

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

Herr  
**Ing. Johann Stöger**

**Fabrikplanung für die Isolier-  
glasproduktion unter Berück-  
sichtigung von Standort und  
Automatisierungsgrad**

# **DIPLOMARBEIT**

---

## **Fabrikplanung für die Isolier- glasproduktion unter Berück- sichtigung von Standort und Automatisierungsgrad**

Autor:  
**Ing. Johann Stöger**

Studiengang:  
**WI-VB-15**

Seminargruppe:  
**KW-13VA-F**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr. rer. pol. Gunnar Köbernik**

Zweitprüfer:  
**Prof. Dr. Dr. h. c. Hartmut Lindner**

Einreichung:  
Winklarn, 22.08.2017

---

## **Bibliografische Angaben**

Stöger, Johann

Fabrikplanung für die Isolierglasproduktion unter Berücksichtigung von Standort und Automatisierungsgrad – 2017

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Fabrikplanung – Investitionsrechnung, Diplomarbeit, 2017

## **Abstract**

Fabrikplanung für die Isolierglasproduktion unter Berücksichtigung von Standort und Automatisierungsgrad

Die Standortwahl und der Automatisierungsgrad sind erfolgsentscheidende Faktoren in der Fabrikplanung für die Isolierglasproduktion. Diese Arbeit beginnt mit einem theoretischen Teil. Hier werden die, für diese Arbeit, wichtigen Teile der Fabrikplanung, der Standortplanung und die Werkzeuge der statischen und dynamischen Investitionsrechnung erläutert.

Im praktischen Teil werden die beschriebenen Theorien, am Beispiel Stöger Isolierglas, aufgearbeitet. Stöger Isolierglas hat die Wahl zwischen drei Standorten und zwei unterschiedlichen Automatisierungslösungen von Lisec. Ein Standort ist in Österreich, einer in Polen und ein möglicher Standort in Rumänien. Eine Variante der Anlage ist vollautomatisch, hier werden ca. fünfzehn Mitarbeiter pro Schicht benötigt und die zweite Variante der Anlage ist teilautomatisiert, hier werden ca. dreißig Mitarbeiter benötigt. Die Anlagen der Firma Lisec sind prozessflussoptimiert. Es wird bei den Anlagen auf kürzeste Transportwege geachtet. Mit Hilfe der strukturierten Planungsmodelle aus Fabrikplanung, den Entscheidungsfaktoren aus der Standortplanung und den Werkzeugen der statischen und dynamischen Investitionsrechnung wird ermittelt, welcher der richtige Standort in Zusammenhang mit dem Automatisierungsgrad ist.

Nach abgeschlossener Prüfung und Anwendung der beschriebenen Vorgehensweisen, am Beispiel Stöger Isolierglas, ist das Ergebnis, dass der Standort Rumänien mit der hochautomatisierten Anlage die beste Wahl für die Investition ist.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Glasindustrie in Österreich .....	1
1.2 Vorstellung Lisec Maschinenbau .....	2
1.3 Problemstellung .....	4
1.4 Zielsetzung.....	5
<b>2 Fabrik – und Standortplanung.....</b>	<b>7</b>
2.1 Grundlagen der Fabrikplanung.....	7
2.2 Strategieplanung .....	8
2.3 Fabrikplanungsablauf.....	10
2.3.1 Planungsgrundlagen .....	11
2.3.2 Fabrikstrukturplanung .....	12
2.3.3 Ausführungsprojektierung .....	13
2.3.4 Projektumsetzung .....	13
2.4 Standortplanung.....	14
2.4.1 Kapazität.....	15
2.4.2 Markt.....	15
2.4.3 Kostendruck.....	15
2.4.4 Standortfaktoren .....	16
<b>3 Investitionsrechnung .....</b>	<b>23</b>
3.1 Investitionsbegriff .....	23
3.2 Ausrichtung von Investitionen .....	24
3.3 Investitionsprozess.....	26
3.4 Investitionsbezogene Aufgaben der Unternehmensführung .....	26
3.5 Grundlagen der Investitionsrechnung.....	26
3.6 Verfahren der Investitionsrechnung.....	28
3.6.1 Statische Verfahren .....	28
3.6.2 Dynamische Verfahren.....	31
<b>4 Fabrikplanung für die Isolierglasproduktion.....</b>	<b>37</b>
4.1 Zielplanung Isolierglasproduktion .....	37
4.2 Vorplanung Isolierglasproduktion .....	38

---

4.3	Grobplanung Isolierglasproduktion .....	39
4.4	Funktionsschema .....	47
4.5	Gesamtarbeitsablaufschemata .....	48
4.6	Groblayout .....	48
<b>5</b>	<b>Standortplanung für die Isolierglasproduktion .....</b>	<b>53</b>
5.1	Nutzwertanalyse Ordinal .....	53
<b>6</b>	<b>Investitionsrechnung für die Isolierglasproduktion .....</b>	<b>55</b>
6.1	Auswertung der Rechenverfahren .....	55
6.1.1	Auswertung Gewinnvergleichsrechnung: .....	55
6.1.2	Auswertung Kostenvergleichsrechnung .....	57
6.1.3	Auswertung Rentabilitätsvergleichsrechnung .....	59
6.1.4	Auswertung Amortisationsvergleichsrechnung .....	60
6.1.5	Auswertung Total Cost of Ownership .....	61
6.1.6	Auswertung mit der Kapitalwertmethode .....	63
6.1.7	Vollständiger Finanzplan hochautomatisierte Anlage .....	64
<b>7</b>	<b>Schluss .....</b>	<b>66</b>
7.1	Ergebnis .....	66
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>XI</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>		<b>XIII</b>

---

## Abkürzungsverzeichnis

VSG	Verbundsicherheitsglas
ESG	Einscheibensicherheitsglas
Float	Flachglas
DE	Deutschland
IT	Italien
FI	Finnland
CHN	China
AST	Aufgabenstellung
PKL	Portal Kran Lisec
KSR	Kanten säumen mit Riemen
ASM	automatischer Sortiermagazin
ISO	Isolierglas
TCO	Total Cost of Ownership
GV	Gewinnvergleichsrechnung
KVGL	Kostenvergleichsrechnung
AVGL	Amortisationzeit-Vergleichsrechnung
RVGL	Rentabilitätsvergleichsrechnung
HA	hochautomatisierte Anlage
TA	teilautomatisierte Anlage

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Umsatzentwicklung 2010-2015.....	2
Abbildung 2 Umsatzverteilung.....	3
Abbildung 3 Eigentümerstruktur.....	4
Abbildung 4 Planungsbedingungen der Fabrikplanung.....	8
Abbildung 5 Anpassung der Strategie an Veränderung.....	9
Abbildung 6 Ausführungsplanung und Ausführung.....	14
Abbildung 7 Investitionsarten nach Objektkriterium.....	25
Abbildung 8 Investitionsart nach Anlass.....	25
Abbildung 9 Wertekreislauf.....	27
Abbildung 10 Prozess der Investitionsplanung.....	28
Abbildung 11 Isolierglaslinie.....	40
Abbildung 12 Dynamischer Sortierspeicher.....	41
Abbildung 13 Vorspannanlage.....	42
Abbildung 14 Dynamischer Sortierspeicher.....	43
Abbildung 15 Kantensäumanlage.....	44
Abbildung 16 Glasschneidetische inkl. Brechanlagen.....	45
Abbildung 17 Portalkrananlage.....	46
Abbildung 18 Gesamtablaufschema.....	48
Abbildung 19 Layout hochautomatisierte Anlage.....	49
Abbildung 20 Layout teilautomatisierte Anlage.....	51
Abbildung 21 Nutzwertanalyse.....	54
Abbildung 22 Gewinnvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage.....	55
Abbildung 23 Gewinnvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage.....	56
Abbildung 24 Kostenvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage.....	57
Abbildung 25 Kostenvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage.....	58
Abbildung 26 Rentabilitätsvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage.....	59
Abbildung 27 Rentabilitätsvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage.....	59
Abbildung 28 Amortisationsvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage.....	60
Abbildung 29 Amortisationsvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage.....	60
Abbildung 30 TCO hochautomatisierte Anlage.....	61
Abbildung 31 TCO teilautomatisierte Anlage.....	62
Abbildung 32 Kapitalbarwertmethode hochautomatisierte Anlage.....	63
Abbildung 33 Kapitalbarwertmethode teilautomatisierte Anlage.....	63
Abbildung 34 Vollständiger Finanzplan hochautomatisierte Anlage.....	64
Abbildung 35 Vollständiger Finanzplan teilautomatisierte Anlage.....	65
Abbildung 36 Investitionsübersicht.....	68

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Planungsphasen und Planungsaktivitäten 6 Phasen Modell .....	11
Tabelle 2 Zielplanung Vorplanung .....	12
Tabelle 3 Grobplanung.....	12
Tabelle 4 Feinplanung.....	13
Tabelle 5 Aufteilung der Standortfaktoren .....	16
Tabelle 6 Übersicht Lohnkosten statistisches Bundesamt 2016 .....	18
Tabelle 7 Übersicht Steuerlast statistisches Bundesamt 2016.....	20
Tabelle 8 Dynamische Verfahren .....	32



# 1 Einleitung

## 1.1 Glasindustrie in Österreich

Da es in Österreich keine Rohglasproduktion gibt, müssen unsere Unternehmen den Rohstoff Glas im Ausland einkaufen. Das Glas wird im Anschluss zu Isolierglas, Verbundglas (VSG), Einscheibensicherheitsglas (ESG) oder Solarglas weiterverarbeitet. Diese Unternehmen sind Zulieferer für Fensterhersteller, Fassadenbauer, Innenarchitektur und Möbelhersteller, Metallbauer und Stahlbauunternehmen. In Österreich finden in dieser Branche ca. 1.200 Menschen Beschäftigung.

Dieser Industriezweig ist sehr stark exportorientiert. Da Glas unendlich oft recycelt werden kann, ist die Einbindung der Produkte in den Rohstoffkreislauf sehr wichtig. Durch den hohen Recyclinganteil werden die Energiekosten und Emissionen in der Produktion gesenkt. Die Glasindustrie ist eine moderne, sehr innovative und dynamische Industrie. Die glasbe- und verarbeitende Industrie hatte 2016 laut Statistik Austria einen Zuwachs von 10,63 % auf 55.675 Tonnen.

Der baunahe Bereich der glasbe – und verarbeitenden Unternehmen leidet unter den weltweit rückläufigen Bauinvestitionen. Eine Hilfe für diese Branche ist die Förderung für thermische Sanierung in Österreich und die anhaltende Bereitschaft, lieber in sein Eigenheim zu investieren als das Geld auf niedrig verzinsten Sparbüchern liegen zu lassen. Aufgrund der rückläufigen Bauinvestitionen gibt es Überkapazitäten, dadurch sind die Gewinnmargen deutlich gefallen.<sup>1</sup> Daher ist es wichtig, die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.

---

<sup>1</sup> Wirtschaftskammer Österreich Jahresbericht 2016

## 1.2 Vorstellung Lisec Maschinenbau

Die Firma Lisec wurde 1961 gegründet und entwickelte sich seither zum weltweit größten Hersteller von Anlagen für die Isolierglasproduktion. Die Eigenkapitalquote beträgt 35 % und sie besitzt über 400 Patente. Sie ist der einzige Anbieter für komplette vernetzte Anlagen in dieser Branche. Das Portfolio reicht von Glasbeladesystemen, Schneidetischen, Brechanlagen, Sortiersystemen, Bearbeitungsanlagen, Vorspannanlagen bis hin zu Isolierglaslinien und modernen sehr flexiblen Softwarelösungen für die Produktionssteuerung und Verwaltung. Die Anlagen werden ausschließlich am Produktionsstandort in Seitenstetten, Österreich, zusammengebaut. Hier befinden sich auch eine Entwicklungsabteilung mit ca. 60 Mitarbeitern und ein Software Haus mit ca. 200 Mitarbeitern. Im gesamten Unternehmen sind ca. 1.600 Mitarbeiter tätig. Es wurden bereits über 2.300 Isolierglaslinien, 3.400 Schneidetische und mehr als 40 Glassortieranlagen installiert. Des Weiteren sind dreißig Lisec Vorspannöfen für Glas weltweit in Betrieb, welche Glas in unvergleichbarer Qualität vorspannen<sup>2</sup>.

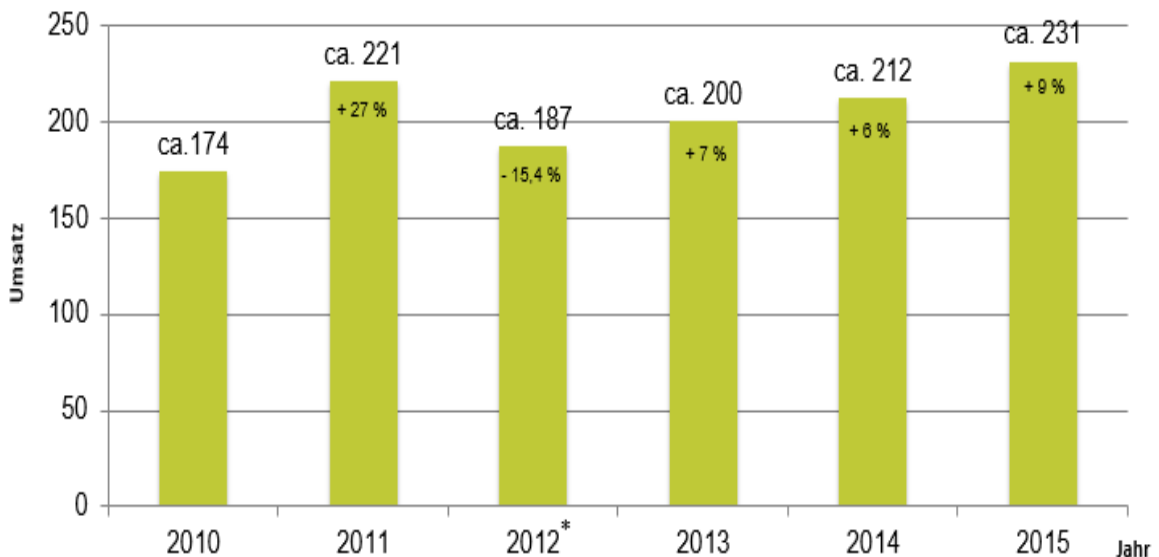


Abbildung 1 Umsatzentwicklung 2010-2015

Lisec ist ein stark Export orientiertes Unternehmen und arbeitet weltweit. Der Umsatz teilt sich, wie in Abbildung 2 Umsatzverteilung, auf die unterschiedlichen Sparten der Unternehmensgruppe auf.

<sup>2</sup> Lisec 2017 Firmenpräsentation

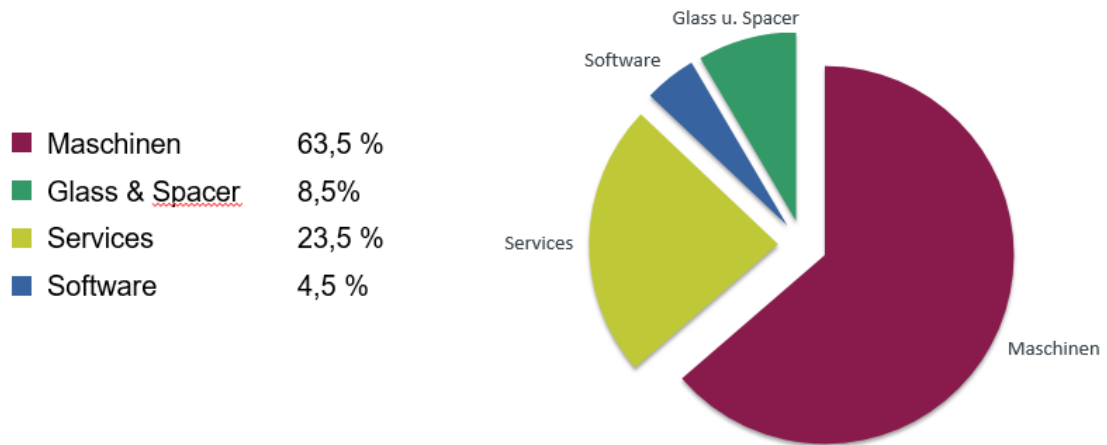


Abbildung 2 Umsatzverteilung

Lisec ist ein globales Unternehmen. Die Exportquote beträgt 95 %. Es gibt Standorte in Österreich, Deutschland, Belgien, Spanien, England, Russland, Südafrika, Türkei, Indien, Dubai, Amerika, Brasilien, Neuseeland und Australien.

Überblick der Verteilung des Umsatzes:

- Afrika 2 %
- Amerika 20 %
- Asien 24 %
- Europa 54 %

Seit 2010 ist Lisec eine Stiftung. Von den Stiftungsräten wurde eine schlanke Managementstruktur in das Unternehmen eingeführt.

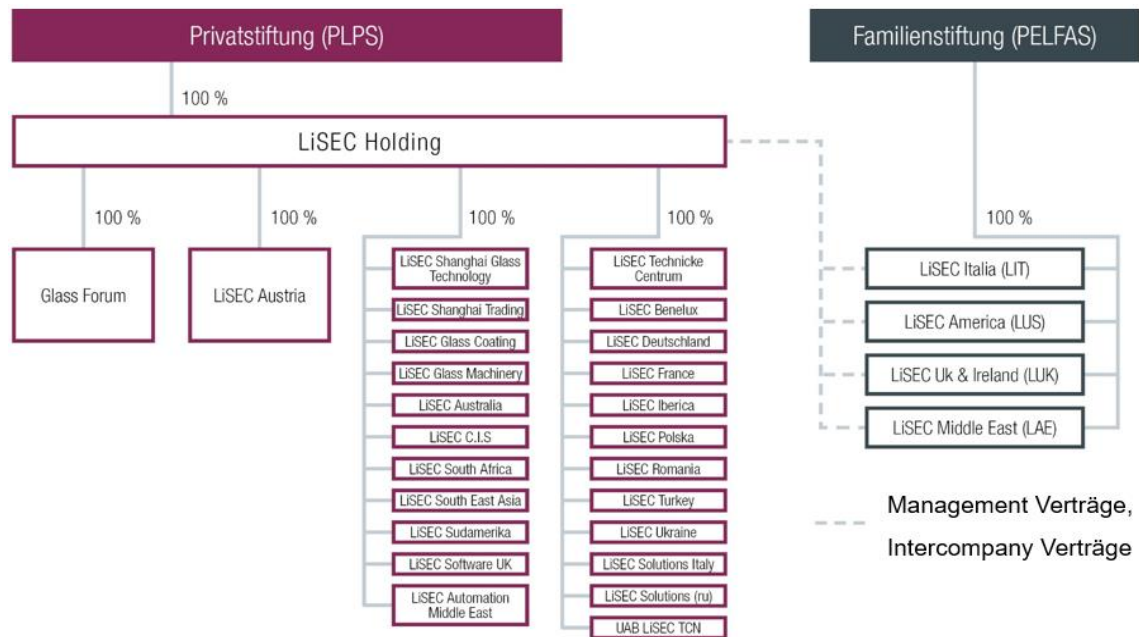


Abbildung 3 Eigentümerstruktur

LiSEC ist der einzige Anbieter für komplett vernetzte Anlagen für die Isolierglasproduktion, es gibt jedoch für die verschiedenen Teilbereiche auch Konkurrenz:

- Hegla (DE): Beladesysteme, Zuschnittlösungen und Brechanlagen
- Bystronic (DE): Isolierglaslinien
- Forel (IT): Isolierglaslinien, Bearbeitungsanlagen
- Intermac (IT): Bearbeitung
- Glaston (FI): Vorspannen
- Landglas, (CHN): Vorspannen

### 1.3 Problemstellung

Die meisten glasverarbeitenden Unternehmen sind kleine und mittelständische Unternehmen mit bis zu 400 Mitarbeitern. Die verwendeten Anlagen sind nur zu einem geringen Teil automatisiert. Aus diesem Grund kommt es oft zu Problemen mit defekten Gläsern oder mit Gläsern, die nicht mehr richtig zugeordnet werden können. Ein weiteres Problem entsteht durch die Öffnung der Märkte. Produkte aus Ländern mit geringen Produktionskosten können einfach importiert und verkauft werden. Durch die geringeren Produktionskosten in diesen Ländern sinken die marktüblichen Preise. Die westeuropäischen Produzenten müssen die Margen stark reduzieren um konkurrenzfähig zu bleiben. Es ist deshalb immer wichtiger, qualitativ hochwertige und innovative Produkte auf den Markt zu bringen.

