,0	nein	6,0	nein	12,0	nein
Höhe unter Kranhaken	m	-	-	nein	-	nein	4,5	4,5
Höhe Tore	m	2,7	2,5	nein	3,0	0,3	4,5	1,8
Breite Tore	m	2,8	3,0	0,2	3,5	0,7	3,0	0,2
Belastungsparameter								
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	12,0	10,0	nein	20,0	8,0	30,0	18,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	10,0	16,0	6,0	17,5	7,5	20,0	10,0
Überflurgeb. Transportsystem	kN	-	-	nein	-	nein	50,0	50,0
Ver- und Entsorgungsparameter								
Strom	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Wasser	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Wärme	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Druckluft	ja/nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Reinstraum	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Störwirkungsparameter								
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Brandgefährdung	n/m/h	mittel	niedrig	nein	niedrig	nein	mittel	nein
Nutzung von Mehrgeschossen	ja/nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein

Durch die Aktivierung des Potenzials, aufbauend auf dem Fabrikplattformkonzept, ist es möglich, Gebäudestrukturen zu generieren, die für mehrere nacheinander folgende Produkt- und Prozesslebenszyklen geeignet sind.

II d) Entsprechend der Vorgehensweise in Punkt II c kann der Abgleich von Eigenschaften und Anforderungen auf Basis der Produktionstechnischen Nutzungsgruppen erfolgen. Im Ergebnis können Defizite, wiederum als Ausgangspunkt für Flexibilisierungsmaßnahmen, abgeleitet werden.

Durch die Anwendung der Produktionstechnischen Nutzungsgruppen als Basis des Abgleichs, kann das Spektrum potenzieller Nutzungen geringer sein als bei den Betrachtungen auf Basis von Plattfortypen (II c). Allerdings können bei einer spezifischen Betrachtung geringere Defizite erwartet werden und somit eine Flexibilisierung bestehender Gebäude- und Infrastrukturen, insbesondere unter wirtschaftlichen Bedingungen sinnvoll erscheinen lassen.

Bild 7 Abgleich von Gebäudeeigenschaften und potenziellen Nutzungsanforderungen auf Basis Produktionstechnischer Nutzungsgruppen

Parameter	Einheit	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	Szenario X		Szenario Y		Szenario Z	
			PNG 2	Defizite *)	PNG 3	Defizite *)	PNG 4	Defizite *)
Geometrische Parameter								
Nutzhöhe	m	3,8	3,5	-0,3	4,5	0,7	5,5	1,7
Rasterbreite	m	6,0	6,0	nein	6,0	nein	6,0	nein
Rasterlänge	m	15,0	6,0	nein	6,0	nein	12,0	nein
Höhe unter Kranhaken	m	-	-	nein	-	nein	4,0	4,5
Höhe Tore	m	2,7	3,0	nein	3,0	0,3	4,0	1,3
Breite Tore	m	2,8	3,0	0,2	3,0	0,2	3,0	0,2
Belastungsparameter								
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	12,0	10,0	nein	15,0	3,0	15,0	3,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	10,0	15,0	5,0	15,0	5,0	17,5	7,5
Überflurgeb. Transportsystem	kN	-	-	nein	-	nein	50,0	50,0
Ver- und Entsorgungsparameter								
Strom	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Wasser	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Wärme	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Druckluft	ja/nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Reinraum	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Störfwirkungsparameter								
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Brandgefährdung	n/m/h	mittel	mittel	nein	niedrig	nein	mittel	nein
Nutzung von Mehrgeschossen	ja/nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein

2.2.5 Flexibilisierung

Mit dem durchgeführten Abgleich in unterschiedlichem Detaillierungsgrad werden Defizite (Delta - Parameter) ermittelt. Diese sind Grundlage für die folgende Flexibilisierung. Eine Anpassung kann innerhalb der Produktions-, Gebäude- und/oder Infrastrukturebene erfolgen und ist abhängig vom Grad der angestrebten Flexibilisierung.

Für eine Anpassung der Gebäudeeigenschaften an die Nutzungsanforderungen sind auf den verschiedenen Betrachtungsebenen Flexibilisierungsvarianten in verschiedenen Arbeitskatalogen zusammengestellt. Man unterscheidet die Kataloge hinsichtlich der Flexibilisierung von:

- Produktionsstruktur (PE)
- Tragwerksstruktur - Primärstruktur (P)
- Hülle und Ausbau - Sekundärstruktur (S)
- Technische Gebäudeausrüstung - Tertiärstruktur (T)

Erläuterungen zu den Arbeitskatalogen

Im Zuge der Erarbeitung von Flexibilisierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen wurde eine Gliederung nach Bauteilen und Baugruppen vorgenommen, um so entsprechend dem erforderlichen Flexibilisierungsgrad die verschiedenen Stufen der Bauteilertüchtigung zu erfassen. Die baulichen Eingriffe sind nach dem Maß der Schwierigkeit aufsteigend sortiert und ermöglichen eine grenzwertbezogene Betrachtung.

Die Maßnahmenkataloge umfassen die Flexibilisierungsmöglichkeiten für die Primärstruktur (Tragwerk), für die Sekundärstruktur (Hülle und Ausbau), für die Tertiärstruktur (TGA) und die Flexibilisierungs- und Optimierungsmöglichkeiten der Produktionsstruktur.

Im Katalog PE (vgl. 3.9) werden die Gestaltungsvarianten für die Produktionsebene, im Katalog P (vgl. 3.10) die der Primärstruktur detailliert beschrieben. Der Katalog S (vgl. 3.11) skizziert die Gestaltungsvarianten für die Sekundärstruktur und gliedert sich in einen Bauteilkatalog (BTK I bis V) und einen Modulkatalog (M 1 bis M 7). Der Katalog T (vgl. 3.12) beschreibt die Flexibilisierungsmaßnahmen im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung.

2.2.6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Kostenkalkulation der technisch und betriebswirtschaftlich messbaren Faktoren im Rahmen der Projektentscheidung muss den Baubetrieb, den Gebäudebetrieb, die Gebäudelebensdauer und die Verweildauer der baulichen Konstruktion berücksichtigen.

Zu betrachten ist einerseits die Harmonisierung der Lebenszyklen (Prozess und Gebäude) und andererseits der Einsatz multifunktionaler flexibler Module, die eine Umstellung auf neue Systemtechnologien möglichst problemlos gewährleisten. Analog zu den Tendenzen der Produktionszyklen hat sich auch der Lebenszyklus von Gebäuden in den letzten Jahrzehnten verkürzt. Eine Verlängerung des Lebenszyklus ist jedoch nicht zuletzt unter ökologischen Gesichtspunkten anzustreben.

Durch Revitalisierung, Modernisierung und Umbau können Gebäude und Anlagen bestehender Fabriken im Sinne flexibler Fabrikstrukturen entwickelt werden. Dies trägt zur nachhaltigen und verlängerten Nutzung von Ressourcen bei und steigert die Wettbewerbsfähigkeit bestehender Standorte.

Die Gestaltung ökonomischer und ökologischer Industriegebäude wird wesentlich durch die einfache Austauschbarkeit und Erweiterbarkeit mit standardisierten Modulen, von der Hülle bis zum technischen Ausbau, möglich. Über das Standardisieren von Gebäudeteilen hinaus ist die Modularisierung eine wichtige Voraussetzung, um Fabriken das Wachsen und Schrumpfen in wirtschaftlicher Weise zu ermöglichen.

Ähnlich der Einteilung der Strukturebenen bei der Betrachtung der Flexibilisierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen können den Bauteilen und Baugruppen verschiedene Lebenszyklen zugeordnet werden.

Dies sind mit der längsten anrechenbaren Standzeit der Rohbau und der Dachstuhl, gefolgt von der Hülle, Dach-, Putz- und Metallbauteilen, Fenstern und den Leitungsnetzen der Technischen Gebäudeausrüstung. Kürzere Standzeiten besitzen die Ausbaugewerke. Zu ihnen zählen unter anderem die Bodenbeläge, Flachdachabdichtungen, Spenglerarbeiten, aber auch die Sanitärausbauten. Die kürzesten Erneuerungszyklen haben die Elektroinstallationen, Apparate und Brenner des technischen Ausbaues und die Oberflächenbeschichtungen der Baugewerke mit den Maler- und Tapeziererarbeiten.

Fabrikbetrieb und Gebäude

Aufgrund der nutzungsbedingt stark differenzierten Ausbildung der Fabrik- bzw. Industriebauten sind allgemeingültige Aussagen hinsichtlich der wirtschaftlich sinnvollen Verwertbarkeit bestehender Strukturen nur schwer möglich.

In einer nach funktionaler Schichtung in Primär- (Rohbau/Tragwerk), Sekundär- (Hülle/Ausbau) und Tertiärstruktur (TGA) gegliederten Betrachtung lassen sich prinzipielle Aussagen ableiten. Die Primärstruktur ist die nachhaltigste und elementarste Baustruktur eines Gebäudes und zieht im Falle einer erforderlichen Umbaumaßnahme die meisten Aufwendungen und Kosten nach sich, sodass im Zuge der Planung versucht wird, den Umbau der Primärstruktur zu minimieren. Bei Restrukturierungsmaßnahmen werden in der Regel einzelne Teile der Primärstruktur modifiziert oder ersetzt; im Gegensatz zu den untergeordneten Systemen, die häufig bis zu 100 % erneuert werden.

Die aktuellen Baukosten von Fabrik- und Werkstattgebäuden für Restrukturierungsmaßnahmen pro m² Nutzfläche sind im Durchschnitt 15 – 20 % höher gegenüber den Kosten für Neubaumaßnahmen.⁸

Signifikant ist bei Betrachtung der unterschiedlichen Kostengruppen nach DIN 276, dass im Vergleich von Restrukturierung und Neubau die größten Unterschiede bei der Kostengruppe „tragende Bauteile“ auftreten. Beträgt bei dem Neubau der Anteil um die 30 %, so liegt dieser Anteil bei der Restrukturierung im Durchschnitt unter 10 %. Dafür liegen die Hauptanteile der Kosten eindeutig im Bereich der nichttragenden Konstruktionen⁹.

Dementsprechend sind im Sinne der wirtschaftlichen Optimierung vor allem Maßnahmen bei der Gestaltung der Hülle, der Ausbauteile oder Module und der TGA sinnvoll.

⁸ Statistisches Bundesamt Deutschland - Ausführliche Ergebnisse zur Wirtschaftsleistung im 1. Quartal 2004, www.statistik-bund.de

⁹ Quelle: BKI Baukosten Informationszentrum der Architektenkammern

Untersuchungen haben ergeben, dass die Betriebskosten bis zu 35 – 45 % der Gesamtnutzungskosten ausmachen (einschließlich Reinigungs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten). Einen wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben deshalb auch die Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung. Die wirtschaftliche Gebäudebetrie­bung als solche, die sich in den Betriebskosten, schwerpunktmäßig im Heizenergie- und Trinkwasser­verbrauch, Beleuchtung und Abwasserversorgung niederschlägt, aber auch die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Versorgung der genutzten Produktionsflächen, beeinflussen die mit der Nutzung entsprechender Flächen, Gebäudeteile oder ganzer Gebäude verbundenen Kosten wesentlich.

Folgende Schwerpunkte sollten besonders beachtet werden:

- Sowohl beim Neubau als auch bei der Rekonstruktion von Gebäuden muss die Energieeinsparverordnung Berücksichtigung finden. Die derzeit zu konstatierende schnelle Innovationsrate bei Wärmeerzeugern zieht nach sich, dass Anlagen mit 10 – 12 Jahren Alter nach heutigen Maßstäben bereits nicht mehr wirtschaftlich arbeiten können. Hingegen führen die steigenden Energiekosten in aller Regel zu einer Verkürzung der Amortisationszeit der Ersatzinvestitionen.
Das Betreiben effizienter Wärmeerzeugern an alten Wärmeverteilnetzen ist nicht zu empfehlen, da hierbei zu hohe Betriebskosten zu erwarten sind.
- Eine Komplettversorgung mit entsprechenden Reserven und die zentrale Bereitstellung bzw. Erzeugung produktionsspezifischer Versorgungsmedien sollte nur bei langfristigen Nutzungsperspektiven (über 4 – 6 Jahre) erfolgen.
- Kurzfristige Nutzungen oder solche, die in ihrer Nutzungszeit nicht überschaubar sind, sollten anforderungskonform und ggf. mit dezentraler oder lokaler Bereitstellung bzw. Erzeugung produktionsspezifischer Versorgungsmedien erfolgen. Die entsprechende Anmietung bzw. ein Leasing notwendiger Anlagen sind in die Überlegungen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten einzubeziehen.
- Planerischen Vorhaltungen und Reserven in Form von Raum und Fläche ist gegenüber tatsächlichen, gegenständlichen Anlagenreserven der Vorrang zu geben. Raum- und Flächenreserven bei Träger- und Trassensystemen sollten nur dann vorgesehen werden, wenn das Nutzungspotenzial vorhanden ist und die unmittelbar geplante Nutzungszeit, so weit überschaubar, nur kurzfristig ist. Bei der Festlegung und Dimensionierung der technischen Infrastruktur sollte ein wirtschaftlicher Variantenvergleich durchgeführt werden, in dessen Ergebnis unter Berücksichtigung kurz-, lang- und mittelfristiger Perspektiven eine entsprechende Systemauswahl erfolgen kann.

Modell zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit

Grundlage für die Anpassung der Gebrauchseigenschaften an die Gebrauchsanforderungen im Rahmen nutzerspezifischer Flexibilisierungsmaßnahmen ist die Tötigung von einer oder mehreren Investitionen.

„Eine Investition ist eine für eine längere Frist beabsichtigte Bindung finanzieller Mittel in materiellen oder immateriellen Objekten, mit der Absicht, diese Objekte in Verfolgung einer individuellen Zielsetzung zu nutzen.“¹⁰

Obleich sich die Definition auf materielle und immaterielle Objekte bezieht, spielen für die nutzungsspezifische Flexibilisierung meist nur materielle Objekte eine Rolle. Diese können z.B. in Form der Erhöhung der Bodenbelastung oder der Nutzhöhe, der Installation einer Krananlage oder ähnlicher Objekte auftreten.

Aus Sicht der Nachhaltigkeit und einer verbesserten zukünftigen Nutzungsfähigkeit bestehender Fabrikstrukturen sollten Art und Umfang von baulichen Investitionen die in Abschnitt 2.2.4 aufgezeigten Varianten berücksichtigen. Diese Vorgehensweise impliziert eine Betrachtung über ein mögliches Nutzerspektrum (keine speziellen Lösungen für einen bestimmten Nutzer), verlangt allerdings gleichzeitig eine mit Unsicherheit verbundene Entscheidungsfindung.

Ausgangspunkt des zu entwickelnden Modells ist eine Investitionszahlung, die sich aus der Summe der Kosten aller baulichen Maßnahmen ergibt. Die Durchführung von Flexibilisierungsmaßnahmen ist dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn eine Amortisation der Kosten (hergerufen durch Erschließungs- und Baumaßnahmen) erfolgen kann. Einerseits ist dies bei Veräußerung des Objektes über einen erzielbaren Verkaufspreis möglich. In der Praxis häufiger vertreten sind allerdings Nutzungsvereinbarungen, wie z.B. Mietverträge, über einen definierten Zeitraum (z.B. Lebenszyklus). Hierbei muss sich die Investition über regelmäßige Zahlungsströme (z.B. Mietzins) refinanzieren lassen.

Im Hinblick auf die Entwicklung eines Modells zur Verrechnung von Flexibilisierungsinvestitionen soll das Modell der Kapitalwertmethode näher betrachtet werden. Die Kapitalwertmethode dient zur Beurteilung von Investitionen bzw. Investitionsalternativen hinsichtlich der monetären Zielgröße Kapitalwert. Unter dem Kapitalwert ist die Summe aller auf einen Zeitpunkt ab- bzw. aufgezinsten Ein- und Auszahlungen zu verstehen, die durch die Realisation eines Investitionsobjektes verursacht werden.¹¹ Die Kapitalwertmethode legt einen einheitlichen Kalkulationszinssatz zugrunde, zu dem finanzielle Mittel in beliebiger Höhe angelegt oder aufgenommen werden können. Der Kapitalwert ist im Rahmen dieser Betrachtungen auf den Beginn des Planungszeitraumes zu beziehen, d.h. auf den Zeitpunkt unmittelbar vor den ersten Zahlungen. Die Summe aller auf diesen Zeitpunkt abgezinsten Zahlungen, die durch ein Investitionsobjekt bewirkt werden, ergibt damit den Kapitalwert.

¹⁰ Kern W Investitionsrechnung, S. 8

¹¹ Busse von Colbe W, Lassmann G Investitionstheorie, S. 47

Der Kapitalwert stellt einen Barwert dar, der sich als ein Geldvermögenszuwachs interpretieren lässt, den das Investitionsobjekt zu Beginn des Planungszeitraums unter Berücksichtigung von Zinsen erbringt.

Bei der Anwendung des Kapitalwertmodells zur Verrechnung von Flexibilisierungsinvestitionen müssen alle Kosten, die zur Durchführung der Flexibilisierungsmaßnahmen notwendig sind, zu einer Investition zusammengefasst werden. Diese Investition, im Folgenden als Flexibilisierungsinvestition bezeichnet, verursacht im Falle ihrer Realisierung eine Auszahlung zum Zeitpunkt $t = 0$. Dieser Auszahlung stehen eine Reihe von Einzahlungen z.B. in Form des Mietzins entgegen, die sich über einen bestimmten Planungszeitraum ($t = n$) erstrecken. In diesem Modell wird davon ausgegangen, dass die im Zeitverlauf auftretenden Einzahlungen am Kapitalmarkt zu einem entsprechenden Zinssatz i angelegt werden können. Die Durchführung der Flexibilisierungsinvestition ist dann sinnvoll, wenn die Summe der Barwerte vom Zeitpunkt der ersten Zahlung ($t = 1$) bis zum Zeitpunkt der letzten Zahlung ($t = n$) mindestens der Flexibilisierungsinvestition entspricht und somit einen Kapitalwert hervorbringt, der gleich oder größer als Null ist (absolute Vorteilhaftigkeit). Vereinheitlicht man diese Überlegung, so kommt man auf folgende Kapitalwertformel:

$$KW_{Flex.} = -A_0 + \sum_{t=1}^n e_t * (1+i)^{-t}$$

A_0	Flexibilisierungsinvestition zum Zeitpunkt $t = 0$
i	Zinssatz am Kapitalmarkt
t	Zeitindex
e_t	Einzahlung zum Zeitpunkt t

Bei festgelegter Flexibilisierungsinvestition A_0 , ist der Kapitalwert vom Zeitindex (z.B. Nutzungsdauer) und von der Höhe der Einzahlungen (z.B. Mietzins) abhängig.

Ermittlung und Festlegung der Eingangsgrößen dieses Modells können meist nur unter Unsicherheit erfolgen. Die gilt insbesondere für den Zeitindex (z.B. Nutzungsdauer, Lebenszyklus). Deshalb wird die obige Formel um einen entsprechenden Risikofaktor ergänzt. Mit Hilfe des Risikofaktors r (Senkung des Kapitalwertes um r -Prozent) soll ein Teil der Unsicherheit in diesem Modell berücksichtigt werden. Die entsprechende Formel lautet somit:

$$KW_r = (1-r) * KW_{Flex.} = (1-r) * \left(-A_0 + \sum_{t=0}^n e_t * (1+i)^{-t} \right)$$

Das entwickelte Modell zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Flexibilisierungsmaßnahmen soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden.

Für die Durchführung von Flexibilisierungsmaßnahmen z.B. innerhalb von Gebäude- und Infrastrukturebene wird eine Investition zum Zeitpunkt $t = 0$ in Höhe von 750.000 € angenommen. Dies entspricht der Flexibilisierungsinvestition A_0 . Weiterhin sollen sich in diesem Beispiel die Einzahlungen aus einem monatlichen Mietzins ergeben.

Die gesamten Einzahlungen zum Zeitpunkt t errechnen sich wie folgt:

$$e_t = a * m_{\text{Monat}} * 12$$

a	gemietete Hallenfläche in m ²
m _{Monat}	Kaltniete pro Monat in €/m ²
e _t	Gesamtmietpreis pro Jahr in €

Als weitere Eingangsgrößen werden die relevante Fläche (z.B. mietvertraglich vereinbarte Fläche), der Kapitalmarktzins sowie der Risikofaktor festgelegt. Nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Eingangsgrößen in einer Übersicht.

Tab. 2 Eingangsgrößen des Modells zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit

	Größe	Einheit	Wert (Beispiel)
Flexibilisierungsinvestition	A ₀	€	750.000,00
gemietete Hallenfläche	a	m ²	4.500
Kaltnietpreis	m _{Monat}	€/m ²	2,50
Gesamtmietpreis pro Jahr	e _t	€	135.000,00
Zinssatz am Kapitalmarkt	i	%	3,50
Risikofaktor	r	%	6,00

Nach Anwendung der oben aufgeführten Formel, lassen sich Barwerte, risikobereinigte Barwerte sowie Kapitalwerte der Flexibilisierungsinvestition ermitteln.

Tab. 3 Kapitalwertermittlung

Mietdauer t	Einnahmen e _t	Barwert in t	kummulierte Barwerte	risikobereinigte kumm. Barwerte	Kapitalwert
1	135.000,00	131.707,32	131.707,32	123.804,88	-626.195,12
2	135.000,00	128.494,94	260.202,26	244.590,12	-505.409,88
3	135.000,00	125.360,92	385.563,18	362.429,39	-387.570,61
4	135.000,00	122.303,34	507.866,52	477.394,53	-272.605,47
5	135.000,00	119.320,33	627.186,85	589.555,64	-160.444,36
6	135.000,00	116.410,08	743.596,92	698.981,11	-51.018,89
7	135.000,00	113.570,81	857.167,73	805.737,67	55.737,67
8	135.000,00	110.800,79	967.968,52	909.890,41	159.890,41
9	135.000,00	108.098,33	1.076.066,85	1.011.502,84	261.502,84
10	135.000,00	105.461,78	1.181.528,63	1.110.636,91	360.636,91

Tabelle 3 zeigt beispielhaft, dass die Flexibilisierungsinvestition in diesem Fall bei einer Nutzungsdauer zwischen 6 und 7 Jahren als vorteilhaft zu bewerten ist. Die genaue Ermittlung des Amortisationszeitpunktes (AZ – bei KW = 0) kann mittels linearer Interpolation erfolgen:

$$AZ \approx t^* + \frac{KW_{t^*}}{KW_{t^*} - KW_{t^*+1}}$$

t^* Periode, in der letztmalig ein negativer kumulierter Barwert bzw. nutzungszeitabhängiger Kapitalwert auftritt
 KW_{t^*} negativer Kapitalwert in Periode t^*
 KW_{t^*+1} positiver Kapitalwert in der Folgeperiode von t^* ($t^* + 1$)

Es ergibt sich eine Amortisationszeit von 6 Jahren und 6 Monaten.

Dieses Modell zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit ermöglicht einerseits die Bestimmung des Amortisationszeitpunktes bei gegebenen Eingangsdaten. Andererseits kann eine Zielwert-suche über die einzelnen Größen – Flexibilisierungsinvestition, relevante Fläche, Höhe der Einnahmen, Kapitalmarktzins und Risikofaktor – bei festgelegtem Zeitindex t erfolgen. Somit kann beispielsweise die Höhe der Einnahmen (z.B. Mietzins) berechnet werden, die für eine Amortisation der Flexibilisierungsinvestition innerhalb einer festgelegten Nutzungsdauer erforderlich ist.

Das Bewertungsmodell ist damit verschiedenartig, in Abhängigkeit der Zielgröße, flexibel anwendbar. Die durch die Umsetzung von Flexibilisierungsmaßnahmen entstehenden Kosten können durch dynamische Investitionsrechenverfahren verursachungsgerecht bewertet werden. Dies stellt für Immobilien-Betreiber ein Hilfsmittel zur Beurteilung von Investitionsentscheidungen dar. Bauliche Flexibilisierungsmaßnahmen müssen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet werden. Dies ist eine Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Konzept zur Flexibilisierung bestehender Fabrikstrukturen.

3 Arbeitskataloge zum Leitfaden
3.1 Nutzer sucht Objekt

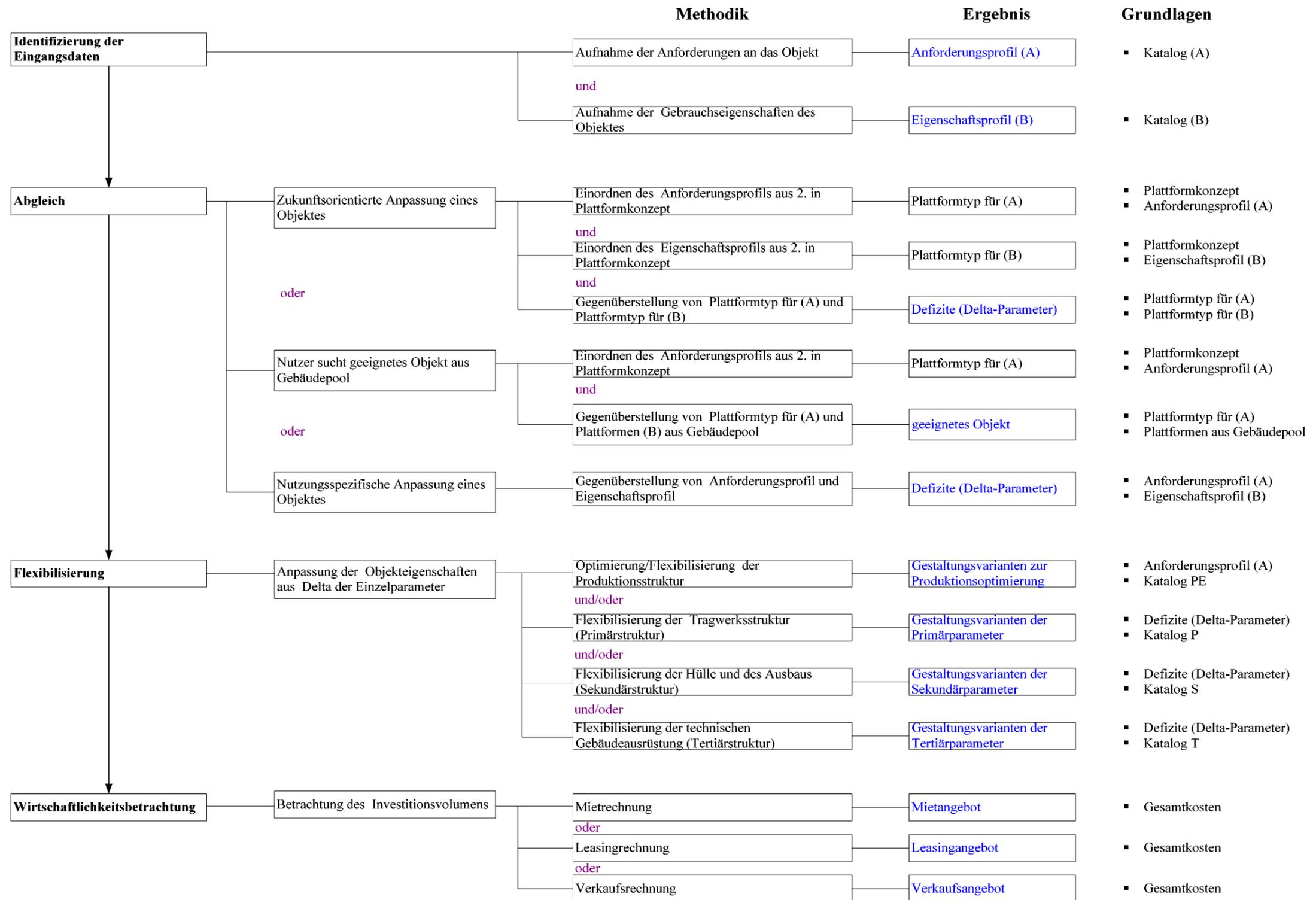


Bild 8 Ablaufstruktur - Nutzer sucht Objekt

3.2 Objekt sucht Nutzer

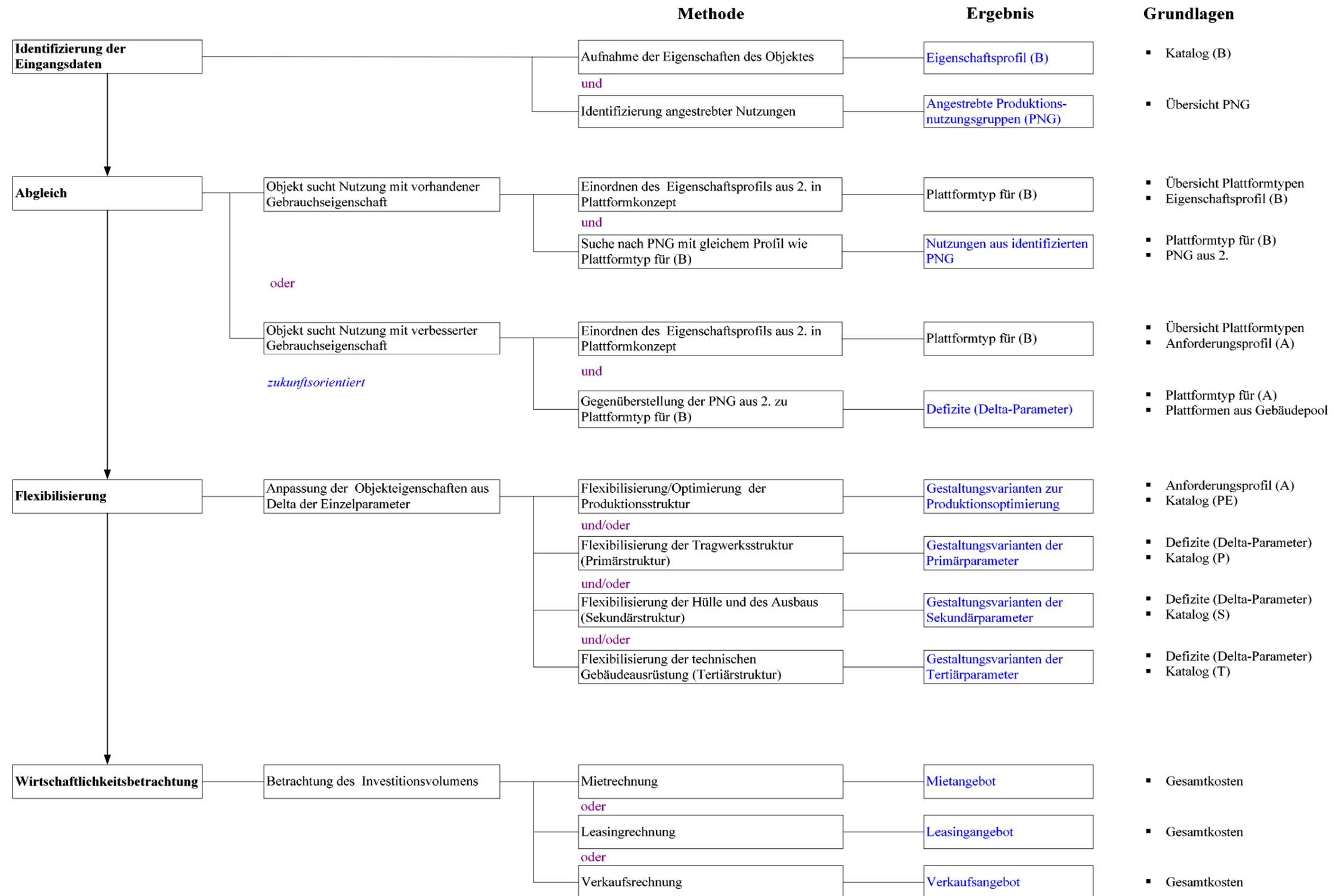


Bild 9 Ablaufstruktur - Objekt sucht Nutzer

3.3 Katalog (A) – Ermittlung der Nutzungsanforderungen

3.3.1 Checklisten zur Aufnahme der Nutzungsanforderungen

Firma: Datum:

Branche:

Kontaktperson: Telefonnr.:

Anzahl der Mitarbeiter: Produktion: ____ Lager: ____ Verwaltung: ____

1. Geometrische Parameter

Es sind die tatsächlich notwendigen bzw. die zukünftig erforderlichen Gebäudeanforderungen zu erfassen.

Anzahl der räumlich getrennten Produktionsbereiche:

Anforderungen		Produktionsbereich			Lager	Verwaltung	Nebenbereiche
		1	2	3			
Gesamtfläche	<i>m²</i>						
Nutzhöhe	<i>m</i>						
Stützenraster	<i>m x m</i>						
Torabmessungen (Breite x Höhe)	<i>m x m</i>						

2. Bodenbelastung

Es ist die maximal erforderliche Bodenbelastung der Bodenplatte zu erfassen. Bitte zutreffendes in der jeweiligen Spalte ankreuzen.

Bodenbelastung	Produktionsbereich			Lager	Verwaltung
	1	2	3		
bis 5 kN/m ² (500 kg/m ²)	<input type="checkbox"/>				
bis 10 kN/m ² (1000 kg/m ²)	<input type="checkbox"/>				
bis 15 kN/m ² (1500 kg/m ²)	<input type="checkbox"/>				
bis 20 kN/m ² (2000 kg/m ²)	<input type="checkbox"/>				
bis 30 kN/m ² (3000 kg/m ²)	<input type="checkbox"/>				
bis	<input type="checkbox"/>				
entkoppelte Fundamente notwendig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

3. Logistik / Transportorganisation

Für alle Anforderungen ist die Sollsituation anzugeben.

