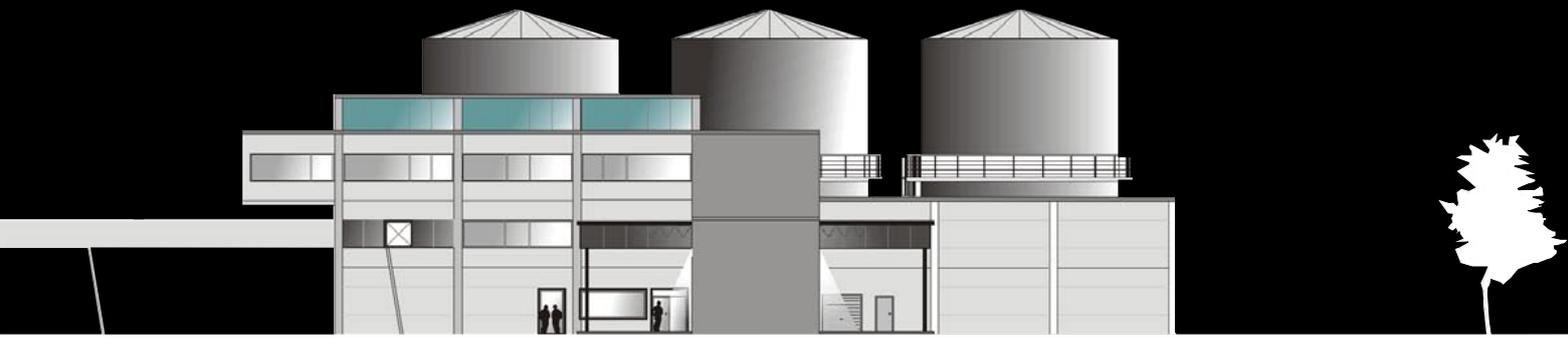


# BIOENERGIEPARK



am Beispiel der Stadt  
Zeil am Main

# BIOENERGIEPARK

am Beispiel der Stadt  
Zeil am Main

Universität Kassel

Fachbereich 06  
Architektur Stadt-  
und Landschaftsplanung

Projektarbeit  
Wintersemester 2006 / 2007  
Sommersemester 2007

Bearbeitung:  
Patrycja Hausmann  
Jens Krug  
Richard Lindner  
Carsten Schmidt  
Christian Walig

Betreuung:  
V-Prof. Dipl.-Ing. Michael Prytula  
Prof. Dipl.-Ing. Wigbert Riehl

Die anhaltende Diskussion über den Rückgang fossiler Brennstoffe und eine Zunahme schädlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen die Alternativen im Anbau regenerativer Energieträger suchen. Deren Verwendung als Ersatz für Öl und Festbrennstoffe werden so immer mehr unter wirtschaftlichen Betrachtungen gesehen und verwirklicht.

Durch die zunehmende Nachfrage, gerade im Bereich der Öle und flüssigen Kraftstoffe, ist ein Markt entstanden, der sich durch innovative Technologien und Nachhaltigkeit im Bezug auf Konzeptionierung und Planung auszeichnet.

Biodiesel aus Raps, Soja oder Altfetten ist nach heutigen Normen von den führenden Automobilherstellern für ihre Fahrzeuge freigegeben, sodass eine Verwendung dieser neuen Kraftstoffe neben dem Umweltaspekt, dem ausgeglichenen CO<sub>2</sub>-Haushalt, auch ein finanzieller Aspekt, dank eines geringeren Preises pro Liter, von Vorteil ist.

So wie die Technik bei der Gewinnung dieser Öle aus Raps, Soja und Co sich im Laufe der Zeit verfeinert und somit an Effizienz gewonnen hat, so ist auch in der Umwandlung der Pflanzenöle in Biodiesel ein kontrollierter und normierter Bereich geworden, der seinerseits an innovativen Systemen und an vollständiger Verwertung der Nebenprodukte interessiert ist.

Gerade die Nebenprodukte der Ölgewinnung sind für eine weitere Verwertung im Bereich der Futtermittelindustrie, sowie der Umsetzung in Großfeuerungsanlagen prädestiniert.