Die Qualität wird oft nur durch eine Sichtprüfung von einem Bediener kontrolliert. Damit die Scheiben nach dem Brechen identifiziert werden können, werden in vielen Betrieben Etiketten auf die Scheiben aufgeklebt oder die Scheiben werden mittels Laser markiert. Weiters gibt es Laufkarten und Gestelle mit Nummern, auf welche die Gläser händisch abgestellt werden. Diese Gestelle werden anschließend zum nächsten Arbeitsschritt gebracht. Dort werden die Gläser für den nächsten Schritt vorbereitet. Mit jedem Arbeitsschritt den das Glas durchläuft, steigt der Wert der Scheibe. Dadurch wird es mit jedem Schritt teurer wenn fehlerhafte Scheiben unerkannt weitergeschleust werden. Um das Weiterverarbeiten defekter Gläser zu reduzieren, gibt es Kontrollstationen. Bei diesen Kontrollstationen hält die Scheibe an und ein Anlagenbediener hat die Möglichkeit die Scheibe zu inspizieren. Entdeckt er keinen Fehler, gibt er die Scheibe zur weiteren Verarbeitung frei. Ist die Scheibe defekt, muss er sie entfernen und einen Auftrag zur Produktion einer neuen Scheibe auslösen. Diese Arbeit ist jedoch eine sehr intensive und anstrengende Tätigkeit. Auch wenn die spezielle Gestaltung der Visitierbereiche und besondere Leuchtmittel beim Visitieren helfen, kann man an diesem Arbeitsplatz maximal zwei Stunden arbeiten. Anschließend muss ein anderer Bediener diese Tätigkeit übernehmen.

## 1.4 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, die ideale Fabrik für die Isolierglasherstellung mit Lisec Anlagen unter Berücksichtigung vom Standort und der Höhe des Automatisierungsgrades zu belegen. Durch die stetig steigenden Lohnkosten, Energiekosten, strengeren Arbeitsschutz, Personalvertretungen, Konkurrenz und dynamischen Weiterentwicklung der Produkte, ist es erforderlich, beste Qualität zu jedem Zeitpunkt zu liefern. Mit Hilfe der Automatisierung der Glasverarbeitungsanlagen ist es möglich, die Fehlerquelle Mensch so weit wie möglich zu reduzieren. Durch moderne Software und Zuschnittsoptimierungen ist es möglich, den Verschnitt zu reduzieren und somit die Produktivität zu erhöhen.

So wird eine konstante Produktion erreicht und die Kennzahlen Wirtschaftlichkeit, Rentabilität und Produktivität können gesteigert werden. Wertmäßig muss die Steigerung der Produktionsfaktoren immer im Verhältnis zur Investitionssumme stehen.

Ein Zusammenhang aus Höhe des Automatisierungsgrades, der Investitionssumme und dem Standort der Produktion soll belegt werden. Es gibt viele Möglichkeiten diese zu ermitteln. Die beste Möglichkeit zur Feststellung sind die Werkzeuge der statischen und dynamischen Investitionsrechnung<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Hirth, Hans; Grundzüge der Finanzierung und Investition

---

Durch die Verwendung von Lisec Anlagen kann man den Automatisierungsgrad an die Investitionssumme anpassen. Aufgrund des Baukastensystems ist es möglich, mit geringen Automatisierungsgrad die Produktion zu beginnen und in späterer Folge die Anlage weiter zu modifizieren. Dadurch kann die Anlage zur idealen Fabrik in späterer Folge umgebaut werden. Es ist jedoch entscheidend, dass die Maschinen von Beginn an, unter Berücksichtigung des Endausbaues, installiert werden.

Diese Arbeit soll einen strukturierten Weg für die Planung einer Fabrik beschreiben. Im theoretischen Teil wird, mit Hilfe der Werkzeuge der Fabrikplanung, eine schrittweise Entwicklung von Kundenwünschen bis zum Layout ausgearbeitet. Das prozessflussoptimierte Layout wird von Lisec zur Verfügung gestellt. Anschließend wird der Bereich Standortplanung aufgearbeitet. Hier wird auf die Probleme unterschiedlicher Standorte eingegangen und die strategische Vorgehensweise erklärt. Abschließend werden die statischen und dynamischen Investitionsrechenverfahren erörtert. Den Abschluss der Theorie bildet die Total Cost of Ownership Rechnung. Im praktischen Teil werden diese Planungsschritte, am Beispiel Stöger Isolierglas, angewendet und eine Investitionsentscheidung wird getroffen.

## 2 Fabrik – und Standortplanung

Das Fachgebiet Fabrikplanung ist durch viele Einflüsse aus Globalisierung, Kosten- und Zeitdruck, Marktturbolenzen, Innovationen in den Ausrüstungs- und Informationstechniken, neuen Anforderungen durch Mensch und Umwelt stark beeinflusst. Fabrikplanungsaufgaben sind in eine Vielzahl unterschiedlicher Teilaufgaben gliederbar. Eine Lösung ist nur möglich, wenn der Gesamtzusammenhang der Teilaufgaben erkennbar bleibt. Komplexe Aufgabenstellungen müssen überschaubar gehalten werden. Ziel ist es, ein Verständnis für die Komplexität und Vielfältigkeit der Aufgaben zu bilden.

### 2.1 Grundlagen der Fabrikplanung

Gegenstand des Fachgebietes Fabrikplanung sind die Standortbestimmung, die Gebäudewahl, die Gebäudeanordnung, die Gestaltung der Produktionsprozesse, der Logistikprozesse und die Nebenprozesse, sowie die Realisierung und Inbetriebnahme<sup>4</sup>.

Es werden Problemstellungen betreffend Planung, Realisierung und Inbetriebnahme gelöst. Es muss jedoch immer das Gesamtsystem gesehen werden, welches durch folgende Planungsfelder beschrieben wird:

- Festlegung von Standorten,
- Erstellen von Generalbebauungsplänen,
- Konzepte für die Produktions – und Logistikprozesse.

Diese Gesamtheit der Planungsfelder ergibt das Fabrikkonzept. Die Zielsetzungen können jedoch unterschiedlich sein und in drei wesentliche Ziele aufgeteilt werden:

- Wirtschaftlichkeit:
  - o Minimale Durchlaufzeiten und Bestände, termin – und qualitätsgerecht, nicht wertschöpfende Tätigkeiten vermeiden. Bestmögliche und kürzeste Transportwege.
- Flexibilität und Wandlungsfähigkeit:
  - o Fabrikplanung ist ein ständig laufender Prozess in einem Unternehmen.
- Attraktivität:

---

<sup>4</sup> Claus-Gerold Grundig, Fabrikplanung, S.11

- motivierende, humane Arbeits- und Entlohnungsmodelle, gute Sozialbedingungen
- Erfüllung ökologischer Kriterien zur Gewährleistung geringer Umweltbelastung und moderne Industriearchitektur

Aufgrund der Entwicklungen im Energie- und Umweltbereich werden diese Zielfelder immer wichtiger. Es sind Fabrikkonzepte mit hoher Energie- und Ressourceneffizienz gefordert<sup>5</sup>.

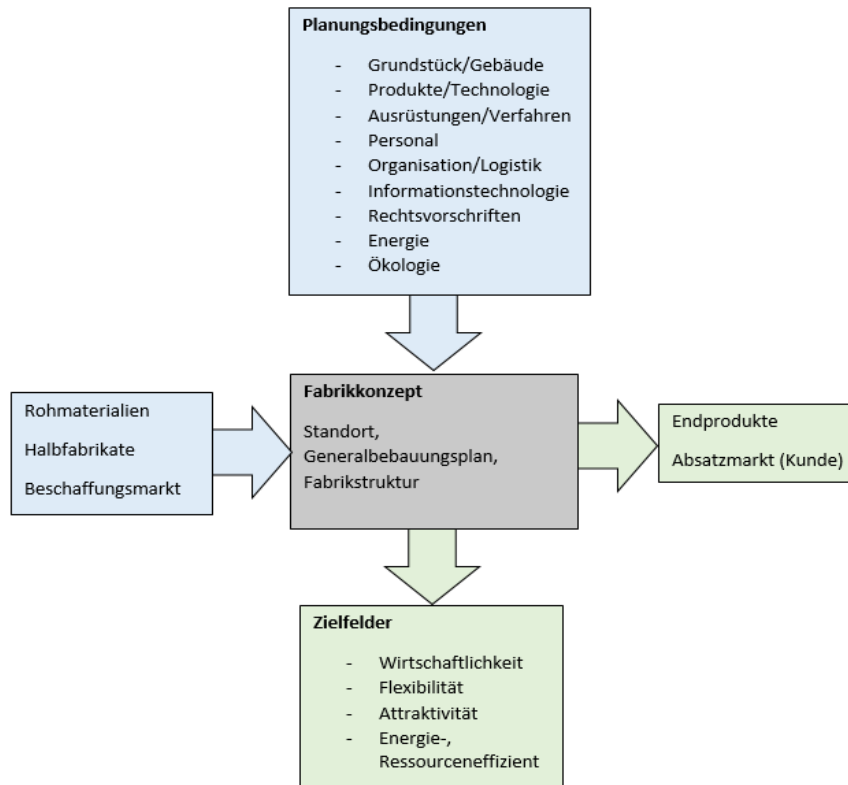


Abbildung 4 Planungsbedingungen der Fabrikplanung

## 2.2 Strategieplanung

Unter Strategieplanung versteht man die Entwicklung sämtlicher Maßnahmen die zur Erreichung des Unternehmenszieles nötig sind. Das Gesamtziel der ganzheitlichen Fabrikplanung ist die Sicherstellung der langfristigen Konkurrenzfähigkeit und der des damit

<sup>5</sup> Wirth, S.: Fabrik – Ort innovativer und kreativer Wertschöpfung, S. 691-694



verbundenen Unternehmenserfolges. Beginnend mit der Ist-Situation beschäftigt sich die Strategieplanung mit der

- Zielplanung und
- Maßnahmenplanung.

Als erste Phase soll die Strategieplanung die Veränderungsmaßnahmen bezüglich der Wirksysteme, Technologie, Organisation und Anlagen definieren und absichern. Man unterscheidet zwei Grundformen der Strategieplanung:

- Gegenwartsorientierte Strategieplanung, das heißt ausgehend von der Ist-Situation wird eine Soll-Situation entwickelt und eine Maßnahmenplanung abgeleitet.
- Visionäre Strategieplanung, das heißt ausgehend von Visionen werden Sollzustände ausgewählt und eine Maßnahmenplanung wird rückblickend entwickelt.

Zur Evaluierung künftiger Strategien und zur Ermittlung der externen und internen Störgrößen kann die Szenario-Technik verwendet werden<sup>6</sup>. Ausgangspunkt ist ein multiples Zielsystem mit mehreren alternativen Entwicklungsmöglichkeiten zu entwerfen.

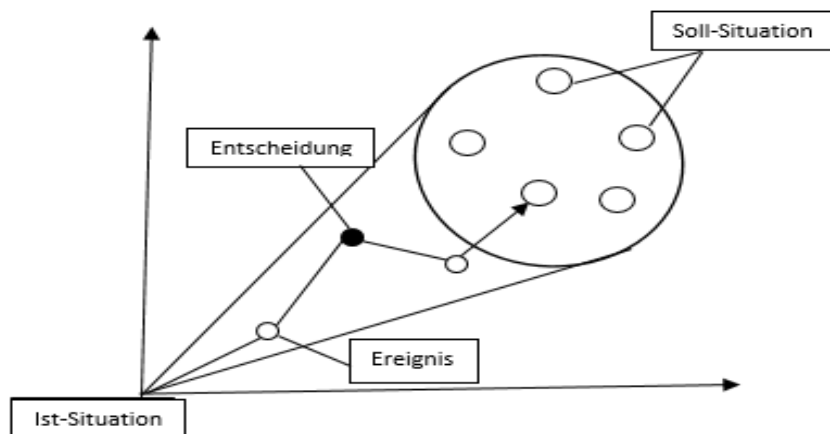


Abbildung 5 Anpassung der Strategie an Veränderung

<sup>6</sup> Bracht,U.; Dörrer, T.; Wissensbasierte Evaluierung künftiger Produktionsstrategien, S. 18-22

## 2.3 Fabrikplanungsablauf

Ziel der Konzeption von Planungsphasen ist die Sicherung eines systematischen und strukturierten Problemlösungsablaufes für die Erarbeitung von Konzepten bzw. Projekten. Durch die hochkomplexen Anforderungen an die Planungsaufgaben ist diese Systematisierung des Prozesses notwendig<sup>7</sup>.

Der Prozess der Fabrikplanung ist in drei Planungsphasen gegliedert. Er umfasst dabei den Gesamtprozess der Zielplanung, bis hin zur Realisierung und der Inbetriebnahme<sup>8</sup>. Dadurch erhält das Fabrikplanungsteam ein zielführendes, methodisches Leitprinzip. Dieses soll bei der systematischen Lösungserarbeitung einen Weg für den Planungsverlauf bilden.

Man unterscheidet folgende Planungsphasen:

- Zielplanung (Erstellung der Planungsgrundlagen)
- Konzeptplanung (Erstellen von Konzepten/Projektstudien)
- Ausführungsplanung (Feinplanung des Realisierungsablaufes und der Inbetriebnahme)

Ziel- und Konzeptplanung werden durch folgende Entscheidungsschritte abgeschlossen:

- Abbruch der Planungsaktivität
- Freigabe zur Weiterführung ohne Eingriffe
- Freigabe zur Fortführung mit Korrekturen am erreichten Stand

Eine sehr verbreitete Darstellung der Fabrikplanungssystematik ist mit der Anwendung des sechs Phasen Modelles der Fabrikplanung nach Kettner<sup>9</sup> möglich.

---

<sup>7</sup> Wiendahl, H.-P.: Grundlagen der Fabrikplanung, S. 36-39

<sup>8</sup> Claus- Gerold Grundig Fabrikplanung

<sup>9</sup> Kettner H.; Leitfaden der systematischen Fabrikplanung

Planungskomplexe	Planungsphasen	Planungsaktivitäten
Planungsgrundlagen → Aufgabenstellung (AST)	1. Zielplanung 2. Vorplanung	Initiierung, Analyse, Konzept
Fabrikstrukturplanung (Konzeptplanung) → Projektstudie/Konzepte Feasibility Studie	3. Grobplanung 3.1 Idealplanung Lösungskonzepte	Synthese
	3.2 Realplanung Lösungsvariante	
Ausführungsprojektierung → Detailplanung	4. Feinplanung	Integration
Projektumsetzung → Ausführungsunterlagen → Fabrik-/Produktionssystem	5. Ausführungsplanung 6. Ausführung	Realisierung

Tabelle 1 Planungsphasen und Planungsaktivitäten 6 Phasen Modell

### 2.3.1 Planungsgrundlagen

Erfassung von Ziel- und Problemfeldern, Analyse der Ausgangssituation und die Erstellung von Planungsgrundlagen. Das Planungsergebnis ist die Aufgabenstellung (AST) und eine Pre-Feasibility-Studie.

Den Planungsgrundlagen werden die Phasen der Zielplanung und der Vorplanung zugeteilt. Die Planungsinhalte sind:

Planungsphase	Planungsinhalte
1. Zielplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektidee</li> <li>- Analyse, Ausgangssituation</li> <li>- Zielkonzept/Vorgaben</li> <li>- Globale Aufgabenstellung</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Entscheidung</b></p>
2. Vorplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabrikanalyse</li> <li>- Vorgabe, Produktionsprogramm</li> <li>- Logistikkonzept, Lösungskonzept</li> <li>- Bedarfsabschätzung</li> <li>- Konkretisierte Aufgabenstellung</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Entscheidung</b></p>

Tabelle 2 Zielplanung Vorplanung

### 2.3.2 Fabrikstrukturplanung

Entwurf und Auswahl unterschiedlicher Konzepte von Fabrikstrukturen, Erstellung eines Ideallayouts. Das Planungsergebnis ist eine Projektstudie und Feasibility-Studie. Die Fabrikstrukturplanung beinhaltet die Grobplanung (Idealplanung und Realplanung).

Planungsphase	Planungsinhalte
3 Grobplanung	
3.1 Idealplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsbestimmung</li> <li>- Dimensionierung</li> <li>- Strukturierung</li> </ul>
3.2 Realplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestaltung</li> <li>- Anpassung an das Realsystem</li> </ul>

Tabelle 3 Grobplanung

### 2.3.3 Ausführungsprojektierung

Ziel ist die ausführliche Feinplanung der ausgewählten Variante bis zur Ausführungsreife. Planungsergebnis ist das Projekt. Die Ausführungsplanung beinhaltet die Feinplanung.

Planungsphase	Planungsinhalte
4 Feinplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betriebsmittelzuordnung</li> <li>- Zuordnung Ver- und Entsorgungstechnik</li> <li>- Arbeitsplatzgestaltung</li> <li>- Raum/Fläche/Funktion</li> <li>- Organisationslösung/Anforderungskriterien</li> <li>- Bauprojekt</li> <li>- Genehmigungsverfahren</li> <li>- Kontakte Liefer- und Ausführungsfirmen</li> <li>- Projektvergabe und Dokumentation</li> </ul> <p><b>Ausführungsprojekt</b></p>

*Tabelle 4 Feinplanung*

### 2.3.4 Projektumsetzung

Planung und Realisierung von Beschaffungs-, Bau-, Einrichtungs-, Installations- und Inbetriebnahmeprozessen. Die Planungsergebnisse sind die Planungsunterlagen, Inbetriebnahmekonzept und die Fabrikstruktur.