	Produktionsbereich		
	1	2	3
A Flurgebundenes Transportsystem	Max. Tragfähigkeit [t]	Max. Tragfähigkeit [t]	Max. Tragfähigkeit [t]
1. manuelle Hubwagen			
2. mechanische Hubwagen			
3. Stapler			
4. Transportwagen			
5. Flurgebundene Fördersysteme (Rollen-, Kettenförderer, ...)			

	Produktionsbereich					
	1		2		3	
B Überflurtransportsystem	Max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	Max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	Max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]
1. Aufzug						
2. Brückenkran						
3. Schwenkkran						
4. Überflurgebundenes Fördersystem (Elektrohängebahn, Kreisförderer)						

4. Ver- und Entsorgungsparameter (Haustechnik)

Benötigte Ver- und Entsorgung bereitgestellt über **Leitungsnetze**. Bitte zutreffendes ankreuzen. Die Medien Strom, Wärme, Wasser werden als Grundanforderungen vorausgesetzt.

Ver- und Entsorgung	Produktionsbereich			Lager	Verwaltung
	1	2	3		
Abluft	<input type="checkbox"/>				
Druckluft	<input type="checkbox"/>				
Klimatisierung	<input type="checkbox"/>				
Reinraum	<input type="checkbox"/>				
Technische Gase	<input type="checkbox"/>				
Späneentsorgung	<input type="checkbox"/>				
Prozesswärme/-kälte	<input type="checkbox"/>				
Elektroenergie/Antrieb	<input type="checkbox"/>				

5. Störwirkungen

Störwirkungen	Produktionsbereich			Lager
	1	2	3	
natürliche Beleuchtung erforderlich	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
Lärmemission (dB) ¹				
Brandgefährdung ²	<input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch			

¹ Emissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel innerhalb des Gebäudes

² Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133

6. Produkte und Hilfsstoffe

- verarbeitete Materialien:

Bei den anzugebenden Materialien sind die Transportgrößen (Bund-, Stangenmaterial, Fass, Coil, ...) sowie die schwersten oder sperrigsten Materialien/Produkte bedeutsam.

Material und Produkte	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe [mm]	Gewicht [kg]	Stückzahl [Schicht]	Zuordnung Bereich			Zuordnung Logistik (A1 – B4)		
						1	2	3	1	2	3
Ausgangsprodukte											
1.											
2.											
3.											
Hilfsstoffe											
1.											
2.											
3.											
Endprodukte											
1.											
2.											
3.											

Die Checklisten zur Aufnahme der Nutzungsanforderungen enthalten die als wesentlich identifizierten Geometrie-, Belastungs-, Störwirkungs- sowie Ver- und Entsorgungsparameter. Dies sind:

- Fläche der Fertigungsbereiche/Gesamtfläche
- Nutzhöhe und Höhe unter Kranhaken
- Höhe/Breite von Durchfahrten und Tore
- Stützenraster
- Bodenbelastung
- Logistik und Transportorganisation
- Ver- und Entsorgungsparameter (Haustechnik)
- Störwirkungen
- Produkte und Hilfsstoffe

In den nachfolgenden Ausführungen werden Rechenmethoden und Arbeitshilfen zur Erfassung der Nutzungsanforderungen erläutert.

3.3.2 Fläche der Fertigungsbereiche/Gesamtfläche

Eine entscheidende Kenngröße zur Beurteilung der Nutzbarkeit bestehender Fabrikstrukturen ist die für den Wertschöpfungsprozess erforderliche Fläche. Die Funktionsbereiche von Produktionsunternehmen stellen je nach Ausprägung unterschiedliche Flächenanforderungen. Im Rahmen dieser Betrachtungen werden Produktions-, Lager-, Verwaltungs- und Nebenfläche unterschieden. Der *Produktionsfläche* sind alle erforderlichen Flächen zur Unterbringung von Arbeitskräften, -mitteln, -gegenständen sowie Vorrichtungen/Werkzeugen/Prüfmitteln für Fertigung und Montage zuzuordnen. Weiterhin sind Logistikflächen für flurgebundene Transporte, Abstell- und Zwischenlagerflächen im Produktionsbereich zu berücksichtigen. *Flächen im Bereich Lager* werden benötigt für die Lagerung an sich, Verkehrswege, Kommissionierung und Bereitstellung sowie für den Wareneingang und Warenausgang. Innerhalb der *Flächen des Verwaltungsbereiches* finden die Funktionen, wie beispielsweise Rechnungswesen, Personalwesen, Einkauf, Vertrieb und Unternehmensleitung, statt. Auch einige Hilfsfunktionen, wie z.B. Arbeitsvorbereitung und Fertigungssteuerung, können diesem Bereich zugeordnet werden. Zu den *Nebenflächen* gehört der Platzbedarf für produktionsnahe Nebenflächen, die zentrale Haustechnik/Ver- und Entsorgung/zentrale Leitungstrassen sowie für Sozialanlagen und Sanitäreanlagen. Die Unterteilung dieser Flächenarten stellt einerseits eine Klassifizierung dar, andererseits resultieren aus der verschiedenen Flächennutzung sehr unterschiedliche bauliche Bedingungen (z.B. Nutzhöhe, Bodenbelastung). Die nachfolgenden Ausführungen sollen der Ermittlung der Flächenbedarfe dienen. Dabei werden sowohl abstrakte als auch projektbezogene Methoden zur Flächenbedarfsbestimmung aufgezeigt.

Produktionsbereich

Bei der *Flächenbestimmung mit Kennziffern* handelt es sich um eine überschlägige Berechnungsmethode, bei der die Hochrechnung des Flächenbedarfs aufgrund einer Kennzahl erfolgt. Die Anwendung solcher Kennzahlen stellt sich nicht einfach dar. Von Bedeutung ist, dass der jeweils dominierende Einflussfaktor (technologisches Profil, Arbeitsplatz, Materialdurchsatz etc.) zugrunde gelegt wird. Weiterhin zeigt sich, dass die Kennzahlen von Branche zu Branche, aber auch von Betriebsart zu Betriebsart sehr unterschiedlich sein können. Dies verdeutlichen auch die nachfolgenden Tabellen:

Tab. 4 Beispiel für Flächenkennziffern (Materialdurchsatz)¹²

Flächenkennzahlen Verfahrenstechnische Industrie; 1-Schichtbetrieb; mittlere Größe Leistungsvermögen in Tonnen pro Monat [t/Mo], bezogen auf je 1000 m² Nutzfläche	
Formgießerei (Kleinguss, Edelstahl)	40 – 50 t/Mo
Formgießerei (mittel)	50 – 100 t/Mo
Lamellenstore, je nach Sorte (ohne Zubehörfertigung)	5 – 10.000 m ² /Mo
Elektromotor-Reparatur (1-100 KW)	14 – 160 Einheiten/Mo
Zigarettenfabrikation	12 – 16 t/Mo
Zigarrenherstellung	5 – 7 t/Mo
Blechverarbeitung (Stahlmöbel)	600 – 800 Einheiten/Mo
Geschweißte Stahlröhren	120 – 150 t/Mo

¹² In Anlehnung an Aggteleky B Fabrikplanung Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung Bd. 2, S. 581

Tab. 5 Branchenspezifische Flächenkennzahlen für den Gesamtflächenbedarf¹³

Branche	Kennzahlbereich [m ² /Pers.]	Mittelwert	Branche	Kennzahlbereich [m ² /Pers.]	Mittelwert
Schwermaschinenbau/Gießerei			Elektrotechnik		
Montage Schwermaschinen	40-80	60	Elektromaschinen und Transformatoren	20-30	25
Energiemaschinen	50-80	70			
Reparatur Schwermaschinen	50-80	70	Montage elektr. Erzeugnisse	20-40	30
Transportausrüstungen	50-100	70	Elektrische Erzeugnisse für Konsum	20-40	30
Sonstige Ausrüstungen und Maschinen	50-100	70			
Schmiede-, Press- und Stanzstücke	60-100	70	Einrichtungen und Geräte für Nachrichtentechnik	20-50	30
Stahlkonstruktion	60-100	80	Sonst. elektr. Erzeugnisse	20-50	30
Eisen- und Stahlgießerei	68-120	90	Sonst. elektr. Erzeugnisse für Produktion	20-50	30
Buntmetallgießerei	68-120	90			
Werkzeugmaschinen, Schmiede- und Pressausrüstungen	68-120	100	Schaltgeräte	20-50	30
			Reparatur elektrischer Erzeugnisse für Konsum	30-70	50
Allgemeiner Maschinenbau			Feinmechanik/Optik		
Montage allg. Maschinebau	20-50	30	Büromaschinen	7-15	10
Lebensmittelindustrie	30-50	40	Messgeräte und Uhren	7-15	10
Reparat. allg. Maschinenbau	25-60	40	Messgeräte und Uhren für Konsum	7-15	10
Sonst. Maschinen/Apparate	30-70	50			
Maschinenteile, Werkzeuge	30-70	50	Sonstige feinmechanische Erzeugnisse	7-15	10
Armaturen	30-70	50	Optische Geräte	7-15	10
Leichtindustrie	50-80	60	Optische Geräte für Konsum	7-15	10
Metallverarbeitende Ind.	40-100	70	Diamantwerkzeuge	7-15	10
Maschinen und Apparate für Grundstoffindustrie	50-110	80			
Bauwirtschaft	60-110	80	Messgeräte und Uhren für Produktion	10-20	15
Metallwaren			Metallwaren		
Technische Eisenwaren	60-100	80	Geräte für Industrie, Landwirtschaft/Gewerbe	70-110	80
Schmiederei, Schlosserei	60-100	80			
Sonstige Werkstätten	60-100	80	Draht und Drahtwaren	80-150	120
Reparaturwerkstätten für Konsum	70-110	80	Metallbedarfserzeugnisse für Konsum	80-150	120

Die *Flächenbestimmung mittels Flächenfaktoren* beruht, ebenso wie andere abstrakte Methoden, auf der Erkenntnis, dass der Flächenbedarf der meisten Betriebe von der Form der Hallen und der layoutmäßigen Aufstellung der Betriebsmittel weitgehend unabhängig ist; außer bei großen Schlüsselmaschinen und verketteten Anlagen. Mit der Kenntnis der Arbeitsmittelgrundfläche kann die erforderliche Fläche des Fertigungsplatzes nach folgender Formel ermittelt werden:

$$A_{FP} = f_x \cdot A_{GFE}$$

A_{FP} : Fertigungsplatzfläche

A_{GFE} : Grundfläche Fertigungseinrichtung

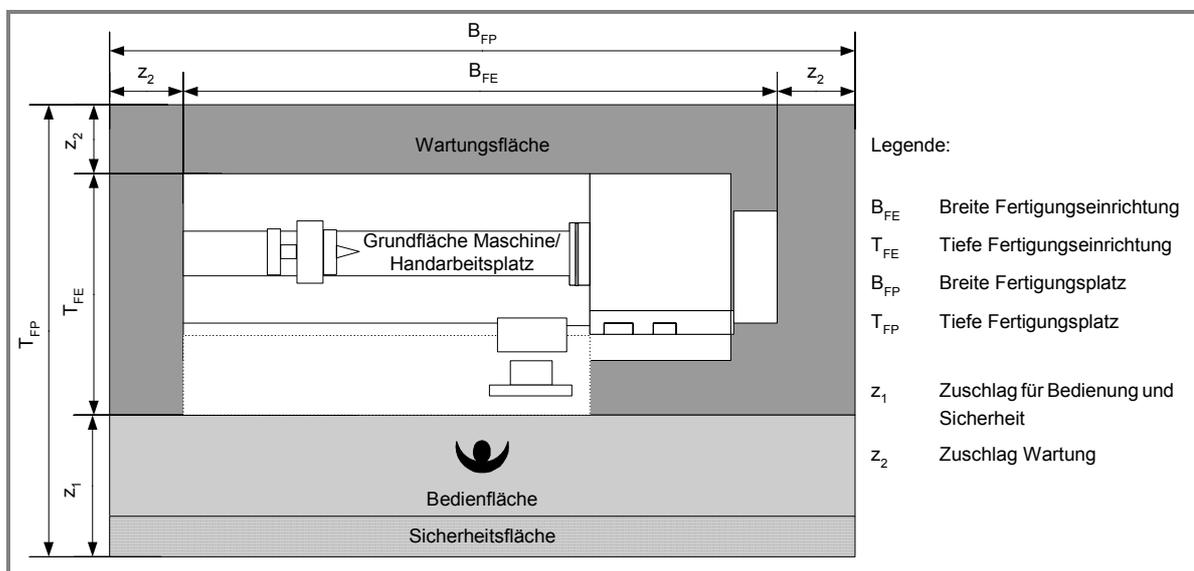
¹³ Janisch H Vorlesungsskripte IBET, S. 16

Tab. 6 Fertigungsplatzflächenfaktoren f_x

A_{GFE} [m ²]	< 0,5	0,5...1	> 1...2	> 2...4	> 4...12	> 12...16	> 16
f_x	6	5	4,5	4	3	2,5	2

Bei dieser Methode zur Flächenbestimmung sind Teilflächen für Transport, Lagerung, Verwaltung usw. separat zu ermitteln (vgl. nachfolgende Ausführungen).

Eine weitere Methodik für die Ermittlung der Betriebsfläche stellt die *Ersatzflächenmethode* dar. Grundlage dieser Vorgehensweise ist die projizierte Betriebsmittelgrundfläche, die auf ein volles Rechteck ergänzt wird. Daraus wird über Zuschläge eine Ersatzfläche für den Fertigungsplatz gebildet (vgl. Bild 10).

Bild 10 Ersatzflächenmethode¹⁴


Als Zuschläge für Bedienung sowie Sicherheitszone gelten an den Bedienungsseiten $z_1=1,0$ m und für die Wartungszone an allen anderen Seiten $z_2=0,4$ m. Die nicht erfassten Flächenanteile können über die Bereitstellfläche A_{BF} abgedeckt werden, die sich aus der Fläche der Transporteinheiten (A_{TE}) und der Anzahl der Transporteinheiten (z_{TE}) ermitteln lässt. Damit kann die Fertigungsplatzfläche (A_{FP}) wie folgt berechnet werden:

$$A_{FP} = (B_{FP} * T_{FP}) + (A_{TZ} * z_{TE})$$

$$B_{FP} = B_{FE} + 0,8$$

$$T_{FP} = T_{FE} + 1,4$$

Neben der Fertigungsplatzfläche, als kleinsten komplexen Flächenbaustein, sind die Flächen für Lager, Transport, Ver- und Entsorgung usw. zu berücksichtigen.

¹⁴ In Anlehnung an Schmigalla H Fabrikplanung, S. 238

Dies kann mittels eines Zuschlagfaktors (f_A) erfolgen. Die Produktionsfläche (A_P) ergibt sich aus:

$$A_P = \sum_j A_{FPj} * f_A$$

Tab. 7 Fertigungsplatzflächenbezogene Faktoren f_A ¹⁵

Flächenkategorie	min....max.	nach Kettner	nach Rockstroh	nach TGL
Fläche für Bereitstellungs- und Zwischenlager	1,20....1,40	1,40	1,20....1,30	1,20
Fläche für Transport	1,25....1,45	1,40	1,25....1,30	1,45
Fläche für Qualitätssicherung	1,13....1,20	-	1,10....1,20	1,13
Fläche für technische Versorgungseinrichtungen	1,10....1,20	-	1,10....1,20	1,10
Fläche für Produktionssteuerung und Leitung	1,10....1,20	-	1,10....1,20	-
Restfläche bzw. Zusatzfläche	1,10....1,20	1,20	-	1,10
	1,78....2,28	2,00	1,55....1,80	1,98

Bei der Flächenbestimmung sind mögliche Überdeckungen der einzelnen Flächen mittels *Überdeckungsgrad* zu berücksichtigen. Der Überdeckungsgrad gibt an, bis zu welchem Grad sich die Funktionsflächen eines Fertigungsplatzes (innerer Überdeckungsgrad) bzw. die Flächen mehrerer Fertigungsplätze (äußerer Überdeckungsgrad) überdecken können, ohne dass sich deren Funktion vermindert. Ein hoher äußerer Überdeckungsgrad ($\eta_{Üä}$) wirkt sich maßgeblich auf die Produktionsfläche (A_P) aus. Es gilt:

$$A_P = (1 - \eta_{Üä}) \sum_j A_{FPj} * f_A$$

Tab. 8 Richtwerte Überdeckungsgrad ($\eta_{Üä}$) bei Mehr-Maschinen-Bedienung (z_{MMB})

Anzahl Mehrmaschinenbedienung - z_{MMB}	1	2	3
Äußerer Überdeckungsgrad - $\eta_{Üä}$	0	0,1	0,2

Bereits bei der Grobdimensionierung der Flächen (vor der detaillierten Layoutplanung) sollte die Überdeckung von Flächenelementen Berücksichtigung finden.

Transportflächen/Verkehrswege sind zur Verkettung der verschiedenen Elemente des Betriebes notwendig. Im Wesentlichen betrifft dies den Materialfluss zwischen den verschiedenen Bereichen des Betriebes, zwischen den einzelnen Abteilungen eines Betriebsbereiches sowie zwischen einzelnen Betriebsmitteln bzw. Arbeitsplätzen innerhalb der Abteilung. Für die Dimensionierung der Hauptverkehrswege müssen die Transportintensität, das Transportsystem, die Transportmittel und die Beschaffenheit des Transportgutes berücksichtigt werden.

¹⁵ Schmigalla H Fabrikplanung, S. 239

Eine wesentliche Frage der Flächenplanung der Transportwege besteht darin, ob das Fertigungsmaterial durch Flurförderer oder durch andersartige Transportmittel bewegt wird, durch die die Transportwege nicht belastet werden (z.B. Kettenförderer).

Die Norm DIN 18 225 Industriebau - Verkehrswege in Industriebauten, Ausgabe Juni 1988, reglementiert spezielle Anforderungen an Verkehrswege in Abhängigkeit der Nutzungsart - Gehverkehr, Fahrverkehr, gemeinsamer Geh- und Fahrverkehr.

Die Mindestbreite der *Wege für Fahrverkehr* richtet sich nach der Breite des Transportmittels bzw. des Ladegutes. Zur Breite a_L des Transportmittels bzw. des Ladegutes ist für Geschwindigkeiten $v \leq 20$ km/h ein Randzuschlag von $2 \times z_1 = 2 \times 0,50$ m = 1,00 m bei Richtungsverkehr, außer dem Randzuschlag noch ein Begegnungszuschlag von $z_2 = 0,40$ m bei Gegenverkehr anzusetzen. Höhere Geschwindigkeiten der Transportmittel erfordern entsprechend größere Werte für z_1 und z_2 . Werden die Wege für den *Fahrverkehr auch zum Gehverkehr* benutzt, so sind die Randzuschläge mit 0,75 m anzusetzen. Gemäß den unterschiedlichen Betriebsbedingungen können bei geringen Verkehrsbewegungen die Begegnungs- und Randzuschläge zusammen bis auf 1,10 m herabgesetzt werden ($2 z_1 + z_2 = 1,10$ m). Gegebenenfalls kann auch bei Gegenverkehr der Verkehrsweg bei genügend Ausweichstellen einspurig geführt werden; dies gilt sinngemäß für Tore und Durchfahrten.

Die Mindestbreite der *Wege für Gehverkehr* a_p ist abhängig von der Anzahl der Personen.

Tab. 9 Mindestwegbreite Gehverkehr¹⁶

Anzahl der Personen (Einzugsgebiet)	Breite ¹ a_p (m)
bis 5	0,875
bis 20	1,00
bis 100	1,25
bis 250	1,75
bis 400	2,25

¹⁾ Baurichtmaß

Die Breite von Verbindungsgängen kann in Ausnahmefällen 0,60 m betragen.

Für Wege, die nur der Bedienung und Überwachung dienen, können die angegebenen Breiten verringert werden. Ihre Maße richten sich nach den besonderen Verhältnissen und sollten mit $b \times h = 0,50$ m x 1,80 m nicht unterschritten werden.

Durch die Anwendung von abstrakten Methoden zur Flächenbedarfsermittlung kann eine gute Planungsgrundlage geschaffen werden. Nachteilig an diesen Methoden ist, dass lediglich eine überschlägige Berechnung der Flächen stattfindet. Die Anwendung projektbezogener Ansätze, bei denen entweder vom Ist-Zustand ausgegangen wird oder auf konkrete, planerische Detailüberlegungen zurückgegriffen werden kann, erhöht die Zuverlässigkeit der Flächenplanungsergebnisse. In diese Gruppe gehören drei praxisnahe Flächenplanungsmethoden:

¹⁶ gemäß DIN 18225 Industriebau - Verkehrswege in Industriebauten

- Hochrechnung des bereinigten Ist-Zustandes
- Flächenplanung in Verknüpfung mit der Layoutplanung
- Flächenbestimmung auf der Basis von Analogien durch Vergleich

Die gebräuchlichste Methodik zur Ermittlung des Flächenbedarfs ist die *Hochrechnung des bereinigten Ist-Zustandes*. Hierbei erfolgen auf Basis des ermittelten Ist-Zustandes eine Bereinigung (z.B. Behebung von Unzulänglichkeiten) und eine Hochrechnung auf den Soll-Zustand aufgrund eines dominierenden Einflussfaktors (vgl. dazu auch Flächenbestimmung mit Kennziffern). Die wohl genaueste und sehr wirklichkeitsbezogene Methode der Flächenbedarfsbestimmung ist die *Layoutplanung*. Durch die Erstellung von Probelayouts oder die Verwendung von Schiebemodellen (physisch oder virtuell) können die speziellen Gegebenheiten und Anforderungen berücksichtigt werden. Allerdings erfordert diese Methodik umfangreiche und genaue Informationen zu Planungsbeginn. Bei der *Flächenbestimmung durch Analogien* werden ähnliche, andere Betriebe zugrunde gelegt und auf Basis der wichtigsten flächenbestimmenden Einflussfaktoren Umrechnungen auf die konkreten Gegebenheiten vorgenommen. Die Qualität der Ergebnisse hängt davon ab, in welchem Maße das Analogieobjekt vergleichbar ist und wie genau die abweichenden Faktoren bekannt sind bzw. berücksichtigt werden können.

Rechtliches: Eine Orientierungshilfe zu den Schwerpunkten Sicherheitstechnik, Schutz Einrichtung, Sicherheitsabstände etc. liefert die DIN 31 000/31 001. Weiterhin sind die Arbeitsmittel-Benutzungsverordnung (AMBV), die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) § 12, § 24, in Verbindung mit der Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) 12/1-3 zu beachten.

Lagerbereich

Die Flächenberechnung für den Lagerbereich lässt sich mittels globaler oder detaillierter Methoden durchführen. Basis für die Lagerdimensionierung bilden dabei das TUL - Leistungsprogramm und die Funktionsbestimmung. Bei der Anwendung detaillierter Methoden sind umfangreiche Eingangsdaten erforderlich, bezogen auf das Leistungsprogramm sowie das Lagersystem inkl. der einzusetzenden Lager- und Transporthilfsmittel. Die wesentlichen globalen Methoden zur Bestimmung der Lagerhauptfunktionsfläche (A_{LHF}) sind:

- auf Basis der Raummasse:

$$A_{LHF} = \frac{Q_H}{m_R * \eta_L * h_L}$$

A_{LHF}	-Lagerhauptfunktionsfläche [m ²]
Q_H	-Lagerungshöchstmenge [t]
m_R	-spezifische Lagermenge (Raummasse) [t/m ³]
h_L	-Höhe der Lagerung [m]
η_L	-Auslastungsgrad des Lagers (0,5...0,8)

Tab. 10 Spezifische Lagermengenwerte bezogen auf die Lagerhauptfunktionsfläche A_{LHF}

Materialart	Stapellagerung		Vertikalständer		Paletten (U-Rahmen)	
	Lagerhöhe [m]	spez. Lagermenge [t/m ³]	Lagerhöhe [m]	spez. Lagermenge [t/m ³]	Lagerhöhe [m]	spez. Lagermenge [t/m ³]
Rundprofil	2,5	3,0 ... 3,5	2,0	2,7 ... 3,5	4,0	2,7
Quadratprofil	2,5	3,5 ... 4,2	2,0	3,0 ... 4,2	4,0	3,0
Walzstahl (mittleres und kleines Profil)	2,5	2,0 ... 2,5	2,0	1,5 ... 2,5	4,0	1,5
Stahlrohr	2,5	1,0 ... 1,6	2,0	1,0 ... 1,3	4,0	1,0

- nach Belastungsrichtwerten:

$$A_{LHF} = \frac{Q_H}{f_{AB}}$$

f_{AB} -spezifischer Flächenbelastungsfaktor [t/m²]

Tab. 11 Belastungsrichtwerte bezogen auf die Lagerhauptfunktionsfläche A_{LHF}

Masse der Teilegruppe [kg]	spezifischer Flächenbelastungsfaktor f_{AB} [kg/m ²]	Lagertechnologie (Lagermittel)
≤ 5	100	Regallagerung (Belastung je Fach)
> 5 ... 10	100	Regallagerung
> 10 ... 50	150	Regallagerung
> 50 ... 100	250	ohne Regal
	350	lose oder im Behälter (Freilager)
> 100	350	lose oder im Behälter (Freilager)

- mit Hilfe von Flächenfaktoren:

$$A_{LHF} = \frac{Q_H}{f_L}$$

f_L -Lagerungsfaktor
(mittlerer Flächenbedarf für eine Tonne Lagergut)

Tab. 12 Werte für den Lagerungsfaktor f_L bezogen auf die Lagerhauptfunktionsfläche A_{LHF}

Materialart	Art der Lagerung	Flächenbedarf [m ²] für 1 Tonne Material bei Lagerhöhe					
		1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m	6,0 m
Guss	auf Boden gestapelt	0,60	0,47	---	---	---	---
Guss	in Regalen	---	---	0,36	0,30	0,24	0,31
Blech	in Regalen	---	---	0,22	0,15	0,13	500 kg/Fach 41 m ² /Fach
Profile	in Regalen	---	---	0,28	0,22	0,18	
Kauf- und Normteile	in Regalen	---	---	0,34	0,24	0,20	

Mittels der aufgeführten globalen Methoden ist die Ermittlung der Lagerhauptfunktionsfläche als Näherungswert möglich. Mit diesen Berechnungsmethoden können jedoch keine hochgenauen Ergebnisse erzielt werden. Hierfür müssen die entsprechenden detaillierten Methoden wie z.B. die Dimensionierung eines Hochregallagers auf Basis des Leistungsprogramms Anwendung finden.

Verwaltungsbereich

Die Flächen für Funktionen wie beispielsweise Rechnungswesen, Einkauf, Arbeitsvorbereitung und Fertigungssteuerung können detailliert mittels spezifischer Layoutplanung ermittelt werden oder über weitläufig verwendete Flächenkennwerte. Nachfolgende Tabelle soll hierfür eine Orientierungshilfe darstellen.

Tab. 13 Flächenkennwerte Verwaltungsbereich¹⁷

Art der Teilflächen	Dimension und Bezugsbasis
Verwaltungsbüro	
- Meister	8-12 m ² (14-18 m ²) pro Person (2 Personen)
- Sekretärin	12-15 m ² pro Person
- Zeichner, Konstrukteure	14-18 m ² pro Person
Sozialraum	1,8 m ² pro Person
Speiseraum, Küchen- und Nebenraum	2,2 m ² pro Person
Umkleideplatz	0,5 m ² pro Person
Versammlungs- und Frühstücksraum	1,5 m ² pro Person
Toilettenraum	1 Platz pro 10 Personen
Waschraum	1 Platz pro 5 Personen
Parkfläche	25 m ² pro PKW

Nebenflächen

Für die Dimensionierung der erforderlichen Nebenflächen, insbesondere für Sozialanlagen und Sanitäranlagen, gelten unzählige gesetzliche und behördliche Bestimmungen. Insbesondere die Arbeitstättenverordnung (ArbStättV) sowie die zugehörige Arbeitstättenrichtlinie (ASR) legen Mindestwerte für die Flächendimensionierung fest, in Abhängigkeit der Anzahl beschäftigter männlicher und weiblicher MitarbeiterInnen. Folgende Richtwerte können für eine schnelle Grobabschätzung herangezogen werden.

¹⁷ In Anlehnung an Wirth S Vorlesungsunterlagen zur Werkstätten- und Produktionssystemprojektierung 1/A1-2.9 sowie ArbStättV

Tab. 14 Flächenkennwerte Waschräume¹⁸

Zahl der Beschäftigten mit gleichzeitigem Arbeitseende	Grundfläche*	
	mäßig schmutzende Tätigkeit	stark schmutzende Tätigkeit, Umgang mit Gefahrstoffen
bis 10	5 m ²	7 m ²
bis 50	15 m ²	25 m ²
bis 100	25 m ²	50 m ²

* Verwendung von Waschbecken und Duschen (inkl. freier Bodenflächen) als Waschgelegenheiten - separat für Frauen und Männer

Tab. 15 Flächenkennwerte Toilettenräume¹⁹

Beschäftigte	Männer			Frauen	
	Anzahl Toiletten	Anzahl Bedürfnisstände	Grundfläche inkl. Waschgelegenheit*	Anzahl Toiletten	Grundfläche inkl. Waschgelegenheit*
bis 5	1	-	4 m ²	1	4 m ²
bis 10	1	1	4 m ²	1	4 m ²
bis 25	2	2	7 m ²	3	9 m ²
bis 50	3	3	12 m ²	4	11 m ²
bis 75	4	4	15 m ²	6	15 m ²
bis 100	5	5	18 m ²	7	18 m ²
bis 160	7	7	22 m ²	10	25 m ²

* die angegebene Fläche entspricht den Mindestanforderungen bei idealer Aufteilung; Anpassungen an die jeweiligen Bedingungen erforderlich

Tab. 16 Bemessung von Sozialräumen

Funktion	Bemessung
Umkleieräume	- bei Einzelschrank (Gemischtsystem) ca. 1,4 m ² - bei Doppelschrank (Trennsystem) ca. 2 m ² pro Person - bei Schwarz/Weiß-Trennung ca. 2,5 m ² pro Person - bei Schichtbetrieb mit Überlagerungszuschlag (125-180 % der stärkeren Schicht)
Pausenräume für Erholung	- Bemessungsbasis (Gleichzeitigkeit) ca. 10 % der Belegschaft - Flächenbedarf: 1,5-3,5 m ² pro Person - im Großraumbüro: 0,3-0,5 m ² pro Arbeitsplatz

Produktionsnahe Nebenflächen und Flächen für (Zentrale) Haustechnik/Ver- und Entsorgung/zentrale Leitungstrassen sollten bereits bei der Flächenbedarfsermittlung im Produktionsbereich berücksichtigt werden, da diese meist räumlich eng verknüpft sind.

¹⁸ vgl. Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) 35/1-4

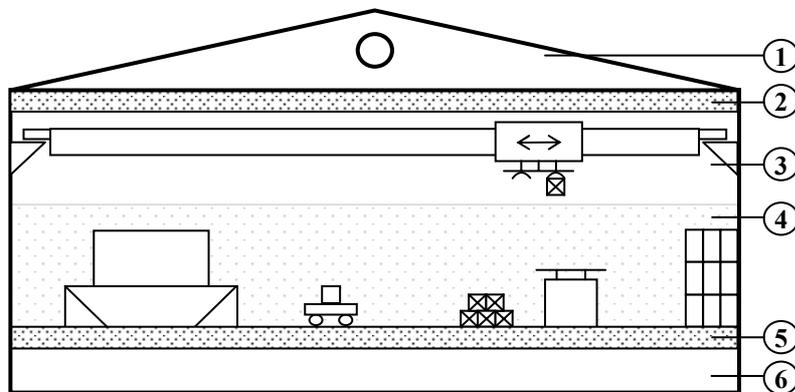
¹⁹ In Anlehnung an DIN 18 228-3, Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) 37/1

3.3.3 Nutzhöhe und Höhe unter Kranhaken

Die erforderliche Höhe eines Produktionsgebäudes (vertikale Geometrie) wird im Allgemeinen bestimmt durch:

- die Dachebene → (1)
- die obere Installationsebene → (2) (Installationszone TGA am oberen Raumabschluss)
- die Überflur-Transport-Ebene → (3)
- die Produktionsebene → (4)
- die untere Installationsebene → (5)
- die Unterflurebene → (6)

Bild 11 Vertikale Geometrie von Produktionsgebäuden



Aus Sicht der produktionstechnischen Anforderungen ist die erforderliche Nutzhöhe zu definieren, d.h. die Höhe der Produktionsebene (4) und ggf. der Überflur-Transport-Ebene (3).

Diese ergibt sich aus:

$$\begin{aligned}
 & \text{Maschinenhöhe} \\
 + & \text{ Höhe Transportgut (Produkt, Maschine, Hilfsstoffe)} \\
 + & \text{ Höhe Hängemittel} \\
 + & \text{ Höhe Einbauhöhe der Überflurtransportmittel} \\
 + & \text{ Sicherheitsabstände} \\
 \hline
 = & \text{ Nutzhöhe}
 \end{aligned}$$

Bei Anwendung der Formel ist zu beachten, dass die hier anzusetzende Höhe des Transportgutes von der Transportführung abhängig ist. Nicht in jedem Fall werden die Maschinen, Produkte und Hilfsstoffe direkt über den Betriebsmitteln transportiert. Der Transport kann auch zwischen den Maschinen z.B. oberhalb der Transportwege flurgebundener Transportmittel erfolgen.

Für die Ermittlung der Nutzhöhe sind beim Einsatz von Überflurtransportsystemen die Einbauhöhen z.B. der Brückenkrane wichtig. Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Ausschnitt für Brückenkrane bei Traglasten zwischen 3.200 kg und 10.000 kg, am repräsentativen Beispiel der Firma „ABUS“.