Aber auch der Endverbraucher kann mit heutigen Pellet-Feuerungsanlagen diese Nebenprodukte durchaus als günstige Alternative zu Kohle oder Erdöl verwenden, um so seinen Beitrag zu einer ausgeglichenen CO<sub>2</sub>-Bilanz zu leisten und seinen Geldbeutel mit geringen Fixkosten entlasten.

Im Rahmen einer studentischen Arbeit wurde an dem Beispiel einer fiktiven Anlage in dem Ort Zeil am Main, die Konzeptionierung und Entwurfsplanung, unter der Maßgabe der Wirtschaftlichkeit und hoher Effizienz, durchgeführt.

Ein wichtiger Bestandteil dieser Konzeptionierung war der Aspekt eines möglichst geschlossenen Systems der Energieversorgung, sodass benötigte Energie an anderen Orten der Anlage (BHKW) produziert wird, um so eine hohe Effektivität zu erreichen.

Durch wirtschaftliche Betrachtungen, im Zusammenhang mit Flächennutzen und Konkurrenzen in Agrarflächen wurde dieser Standort durch seine Lage interessant.

Die direkte Anbindung an den Main, als wichtigen Schifffahrtsweg, und die Lage an einer größten Nord-Süd BAB-Verbindungen, sowie einem eigenen Bahnanschluss lassen auch im Rahmen der Verkehrsanbindungen keine Wünsche offen und sind somit wichtige Grundlagen für die Dimensionierung der Anlage gewesen.

Ebenfalls waren als Maßgabe der Planung die Umsetzung der Stoffströme und die zugrunde liegenden Massenermittlungen ein Grundaspekt in der Konzeptionierung der Gebäudestruktur.

Ein Entwurf, der diese Aspekte vereint und in eine Struktur bindet, musste auch den wirtschaftlich orientierten Industriebau gerecht werden, ohne dabei seine exponierte Position als innovative und nachhaltige Konzeption entsagen zu müssen.

Durch äußerliche Zeichensetzung wurde die Struktur mit einer Auskrugung versehen und einer Schiffsbrücke gleich wegweisend aus dem Bauwerk herausgehoben. Durch die Anlehnung dieser Brücke an den Main als Schifffahrtsweg, wie auch das Konzept des Bioenergieparks als innovatives und nachhaltiges Element, soll diese Brücke eine Führung in eine bessere Zukunft versinnbildlichen.

## **Vorwort**

### **1 Einleitung**

1.1 Projektanlaß	8
1.2 Arbeitsmethode und Projektverlauf	9
1.3 Konzept Bioenergiepark	10

### **2 Grundlagen, Analysen, Bewertungen**

<i>2.1 Politische und wirtschaftliche Aspekte</i>	11
2.1.1 Absatzmöglichkeiten der Haupt- und Nebenprodukte	
2.1.2 Betriebswirtschaftliche Aspekte	12
<i>2.2 Rohstoffe</i>	
2.2.1 Regionale Rohstoffsituation	13
2.2.2 Europäische Rohstoffsituation	15
2.2.3 Globale Rohstoffsituation	16
<i>2.3 Standortbeschreibung, planerische Analyse und Bewertung</i>	18
2.3.1 Gebietsbeschreibung und Erschließung	
2.3.2 Potenziale zur Einbindung möglicher Fernwärmekunden	21
2.3.3 Einzelstandorte	22
2.3.4 Gewichtung	24
2.3.5 Bewertung und Standortentscheidung	26
<i>2.4 Technische Grundlagen</i>	28
2.4.1 Ölmühle	
2.4.2 Biodiesel	31
<i>2.5 Ökologische Bewertung</i>	34

### **3 Stoffflüsse und Funktionszusammenhänge**

3.1 Rohstoff- und Produktlogistik	
3.2 Interne Stoff- und Medienströme	37

### **4. Entwurf**

4.1 Vorentwurf, Flächenlayout für Gebäude und Anlieferung	
4.2 Funktionales Konzept	40
4.3 Konstruktives Konzept	45

4.4 Ästhetisches Konzept	48
4.5 Städtebauliches Gesamtkonzept	49
4.6 Ansichten, Schnitte, Grundrisse	50
4.7 Details	58
4.8 Renderings, Modellfotos, Photorealistische Darstellungen	61