Planungsphase	Planungsinhalte
5.Ausführungsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung Projektdokumentation</li> <li>- Planung Kapazitäten und Termine</li> <li>- Umzugspläne</li> <li>- Ausschreibungen, Auftragsvergabe, Bestellungen</li> <li>- Festlegung Projektleitung, Projektmanagement</li> <li>- Pflichtenhefte</li> </ul>
6.Ausführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führung Projektrealisierung</li> <li>- Bau- und Montageleitung</li> <li>- Probetrieb</li> <li>- Mitarbeiterschulung/-einarbeitung</li> <li>- Abnahmeprüfung</li> <li>- Produktionsanlauf</li> <li>- Ergänzung Projektdokumentation</li> <li>- Abrechnung</li> </ul>

Abbildung 6 Ausführungsplanung und Ausführung

## 2.4 Standortplanung

Die Standortwahl gehört zu den grundlegenden Führungsentscheidungen. Um die beste Lösung zu bekommen, müssen sowohl die gegenwärtigen, als auch die zukünftigen Einflussfaktoren mit einbezogen werden. Nicht jeder mögliche Standort ist für jede Art der Produktion geeignet. Die natürliche und ökonomische Ungleichheit der Regionen schlägt sich in den unterschiedlichen Kosten für Transport, Energie, Lohn etc. nieder. Deshalb sollte der Ort gewählt werden, der die Differenz zwischen den standortbedingten Aufwendungen im Hinblick auf die Errichtung und den Betrieb des Standortes maximiert<sup>10</sup>. Es gibt unterschiedliche Ursachen, die Unternehmen veranlassen, eine Standortentscheidung zu treffen.

<sup>10</sup> Wöhe: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 256

### 2.4.1 Kapazität

Der Standort hat entweder zu wenig Produktionskapazität und kann die Nachfrage nicht vollständig befriedigen, oder er hat Kapazitätsüberschüsse welche unnötige Kosten verursachen<sup>11</sup>. Kapazitätsengpässe entstehen durch eine gestiegene Nachfrage und der Erschließung neuer Märkte. Umgekehrt muss nicht immer ein Nachfragerückgang der Auslöser für einen Kapazitätsüberschuss sein, eine Fusion kann diesen Überschuss auch auslösen. Eine Fusion führt aber unweigerlich zu einer Standortstrukturüberprüfung und sehr häufig resultiert daraus eine Standortschließung.

### 2.4.2 Markt

Hier gibt es zwei unterschiedliche Ansätze. Zum einen, den Wunsch bestehende Märkte besser und schneller bedienen zu können, und zum anderen, das Bestreben neue Märkte zu erschließen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass sich ein Unternehmen aus einem Markt zurückziehen will, dies bringt in den meisten Fällen eine Standortschließung mit sich.

Einen bestehenden Markt schneller zu bedienen, ist für ein Unternehmen von ökonomischen Interesse. Durch die verkürzte Transportzeit sinken die Transportkosten und das zu transportierende Kapital ist kürzer gebunden. Will ein Unternehmen einen Markt im Ausland erschließen, kann es durch nationale Gesetze und Bestimmungen dazu kommen, dass in diesem Land ein Standort gegründet werden muss. In vielen Ländern existieren sogenannte Local-Content-Bestimmungen, die besagen, dass ein bestimmter Anteil an der Gesamtwertschöpfung zu erfolgen hat<sup>12</sup>.

### 2.4.3 Kostendruck

Die hohen Produktionskosten in Westeuropa sind oft der Grund für eine Standortprüfung. Es wird nach einem Standort mit geringeren Produktionskosten gesucht. Dieser neue Standort liegt meist in einem weniger entwickelten Land. In der Regel sind davon standardisierte Massenproduktionen betroffen.

Kostengründe wirken als Push Faktoren und bringen Unternehmen dazu, über eine Verkleinerung oder Schließung nachzudenken und zählen zu den wichtigsten Entscheidungskriterien<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Lüder, Klaus: Unternehmerische Standortplanung und regionale Wirtschaftsförderung

<sup>12</sup> F. Sieren; The China Management

<sup>13</sup> M. Maßmann; Kapazitierte stochastisch-dynamische Facility-Location-Planung

## 2.4.4 Standortfaktoren

Um die standortspezifischen Erfolgsfaktoren für einen Betrieb zu erfassen, wurden verschiedene Systematiken entwickelt. Aus diesen wurden im Laufe der Zeit Standortfaktorenkataloge abgeleitet. Diese Standortfaktoren lassen sich funktional in Gütereinsatzfaktoren und Güterabsatzfaktoren gliedern<sup>14</sup>:

Standortfaktoren	
Gütereinsatz	Güterabsatz
Anlagegüter	Kunden
Material	Mitbewerber
Arbeitskräfte	Herkunfts-Goodwill
Energie	
Umwelt	
Staatliche Leistungen	
Steuern und Subventionen	

*Tabelle 5 Aufteilung der Standortfaktoren*

### Anlagegüter

Der Preis, die Lage, die Beschaffenheit und die Verfügbarkeit sind entscheidend für die Eignung eines Standortes. Bewegliche Anlagegüter spielen bei der Standortwahl nur

<sup>14</sup> Wöhe: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 257



eine geringe Rolle. Da diese überall verfügbar sind, fallen nur die unterschiedlichen Transportkosten zum Betriebsstandort ins Gewicht.

### **Material**

Bei Roh- und Hilfsstoffen, Betriebsmitteln und unfertigen Produkten stehen weniger die Verfügbarkeit, sondern die Kosten im Mittelpunkt der Betrachtung. Der optimale Betriebsstandort liegt dort, wo die Summe aus Einstandspreis und Transportkosten ihr Minimum erreicht haben. Je höher die Transportkosten ins Gewicht fallen, desto näher rückt der betriebliche Standort an den Ursprungsort des Materials.

### **Arbeitskräfte**

Bei der Wahl vom Standort ist auch zu beachten, ob genügend qualifiziertes Personal verfügbar ist. Auch die Höhe der Arbeitskosten muss geprüft werden, bevor man sich für einen Standort entscheidet.

Die Arbeitskosten setzen sich aus dem Direktentgelt und den Personalkosten zusammen

- Direktentgelt → Bruttolohn für gelieferte Arbeit (Kollektivvertrag),
- Personalzusatzkosten → Arbeitgeberanteil, Sozialversicherung etc.

Da die Lohnkosten sich stark auf die Produktionskosten auswirken, ist es wichtig, sich im Voraus einen Überblick über diese Kosten, für den gewünschten Standort, zu verschaffen.

Tabelle Arbeitskosten/Stunde in den verschiedenen Ländern Stand 2014:

Land	Industrielle Arbeitskosten je Stunde (in €)	Land	Industrielle Arbeitskosten je Stunde (in €)
Norwegen	50,23	Slowakei	9,88
Belgien	43,12	Kroatien	8,17
Westdeutschland	39,97	Litauen	6,07
Österreich	35,38	Türkei	5,52
Italien	27,79	China	4,90
Ostdeutschland	24,92	Rumänien	4,19
Malta	13,02	Philippinen	1,79

Tabelle 6 Übersicht Lohnkosten statistisches Bundesamt 2016

Die Arbeitskostenunterschiede haben viele Unternehmen dazu veranlasst, ihre Fertigung in Länder mit niedrigen Arbeitskosten zu verlegen. Dabei sind jedoch zwei Faktoren zu beachten:

In den meisten Niedriglohnländern ist die Arbeitsproduktivität geringer.

Diese Länder besitzen meistens eine unterschiedliche Unternehmenskultur, dadurch kann es zu Einbußen in der Produktivität kommen.

## Energie

Da die Infrastruktur in den Industriegebieten meist sehr gut ausgebaut ist, ist alleine der Preis die ausschlaggebende Größe für die Standortentscheidung. Die Energiepreise sind meist politisch durch unterschiedliche Steuersätze geregelt. Das internationale

Energiekostengefälle ist bei energieintensiven Betrieben das Hauptkriterium für die Standortentscheidung.

### **Umwelt**

Es wird ein immer größeres Augenmerk auf den Umweltschutz gelegt. Aus diesem Grund stehen Standorte in der Nähe von Wohngebieten oder Landschaftsschutzgebieten nicht mehr zur Verfügung bzw. wird es durch behördliche Auflagen erheblich teurer diese Gebiete für Betriebe zu nutzen. Die öffentliche Meinung spielt auch eine immer stärkere Rolle. Der Einfluss von Bürgerinitiativen wird immer stärker. Viele Planungen wurden durch solche schon verhindert. Es wird dadurch immer schwieriger, Standorte für sogenannte unangenehme Betriebe (Müllverbrennungsanlagen, Mülldeponien, Flughäfen usw.) zu finden.

Da die Anforderungen an den Umweltschutz nicht in allen Ländern so streng sind wie in Österreich oder Deutschland, entscheiden sich Betriebe für einen Standort in einem Billiglohnland.

### **Staatliche Leistungen**

Nur in einem Staat mit einem gesicherten Rechtssystem ist es möglich, einen gesicherten wirtschaftlichen Betrieb zu führen. Garantie des Eigentumes, Gewerberecht, Gesetze uvm. sind Voraussetzungen für die Standortentscheidung. Zwischen Industrieländern sind die Unterschiede meist gering, weniger entwickelte Länder können jedoch die Rechtssicherheit nicht in allen Regionen gewährleisten.

Die Infrastruktur (Straßen, Kommunikationsstruktur, Leitungssysteme etc.) ist ein weiterer Standortfaktor, der vom Staat bereitgestellt werden muss. Länder mit niedrigen Arbeitskosten verfügen meistens über wenig entwickelte Infrastruktur.

### **Steuern und Subventionen**

Man unterscheidet für das Gefälle der Steuern und Subventionen als Standortfaktor

- Internationale Ebene und
- Nationale Ebene

Ein nationales Steuergefälle<sup>15</sup> entsteht durch die unterschiedlichen Hebesätze bei Gewerbesteuer und Grundsteuer in den verschiedenen Gemeinden.

Dadurch liegt die effektive Steuerlast in Deutschland bei ca. 28 % und in Österreich bei rund ca. 23 %. Steuervergünstigungen sollen die Investitionen in strukturschwache Gebiete lenken.

Folgende Einflussfaktoren sind für das internationale Steuergefälle verantwortlich:

- unterschiedliche Steuerarten,
- unterschiedliche Steuerbemessungsgrundlagen,
- unterschiedliche Steuersätze.

Devereux und Griffith haben ein Konzept entwickelt, sodass die tatsächliche Steuerbelastung vergleichbar wird.

Land	Effektive Steuerbelastung von Unternehmen	Land	Effektive Steuerbelastung von Unternehmen
Frankreich	38,3 %	Schweden	19,4 %
Deutschland	28,2 %	Finnland	18,6 %
Griechenland	27,1 %	Polen	17,5 %
Portugal	26,6 %	Tschechien	16,7 %
Italien	23,8 %	Kroatien	16,5 %
Österreich	23,0 %	Rumänien	14,8 %
Großbritannien	21,5 %	Bulgarien	9,0 %

*Tabelle 7 Übersicht Steuerlast statistisches Bundesamt 2016*

<sup>15</sup> Devereux/Griffith-Modell vgl. Spengel, C., Unternehmensbesteuerung, S. 59

Wie aus der Tabelle ersichtlich, liegt Österreich mit der effektiven Steuerbelastung im Mittel in Europa. Für Unternehmen die ihren Gewinn nach Steuern maximieren wollen, liegt es nahe, ihre Produktionsstätte in Länder mit einer niedrigen Steuerbelastung zu verlegen. Erreicht man mit einem Unternehmen theoretisch den gleichen Gewinn vor Steuern, zum Beispiel in Österreich und in Rumänien, so ist es naheliegend die Produktion ins Niedrigsteuerland zu verlegen. Aus diesem Grund wird die Steuerbelastung zum Standortfaktor.

### **Kunden**

Durch die Änderung vom Verkäufermarkt zum Käufermarkt ist es wichtig, die Produkte auf die Anforderungen der Kunden perfekt anzupassen. Durch die gesunkenen Transportkosten ist eine kundenorientierte Standortwahl nicht immer erforderlich.

### **Mitbewerber**

Nicht nur die absolute Absatzmenge, sondern auch die Anzahl der konkurrierenden Unternehmen die im jeweiligen Absatzgebiet arbeiten, sind zu berücksichtigen. Aus diesem Grund sollte man sich bei der Standortwahl konkurrenzmeidend verhalten. Diese Feststellung gilt für Güter des täglichen Verbrauchs. Bei kostenintensiveren Produkten sind Kunden meistens dazu geneigt Preisvergleiche anzustellen. Bei diesen Produkten ist eine Konkurrenz nahe Standortwahl zu empfehlen, da sich die Transportkosten negativ auf das Produkt auswirken.

### **Herkunfts-Goodwill**

Auch Tradition kann zu einem Standortfaktor werden. Beispiele für Produkte aus speziellen Regionen sind Schweizer Uhren, Parmaschinken, Salzburger Mozartkugeln usw.

Je stärker das Produkt den Standort widerspiegelt, umso stärker ist die positive Wirkung vom Standort.

## Quantitative Verfahren

Diese Modelle basieren auf der Maximierung des Überschusses durch mathematische Berechnungen. Im einfachsten Fall handelt es sich um ein Partialmodell, bei welchem nur ein Teil betrachtet wird, wie zum Beispiel die Kosten für Transport, Steuer, Lohn, Energie etc. Kritisch zu betrachten ist dieses Verfahren, da die Absatzseite unberücksichtigt bleibt.

Will man ein realistisches Ergebnis erreichen, so ist eine Totalanalyse zur langfristigen Gewinnmaximierung zu empfehlen. Hier werden alle, für einen Standort entscheidungsrelevanten Kriterien ausgewertet:

- zu erwartende Erträge,
- zu erwartende Aufwände.

Auch wenn man dabei in der Praxis auf Umsetzungsschwierigkeiten stößt, kommt man bei der strategischen Standortplanung nicht über diesen Punkt hinweg.

## 3 Investitionsrechnung

Die Investitionsrechnung ist aus strategischer und operativer Sicht für Betriebe von großer Bedeutung. Aus strategischer Sicht ist sie wichtig, da sie die Grundlage von langfristigen Investitionen mit großem Umfang ist. Aus operativer Sicht ist sie bedeutend, da verschiedene Investitionsobjekte oder Investitionsprogramme verglichen werden können<sup>16</sup>. In diesem Abschnitt werden die Theorien und die dazugehörigen Werkzeuge erklärt und bearbeitet. In den meisten Fällen werden die statischen und dynamischen Modelle der Investitionsrechnung zum Belegen der Vorteilhaftigkeit einer Investitionsalternative verwendet. Ziel ist es, dass die verschiedenen Methoden so anzuwenden, dass das Unternehmen Stöger Isolierglas entsprechend bewertet werden kann.

### 3.1 Investitionsbegriff

Der betriebswirtschaftliche Investitionsbegriff kann in vier verschiedene Begriffsgruppen eingeteilt werden:

- den zahlungsbestimmten-,
- den vermögensbestimmten-,
- den kombinationsbestimmten-,
- den dispositionsbestimmten-

Investitionsbegriff<sup>17</sup>.

Dem zahlungsbestimmten Investitionsbegriff werden Investitionen, die durch einen Zahlungsstrom gekennzeichnet sind, zugeteilt. Sie ist gekennzeichnet durch Ein- und Auszahlungen und beginnt mit einer Auszahlung.

Grundlage des vermögensbestimmten Investitionsbegriffes ist die Bilanz. Hier wird das Vermögen und das Kapital eines Unternehmens dargestellt. Die Umwandlung von Kapital in Vermögen bzw. die Kapitalverwendung wird als Investition angesehen.

Beim kombinationsbestimmten Investitionsbegriff ist eine Investition die Kombination beschaffter materieller Anlagegüter miteinander, oder mit dem bereits vorhandenen materiellen Anlagegütern.

---

<sup>16</sup> Poggensee, Kay; Investitionsrechnung Grundlagen-Aufgaben-Lösungen

<sup>17</sup> Lücke, W; Investitionslexikon, S. 151

Dem dispositionsbestimmten Investitionsbegriff liegt die Überlegung zugrunde, daß sich die Dispositionsfreiheit von Unternehmen verringert, indem durch Investitionen finanzielle Mittel gebunden werden.

## 3.2 Ausrichtung von Investitionen

Es gibt unterschiedliche Erscheinungsformen von Investitionen in Unternehmen. Die verschiedenen Arten stellen differenzierte Anforderungen an die Investitionsplanung und die Investitionsrechnung. Man unterscheidet zwischen dem äußeren Erscheinungsbild und der wirtschaftlichen Betrachtung<sup>18</sup>.

Äußeres Erscheinungsbild:

- Investitionsobjekt,
- Investitionsanlass,
- Investitionsbereich.

Wirtschaftliche Betrachtung:

- Konsequenzen von Investitionen:
  - o Quantitative Betrachtung,
  - o Qualitative Betrachtung,
  - o Temporäre Betrachtung,
- Interdependenz der Betrachtung,
- Ausmaß der Unsicherheit.

In der Abbildung 7<sup>19</sup> wird dargestellt, wie bei einem Investitionsobjekt zwischen Finanz- und Realinvestition unterschieden wird.

Finanzinvestitionen liegen bei einer Kapitalbindung in finanzieller Form vor. Diese können zum Beispiel Einlagen bei Banken, Investmentzertifikate, Immobilienfonds etc. sein. Man unterscheidet zwischen spekulativen und anlageorientierten Charakter.

---

<sup>18</sup> Kern, W.; Investitionsrechnung, S. 10

<sup>19</sup> Kern, W.; Investitionsrechnung, S. 12



Realinvestitionen werden ein weiteres Mal in materielle und potentielle Investitionen unterteilt. Beispiele für Potentialinvestitionen sind Aus- und Weiterbildung, Werbung, Forschung usw. Materielle Investitionen hingegen dienen zur Bereitstellung von Gütern, Betriebsmitteln, Grundstücke, Fahrzeuge und dergleichen.