Tab. 17 Durchschnittliche Kran-Einbauhöhen

Traglast [kg]	Spannweite/Ausladung [mm]	Einbauhöhe [mm]			
		Einträgerlaufkran	Deckenlaufkran	Einträgerlaufkran mit Seitenlaufkatze	Zweiträgerlaufkran
3200	4000 - 17000	780 - 1040	978 - 1135		
3200	6000 - 34000			910 - 1660	1370 - 2070
5000	4000 - 17000	910 - 1150	1225 - 1305		
5000	6000 - 34000			960 - 1710	1370 - 2320
8000	4000 - 17000	1050 - 1330	1375 - 1445		
8000	6000 - 34000			1120 - 1770	1560 - 2410
10000	4000 - 17000	1080 - 1380	---		
10000	6000 - 34000			1120 - 1780	1560 - 2420

Ist der Einsatz von überflurgebundenen Transportmitteln nicht notwendig, kann sich die Nutzhöhe aus der Dimensionierung der Maschinen und Anlagen ableiten lassen. Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass die durchschnittliche Höhe bei einem Großteil der Maschinen, ausgenommen Pressen, 3,30 m nicht überschreitet.

Tab. 18 Typische Maschinenhöhen²⁰

Maschinenhöhen in mm	Ø Höhe	Prozentuale Abdeckung aller Maschinen			Prozent der max. Höhe			
		50%	75%	90%	50%	75%	90%	100%
Fertigungsverfahren								
Drehmaschinen	2.477,6	2.500,0	2.800,0	3.000,0	1.700,0	2.550,0	3.060,0	3.400,0
Bohrmaschinen	2.081,0	1.904,0	2.408,0	2.600,0	1.655,0	2.482,5	2.979,0	3.310,0
Fräsmaschinen	3.274,5	2.853,0	3.913,0	4.750,0	3.375,0	5.062,5	6.075,0	6.750,0
Schleifmaschinen	2.752,2	2.700,0	3.200,0	3.500,0	1.900,0	2.850,0	3.420,0	3.800,0
Säge- u. Trennmaschinen	2.017,0	2.100,0	2.230,0	2.570,0	1.355,0	2.032,5	2.439,0	2.710,0
Biegemaschinen	1.794,8	1.700,0	1.955,0	2.165,0	1.162,5	1.743,8	2.092,5	2.325,0
Pressen	4.636,3	4.450,0	5.600,0	7.000,0	4.100,0	6.150,0	7.380,0	8.200,0
Durchschnitt über alles	2.818,4	2.705,3	3.250,8	3.721,8	2.233,8	3.350,6	4.020,8	4.467,5

3.3.4 Stützenraster

Das Rastermaß setzt sich aus Rasterbreite und Rasterlänge zusammen. Es bildet die Skelettstruktur für die Fabrik, die für die Fertigungs-, Montage- und Lagerprozesse sowie für die Integration der innerbetrieblichen Logistik von großer Bedeutung ist.

²⁰ Auswertung einer statistischen Erfassung der am häufigsten verkauften Werkzeugmaschinen des Jahres 2001; Datenbasis: 554 Werkzeugmaschinen

Die theoretische Ermittlung der Rastermaße ergibt sich aus den Abmessungen der relevanten Betriebsmittel und deren Anordnung (Dimension, Struktur). Dabei müssen neben der Betriebsmittelaufstellung die erforderlichen Maße für Transportwege und Nebenflächen Berücksichtigung finden. Für die Bestimmung des Stützenrasters ist weiterhin von Bedeutung, welche Verknüpfungen der Betriebsmittel bestehen und daraus abgeleitet die Art und Weise der Anordnung der Betriebsmittel. Ist eine Integration von Überflurtransportsystemen notwendig, muss in Abhängigkeit der zu transportierenden Nutzlasten ein technisch realisierbares und wirtschaftlich sinnvolles Rastermaß gewählt werden.

Bei der Festlegung der optimalen Maße der Stützenteilung stehen sich zwei gegenläufige Forderungen gegenüber:

- möglichst große Stützenabstände, um eine hohe Flexibilität der Flächennutzung zu erreichen und spätere Veränderungen zu ermöglichen
- beschränkte Stützenteilung, um kostengünstige Tragkonstruktionen verwenden zu können (insbesondere beim Einbau von Überflurtransportsystemen)

Die Festlegung der Rastermaße ist somit eine planerisch schwierige Aufgabe. Es empfiehlt sich, erste Strukturvarianten in verschiedenen Groblayouts abzubilden und die Anwendung typischer Stützenraster zu prüfen. Die Normung der Stützenteilung in Industriebetrieben ist trotz verschiedener Regelungsversuche noch weitgehend ungeklärt. Empfohlen wird die Reihe 3 m, 6 m, 9 m, 12 m usw. - typische Raster in bestehenden Fabriken (6 m x 6 m, 6 m x 12 m etc.) sind in den Plattformtypen berücksichtigt.

3.3.5 Höhe/Breite der Durchfahrten und Tore

Die Höhe und Breite der Durchfahrten und Tore wird durch die Abmessungen der größten teilbaren Transporteinheit zuzüglich des Transportmittels bestimmt. Das bedeutet, es sind die Abmessungen der zu transportierenden Einheiten (z.B. Produkte, Maschinen) sowie die Höhen- und Breitenmaße der flurgebundenen Transportmittel (z.B. Frontstapler) zu ermitteln und als Basis für die Dimensionierung der Durchlässe anzusetzen. Abmessungsrichtwerte flurgebundener Transportmittel können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Tab. 19 Typische Abmessungen flurgebundener Transportmittel

Transportmittel	Traglast [kg]	Breite [mm]	minimale Höhe [mm]	maximale Höhe [mm]
Hubwagen manuell	bis 5000	520 - 770	800 - 1990	1200 - 1990
Hubwagen elektrisch	bis 2500	700 - 1150	1670 - 2645	1790 - 4540
Frontstapler Elektroantrieb	bis 3000	1006 - 1530	2010 - 3120	3450 - 7550
Frontstapler Elektroantrieb	bis 8000	1190 - 2100	2075 - 3800	3805 - 7150
Frontstapler Dieselantrieb	bis 3000	1098 - 1740	1975 - 3120	3450 - 7745
Frontstapler Dieselantrieb	bis 8000	1250 - 2100	2250 - 2950	3805 - 6950
Hochregalstapler	bis 1500	1160 - 1600	2400 - 5900	4250 - 15210
Schubmaststapler	bis 2500	900 - 1670	1740 - 4930	2920 - 12240
Niederhubkommissionierer	bis 3000	760 - 980	1080 - 1340	1080 - 1340
Hochregalkommissionierer	bis 1500	970 - 1475	1460 - 6530	2940 - 11655

Bei der Dimensionierung der freien Durchlässe sind die Flusselemente sowohl aus der Fabrik als auch in die Fabrik zu betrachten. Ist beispielsweise eine Materialanlieferung durch Befahren eines Gebäudeteils mittels LKW erforderlich, müssen Torabmessungen entsprechend der größten relevanten LKW-Abmessungen geplant werden.

Bei der Maßfestlegung von Türen/Toren für ausschließlichen Personenverkehr gilt analog zu den Verkehrswegen Tab. 9. Praktisch realisierbar sind Tore in fast allen Abmessungen, ohne bestimmte Rasterung in Breite und Höhe.

3.3.6 Bodenbelastung

Die Bodenbelastung charakterisiert die Belastung in Form der Kräfteaufnahme, die Industriefußböden oder -decken aufnehmen können bzw. müssen. In Fertigungs-, Montage- und Lagerbereichen wird diese häufig durch die verwendeten Fertigungs- und Lagermittel sowie die zum Einsatz kommenden Transportmittel bestimmt. Darüber hinaus kann auch das Gewicht von Roh-, Zwischen- und Endprodukten, in Abhängigkeit von deren Abmessungen, die Anforderungen an die Bodenbelastung bestimmen.

Rein statische Belastungswerte können aus dem Verhältnis von Gewicht zur relevanten Wirkfläche abgeleitet werden (z.B. Regallagersysteme). Die für die Aufstellung und das Betreiben von Maschinen und Anlagen notwendige Bodenbelastung ist grundsätzlich bei den Betriebsmittelherstellern zu erfragen. Hierbei gilt es, die statischen und möglicherweise dynamischen Belastungskennwerte infolge der Funktionswirkung zu ermitteln. Gleichermaßen ist dies bezogen auf die Transportmittel anzuwenden. Neben den Produktions- und Transportmitteln sind die jeweils zu bearbeitenden/zu transportierenden Produkte oder Produkteinheiten zu berücksichtigen.

Typische Belastungswerte in Betrieben der metallverarbeitenden Industrie ergeben sich im Spektrum von 10 - 50 kN/m². Eine Analyse der erforderlichen Bodenbelastung in 59 Unternehmen der genannten Branche hat folgende Werte ergeben.

Tab. 20 Typische Werte für die Bodenbelastung in Industriebetrieben

Bodenbelastung kN/m ²	Häufigkeit [%]	Häufigkeit [%] kumuliert	Flexibilität [%] [30 kN/m ² m = 100%]
5,00	6,78%	6,78%	16,7%
10,00	13,56%	20,34%	33,3%
15,00	3,39%	23,73%	50,0%
20,00	28,81%	52,54%	66,7%
30,00	27,12%	79,66%	100,0%
50,00	20,34%	100,00%	166,7%

Entstehen hohe Belastungsanforderungen durch einzelne oder wenige Maschinen und Anlagen, können entkoppelte Fundamente als Alternative zu durchgängig hohen Bodenbelastungen in Betracht gezogen werden.

Entkoppelte Fundamente sind Flächenbereiche der Decke/des Bodens, die erhöhte Belastungsanforderungen sowie Störwirkungen (z.B. Schwingungen) aufnehmen können. In der Regel werden entkoppelte Fundamente für erhöhte Gewichtsufnahmen im Erdgeschoss (ohne Unterkellerung) eingebaut. Die Entkopplung erfolgt durch eine bautechnische Trennung der vorhandenen Decken/Böden. Im Mehrgeschossbau wird der Schwerpunkt auf die Entkopplung der entstehenden Schwingung gelegt.

Die Belastungsanforderungen in Bereichen, die nicht für Fertigungs-, Montage- und Lageraufgaben genutzt werden, stellen sich in aller Regel als niedrig dar. Typische Größenordnungen sind Belastungswerte von 2 bis 5 kN/m².

3.3.7 Logistik und Transportorganisation

Die Transportorganisation als Baustein der innerbetrieblichen Logistik besitzt einen hohen Stellenwert. Einerseits sind Transportprozesse wesentlich für einen strukturierten, zeit- und mengenkonformen Materialfluss als Bedingung für effiziente Fertigungsabläufe. Andererseits hat die Transportorganisation (insbesondere die Transportmittel) großen Einfluss auf die Anforderungen an Gebäudestrukturen.

Die Transportaufgaben im Betrieb lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Transport zwischen den Betriebsbereichen
- Transport innerhalb der Betriebsbereiche (z.B. Produktionsmittel - Abstellplatz)
- Transport zwischen den Arbeitsstationen

Diese müssen bei der Anwendung des nachfolgenden Kriterienplans zur Beurteilung der Transportaufgaben und der materialflussgerechten Gestaltung der Transportsysteme Berücksichtigung finden.

Tab. 21 Kriterienplan zur Auswahl von Transportsystemen²¹

Kategorie	Kriterien	
Transportgut	<ul style="list-style-type: none"> - Gebinde (Art, Größe (Volumen), Gewicht) - Transportmenge pro Zeiteinheit - Handhabung des Transportgutes (Transportierbarkeit, Stapelungsfähigkeit) - besondere Eigenschaften (Gefährdung der Umgebung, Gefährdung des Transportgutes) 	
zu bedienende Funktionseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> - räumlich nicht begrenzt - begrenzter Raum 	<ul style="list-style-type: none"> - begrenzte Strecke - bestimmter Ort
Transportweg	<ul style="list-style-type: none"> - frei wählbarer Transportweg - teilweise festgelegter Weg 	<ul style="list-style-type: none"> - fixer Parcours
Transportintensität (Häufigkeit)	<ul style="list-style-type: none"> - gelegentlich - unterbrochen 	<ul style="list-style-type: none"> - intensiv - kontinuierlich
erforderliche Installation	<ul style="list-style-type: none"> - unter Flur - im und am Boden 	<ul style="list-style-type: none"> - in Arbeitshöhe - im oberen Hallenraum
Richtung	<ul style="list-style-type: none"> - einebenig (horizontal) - abfallend - ansteigend 	<ul style="list-style-type: none"> - ansteigend - mehrebenig - vertikal
Kombinationsmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - nur in eine Richtung - in beide Richtungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Verknüpfung mehrerer Adressen (Weichen)
Mechanisierung und Automatisierung	<ul style="list-style-type: none"> - handbedient und handgesteuert - mit automatischer Steuerung 	<ul style="list-style-type: none"> - mit automatischem Entladen - mit automatischem Beladen

Zur Identifikation der geeigneten Transportmittel (bzw. -systeme) ist von wesentlicher Bedeutung, die Transportaufgaben zu definieren, insbesondere die primären Kriterien Transportgut, Transportmenge und -intensität sowie Transportart. Bei der Integration von Transportsystemen in bestehende bauliche Hüllen sind die Gegebenheiten bzw. Modifikationsmöglichkeiten in Bezug auf den Transportweg (Neigungen, Höhenunterschiede etc.) und insbesondere realisierbare Nutzhöhen zu berücksichtigen. Eine Vorauswahl der geeigneten Transportmittel in Abhängigkeit von den zu realisierenden Transportaufgaben kann anhand nachfolgender Übersicht erfolgen.

²¹ Aggteleky B Fabrikplanung – Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung Bd. 2, S. 599

Tab. 22 Auswahl geeigneter Transportmittel – Zuordnung zur Förderaufgabe

		Fördermittel											
		Bandförderanlagen	Kettenförderanlagen	Rollenförderanlagen	Einschienenfahrzeug	Gabelstapler	Traktoren, Elektrokarren	Handwagen	Hebezug	Brückenkran	Beweglicher Kran	Aufzug	
Bedientes Areal	unbegrenzter Raum					X	X					X	
	begrenzte Strecke	X	X	X	X								
	begrenzter Raum							X		X			
	Punkt								X				X
Installation	Unterflur		X									X	
	auf dem Boden		X	X		X	X	X					
	in Arbeitshöhe	X	X	X									
	im Luftraum	X		X	X				X	X			
Weg	nicht festgelegter Weg					X	X	X				X	
	fixe, transportable Strecke	X	X	X					X				
	fixer Weg	X	X	X	X						X		X
Häufigkeit	gelegentlich							X	X				X
	unterbrochen			X		X	X	X	X	X	X	X	X
	kontinuierlich	X	X	X	X								
Richtung	horizontal	X	X	X	X	X	X	X			X	X	
	abfallend	X	X	X	X								
	ansteigend	X	X		X								
	vertikal hinunter					X				X	X	X	X
	vertikal hinauf					X				X	X	X	X

Nach Auswahl der geeigneten Transportmittel bzw. -systeme zur Erfüllung der geforderten Transportaufgaben können die Anforderungen an die Betrachtungsebenen Gebäude und Infrastruktur spezifiziert werden.

Tab. 23 Anforderungsprofil Transportmittel bzw. -system

Parametertyp	Anforderungen durch Transportmittel (bzw. -systeme)
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> - erforderliche Installation (Unterflur, im und am Boden, im oberen Hallenraum) - Gestaltung Fahrbahn, Schiene, Tragkonstruktion (Ebenheit, Oberfläche)
Geometrische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> - Abmessungen: Breite, Höhe und Länge der Transportmittel - notwendige Sicherheitsabstände - erforderliche Flächen zum Wenden/Manövrieren - Be- und Entladung (Art: manuell, mechanisiert, automatisiert; Ladehöhe; Bedienungsraum)
Belastungsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Tragfähigkeit der Transportwege (Radlast, Leergewicht, Gesamtgewicht, beachte auch Aufzüge im Geschossbau)
Störwirkungsparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Betriebsart (Antriebsart, Art der Energiezufuhr) - Bedienungsart/Steuerung: mitfahrend oder begleitend, Fernsteuerung, automatische Steuerung)

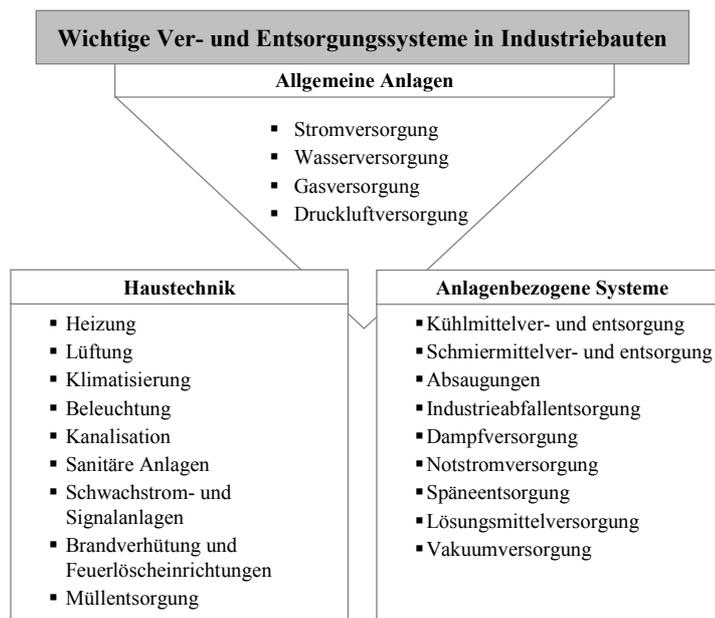
3.3.8 Ver- und Entsorgungsparameter (Haustechnik)

In Industriebauten sind zahlreiche Ver- und Entsorgungssysteme erforderlich. Prinzipiell können bauwerksgebundene Systeme (Haustechnik) und anlagenbezogene Ver- und Entsorgungssysteme unterschieden werden. Anlagenbezogene Ver- und Entsorgungssysteme werden von der Nutzungsart und vom Anschlussbedarf der Betriebsmittel beeinflusst.

Ein Teil dieser Anlagen dient sowohl für die haustechnische Ausrüstung als auch für die anlagenbezogene Ver- und Entsorgung (z.B. Strom- und Wasserversorgung). Zu ermitteln ist, für welche Medien eine Ver- bzw. Entsorgung über Leitungsnetze erfolgen muss. Die punktuelle Luftabsaugung einer Maschine mit direkter Abführung zählt beispielsweise nicht unter die Entsorgung über Leitungsnetze.

Die nachfolgende Übersicht enthält wichtige Ver- und Entsorgungssysteme von Industriebauten gegliedert nach den Systemen der Haustechnik, den allgemeinen Anlagen und den anlagenbezogenen Systemen.

Bild 12 Wichtige Ver- und Entsorgungssysteme in Industriebauten



Die in den Checklisten enthaltenen Ver- und Entsorgungsparameter dienen einer ersten überschlägigen Bewertung der Nutzungseignung von bestehenden Gebäuden entsprechend der Nutzungsanforderungen. Weitere Ausführungen zur Technischen Gebäudeausrüstung erfolgen im Rahmen der Betrachtungen zur Gebäudeebene.

Die Leitungsnetze verbinden die Betriebsmittel mit den zentralen/dezentralen Anlagen der Ver- und Entsorgung. Dessen Anordnung richtet sich dabei nach den Standorten der entsprechenden Betriebsmittel und Anlagen.

Aus dem Blickwinkel der Mobilität empfiehlt sich die Bildung von Hauptleitungsnetzen und Anschlussleitungen in Verbindung mit der Bildung von Versorgungsabschnitten. Einerseits ist somit eine teilweise Stilllegung möglich, bei Störungen oder bei der Durchführung von erforderlichen Reparaturarbeiten. Andererseits besteht die Möglichkeit, das Leitungsnetz entsprechend den Erfordernissen zu erweitern und zusätzliche Betriebsmittel anzuschließen oder ihre Versorgung zu verstärken, indem lediglich kurze Anschlussleitungen verlegt werden müssen. Prinzipiell bestehen als Möglichkeiten der Verlegungsart von Leitungsnetzen:

- Verlegung unter der Arbeitsebene (Anschluss von unten)
- Verlegung auf der Arbeitsebene (als Sockel- oder Schwellentrasse)
- Verlegung oberhalb der Arbeitsebene (Anschluss von oben)

Die wesentlichen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Arten der Verlegung sind in Bild 13 und Tab. 24 dargestellt.

Bild 13 Ansatz zur Bewertung der Verlegungsarten

Installation Kriterium	Bezug auf die Arbeitsebene		
	unterflur ¹	flur	überflur ²
Flexibilität bzgl. Änderungen	□	▤	■
Freiheit des Verkehrsraums	■	□	▤
Zugänglichkeit (Reparatur- und Kontrollmöglichkeit)	□	■	▤
Flächenbedarf (potenzielle Nutzfläche)	□	■	□
Bauaufwand	■	□	▤
Nutzbarkeit für die verschiedenen Medienarten	eingeschränkt	nicht eingeschränkt	eingeschränkt
¹ günstig bei Unterkellerung und Geschossbauten ² bei Hallenkränen/Schwenkkränen eingeschränkt möglich			
Legende: □ gering ▤ mäßig ■ hoch			

Tab. 24 Vor- und Nachteile der unteren und oberen Verteilung der Energieanschlüsse²²

Ver- und Entsorgungssysteme	
Anschluss von oben	Anschluss von unten
<p><i>Vorteile:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gute Kontroll- und Reparaturmöglichkeiten ▪ leichte Anpassung bei nachträglichen Änderungen ▪ Möglichkeit zur Anwendung von flexiblen Anschlusssystemen (Strom, Pressluft etc.) ▪ Möglichkeit zur Anwendung von kombinierten halbhohen Verteilsystemen <p><i>Nachteile:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ bei Hallenkränen nicht möglich ▪ bei Schwenkkränen nur bedingt möglich ▪ kann bei bestimmten Betriebsfunktionen störend sein ▪ kann bei intensivem Hubstaplerbetrieb störend sein ▪ bei dicken Leitungen optisch störend ▪ Beschädigungsgefahr 	<p><i>Vorteile:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ keine Störwirkung im Betrieb ▪ bei Unterkellerung und Geschossbau günstig ▪ natürliche Gefälle möglich ▪ bei einfacher Versorgung (nur Strom, Druckluft, Wasser, Vakuum) sind Bodenkanäle zu verwenden <p><i>Nachteile:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ zahlreiche Deckendurchbrüche erforderlich ▪ bei nachträglichen Änderungen schwerfällig (weniger flexibel) ▪ erfordert kostspielige, begehbare Unterflurgänge, wenn nicht unterkellert ▪ kostspielige Montageart ▪ genaue Koordination bei der Planung

3.3.9 Störwirkungen

Bei der Flexibilisierung von bestehenden Fabrikstrukturen sind die Störwirkungen zu beachten, die sich bei der Herstellung von Produkten in Verbindung mit den angewendeten Technologien ergeben und störend auf Menschen und Güter sowie auf das regionale Umfeld wirken. Beim Umgang mit Störwirkungen, die sich primär auf den Menschen und sekundär auf die Güter auswirken, existieren umfangreiche technische Anleitungen, Vorschriften, Verordnungen und Gesetze.

Gesetzliche Grundlagen:

- Richtlinie 2003/10/EG v. 06.02.2003 (bis 15.02.2006 in nationales Recht umzusetzen)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz
- Technische Anleitung Lärm (TA Lärm)
- Arbeitsstättenverordnung
- UVV "Lärm" (BGV B3)
- UVV "Arbeitsmedizinische Vorsorge" (BGV A4)
- Verwaltungsrichtlinien der Bundesländer

²² Aggteleky B Fabrikplanung – Werkentwicklung und Betriebsrationalisierung Bd. 2, S. 605

Schwerpunktmäßig soll im Rahmen dieser Betrachtungen auf Wirkungen von Lärmemission, Beleuchtung und Brandgefährdung eingegangen werden.

Die Belastung durch *Lärm* hängt von Geräuschfaktoren (VDI 2058, Blatt 1), der aktuellen Tätigkeit des Menschen sowie vom Befindenzustand des Menschen ab. Zu beachten sind Grenzwerte einerseits für den Lärmbeurteilungspegel am Arbeitsplatz, andererseits für den Beurteilungspegel außerhalb des Gebäudes.

Es gelten folgende Grenz- bzw. Richtwerte:

Tab. 25 Grenzwerte der Beurteilungspegel am Arbeitsplatz (§15 ArbStättV)

Art der Tätigkeit	max. Beurteilungspegel [dB(A)]
Überwiegend geistige Tätigkeit	55
einfache oder überwiegend mechanisierte Bürotätigkeit	70
alle sonstige Tätigkeiten	85

Tab. 26 Immissionsrichtwerte für verschiedene Baugebiete nach TA-Lärm/VDI 2058

Baugebiet (Baunutzungsverordnung)	Immissionsrichtwert Lr in dB (A)	
	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)
Industriegebiet	70	70
Gewerbegebiet	65	50
Kern-, Misch-, Dorfgebiet	60	45
Allgemeines Wohn-, Kleinsiedlungsgebiet	55	40
Reines Wohngebiet	50	35
Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden, (Messung im Raum – geschlossene Fenster und Türen)	40 (TA-Lärm) 35 (VDI 2058)	30 (TA-Lärm) 25 (VDI 2058)
- Lr: Beurteilungspegel (gleich Mittelungspegel Leq) über die Beurteilungsdauer TB (z.B. 16 Stunden für den Tag und 8 Stunden für die Nacht bzw. die lauteste Nachtstunde) - Kurzzeitige Geräuschspitzen Tag <= 30 dB(A), Nacht <= 20 dB(A) über Richtwert zulässig - Messung in der Regel 0,5 m vor dem geöffneten Fenster (siehe VDI 2058 Bl.1)		

Die *Beleuchtung* kann nicht direkt als Störwirkung betrachtet werden, ist aber bei unzureichender Intensität produktionsbeeinflussend. Nach Arbeitsstättenverordnung müssen Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitärräume eine Sichtverbindung nach außen haben. Dies gilt nicht für

- Arbeitsräume, bei denen betriebstechnische Gründe eine Sichtverbindung nicht zulassen,
- Verkaufsräume sowie Schank- und Speiseräume in Gaststätten einschl. der zugehörigen anderen Arbeitsräume, sofern die Räume vollständig unter Erdgleiche liegen,
- Arbeitsräume mit einer Grundfläche von mindestens 2.000 m² sofern Oberlichter vorhanden sind.

Die Auslegung der Beleuchtungsanlage (künstliche Beleuchtung) richtet sich im Wesentlichen nach der Arbeitsaufgabe. Ausführliche Bestimmungen enthalten u.a. das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), DIN 5034/5035, die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV 7) und die Arbeitsstättenrichtlinie (ASR 7/1, 3, 4).

Für die Gestaltung von Industriegebäuden nimmt der *Brandschutz* eine wesentliche Rolle ein. Allerdings ist es schwer, allgemeingültige Aussagen zum baulichen Brandschutz festzuschreiben, da dieser von unzähligen Einflussfaktoren abhängig ist. Aus Sicht der Nutzungsanforderungen muss eine Zuordnung der möglichen Brandgefährdung nach folgenden Stufen vorgenommen werden:

- Geringe Brandgefährdung
- Mittlere Brandgefährdung
- Große Brandgefährdung

Geringe Brandgefährdung liegt vor, wenn Stoffe mit geringer Entzündbarkeit vorhanden sind und die örtlichen und betrieblichen Verhältnisse nur geringe Möglichkeiten für eine Brandentstehung bieten und wenn im Falle eines Brandes mit geringer Brandausbreitung zu rechnen ist.

Mittlere Brandgefährdung liegt vor, wenn Stoffe mit hoher Entzündbarkeit vorhanden sind und die örtlichen und betrieblichen Verhältnisse für die Brandentstehung günstig sind, jedoch keine große Brandausbreitung in der Anfangsphase zu erwarten ist.

Große Brandgefährdung liegt vor, wenn durch Stoffe mit hoher Entzündbarkeit und durch die örtlichen und betrieblichen Verhältnisse große Möglichkeiten für eine Brandentstehung gegeben sind und in der Anfangsphase mit großer Brandausbreitung zu rechnen ist. Große Brandgefährdung liegt ebenfalls vor, wenn eine Zuordnung in mittlere oder geringe Brandgefährdung nicht möglich ist.

Für ausgewählte Produktionsbereiche gilt folgende Brandgefährdung.

Tab. 27 Beispiele für die Einordnung der Brandgefährdung²³

Brandgefährdung		
gering	mittel	hoch
Ziegelei, Betonwerk, Herstellung von Glas und Keramik, Papierherstellung im Nassbereich, Konservenfabrik, Herstellung elektronischer Artikel und Geräte, Brauereien, Getränkeherstellung und Abfüllung, Stahlbau, Maschinenbau, Gärtnereien, Galvanik, mechanische Metallbearbeitung, Dreherei, Fräseerei, Bohreerei, Stanzeerei	Brotfabrik, Leder- und Kunststoffverarbeitung, Herstellung von Gummiwaren, Kunststoffspritzgiesserei, Kartonagen, Montage von Kfz/ Haushaltsgeräten, Baustellen ohne Feuerarbeiten, Schlosserei, Vulkanisierung, Leder/Kunstleder und Textilverarbeitung, Backbetrieb, Elektrowerkstatt	Möbelherstellung, Spanplattenherstellung, Weberei, Spinnerei, Herstellung und Verarbeitung von Papier im Trockenbereich, Getreidemühlen und Futtermittel, Baustellen mit Feuerarbeiten, Schaumstoffproduktion, Dachpappenproduktion, Verarbeitung von Lacken und Klebern (brennbar), Lackier- und Pulverbeschichtungsanlagen, Raffinerien, Öl-Härtereien, Druckereien, Petrochemische Anlagen, Verarbeitung von brennbaren Chemikalien, Kfz-Werkstatt, Tischlerei, Schreinerei, Polsterei

²³ BGR 133 (ehem. ZH 1/201) Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern

3.3.10 Produkte und Hilfsstoffe

Die Produkte und Hilfsstoffe bestimmen maßgeblich die Anforderungen an ein Fabrikgebäude. Dies erfolgt meist indirekt über die Verknüpfung mit den für die Produktbearbeitung erforderlichen Maschinen und Anlagen, für den Produkttransport notwendigen Transportmitteln und für die Lagerung erforderlichen Lager- und Lagerhilfsmitteln.

Wie aus den bisherigen Betrachtungen bereits deutlich wurde, tangieren die Produktparameter Abmessungen, Gewicht und Anzahl die übrigen Nutzungsanforderungen. Es ist daher notwendig, die im gesamten Produktionsprozess relevanten Materialien zu erfassen und entsprechend der Checkliste zu spezifizieren. Dabei sind die in ihren Abmessungen größten und bzgl. des Gewichtes schwersten Ausgangsprodukte, Hilfsstoffe und Endprodukte zu ermitteln, da hierdurch die maximalen Anforderungen abgeleitet werden können.

3.4 Katalog (B) – Ermittlung der Gebäudeeigenschaften

3.4.1 Checklisten zur Aufnahme der Gebäudeeigenschaften

Anschrift:
Firma:
Strasse:
PLZ, Ort:

Gebäudetyp:
Erbaut:

1. Geometrische Parameter

Es sind die Abmessungen für jeweils zusammenhängende bauliche Strukturen mit gleichwertigen geometrischen Gegebenheiten aufzunehmen. Die Bezeichnung beschreibt den Bereich oder Gebäudeteil.
 Bei Bemerkungen können Angaben zum Art/Typ, Nutzung/Eignung, Raumbezüge eingetragen werden.

Geometrie:		Gebäudebereiche					Bemerkungen
		Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5	
Bezeichnung							
Gesamtfläche	[m ²]						
Nutzhöhe	[m]						
Stützenraster	[m*m]						
Torabmessungen	[m*m]						

2. Belastung

Unter diesem Punkt ist anzugeben, welche Verkehrslasten die einzelnen Bauteile tragen können.
 Die Belastungsangaben beziehen sich grundsätzlich auf die Tragfähigkeit kN/m² Nutzlast auf der Deckenebene!

Tragfähigkeit:		Gebäudebereiche					Bemerkungen
		Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5	
Decken	[kN/m ²]						
Stützen	[kN/m ²]						
Wände	[kN/m ²]						
Gründung	[kN/m ²]						
entkoppelte Fundamente vorhanden		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					

3. Logistik

In welchem Gebäudebereich sind bereits Transportsysteme installiert. Es ist zwischen flurgebundenen Transportsystemen und Überflurtransportsystemen zu unterscheiden, die maximale Tragfähigkeit ist anzugeben.

A - Flurgebundene Transportsysteme

	Gebäudebereiche					Bemerkungen
	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5	
	max. Tragf. [t]					
manuelle Hubwagen						
mechanische Hubwagen						
Stapler						
Transportwagen						
flurgebundene Fördersysteme (Rollen-, Kettenförderer,...)						

B - Überflurtransportsysteme											
	Gebäudebereiche										Bemerkungen
	Bereich 1		Bereich 2		Bereich 3		Bereich 4		Bereich 5		
	max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	max. Tragf. [t]	Höhe unter Haken [m]	
Aufzug											
Brückenkran											
Schwenkkran											
überflurgebundenes Fördersysteme (Elektrohängekran, Kreisförderer,...)											