## **5. Quellenverzeichnis** 64

5.1 Literatur	
5.2 Internetadressen	
5.3 Interviewpartner	
5.4 Fotos	

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 01: Ablauf Biodiesel und Ölmühle mit ihren Endprodukten	11
Abb. 02: Amortisationszeitraum von Biodieselanlagen	12
Abb. 03: Rapsanbau Regional 2004 [in ha]	13
Abb. 04: Verwendung von Rapsöl in Deutschland [Jahr 2006]	13
Abb. 05: Rapsimporte nach Deutschland (2004) [in 1.000 T]	14
Abb. 06: Rapsanbau in Europa (2004) [in 1.000 T]	15
Abb. 07: Rapsanbau Weltweit (2004) [in 1.000 ha]	16
Abb. 08: Sonnenblume Weltweit (2005) [in 1.000 T]	16
Abb. 09: Sojabohnenanbau Weltweit (2004) [in 1.000 T]	17
Abb. 10: Schwarzplan	18
Abb. 11: Grünplan	18
Abb. 12: Lageplan	20
Abb. 13: Verkehrsplan	24
Abb. 14: Standortvarianten	26
Abb. 15: Flächennutzungsplan von der Stadt Zeil am Main	26
Abb. 16: Ölmühle	28
Abb. 17: Ablaufschema Ölmühle	30
Abb. 18: Ablauf der Biodieselherstellung	32
Abb. 19: Flächenkonkurrenz	34
Abb. 20: Bewertung annualer Ackerpflanzen	34
Abb. 21: Kraftstoffenergieertrag	35
Abb. 22: Treibhausgasreduktion	35
Abb. 23: Stoffstrom I	36
Abb. 24: Stoffstrom II	36
Abb. 25: Laufplan	37
Abb. 26: Beziehungen zwischen den Anlagen	41
Abb. 27: Beziehungen innerhalb der Verwaltung	42
Abb. 28: Beziehungen innerhalb der Ölmühle	43
Abb. 29: Beziehungen innerhalb der Biodieselanlage	44
Abb. 30 - 33: Skizzen	48
Abb. 34 - 37 Renderings	61
Abb. 38 - 43 Modellfotos	62
Abb. 44 - 48 Photorealistische Darstellung	63

## Fotoverzeichnis

Foto 01: Silos und Zuckermühle 2006	19
Foto 02: Pelettlagerhalle und Zuckermühle 2006	19
Foto 03: Luftbild vom Plangebiet 2007	19
Foto 04: Gärtnerei 2006	21
Foto 05: Möbelfabrik 2006	21
Foto 06: Hafen mit Portkran 2006	24
Foto 07: Blick von Käppele auf Hafen und Gärtnerei 2006	25
Foto 08: Biodieselanlage Kaufungen	33
Foto 09: großer Konferenzraum	46
Foto 10: kleiner Konferenzraum	46
Foto 11: Besprechungsraum	46
Foto 12: Tragwerkskonstruktion	47
Foto 13: Innenraum nach Trockenbau	47
Foto 14: Einfamilienhaus in Chur, Schweiz	47
Foto 15: Misapor-Beton	47
Foto 16: Ansicht eines Wohnhauses aus der Schweiz	59

### 1.1 Projektanlaß

Auf einer etwa 40 ha großen Industriebrache in Zeil am Main, dem Gelände der ehemaligen Zuckerfabrik, projiziert die Solutio Energie GbR Richard Lindner, Jürgen Unser, Axel Roth (im folgenden kurz als Solutio bezeichnet) die Entwicklung eines Bioenergieparks.

Herzstück des Parks ist eine Ölmühle mit angeschlossener Biodieselanlage. Periphere Bestandteile, wie Biomassekraftwerk mit KWK, Biogasanlage und Solarpark sollen unter teilweiser Nutzung der entstehenden Nebenprodukte den hohen Energiebedarf der Ölmühle und Biodieselanlage decken und darüber hinaus weitere vorhandene, sowie zukünftige Gewerbebetriebe und Einrichtungen preisgünstig mit Wärmeenergie versorgen. Aus diesem Anlaß wurde im WS 06/07 von Richard Lindner eine studentische Projektgruppe an der Uni Kassel initiiert, deren Betreuung V-Prof. Dipl.-Ing. Michael Prytula und Prof. Dipl.-Ing. Wigbert Riehl übernahm.