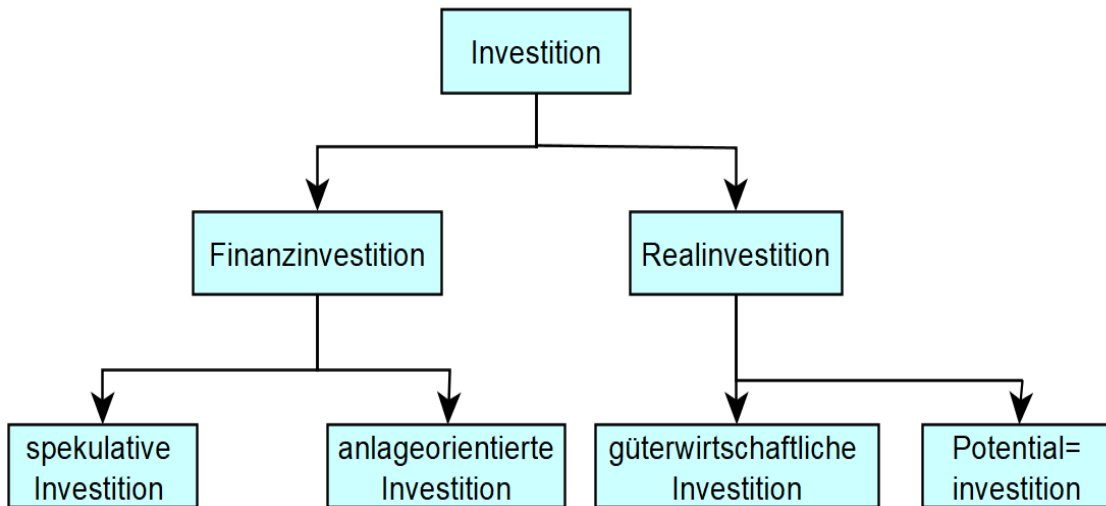


Abbildung 7 Investitionsarten nach Objektkriterium

Realwirtschaftliche Investitionen lassen sich durch den Investitionsanlass differenzieren. Hier wird zwischen Errichtungsinvestition, Ergänzungsinvestition und laufenden Investition unterschieden zum Beispiel:

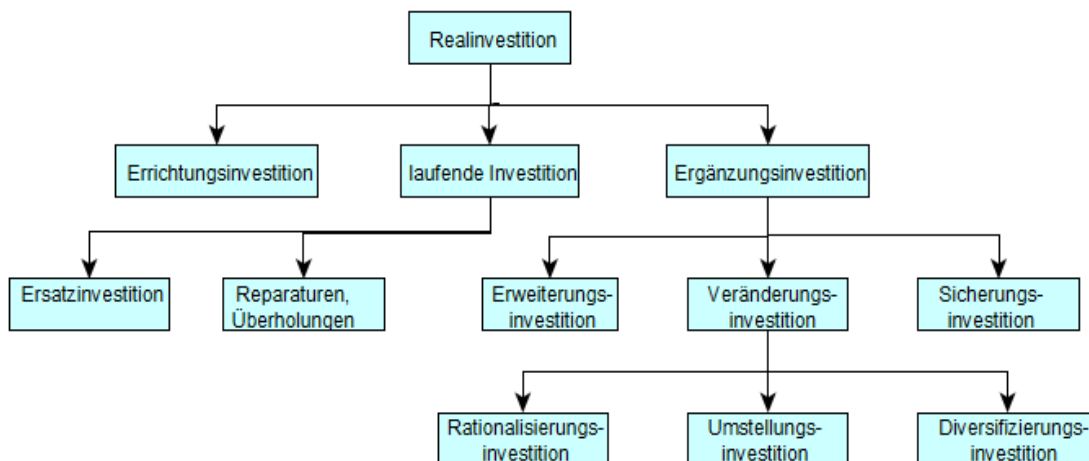


Abbildung 8 Investitionsart nach Anlass

Die Differenzierung wird für die eindeutige Zuweisung von Investitionsarten benötigt.

### 3.3 Investitionsprozess

Der Investitionsprozess kann als Phasenschema dargestellt werden, welches den zeitlichen Ablauf, den Investitionsprozess und die Investitionstätigkeit abbildet. Dieses Schema dient als Basis der Entscheidungsfindung der Unternehmensleitung für die Investition. Als Hauptphasen des Investitionsprozesses können die Planungsphase, die Realisationsphase, die Erstellungsphase sowie die Nutzungs- und Betriebsphase unterschieden werden<sup>20</sup>. In der Planungsphase werden alle Entscheidungen über die Durchführung und Vorgänge einer Investition getroffen. Anschließend beginnt die Realisationsphase. Hier wird die detaillierte Projektplanung zugeordnet. Mit der Inbetriebnahme beginnt die Nutzungsphase. Hier soll das Objekt Beiträge zur Zielerreichung des Unternehmens leisten. Mit fortschreitender Nutzungsdauer werden Überlegungen zur weiteren Nutzung oder Beendigung der Nutzung getätigt. Fällt die Entscheidung einer Desinvestition, endet der Investitionsprozess für das betrachtete Objekt und es beginnt der Prozess der Folgeinvestition<sup>21</sup>.

### 3.4 Investitionsbezogene Aufgaben der Unternehmensführung

Investitionen haben einen erheblichen Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens, deshalb fällt die Entscheidung in den Aufgabenbereich der Unternehmensführung. Hier müssen Ziele definiert und vorgegeben werden, die durch Menschen und andere Faktoren erreicht werden<sup>22</sup>. Sachbezogene und personenbezogene Funktionen werden der Führung zugeordnet. Die personenbezogene Führung wird als Menschenführung bezeichnet. Die Motivation, Betreuung und Förderung der Mitarbeiter ist die Hauptaufgabe in diesem Bereich. Als sachbezogene Funktion werden die Planung, Kontrolle, Organisation, die Information und das Controlling angesehen. Realisation und Durchsetzung, Kontrolle und Planung sind Aufgaben des Führungsprozesses. Die unterschiedlichen Phasen des Führungsprozesses müssen gegebenenfalls mehrfach durchlaufen werden, damit das Ergebnis erreicht wird.

### 3.5 Grundlagen der Investitionsrechnung

Eine unternehmerische Tätigkeit wird durch folgenden Wertekreislauf bestimmt: Geld (Anfangskapital), Input, Leistungserstellung, Output, Geld (Endkapital). Der

---

<sup>20</sup> Spielberger, M.; Investitionskontrolle, S. 16

<sup>21</sup> Sierke, B.R.A.; Investitionscontrolling, S. 94

<sup>22</sup> Pack, L.; Unternehmensführung

unternehmerische Erfolg wird durch den Unterschied von Anfangskapital und Endkapital bestimmt. Je höher der Unterschied, umso größer der unternehmerische Erfolg.

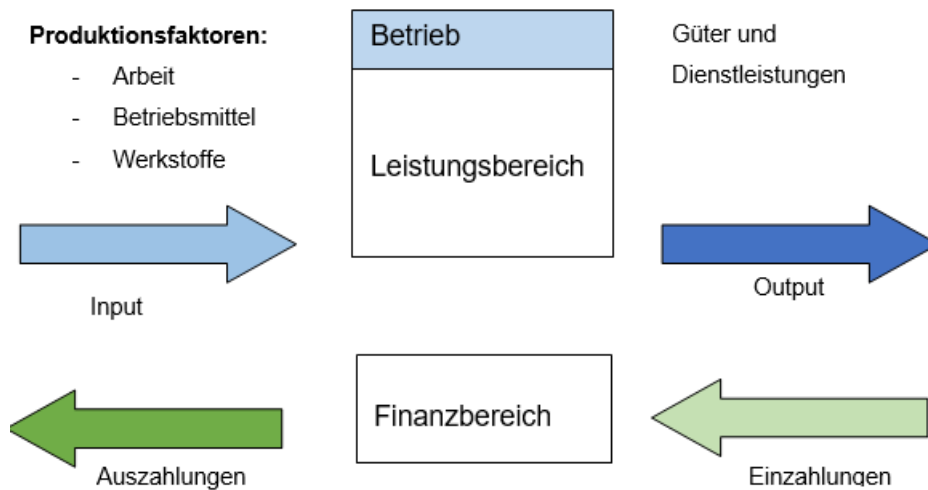


Abbildung 9 Wertekreislauf

Eine gute Investitionsplanung ist ein Teil der Unternehmensplanung.

Die Investitionsplanung kann eingeteilt werden in:

- Optimierung der Investitionsentscheidung,
- Realisierung des Investitionsprojektes,
- Kontrolle der Durchführung.

Eine gute Investitionsplanung ist ausschlaggebend, da Investitionsentscheidungen meist verbunden sind mit:

- hohem Kapitaleinsatz und
- langfristiger Kapitalbindung.

Eine hohe Fehlinvestition kann sich negativ auf das gesamte Unternehmen auswirken.

Die Investitionsplanung kann auch als stufenweiser Prozess eingeteilt werden:

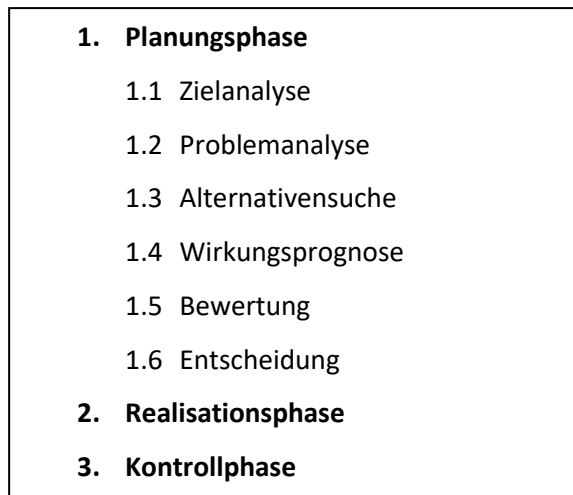


Abbildung 10 Prozess der Investitionsplanung

## 3.6 Verfahren der Investitionsrechnung

Mit Hilfe der Investitionsrechnung soll der künftige wirtschaftliche Erfolg einer Investition prognostiziert werden. Man verwendet in der Unternehmenspraxis zwei verschiedene Werkzeuge:

- statische Investitionsrechnung
- dynamische Investitionsrechnung

### 3.6.1 Statische Verfahren

Bei statischen Verfahren wird nur ein Zeitabschnitt berücksichtigt. Es wird entweder eine bestimmte Periode der Nutzungsdauer, oder eine hypothetische Durchschnittsperiode verwendet. Die Daten für die Durchschnittsperiode werden aus den Daten des gesamten Planungszeitraumes abgeleitet.<sup>23</sup>

Die statischen Modelle unterscheiden sich durch die Berücksichtigung ihrer Zielgröße. Es handelt sich dabei um eine periodenbezogene Erfolgsgröße oder eine daraus abgeleitete Größe. Es wird daher zwischen:

- Kostenvergleichsrechnung,

---

<sup>23</sup> Perridon, L; Steiner, M: Finanzwirtschaft, S. 42

- Gewinnvergleichsrechnung,
- Rentabilitätsvergleichsrechnung und der
- statischen Amortisationsrechnung

unterschieden.

### **Kostenvergleichsrechnung**

Hier werden als Zielgröße die Kosten betrachtet. Da das Kostenziel ein Unterziel des Gewinnzieles ist, wird angenommen, daß die Erlöse der verschiedenen Möglichkeiten gleich sind. Als Kostenarten sind bei der Kostenvergleichsrechnung folgende Kosten zu berücksichtigen:

- Personalkosten (Löhne, Gehälter, Sozialkosten etc.),
- Materialkosten,
- Abschreibungen,
- Zinsen,
- Steuern, Gebühren, Beiträge sowie
- Kosten für Fremdleistungen.

Die Höhe dieser Kosten wird als Durchschnittsgröße, bezogen auf den Planungszeitraum, ermittelt. Die zukünftige Produktionsmenge ist dabei eine wichtige Einflussgröße.

Es gilt<sup>24</sup>:

- Eine Investition ist absolut vorteilhaft, wenn seine Kosten geringer sind als die der Unterlassungsalternative.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, sofern seine Kosten geringer sind als die eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

### **Gewinnvergleichsrechnung**

Hier werden nicht nur die Kosten, sondern auch die Erlöse miteinbezogen. Die Zielgröße ist der durchschnittliche Gewinn. Der Gewinn wird aus der Differenz aus Erlösen und Kosten ermittelt. In den meisten Fällen weisen die Umsatzerlöse einen sehr hohen Anteil

---

<sup>24</sup> Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 122

an den gesamten Erlösen auf. Die Annahmen der Kostenvergleichsrechnung haben hier ihre Gültigkeit.

Mit dieser Methode kann sowohl die absolute als auch die relative Vorteilhaftigkeit beurteilt werden.

- Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, wenn sein Gewinn größer als Null ist.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, falls sein Gewinn größer ist als der eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.<sup>25</sup>

### Rentabilitätsvergleichsrechnung

Hier ist die Rentabilität die Zielgröße. Sie beschreibt das Verhältnis der Gewinngröße zur eingesetzten Kapitalgröße. Die Gewinngröße und die Kapitaleinsatzgröße können unterschiedlich definiert werden.<sup>26</sup> Die Gewinngröße lässt sich durch Addition von durchschnittlichen Gewinnen mit Durchschnittszinsen ermitteln. Die Durchschnittszinsen kann man aus der Verzinsung des durchschnittlich gebundenen Kapitals mit Hilfe vom Kalkulationszinssatz ermitteln. Die Summe aus Durchschnittsgewinn und durchschnittlichen Zinsen stellt einen Überschuss dar, dessen Verhältnis zum durchschnittlich gebundenen Kapital bei der Rentabilitätsermittlung bestimmt wird.

Mit der Rentabilitätsvergleichsrechnung kann man sowohl die absolute als auch die relative Vorteilhaftigkeit beurteilen. Bei dieser Definition gilt<sup>27</sup>:

- Eine Investition ist absolut vorteilhaft, wenn seine Rentabilität höher ist als ein vorgegebener Grenzwert.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, wenn seine Rentabilität höher ist als die eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

Wie hoch die Grenzwerte sind, liegt im Ermessen der Entscheidungsträger und sollte in Abhängigkeit von vorhandenen Investitionsmöglichkeiten getroffen werden. Der Kalkulationszinssatz stellt jedoch einen geeigneten Grenzwert dar, wenn es keine andere Möglichkeit zur Entscheidungsfindung gibt.

---

<sup>25</sup> Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 125

<sup>26</sup> Blohm, H.; Lüder, K.: Investition, S. 167

<sup>27</sup> Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 128

### Statische Amortisationsrechnung

Ziel ist die Amortisation bzw. Wiedergewinnungszeit eines Investitionsobjektes. Dieser Rechnung werden zwei Varianten zugeordnet:

- eine Durchschnittsvariante und
- eine Kumulationsvariante<sup>28</sup>.

Die Amortisationszeit eines Investitionsobjektes ist der Zeitraum, in dem das eingesetzte Kapital aus den durchschnittlichen Rückflüssen oder Einzahlungsüberschüssen des Objektes wiedergewonnen wird.

Die Amortisationszeit beschreibt auch das Risiko einer Investition. Die Vorteilhaftigkeitsregeln bei Anwendung der Amortisationsvergleichsrechnung lauten<sup>29</sup>:

- Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, falls seine Amortisationszeit geringer ist als ein vorgegebener Grenzwert.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, falls seine Amortisationszeit geringer ist als die eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

### 3.6.2 Dynamische Verfahren

Statische und dynamische Verfahren haben dasselbe Ziel. Beide wollen eine anstehende Investition bewerten. Sie sollen Aussagen über die Vorteilhaftigkeit einer Entscheidung aufzeigen.

Dynamische Modelle berücksichtigen jedoch immer mehrere Perioden<sup>30</sup>. Der Wert der Zahlungen hängt jedoch immer vom Zahlungszeitpunkt ab, aus diesem Grund werden finanzmathematische Transformationen vorgenommen. Das heißt, eine Aufzinsung bzw. Abzinsung muss vorgenommen werden.

Die dynamischen Modelle zur Vorteilhaftigkeitsbeurteilung lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Bei einer Gruppe wird ein vollkommener Kapitalmarkt angenommen. Es liegt

---

<sup>28</sup> Perridon, L.; Steiner, M.: Finanzwirtschaft, S. 53

<sup>29</sup> Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 130

<sup>30</sup> Heinhold, M.: Investitionsrechnung, S. 75

ein einheitlicher Kalkulationszinssatz vor. Bei den Modellen der zweiten Gruppe wird angenommen, dass unterschiedlichen Zinssätze existieren.

Dynamische Verfahren zur Vorteilhaftigkeitsbeurteilung	
Einheitlicher Kalkulationszinssatz	Unterschiedliche Zinssätze für Anlage und Aufnahme finanzieller Mittel
Kapitalwertmethode	Vermögensendwertmethode
Annuitätenmethode	Sollzinssatzmethode
Interner Zinssatz-Methode	Methode der vollständigen Finanzpläne
Dynamische Amortisationsrechnung	

*Tabelle 8 Dynamische Verfahren*

### **Kapitalwertmethode**

Der Kapitalwert ist die Summe aller auf einen Zeitpunkt ab- bzw. aufgezinsten Ein- und Auszahlungen, die durch die Realisation eines Investitionsobjektes verursacht werden<sup>31</sup>.

Es wird die Existenz des vollkommenen Kapitalmarktes angenommen. Der Kapitalwert wird auf Beginn den Planungszeitraums bezogen, den Zeitpunkt unmittelbar vor der ersten Zahlung. Der Kapitalwert ist dann die Summe aller Zahlungen, die zu diesem Zeitpunkt abgezinst werden, bezogen auf das Investitionsobjekt.

Es gelten folgende Vorteilhaftigkeitsregeln:

- Eine Investition ist absolut vorteilhaft, falls sein Kapitalwert größer ist als Null.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, falls sein Kapitalwert größer ist als der eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

---

<sup>31</sup> Laßmann, G.: Betriebswirtschaftstheorie, S. 47



Die Kapitalwertmethode ist das in der wissenschaftlichen Literatur am meisten beachtete Verfahren. Der Rechenaufwand ist gering. Die Datenermittlung ist jedoch kritisch zu betrachten, da eine Reihe von Prognosen erforderlich ist.

### **Annuitätenmethode**

Das Modell der Annuitätenmethode entspricht dem Modell der Kapitalwertmethode, jedoch mit einer anderen Zielgröße. Diese Zielgröße wird Annuität genannt. Eine Annuität ist eine Folge gleich hoher Zahlungen, die in jeder Periode des Beobachtungszeitraumes anfallen<sup>32</sup>.

Die Beurteilung der relativen Vorteilhaftigkeit der Investition ist jedoch nur begrenzt sinnvoll.

- Eine Investition ist absolut vorteilhaft, sofern seine Annuität größer Null ist.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, falls seine Annuität größer ist als die eines anderen zur Wahl stehenden Objektes.

Bei der Berechnung werden die Zahlungen jeweils auf das Periodenende bezogen. Da die Berechnung vom Kapitalwert, bei der Analyse der absoluten Vorteilhaftigkeit, zum selben Ergebnis führt, wird in den meisten Fällen auf die Überprüfung durch die Annuitätenmethode verzichtet.

### **Interner Zinssatz-Methode**

Hier wird mit derselben Modellsituation wie bei der Kapitalwertmethode gearbeitet. Es wird jedoch eine andere Zielgröße betrachtet: der Interne Zinssatz. Beim Internen Zinssatz handelt es sich um den Zinssatz, der als Kalkulationszinssatz verwendet wird und zu einem Kapitalwert von Null führt<sup>33</sup>.

Es treten folgende Vorteilhaftigkeitskriterien auf, jedoch ist die Anwendung nicht bei allen Entscheidungssituationen sinnvoll.

- Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, wenn sein Interner Zinssatz größer ist als der Kalkulationszinssatz.

---

<sup>32</sup> Götze, Uwe: Götze Investition, S. 93

<sup>33</sup> Horst, K.W.: Investitionsplanung, S. 70

- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, wenn sein Interner Zinssatz größer ist als der eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

### **Dynamische Amortisationsrechnung**

Hier wird im Rahmen des Kapitalwertmodells die Amortisationszeit bestimmt. Bei der Amortisationszeit handelt es sich um den Zeitraum, in dem das für eine Investition eingesetzte Kapital aus den Einzahlungsüberschüssen des Objektes wiedergewonnen wird. Die Aussagen der statischen Amortisationsrechnung lassen sich auf das dynamische Verfahren weitgehend übertragen.

- Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, wenn seine Amortisationszeit geringer ist als ein vorgegebener Grenzwert.
- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, wenn seine Amortisationszeit geringer ist als die einer jeden anderen Investitionsmöglichkeit.

Die Bestimmung erfolgt indem man schrittweise, für jede Periode, die kumulierten Barwerte der Nettozahlungen berechnet. Der Barwert entspricht dem Kapitalwert in Abhängigkeit von der Nutzungszeit. Ist dieser Wert Null oder positiv, ist die Amortisationszeit erreicht.

### **Vermögenswertmethode**

Die Zielgröße bei dieser Methode ist der Vermögenswert. Der Vermögenswert ist der Geldvermögenszuwachs, der bezogen auf den letzten Zeitpunkt des Planungszeitraums durch ein Investitionsobjekt bewirkt wird.

Bei dieser Methode wird mit zwei unterschiedlichen Zinssätzen gearbeitet. Es existieren ein Sollzinssatz und ein Habenzinssatz. Mit Ausnahme dieser Annahme und den daraus resultierenden Besonderheiten und der Zielgröße entspricht das Vermögensmodell dem Kapitalwertmodell<sup>34</sup>. Die Vorteilhaftigkeitsregel lautet:

- Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, wenn sein Vermögenswert größer Null ist.

---

<sup>34</sup> Lüder, K.: Investition, S. 86

- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, falls sein Vermögenswert größer als ist als der eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

Bei dieser Methode wird die Annahme des vollkommenen Kapitalmarktes aufgehoben und es wird mit unterschiedlichen Zinssätzen gearbeitet. Daher kommt sie der Realität näher. Es ist allerdings fraglich, inwieweit dieser Vorteil bei der praktischen Anwendung relevant ist. Wenn die Soll- und Habenzinssätze nicht zu große Unterschiede aufweisen, ist das Ergebnis annähernd gleich mit der Kapitalwertmethode<sup>35</sup>.

### **Sollzinssatzmethode**

Auch hier wird mit Soll- und Habenzinssätzen gearbeitet. Als Zielgröße wird der kritische Sollzinssatz betrachtet. Der kritische Sollzinssatz ist der Zinssatz, bei dessen Verwendung als Sollzinssatz der Vermögenswert Null wird. Das Verhältnis der Sollzinssatzmethode zur Vermögensendwertmethode entspricht nahezu dem der Internen Zinssatz-Methode zur Kapitalwertmethode.

Da in der Praxis der Sollzinssatz immer höher ist als der Habenzinssatz, gilt für die Vorteilhaftigkeit von Investitionen die folgende Regel<sup>36</sup>. Die Kritik dieser Methode ist ähnlich der der Internen Zinssatz-Methode und der Vermögenswertmethode.

### **Methode der vollständigen Finanzpläne**

Für dieses Verfahren ist charakteristisch, daß in einem vollständigen Finanzplan, die einem Investitionsobjekt zurechenbaren Zahlungen, einschließlich der monetären Konsequenzen finanzieller Dispositionen in tabellarischer Form dargestellt werden<sup>37</sup>. Als Zielgröße können der Vermögensendwert, Anfangswert, Zwischenwerte oder Entnahmen angeführt werden. Aufgrund der Anschaulichkeit wird das Hauptaugenmerk auf den Endwert gelegt. Als Vorteilhaftigkeitsregel gilt<sup>38</sup>:

- Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, wenn sein Endwert größer ist als der der Opportunität.

---

<sup>35</sup> Lüder, K.: Investition, S. 89

<sup>36</sup> Lüder, K.: Investition, S.117

<sup>37</sup> Grob, H.: Investitionsrechnung, S. 5

<sup>38</sup> Grob, H.: Investitionsrechnung, S.11

- Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, wenn sein Endwert größer ist als der eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.

Die Bewertung verschiedener Investitionsobjekte lässt sich mit dieser Methode relativ gut durchführen. Als Daten sind, neben der Zahlungsreihe von Investitionen, die Höhe des zugerechneten Eigenkapitals, Fremdkapitalbestandteile einschließlich der relevanten Konditionen usw. erforderlich. Kritisch ist zu betrachten, wie diese Daten ermittelt werden.

### **Total cost of ownership**

Die Anforderungen an produzierende Unternehmen steigen stetig. Die Anlagen müssen zu jeder Zeit perfekte Qualität bei hoher Auslastung erzeugen können. Sie müssen stabil, energietechnisch optimal und mit so wenig manuellem Handling wie möglich funktionieren. Auf der Suche nach Wettbewerbsvorteilen fordern die Kunden immer öfter von ihren Maschinen- und Anlagenlieferanten ein Full Service Paket. Dadurch verlagert sich ein Teil des Unternehmerrisikos zum Lieferanten. Die Total cost of ownership Rechnung hilft bei Investitionsentscheidungen. Durch die gesamtheitliche Betrachtung (Investitions-, Lohn-, Energiekosten etc.) werden die unterschiedlichen Investitionsvarianten objektiv betrachtet und man sieht, wie sich die Stückkosten bei den verschiedenen Varianten entwickeln.

## 4 Fabrikplanung für die Isolierglasproduktion

Es werden die Theorien aus dem Fabrikplanungsverlauf am Beispiel Stöger Isolierglas angewendet. Die Vorgaben sollen

- strukturiert und
- systematisiert

ausgearbeitet werden. Diese Daten werden für das Konzept der Layouterstellung an die Firma Lisec weitergeleitet.

### 4.1 Zielplanung Isolierglasproduktion

Die Firma Stöger Isolierglas hat eine bestehende Isolierglas- und Fassadenproduktion mit Standort in Österreich. Aufgrund der guten geschäftlichen Ergebnisse plant die Firma nun eine Expansion. Ein neues Werk für kleine Isolierglaselemente mit einer durchschnittlichen Größe von 0,9 m<sup>2</sup> sollen produziert werden. Mit Hilfe der Werkzeuge aus Fabrikplanung soll nun ermittelt werden, wie die kosteneffizienteste Lösung, unter Berücksichtigung des Standortes, für Stöger Isolierglas aussieht. Ein Umbau der bestehenden Produktion kommt nicht in Frage, da die Fassadenproduktion bestehen bleiben muss. Im neuen Werk sollen nur kleine Serienprodukte in großen Stückzahlen produziert werden. Für die Höhe des Automatisierungsgrades gibt es keine Anforderung. 3.000 Elemente pro Tag sind das Ziel. Durch die lange Erfahrung im Vertrieb hat sich folgende Marktaufteilung ergeben: 30 % Frankreich, 30 % Deutschland, 20 % Italien und 10 % sollen in Österreich verkauft werden.

Die Transportkosten für einen LKW, beladen mit ca. 200 Elementen, betragen € 1,50/km. Es soll mit 300 km für den Weg ins Landesinnere im Durchschnitt kalkuliert werden. Es kann zwischen drei unterschiedlichen Standorten gewählt werden. Ein möglicher Standort ist in Österreich, St. Pölten, ein zweiter Standort ist in Rumänien, Cluje und der dritte mögliche Standort wäre in Polen, Warschau. Die Ermittlung des Ergebnisses soll mit den verschiedenen Methoden erfolgen:

- Kostenvergleichsrechnung
- Gewinnvergleichsrechnung
- Rentabilitätsvergleichsrechnung
- Amortisationsvergleichsrechnung
- Total Cost of Ownership
- Kapitalwertmethode
- Methode vom vollständigen Finanzplan

Das Grundstück ist 400x250 m groß, es gibt gute Zu- und Abfahrtmöglichkeiten. Zur Ermittlung des optimalen Standortes erhalten wir die nötigen Daten bzw. können wir auf die nötigen Stammdaten der Kunden zugreifen.

## 4.2 Vorplanung Isolierglasproduktion

Grundlage für die Planung sind die Angaben aus der Zielplanung:

### Isolierglasproduktion

#### Entscheidung zwischen drei Standorten

- Österreich, St. Pölten
- Polen, Warschau
- Rumänien, Cluje

#### Serienproduktion

- 3.000 Isolierglaselemente pro Tag

#### Es gibt vier Hauptprodukte:

- 2-fach ISO 1.000x800 mm
- 3-fach ISO 1.200x1.000 mm
- 2-fach ISO 1.200x800 mm
- 4-fach ISO 1.000x900 mm

#### Durchschnittliche Elementgröße:

- 0,9 m<sup>2</sup>

#### Verteilung 2-/3-fach Isolierglas:

- 30 % 2-fach
- 70 % 3-fach

#### Automatisierungsgrad:

- Hochautomatisierte Anlage ( 15 Mitarbeiter pro Schicht)
- Teilautomatisierte Anlage ( 30 Mitarbeiter pro Schicht )

**Absatzmärkte:**

- 30 % Frankreich
- 30 % Deutschland
- 20 % Italien
- 10 % Österreich

Grundstück mit 400x250 m, unabhängig welcher Standort gewählt wird

200 Fertigelemente pro LKW

Es werden zwei unterschiedliche Konzepte für die jeweiligen Standorte ausgearbeitet:

- eine teilautomatisierte Anlage,
- eine hochautomatisierte Anlage.

### 4.3 Grobplanung Isolierglasproduktion

**Berechnung der Anlage Top Down:****Isolierglaslinie:**

3.000 Elemente pro Tag → 125 Elemente pro Stunde → 28,8 Sekunde pro Element mit 0,9 m<sup>2</sup>

Die Taktzeit für die Isolierglaslinie beträgt 54 Sekunden pro Element.

**Es werden zwei Isolierglaslinien benötigt.**

Eine Isolierglaslinie besteht aus folgenden Komponenten:

- Transportstrecken:  
Glastransportstrecken vertikal für den Transport von Gläsern von einer Bearbeitungsanlage zur nächsten.
- Waschmaschine:  
Hier werden die Gläser gereinigt und getrocknet.
- Abstandhalterapplikator:

Es gibt verschiedene Abstandhaltesysteme die an dieser Anlage aufgebracht werden. Der Abstandhalter gewährleistet den Abstand zwischen den Scheiben welcher für die Isolierung benötigt wird.

- Zusammenbaupresse  
Bei dieser Anlage werden die Isoliergläser zusammengebaut und mit Gas gefüllt.
- Versiegelungsanlage  
Das Versiegelungsmaterial verleiht dem Isolierglaselement die Stabilität. Die Anlage arbeitet vollautomatisch, am Ende müssen die versiegelten Elemente manuell abgenommen werden.

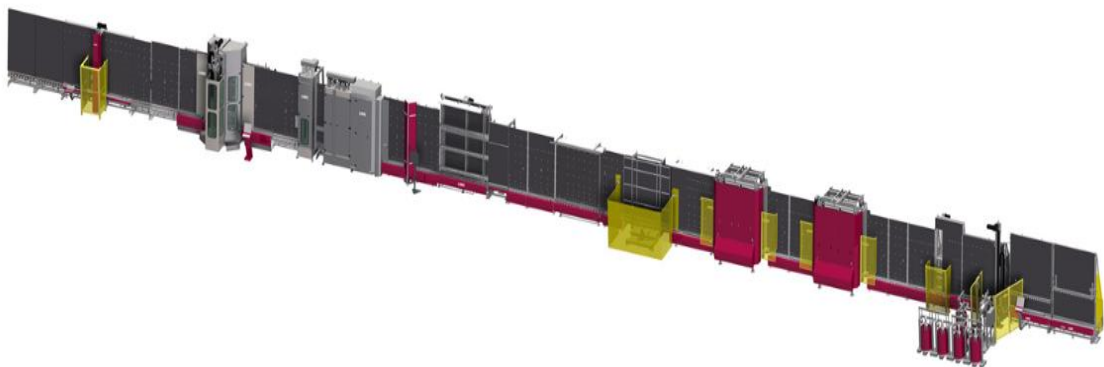


Abbildung 11 Isolierglaslinie

### Dynamischer Sortierpuffer

Der dynamische Sortierpuffer hat die Aufgabe, die Gläser nach dem Vorspannen zu speichern und in die richtige Reihenfolge für die Isolierglaslinie zu sortieren. Der dynamische Sortierpuffer hat insgesamt 450 Fächer. Ein Fach ist 5 m lang. In jedem Fach können mehrere Scheiben abgestellt werden. Vier Scheiben können in einem Fach abgestellt werden. Der dynamische Sortierpuffer muss so ausgelegt werden, dass fünf Stunden Produktion in ihm abgestellt und sortiert werden können. In unserem konkreten Fall können 1.800 Scheiben gespeichert und umsortiert werden.

8.100 Scheiben pro Tag → 338 Scheiben pro Stunde → 1.690 Scheiben in 5 Stunden

**Die gewählte Sortierspeichergröße mit 400 Fächern ist richtig dimensioniert.**

Ein dynamischer Sortierspeicher besteht aus folgenden Komponenten:



- Transportstationen mit Messvorrichtung:  
Hier werden die Gläser transportiert und vermessen, die Daten werden an die Produktionssoftware weitergegeben.
- Glastransportshuttle zum Be- und Entladen vom Puffer:  
Hochgeschwindigkeitsshuttle bis zu 300m/min, Mehrfachbeladung möglich, transportiert die Gläser zu den verschiedenen Fächern vom Puffer
- Puffer  
Höhe, Fachbreiten und Anzahl wird Kundenspezifisch festgelegt und optimiert.

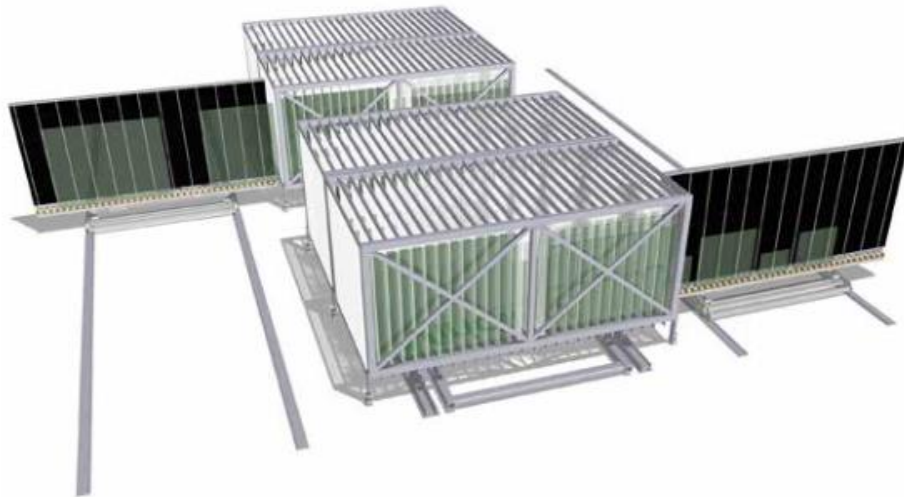


Abbildung 12 Dynamischer Sortierspeicher

### Vorspannanlage

3.000 Elemente pro Tag davon sind 70 % 3-fach → 2.100 Elemente 3-fach diese bestehen aus 6.300 Einzelscheiben

3.000 Elemente pro Tag davon sind 30 % 2-fach → 900 Elemente 2-fach diese bestehen aus 1.800 Einzelscheiben

Insgesamt werden pro Tag 8.100 Einzelscheiben benötigt.

Eine Vorspannanlage kann pro Stunde 200 Scheiben vorspannen. In 24 Stunden sind 4.800 Scheiben möglich.

**Es werden zwei Vorspannanlagen benötigt.**

Eine Vorspannanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Kipptisch  
Die Gläser werden von 84° auf 10° zur Weiterverarbeitung umgelegt.
- Heizzone  
Die Gläser werden auf ca. 640°C erhitzt.
- Quench  
Hier werden die Gläser auf ca. 500°C sehr schnell schlagartig abgekühlt.
  
- Kühlzone  
Die Gläser werden auf 40°C abgekühlt.
- Kipptisch  
Dient zum Aufstellen der Gläser von 10° auf 84°.

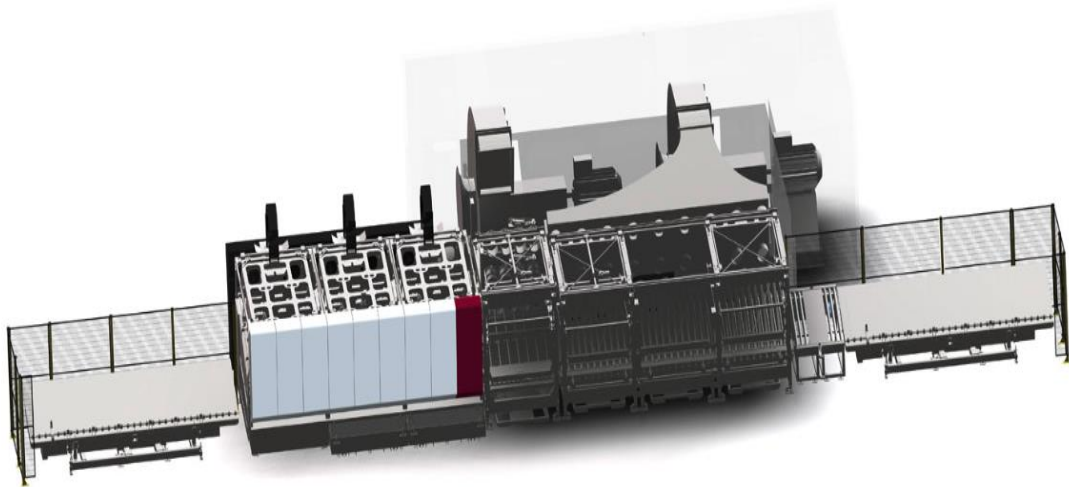


Abbildung 13 Vorspannanlage

Der dynamische Sortierpuffer hat die Aufgabe, die Gläser nach dem Zuschnitt zu speichern und in die richtige Reihenfolge für die Vorspannanlagen zu sortieren. Der dynamische Sortierpuffer hat insgesamt 450 Fächer. Ein Fach ist 5 m lang. In jedem Fach können mehrere Scheiben abgestellt werden. Vier Scheiben können in einem Fach abgestellt werden. Der dynamische Sortierpuffer muss so ausgelegt werden, dass fünf Stunden Produktion in ihm abgestellt und sortiert werden können. In unserem konkreten Fall können 1.800 Scheiben gespeichert und umsortiert werden.

### **Dynamischer Sortierpuffer**

8.100 Scheiben pro Tag → 338 Scheiben pro Stunde → 1.690 Scheiben in 5 Stunden

**Die gewählte Sortierspeichergröße mit 400 Fächern ist richtig dimensioniert.**

Ein dynamischer Sortierspeicher besteht aus folgenden Komponenten:

- Transportstationen mit Messvorrichtung:  
Hier werden die Gläser transportiert und vermessen, die Daten werden an die Produktionssoftware weitergegeben.
- Glastransportshuttle zum Be- und Entladen vom Puffer:  
Hochgeschwindigkeitsshuttle bis zu 300m/min, Mehrfachbeladung möglich, transportiert die Gläser zu den verschiedenen Fächern vom Puffer
- Puffer:  
Höhe, Fachbreiten und Anzahl wird kundenspezifisch festgelegt und optimiert.