4. Ver- und Entsorgungsparameter (Haustechnik)

Welche über Leitungsnetze bereitgestellte Ver- und Entsorgungsmedien sind vorhanden?
Zutreffendes bitte ankreuzen.

4.1	Gebäudebereiche					Bemerkungen
	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5	
Strom	<input type="checkbox"/>					
Wärme (Heizung)	<input type="checkbox"/>					
Wasser/Abwasser	<input type="checkbox"/>					
Abluft	<input type="checkbox"/>					
Klimatisierung	<input type="checkbox"/>					
Prozesswärme/-kälte	<input type="checkbox"/>					
Druckluft	<input type="checkbox"/>					
Reinraum	<input type="checkbox"/>					
Technische Gase	<input type="checkbox"/>					
Späneentsorgung	<input type="checkbox"/>					
sonstiges	<input type="checkbox"/>					
sanitäre Anlagen	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Unterverteilung Eit	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
künstliche Beleuchtung	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Trassen im Deckenbereich	<input type="checkbox"/>					
Trassen an Wand/Boden	<input type="checkbox"/>					
Bodenkanäle/Doppelboden	<input type="checkbox"/>					

Neben diesen rein formalen Anforderungen ist es für die Bewertung eines Standortes wichtig, konkrete Angaben über technischen Zustand, Alter, Anschlusswert und ähnlichem zu erhalten.
 Je Bereich sind dafür weitere Erfassungsbogen aufzustellen, die spezifische Angaben liefern. Dabei ist zunächst eine vollständige und absolut technisch einwandfreie Erfassung nicht unbedingt erforderlich. Wesentlich ist die Vervollständigung der folgenden Tabelle.

4.2	Anschlusswerte (soweit bekannt)	Alter / Zustand (ggf. Baujahr)	Funktionsstüchtig	Bemerkung
Versorgungsmedium				
Kessel / Wärmeerzeugung			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Heizflächen (Heizkörper/Strahlplatten)			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Lüftung zentral /dezentral			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
dezentrale Absaugeinrichtungen			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Kälteanlagen			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Brandschutzeinrichtungen (Sprinkler, Feuerlöscher)			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Brandmeldeanlagen			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Elektrohauptverteilung			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Unterverteiler			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Beleuchtungskörper			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Telefon-/Datennetz			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
Nebenstellenanlage			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Die Aufnahme der Gebäudeeigenschaften sollte mindestens in 2 Schritten durchgeführt werden. Mit der Tabelle 4.1 kann im ersten Schritt ein "qualifizierter Laie" erste Angaben über Anzahl der vorhandenen Versorgungsmedien erfassen. Tabelle 4.2 dient einer erweiterten Aufnahme spezieller Größen und Anschlusswerte, die für eine Bewertung unbedingt notwendig sind. Ergänzend dazu können Fotografien gemacht werden. Weitere Informationen liefern Bestands- und Wartungsunterlagen. Gegebenenfalls ist dazu ein Fachmann hinzuzuziehen.

5. Störwirkungen

Welche zusätzlichen Einflussfaktoren auf die Raumnutzung gibt es? Zutreffendes bitte ankreuzen, bzw. entsprechende Werte eintragen.

Störwirkungen:	Gebäudebereiche					Bemerkungen
	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5	
ausreichende natürliche Beleuchtung vorhanden	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Schalldämmmaße der raumbegrenzenden Bauteile [dB]						
Feuerwiderstandsklassen der tragenden Bauteile						

6. Konstruktion - Material - Bauzustand

Es sind die Konstruktionsweise, die Materialien und der bauliche Zustand der Bereiche anzugeben.

Tragwerk: Angaben zum Konstruktionsprinzip der Trag-, bzw. Primärstruktur, hier wird zw. Massivbau (M) oder Skelettbau (S) unterschieden, Sonderformen wie Traglufthallen sind mit Hinweisen in den Bemerkungen aufzunehmen.

Hülle: Es wird unterschieden in primärtragwerksintegrierte bzw. tragende Fassadenkonstruktionen (t) bzw. nichttragende Fassaden (nt), z.B. vorgehängte Fassade und der Dachhaut.

Ausbau: Es wird unterschieden in schwere oder aussteifende mit dem Bauwerk fest verankerte, fixe (f) und leichte (l), nichttragende, ggf. elementierte oder flexible (mobile) raumbildende Ausbauten oder Raumteilungen.

Material: Angaben zum hauptsächlich verwendeten Material sind auf der jeweiligen Konstruktionsebene zu erfassen. Für das Tragwerk z.B. Stahlbeton, Stahl, Holz, nicht eindeutig zu bestimmende Tragwerke können auch als Sonderkonstruktionen oder Mischbauweise erfasst werden.

Bauzustand: Erfasst wird der Schädigungsgrad des Tragwerkes, der Hülle und der Ausbauelemente- Boden, Wand, Decke. Jeweils in den Abstufungen 1-4, sehr guter Zustand (0-10%), gut (bis 30%), mangelhaft (bis 60%), schlechter Zustand (100%). Auf der Tertiärebene, der Technische Gebäudeausrüstung (TGA) kann der Zustand der vorhanden Ver- und- Entsorgung erfasst werden.

		Gebäudebereiche					Bemerkungen
		Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5	
Tragwerk:							
Konstruktion	[M/S]						
Material							
Zustand	[1-4]						
Hülle:							
Fassade	[t/nt]						
Material							
Zustand	[1-4]						
Dachhaut	[t/nt]						
Material							
Zustand	[1-4]						
Ausbau:							
Boden	[f/l]						
Material							
Zustand	[1-4]						
Wand	[f/l]						
Material							
Zustand	[1-4]						
Decke	[f/l]						
Material							
Zustand	[1-4]						
TGA/Medien:							
Strom	[1-4]						
Wasser	[1-4]						
Wärme	[1-4]						
Druckluft	[1-4]						
Technische Gase	[1-4]						
Späneentsorgung	[1-4]						
Abluft	[1-4]						
Klimatisierung	[1-4]						
Reinraum	[1-4]						

Im Folgenden werden die Begriffe und die damit verbundenen Inhalte der Checkliste zur Aufnahme der Gebäudeeigenschaften näher erläutert.

Diese Checkliste wird verstanden als ein Steckbrief der eigentlichen Bestandsaufnahme, die im Regelfall mit dem Protokoll der Begehung dokumentiert wird. Neben der eindeutigen Zuordnung zum Objekt sind wenn möglich zusätzliche Ergänzungen, wie unter anderem Angaben zum Flächennutzungsplan, Bebauungsplan und der zulässigen Grundstücksausnutzung (GRZ/GFZ) sinnvoll.

Als Anlagen zum Begehungsprotokoll werden in der Regel die folgenden Unterlagen aufgenommen: Lageplan, Fotografien, Gebäudeskizzen, und Baudokumente (Grundrisse/Ansichten/Schnitte jeweils mit Angaben zur Anzahl, Maßstab, Plannummer, Index)

Diese Unterlagen sind insbesondere für die in Punkt 1 aufzunehmenden Gebäudebereiche wichtig.

Im Laufe der industriellen Entwicklung haben sich aufgrund verschiedener Einflussfaktoren, wie die Weiterentwicklung von Baustoffen und Bauweisen sowie fertigungstechnischer Anforderungen, unterschiedliche Gebäudetypen herausgebildet, die abgrenzbaren Zeiträumen zugeordnet werden können. Lässt sich der Gebäudetyp und soweit möglich das Baujahr eines Objektes bestimmen, so lassen sich ohne großen Untersuchungsaufwand Aussagen zur Baukonstruktion, zum Tragwerk, zu den verwendeten Berechnungsverfahren und den verwendeten Baustoffen treffen. Der Gebäudetyp und das Baujahr dienen dabei als Eingangswerte zur Recherche in der Literatur. Als ein gutes Beispiel hierfür sollen die Bände 1 bis 3, „Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960“ von Rudolf Ahnert, Karl H. Krause erschienen beim Verlag Bauwesen Berlin, erwähnt werden.

3.4.2 Geometrische Parameter

Mit der Erfassung der Anforderungen der Produktion werden verschiedene Teilbereiche in ihrer räumlichen Ausdehnung abgefragt: Produktionsbereich, Lager, Verwaltung, Nebenbereiche. Für einen Abgleich der Anforderungsparameter mit dem vorhandenen Gebäudepotenzial ist es erforderlich, auch die sich strukturell unterscheidenden Flächenanteile im Bestandsgebäude zu erfassen.

Es sind demnach die Abmessungen für jeweils zusammenhängende bauliche Strukturen mit gleichwertigen geometrischen Gegebenheiten aufzunehmen. Die Bezeichnung beschreibt den Bereich oder Gebäudeteil, z.B. Gebäude 4, Hallenschiff-Mitte, Angaben zur Lage auf dem Gelände, z.B. Hausnummer, oder Gebäudeteil mit Himmelsrichtung, bzw. Angaben zur Lage innerhalb der Gebäudestruktur. Die Bereiche entsprechen als Raumzellen sinngemäß der Betrachtung aus Sicht der Nutzungsanforderungen.

Es sind vorrangig die Bereiche für die Produktion aufzunehmen, nachfolgend die für jede Produktion erforderlichen Lagerflächen, Verwaltungsflächen und die Nebenbereiche, wie Umkleide- und Sanitärbereiche. Labor-, Konstruktions-, Forschungs- und Entwicklungsabteilungen entsprechen in ihren Anforderungen weitgehend den normalen Anforderungen an Büroarbeitsplätze der Verwaltung. Auch Meisterbüros, Aufenthalts-, Umkleide-, Sanitäts-, Pausen- und Ruheräume können in nicht für die Produktionsanforderungen geeigneten Bereichen untergebracht werden. Ähnliches gilt für Funktionsflächen für die Technische Gebäudeausrüstung.

In bestehenden Strukturen sind oft eindeutig zuordenbare Gebäude, Bauabschnitte oder Bereiche ausweisbar, die nur für eine spezielle Nutzung geeignet sind. Die bestehenden Bereiche sind im Ist-Zustand getrennt zu erfassen. Bei den Bemerkungen ist die sinnvolle Eignung (Lagerbereich, Verwaltung) anzugeben, bzw. die derzeitige oder ursprüngliche hauptsächliche Nutzung oder die planerisch sinnvolle Eignung der Raumzellen einzutragen. Zusätzlich können Hinweise für sinnvolle Kombinationen im Ist-Zustand, z. B. im Bestand baulich getrennter Gebäudebereiche erfasst werden, die jedoch geometrisch gleiche oder ähnliche Gegebenheiten aufweisen und räumlich sowie konstruktiv mit geringen Aufwendungen zusammengefasst werden können. Als Gebäudebereich wird auch die mögliche freie Grundstücksfläche, die zur weiteren Bebauung zur Verfügung steht (horizontale Ausdehnung) oder eine mögliche Aufstockung (vertikale Ausdehnung) verstanden.

Neben der einfachen Bezeichnung der benötigten Flächen und der dazugehörigen Nutzungen sind die infrastrukturellen Verbindungen zwischen den einzelnen Flächen von Bedeutung (interne Verkehrswege, medientechnische Verknüpfung etc.). Eine genauere Bewertung derartiger Verknüpfungen kann durch diese Checkliste jedoch nicht behandelt werden. Dies ist in weiteren Planungsphasen durch detaillierte Studien zu hinterfragen und spielt in der Erstabfrage zunächst eine untergeordnete Rolle.

Vorhandene Nutzhöhe

Zur Beschreibung eines Bereiches ist neben der flächigen Ausdehnung die Erfassung der vorhandenen Nutzhöhe von wesentlicher Bedeutung. Unter der vorhandenen Nutzhöhe ist der lichte ungestörte freie Luftraum zwischen Oberkante Fertigfußboden und Unterkante der Dachkonstruktion oder der sich daran befindlichen Installationen (bis hin zur Kranbahn) zu verstehen. Innerhalb dieses Raumes ist die ungestörte Anordnung von produktionstechnischen Anlagen und Einrichtungen möglich. D.h. neben der Primärkonstruktion wird die lichte Nutzhöhe ggf. durch die haustechnischen Einbauten oder z.B. durch Kranbahnen eingeschränkt.

Vorhandenes Stützenraster

Ähnlich der lichten Nutzhöhe eines Gebäudes ist die Untergliederung einer Grundrissfläche durch ein vorhandenes Stützenraster von großer Bedeutung.

Industriebauten sind in den meisten Fällen großflächig angelegte Gebäude, die innerhalb von vordefinierten Rastern (also in regelmäßigen Abständen) Stützen aufweisen. Mit einem Tragwerk wird eine zu überdeckende Fläche sinnvoll jeweils über die kürzest mögliche Distanz hierarchisch in baukonstruktiv und wirtschaftlich zu realisierende Spannweiten untergliedert. Die Spannweite und die lichte Höhe werden meist durch die für die Produktion erforderliche Technologie definiert. Die Spannweite der Primärstruktur entspricht in den meisten Fällen der Hauptachse einer Raumzelle und ihrer Erweiterungsrichtung. Die Sekundärspannweiten liegen in der Regel bei 6 Meter und spielen entsprechend ihrer Tragwerkshierarchie eine untergeordnete Rolle im Einfluss auf die Nutzung. Das vorhandene Stützenraster (und vorrangig die Spannweite) ist einer der wichtigsten Parameter für die Zuordnung von Gebäuden zu geeigneten Nutzungen.

Vorhandene Torabmessungen

Neben den statisch konstruktiven Fixpunkten, die aus der Nutzhöhe und dem Stützenraster resultieren, ist für die logistische Bewertung des Bestandes die Aussage zu den bestehenden Toröffnungen zur Andienung und Zufahrt von Bedeutung. Die Relevanz der Toranlagen ist analog der Bauteilhierarchie als Ausbauelement von nachgeordneter Bedeutung. Die Anpassung der Ausbauelemente ist im Vergleich zu einer Anpassung der vorbeschriebenen baulichen Gegebenheiten (Spannweite, Höhe) weniger aufwendig. Anders ist dies, wenn die technologisch bzw. produktionsspezifische erforderliche Durchfahrtshöhe vom Lichtraumprofil der Primärkonstruktion begrenzt wird.

3.4.3 Belastung

Nach Aufnahme der geometrischen Parameter wird die zulässige Belastung der Bauteile erfasst. Die vorhandenen Belastungen setzen sich aus Eigenlasten der tragenden Konstruktion, aus den nichttragenden Ausbaulasten, den Verkehrslasten durch die Nutzung und aus den äußeren Verkehrslasten zusammen. Die Eigenlasten, Ausbaulasten und äußeren Verkehrslasten sind substanziell bzw. durch Erfahrungswerte fest für das Gebäude definierbar. Die Höhe der möglichen Verkehrslast kann der Konstruktion nur bedingt abgelesen werden – dies kann meist nur durch Unterlagen, Bestandsproben oder anhand bisheriger Nutzungen nachvollzogen werden.

Da verschiedene Nutzungen auch spezifische Verkehrslasten generieren, ist die Recherche der bisherigen Lastannahmen von Bedeutung. Aufgenommen wird jeweils getrennt nach den vorab bezeichneten Bereichen die bauteilbezogene Tragfähigkeit. Bei der Belastung der Deckenplatten werden die möglichen zuzuordnenden Verkehrslasten erfasst.

Für die Bauteile Stütze, Wand und Gründung werden die zulässigen Tragfähigkeiten am Bestand ermittelt und eingetragen. Der Zustand der Bausubstanz und Hinweise zu Mängeln oder Schädigungen werden unter Punkt 6 des Erfassungsbogens aufgenommen. Unter Bemerkungen können Hinweise zum statischen System aufgenommen werden.

Zusätzlich zu den statischen Lasten wirken im Bereich der Produktion oft auch dynamische Lasten auf die Konstruktion. Hierbei ist die Art der Lasteintragung in die Baukonstruktion (entkoppelte oder nicht entkoppelte Bereiche/Fundamente) wichtig und entsprechend aufzunehmen.

3.4.4 Logistik

Unter Logistik werden die im Gebäude vorhandenen Lastbilder für den flurgebundenen Verkehr (Fahrverkehr im Sinne von z.B. Hubwagen, Frontstapler) und die möglichen Lasten aus den Über- und Unterflurtransportsystemen (fest installierte Hubmechanismen im Sinne von z.B. Aufzügen, Krane) erfasst. Betrachtet werden die flurgebundenen Transportsysteme und die Überflurtransportsysteme, da diese die Gebäudestruktur oft wesentlich bestimmen. Mit der Aufnahme der im Bestand eingesetzten flurgebundenen Transportsysteme können Rückschlüsse auf die vorhandenen Deckenkonstruktionen als direkt belastete Bauteile und unter Umständen auf mögliche Ertüchtigungsmaßnahmen erfolgen. Für die Stützen ist die Angabe der Art des flurgebundenen Verkehrs im Hinblick auf die Anpralllasten von Bedeutung. Die unter- und überflurgebundenen Transportsysteme erlauben Rückschlüsse auf die Tragfähigkeit der vertikalen Bauteile.

3.4.5 Ver- und Entsorgungsparameter Haustechnik

Über die Ver- und Entsorgungsparameter (Haustechnik) kann die Technische Infrastruktur von Gebäuden beschrieben werden. Die Versorgung umfasst die Medienbereitstellung zum einen in Form einer Fremdversorgung durch regionale oder überregionale Energieversorgungsunternehmen (EVU), ggf. auch die dezentrale Erzeugung innerhalb eines Gewerbestandortes oder Gewerbeparks, zum anderen in Form der Eigenerzeugung oder Eigenversorgung.

Die Entsorgung bezieht sich auf die, durch Gebrauch und Verbrauch, entstehenden Neben- und Abfallprodukte.

Die in der Checkliste zur Erfassung der Gebäudeeigenschaften enthaltenen Größen entsprechen den wesentlichen Ver- und Entsorgungsparametern zur Beschreibung der bestehenden Technischen Infrastruktur – eine vollständige Erfassung kann im Rahmen dieses Leitfadens nicht erfolgen.

Im ersten Schritt werden vorhandene Medienver- und -entsorgungsnetze sowie deren Verlegräume ermittelt (vgl. Checkliste Tabelle 4.1). Die sich anschließende Tabelle erfasst die Grundlagen für eine Bewertung der Technischen Gebäudeausrüstung.

Eine konkrete Feststellung der Defizite, als Differenz von Eigenschafts- und Anforderungsprofilen, kann erst nach detaillierter Ermittlung von z.B. Anschlusswerten und Leitungsdurchmessern erfolgen. Dies beschreibt allerdings konkrete Planungsfälle, die in aller Regel nur durch Fachplaner erarbeitet werden können.

3.4.6 Störwirkungen

Unter dem Begriff Störwirkungen werden im Wesentlichen die produktionsbestimmenden, produktionseinschränkenden oder -störenden Parameter der baulichen Gegebenheit zusammengefasst. Dies sind die Aspekte Beleuchtung von Arbeitsplätzen, Lärmschutz und Brandschutz, Brandgefahr und Rauchabschnittsflächen.

Die allgemeinen Schutzzieldefinitionen für Gebäude und bauliche Anlagen sind in den §§ 3 und 17 der Musterbauordnung (MBO), respektive der darauf aufbauenden Landesbauordnungen beschrieben. Grundsätzlich gilt für alle Industriegebäude, dass sie im baurechtlichen Sinne Unikate mit einer spezifischen Betriebserlaubnis an einem Standort, mit speziellen Auflagen hinsichtlich der Betriebszeiten sind.

Die MBO definiert Industriegebäude als „bauliche Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung“, die mit ihren speziellen Anforderungen als Sonderbauten in der Regel von den baulichen Anlagen „normaler Art und Nutzung“ abweichen. Deshalb werden alle Genehmigungen für diese Anlagen immer im Einzelfall geprüft und erteilt. Die in den verschiedenen Richtlinien und Durchführungsvorordnungen für den Industriebau zusammengestellten rechtlichen Rahmenbedingungen sind lediglich Mindestanforderungen. Sie sind als Empfehlungen für die Auslegung der Anlagen zu verstehen und aus ihrer Anwendung kann kein Baurecht abgeleitet werden.

Dementsprechend lassen sich auch für den Bestand keine allgemeingültigen Eignungen oder Zulassungen ableiten. Bei bestehenden Industriebauten treten meistens Abweichungen zum Beispiel hinsichtlich des Brandschutzes auf. Dies betrifft neben der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und der Brennbarkeit der Baustoffe die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie die Anordnung, Lage und Länge der Rettungswege. Die Genehmigung erfolgt in der Regel auf der Grundlage eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes, das entsprechend der Industriebaurichtlinie (IndBauR) auch die notwendigen Kompensationsmaßnahmen umfasst, darstellt und begründet. Die Baugenehmigung umfasst auch die Betriebsgenehmigung und muss mit jeder Änderung der Rahmenbedingungen neu beurteilt werden.

Auf die fachspezifischen Inhalte der einschlägigen rechtlichen Vorschriften und deren rechnerische Nachweise kann im Rahmen der Ausarbeitung dieses Leitfadens nicht näher eingegangen werden. Eine verbindliche Beurteilung der Störwirkungen kann lediglich mit individuellen Gutachten erfolgen. Die Aufnahme der Störwirkungen erfolgt analog der Erfassungsbögen der Produktionsebene und dient nur zur ersten Abschätzung der baulichen Gegebenheiten.

Beleuchtung

Erfasst werden soll nur die natürliche Tageslichtbeleuchtung der Bereiche. Mit der Aufnahme lässt sich ein wichtiges Kriterium für die prinzipielle Eignung erfassen. Darüber hinaus lassen sich Aufwendungen für die Anpassung an die Anforderung der Produktion ableiten. Wenn die Gebäudebereiche bereits natürlich beleuchtet sind, können meist die Belüftung, der Rauch- und ggf. erforderliche Wärmeabzug ertüchtigt bzw. einfach angepasst werden.

Schallschutz

Erfasst wird hier lediglich das Schalldämmmaß der raumbegrenzenden Bauteile Wand, Boden, Decke, getrennt nach den jeweiligen Bereichen.

Beurteilungen auf der Grundlage der EU-Rahmenrichtlinie und des Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), die im Grundsatz die Gesundheit und die Sicherheit der Mitarbeiter am Arbeitsplatz regeln und des § 15 Schutz gegen Lärm der Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV), der die Anforderungen an den Arbeitsplatz regelt und den erforderlichen Nachweisverfahren auf der Grundlage der Messverfahren zur Ermittlung des Beurteilungspegels nach der VDI-Richtlinie 2058 Bl. 2 und dem Normblatt DIN 45645 Teil 2, sind für die erste Beurteilung im Rahmen des Leitfadens zu aufwendig.

Entsprechend der Hinweise zum Erfassungsbogen der Nutzungsanforderungen (Katalog A) gilt für die Genehmigungsfähigkeit eines Fabrikbetriebs das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräuschen, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen (BImSchG) § 48a. Die in den Rechtsverordnungen über Emissionswerte und Immissionswerte der Technischen Anleitung Lärm (TA Lärm) getroffenen Festlegungen sind dabei maßgebend. Neben den Regelungen zur allgemeinen Betriebserlaubnis sind die Anforderungen an bestehende Anlagen und Immissionsrichtwerte von besonderer Bedeutung.

Brandschutz

Erfasst wird hier die Feuerwiderstandsklasse der tragenden Bauteile.

Mit der Aufnahme der Feuerwiderstandsklasse kann noch keine abschließende Aussage hinsichtlich des baulichen Brandschutzes getroffen werden, da der bauliche Brandschutz die Summe aller baulich erforderlichen Maßnahmen zur Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Anforderungen darstellt. Es wird hier unter anderem nach dem Brandverhalten von den eigentlichen Baumaterialien oder Baustoffen und dem Brandverhalten von Bauteilen unterschieden. Mit der Erfassung der tragenden Bauteile ist in den meisten Fällen die entscheidende Grundlage für die Beurteilung des Bestandes gegeben.

Aus der Sicht des baulichen Brandschutzes ist die Bestimmung der Gebäudeklassen aber auch der Vollgeschosse von großer Bedeutung, da hiervon die Intensität der brandschutztechnischen Anforderungen an tragende Bauteile bzw. an Flucht- und Rettungswege abhängt. Stark vereinfacht kann gesagt werden, dass entsprechend zunehmender Gebäudehöhe die Menschenrettung und Brandbekämpfung schwieriger wird und die bauaufsichtlichen Brandschutzanforderungen wachsen.

Der Brandschutz bei Industrie- und Gewerbebauten kann nicht in einzelnen, unabhängigen Maßnahmen umgesetzt werden. Ein effizientes Brandschutzkonzept besteht aus aufeinander abgestimmten Komponenten, dem baulichen, dem anlagentechnischen, dem betrieblich-organisatorischen und dem abwehrenden Brandschutz. Weiterführende Zielstellungen eines Brandschutzkonzeptes können neben dem Schutz von Menschen und Gebäuden die langfristige Nutz- und Vermietbarkeit, die möglichst uneingeschränkte Funktionalität, die Funktionsfähigkeit eines Unternehmens oder reduzierte laufende Betriebskosten mit günstigeren Versicherungen der Risiken sein. Wie bereits erläutert, ist für eine abschließende Beurteilung immer ein Brandschutzgutachten erforderlich.

3.4.7 Konstruktion, Material, Bauzustand

Neben der Geometrie, der Tragfähigkeit, den logistischen, haustechnischen und den produktions einschränkenden oder -störenden Gegebenheiten sind für die Bewertung der Eignung bestehender Fabrikstrukturen das Konstruktionsprinzip, die verwendeten Materialien und der Bauzustand von großer Bedeutung.

Konstruktion

Allgemein besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Konstruktion und der Geometrie eines Raumes. In ihrer Strukturform haben die jeweiligen Konstruktionen ihre eigenen Gesetzmäßigkeiten. So können zum Beispiel große Spannweiten mit Bogenkonstruktionen erreicht werden, einachsig gerichtet als Tonnen (Zylinderflächen) oder Kuppeln (Rotationsschalensysteme). Häufig findet sich dieser Zusammenhang auch bei Bauteilen wie z. B. den Sheddachkonstruktionen, den preußischen Kappen bei Deckenkonstruktionen oder dem Wellblech. Weitere Strukturformen sind Seilnetze oder pneumatische Konstruktionen.

Für bestimmte Anforderungen eignen sich ausgewählte Konstruktionen – so bestehen die meist ebenerdig und eingeschossig organisierten Produktionsbereiche, aber auch die vertikal organisierten Lagerbereiche aus leichten aufgelösten Fachwerkkonstruktionen. Die Verwaltungsflächen, Sozialbereiche und sonstigen Nebenflächen sind hingegen oft mehrgeschossig und in Massivbauweise errichtet. Die technische Konstruktion und Eignung ist immer abhängig vom verwendeten Werkstoff, der statischen Wirkungsweise und der Art der Fügung.

Mit der Erfassung der Materialien können neben der Lebensdauer und der Wiederverwendbarkeit vor allem Rückschlüsse hinsichtlich des Brandschutzes erfolgen. Für die Gebäudeerfassung im Rahmen dieses Leitfadens werden lediglich die zwei gängigsten Bauweisen, der Massivbau und der Skelettbau unterschieden. Alle weiteren Untergliederungen und Sonderformen können mit Hinweisen in den Bemerkungen aufgenommen werden.

Massivbauten sind Konstruktionen, bei denen die Lastableitung und die Stabilisierung des Bauwerkes über miteinander verbundene Wand- und Deckenscheiben erfolgt. Diese werden aus Mauerwerk, Naturstein, Kunststein oder (Stahl-)Beton hergestellt. Dabei bilden die Wandscheiben die vertikalen Haupttragglieder, die auf den Deckenscheiben lagern bzw. mit diesen monolithisch verbunden sind.

Skelettbauten sind Konstruktionen, bei denen die vertikale Lastabtragung über zumeist in einem festen Raster angeordnete stabförmige Bauteile erfolgt. Die horizontale Lastabtragung wird über monolithisch mit den Decken verbundene Kerne bzw. Wandscheiben sichergestellt. Die innere Raumbildung und die Fassade werden über nichttragende Wände, meist als Ausfachungen zwischen den Stützen, realisiert. Als Baustoffe der tragenden Elemente werden Holz, Stahl und Stahlbeton verwendet, die zudem in den vergangenen Jahren immer häufiger als vorgefertigte Elemente eingebaut wurden.

Für eine Beurteilung der Eignung ist es jedoch nicht ausreichend, das Primärtragwerk der Gebäude zu erfassen. Auf der Betrachtungsebene Hüllenkonstruktion wird in primärtragwerksintegrierte bzw. tragende Fassadenkonstruktion (t) und nichttragende Fassadenkonstruktion (nt), z.B. als vorgehängte Fassade und Dachhaut unterschieden. Auf der Ausbauebene wird sinngemäß verfahren. Unterschieden wird hier in schwere oder aussteifende mit dem Bauwerk fest verankerte, fixe (f) und leichte (l), nichttragende, ggf. elementierte oder flexible (mobile) raumbildende Ausbauten oder Raumteilungen. Erfasst wird auch die vorhandene Technische Gebäudeausrüstung.

Material

Ergänzt wird die Aufnahme des Tragwerkes um die Angaben zum hauptsächlich verwendeten Material der Tragstruktur z.B. Mauerwerk, Stahlbeton, Stahl, Holz. Nicht eindeutig einstoffliche oder baustofflich eindeutig zu bestimmende Tragwerke können als Sonderkonstruktionen oder als Mischbauweise erfasst werden. Die Angaben zum Material erlauben erste Rückschlüsse hinsichtlich des Brandschutzes.

Bauzustand

Für die wirtschaftliche Flexibilisierung und/oder Wiederinbetriebnahme einer Immobilie ist neben den Baunutzungskosten der bauliche Zustand der einzelnen Bauwerksteile entscheidend.

Der Stellenwert des Bauzustandes der Bauteile entspricht der hierarchischen Einteilung in Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur. Der Grad der Bedeutung ist unter anderem von dem Gefahrenpotenzial des Versagens eines Bauteils abhängig.

Die Primärstruktur jedes Gebäudes muss einerseits für sich selbst standsicher sein, d. h. in sich ausgesteift das sichere Weiterleiten aller Lasten und Kräfte mit den erforderlichen Sicherheiten in den Baugrund ermöglichen. Darüber hinaus müssen die Funktionstüchtigkeit des Tragwerkes hinsichtlich der Gebrauchslasten der geplanten Nutzung und eine ausreichende Dauerhaftigkeit der Standsicherheit im Betrieb gewährleistet sein.

Die Gebrauchsfähigkeit sichert auch die Einhaltung anderer allgemeiner Anforderungen vorrangig des Brandschutzes, aber auch des Erschütterungs-, Korrosions- und Wärmeschutzes.

In der Sekundärstrukturebene können die meisten vertikalen, horizontalen und geneigten außenraumabschließenden, hüllenden Begrenzungssysteme erfasst werden. Das sind vertikal die Außenwand oder Fassade, horizontal die Bodenplatte und das Flachdach sowie die geneigten Dächer. In der weiteren Betrachtung der Hülle werden die Maßnahmen zur Ertüchtigung der Bodenplatte als außenraumabgrenzendes Bauteil nicht gesondert vertieft. Diese können jedoch im Bauteilkatalog III, Auswahlssystem Bodenaufbau, erfasst werden.

An die raumabschließenden Bauteile werden von außen und von innen die vielfältigsten Anforderungen hinsichtlich der Nutzung, der Konstruktion und der Form gestellt. Unter dem Aspekt der Nutzung können von außen vorrangig die Schutzfunktionen hinsichtlich Klima (Wind und Regen), Wärme, Immission, Einbruch etc. aber auch die Lebensdauer, Alterung und Unterhalt subsumiert werden. Von innen sind es sowohl die Beleuchtung, die Orientierung, der Ausblick, die Behaglichkeit, das Raumklima, der Sonnenschutz als auch die Möblierbarkeit und damit die Variabilität und Flexibilität. Zu den konstruktiven Aspekten zählen von außen unter anderem der Lastabtrag, die Fertigung und die Montage. Von innen sind es ebenfalls die Montage, die Fügung und die Anschlussbedingungen z.B. von Trennwandsystemen und der Schutz vor Emissionen. Bei der Form sind es von außen die Anforderungen hinsichtlich des Erscheinungsbildes, der Maßstäblichkeit und der Detailausbildung in Oberfläche und Farbe, von innen die Raumwirkung, die Aufenthaltsqualität und die Oberflächenbeschaffenheit. Die Mindestanforderungen sind in den Arbeitstättenrichtlinien und in den entsprechenden Verordnungen festgelegt.

Die bauphysikalischen Bedingungen für die Hülle, als Regler des Überganges zwischen Außen- und Innenraum, kommen aus drei Hauptbereichen – dem Wärmeschutz, dem Schallschutz und dem Feuchtigkeitsschutz. Für den Wärmeschutz sind relevant die Verminderung des Wärmetransportes, die Regulierung der Einstrahlung und die Dichtheit vorhandener Fugen; für den Schallschutz die Schalldämmung durch Reflexion und durch Absorption in der Unterteilung der Maßnahmen zum Schutz gegen Luftschall und gegen Körperschall.

Für den Feuchtigkeitsschutz sind relevant die Einwirkungen in den unterschiedlichen Aggregatzuständen Wasserdampf, Wasser, Schnee und Eis. Im Rahmen der vorliegenden Betrachtung wird auf eine detaillierte Beschreibung der physikalischen Vorgänge und deren rechnerische Erfassung verzichtet.

Bei der Bauzustandaufnahme wird, soweit möglich, im ersten Schritt mit einer Sichtprüfung die Konstruktion, das Material und der Schädigungsgrad des Tragwerkes, der Hülle und der Ausbauelemente erfasst. Die Einteilung des Zustandes der Bauteile erfolgt dabei in den Abstufungen 1-4; sehr gut (0-10 % Schädigungsgrad), gut (bis 30 % Schädigungsgrad), mangelhaft (bis 60% Schädigungsgrad), schlecht (100 % Schädigungsgrad). Auf der Tertiärebene, der Technischen Gebäudeausrüstung, werden die in Punkt 4 erfassten Medienanschlüsse für die Ver- und- Entsorgung hinsichtlich ihres Zustandes und Gebrauchswertes aufgenommen.

3.5 Produktionstechnische Nutzungsgruppen

	Einheit	PNG 1	PNG 2	PNG 3	PNG 4	PNG 5	PNG 6	PNG 7	PNG 8	PNG 9	PNG 10
Geometrische Parameter											
Nutzhöhe	m	3,5	3,5	4,5	5,5	6,0	7,0	7,0	7,0	7,5	10,0
Rasterbreite	m	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	12,0
Rasterlänge	m	6,0	6,0	6,0	12,0	12,0	18,0	18,0	24,0	24,0	30,0
Höhe unter Kranhaken	m				4,0	4,5	5,2	5,2	5,2	5,5	8,0
Höhe Tore	m	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Breite Tore	m	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
Belastungsparameter											
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	5,0	10,0	15,0	15,0	20,0	20,0	20,0	30,0	30,0	30,0
entkoppelte Fundamente		nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja
Flugebundenes Transportsystem	kN/m ²	13,0	15,0	15,0	18,0	20,0	20,0	30,0	30,0	30,0	50,0
Überflugeb. Transportsystem	kN (*10)				5,0	5,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0
Ver- und Entsorgungsparameter											
Strom/EDV		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wasser		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wärme		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Druckluft		nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Klimatisierung		nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Reinraum		nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Technische Gase		nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Späneentsorgung		nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Abluft		nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Störfunktionsparameter											
natürliche Beleuchtung	ja / nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Brandgefährdung ¹	n / m / h	niedrig	mittel	niedrig	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	hoch
Nutzung von Mehrgeschossen ²	ja / nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
		Handwerk, Kleint.-lager	Schlosserei, Metallbau	Montage + metallv. Ind. (klein)	metallv. Ind. (mittelgroß)	Montage (mittelgroß)	Masch. u. Anl.-bau	Masch. u. Anl.-bau (groß)	SoMa-Bau, metallv. Ind. (groß)	SoMa-Bau, metallv. Ind. (groß)	virtuell max.

¹ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133² zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss

3.6 Fabrikplattformtypen

	Einheit	FbF 1	FbF 2	FbF 3	FbF 4	FbF 5	FbF 6
Geometrische Parameter							
Nutzhöhe	m	4,0	4,5	6,0	7,5	10,0	10,0
Rasterbreite	m	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Rasterlänge	m	6,0	6,0	12,0	18,0	24,0	24,0
Höhe unter Kranhaken	m	0,0	0,0	4,5	6,0	8,0	8,0
Höhe Tore	m	2,5	3,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Breite Tore	m	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5
Belastungsparameter							
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	10,0	20,0	30,0	30,0	30,0	50,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	16,0	17,5	20,0	30,0	50,0	50,0
Überflugeb. Transportsystem	kN	0,0	0,0	50,0	80,0	100,0	100,0
Ver- und Entsorgungsparameter							
Strom	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wasser	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Wärme	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Druckluft	ja/nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Klimatisierung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Reinraum	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Technische Gase	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Späneentsorgung	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Abluft	ja/nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Störwirkungsparameter							
natürliche Beleuchtung	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Brandgefährdung ¹	n/m/h	niedrig	niedrig	mittel	mittel	mittel	mittel
Nutzung von Mehrgeschossen ²	ja/nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein

¹ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133² zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss

3.7 Systematisierung der Eingangsdaten

Einordnung des Anforderungsprofils in Plattformtypen

	FbF 1	FbF 2	FbF 3	FbF 4	FbF 5	FbF 6
<input type="checkbox"/>	4,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	2,5	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	3,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	10,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	16,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	niedrig	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>				

	Einheit	Anforderungsprofil ³
Geometrische Parameter		
Nutzhöhe	m	
Rasterbreite	m	
Rasterlänge	m	
Höhe unter Kranhaken	m	
Höhe Tore	m	
Breite Tore	m	
Belastungsparameter		
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²	
entkoppelte Fundamente	ja/nein	
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²	
Überflurgeb. Transportsystem	kN	
Ver- und Entsorgungsparameter		
Strom	ja/nein	
Wasser	ja/nein	
Wärme	ja/nein	
Druckluft	ja/nein	
Klimatisierung	ja/nein	
Reinraum	ja/nein	
Technische Gase	ja/nein	
Späneentsorgung	ja/nein	
Abluft	ja/nein	
Störwirkungsparameter		
natürliche Beleuchtung	ja/nein	
Brandgefährdung ¹	n/m/h	
Nutzung von Mehrgeschossen ²	ja/nein	

¹ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133

² zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss

³ Übertrag aus den Checklisten des Kataloges (A)

Einordnung des Eigenschaftsprofils in Plattformtypen

	FbF 1	FbF 2	FbF 3	FbF 4	FbF 5	FbF 6					
<input type="checkbox"/>	4,0	<input type="checkbox"/>	4,5	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	7,5	<input type="checkbox"/>	10,0	<input type="checkbox"/>	10,0
<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	6,0
<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	12,0	<input type="checkbox"/>	18,0	<input type="checkbox"/>	24,0	<input type="checkbox"/>	24,0
<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>	4,5	<input type="checkbox"/>	6,0	<input type="checkbox"/>	8,0	<input type="checkbox"/>	8,0
<input type="checkbox"/>	2,5	<input type="checkbox"/>	3,0	<input type="checkbox"/>	4,5						
<input type="checkbox"/>	3,0	<input type="checkbox"/>	3,5	<input type="checkbox"/>	3,0	<input type="checkbox"/>	3,0	<input type="checkbox"/>	3,5	<input type="checkbox"/>	3,5
<input type="checkbox"/>	10,0	<input type="checkbox"/>	20,0	<input type="checkbox"/>	30,0	<input type="checkbox"/>	30,0	<input type="checkbox"/>	30,0	<input type="checkbox"/>	50,0
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	16,0	<input type="checkbox"/>	17,5	<input type="checkbox"/>	20,0	<input type="checkbox"/>	30,0	<input type="checkbox"/>	50,0	<input type="checkbox"/>	50,0
<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>	0,0	<input type="checkbox"/>	50,0	<input type="checkbox"/>	80,0	<input type="checkbox"/>	100,0	<input type="checkbox"/>	100,0
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein
<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	nein
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	niedrig	<input type="checkbox"/>	niedrig	<input type="checkbox"/>	mittel						
<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein						

Eigenschaftsprofil ³	Einheit
Geometrische Parameter	
Nutzhöhe	m
Rasterbreite	m
Rasterlänge	m
Höhe unter Kranhaken	m
Höhe Tore	m
Breite Tore	m
Belastungsparameter	
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²
entkoppelte Fundamente	ja/nein
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²
Überflurgeb. Transportsystem	kN
Ver- und Entsorgungsparameter	
Strom	ja/nein
Wasser	ja/nein
Wärme	ja/nein
Druckluft	ja/nein
Klimatisierung	ja/nein
Reinraum	ja/nein
Technische Gase	ja/nein
Späneentsorgung	ja/nein
Abluft	ja/nein
Störwirkungsparameter	
natürliche Beleuchtung	ja/nein
Brandgefährdung ¹	n/m/h
Nutzung von Mehrgeschossen ²	ja/nein

¹ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133
² zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss
³ Übertrag aus den Checklisten des Kataloges (B)

Einordnung des Eigenschaftsprofils in Produktionstechnische Nutzungsgruppen

Geometrische Parameter	Einheit	Eigenschaftsprofil ³	PNG										
			PNG 1	PNG 2	PNG 3	PNG 4	PNG 5	PNG 6	PNG 7	PNG 8	PNG 9	PNG 10	
Nutzhöhe	m		<input type="checkbox"/> 3,5	<input type="checkbox"/> 3,5	<input type="checkbox"/> 4,5	<input type="checkbox"/> 5,5	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 7,0	<input type="checkbox"/> 7,0	<input type="checkbox"/> 7,0	<input type="checkbox"/> 7,5	<input type="checkbox"/> 10,0
Rasterbreite	m		<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 12,0
Rasterlänge	m		<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 6,0	<input type="checkbox"/> 12,0	<input type="checkbox"/> 12,0	<input type="checkbox"/> 18,0	<input type="checkbox"/> 18,0	<input type="checkbox"/> 18,0	<input type="checkbox"/> 18,0	<input type="checkbox"/> 24,0	<input type="checkbox"/> 30,0
Höhe unter Kranhaken	m		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4,0	<input type="checkbox"/> 4,5	<input type="checkbox"/> 5,2	<input type="checkbox"/> 5,2	<input type="checkbox"/> 5,2	<input type="checkbox"/> 5,2	<input type="checkbox"/> 5,5	<input type="checkbox"/> 8,0
Höhe Tore	m		<input type="checkbox"/> 2,5	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 4,0	<input type="checkbox"/> 4,0						
Breite Tore	m		<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,0	<input type="checkbox"/> 3,5
Belastungsparameter													
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²		<input type="checkbox"/> 5,0	<input type="checkbox"/> 10,0	<input type="checkbox"/> 15,0	<input type="checkbox"/> 15,0	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 30,0	<input type="checkbox"/> 30,0	<input type="checkbox"/> 30,0
entkoppelte Fundamente	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja
Fluggebundenes Transportsystem	kN/m ²		<input type="checkbox"/> 13,0	<input type="checkbox"/> 15,0	<input type="checkbox"/> 15,0	<input type="checkbox"/> 17,5	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 20,0	<input type="checkbox"/> 30,0	<input type="checkbox"/> 30,0	<input type="checkbox"/> 30,0	<input type="checkbox"/> 50,0
Überflurgeb. Transportsystem	kN		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 50,0	<input type="checkbox"/> 50,0	<input type="checkbox"/> 80,0	<input type="checkbox"/> 80,0	<input type="checkbox"/> 80,0	<input type="checkbox"/> 100,0	<input type="checkbox"/> 100,0	<input type="checkbox"/> 100,0
Ver- und Entsorgungsparameter													
Strom	ja/nein		<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja
Wasser	ja/nein		<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja
Wärme	ja/nein		<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja
Druckluft	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja
Klimatisierung	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Reinraum	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein
Technische Gase	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Späneentsorgung	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Abluft	ja/nein		<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
Störwirkungsparameter													
natürliche Beleuchtung	ja/nein		<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja
Brandgefährdung ¹	n/m/h		<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> hoch						
Nutzung von Mehrgeschossen ²	ja/nein		<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein						

¹ Einteilung erfolgt in Anlehnung an BGR 133

² zeigt die mögliche Nutzung im Obergeschoss

³ Übertrag aus den Checklisten des Kataloges (B)

3.8 Abgleich von Anforderungs- und Eigenschaftsprofilen

▪ auf Basis von Einzelwerten

Parameter	Einheit	Anforderungsprofil des Nutzers	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	Defizite
Geometrische Parameter				
Nutzhöhe	m			
Rasterbreite	m			
Rasterlänge	m			
Höhe unter Kranhaken	m			
Höhe Tore	m			
Breite Tore	m			
Belastungsparameter				
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²			
entkoppelte Fundamente	ja/nein			
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²			
Überflurgeb. Transportsystem	kN			
Ver- und Entsorgungsparameter				
Strom	ja/nein			
Wasser	ja/nein			
Wärme	ja/nein			
Druckluft	ja/nein			
Technische Gase	ja/nein			
Späneentsorgung	ja/nein			
Abluft	ja/nein			
Klimatisierung	ja/nein			
Reinraum	ja/nein			
Störwirkungsparameter				
natürliche Beleuchtung	ja/nein			
Brandgefährdung	n/m/h			
Nutzung von Mehrgeschossen	ja/nein			

▪ auf Basis von Plattformen

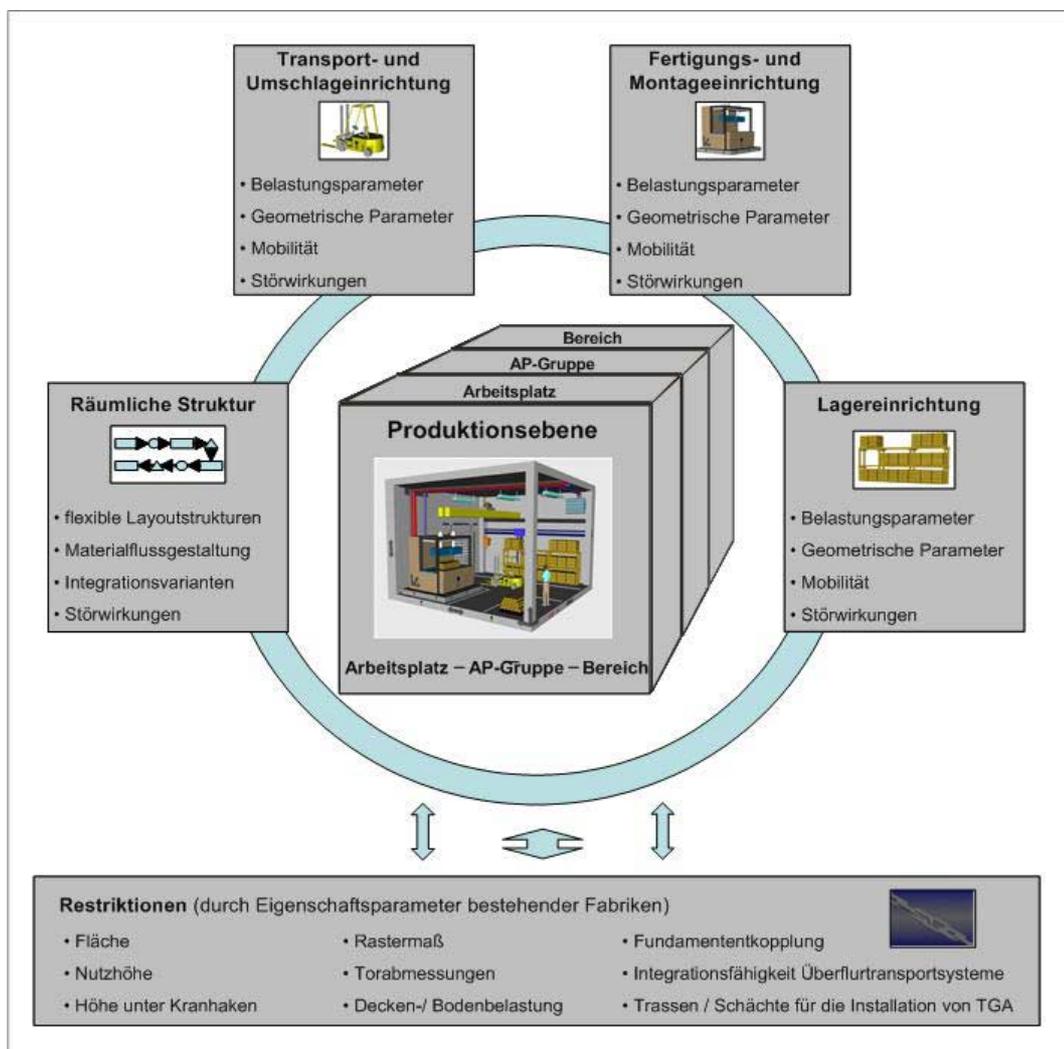
Parameter	Einheit	FbF ...	Eigenschaftsprofil des Gebäudes	Defizite
Geometrische Parameter				
Nutzhöhe	m			
Rasterbreite	m			
Rasterlänge	m			
Höhe unter Kranhaken	m			
Höhe Tore	m			
Breite Tore	m			
Belastungsparameter				
Decken/Bodenbelastung	kN/m ²			
entkoppelte Fundamente	ja/nein			
Flurgebundenes Transportsystem	kN/m ²			
Überflurgeb. Transportsystem	kN			
Ver- und Entsorgungsparameter				
Strom	ja/nein			
Wasser	ja/nein			
Wärme	ja/nein			
Druckluft	ja/nein			
Technische Gase	ja/nein			
Späneentsorgung	ja/nein			
Abluft	ja/nein			
Klimatisierung	ja/nein			
Reinraum	ja/nein			
Störwirkungsparameter				
natürliche Beleuchtung	ja/nein			
Brandgefährdung	n/m/h			
Nutzung von Mehrgeschossen	ja/nein			

3.9 Katalog (PE) – Flexibilisierung innerhalb der Produktionsebene

Der Katalog PE beinhaltet Gestaltungsvarianten zur Flexibilisierung der Elemente der Produktionsebene. Weitgehend unabhängig von den Maßnahmen zur Flexibilisierung der Gebäudestruktur können innerhalb der Produktionsebene geeignete Maßnahmen umgesetzt werden, die einerseits die Integrationsfähigkeit andererseits die Flexibilität einzelner und/oder übergreifender Elemente der Produktionsebene nachhaltig verbessern.

In den nachfolgenden Abbildungen und Datenblättern sollen einige ausgewählte Gestaltungsvarianten aufgezeigt werden²⁴.

Bild 14 Untersuchungsfelder zur Flexibilisierung der Produktionsebene



²⁴ in Anlehnung an Wirth S Forschungsbericht, Gestaltungsvarianten zur Flexibilisierung der Produktionsebene

Produktionsebene:	Arbeitsplatz (konventionell)
Betrachtungsgegenstand:	Fertigungs- und Montageeinrichtung
Parameter:	Geometrie

Beschreibung:

Etwa 80 % der Fertigungseinrichtungen sind nicht länger als 3,5 m und 90 % nicht breiter als 2,0 m. Das bestätigt die Feststellung, dass mit zunehmender Mechanisierung und Automatisierung unter besonderer Berücksichtigung arbeitsgestalterischer Aspekte der Flächenbedarf 5 % bis 20 %, bezogen auf die Ausrüstung, ansteigen kann. Außerdem sind größere zusammenhängende Maschinenarbeitsplatzflächen erforderlich. Die Ausrüstungshöhe liegt bei 80 % der WZM < 3,6 m.

Die Elemente Fertigungseinrichtung, Transport- und Lagereinrichtungen bilden den kompletten Arbeitsplatz (normiert). Der modulare Aufbau der Einrichtungen erlaubt eine flexible Aufstellung.

Rekonfigurierbare Einrichtungen erhöhen die Varianten der räumlichen Anordnung der einzelnen Elemente der Arbeitsplätze.

Flexibilität hinsichtlich der horizontalen Abmessungen wird durch die Verschiedenartigkeit der Anordnung der Elemente des Arbeitsplatzes erreicht. Dabei können Lager- und Transporteinrichtungen in verschiedenen Varianten in die Fertigungseinrichtung integriert werden.

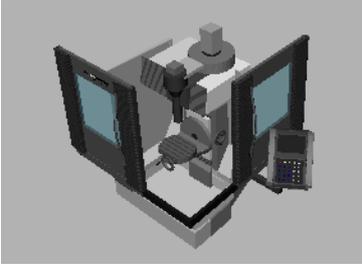
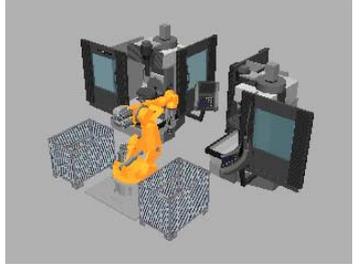
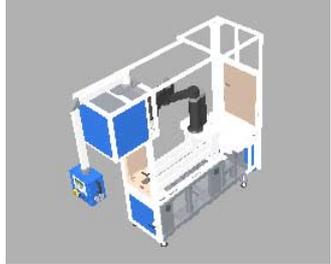
Flexibilität hinsichtlich der vertikalen Abmessungen kann dadurch erreicht werden, dass rekonfigurierbare Module in der Höhe kompakt angelagert werden (z.B. Werkstück und Werkzeugführung, Spänebehälter).

Bewertung:

- rastermaßentsprechende Aufstellung bei konventionellen Arbeitsplätzen günstig
- bei integrierten Fertigungsplätzen zusammenhängende Fläche erforderlich
- zusätzlicher Flächenbedarf bei Transport und Verkettungseinrichtungen
- kompakte Fertigungseinrichtungen werden durch Roboter oder Überflureinrichtungen bedient (Höhenmaße beachten)
- Produktionsausstoß je m² Produktionsfläche erhöht sich bei automatisierten und integrierten Maschinen

Restriktionen:

- Fläche, Rastermaße
- Nutzhöhe
- Höhe unter Kranhaken

Fertigungsplatz für Bediener	Fertigungsplatz mit Roboter	
		

Produktionsebene:	Arbeitsplatz
Betrachtungsgegenstand:	Fertigungs- und Montageeinrichtung
Parameter:	Belastung

Beschreibung:

Die Masse einiger WZM verringert sich durch Werkstoffsubstitutionen. Bei einem großen Teil der WZM ist allerdings ein leichtes Ansteigen der Masse festzustellen, vor allem in Folge ihres höheren Mechanisierungs-, Automatisierungs- und Integrationsgrades. Das ist häufig mit größeren Maschinenabmessungen, also mit einer Vergrößerung der Standfläche verbunden, so dass sich die Flächenlasten nicht erhöhen. Rund 80 % aller WZM benötigen eine Bodenbelastbarkeit bis 25 kN/m² und etwa 20 % eine höhere. Dabei sind die vom Maschinenhersteller geforderten Einzelfundamente oftmals übertrieben groß. Es ist erwiesen, dass der im Bereich des Maschinenbaus (Teilefertigung) zur Zeit vorherrschende Fundamentanteil an der Produktionsfläche von 20 % bis 25 % nur etwa 15 % zu betragen brauchte. Das bedeutet, dass ein nicht zu unterschätzender Anteil der WZM auf Hallenfußböden flexibel aufstellbar ist.

Eine Gestaltungsvariante zur Verringerung der Bodenbelastung pro m² Aufstellfläche besteht in der Vergrößerung der Aufstellfläche für die Fertigungs-/Montageeinrichtung durch Unterbau einer Tragkonstruktion aus Stahl/Beton/Gitterraster. Denkbar ist einerseits eine direkte Verbindung zwischen Tragkonstruktion und Fertigungs-/Montageeinrichtung andererseits eine lose Aufstellung. Dies ist von Schwingungsparametern, notwendigen Justierungen usw. abhängig.

Die Kosten für eine solche Gestaltungsvariante sind wesentlich geringer einzuschätzen als beispielsweise die Herstellung oder Verstärkung eines Fundamentes im Gebäude.

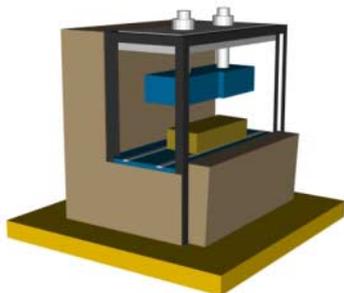
Bewertung:

- Verringerung der Bodenbelastung pro m² Aufstellfläche
- sehr gute Variante für die Aufstellung von Maschinen/Anlagen im Mehrgeschossbau
- zusätzlicher Flächenbedarf
- zunehmende Höhe der Fertigungs-/Montageeinrichtung
- Schwelle/Absatz entsteht

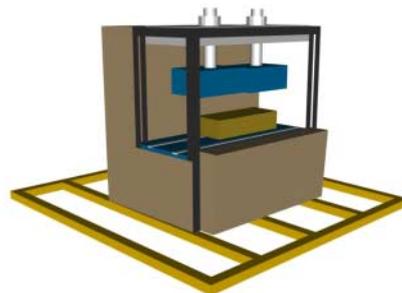
Restriktionen:

- Fläche
- Decken-/Bodenbelastung
- Nutzhöhe
- Höhe unter Kranhaken

geschlossene Tragkonstruktion



gitterartige Tragkonstruktion



Produktionsebene:	Arbeitsplatz
Betrachtungsgegenstand:	Fertigungs- und Montageeinrichtung
Parameter:	Störwirkungen (Schwingung und Isolierung)

Beschreibung:

Schwingungen an Maschinen ergeben sich durch den Werkzeugantrieb sowie durch den physischen Arbeitsvorgang des Werkzeuges am Werkstück. Diese müssen von der Tragkonstruktion der Maschinen aufgenommen, absorbiert und abgeleitet werden. Die Schwingungen können durch verschiedene Ausübungen der Isolierung gedämpft oder verhindert werden.

Die Mobilität von Maschinen wird nur durch eine fundamentfreie Aufstellung gewährleistet. Die aktive Schwingungsisolierung ist der passiven vorzuziehen

Bewertung:

Im Interesse einer flexiblen Produktion ist auf die Mobilität von Maschinen und Anlagen durch Vermeidung von separaten Fundamenten (Fundamentfreiheit) zu achten. Es ist eine aktive Schwingungsisolierung, d.h. direkt an der Maschine anzustreben. Schwingungen werden zunehmend durch geeignete konstruktive Auslegungen der Maschinen in der Maschine selbst abgefangen. Maschinen mit Fundamenten und vertikale Kraftwirkungen (z.B. Pressen) sind für die Einordnung in Geschossen ungeeignet.

- ggf. zusätzlicher Flächenbedarf
- zunehmende Höhe der Fertigungs- und Montageeinrichtungen

Restriktionen:

- Fläche
- Decken-/Bodenbelastung (zulässige Lasten)
- Nutzhöhe
- Höhe unter Kranhaken
- Fundamententkopplung

Varianten der Schwingungsisoliation

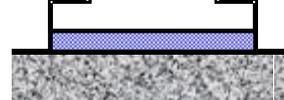
ohne Schwingungsisolierung



Schwingungsisolierung durch Trennfuge zwischen Fundament und Fußboden



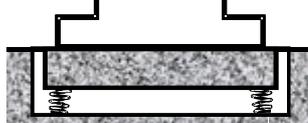
Schwingungsisolierung durch elastische Schichten zwischen Maschine und Unterbau



Schwingungsisolierung durch Federelemente zwischen Maschine und Unterbau



Aufstellung auf Schwingfundament



Produktionsebene:	Bereich
Betrachtungsgegenstand:	Lagereinrichtung
Parameter:	Geometrie und Belastung

Beschreibung:

- Bodenlagerung (Block und Zeilen) ist für stapelfähige Güter geeignet, die die Belastung der darüber gelagerten Einheiten aushält. Die Flächenlast richtet sich nach der Grundfläche und Lagerhöhe. Sie ermöglicht größtmögliche Volumennutzung ohne Investition in Lagergestelle. Nachteilig ist meist die Zugriffsmöglichkeit.
- Regallagerung ist für jedes Gut, insbesondere für empfindliche Güter für Ein- und Auslagerung, geeignet. Die Ausstattung richtet sich nach dem Zweck des Lagers, welches innerhalb und/oder außerhalb des Gebäudes angebracht werden kann.
- Lagerung auf Fördermitteln – wandernde Lager, bei denen das Lagergut nur zwischengelagert wird und die Vorgänge des Transportierens, Lagerns und Produzierens ineinander greifen (z.B. Automobilproduktion). Sie dienen auch als Staustrecken zum technologischen Zeitausgleich.

Bewertung:

- Flachlager mit und ohne Regale bis zu einer Einlagerhöhe von 6 bis 7 m
- Hohe Flachlager, fast immer mit Regalen bis zu 12 m Höhe
- Hoch- bzw. Hochraumlager als Regallager mit Höhen über 12 m
- Silolager in Form von Hochregallagern, bei denen das Regalgestell das tragende Element ist, an das Dach und Wände montiert sind und das alle Kräfte von Lagergut und äußeren Einflüssen (z.B. Wind) aufnehmen muss. Es existieren Hochregallager von bis zu 50 m Höhe.
- Etagenlager; zwei oder mehr in einem Stockwerksbau übereinander angeordnete Flachlager mit den Nachteilen des Vertikaltransports und der oft geringeren Bodentragfähigkeit

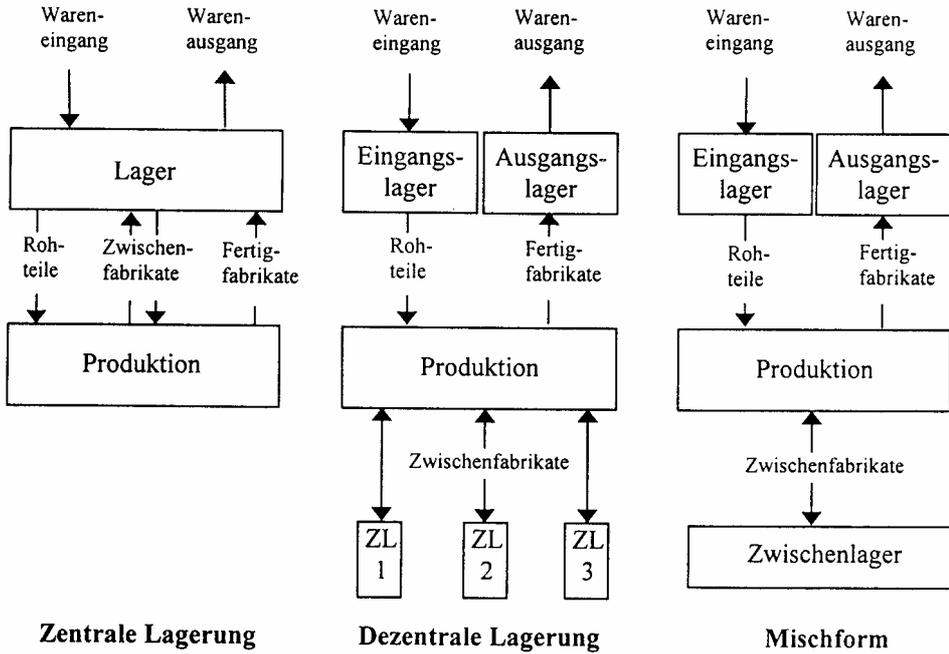
Aufbau eines Lagertraktes innerhalb oder am Gebäude, der mehrere Geschosse überstreicht, wobei mittels Regalbediengeräten anstelle von Aufzügen die Distribution des Materials zu erfolgen hat. Damit wird der Aufzug als anfälligstes Glied in der innerbetrieblichen Transportkette für Reservezwecke und den Personentransport frei, während die zentrale Lagerzone über geeignete Transportsysteme mit der Produktionszone verknüpft wird.

Von besonderer Bedeutung für die Mobilität sind Lagergestaltungs-konzepte entsprechend den Skizzen.

Restriktionen:

- Fläche
- Decken-/Bodenbelastung
- Nutzhöhe
- Höhe unter Kranhaken
- Torabmessungen

Gestaltungsvarianten zwischen zentraler, dezentraler und Mischformlagerung



Lagerkonzepte funktionell-räumlich unterschiedlicher Lagerkonzepte

Gestaltungsvarianten für die Zuordnung von Lager- u. Produktionszonen in integrierten Fertigungen

Grundprinzip	Anordnungsmöglichkeiten von Lagerzonen	Anordnungsvarianten (Beispiele)
Lagerzone (LZ) an Produktionszone (PZ)	1 Lagerzone an Breitseite von Produktionszone	
	2 Lagerzone an Längsseite von Produktionszone	
	3 Lagerzone an Breit- und Längsseite von Produktionszone	
	4 Lagerzone umschließt Produktionszone	
LZ innerhalb PZ	5 Lagerzone zwischen Produktionszone	
	6 Lagerzone in Produktionszone	
LZ getrennt von PZ	7 Lagerzone und Produktionszone voneinander getrennt	

Produktionsebene:	Bereich
Betrachtungsgegenstand:	Transport- und Umschlageinrichtung
Parameter:	Belastung

Beschreibung:

Ein Großteil der innerbetrieblichen Transporte wird mittels flurgebundener Transportmittel realisiert. Hierfür sind Transportwege mit den erforderlichen Abmessungen (Fläche) und mit spezifischen Tragfähigkeiten vorzusehen. Die auf die Gebäudestruktur (Decke, Boden) wirkenden Belastungen resultieren aus einer Vielzahl von Parametern. Für den Bereich der flurgebundenen Transporte sind dies insbesondere: Lastgewicht, Eigengewicht, Lastschwerpunkt, Abmessungen von Flurförderzeug und Last

Die Boden-/Deckenbelastung ergibt sich aus dem Verhältnis der gesamten Last und der Fläche für den Lastabtrag. Durch eine entsprechende Gestaltung abgegrenzter Transportwege kann somit die mögliche, durch Transportmittel und Transportgut verursachte, Decken-/Bodenbelastung (nicht Press-/Punktlast) beeinflusst werden.