Abbildung 14 Dynamischer Sortierspeicher

### Kantensäumanlage

Die Säumanlage benötigt für 0,9 m<sup>2</sup> 18 Sekunden. Ziel ist, dass jede Einzelscheibe gesäumt wird. Zum Vorspannen von Gläsern müssen die Kanten bearbeitet werden. Bei nicht vorgespannten Gläsern hilft die gesäumte Kante die Transportrollen zu schonen und reduziert Spontanbrüche. Die gewählte Säumanlage arbeitet durch die Verwendung von Schleifbändern sehr kosteneffizient und mit hoher Geschwindigkeit.

8.100 Einzelscheiben pro Tag → 337 Scheiben pro Stunde → 10,6 Sekunden pro Scheibe

**Es werden zwei Säumanlagen benötigt.**

Eine Säumanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Transportstationen

- Hier werden die Gläser zur Säumanlage transportiert.
- Kantensäumanlage  
Hier werden die Kanten mit Diamantschleifbändern bearbeitet.
- Transportstationen  
Dienen zum Transport der Gläser zur Waschmaschine.
- Waschmaschine  
Hier wird der Schleifstaub vom Glas entfernt und im Anschluss wird die Scheibe getrocknet.



Abbildung 15 Kantensäumanlage

### **Glasschneidetische**

Eine Jumbo Scheibe hat 19,6 m<sup>2</sup>. Bei einer durchschnittlichen Scheibengröße von 0,9 m<sup>2</sup> kann man, abhängig von der Optimierung, ca. 20 Scheiben zuschneiden. Daraus folgt, es werden 405 Jumbo Scheiben pro Tag benötigt. Pro Stunde müssen 22 Scheiben geschnitten werden. Nach dem Schneiden werden die Schnitte in der automatischen Brechanlage aufgebrochen und vereinzelt. Die Säumanlage arbeitet vertikal unter 84°. Aus diesem Grund werden die vereinzeltten Scheiben, mit Hilfe von einem Kipptisch, von horizontaler Ausrichtung in vertikale Position gebracht.

**Es werden zwei Float Glasschneidetische mit Brechanlage benötigt und ein VSG Schneidetisch benötigt.**

Eine Schneideanlage inkl. automatischer Brechanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Glasschneidetisch  
Hier werden die Gläser geritzt (geschnitten).

- Brechanlage  
Die Scheiben werden in einer bestimmten Abfolge aufgebrochen und zum Kipptisch weitertransportiert.
- Kipptisch  
Der Aufstellkipptisch bringt die Gläser von horizontaler Lage in vertikale Lage (84°).

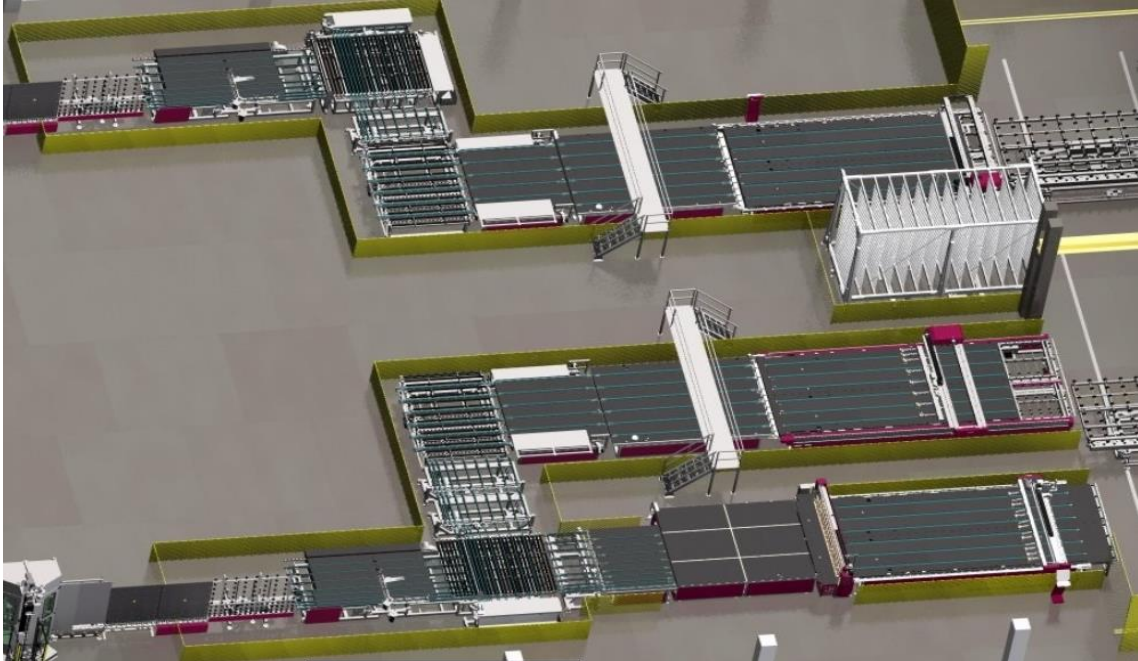


Abbildung 16 Glasschneidemaschine inkl. Brechanlagen

### Krananlage

Die Krananlage kann im Durchschnitt alle 2,5 Minuten eine Jumbo Glasscheibe zum Glas-Schneidetisch transportieren. Es werden 22 Jumboscheiben pro Stunde benötigt. Um Platz zu sparen, werden die Glaspakete vertikal auf Glaslagerböcken abgestellt. Der Portalkran mit Saugergerüst nimmt, nach Vorgabe der Produktionsplanung, automatisch Jumbo Gläser vom Lagerbock ab und übergibt diese auf den Umlegekipptisch. Hier wird die Scheibe von vertikaler Lage in eine horizontale Position gebracht, damit diese geschnitten werden kann.

**Es werden 2 Krananlagen benötigt.**

Eine Krananlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Lagerböcke  
Hier werden die Glaspakete zu je 5 t auf dem Lagerbock abgestellt. Auf einem Lagerbock kann man 20-40 t Glas abstellen.

- Portalkransystem mit Saugergerüst  
Der Portalkran nimmt mit dem Saugergerüst Scheiben vom Glaslagerbock ab und übergibt sie an den Umlegekipptisch.
- Umlegekipptisch  
Dieser legt die Jumbo Gläser von vertikale Ausrichtung in horizontale Ausrichtung um. Im Anschluss werden diese in den Schneidetisch eintransportiert.

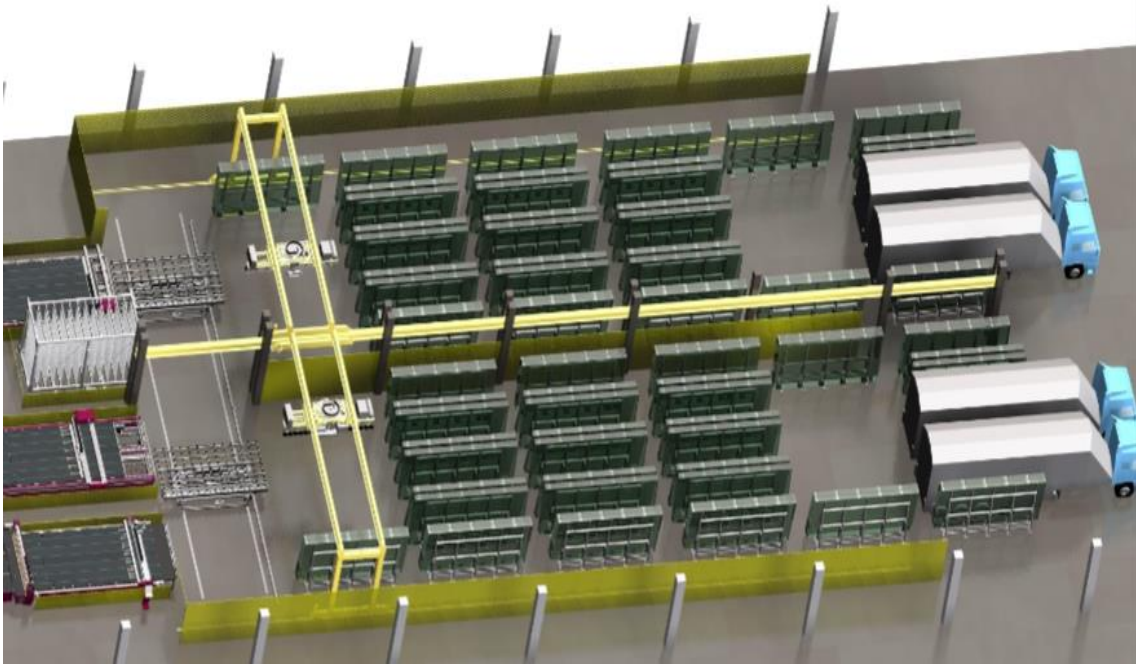


Abbildung 17 Portalkrananlage

### 4.4 Funktionsschema

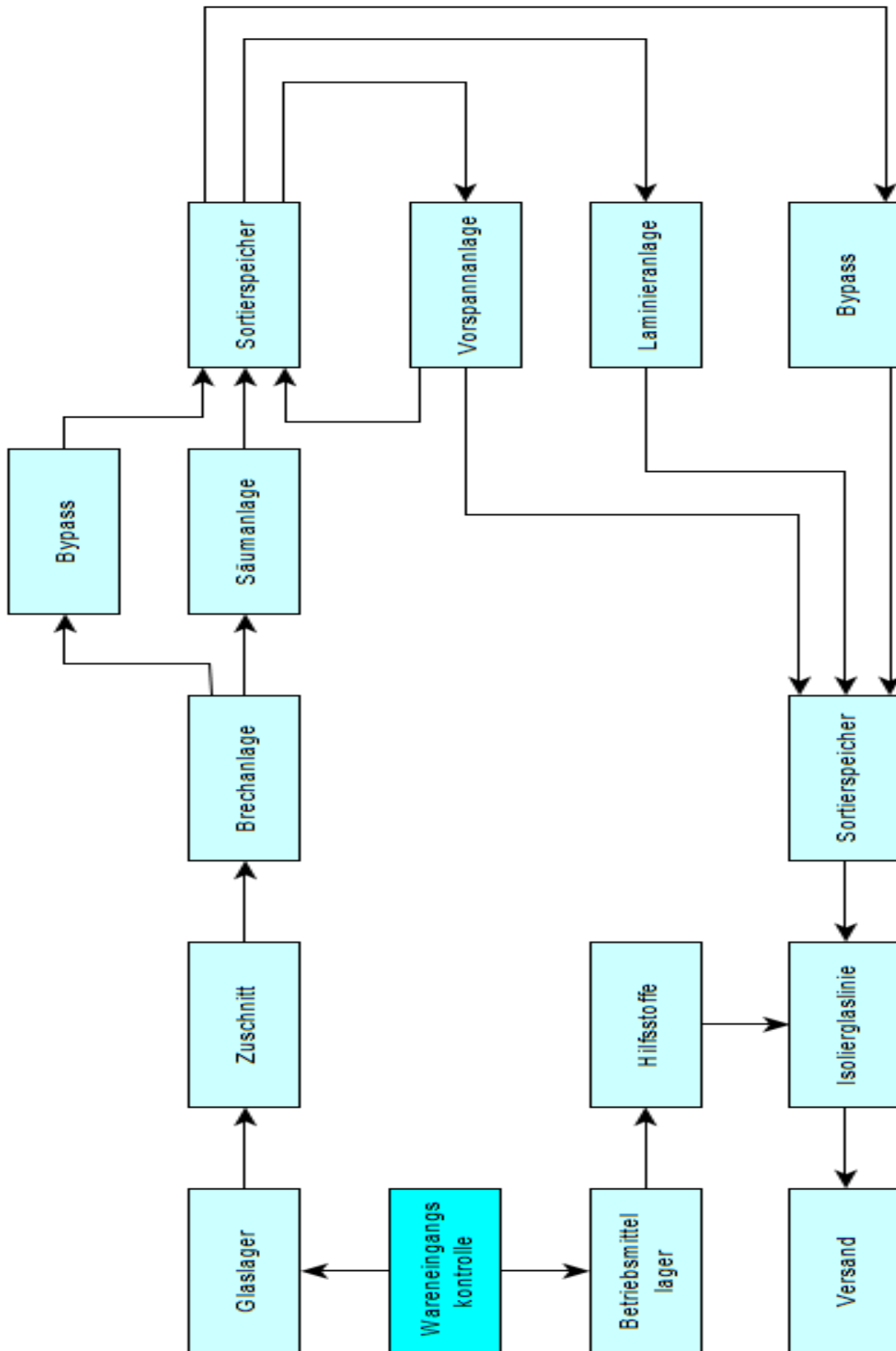


Abbildung 18 Funktionsschema

## 4.5 Gesamtarbeitsablaufschemata

BEREICH	Erzeugnis			
	ISO 1.000x800	ISO 1.200x1.000	ISO 1.200x800	ISO 1.000x900
	2-fach	3-fach	2-fach	4-fach
Glaslager	x	X	X	X
Zuschnitt	X	X	X	X
Brechung	X	X	X	X
Kantenbearbeitung		X		X
Scan Station	X	X	X	X
Sortierung	X	X	X	X
Härten		X		X
Sortierung	X	X	X	X
Isolierglaslinie	X	X	X	X
Versand	X	X	X	X

Abbildung 19 Gesamtablaufschemata

## 4.6 Groblayout

Hier werden die beiden Lösungsvarianten für die Isolierglasfabrik präsentiert.

Lösung 1: die hochautomatisierte Anlage



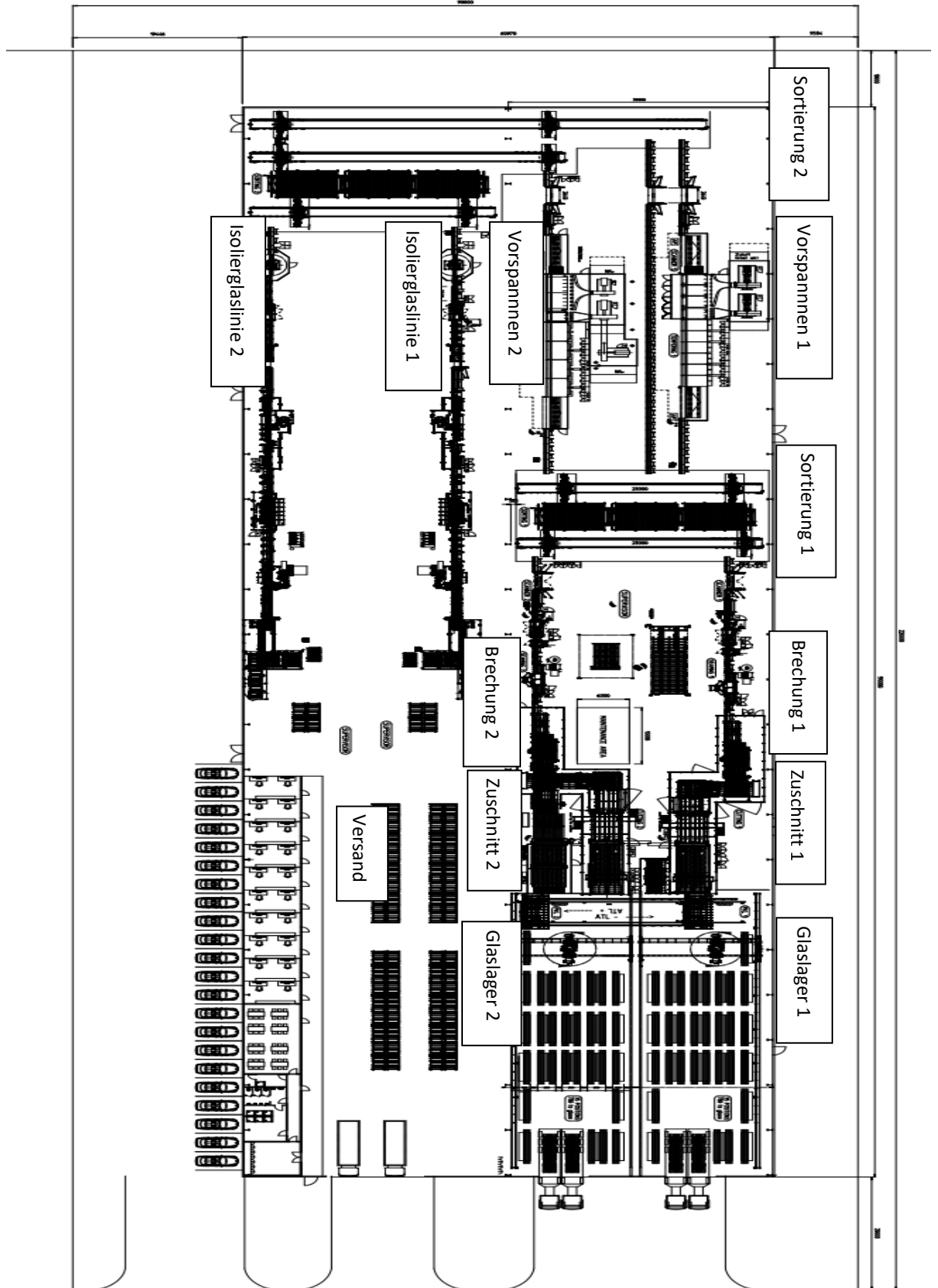


Abbildung 20 Layout hochautomatisierte Anlage

**Quantifizierung der hochautomatisierten Anlage:**

- Hallengröße: 220 x 60 m
- Anzahl Mitarbeiter: 15
- Serienproduktion 3.000 Isolierglaselemente pro Tag
- Durchschnittliche Elementgröße 0,9 m<sup>2</sup>
- Aufteilung 2-/3-fach Isolierglas → 30 % 2-fach, 70 % 3-fach
- Glaslager → 600 t Rohglas
- 2 x PKL – Systeme zur Glasbeladung
- 2 x Float -Glas Zuschnitte inkl. automatischer Brechanlage
- 1 x VSG - Kombi- Zuschnittanlage
- 2 x KSR - Säumanlage mit automatischer Beladung
- 1 x ASM - Sortierpuffer mit 450 Fächern
- 2 x Aeroflat Vorspannanlagen mit automatischer Be- und Entladung
- 1 x ASM – Sortierpuffer
- 2 x Isolierglaslinien mit automatischer Beladung

Der Glastransport von einem Arbeitsschritt zum nächsten erfolgt ohne manuelle Eingriffe. Die Produktionssoftware weiß zu jeder Zeit, an welcher Position und in welcher Bearbeitung sich die Gläser befinden.