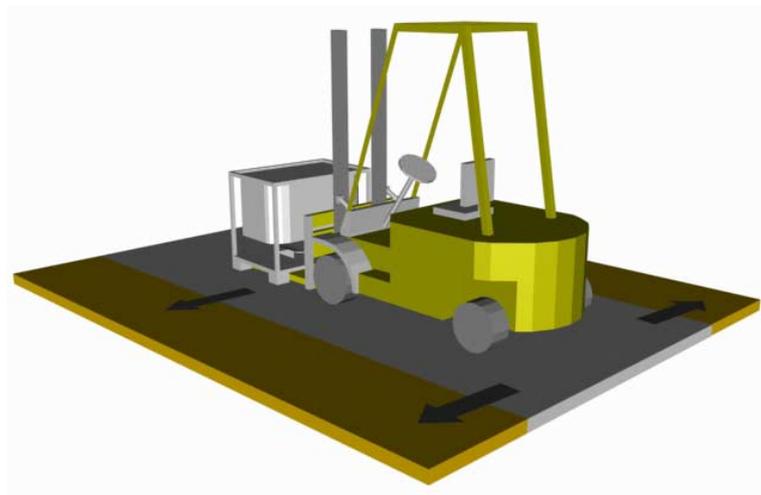
Bewertung:

- erhöhter Flächenbedarf durch ausschließliche Nutzung von Flächen als Verkehrswege (keine Nutzung für z.B. Lagerung möglich)
- vorteilhaft bei ausreichender Flächenverfügbarkeit
- kostengünstige Alternative zu baulichen Maßnahmen z.B. Verstärkung der Decken-/Bodentragfähigkeit

Restriktionen:

- Fläche
- Decken-/Bodenbelastung
- Rastermaß
- Trassen/Schächte für die Installation von TGA

Gestaltung von Verkehrswegen



Produktionsebene: AP-Gruppe/Bereich
Betrachtungsgegenstand: Räumliche Struktur
Parameter: Flexible Layoutstrukturen

Beschreibung:

In der Fertigungstechnik gibt es ebenso wie in der Verfahrenstechnik exakt einzuhaltende, produktabhängige technologische Folgen von Arbeitsschritten/Operationen im Entstehungsprozess des Erzeugnisses. Eine notwendige enge zeitliche und damit räumliche Kopplung, die eine freizügige Aufteilung der insgesamt benötigten Produktionsgrundfläche einschränkt, liegt nur bedingt vor. Die vorhandenen Maschinen/Stationen zur Realisierung der Arbeitsschritte/Operationen benötigen unteilbare Grundflächen mit entsprechender Länge und Breite, die die meist vorgeschriebenen Bedien-, Wartungs- und Sicherheitsflächen einschließen. Zur Erhöhung der inneren Mobilität in Richtung eines flexiblen Layouts sind mit geringen Aufwendungen Verkettungen der Stationen in linearer, kreis- und winkelförmiger Anordnung und deren Kombination grundsätzlich sowohl über längere Strecken als auch mit Höhenversatz realisierbar.

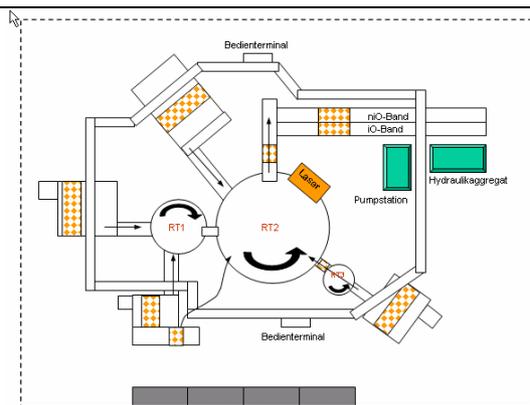
Bewertung:

Durch Miniaturisierung der zu fertigenden Produkte reduzieren sich auch die Modul- und Anlagengrößen, so dass sich die Bedingungen für die Flexibilisierung von Layouts einerseits verbessern oder andererseits bei den üblicherweise gegebenen Raumabmessungen aus diesem Grund eine Flexibilisierung gar nicht mehr notwendig ist.

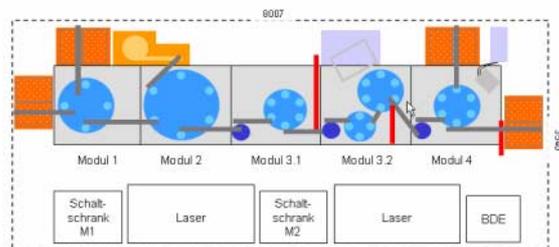
Restriktionen:

- Fläche
- Rastermaß

geringe Flexibilität der Layoutstruktur durch festgelegte Stationsanordnung und speziell konstruierte Umhausung



hohe Flexibilität der Layoutstruktur durch freie Modulanordnung und modulintegrierte Umhausung („schlanke mech. Schnittstelle“)



3.10 Katalog (P) zur Flexibilisierung der Tragwerksstruktur (Primärstruktur)

Einteilung der Strukturebenen:

Für die strukturierte Beschreibung der Flexibilisierungsmaßnahmen innerhalb der vorhandenen Substanz wird die Einteilung der baulichen Gegebenheiten in Strukturebenen vorgenommen:

- PRIMÄR – Struktur
- SEKUNDÄR – Struktur
- TERTIÄR – Struktur

Diese Einzelsysteme sind hierarchisch miteinander verknüpft und übernehmen jeweils tragwerkstechnisch eindeutig definierte Aufgaben.

Der **Primärstruktur** werden alle Bauteile zugeordnet, die im Wesentlichen für die Aufnahme und Abtragung aller an einem Gebäude wirkenden Lasten einschließlich der Eigenlasten verantwortlich sind. Das heißt, die Primärstruktur ist in erster Linie durch das Haupttragssystem des Gebäudes bestimmt. Ein Versagen der Primärstruktur führt somit zum Einsturz des gesamten Gebäudes und zur Zerstörung aller nachgeordneten Strukturen (Sekundär- und Tertiärstruktur).

Die weiteren Teilstrukturen wie Sekundär- und Tertiärstruktur bauen jeweils direkt auf das vorhergehende System auf. Das Versagen eines Teilsystems beeinträchtigt damit jeweils die nachfolgenden Systeme, nicht jedoch die vorgeschalteten Teilsysteme.

Als **Sekundärstruktur** werden alle Hüll- und Unterkonstruktionen inklusive aller Nebentragwerke verstanden, die zur Lastaufnahme und Lastabtragung der Ausbaukonstruktion (wie z.B. Abhangdecken, Trockenbauwände, Fenster, Türen) dienen und Lasteintragung in die Primärstruktur ermöglichen. Hinzu kommen Bauteile, die zur nutzungsbezogenen Gliederung der Räume und zur räumlichen Trennung verwendet werden. Speziell sind hiermit alle Wand-, Decken- und Fußbodenbekleidungen gemeint.

Die ersten zwei Strukturgruppen beschreiben somit vollumfänglich die Kosten der Kostengruppe 300 nach DIN 276 und können nach den allgemein geltenden Bestimmungen in andere Kostenermittlungen nach DIN integriert werden.

Die in die Kostengruppe 400 einzuordnenden Bauteile werden in der **Tertiärstruktur** erfasst und sind dem Themenbereich der hautechnischen Installation zugehörig.

Erläuterung der Handhabung des Maßnahmenkataloges (P):

Als Eingangswerte des Kataloges dienen die innerhalb der Checklisten Kapitel 3.3.1 und 3.4.1 ermittelten Daten. Diese werden in einem ersten Schritt im Datenblatt „P“ für alle primärstrukturelevanten Punkte abgeglichen. Als Ergebnis des Abgleichs wird ersichtlich, ob Maßnahmen zur Verbesserung der Bauteileigenschaften erforderlich sind.

Die enthaltene Verweissystematik dient als Wegweiser für die weitere Abarbeitung der einzelnen Katalogbestandteile und nennt jeweils die relevante Katalogblattbezeichnung sowie die zutreffenden Ertüchtigungsvarianten.

Der Maßnahmenkatalog ist bauteilspezifisch aufgebaut und enthält pro Datenblatt geeignete Ertüchtigungsmöglichkeiten in aufsteigender Qualität. Das heißt jede numerisch höhere Variante ergibt eine unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu betrachtende bessere Ertüchtigung des entsprechenden Bauteils für höhere Belastungen. Die Auswahlmöglichkeiten sind auf die unter üblichen Bedingungen technisch sinnvollen und realisierbaren Varianten begrenzt. In diesem Zusammenhang kann mit Einschränkung gesagt werden, dass das Maß der Ertüchtigung in Prozent in etwa proportional zu den Kosten verläuft. Daher wurde zusätzlich zum technisch möglichen Betrachtungsbereich ein unter Rücksicht auf Kostenfaktoren entwickelter, sinnvoller Auswahlbereich geschaffen, der es in dieser Weise erlaubt, schnell und ohne größere Detailkenntnis wirtschaftlich und technisch zweckmäßige Ertüchtigungsmöglichkeiten auszuwählen.

Der Maßnahmenkatalog umfasst die im Folgenden aufgelisteten Inhalte.

Maßnahmenkatalog Primärstruktur

Maßnahmenkatalog P – Zuordnung der Gestaltungsvarianten

Maßnahmenkatalog P 1 – Schnittkrafteerhöhung Decken

Maßnahmenkatalog P 2 – Schnittkrafteerhöhung Stützen

Maßnahmenkatalog P 3 – Knicklängenerhöhung Stützen

Maßnahmenkatalog P 4 – Schnittkrafteerhöhung Wände

Maßnahmenkatalog P 5 – Knicklängenerhöhung Wände

Maßnahmenkatalog P 6 – Schnittkrafteerhöhung Unterzüge/Balken

Maßnahmenkatalog P 7 – Schnittkrafteerhöhung Fundamente

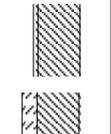
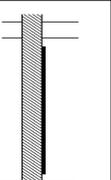
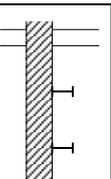
Maßnahmenkatalog P 8 – Schnittkrafteerhöhung Dach

Gebäude:		1		2		3		ERFURTH+PARTNER Beratende Ingenieure GmbH	Blattnr.:
Geschoß:		Ist - Zustand		erforderliche Maßnahmen		Verweissystematik im Maßnahmenkatalog			Datum:
Maßnahmenkatalog	Anlage	P	Zustandsbeschreibung	Abgleich	Maßnahmen	Anlage erf. Maßnahmen	Auswahl	Änderung	Bearb.:
			Index						Datum:
Nutzhöhe			zu gering	<input type="checkbox"/>	Entfernen der Decke	P1; P3; P5	<input type="checkbox"/>		
Stützenraster			zu hoch	<input type="checkbox"/>	evtl. Einbau einer leichten Unterhangdecke	-	<input type="checkbox"/>		
			zu weit	<input type="checkbox"/>	wird ausgeschlossen bzw. Entkernung	P1-V4	<input type="checkbox"/>		
			zu eng	<input type="checkbox"/>	wird ausgeschlossen bzw. Abbruch Stützen	P1; P2-V4; P4-V4; P6	<input type="checkbox"/>		
Tor-/Türabmessungen			zu klein	<input type="checkbox"/>	allgemein übliche Maßnahmen der Erweiterung	-	<input type="checkbox"/>		
			zu groß	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Deckenbelastung aus Nutzlasten			Erhöhung	<input type="checkbox"/>	Erhöhung der Nutzlast inkl. FFB	P1; P2; P4; P6; P7	<input type="checkbox"/>		
			Verminderung	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Stützenbelastung aus Nutzlasten			Erhöhung	<input type="checkbox"/>	Kranbahn-, Deckeneinbau	P2; P7	<input type="checkbox"/>		
			Verminderung	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Wandbelastung aus Nutzlasten			Erhöhung	<input type="checkbox"/>	Kranbahn-, Deckeneinbau	P4; P7	<input type="checkbox"/>		
			Verminderung	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Fundamentbelastung aus Nutzlasten			Erhöhung	<input type="checkbox"/>	Nutzlastenhöhung	P7	<input type="checkbox"/>		
			Verminderung	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Aufzug			Einbau	<input type="checkbox"/>	Herstellen eines Deckendurchbruches	P1; P2; P4; P6; P7	<input type="checkbox"/>		
			Ausbau	<input type="checkbox"/>	Schließen eines Deckendurchbruches	P1; P2; P4; P6; P7	<input type="checkbox"/>		
Brückenkran			Einbau	<input type="checkbox"/>	Erhöhung der Belastung Stütze / Wand	P2; P4; P7	<input type="checkbox"/>		
			Ausbau	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Schwenkkran			Einbau	<input type="checkbox"/>	Erhöhung der Belastung Stütze / Wand	P2; P4; P7	<input type="checkbox"/>		
			Ausbau	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		
Überflurgebundene Förderung			Einbau	<input type="checkbox"/>	Erhöhung der Belastung Decke	P1; P2; P4; P6; P7	<input type="checkbox"/>		
			Ausbau	<input type="checkbox"/>	keine weiteren Maßnahmen erforderlich	-	<input type="checkbox"/>		

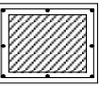
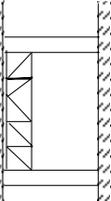
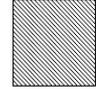
Hinweis
im Laufe der weiteren Planung ist zu untersuchen, ob nach ingenieurechnischem Verständnis, aufgrund der ausgewählten Erleichterungsmaßnahmen, weitere Maßnahmen erforderlich werden.

Skizze

Kommentar

Maßnahmenkatalog		Decken		V1		V2		V3		V4		ERFURTH+PARTNER Beratende Ingenieure GmbH	Bietnr.:		
		Schnittkrafteerhöhung Anlage	P1	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl		Datum:	Bearb.:	
Schnittkrafteerhöhung	Die prozentuale Erhöhung der Schnittkräfte gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!	10%	●	□	●	□	●	□	●	□	●	Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen. Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen! Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnittkrafteerhöhung können die möglichen Erhöhungsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden. Mit dem Eingangsmerkmal "gesamter Betrachtungsbereich" (rot umrandet) wird der gesamte Betrachtungsbereich abgedeckt. Mit dem Eingangsmerkmal "sinnvoller Betrachtungsbereich" (gestrichelt umrandet) wird ein sinnvoller Betrachtungsbereich abgedeckt.	Ergebnis und Kosten	Datum: Bearb.:	
		20%	○	□	●	□	●	□	●	□	●				
		30%	○	□	●	□	●	□	●	□	●				
		40%	○	□	●	□	●	□	●	□	●				
		50%	○	□	●	□	●	□	●	□	●				
		75%	○	□	○	□	●	□	●	□	●				
		100%	○	□	○	□	●	□	●	□	●				
		125%	○	□	○	□	●	□	●	□	●				
		150%	○	□	○	□	○	□	●	□	●				
		175%	○	□	○	□	○	□	○	□	●				
200%	○	□	○	□	○	□	○	□	○						
Legende		○	ungeeignet	○	bedingt geeignet	○	geeignet	○	ungeeignet	○	bedingt geeignet	○	geeignet		
			Achtung! Brandschutz.		Achtung! Brandschutz und Bauhöhe		Achtung! Aussteifung vertikaler Bauteile im Bauzustand					gewählte Maßnahme: Kommentar:			
Ergebnis															
Erläuterungen															

Maßnahmenkatalog	Stützen	Schrittkrafterhöhung Anlage	P2	V1		V2		V3		V4		Erläuterungen	Ergebnis und Kosten	
				Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl			
Schrittkrafterhöhung	Die prozentuale Erhöhung der Schrittkräfte gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!	Anlage	P2	10%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen.</p> <p>Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen!</p> <p>Mit dem Eingangswert der prozentualen Schrittkrafterhöhung können die möglichen Erläuterungsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden.</p> <p> <input type="checkbox"/> gesamter Betrachtungsbereich <input type="checkbox"/> sinnvoller Betrachtungsbereich </p>	<p>gewählte Maßnahme:</p> <p>Kommentar:</p>	
				20%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				30%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				40%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				50%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				75%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				100%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				125%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				150%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				175%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				200%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
				Legende	<input type="checkbox"/> ungeeignet <input type="checkbox"/> bedingt geeignet <input checked="" type="checkbox"/> geeignet			größere Dimension größere Dimension und Fundament Sicherung der Bauzustände						

Stützen Knicklängenerhöhung Anlage P3		V1		V2		V3		V4		Erörterungen	Ergebnis und Kosten
		Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl	Eignung	Auswahl		
Knicklängenerhöhung Die prozentuale Erhöhung der Knicklänge gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!	○	●	○	○	○	○	○	○	○	Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen. Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen! Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnittkraftentlastung können die möglichen Erleichterungsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden. gesamt Betrachtungs  sinnvoller Betrachtungs 	gewählte Maßnahme: Kommentar:
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	○	○	○	 größere Dimension	 eingeschränkte Nutzung	 Sicherung der Bauzustände

ERFURTH+PARTNER
 Beratende Ingenieure GmbH
 Blatt: _____ Datum: _____
 Änderung: _____ Datum: _____
 Index: _____ Bearb.: _____

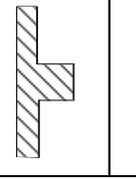
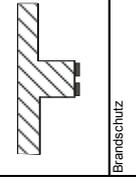
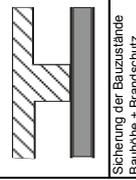
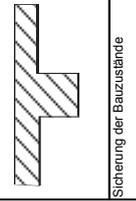
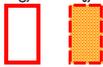
Wände		V1		V2		V3		V4		ERFURTH+PARTNER Beratende Ingenieure GmbH	Blattnr.: Datum: Bearb.:								
Maßnahmenkatalog	Schnittkrafteerhöhung Anlage P4	Ausnutzung von bauteilinternen Reserven		Mauerwerksaustausch - Einbau von Rezeptmauerwerk mit höherer Festigkeit		Vorsatzschale aus Mauerwerk oder Stahlbeton (kraftschlüssige Verbindung alt/neu)		Abbruch und Neubau											
		Schnittkrafteerhöhung																	
Legende										Ergebnis und Kosten									
Die prozentuale Erhöhung der Schnittkräfte gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln! ○ ungeeignet ● bedingt geeignet ● geeignet										Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen. Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen! Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnittkrafteerhöhung können die möglichen Ertragsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden. [rot umrandetes Feld] gesamter Betrachtungsbereich [gestrichelt umrandetes Feld] sinnvoller Betrachtungsbereich		gewählte Maßnahme: Kommentar:							
10% 20% 30% 40% 50% 75% 100% 125% 150% 175% 200%										Eignung Auswahl		Eignung Auswahl		Eignung Auswahl		Eignung Auswahl		Eignung Auswahl	
Abstützung im Bauzustand										größere Bauteildicke schwierige Einbaubedingungen		Sicherung der Bauzustände							

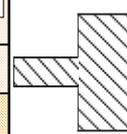
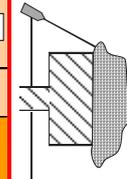
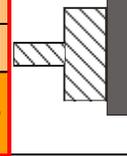
Maßnahmenkatalog		Wände		V1		V2		V3		V4		ERFURTH+PARTNER		Blattnr.:	
Knicklängenerhöhung		Anlage		Ausnutzung von bauteilinternen Reserven		Reduzieren der Knicklänge mittels Ringanker im Wandquerschnitt oder integrierte Pfeiler		Vorsatzschale aus Mauerwerk oder Stahlbeton (kraftschlüssige Verbindung alt/neu)		Abbruch und Neubau		Beratende Ingenieure GmbH		Datum:	
P5		P5		Auswahl		Auswahl		Auswahl		Auswahl		Änderung		Bearb.:	
Eignung		Eignung		Eignung		Eignung		Eignung		Eignung		Index		Datum:	
Die prozentuale Erhöhung der Knicklänge gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!		10%		●		●		●		●					
		20%		○		●		●		●					
		30%		○		●		●		●					
		40%		○		●		●		●					
		50%		○		○		●		●					
		75%		○		○		○		○					
		100%		○		○		○		○					
		125%		○		○		○		○					
		150%		○		○		○		○					
		175%		○		○		○		○					
		200%		○		○		○		○					
Legende		○ ungeeignet		○		○		○		○					
		● bedingt geeignet		●		●		●		●					
		● geeignet		●		●		●		●					
		● geeignet		●		●		●		●					
Knicklängenerhöhung		Die prozentuale Erhöhung der Knicklänge gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!		○		○		○		○					
V1		Ausnutzung von bauteilinternen Reserven		○		○		○		○					
V2		Reduzieren der Knicklänge mittels Ringanker im Wandquerschnitt oder integrierte Pfeiler		○		○		○		○					
V3		Vorsatzschale aus Mauerwerk oder Stahlbeton (kraftschlüssige Verbindung alt/neu)		○		○		○		○					
V4		Abbruch und Neubau		○		○		○		○					
Ergebnis und Kosten		gewählte Maßnahme:		○		○		○		○					
Erläuterungen		Kommentar:		○		○		○		○					
		Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen.		○		○		○		○					
		Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen!		○		○		○		○					
		Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnittkraftentföhung können die möglichen Eröchtigungsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden.		○		○		○		○					
		gesamtter Betrachtungsbereich		○		○		○		○					
		sinnvoller Betrachtungsbereich		○		○		○		○					

Maßnahmenkatalog		ERFURTH+PARTNER Beratende Ingenieure GmbH		Blattnr.:
Unterzüge/ Balken		Index	Änderung:	Datum:
Schnitkrafteerhöhung Anlage P6		Index	Datum:	Bearb.:
Schnitkrafteerhöhung	Die prozentuale Erhöhung der Schnitkräfte gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!	10%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		20%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		30%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		40%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		50%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		75%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		100%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		125%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		150%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		175%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		200%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legende		<input type="checkbox"/>	ungeeignet	
		<input checked="" type="checkbox"/>	bedingt geeignet	
		<input type="checkbox"/>	geeignet	
		<input checked="" type="checkbox"/>	geeignet	
V1		Ausnutzung von bauteilinternen Reserven	Eignung	Auswahl
V2		Verstärken der Biegebewehrung mittels Klebarmierung auf der Bauteilaußenseite	Eignung	Auswahl
V3		Träger rechtwinklig zum Unterzug einbauen - Zwischenauflager schaffen	Eignung	Auswahl
V4			Eignung	Auswahl
Ergebnis und Kosten		gewählte Maßnahme:		
Erläuterungen		Kommentar:		

Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen.
Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen!

Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnitkrafteerhöhung können die möglichen Erläuterungsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden.



Maßnahmenkatalog	Fundamente		V1 Ausnutzung von bauteilinternen Reserven	V2 Fundamentverbreiterung	V3 Injektage von Zementsuspension	V4 Abbruch und Neubau - Unterfangung	ERFURTH+PARTNER		Blattnr.:		
	Schnittkrafthöhung Anlage	P7					Index	Änderung	Datum:	Blattnr.:	Datum:
Schnittkrafthöhung	Die prozentuale Erhöhung der Schnittkräfte gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!	10%	○	○	●	●	●				
		20%	○	○	●	●	●				
		30%	○	○	●	●	●				
		40%	○	○	●	●	●				
		50%	○	○	●	●	●				
		75%	○	○	●	●	●				
		100%	○	○	●	●	●				
		125%	○	○	●	●	●				
		150%	○	○	●	●	●				
		175%	○	○	●	●	●				
		200%	○	○	●	●	●				
		Legende	○ ungeeignet ● bedingt geeignet ● geeignet								gewählte Maßnahme: Kommentar:
Fundamente Schnittkrafthöhung Anlage							Ergebnis und Kosten Erläuterungen				
Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen. Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen! Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnittkrafthöhung können die möglichen Erhöhungsvarianten abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden. gesamteter Betrachtungsbereich sinnvoller Betrachtungsbereich											

Maßnahmenkatalog		Dach		V1		V2		V3		V4		Erläuterungen	Ergebnis und Kosten					
Anlage		Ausnutzung von bauteilinternen Reserven		Verstärken des Querschnittes mittels zusätzlicher Lamellen		Zwischenlager schaffen		Abbruch und Neubau										
Schnitkrafteerhöhung	P8	Die prozentuale Erhöhung der Schnitkräfte gegenüber dem Urzustand ist im Voraus zu ermitteln!	10%	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 10px;"></div> gesamter Betrachtungsbereich <div style="border: 2px dashed red; width: 20px; height: 10px; margin-left: 10px;"></div> sinnvoller Betrachtungsbereich </div>	gewählte Maßnahme: Kommentar:					
			20%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			30%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			40%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			50%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			75%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			100%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			125%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			150%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			175%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			200%	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>				
			Legende		<input type="radio"/>	ungeeignet	<input type="radio"/>	bedingt geeignet	<input checked="" type="radio"/>	geeignet	<input checked="" type="radio"/>			geeignet	<input checked="" type="radio"/>	geeignet		

ERFURTH+PARTNER
Beratende Ingenieure GmbH

Blattnr.:
Datum:

Index:
Änderung:
Datum:
Bearb.:

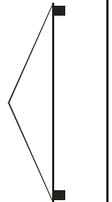
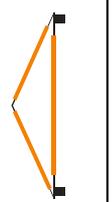
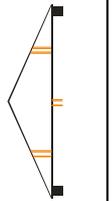
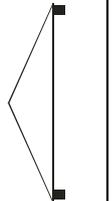
Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen.

Die gewählte Maßnahme ist für den Einzelfall statisch nachzuweisen!

Mit dem Eingangswert der prozentualen Schnitkrafteerhöhung können die möglichen Ertragskurven abgelesen werden, und anhand einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung bewertet und ausgewählt werden.

gewählte Maßnahme:

Kommentar:



3.11 Katalog (S) zur Flexibilisierung der Hülle und des Ausbaus (Sekundärstruktur)

Der Katalog S beschreibt zum einen Bauteile und zum anderen Module. Die Bauteile gliedern sich in Hülle und Ausbau. Die Hülle wird weiter untergliedert mit dem Auswahlssystem für Fassadenaufbauten (I) und dem Auswahlssystem für Dachaufbauten (II), der Ausbau in die Auswahlssysteme Bodenaufbau (III), Unterdeckenaufbau (IV) und Wandaufbau (V). Die im Bauteilkatalog erfassten Maßnahmen sind als Auswahlssysteme für Maßnahmenpakete an die für Bauwerkerrichtung erforderliche gewerkeweise Leistungsbeschreibung und an die Aufstellung nach der Kostenberechnung nach DIN 276 angelehnt. Die Module sind eine bauteil- und gewerkeübergreifende Erweiterung dieser Maßnahmenpakete und erfassen alle erforderlichen Maßnahmen für den raumbildenden Ausbau in logische Kostencontainer. Die Kostenmodule beschreiben 7 Regelfälle für den Ausbau und fassen die, im Bauteilkatalog differenzierter dargestellten, Einzelmaßnahmen für Boden, Decke und Wand zusammen. Als Regelfälle werden 2 Auswahlssysteme für den Produktionsbereich definiert, Modul 1 erfasst den minimal erforderlichen Ausbaugrad, z.B. Lager, Modul 2 beschreibt als Auswahlssystem den einfachen Produktionsbereich, z.B. Montage, Modul 3 und 4 beschreiben die Verwaltung mit einfachem Ausbaustandard, Modul 4 die Verwaltung mit den Standardausstattungsmerkmalen, Modul 5 die Sanitärbereiche, Modul 6 das Labor und Modul 7 den Reinraum, jeweils mit den Standardausstattungen.

Die aufgelisteten Bauteilkatalogelemente/-module sind jeweils spezifisch weiter untergliedert und können mit Kostenkennwerten nach den jeweils gültigen BKI-Baukostendaten hinterlegt werden. Die Maßnahmen werden mit den wichtigsten technischen Kenndaten ergänzt, um die Eignung für eine bestimmte Anforderung feststellen zu können. In einer Übersicht wird die grundsätzliche Eignung für die Nutzungen Produktion, Lager, Verwaltung, Sanitär-/Sozialbereich vereinfacht hervorgehoben. Detailbeispiele illustrieren zusätzlich die Standardaufbauten des Bauteil- und Modulkataloges. Bei dem Bauteilkatalog werden die Kosten über Quadratmeterpreise (€/m²) erfasst. Beim Modulkatalog erfolgt eine Kostenzusammenstellung nach den ausgewählten Bauteilen unter Berücksichtigung der anteiligen Flächenverhältnisse sowie der Korrekturfaktoren für die erforderlichen Ausbauelemente.

Der Bauteil- und Modulkatalog umfasst die im Folgenden aufgelisteten Maßnahmen.

Maßnahmenkatalog Sekundärstruktur (Bauteilkatalog)

Hülle

Bauteil I, Auswahlssystem Fassadenaufbau

- A: vorhandene Fassade gereinigt
- B: vorhandene Fassade saniert
- C: vorhandene Fassade saniert, Innenbeplankung
- D: vorhandene Fassade Wärmedämmverbundsystem oder Vorsatzschale
- E: wie vor, jedoch mit neuen Fenstern
- F: neue Fassade nichttragend

Bauteil II, Auswahlssystem Dachaufbau

- A: Flachdach, Wiederherstellen der Dichtigkeit
- B: geneigtes Dach, Wiederherstellen der Dichtigkeit
- C: Flachdach, Sanierung der Abdichtung
- D: geneigtes Dach, Sanierung der Abdichtung
- E: Flachdach, Abdichtung und Dämmung
- F: geneigtes Dach, Abdichtung und Dämmung

Ausbau

Bauteil III, Auswahlssystem Bodenaufbau

- A: vorhandene Deckenplatte unbehandelt, besenrein
- B: Beschichtung
- C: Estrich, Oberbelag
- D: schwimmender Estrich, Oberbelag
- E: Hohlraumboden, Oberbelag
- F: Doppelboden, Oberbelag

Bauteil IV, Auswahlssystem Unterdeckenaufbau

- A: vorhandene Deckenplatte unbehandelt
- B: Beschichtung
- C: Trockenbaudecke, Beplankung
- D: abgehängte Decke, Beplankung
- E: abgehängte Decke, Rastersystem
- F: abgehängte Decke, Bafflesystem

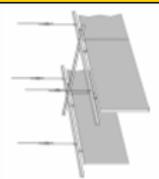
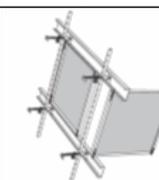
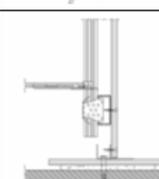
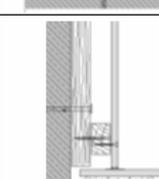
Bauteil V, Auswahlssystem Wandaufbau

- A: vorhandene Stahlbeton- oder Mauerwerkswand unbehandelt
- B: Stahlbeton- oder Mauerwerkswand, Putz
- C: Stahlbeton- oder Mauerwerkswand, Beplankung
- D: Trockenbauwand gedämmt
- E: Trockenbauwand gedämmt für Nassbereich
- F: Elementierte Systemwand (versetzbar)

Auswahlsystem Fassadenaufbau	A gereinigt		B vorh. Fassade, saniert		C vorh. Fassade, saniert, Innenbeplankung		D vorh. Fassade, WDVS oder Vorhangelemente		E WDVS oder Vorhangelemente, neue Fenster		F Neue Fassade, nicht tragend		FAKT Universität der Künste, Berlin	Blattr.: Datum:		BTK: 30.03.2004
	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab	Maßstab		Index	Änderung	
Bauteilkatalog																
Technische Daten																
1 Oberfläche	Maximal Stärke mm	Mauerwerk, verputz ca. 20	Sticht-MV Sanderstellung	Mauerwerk Sanderputz ca. 20	Eisenbeton-Expansionsring ca. 5	Trockenputz-Platten 2 bis 4 mm	WDVS 5 bis 10	Vorhangselemente 10	Gasbeton	Sandwich-Elemente	WDVS: Wärmedämmverbundsystem * SSK: erzielbare Schallschutzklasse der Gesamtfassade					
2 Aufbaustärke	von mm bis mm				45 100	100	80 100 140	80 100 140	300 360	80 140						
3 Tragende Wand	Maximal Stärke mm	Mauerwerk 240/365	Mauerwerk 240/365	Mauerwerk 240/365	MW/Beton 200/365	MW/Beton 200/365	MW/Beton 200/365	MW/Beton 200/365								
4 Brandschutz	Baustoffklasse	A1	A1	A1	A1	F30	F30	F30	A1	A1B1						
5 Schallschutz	Flächen- und Rauminhalt SSK*															
Wärmedurchgangskoeffizient U	von W/(m ² ·K) bis W/(m ² ·K)						0,34 0,25	0,34 0,25	0,46 0,23							
7 Kosten	von €/m ² bis €/m ²	40.000 55.000	100.000 120.000	80.000 100.000	140.000 160.000	130.000 150.000	200.000 250.000	200.000 300.000	350.000 450.000	300.000 400.000						
8 Nutzung	Produktion Lager Verwertung Sanftbereich Sozialbereich	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○						
9 Detailbeispiele	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Einschalige Außenwand: 1 Verblendenmauerwerk 2 Mauerwerk, 3 Innenputz</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>WDVS: 1 Außenputz 2 Dämmschicht 3 Mauerwerk 4 Innenputz</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Vorhangsfassade: 1 Fassadenelemente 2 Dämmschicht 3 Mauerwerk 4 Innenputz</p> </div> </div>															
Erörterungen																
Ergebnis und Kosten																
Gewählte Maßnahme: Variante D mit WDVS																
ID																
Kosten: Durchchnittswert vorbis € /m ²																
Variante D mit WDVS € /m ²																
325,00 €																

- Legende
- ungeeignet
 - ◐ bedingt geeignet
 - geeignet

Bau teil katalog	Auswahl system Dach auf bau		Bau teil nr. II		Index	FAKT		Bilatorn.		BTk-II				
	Flachdach Wiederherst. der Dichtigkeit	Geeignetes Dach Wiederherst. der Dichtigkeit	Flachdach Sanierung der Abdichtung	Geeignetes Dach Sanierung der Abdichtung		Flachdach Abdichtung und Dämmung	Geeignetes Dach Abdichtung und Dämmung	Universität der Künste, Berlin	Datum:		Datum:	30.03.2004		
Technische Daten		Flachdach Wdh. Herst. der Dichtigkeit		Geeignetes Dach Wdh. Herst. der Dichtigkeit		Flachdach Sanierung der Abdichtung		Geeignetes Dach Sanierung der Abdichtung		Flachdach Abdichtung und Dämmung		Geeignetes Dach Abdichtung und Dämmung		
1	Oberfläche	System	Wärmdach	Unkehrdach	Wärmdach	Unkehrdach	Wärmdach	Unkehrdach	Wärmdach	Unkehrdach	Wärmdach	Unkehrdach	Wärmdach	
2	Aufbauhöhe	Maximal von mm bis mm	Bleichen/Kies	Bleichen/ WU-Beton	Ziegel	Ziegel	Ortsbau/ UV-Beschicht.	Bleichen/ WU-Beton	Bleichen/ WU-Beton	Bleichen/ WU-Beton	Alu-Falzdach	Alu-Falzdach	Alu-Falzdach	
3	Tragende Unterkonstruktion	Stärke mm	Stahlbeton	Stahlbeton	Fachwerk	Fachwerk	Stahlbeton	Stahlbeton	Fachwerk	Fachwerk	Fachwerk	Fachwerk	Fachwerk	
4	Brandschutz	Feuerwiderstandsklasse	F60/F30	F60/F30	F0 (bis F90)	F0 (bis F90)	F60/F30	F60/F30	F0 (bis F30)	F0 (bis F30)	F0 (bis F30)	F0 (bis F30)	F0 (bis F30)	
5	Schallschutz	SSK (S-L-Abw) (dB) RLw,R												
6	Wärmedurchgangskoeffizient U	von bis	10,001	25,001	10,001	10,001	45,001	55,001	80,001	85,001	95,001	95,001	100,001	
7	Kosten	von bis	25,001	45,001	35,001	35,001	75,001	85,001	85,001	105,001	120,001	120,001	135,001	
7	Nutzung Eignung	Produktion	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	
		Lager	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	
		Verwaltung	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		Sanitätsbereich	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		Sozialbereich	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Detailbeispiele		○ ungeeignet											II E	
		● bedingt geeignet											gewählte Maßnahme:	
		● geeignet											Kosten:	
		● geeignet											110,00 €	
													Variante E Umkehrdach €/m²	
													Ergebnis und Kosten	
													Erläuterungen	
													Regelaufbau Kalkdach	
													Regelaufbau Umkehrdach	
													Regelaufbau Kalkdach, geneigt	
													Regelaufbau v. am Flachdach	

Bauartikelkatalog	Auswahlsystem Unterdeckenaufbau		A vorh. Deckenplatte, Unterbauelement		B Beschichtung		C Trockenbaudecke, Beplankung		D Abgehängte Decke, Beplankung		E Abgehängte Decke, Rasterystem		F Abgehängte Decke, Barfliesystem		FAKT Universität der Küste, Berlin	Blattnr.: Datum:	BTK-IV 30.03.2004	
	Bauteilnr.: IV	Technische Daten	Stahlstange- Randdecke	Halbkugeln- decke	Gipsputz-Dup.- Farbe	Grundierung Lackierung	Gipskarton-Dup.- Farbe	Gipsfaser-Dup.- Farbe	Gipskarton-Dup.- Farbe	Halbzugl.- Aluabstrich	Mineralfaser- platten	Metall- konstruktion + Dämmstoff	Mineralfaser- dämmstoff	Holzbohlen- stift				Index
1	Oberfläche	Material Stärke mm von mm bis mm					45 100	23x4mm 45 100	50x10mm 60 100	60 100		60 1500	60 1500					
2	Aufbauhöhe	Material																
3	Unterkonstruktion	Rastermaß	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
4	Brandschutz	Feuerwider- standsdauer Schalt- abstände z S-L-Metall (B) Rückw. z RH	F0(F90)	F0(F90)	F0(F90)	F0(F90)	F90	F90	F90	F90	F0(bei F90)	F0(bei F90)	F20	F20	F20	F20	F20	F20
5	Schallschutz						53	53	53	53	0,73	37-56	37-56	37-56	37-56	37-56	37-56	37-56
6	Feuchtigkeits- beständigkeit																	
7	Wärmedurch- gangskoeffizient U	W(m ² K)																
8	Kosten	von l/m ² bis l/m ² Produktion Lager Verzahnung Smalldbereich Smalldbereich	25,000	30,000	35,000	40,000	40,000	45,000	55,000	60,000	60,000	75,000	80,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
9	Nutzung		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Erleuterungen																		
Ergebnis und Kosten																		
gewählte Maßnahme: IV F																		
Kosten: Variante F mit Mineralfaserdämmstoff 37,50 € €/m ²																		
														Prinzip Barfliesdecke				
														Metall-sassetendecke				
														Abgehängte Gipskartondecke Anschluss Wand-Decke				
														Beplankung Anschluss Wand-Decke				

Legende
 ungeeignet
 bedingt geeignet
 geeignet

Maßnahmenkatalog Sekundärstruktur (Modulkatalog)

Ausbau-Module

Modul 1, Auswahlssystem Produktion – minimal/z.B. Lager

Boden: III A: vorhandene Deckenplatte unbehandelt, besenrein
Decke: IV B: Beschichtung
Wand: V B: Stahlbeton- oder Mauerwerkswand, Putz

Modul 2, Auswahlssystem Produktion – einfach/z.B. Montage

Boden: III B: Beschichtung
Decke: IV F: abgehängte Decke, Bafflesystem
Wand: V B: Stahlbeton- oder Mauerwerkswand, Putz

Modul 3, Auswahlssystem Verwaltung – einfach

Boden: III D: schwimmender Estrich, Oberbelag
Decke: IV C: Trockenbaudecke, Beplankung
Wand: V D: Trockenbauwand gedämmt

Modul 4, Auswahlssystem Verwaltung – Standard

Boden: III E: Hohlraumboden, Oberbelag
Decke: IV E: abgehängte Decke, Rastersystem
Wand: V D: Trockenbauwand gedämmt

Modul 5, Auswahlssystem Sanitär – Standard

Boden: III C: Estrich, Oberbelag
Decke: IV D: abgehängte Decke, Beplankung
Wand: V E: Trockenbauwand gedämmt für Nassbereich

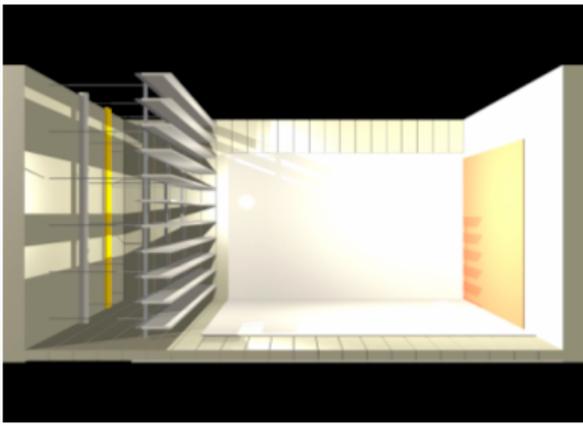
Modul 6, Auswahlssystem Labor – Standard

Boden: III C: Estrich, Oberbelag
Decke: IV E: abgehängte Decke, Rastersystem
Wand: V E: Trockenbauwand gedämmt für Nassbereich

Modul 7, Auswahlssystem Reinraum– Standard

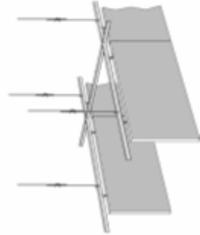
Boden: III F: Doppelboden, Oberbelag
Decke: IV E: abgehängte Decke, Rastersystem
Wand: V F: Elementierte Systemwand (versetzbar)

Auswahlsystem		Boden, Beschichtung		Abgehängte Decke, F Bafflesystem		Beton- u. Mauerwerkswand, B Putz		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	
Produktion Montage B		Boden, Beschichtung		Abgehängte Decke, F Bafflesystem		Beton- u. Mauerwerkswand, B Putz		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	
Modulnr.: 2		Boden, Beschichtung		Abgehängte Decke, F Bafflesystem		Beton- u. Mauerwerkswand, B Putz		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	
Technische Daten:		Technische Daten:		Technische Daten:		Technische Daten:		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	
Boden		Boden, Beschichtung		Abgehängte Decke, F Bafflesystem		Beton- u. Mauerwerkswand, B Putz		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	
1	Nutzschicht	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	KG 300	KG 400	Gerammt	Brutto
2	Aufbauhöhe	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
3	Belastbarkeit	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
4	Brandschutz	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
5	Schallschutz	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
6	Beständigkeit	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
7	Elektr.-statisch.	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
8	Kosten	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
9	Nutzung	Material	Stärke	Min. Faserdicke	Min. Faserdicke	Material	Stärke	Material	Stärke	van lfm'	br lfm'	van lfm'	br lfm'
Detailbeispiele		Boden, Beschichtung		Abgehängte Decke, F Bafflesystem		Beton- u. Mauerwerkswand, B Putz		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	
Legende		Boden, Beschichtung		Abgehängte Decke, F Bafflesystem		Beton- u. Mauerwerkswand, B Putz		Index		Blattnr.:		BTIC-M-2-BFE	



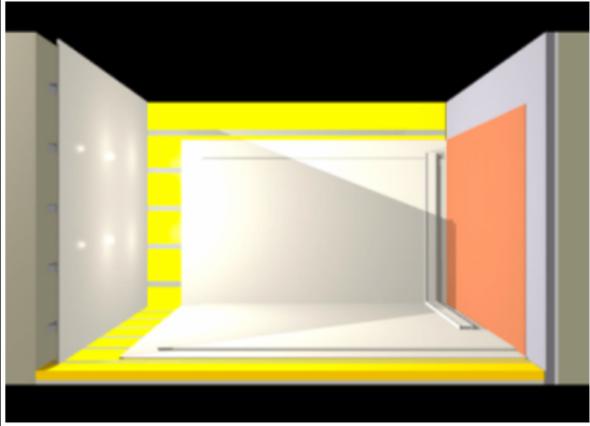
Ausbaubeispiel

Kostenzusammenstellung



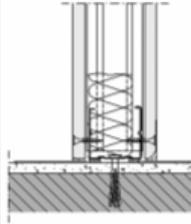
Prinzip Baffeldecke

Baukatalog	Auswahlsystem		Boden, Schwimmestrich, Oberbelag		C		D		Index	FAKT	Blattnr.:		BTK-M-3-DCD
	Verwaltung, einfach		D		Trockenbaudecke, Beplankung		Trockenbauwand, gedämmt				Änderung	Datum:	
	Modulnr.:	3								Universität der Künste, Berlin			01.06.2004
	Technische Daten:		Decke		Technische Daten:		Wand						
	Boden		Technische Daten:		Oberfläche		Oberfläche/ Beplankung						
1	Nutzschicht	Material	Textil	Linoleum/ PVC	Material	Stärke	Stärke	Stärke	Material	Gipskeram.Dür. Feste	Gipskeram.Dür. Feste		
2	Aufbauhöhe	Stärke	5 bis 10 mm	2 bis 4 mm	Stärke	ca. 5 mm	ca. 5 mm	ca. 5 mm	Stärke	12,5 bis 12,5	12,5 bis 12,5		
3	Belastbarkeit	von	60	60	von	45	45	45	von	75 bis 75	75 bis 75		
4	Brandschutz	bis	100	100	bis	100	100	100	bis	3000 bis 3000	3000 bis 3000		
5	Schallschutz	Nonpunktlast	5 kN	5 kN	Material	Material	Material	Material	Profilstärke	50 bis 100	50 bis 100		
6	Beständigkeit	Fähigkeit	50 kN/m²	50 kN/m²	Formmaß	Formmaß	Formmaß	Formmaß	Profiltiefe	62,5	62,5		
7	Elektr.-statisch-Verhalten	Bauraumfläche	A1	A1/B1	Bauraumfläche	A1	A1	A1	Bauraumfläche	A1	A1		
8	Kosten	Feuerwiderstandsklasse	F90	F90	Feuerwiderstandsklasse	F90	F90	F90	Feuerwiderstandsklasse	F30/F90	F90		
9	Nutzung	S-L-Haß (dB) R _{w,c}	53	53	Schallabsorption	53	53	53	Luftschall (dB) R _{w,c}	kur 53	kur 53		
	Detailbeispiele	Trübschall (dB) L _w	69	69	Schallschutz	69	69	69	S-L-Haß (dB) R _{w,c}	kur 66	kur 66		
		Wasser-Öl			Feuchtigkeitsbeständigkeit	∅RH	∅RH	∅RH	Wärmedurchgangskoeffizient U				
		Chemikalien			Wärmedurchgangskoeffizient U				Kosten	van l/m²	50,00	55,00	
		Erdealkalihalide (OH ₂) R _z			Kosten	van l/m²	40,00	45,00	Computerarbeitsplatz	kur l/m²	70,00	75,00	
					Computerarbeitsplatz	kur l/m²	55,00	60,00	Besprechungsraum	van l/m²	220,00	220,00	
					Besprechungsraum	van l/m²	40,00	45,00	Geschäftsleitung	kur l/m²	320,00	320,00	
					Geschäftsleitung	van l/m²	55,00	60,00	Schulungsraum	van l/m²	230,00	230,00	
					Schulungsraum	kur l/m²	69,00	75,00	Pausenraum	van l/m²	280,00	280,00	
					Pausenraum	van l/m²	70,00	75,00		kur l/m²	310,00	310,00	
						kur l/m²	55,00	60,00		van l/m²	230,00	230,00	
							69,00	75,00		kur l/m²	330,00	330,00	
										van l/m²	200,00	200,00	
										kur l/m²	300,00	300,00	
										van l/m²	200,00	200,00	
										kur l/m²	280,00	280,00	

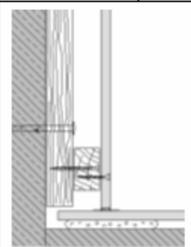


Ausbaubeispiel

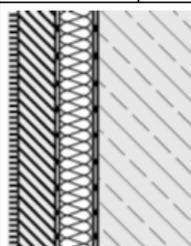
Kostenzusammenstellung



Trockenbauwand an Massivwand

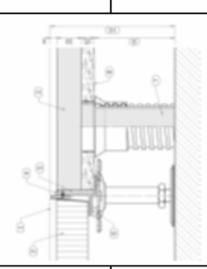
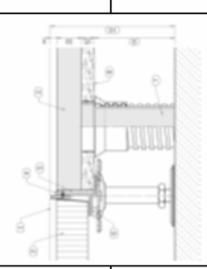
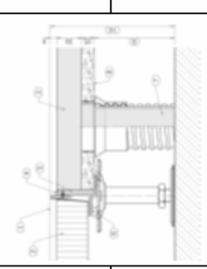
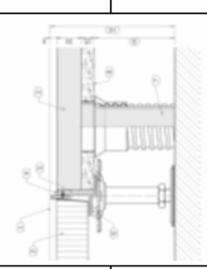
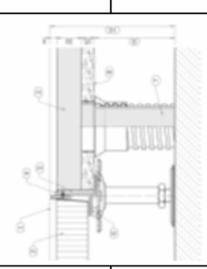
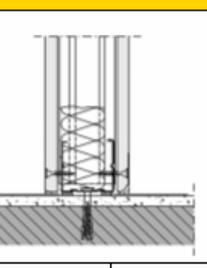
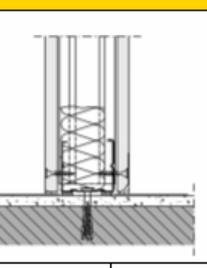
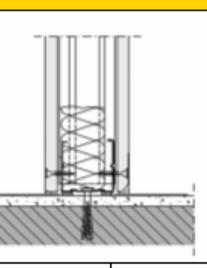
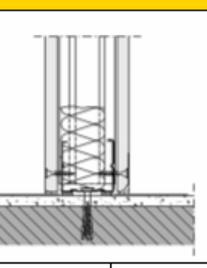
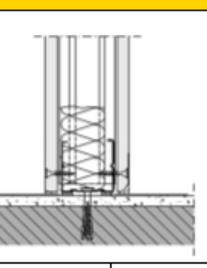
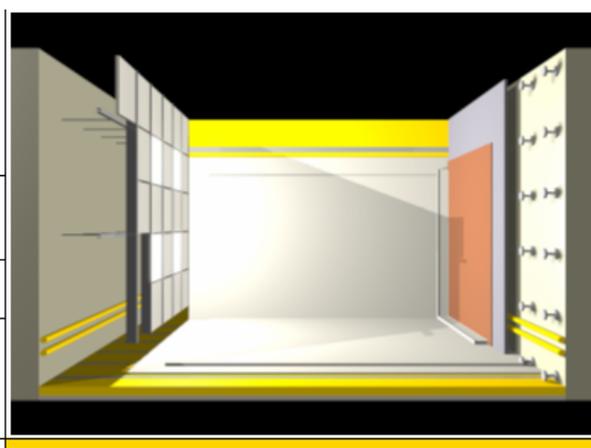
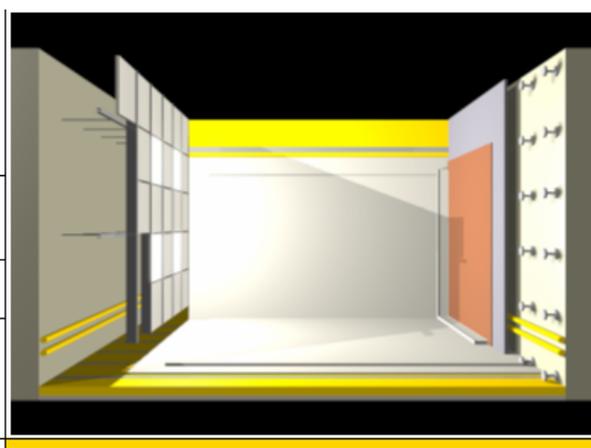
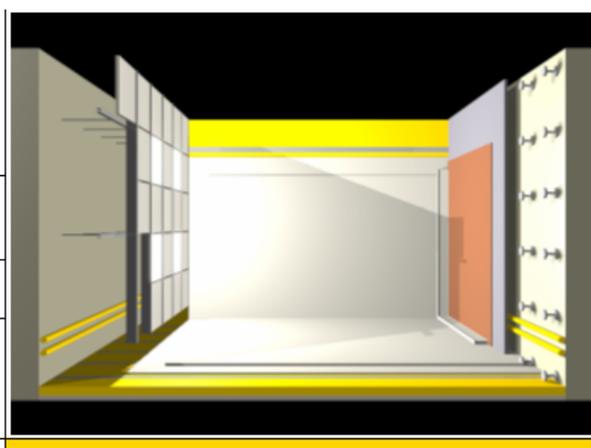
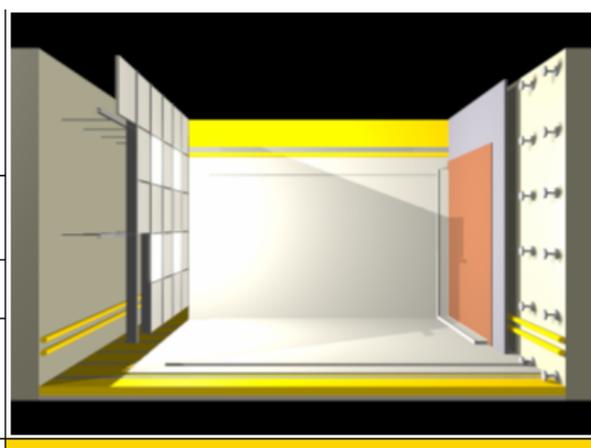
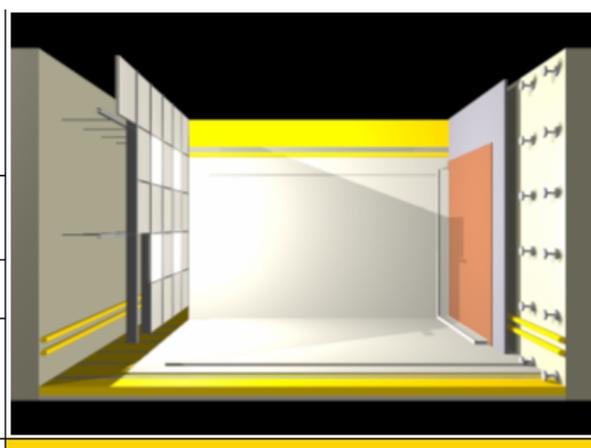


Anschluss Wand-Decke



Regelschnitt Schwimmestrich

- Legende
- ungeeignet
 - bedingt geeignet
 - geeignet

Auswahlsystem		Hohlraumboden, Oberbelag		Abgehängte Decke, Rasterdecke		Trockenbauwand, D Gedaämmt		FAKT		Blattnr.:	
Verwaltung, standard		E		E		D		Universität der Künste, Berlin		Datum:	
Bau teilkatalog		E		E		D		Änderung		Bearb.:	
Modulnr.: 4		Technische Daten: Decke		Technische Daten: Wand		Technische Daten: Decke		Index		Datum:	
Boden		Technische Daten: Oberfläche		Technische Daten: Aufbauhöhe		Technische Daten: Unterkonstruktion		Datei		Datum:	
1	Nutzschicht	Material Stärke mm	Lindosol PVC 2 bis 4 mm	Material Stärke mm	Mineralfaserplatten 0% Dämmung	Material Stärke mm	Stärke mm	Material Stärke mm	Stärke mm	Material Stärke mm	Material Stärke mm
2	Aufbauhöhe	van mm	75	van mm		van mm	75 bis 150	van bis (mm)	75 bis 150	van bis (mm)	75 bis 150
3	Belastbarkeit	mm	250	mm		mm	3000 bis 5000	mm	3000 bis 5000	mm	3000 bis 5000
4	Brandschutz	Nennkapazität kN	5 kN	Material	Alu/Stahl	Material	Alu/Stahl	Material	Alu/Stahl	Material	Alu/Stahl
5	Schallschutz	Fischerlast kN/m²	50 kN/m²	Partermäß	400x500/ 625x625						
6	Beständigkeit	Baufeuchte A1	A1	Baufeuchte A1	A2	Baufeuchte A1	A2	Baufeuchte A1	A1	Baufeuchte A1	A1
7	Elektr.-statisch.	Feuerwiderstandsklasse R _{1,0}	F30/F60	Feuerwiderstandsklasse R _{1,0}	F0 (bis F90)	Feuerwiderstandsklasse R _{1,0}	F0 (bis F90)	Feuerwiderstandsklasse R _{1,0}	F30/F90	Feuerwiderstandsklasse R _{1,0}	F90
8	Kosten	Trischall (dB) L ₁₀	53	Schallabsorption α	0,75						
9	Nutzung	Wärzöl	69	Feuchtigkeitsbeständigkeit		Feuchtigkeitsbeständigkeit		Feuchtigkeitsbeständigkeit		Feuchtigkeitsbeständigkeit	
Detailbeispiele		Chemikalien		Wärmedurchgangskoeffizient U		Wärmedurchgangskoeffizient U		Wärmedurchgangskoeffizient U		Wärmedurchgangskoeffizient U	
Legende		Erdebeben (10mDR)		Kosten		Kosten		Kosten		Kosten	
○	ungeeignet	van l/m²	75,00 l	van l/m²	60,00 l	van l/m²	80,00 l	van l/m²	50,00 l	van l/m²	55,00 l
●	bedingt geeignet	l/m²	95,00 l	l/m²	75,00 l	l/m²	10,00 l	l/m²	70,00 l	l/m²	75,00 l
●	geeignet	Comaker- arbeitsplatz	●								
		Besprechungsraum	○	Besprechungsraum	●	Besprechungsraum	●	Besprechungsraum	●	Besprechungsraum	●
		Geschäftsleitung	○	Geschäftsleitung	●	Geschäftsleitung	●	Geschäftsleitung	●	Geschäftsleitung	●
		Schulungsraum	○	Schulungsraum	●	Schulungsraum	●	Schulungsraum	●	Schulungsraum	●
		Pausenraum	○	Pausenraum	●	Pausenraum	●	Pausenraum	●	Pausenraum	●
		Hohlraumboden mit Installationskanal		Hohlraumboden mit Installationskanal		Hohlraumboden mit Installationskanal		Hohlraumboden mit Installationskanal		Hohlraumboden mit Installationskanal	
		Trockenbauwand auf Massivwand		Trockenbauwand auf Massivwand		Trockenbauwand auf Massivwand		Trockenbauwand auf Massivwand		Trockenbauwand auf Massivwand	
		Asbaubeispiel		Asbaubeispiel		Asbaubeispiel		Asbaubeispiel		Asbaubeispiel	
		Kostenzusammenstellung		Kostenzusammenstellung		Kostenzusammenstellung		Kostenzusammenstellung		Kostenzusammenstellung	
		Raumtyp	van l/m²	van l/m²	van l/m²						
		Computerarbeitsplatz	380,00 l								
		Besprechungsraum	270,00 l								
		Geschäftsleitung	370,00 l								
		Schulungsraum	250,00 l								
		Pausenraum	380,00 l								
		KG 300 Brutto	250,00 l								
		KG 400 Brutto	380,00 l								
		Gesamt Brutto	270,00 l								
			370,00 l								
			250,00 l								
			390,00 l								
			240,00 l								
			380,00 l								
			240,00 l								
			380,00 l								
			240,00 l								
			380,00 l								

Auswahlsystem Sanitär		Estrich, C Oberbelag Boden		Abgehängte Decke, D Beplankung		Trockenbauwand, E gedämmt für Nassbereich		FAKT		Blattr.: Datum:																																																	
		Technische Daten: Boden		Technische Daten: Decke		Technische Daten: Wand		Index:	Änderung	Datum:	Bearb.:																																																
Modulnr.: 5		Linobaum/ PVC		Holztafel/ Akustiktafel		Gipskarton, Locherung		Universität der Künste, Berlin		01.06.2004																																																	
Technische Daten: Boden		Fliesen		Gipskarton Dopp.-rate		Gipskarton, Fliesen		Änderung		E. Martinez																																																	
1 Nutzschicht		ca. 5mm	2 bis 4 mm	0,6 + Dämmung		12,5/2x12,5																																																					
2 Aufbauhöhe		45	45			75 bis 150																																																					
3 Belastbarkeit		100	100			3000 bis 5000																																																					
4 Brandschutz		5 kN	5 kN			50 bis 100																																																					
5 Schallschutz		50 kN/m²	50 kN/m²	600x600/ 625x625		62,5																																																					
6 Beständigkeit		A1	A1	F0 (bis F30)		A1																																																					
7 Elektr.-statisch.		F30	F30	F0 (bis F30)		F30																																																					
8 Kosten		53	63	Schall- absorption α _s		bis 53																																																					
9 Nutzung		69	69	RLw,R		bis 66																																																					
Detailbeispiele		<ul style="list-style-type: none"> - NUTZSCHICHT (EINWANDSCHICHT UND BODENBELAG) - BODENBELAG - VERWEHRUNG (EINWANDSCHICHT UND BODENBELAG) - EINGANGSSTREIFEN 		<ul style="list-style-type: none"> Produktion Lager Verwehrung Sanitärbereich Sozialbereich 		<ul style="list-style-type: none"> Produktion Lager Verwehrung Sanitärbereich Sozialbereich 		Ausbaubeispiel																																																			
Legende		<ul style="list-style-type: none"> ○ ungeeignet ● bedingt geeignet ● geeignet ● geeignet 		<ul style="list-style-type: none"> Produktion Lager Verwehrung Sanitärbereich Sozialbereich 		<ul style="list-style-type: none"> Produktion Lager Verwehrung Sanitärbereich Sozialbereich 						Kostenzusammenstellung																																															
		Regelschnitt Estrich		Abgehängte Gipskartondecke Anschluss v. and-Decke		Prinzip Aufbau Anschluss v. and-Boden										<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Raumtyp</th> <th colspan="2">KG 300 Brutto</th> <th colspan="2">KG 400 Brutto</th> <th rowspan="2">Gesamt Brutto</th> </tr> <tr> <th>von l/m²</th> <th>bis l/m²</th> <th>von l/m²</th> <th>bis l/m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WC-Vorraum</td> <td>360,00 l</td> <td>470,00 l</td> <td>360,00 l</td> <td>470,00 l</td> <td>360,00 l</td> </tr> <tr> <td>WC-Anlage</td> <td>310,00 l</td> <td>410,00 l</td> <td>310,00 l</td> <td>410,00 l</td> <td>310,00 l</td> </tr> <tr> <td>Duschen-Anlage</td> <td>330,00 l</td> <td>420,00 l</td> <td>330,00 l</td> <td>420,00 l</td> <td>330,00 l</td> </tr> <tr> <td>Waschraum</td> <td>300,00 l</td> <td>400,00 l</td> <td>300,00 l</td> <td>400,00 l</td> <td>300,00 l</td> </tr> <tr> <td>Putzraum</td> <td>320,00 l</td> <td>450,00 l</td> <td>320,00 l</td> <td>450,00 l</td> <td>320,00 l</td> </tr> </tbody> </table>				Raumtyp	KG 300 Brutto		KG 400 Brutto		Gesamt Brutto	von l/m²	bis l/m²	von l/m²	bis l/m²	WC-Vorraum	360,00 l	470,00 l	360,00 l	470,00 l	360,00 l	WC-Anlage	310,00 l	410,00 l	310,00 l	410,00 l	310,00 l	Duschen-Anlage	330,00 l	420,00 l	330,00 l	420,00 l	330,00 l	Waschraum	300,00 l	400,00 l	300,00 l	400,00 l	300,00 l	Putzraum	320,00 l	450,00 l	320,00 l	450,00 l	320,00 l
Raumtyp	KG 300 Brutto		KG 400 Brutto		Gesamt Brutto																																																						
	von l/m²	bis l/m²	von l/m²	bis l/m²																																																							
WC-Vorraum	360,00 l	470,00 l	360,00 l	470,00 l	360,00 l																																																						
WC-Anlage	310,00 l	410,00 l	310,00 l	410,00 l	310,00 l																																																						
Duschen-Anlage	330,00 l	420,00 l	330,00 l	420,00 l	330,00 l																																																						
Waschraum	300,00 l	400,00 l	300,00 l	400,00 l	300,00 l																																																						
Putzraum	320,00 l	450,00 l	320,00 l	450,00 l	320,00 l																																																						

Auswahlsystem		Estrich, Oberbelag Boden		Abgehängte Decke, Rasterdecke		Trockenbauwand, gedämmt für Nassbereich		FAKT		Blattr.: BTk-M-6-CEE					
Labor		6		E		E		Universität der Künste, Berlin		Datum: 01.06.2004					
Technische Daten: Boden		Technische Daten: Decke		Technische Daten: Wand		Technische Daten: Wand		Änderung		Bearb.: E. Martinez					
Material		Material		Material		Material		Index							
1	Nutzschicht	Linoleum/ PVC	Flecken ca. 5mm	Mineralfaserplatten	Metallkassettendecke	Gipskarton, Lösser	Gipskarton, Lösser								
2	Aufbauhöhe	2 bis 4 mm	45	0,6 + Dämmung		Stärke mm	12,5 / 2x12,5					KG 300 Brutto	KG 400 Brutto	KG 400 Brutto	KG 400 Brutto
3	Belastbarkeit	45	45			von bis (mm)	75 bis 150					von l/m²	bis l/m²	von l/m²	bis l/m²
4	Brandschutz	100	100			bis (mm)	3000 bis 5000					Produktion	Lager	Verwaltung	Sanitätsbereich
5	Schallschutz	5 kN	5 kN			Profilstärke mm	50 bis 100					Produktion	Lager	Verwaltung	Sanitätsbereich
6	Beständigkeit	5 kN	5 kN			Profilschema	62,5					Produktion	Lager	Verwaltung	Sanitätsbereich
7	Elektr.-statisch	50 kN/m²	50 kN/m²			Baustoffklasse	A1					Produktion	Lager	Verwaltung	Sanitätsbereich
8	Kosten	A1	A1B1			Feuerwiderstandsklasse	F30					Produktion	Lager	Verwaltung	Sanitätsbereich
9	Nutzung	F30	F30			S-L-Maß (dB) RL,w,R	bis 66					Produktion	Lager	Verwaltung	Sanitätsbereich
Detailbeispiele		Regelschnitt Estrich		Metallkassettendecke		Nutzung		Raumtyp		Gesamt Brutto					
Legende		<ul style="list-style-type: none"> ○ ungeeignet ◐ bedingt geeignet ● geeignet 		<ul style="list-style-type: none"> ○ nicht geeignet ◐ bedingt geeignet ● geeignet 		<ul style="list-style-type: none"> ○ nicht geeignet ◐ bedingt geeignet ● geeignet 		<ul style="list-style-type: none"> ○ nicht geeignet ◐ bedingt geeignet ● geeignet 		<ul style="list-style-type: none"> ○ nicht geeignet ◐ bedingt geeignet ● geeignet 		<ul style="list-style-type: none"> ○ nicht geeignet ◐ bedingt geeignet ● geeignet 			

Auswahlsystem Reinraum		F		E		Doppelboden, Oberbelag Boden		Technische Daten: Decke		E		Abgehängte Decke, Rasterdecke		Technische Daten: Wand		F		Elementierte Metallwand, versetzbar		FAKT		Blattr.: Datum:	
		7		Modulnr.: Technische Daten: Boden		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Decke		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Wand		Material Stärke von bis		Universität der Künste, Berlin		BTK-M7-FEE 01.06.2004	
1		Nutzschicht		Material Stärke von bis		Textil 5 bis 10 mm 60 1500		Oberfläche		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Oberfläche/ Beplankung		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm		Index		Änderung Datum:	
2		Aufbauhöhe		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Aufbauhöhe		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Wandstärke		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm		E. Martinez		Bearb.:	
3		Belastbarkeit		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Belastbarkeit		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Wandhöhe		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
4		Brandschutz		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Brandschutz		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Unterkonstruktion		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
5		Schallschutz		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Schallschutz		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Brandschutz		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
6		Beständigkeit		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Beständigkeit		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Schallschutz		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
7		Elektr.-statisch.		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Elektr.-statisch.		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Wärmedurchgangs- koeffizient U		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
8		Kosten		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Kosten		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Kosten		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
9		Nutzung		Material Stärke von bis		Linoleum/ PVC 2 bis 4 mm 60 1500		Nutzung		Material Stärke von bis		Mineralfaser- platten 0,6 + Dämmung		Nutzung		Material Stärke von bis		Schwammkern- stoff 2 bis 4 mm					
Detailbeispiele		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Legende		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Prinzip Doppelboden		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Prinzip Doppelboden		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Prinzip Blockwand		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Prinzip Blockwand		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Ausbaubeispiel		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Ausbaubeispiel		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Kostensammensetzung		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Kostensammensetzung		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
KG 300 Brutto		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		KG 300 Brutto		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
KG 400 Brutto		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		KG 400 Brutto		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Gesamt Brutto		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Gesamt Brutto		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
Raumtyp		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Raumtyp		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
von l/m²		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		von l/m²		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	
bis l/m²		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		bis l/m²		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		Metallkassetendecke		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet		○ ungeeignet ● bedingt ● geeignet	

Modulkostenberechnungswerte

Die Kosten der Module werden je Quadratmeter erfasst. Der Wandflächenanteil je Quadratmeter Modulfläche hängt einerseits von der Größe der Räume und von der Lage innerhalb der Gebäudestruktur ab. Je kleiner ein Raum ist, umso größer ist der Wandanteil. Darüber hinaus variiert die Anzahl der je Einheit erforderlichen Bauelemente. Die bestimmt z.B. Organisation der Arbeitsplätze in Einzelbüros, Doppel- oder Milieubüro die Anzahl der Tür- und Fensterelemente. Für die Kostenermittlung ist daher ein projektspezifischer Korrekturwert zu ermitteln. Für die Konzeptionsphase sind hier exemplarisch einige Berechnungswerte dargestellt.