Lösung 2: die teilautomatisierte Anlage

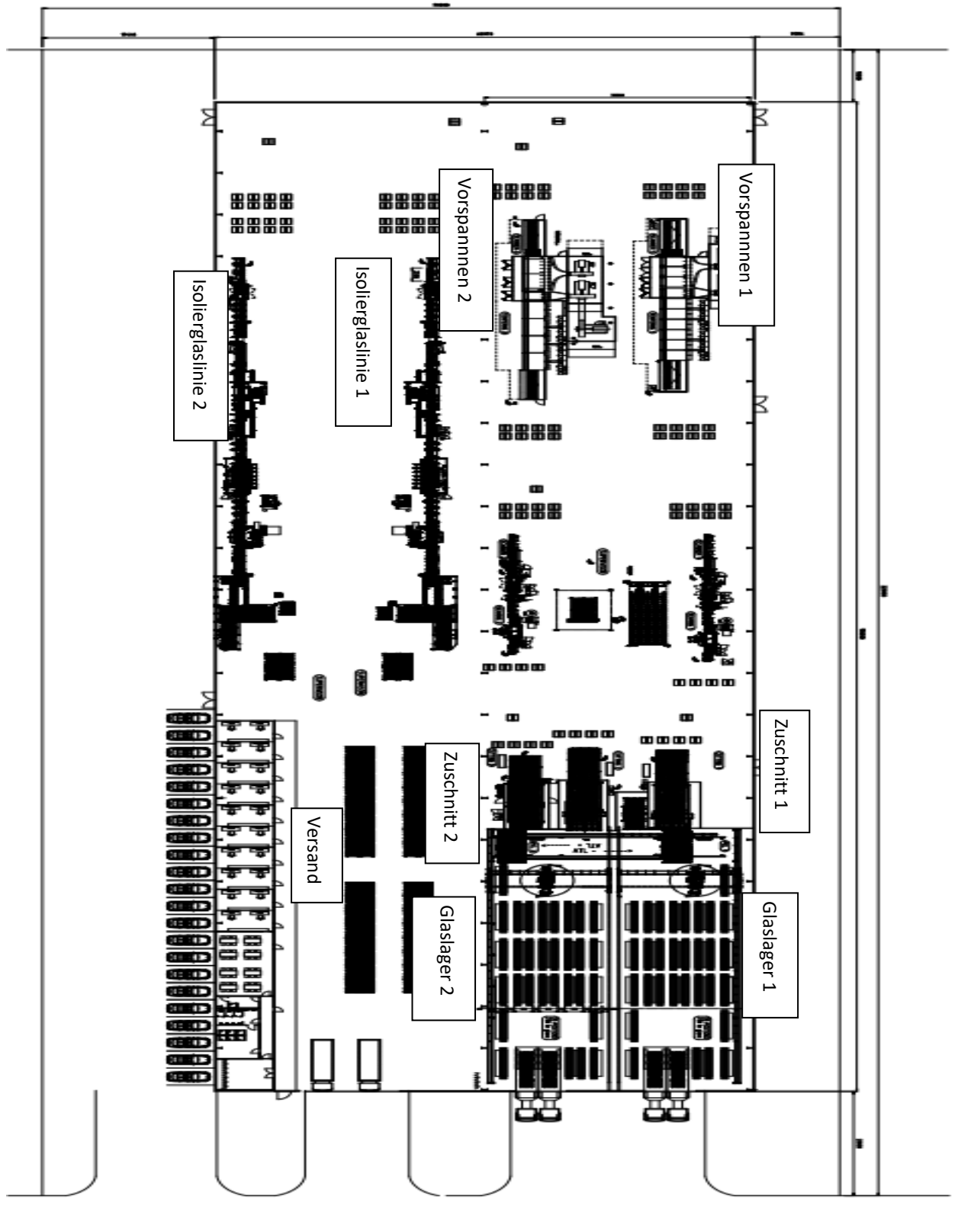


Abbildung 21 Layout teilautomatisierte Anlage

**Quantifizierung der teilautomatisierten Anlage:**

- Hallengröße: 220 x 60 m
- Anzahl Mitarbeiter: 30
- Serienproduktion 3.000 Isolierglaselemente pro Tag
- Durchschnittliche Elementgröße 0,9 m<sup>2</sup>
- Aufteilung 2-/3-fach Isolierglas → 30 % 2-fach, 70 % 3-fach
- Glaslager → 600 t Rohglas
- 2 x PKL – Systeme zur Glasbeladung
- 2 x Float - Glas Zuschnitte die Brechung erfolgt manuell
- 1 x VSG - Kombi- Zuschnittanlage
- 2 x KSR - Säumanlage manuelle Be- und Entladung
- 2 x Aeroflat Vorspannanlagen manuelle Be- und Entladung
- 2 x Isolierglaslinien manuelle Be- und Entladung

Das Aufbrechen der Gläser erfolgt manuell. Die Bediener müssen die Gläser auf den richtigen Lagerböcken abstellen und zum nächsten Produktionsschritt bringen. Hier werden die Gläser wieder manuell aufgestellt und abgenommen. Der Vorgang wiederholt sich von Produktionsschritt zu Produktionsschritt. Dadurch werden für die intralogistischen Aufgaben zusätzliche Mitarbeiter benötigt.

Die Ausrichtung und Anordnung der Anlagen ist jedoch ident mit der hochautomatisierten Lösung. Somit wird gewährleistet, dass die fehlenden Komponenten jederzeit nachgerüstet werden können.

## 5 Standortplanung für die Isolierglasproduktion

Die Standortwahl ist eine der wichtigsten Entscheidungen in der Fabrikplanung. Im Punkt Standortplanung wurden viele Einflussfaktoren abgeleitet. Hier soll nun mit Hilfe einer Nutzwertanalyse eine Entscheidung für den möglichen Standort getroffen werden.

Die Firma Stöger Isolierglas hat drei mögliche Standorte zur Auswahl vorgegeben. Es soll nun ermittelt werden, welcher Standort die beste Wahl ist.

Zur Auswahl stehen:

- Österreich, St. Pölten
- Polen, Warschau
- Rumänien, Cluje

### 5.1 Nutzwertanalyse Ordinal

Mit Hilfe der Nutzwertanalyse können komplexe Problemstellungen objektiv bewertet werden. Zunächst wird eine Hierarchie von Bewertungskriterien aufgebaut. Die verschiedenen Kriterien bekommen eine Gewichtung zugeteilt. Die Kriteriengewichte sind die Basis für die anschließende Nutzwertanalyse. Jeder Standort wird mit einem Beurteilungswert hinsichtlich seiner erreichten Zielerfüllung begutachtet. Der Nutzwert einer Alternative wird aus dem Produkt der Kriteriengewichte gebildet. Die Summe ergibt den Gesamtnutzungswert für die Standortalternative. Die Alternative mit dem maximalen Nutzwert ist zu wählen<sup>39</sup>.

---

<sup>39</sup> Grundig, Claus-Gerodl; Fabrikplanung

Standortfaktor		Standortalternativen			
Bezeichnung	Anforderungsprofil	Österreich	Polen	Rumänien	Gewichtung
<b>Global</b>					
Außenpolitik	Westlich orientierte Politik	sg	sg	G	7 %
Wirtschaftspolitik	Liberaler freier Handel	sg	sg	Sg	13 %
Finanzpolitik	Freier Kapitalverkehr	sg	sg	G	10 %
<b>Regional</b>					
Arbeitsmarkt	Verfügbarkeit der Arbeitskräfte	Sg	m	m	15 %
Verkehr	Straße, Schiene	Sg	m	s	7 %
Absatzmarkt	Geografische Nähe	Sg	s	ss	18 %
Behörden	Kooperationsbereitschaft	Sg	s	m	5 %
<b>Lokal</b>					
Gelände	Eben, fest, trocken	Ss	sg	g	2 %
Verkehr	Autobahn, Schnellstraße	Sg	g	s	10 %
Energie	Mind. 15KVA	G	g	g	10 %
Grundstückskosten	Erschlossen, max. € 70/m <sup>2</sup>	Ss	g	sg	3 %
	Punkte	9,2	6,5	5,055	100 %
ss - s - m - g - sg / ss = sehr schlecht 0 Punkte, s = schlecht 2,5 Punkte, m = mittel 5 Punkte / g = gut 7,5 Punkte / sg = sehr gut 10 Punkte					

Abbildung 22 Nutzwertanalyse

## 6 Investitionsrechnung für die Isolierglasproduktion

### 6.1 Auswertung der Rechenverfahren

Hier werden die unterschiedlichen Investitionsvarianten gegenübergestellt. Es werden bei jeder Auswertung die unterschiedlichen Standorte und die beiden unterschiedlichen Automatisierungsvarianten angeführt. Ziel ist es, mit Hilfe der Werkzeuge der Investitionsrechnung zu belegen, welche Variante die kosteneffektivste ist.

#### 6.1.1 Auswertung Gewinnvergleichsrechnung

Gewinnvergleichsrechnung der hochautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	14.852.638,00	14.921.436,00	14.951.648,00
Nutzungsdauer	7,00	7,00	7,00
Stück/Jahr	750.000,00	750.000,00	750.000,00
Zinssatz %	0,08	0,08	0,08
Restwert €	2.227.895,70	2.238.215,40	2.242.747,20
Erlös €/Jahr	16.425.000,00	16.425.000,00	16.425.000,00
Erlös €/Stück	21,90	21,90	21,90
Fixe Kosten €/Jahr	8.340.000,00	7.012.500,00	5.715.000,00
Fixe Kosten €/Stück	11,12	9,35	7,62
Variable Kosten €/Jahr	4.650.000,00	3.907.500,00	3.450.000,00
Variable Kosten €/Stück	6,20	5,21	4,60
Gewinn €/Jahr	719.089,05	2.776.508,85	4.525.984,37
Gewinn €/Stück	0,96	3,70	6,03

Abbildung 23 Gewinnvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage

Gewinnvergleichsrechnung der teilautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	12.352.638,00	12.421.436,00	12.451.648,00
Nutzungsdauer	7,00	7,00	7,00
Stück/Jahr	750.000,00	750.000,00	750.000,00
Zinssatz %	0,08	0,08	0,08
Restwert €	1.852.895,70	1.863.215,40	1.867.747,20
Erlös €/Jahr	16.425.000,00	16.425.000,00	16.425.000,00
Erlös €/Stück	21,90	21,90	21,90
Fixe Kosten €/Jahr	8.340.000,00	7.012.500,00	5.715.000,00
Fixe Kosten €/Stück	11,12	9,35	7,62
Variable Kosten €/Jahr	5.400.000,00	4.425.000,00	4.155.000,00
Variable Kosten €/Stück	7,20	5,90	5,54
Gewinn €/Jahr	487.995,10	2.778.258,88	4.340.385,46
Gewinn €/Stück	0,65	3,70	5,79

Abbildung 24 Gewinnvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage

Die geringeren Produktionskosten, durch weniger Mitarbeiter, kompensieren die höheren Anschaffungskosten. Die hochautomatisierte Anlage in Rumänien hat die höchsten Gewinne bezogen auf ein Stück.



## 6.1.2 Auswertung Kostenvergleichsrechnung

Kostenvergleichsrechnung der hochautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	14.852.638,00	14.921.436,00	14.951.648,00
Nutzungsdauer	7,00	7,00	7,00
Stück/Jahr	750.000,00	750.000,00	750.000,00
Zinssatz %	0,08	0,08	0,08
Restwert €	2.227.895,70	2.238.215,40	2.242.747,20
Erlös €/Jahr	16.425.000,00	16.425.000,00	16.425.000,00
Erlös €/Stück	21,90	21,90	21,90
Fixe Kosten €/Jahr	8.340.000,00	7.012.500,00	5.715.000,00
Fixe Kosten €/Stück	11,12	9,35	7,62
Variable Kosten €/Jahr	4.650.000,00	3.907.500,00	3.667.500,00
Variable Kosten €/Stück	6,20	5,21	4,89
Gesamte Kosten €/Jahr	15.631.647,76	13.573.883,97	12.041.757,39
Gesamte Kosten €/Stück	20,84	18,10	16,06

Abbildung 25 Kostenvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage

Kostenvergleichsrechnung der teilautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	12.352.638,00	12.421.436,00	12.451.648,00
Nutzungsdauer	7,00	7,00	7,00
Stück/Jahr	750.000,00	750.000,00	750.000,00
Zinssatz %	0,08	0,08	0,08
Restwert €	1.852.895,70	1.863.215,40	1.867.747,20
Erlös €/Jahr	16.425.000,00	16.425.000,00	16.425.000,00
Erlös €/Stück	21,90	21,90	21,90
Fixe Kosten €/Jahr	8.340.000,00	7.012.500,00	5.715.000,00
Fixe Kosten €/Stück	11,12	9,35	7,62
Variable Kosten €/Jahr	5.400.000,00	4.425.000,00	4.155.000,00
Variable Kosten €/Stück	7,20	5,90	5,54
Gesamte Kosten €/Jahr	15.937.004,90	13.646.741,12	12.084.614,54
Gesamte Kosten €/Stück	21,25	18,20	16,11

Abbildung 26 Kostenvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage

Die geringsten Kosten pro Stück treten bei der Investition der hochautomatisierten Anlage in Rumänien auf.

Auch bei dieser Betrachtung muss der Standort Rumänien gewählt werden.

### 6.1.3 Auswertung Rentabilitätsvergleichsrechnung

Rentabilitätsvergleichsrechnung der hochautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	14.852.638,00	14.921.436,00	14.951.648,00
Gewinn €/Jahr	719.089,05	2.776.508,85	4.308.484,37
kalk. Zinsen €	594.105,52	596.857,44	598.065,92
Rentabilität %	17,68	45,22	65,63

Abbildung 27 Rentabilitätsvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage

Rentabilitätsvergleichsrechnung der teilautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	12.352.638,00	12.421.436,00	12.451.648,00
Gewinn €/Jahr	487.995,10	2.778.258,88	4.340.385,46
kalk. Zinsen €	494.105,52	496.857,44	498.065,92
Rentabilität %	15,90	52,73	77,72

Abbildung 28 Rentabilitätsvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage

Da bei der Rentabilitätsrechnung das Verhältnis zwischen Gewinn und gebundenem Kapital betrachtet wird, ist hier die teilautomatisierte Anlage in Rumänien die beste Variante.

### 6.1.4 Auswertung Amortisationsvergleichsrechnung

Amortisationsvergleichsrechnung der hochautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	14.852.638,00	14.921.436,00	14.951.648,00
Gewinn €/Jahr	719.089,05	2.776.508,85	4.308.484,37
kalk. Zinsen €	594.105,52	596.857,44	598.065,92
AFA €	2.121.805,43	2.131.633,71	2.135.949,71
Amortisation in Jahren	4,32	2,71	2,12

Abbildung 29 Amortisationsvergleichsrechnung hochautomatisierte Anlage

Amortisationsvergleichsrechnung der teilautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	12.352.638,00	12.421.436,00	12.451.648,00
Gewinn €/Jahr	487.995,10	2.778.258,88	4.340.385,46
kalk. Zinsen €	494.105,52	496.857,44	498.065,92
AFA €	1.764.662,57	1.774.490,86	1.778.806,86
Amortisation in Jahren	4,50	2,46	1,88

Abbildung 30 Amortisationsvergleichsrechnung teilautomatisierte Anlage

Auch hier ist der Standort Rumänien die beste Entscheidung. Jedoch amortisiert sich die teilautomatisierte Anlage am schnellsten. Die geringe Investitionssumme wirkt sich jedoch positiv auf die Amortisationszeit aus.

### 6.1.5 Auswertung Total Cost of Ownership

<b>Total Cost of Ownership hochautomatisierte Anlage</b>				
Position		Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert	€	14.852.638,00	14.921.436,00	14.951.648,00
Gebäude und Infrastruktur	€	1.485.263,80	1.044.500,52	747.582,40
Anschaffung gesamt	€	16.337.901,80	15.965.936,52	15.699.230,40
Produktionsstunden	h/a	4.000,00	4.000,00	4.000,00
Effizienz	%	0,95	0,95	0,95
effektive Produktionszeit	h/a	3.800,00	3.800,00	3.800,00
Nutzungsdauer	Jahre	7,00	7,00	7,00
Restwert	€	2.450.685,27	1.596.593,65	1.569.923,04
Abschreibung / Produktionsstunde	€/h	522,08	540,20	531,18
Zinssatz	%	0,08	0,08	0,08
kalkulatorische Zinsen	€/h	171,98	168,06	165,26
Kosten Wasser/ Druckluft	€/h	18,25	16,25	16,75
Kosten Elektrizität	€/h	445,25	356,20	356,20
Wartungskosten %	%	1,00	3,00	3,00
Wartungskosten / Jahr	€/a	148.526,38	447.643,08	448.549,44
Wartungskosten / Stunde	€/h	39,09	117,80	118,04
Gesamte Betriebskosten	€/h	1.196,64	1.198,51	1.187,42
Anzahl Mitarbeiter		30,00	30,00	30,00
Lohn / Mitarbeiter	€/a	44.030,00	24.540,00	12.300,00
Löhne / Jahr gesamt	€/a	1.320.900,00	736.200,00	369.000,00
Löhne / Stunde	€/h	330,23	184,05	92,25
Gesamte Betriebskosten inkl. Löhne	€/h	1.526,86	1.382,56	1.279,67
Materialkosten / Stück	€/Stk	11,05	11,05	11,05
Materialkosten / Stunde	€/h	2.078,15	2.078,15	2.078,15
durchschnittliche Produktgröße	m <sup>2</sup>	0,90	0,90	0,90
Taktzeit	s/Stk	19,15	19,15	19,10
Produktionskosten / Stunde		3.605,02	3.460,72	3.357,82
Produktionskosten / Stück		19,18	18,41	17,86

Abbildung 31 TCO hochautomatisierte Anlage

<b>Total Cost of Ownership teilautomatisierte Anlage</b>				
<b>Position</b>		<b>Österreich</b>	<b>Polen</b>	<b>Rumänien</b>
Anschaffungswert	€	12.352.638,00	12.421.436,00	12.451.648,00
Gebäude und Infrastruktur	€	1.235.263,80	869.500,52	622.582,40
<b>Anschaffung gesamt</b>	<b>€</b>	<b>13.587.901,80</b>	<b>13.290.936,52</b>	<b>13.074.230,40</b>
Produktionsstunden	h/a	4.000,00	4.000,00	4.000,00
Effizienz	%	0,95	0,95	0,95
effektive Produktionszeit	h/a	3.800,00	3.800,00	3.800,00
Nutzungsdauer	Jahre	7,00	7,00	7,00
Restwert	€	2.038.185,27	1.329.093,65	1.307.423,04
<b>Abschreibung / Produktionsstunde</b>	<b>€/h</b>	<b>434,20</b>	<b>449,69</b>	<b>442,36</b>
Zinssatz	%	8,00	8,00	8,00
kalkulatorische Zinsen	€/h	143,03	139,90	137,62
<b>Kosten Wasser/ Druckluft</b>	<b>€/h</b>	<b>18,25</b>	<b>16,25</b>	<b>16,75</b>
Anschlussleistung	kVA	6.850,00	6.850,00	6.850,00
Stromkosten	€/kWh	0,10	0,08	0,08
Gleichzeitigkeitsfaktor		0,65	0,65	0,65
<b>Kosten Elektrizität</b>	<b>€/h</b>	<b>445,25</b>	<b>356,20</b>	<b>356,20</b>
Wartungskosten %	%	0,01	0,03	0,03
Wartungskosten / Jahr	€/a	154.407,98	310.535,90	311.291,20
<b>Wartungskosten / Stunde</b>	<b>€/h</b>	<b>40,63</b>	<b>81,72</b>	<b>81,92</b>
<b>Gesamte Betriebskosten</b>	<b>€/h</b>	<b>1.081,36</b>	<b>1.043,77</b>	<b>1.034,85</b>
<b>Löhne / Stunde</b>	<b>€/h</b>	<b>660,45</b>	<b>368,10</b>	<b>184,14</b>
<b>Gesamte Betriebskosten inkl. Löhne</b>	<b>€/h</b>	<b>1.741,81</b>	<b>1.411,87</b>	<b>1.218,99</b>
<b>Materialkosten / Stück</b>	<b>€/Stk</b>	<b>11,05</b>	<b>11,05</b>	<b>11,05</b>
<b>Materialkosten / Stunde</b>	<b>€/h</b>	<b>2.078,15</b>	<b>2.078,15</b>	<b>2.078,15</b>
durchschnittliche Produktgröße	m <sup>2</sup>	0,90	0,90	0,90
Taktzeit	s/Stk	19,15	19,15	19,15
<b>Produktionskosten / Stunde</b>		<b>3.819,97</b>	<b>3.490,02</b>	<b>3.297,15</b>
<b>Produktionskosten / Stück</b>		<b>20,32</b>	<b>18,56</b>	<b>17,54</b>

Abbildung 32 TCO teilautomatisierte Anlage

Aufgrund der hohen Lohnkosten sind die Produktionskosten am Standort Österreich höher im Vergleich zu den anderen wählbaren Standorten. Durch die geringere Investitionssumme und die geringen Lohnkosten ist hier der Standort Rumänien die beste Wahl.