Bautilkatalog	Auswahlsystem		Einzelraum, innenliegend			Einzelraum, an Aussenwand			Einzelraum, als Teil einer Reihe			
	Berechnung	A	B			C						
2	Grossraumbüro		Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			
	Geometrische Daten:		Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			
1	Grundfläche	Länge m	a	8,40	Grundfläche	Länge m	a	8,40	Grundfläche	Länge m	a	8,40
		Breite m	b	12,00		Breite m	b	12,00		Breite m	b	12,00
		Fläche m²	F=axb	100,80		Fläche m²	F=axb	100,80		Fläche m²	F=axb	100,80
2	Höhe	Gesamthöhe	H	3,45	Höhe	Gesamthöhe	H	3,45	Höhe	Gesamthöhe	H	3,45
		lichte Höhe	h	3,00		lichte Höhe	h	3,00		lichte Höhe	h	3,00
3	Umfassung	Länge m	L=2a+2b	40,80	Umfassung	Länge m	L=2a+b	28,80	Umfassung	Länge m	L=a+b	20,40
		Gesamtwandfläche	WF=HxL	140,76		Gesamtwandfläche	WF=HxL	99,36		Gesamtwandfläche	WF=HxL	70,38
4	Wandfläche	lichte Wandfläche	WFh=hxL	122,40	Wandfläche	lichte Wandfläche	WFh=hxL	86,40	Wandfläche	lichte Wandfläche	WFh=hxL	61,20
		Faktor Gesamt	Fg=WF/F	1,40		Faktor Gesamt	Fg=WF/F	0,99		Faktor Gesamt	Fg=WF/F	0,70
5	Wandfl./Grundfl.	Faktor lichte Höhe	Fg=WFh/F	1,21	Wandfl./Grundfl.	Faktor lichte Höhe	Fg=WFh/F	0,86	Wandfl./Grundfl.	Faktor lichte Höhe	Fg=WFh/F	0,61
		Gesamtvolumen m³	Rg=FxH	347,76		Gesamtvolumen m³	Rg=FxH	347,76		Gesamtvolumen m³	Rg=FxH	347,76
6	Raumvolumen	lichtes Volumen m³	Rg=Fxh	302,40	Raumvolumen	lichtes Volumen m³	Rg=Fxh	302,40	Raumvolumen	lichtes Volumen m³	Rg=Fxh	302,40
		Berechnungsformel für 1m² Modul									Kosten_M=1m² Boden+1m² Decke+Fg x 1m² Wand+1Tür / F	

Bautilkatalog	Auswahlsystem		Einzelraum, innenliegend			Einzelraum, an Aussenwand			Einzelraum, als Teil einer Reihe			
	Berechnung	A	B			C						
1	Einzelbüro		Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			
	Geometrische Daten:		Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			Geometrische Daten:			
1	Grundfläche	Länge m	a	4,80	Grundfläche	Länge m	a	4,80	Grundfläche	Länge m	a	4,80
		Breite m	b	2,40		Breite m	b	2,40		Breite m	b	2,40
		Fläche m²	F=axb	11,52		Fläche m²	F=axb	11,52		Fläche m²	F=axb	11,52
2	Höhe	Gesamthöhe	H	3,45	Höhe	Gesamthöhe	H	3,45	Höhe	Gesamthöhe	H	3,45
		lichte Höhe	h	2,75		lichte Höhe	h	2,75		lichte Höhe	h	2,75
3	Umfassung	Länge m	L=2a+2b	14,40	Umfassung	Länge m	L=2a+b	12,00	Umfassung	Länge m	L=a+b	7,20
		Gesamtwandfläche	WF=HxL	49,68		Gesamtwandfläche	WF=HxL	41,40		Gesamtwandfläche	WF=HxL	24,84
4	Wandfläche	lichte Wandfläche	WFh=hxL	39,60	Wandfläche	lichte Wandfläche	WFh=hxL	33,00	Wandfläche	lichte Wandfläche	WFh=hxL	19,80
		Faktor Gesamt	Fg=WF/F	4,31		Faktor Gesamt	Fg=WF/F	3,59		Faktor Gesamt	Fg=WF/F	2,16
5	Wandfl./Grundfl.	Faktor lichte Höhe	Fg=WFh/F	3,44	Wandfl./Grundfl.	Faktor lichte Höhe	Fg=WFh/F	2,86	Wandfl./Grundfl.	Faktor lichte Höhe	Fg=WFh/F	1,72
		Gesamtvolumen m³	Rg=FxH	39,74		Gesamtvolumen m³	Rg=FxH	39,74		Gesamtvolumen m³	Rg=FxH	39,74
6	Raumvolumen	lichtes Volumen m³	Rg=Fxh	31,68	Raumvolumen	lichtes Volumen m³	Rg=Fxh	31,68	Raumvolumen	lichtes Volumen m³	Rg=Fxh	31,68
		Berechnungsformel für 1m² Modul									Kosten_M=1m² Boden+1m² Decke+Fg x 1m² Wand+1Tür / F	

3.12 Katalog (T) zur Flexibilisierung der Technischen Gebäudeausrüstung (Ter-tiärstruktur)

Aus dem Soll- und Ist-Zustand der Technischen Gebäudeausrüstung in Abhängigkeit bzw. unter der Berücksichtigung des Gebäudezustandes, der Gebäudeeigenschaften sowie der Nutzungsanforderungen werden für die Energieversorgung und die Prozessmedien Varianten erarbeitet. Für den Arbeitsbereich der Technischen Gebäudeausrüstung ergeben sich dabei nachfolgende Flexibilisierungsansätze, die bei der Variantenauswahl, der Konzeptionierung und Planung der Nutzung, Umnutzung oder Revitalisierung von Fabrikstrukturen beachtet werden sollten.

Die gebäudebezogene Versorgungstechnik und Installation (Be- und Entwässerung, Heizung, Grundbeleuchtung) sollen möglichst getrennt angeordnet und verlegt werden, da diese von der konkreten Nutzung weitgehend unabhängig sind und sehr stark an die Immobilie als solche gekoppelt sind. Der Qualitätsstandard muss sich am Gebäudebestand und an der Restnutzungsdauer des Gebäudes orientieren. Der Betriebskosten- und Wartungsaufwand sollte minimiert werden. Qualitätsstandard und Unterhaltungsaufwand beeinflussen sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Nachhaltigkeit wesentlich. Der Flexibilisierungsbeitrag ist dabei in erster Linie in der Unabhängigkeit der Technik von einer speziellen Nutzung des Gebäudes und wesentlich im Einfluss dieser Versorgungsmedien auf niedrige Betriebskosten zu sehen.

Soziale Einrichtungen, wie Umkleide- und Duschräume, Toilettenanlagen, Pausenräume etc. können weitgehend neutral geplant werden. Die Anzahl und Ausstattung muss demzufolge unter Berücksichtigung flächen- und branchenbezogener statistischer Annahmen und unter Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften festgelegt werden. Mindestauslegungskriterium sollte die Erstnutzung sein. Größe, Anzahl, Ausstattung, und Qualitätsstandard dieser Räume und deren Einrichtungen sollten Nachnutzungen weitgehend genügen, ohne diese im Zeitraum innerhalb der Grenznutzungsdauer der Einrichtung dieser Räume (hier speziell der Sanitärtechnik) noch einmal mit einem größeren Aufwand und/oder Kosten bearbeiten zu müssen. Dies gilt sowohl für den Rückbau als auch für die Erweiterung der Sozialräume. Auch hier spielen wirtschaftliche Gesichtspunkte eine wichtige Rolle, da die Herstellungs- und Unterhaltskosten Nebenkosten der Produktionsflächennutzung darstellen. Flexibilisierung bedeutet dabei, die vorhandenen Sozialräume und Einrichtungen für die plattformbezogenen Nutzungsanforderungen universell nutzbar zu gestalten.

Hausanschlüsse, Anschlussräume und Zentralen sowie Hauptversorgungstrassen werden bis zu den Versorgungspunkten am Produktionsstandort weitgehend nutzungsneutral ausgebildet (entweder als „Komplettversorgung“ oder dem Vorhalten von Installationsraum), um bei Nutzungsänderung Erweiterungsinstallationen vornehmen zu können.

Unter Betrachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte, sind bei der Festlegung und Dimensionierung kurz-, lang- und mittelfristige Perspektiven zu berücksichtigen.

Einen weiteren Flexibilisierungsansatz stellt die möglichst nutzungs- und gebäude- bzw. standortneutrale Dimensionierung der Versorgungsmedien (Beleuchtung, Heizung/Klima, Lüftung) dar. Zu beachten ist dabei, entsprechende Reserven nicht überzudimensionieren. Ab Versorgungspunkt (Übergabepunkt), in der Regel der Etagenverteiler, erfolgt die spezifische Versorgung für den Nutzungsstandort und die zunächst geplante Nutzung.

Die bereits angesprochene Überdimensionierung bestimmter Versorgungsmedien kann in Bezug auf die Flexibilisierung eines Standorts durchaus hemmend wirken, da diese meist auch mit Platzverbrauch und Ressourcenbindung einhergeht. Unter diesem Aspekt ist der dezentralen und/oder der nutzereigenen Versorgung bei speziellen Anforderungen, mit den entsprechenden Rückbaumöglichkeiten nach Ende der Nutzungszeit, der Vorzug zu geben.

Arbeitsanleitung zum Maßnahmenkatalog Tertiärstruktur

Der Maßnahmenkatalog Technische Gebäudeausrüstung liefert als Arbeitshilfe eine Grobkostenschätzung der für die Flexibilisierung von Fabrikstrukturen notwendigen Maßnahmen.

Die Tabellen des Maßnahmenkataloges enthalten neben anlagenspezifischen Kostenkennwerten (als statistische Durchschnittskosten) prozentuale Erneuerungsraten, die in Abhängigkeit von Alter und Zustand der Anlagen weitestgehend subjektiv ermittelt werden müssen. Das Restnutzungspotenzial (in %) wird nach durchschnittlicher Nutzungszeit bzw. Anlagenalter der ausgewählten technischen Anlage geschätzt und einer Instandsetzungs- bzw. Erneuerungsrate gegenübergestellt. Ausgangspunkt ist die Bewertung entsprechend Tab. 28. Das Kriterium „unbekannt“ soll verwendet werden, wenn entweder der Anlagenzustand aus verschiedenen Gründen nicht bewertet werden kann oder der Zustand tatsächlich unbekannt ist. Die Bewertung „unbekannt“ liefert dann einen Durchschnittswert, um das Gesamtergebnis nicht zu verfälschen. Gleichzeitig stellt diese Art der Bewertung eine zusätzliche Kostensicherheit her.

Tab. 28 Restnutzungspotenzial von Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung

	Anlagenalter in Jahren						
	bis 5	5 bis 10	10 bis 15	15 bis 20	20 bis 30	über 30	unbekannt
Sanitärtechnik							
Trinkwasseranschluss	90	75	50	20	0	0	0
Wasserzähler	50	0	0	0	0	0	0
Filter, Absperrarmatur	50	0	0	0	0	0	0
Hauptstrang	90	75	50	20	0	0	0
Etagenverteiler	90	75	50	50	20	0	0
Nebenabgänge, Unterzähler	75	50	0	0	0	0	0
Regenentwässerung	90	50	20	20	0	0	0
Regenrückhalteeinrichtungen	90	75	50	20	0	0	0
Abwasseranschluss	90	75	50	50	20	20	0
Hebeanlagen	75	50	20	0	0	0	0
Sanitärobjekte	75	50	20	0	0	0	0
Kleinkläranlagen	75	50	20	0	0	0	0
Heizungstechnik							
Erdgasanschluss	90	75	50	20	0	0	0
Heizöltank	90	75	50	20	0	0	0
FWÜSt	75	50	20	0	0	0	0
Heizkessel	75	50	20	0	0	0	0
Heizungsregelung	50	20	0	0	0	0	0
Hauptverteiler	90	75	50	20	20	0	0
Pumpen, Ventile	50	20	20	0	0	0	0
VL-/RL-Stränge (vertikal)	90	75	50	20	20	0	0
Heizkörper	90	75	50	20	0	0	0
Heizstrahler	75	50	20	0	0	0	0
Lüftungstechnik							
Teilklimaanlagen	50	50	20	20	0	0	0
Klimaanlagen	50	20	20	0	0	0	0
WRG	50	20	20	0	0	0	0
Heiz-/Kühlregister	50	20	20	0	0	0	0
Befeuchter	50	20	0	0	0	0	0
Nacherhitzer	50	20	20	0	0	0	0
Auslässe, Gitter	75	50	20	0	0	0	0
Kanäle	75	50	50	20	20	0	0
Dämmung	75	50	20	20	0	0	0
Brandschutzeinrichtungen	75	50	20	0	0	0	0
dezentrale Anlagen	75	50	20	0	0	0	0
Kältekompressoren	75	50	20	0	0	0	0
Kältemaschinen	75	50	20	0	0	0	0
Eisspeicher	75	50	50	20	0	0	0
Umluftkühlgeräte	50	20	20	0	0	0	0
Splitgeräte	75	50	20	0	0	0	0
Elektrotechnik							
Gebäudeanschluss	75	50	50	20	0	0	0
Hauptverteilung	75	50	20	20	0	0	0
Haupttrassen	75	50	20	20	0	0	0
Unterverteilungen	75	50	20	0	0	0	0
Installationen	75	50	20	0	0	0	0
Grundbeleuchtung	75	50	20	0	0	0	0
Anschlüsse 400/220 V	75	50	20	0	0	0	0
Arbeitsplatzbeleuchtung	50	20	20	0	0	0	0
Nachrichten-/IuK-Technik							
Gebäudeanschluss	50	20	20	0	0	0	0
Verteiler	50	20	20	0	0	0	0
Kabelnetz	50	20	20	0	0	0	0
TK-Anlagen	50	20	0	0	0	0	0
Vermittlungen	50	20	0	0	0	0	0
Nebensleanlagen	50	20	0	0	0	0	0
Endgeräte	50	20	0	0	0	0	0
zentrale Datentechnik	50	0	0	0	0	0	0
Datennetze	50	20	0	0	0	0	0
Server	20	0	0	0	0	0	0
Endgeräte, Drucker	20	0	0	0	0	0	0
Restnutzungspotenzial (v.H.) nach durchschnittlicher Nutzungszeit (subjektiv)							

In die Tabellen des jeweiligen Maßnahmenkataloges sind die entsprechenden Werte einzutragen bzw. auszuwählen, die im Rahmen der Aufnahme der Gebäudeeigenschaften ermittelt wurden.

Maßnahmenkatalog am Beispiel Klimaanlage:

b. Eintrag der Flächengröße

a. Auswahl des Anlagenalters

	A	B	C	F	G	P	Q	R	S	T	U	V			
1	Maßnahmenkatalog	Klimaanlagen				3			4						
2															
3		Fläche in m ² 1.500				Modernisierung 50% bis 74% nutzbar			Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar						
4															
5															
6					Anlagenalter	Zustand	Auswahl	Kosten je m ²	Gesamtkosten				Auswahl	Kosten je m ²	Gesamtkosten
7								Pauschale Kosten							
8	Kältekompressoren				bis 5	50%	<input checked="" type="checkbox"/>	-	5.000				<input type="checkbox"/>	-	0
9					Pull-down-Menü										
10	Kältemaschinen				5 bis 10	20%	<input type="checkbox"/>	5,00	0				<input checked="" type="checkbox"/>	8,00	12.000
11	Eisspeicher				bis 5 5 bis 10 10 bis 15 15 bis 20 20 bis 30 über 30 unbekannt nicht vorhanden	0%	<input type="checkbox"/>	5,00	0				<input type="checkbox"/>	10,00	0
12															
13	Klimaanlage 1				5 bis 10	20%	<input type="checkbox"/>	2,00	0				<input checked="" type="checkbox"/>	3,00	4.500
14															

a. In das Feld "Fläche in m²" ist die möglichst genaue Fläche oder Teilfläche einzutragen. Die Kosten beziehen sich auf die Bruttogeschossfläche (nach DIN 277). Da die Kosten flächenbezogen ermittelt werden, sollte die Genauigkeit der Flächenangabe mindestens bei 95 % liegen. Gegebenenfalls sind vor Beginn der Bewertung die Kostenkennwerte entsprechend der Flächenkategorie abzugleichen.

b. Im nächsten Schritt erfolgt die Bewertung der einzelnen Anlagengruppen. Ein Pull-downmenü gibt eine Auswahl vor. Die Auswahlkriterien "unbekannt" liefern einen Mittelwert, die Auswahlkriterien "nicht vorhanden" eine Nullbewertung.

Bei Eingabe "nicht erforderlich" bleibt die betreffende Anlagengruppe bei der Berechnung unberücksichtigt.

Die Auswahl wird dem Bearbeiter zur Kontrolle im Feld "Auswahl" signalisiert (schwarz bzw. farbig unterlegt) und der ausgewählte Nutzungszustand im Feld „Zustand“ angezeigt.

31					
32	Legende	<input type="checkbox"/>	= nicht ausgewählt		
33		<input checked="" type="checkbox"/>	= ausgewählt		
34					

Erläuterungen

Auswahl Anpassung

Die installierte Anlage ist neu, fast komplett oder direkt nutzbar, es entstehen nur geringe Kosten zum Anpassen auf die neue Nutzungsart.

Auswahl Teilmodernisierung

Ein Großteil der Installation ist weiterhin effizient nutzbar. Es sind nur geringe Kosten für den Umbau notwendig.

Auswahl Modernisierung

Die Anlage entspricht zwar noch dem Stand der Technik oder kann entsprechend erneuert werden. Durch den Gebrauchverschleiß besteht erheblicher Instandhaltungsbedarf. Allerdings sind die zu erwartenden Kosten geringer als eine grundlegende Erneuerung.

Auswahl grundlegende Erneuerung

Die Anlage bedarf eines weitgehenden Austausches einzelner Bestandteile und Baugruppen, mit entsprechend hohem Kostenaufwand.

Auswahl Demontage/Austausch

Die Anlage ist abgeschrieben und/oder verschlissen. Eine weitere Nutzung der Anlage ist unter Umständen möglich, aber weder technisch noch wirtschaftlich sinnvoll. Sie muss komplett ausgetauscht bzw. demontiert werden. Hierunter fallen auch alle Anlagen, die nicht mehr funktionstüchtig sind und daher komplett erneuert oder ausgetauscht werden müssen.

Kostenermittlung

Die Gesamtkosten werden nach der Auswahl automatisch ermittelt. Der Quadratmeterpreis (€/m²) wird mit der Gesamtfläche multipliziert. Es besteht die Möglichkeit einzelne Kostenwerte zu korrigieren. Das ist z.B. dann sinnvoll, wenn für einzelne Maßnahmen bereits konkrete Kostenangebote Vorliegen oder pauschal bewertet werden können.

Modernisierung 50% bis 74% nutzbar			Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar		
Auswahl	Kosten je m ²	Gesamtkosten	Auswahl	Kosten je m ²	Gesamtkosten
<input checked="" type="checkbox"/>	-	5.000 €	<input type="checkbox"/>	-	0 €
			Pauschale Kosten		

Im Ergebnis wird die Gesamtsumme der einzelnen Kosten berechnet und als Gesamtkosten sowie als Kosten je Quadratmeter (€/m²) ausgegeben.

Maßnahmenkatalog Tertiärstruktur

Maßnahmenkatalog – Sanitärtechnik

Maßnahmenkatalog – Heizung

Maßnahmenkatalog – Lüftungsanlagen

Maßnahmenkatalog – Elektrotechnik

Maßnahmenkatalog – Nachrichtentechnik

Maßnahmenkatalog – Sonstiges

Sanitärtechnik		1		2		3		4		5	
Anpassung über 89% nutzbar		Teilmodernisierung 75% bis 89% nutzbar		Modernisierung 50% bis 74% nutzbar		Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar		Demontage/Austausch unter 20% nutzbar			
Anlagenalter	Zustand	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²
5 bis 10	75%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
Pultdown-Möbel		<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
bis 5	50%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	10.000 €	<input type="checkbox"/>	5.000 €	<input type="checkbox"/>	10.000 €	<input type="checkbox"/>	10.000 €
Filter, Absperrearmatur	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	5.000 €	<input type="checkbox"/>	10.000 €	<input type="checkbox"/>	20.000 €	<input checked="" type="checkbox"/>	30.000 €
Hauptleitung	90%	<input checked="" type="checkbox"/>	1.500 €	<input type="checkbox"/>	1.500 €	<input type="checkbox"/>	2.000 €	<input type="checkbox"/>	3.000 €	<input type="checkbox"/>	5.000 €
Eigenventiler	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	3.000 €	<input type="checkbox"/>	3.000 €	<input type="checkbox"/>	5.000 €	<input checked="" type="checkbox"/>	10.000 €
Nebenschloß, Unterzähler	50%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	3.000 €	<input type="checkbox"/>	3.000 €	<input type="checkbox"/>	5.000 €	<input type="checkbox"/>	10.000 €
Regenwassererwärmung	20%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1.000 €	<input type="checkbox"/>	1.000 €	<input checked="" type="checkbox"/>	2.000 €	<input type="checkbox"/>	3.000 €
Regenrückhalte-einrichtungen	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1.000 €	<input type="checkbox"/>	1.500 €	<input type="checkbox"/>	1.500 €	<input checked="" type="checkbox"/>	2.000 €
Abwasseranschluss	20%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	4.000 €	<input type="checkbox"/>	4.000 €	<input checked="" type="checkbox"/>	8.000 €	<input type="checkbox"/>	15.000 €
Hebeanlagen	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	3.000 €
Kleinkläranlagen	-	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
Sanitärobjekte	20 bis 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	4.000 €
sonstiges	ja	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	14.175 €
Legende		<input type="checkbox"/> = nicht ausgewählt <input checked="" type="checkbox"/> = ausgewählt									

Heizung		1		2		3		4		5		Ergebnis und Kosten		
		Anpassung über 88% nutzbar		Teilmodernisierung 75% bis 88% nutzbar		Modernisierung 50% bis 74% nutzbar		Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar		Demontage/Austausch unter 20% nutzbar		Kosten je m²		
Maßnahmenkatalog	Fläche in m² 1.500	Anlagenalter	Zustand	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	Auswahl	Kosten je m²	
		Erdgasanschluss		bis 5	90%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>
Heiztanks		5 bis 10	75%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	
FWUST		bis 5	75%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	20,00 €	<input type="checkbox"/>	20,00 €	
Heizkessel		nicht vorhanden	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	7,500 €	
Heizungsregelung		5 bis 10	20%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	
Hauptventiler		15 bis 20	20%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	
Pumpen, Ventile		20 bis 30	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	3,00 €	<input type="checkbox"/>	4,500 €	
VL-/RL-Sitrange (vertikal)		unbekannt	20%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	1,50 €	<input type="checkbox"/>	2,250 €	<input type="checkbox"/>	2,250 €	
Heizkörper		über 30	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	4,00 €	<input type="checkbox"/>	8,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	15,00 €	<input type="checkbox"/>	22,500 €	
Heizstrahler		nicht benötigt	-	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	
sonstiges		ja	15% über Gesamtwert	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	7,763 €	<input type="checkbox"/>	7,763 €	
<p>Unter Auswahl ist bei entsprechender Eignung der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante in Feld "Eignung und Kosten" einzutragen.</p> <p>Die angegebenen Kosten verstehen sich als Sanierungskosten pro homogener Baueinheitfläche in m².</p>													Kosten je m² 40 €	
Erläuterungen													Gesamtkosten: 59.513 €	



= nicht ausgewählt
 = ausgewählt

Lüftungsanlagen		1		2		3		4		5		Ergebnis und Kosten	
		Auswahl	Kosten je m ²	Auswahl	Kosten je m ²	Auswahl	Kosten je m ²	Auswahl	Kosten je m ²	Auswahl	Kosten je m ²	Kosten je m ²	Gesamtkosten:
Anlagentyp	Zustand	Anpassung über 89% nutzbar		Teilmodernisierung 75% bis 69% nutzbar		Modernisierung 50% bis 74% nutzbar		Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar		Demontage/Austausch unter 20% nutzbar		Ergebnis und Kosten	
		Auswahl	Gesamtkosten	Auswahl	Gesamtkosten	Auswahl	Gesamtkosten	Auswahl	Gesamtkosten	Auswahl	Gesamtkosten	Kosten je m ²	Gesamtkosten:
Teilklimaanlagen	5 bis 10 Pull-down-Menü	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	0 €	0 €
Klimaanlagen	bis 5	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	0 €	0 €
WRG	5 bis 10	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	<input type="checkbox"/>	20,00 €	0 €	0 €
Heiz-/Kühlgelüster	bis 5	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	2,00 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	0 €	0 €
Befeuchter	nicht vorhanden	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	15.000 €	0 €
Nacherhitzer	5 bis 10	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	0 €	0 €
Auflässe, Gitter	15 bis 20	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	10,00 €	15.000 €	0 €
Kanäle	20 bis 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	0 €	0 €
Dämmung	über 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	1,50 €	<input checked="" type="checkbox"/>	2,00 €	3.000 €	0 €
Brandschutzeinrichtungen	über 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	1,50 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	3.000 €	0 €
dezentrale Anlagen	über 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	1,50 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	3.000 €	0 €
Kältekompressoren	über 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	<input type="checkbox"/>	1,50 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	3.000 €	0 €
Kältemaschinen	10 bis 15	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	4,00 €	<input type="checkbox"/>	8,00 €	<input checked="" type="checkbox"/>	12.000 €	0 €	0 €
Eispeicher	nicht benötigt	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	0 €
Umflurkühler	nicht benötigt	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	0 €
Spülgeräte	20 bis 30	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	0 €
sonstiges	nein	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	0 €
Unter Auswahl ist das entsprechende Ergebnis der Variante die jeweils Minimum anzuwählen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergänzung und Kosten" einzutragen. Die entsprechenden Kosten verfahren sich als Stufenkalkulation pro bezogener Baufläche in m ² .													
Erfürungen												61 €	
Ergebnis und Kosten												91.500 €	

Legende
 = nicht ausgewählt
 = ausgewählt

Elektrotechnik		1		2		3		4		5		Erklärungen	
		Anpassung über 88% nutzbar		Teilmodernisierung 75% bis 89% nutzbar		Modernisierung 50% bis 74% nutzbar		Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar		Demontage/Austausch unter 20% nutzbar			
Maßnahmenkatalog	Fläche in m² 1.500	Anlagenalter	Zustand	Auswahl	Kosten je m²	Gesamtkosten	Auswahl	Kosten je m²	Gesamtkosten	Auswahl	Kosten je m²	Gesamtkosten	Erklärungen
		Gebäudeanschluss	5 bis 10	50%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	
Hauptverteilung	Pull-down-Menü bis 5	75%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	5,00 €	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	0 €	
Haupttrassen	5 bis 10	50%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	5,00 €	7,500 €	0 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	0 €	
Unterverteilungen	bis 5	75%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	2,00 €	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	0 €	
Installationen	nicht vorhanden	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	3,00 €	0 €	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	10,00 €	15,000 €	
Grundbeleuchtung	5 bis 10	50%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	3,00 €	4,500 €	0 €	<input type="checkbox"/>	10,00 €	0 €	
Anschlüsse 400/220 V	15 bis 20	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	1,00 €	0 €	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	3,00 €	4,500 €	
Arbeitsplatzbeleuchtung	20 bis 30	0%	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	1,50 €	0 €	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	2,00 €	3,000 €	
sonstiges	ja	15% der Gesamtsumme	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	0 €	0 €	<input checked="" type="checkbox"/>	5,925 €	5,925 €	
Ergebnis & Kosten Kosten je m²: 30 € Gesamtkosten: 45.425 €													



= nicht ausgewählt
 = ausgewählt

Nachrichtentechnik		1		2		3		4		5								
		Anpassung über 89% nutzbar	Teilmodernisierung 75% bis 89% nutzbar	Modernisierung 50% bis 74% nutzbar	Grundlegende Erneuerung 20% bis 49% nutzbar	Demontage/Austausch unter 20% nutzbar	Anlagenalter	Zustand	Auswahl	Kosten je m ²	Gesamtkosten	Auswahl	Kosten je m ²	Gesamtkosten				
Mahnmenteklog	Fläche in m ² 1.500	Gebäudeanschluss	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €		
		Verteiler	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Kabelnetz	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		TK-Anlagen	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Vermittlungen	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Nebenstellenanlagen	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Endgeräte	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		zentrale Datentechnik	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Datenetze	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Server	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Endgeräte, Drucker	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		sonstiges	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €	<input type="checkbox"/>	0 €
		Legende		□ = nicht ausgewählt ■ = ausgewählt														

Erläuterungen

Ergebnis und Kosten

Kosten je m ²	69 €
Gesamtkosten:	104.075 €

Unter Auswahl ist bei entsprechender Eingabe der Variante die gewählte Maßnahme anzukreuzen. Die zugehörigen Kosten sind mit dem Kürzel der Variante im Feld "Ergebnis und Kosten" einzutragen.
Die angegebenen Kosten verstehen sich als Schätzungskosten pro bezogener Baufläche in m².

Index	
Änderung	
Datum	
Baub.	
Datum	
Baub.	



Baujahr:
Datum:

4 Literaturverzeichnis

- Aggteleky B Fabrikplanung – Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung, Bd.2: Betriebsanalyse und Feasibility-Studie, 2. Aufl., Hanser, München, Wien, 1990
- Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) 35/1-4 Waschräume, letzte Ausgabe 1976
- Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) 37/1 Toilettenräume, letzte Ausgabe 1976
- Bayerer P Flexible temporäre Fabrik (VA 16). Teilprojekt Industriearchitektur, Abschlussdokumentation, UdK Berlin, 2000
- Berufsgenossenschaftliche Regeln (BGR) 133 (ehem. ZH 1/201) Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern, 1996
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.) Statusbericht Baukultur in Deutschland, Ausgangslage und Empfehlungen, Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. Gert Kähler, Initiative Architektur und Baukultur, Berlin, 2001
- Busse von Colbe W, Lassmann G Betriebswirtschaftstheorie, Band 3: Investitionstheorie, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg, 1990
- DIN 18225 Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten
- Erfurth R, Olschewski T, Wirth S Mobilitätsstufenabhängige Fabrikplattformen, Wt Werkstatttechnik online 93, H 4, 2003
- Janisch H Vorlesungsskripte IBET – Fabrikplanung, www.ibet-internet.fh-kiel.de, 05/2003
- Kern W Investitionsrechnung, Stuttgart, 1974
- Olschewski T Flexibilisierung bestehender Fabrikstrukturen unter Beachtung verschiedener Mobilitätspotentiale, Antrag auf Finanzierung beim BMBF, Karlsruhe, 2000
- Schenk M Fabrikstrukturen mit Zukunft, In: Tagungsband Fabrikplanung, Nürtingen, 2002
- Schenk M, Wirth S Fabrikplanung und Fabrikbetrieb – Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik, Springer, Berlin, 2004
- Schmigalla H Fabrikplanung – Begriffe und Zusammenhänge, München, Carl Hanser, 1995
- Statistisches Bundesamt Deutschland - Ausführliche Ergebnisse zur Wirtschaftsleistung im 1. Quartal 2004, www.statistik-bund.de
- Wiendahl HP, Harms T Maßgeschneiderte Fabriken im Dienste des Kunden, In: Tagungsband 3. Deutsche Fachkonferenz Fabrikplanung, Stuttgart, 2001
- Wirth S (Hrsg.) Die flexible, temporäre Fabrik – Arbeitsschritte auf dem Weg zu wandlungsfähigen Fabrikstrukturen. VA 16 Ergebnisbericht, Technik und Umwelt, Karlsruhe, 2000
- Wirth S Forschungsbericht, Gestaltungsvarianten zur Flexibilisierung der Produktionsebene, Chemnitz, 2004
- Wirth S Vorlesungsskripte Werkstätten- u. Produktionssystemprojektierung, Chemnitz, 2000