### 6.1.6 Auswertung mit der Kapitalwertmethode

Kapitalbarwertmethode der hochautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	14.852.638,00	14.921.436,00	14.951.648,00
Nutzungsdauer	7,00	7,00	7,00
Zinssatz %	0,08	0,08	0,08
Restwert €	2.227.895,70	2.238.215,40	2.242.747,20
1. Jahr	2.385.416,67	3.313.194,44	4.238.541,67
2. Jahr	2.208.719,14	3.539.737,65	3.924.575,62
3. Jahr	2.454.132,37	3.277.534,87	3.633.866,31
4. Jahr	2.272.344,79	3.034.754,50	3.364.691,03
5. Jahr	2.104.022,95	2.809.957,87	3.115.454,66
6. Jahr	1.948.169,40	2.601.812,85	2.884.680,24
7. Jahr	1.803.860,56	2.409.085,97	2.671.000,22
Kapitalbarwert	2.551.923,58	8.302.857,56	11.123.908,94

Abbildung 33 Kapitalbarwertmethode hochautomatisierte Anlage

Kapitalbarwertmethode der teilautomatisierten Anlagen:			
	Österreich	Polen	Rumänien
Anschaffungswert €	12.352.638,00	12.421.436,00	12.451.648,00
Nutzungsdauer	7,00	7,00	7,00
Zinssatz %	0,08	0,08	0,08
Restwert €	1.852.895,70	1.863.215,40	1.867.747,20
1. Jahr	1.864.583,33	3.001.736,11	3.945.138,89
2. Jahr	1.726.466,05	3.206.983,02	2.779.385,29
3. Jahr	1.918.295,61	2.969.428,73	2.573.504,90
4. Jahr	1.776.199,64	2.749.471,04	2.749.471,04
5. Jahr	1.644.629,30	2.545.806,52	2.545.806,52
6. Jahr	1.522.804,90	2.357.228,26	2.357.228,26
7. Jahr	1.410.004,54	2.182.618,76	2.182.618,76
Kapitalbarwert	1.363.241,07	8.455.051,85	8.549.252,86

Abbildung 34 Kapitalbarwertmethode teilautomatisierte Anlage

Die geringen Lohnkosten und der hohe Automatisierungsgrad machen die Anlage in Rumänien zur besten Lösung.

### 6.1.7 Vollständiger Finanzplan hochautomatisierte Anlage

Vollständiger Finanzplan der hochautomatisierten Anlage								
Österreich								
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
Anschaffungswert	14.852.638,00							
Restwert	2.227.895,70							
Anfangsbestand	14.852.638,00	-14.702.638,00	-12.998.628,14	-10.746.058,47	-8.106.816,83	-4.911.489,52	-1.002.282,22	2.652.690,80
Fixkosten	8.340.000,00	8.019.230,77	7.710.798,82	7.414.229,63	7.129.066,95	6.854.872,07	6.591.223,14	6.337.714,56
Variable Kosten	4.650.000,00	4.471.153,85	4.299.186,39	4.299.186,39	4.133.833,07	3.821.961,05	3.674.962,54	3.533.617,83
Sollzinsen		-588.105,52	-519.945,13	-429.842,34	-324.272,67	-196.459,58	-40.091,29	106.107,63
Habenzinsen								
Erlöse	13.140.000,00	14.782.500,00	14.782.500,00	14.782.500,00	14.782.500,00	14.782.500,00	13.961.250,00	13.140.000,00
Restwert								1.693.017,63
Finanzsaldo	- 14.702.638,00	-12.998.628,14	-10.746.058,47	-8.106.816,83	-4.911.489,52	-1.002.282,22	2.652.690,80	7.720.483,67

Vollständiger Finanzplan der hochautomatisierten Anlage								
Polen								
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
Anschaffungswert	14.921.436,00							
Variable Kosten	3.907.500,00	3.757.211,54	3.612.703,40	3.612.703,40	3.473.753,27	3.211.680,17	3.088.154,01	2.969.378,86
Sollzinsen		-442.357,44	-353.170,20	-249.242,99	-135.872,26	-36.790,92	81.817,74	
Habenzinsen								107.546,66
Erlöse	14.782.500,00	13.304.250,00	13.304.250,00	13.304.250,00	12.565.125,00	12.565.125,00	12.565.125,00	11.826.000,00
Restwert								1.488.541,07
Finanzsaldo	- 11.058.936,00	-8.829.254,98	-6.231.074,66	-3.396.806,42	-919.773,00	2.045.443,61	5.377.333,03	9.725.238,65

Vollständiger Finanzplan der hochautomatisierten Anlage								
Rumänien								
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
Anschaffungswert	14.951.648,00							
Restwert	2.242.747,20							
Anfangsbestand	14.951.648,00	-10.372.898,00	-7.352.072,40	-3.964.919,80	-334.573,64	2.978.935,16	6.685.117,77	10.712.647,65
Fixkosten	5.715.000,00	5.602.941,18	5.493.079,58	5.385.372,14	5.279.776,61	5.176.251,58	5.074.756,45	4.975.251,42
Variable Kosten	3.667.500,00	3.526.442,31	3.390.809,91	3.390.809,91	3.260.394,15	3.014.417,66	2.898.478,52	2.786.998,58
Sollzinsen		-414.915,92	-294.082,90	-158.596,79	-13.382,95			
Habenzinsen						29.789,35	133.702,36	214.252,95
Erlöse	13.961.250,00	12.565.125,00	12.565.125,00	12.565.125,00	11.867.062,50	11.867.062,50	11.867.062,50	11.169.000,00
Restwert								1.491.554,98
Finanzsaldo	- 10.372.898,00	-7.352.072,40	-3.964.919,80	-334.573,64	2.978.935,16	6.685.117,77	10.712.647,65	15.825.205,58

Abbildung 35 Vollständiger Finanzplan hochautomatisierte Anlage



Vollständiger Finanzplan der teilautomatisierten Anlage								
Österreich								
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
Anschaffungswert	12.352.638,00							
Restwert	1.852.895,70							
Anfangsbestand	12.352.638,00	-12.952.638,00	-11.899.781,98	-10.296.675,63	-8.332.875,83	-5.813.338,16	-2.382.249,99	672.433,43
Fixkosten	8.340.000,00	8.019.230,77	7.710.798,82	7.414.229,63	7.129.066,95	6.854.872,07	6.591.223,14	6.337.714,56
Variable Kosten	5.400.000,00	5.192.307,69	4.992.603,55	4.992.603,55	4.800.580,34	4.438.406,38	4.267.698,44	4.103.556,19
Sollzinsen		-518.105,52	-475.991,28	-411.867,03	-333.315,03			
Habenzinsen						-58.133,38	-47.645,00	13.448,67
Erlöse	13.140.000,00	14.782.500,00	14.782.500,00	14.782.500,00	14.782.500,00	14.782.500,00	13.961.250,00	13.140.000,00
Restwert								1.232.281,47
Vollständiger Finanzplan der teilautomatisierten Anlage								
Polen								
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
Anschaffungswert	12.421.436,00							
Variable Kosten	4.425.000,00	4.254.807,69	4.091.161,24	4.091.161,24	3.933.808,89	3.637.027,45	3.497.141,78	3.362.636,32
Sollzinsen		-363.057,44	-290.602,05	-203.310,42	-107.240,70	-25.416,33		
Habenzinsen							38.316,72	95.904,73
Erlöse	14.782.500,00	13.304.250,00	13.304.250,00	13.304.250,00	12.565.125,00	12.565.125,00	12.565.125,00	11.826.000,00
Restwert								1.239.144,66
Finanzsaldo	- 9.076.436,00	-7.265.051,13	-5.082.760,50	-2.681.017,53	-635.408,17	1.915.835,75	4.795.236,37	8.488.846,18
Vollständiger Finanzplan der teilautomatisierten Anlage								
Rumänien								
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
Anschaffungswert	12.451.648,00							
Restwert	1.867.747,20							
Anfangsbestand	12.451.648,00	-8.360.398,00	-5.727.822,40	-2.726.420,95	502.744,00	3.406.304,90	6.716.071,75	10.358.942,38
Fixkosten	5.715.000,00	5.602.941,18	5.493.079,58	5.385.372,14	5.279.776,61	5.176.251,58	5.074.756,45	4.975.251,42
Variable Kosten	4.155.000,00	3.995.192,31	3.841.531,07	3.841.531,07	3.693.779,87	3.415.107,13	3.283.756,85	3.157.458,51
Sollzinsen		-334.415,92	-229.112,90	-109.056,84				
Habenzinsen					10.054,88	34.063,05	134.321,43	207.178,85
Erlöse	13.961.250,00	12.565.125,00	12.565.125,00	12.565.125,00	11.867.062,50	11.867.062,50	11.867.062,50	11.169.000,00
Restwert								1.242.158,56
Finanzsaldo	- 8.360.398,00	-5.727.822,40	-2.726.420,95	502.744,00	3.406.304,90	6.716.071,75	10.358.942,38	14.844.569,85

Abbildung 36 Vollständiger Finanzplan teilautomatisierte Anlage

Auch hier ist die hochautomatisierte Anlage in Rumänien die beste Wahl. Die Amortisationszeit mit der teilautomatisierten Anlage ist zwar kürzer, jedoch ist der wertmäßige Erfolg über den gesamten Betrachtungszeitraum mit der hochautomatisierten Anlage höher.

## 7 Schluss

Ziel der Arbeit war es den idealen Standort für die neue Isolierglasproduktion der Firma Stöger Isolierglas zu finden. Zuerst wurde mit einer Nutzwertanalyse versucht ein Ergebnis zu erreichen. Bei dieser Betrachtung wäre Österreich die beste Wahl für den Standort gewesen. Die geographische Lage, die gute Infrastruktur, Behörden usw. lassen den Standort Österreich als die beste Wahl erscheinen. Wird jedoch der Fokus auf die Kosten gelegt, verliert der Standort Österreich sehr schnell an Attraktivität.

Die hohen Lohnkosten schlagen sich negativ auf das Produkt nieder. Die geographischen Vorteile werden durch die höheren Produktionskosten relativiert und verlieren an Stärke. Bei der hochautomatisierten Anlage kommt dies nicht so stark zum Tragen wie bei der teilautomatisierten Anlage, bei welcher das doppelte Personal benötigt wird.

### 7.1 Ergebnis

Es wurden folgende Lösungsansätze für die Feststellung der besten Variante für Stöger Isolierglas ausgearbeitet:

- Nutzwertanalyse,
- Kostenvergleichsrechnung,
- Gewinnvergleichsrechnung,
- Rentabilitätsvergleichsrechnung,
- Amortisationsvergleichsrechnung,
- Total Cost of Ownership,
- Kapitalbarwertmethode,
- Methode vollständiger Finanzplan.

Bei den unterschiedlichen Berechnungsmodellen kam es zu folgendem Ergebnis:

Zuerst wurde mit der Nutzwertanalyse versucht eine Standortentscheidung zu treffen. Österreich war hier die beste Wahl. Es wurden die Einflussfaktoren ermittelt und bewertet. Durch eine unterschiedliche Gewichtung der Faktoren erhielten diese mehr oder weniger Einfluss am Ergebnis. Die Rangreihenfolge war:

- Österreich,
- Polen,
- Rumänien.

Bei den Investitionskostenverfahren kam jedoch ein anderes Ergebnis zum Vorschein.

---

Bei der Auswertung der Kostenvergleichsrechnung wurde festgestellt, dass die Stückkosten der hochautomatisierten Anlage geringer sind als bei der teilautomatisierten Anlage. Die höheren Lohnkosten wirken sich negativ auf die Stückkosten aus. Die geringsten Stückkosten treten bei der hochautomatisierten Anlage in Rumänien auf.

→ hochautomatisierte Anlage Rumänien

Bei der Gewinnvergleichsrechnung ist das Ergebnis ähnlich. Der höchste Gewinn pro Stück entsteht bei der hochautomatisierten Anlage in Rumänien. Die hohe Stückzahl der Produktion relativiert die höheren Anschaffungskosten.

→ hochautomatisierte Anlage Rumänien

Bei der Rentabilitätsvergleichsrechnung wird das gebundene Kapital mit dem möglichen Gewinn in ein Verhältnis gesetzt. Hier ist auch aufgrund der geringeren Anschaffungskosten die teilautomatisierte Anlage in Rumänien zu wählen.

→ teilautomatisierte Anlage Rumänien

Bei der Amortisationsvergleichsrechnung ist aufgrund der geringeren Investitionssumme die teilautomatisierte Anlage in Rumänien die beste Wahl.

→ teilautomatisierte Anlage Rumänien

Mit Hilfe der Total Cost of Ownership Rechnung wurde ermittelt, dass die geringsten Stückkosten bei der teilautomatisierten Anlage in Rumänien entstehen. Durch die hohen Lohnkosten ist am Standort Österreich ein Element um € 1,51 teurer. In Polen ist das Element um 58 Cent teurer als in Rumänien.

→ teilautomatisierte Anlage Rumänien

Bei der Prüfung mit der Kapitalbarwertmethode ist die hochautomatisierte Anlage in Rumänien die beste Wahl. Bei diesem dynamischen Modell werden die unterschiedlichen zu erwartenden Erlöse abgezinst und am Ende addiert. Aufgrund der unterschiedlichen Bewertung der Jahre ist die Bewertung sehr aussagekräftig.

→ hochautomatisierte Anlage Rumänien

Bei der Anwendung vom vollständigen Finanzplan ist auch die hochautomatisierte Anlage in Rumänien die beste Wahl. Hier ist auch sehr gut ersichtlich, dass sich die teilautomatisierte Anlage in Rumänien zwar schneller amortisiert. Der Gesamterfolg über den gesamten Betrachtungszeitraum ist aber bei der hochautomatisierten Anlage höher.

→ hochautomatisierte Anlage Rumänien

Übersicht der Auswertung			
	Österreich	Polen	Rumänien
Gv. ha. Anlage	719.089,05	2.776.508,85	4.525.984,37
Gv. ta. Anlage	487.995,10	2.778.258,88	4.340.385,46
Kvgl. ha. Anlage	15.631.647,76	13.573.883,97	12.041.757,39
Kvgl. ta. Anlage	15.937.004,90	13.646.741,12	12.084.614,54
Rvgl. ha. Anlage	17,68	45,22	68,54
Rvgl. ta. Anlage	15,90	52,73	77,72
Avgl. ha Anlage	4,32	2,71	2,06
Avgl. ta Anlage	4,50	2,46	1,88
TCO ha. Anlage	19,18	18,41	17,86
TCO ta. Anlage	20,32	18,56	17,54
Kw. ha. Anlage	2.551.923,58	8.302.857,56	11.859.959,51
Kw. ta. Anlage	1.363.241,07	8.455.051,85	8.549.252,86
VF.ha. Anlage	7.720.483,67	9.725.238,65	17.517.870,33
VF.ta. Anlage	4.616.892,81	8.488.846,18	14.844.569,85

Abbildung 37 Investitionsübersicht

Da in 4 von 7 Fällen die hochautomatisierte Anlage in Rumänien die beste Lösung ist, wird Stöger Isolierglas dieser Standort empfohlen.

---

## Literaturverzeichnis

- 1) Wirtschaftskammer Österreich Jahresbericht 2016
- 2) Lisec 2017 Firmenpräsentation
- 3) Hirth, Hans: Grundzüge der Finanzierung und Investition
- 4) Grundig, Klaus-Gerold: Fabrikplanung, S. 11
- 5) Wirth, S.: Fabrik – Ort innovativer und kreativer Wertschöpfung, S. 691-694
- 6) Bracht, U.: Dörrer, T.: Wissensbasierte Evaluierung künftiger Produktstrategien, S.18-22
- 7) Grundig, Claus-Gerold: Fabrikplanung, S. 36-39
- 8) Wiendahl, H.-P.: Grundlagen der Fabrikplanung
- 9) Kettner H.; Leitfaden der systematischen Fabrikplanung
- 10) Wöhe; Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 256
- 11) Lüder, Klaus: Unternehmerische Standortplanung und regionale Wirtschaftsförderung
- 12) Sieren, F.: The China Management
- 13) Maßmann M.: Kapazitierte stochastisch-dynamische Facility-Location-Planung
- 14) Wöhe: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, S. 257
- 15) Devereux/Griffith Modell vgl. Spengel, C: Unternehmensbesteuerung, S. 59
- 16) Poggensee, Kay: Investitionsrechnung Grundlagen-Aufgaben-Lösungen
- 17) Lücke, W.: Investitionslexikon, S. 151
- 18) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 10
- 19) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 12
- 20) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 14
- 21) Spielberger, M.: Investitionskontrolle, S. 16
- 22) Sierke, B.R.A.; Investitionscontrolling, S. 94

- 
- 23) Pack, L.: Unternehmensführung
  - 24) Perridon L.; Steiner, M.: Finanzwirtschaft, S. 42
  - 25) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 122
  - 26) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 125
  - 27) Blohm, H.; Lüder, K.: Investition, S. 167
  - 28) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 128
  - 29) Perridon L.; Steiner, M.: Finanzwirtschaft, S. 53
  - 30) Kern, W.: Investitionsrechnung, S. 130
  - 31) Heihold, M.: Investitionsrechnung, S. 75
  - 32) Laßmann, G.: Betriebswirtschaftstheorie, S. 47
  - 33) Götze, Uwe: Götze Investition, S. 93
  - 34) Horst, K.W.: Investitionsplanung, S. 70
  - 35) Lüder, K.: Investition, S. 86
  - 36) Lüder, K.: Investition, S. 89
  - 37) Lüder, K.: Investition, S.117
  - 38) Grob, H.: Investitionsrechnung, S. 5
  - 39) Grob, H.: Investitionsrechnung, S.11

...

## **Eigenständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Winklarn, 22.08.2017

Ing. Johann Stöger