Zu den didaktischen Zielen der Projektarbeit gehörte es, das von Solutio konzeptionierte Vorhaben – welches schwerpunktmäßig betriebswirtschaftliche Aspekte verfolgt – in einem ökologischen Gesamtzusammenhang zu sehen und unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit kritisch zu betrachten.

Das vorgegebene Konzept war städtebaulich in Varianten zu diskutieren und architektonisch auszuarbeiten.

### 1.2 Arbeitsmethode und Projektverlauf

Grundlagen wie Konzept, Lage- und Bestandspläne, ein Anlageentwurf an einem benachbarten Standort, sowie Anforderung an Anlagengröße und deren Komponenten wurden seitens Solutio zur Verfügung gestellt oder vorgegeben.

Ein Schwerpunkt der Grundlagenermittlung war das Erarbeiten der Abläufe und Zusammenhänge. Dies geschah einerseits in Form von Internetrecherche und andererseits durch Anlagenbesichtigungen. Im WS 06/07 wurde die Biogasanlage in Jühnde und das Heizkraftwerk in Kassel besichtigt. Der Besuch einer Ölmühle in Rostock und einer Biodieselanlage in Kaufungen schlossen sich im SS 07 an.

Das Plangebiet wurde mehrfach von den Studenten, wie auch von Mitgliedern der Solution GbR besichtigt, wobei auch eine Begehung der noch genutzten Gebäude wie Zuckermühle, Silos und Lager-/Versandhallen stattfand. Ergebnis der Begehung war eine planerische Analyse und Bewertung verschiedener Standorte auf dem Gesamtgelände für Ölmühle, Biodieselanlage, Biogasanlage und Biomasseheizkraftwerk. Darüber hinaus wurde diskutiert, welche weiteren Möglichkeiten sich für die restlichen Flächen ergeben.

Auf folgenden Fachtagungen und Messen wurden von den Projektbeteiligten aktuelle Informationen gesammelt und Erkenntnisse über stoffliche Zusammenhänge gewonnen, sowie aufschlußreiche Gespräche mit Herstellerfirmen und Fachleuten geführt:

- „Kraftstoffe der Zukunft“ am 27./28.11.06 in Berlin
- „Technische Eigenschaften sowie Handhabung der Nachprodukte der Biodiesel- und Ethanolherstellung und deren Einsatz in der Fütterung“ am 04.05.07 in Leipzig anlässlich der IGRUMA 2007
- „agra 07“ mit Fachvorträgen auf dem Ausstellerforum vom 03.-06.05.07 in Leipzig
- „ENBIO“ vom 11.-13.05.07 mit Fachtagung „Regionale Bioenergie“ am 11.05.07 in Kassel.

Aus den gesammelten Informationen und einem erstellten Raumprogramm, das weitgehend von So

lutio vorgegeben war und sich an den Stoffströmen und Projektzahlen orientierte, wurden Stoffflußdiagramme erstellt, die sowohl die Gesamtzusammenhänge, wie auch die anlageninternen Flüsse der Rohstoffe, Hilfsmittel, Produkte, Nebenprodukte und Medien aufzeigen. Darüber hinaus wurden die wesentlichen Wegebeziehungen zwischen den einzelnen Bereichen graphisch dargestellt. Als Zwischenergebnis wurden drei unterschiedliche Entwurfskonzepte diskutiert, wovon ein Entwurf gemeinschaftlich weiter ausgearbeitet wurde.

Die Entwürfe, die ein Bauen im Bestand (Pelletlagerhalle) und einzelne freistehende Funktionsgebäude vorsahen, wurden zugunsten eines Entwurfes, der in einem kompaktem Gebäude Ölmühle, Biodieselanlage und Verwaltung vereint, fallen gelassen. Dieser Entwurf wurde detailliert ausgearbeitet und in Grundriß, Ansichten, Schnitten, Modell und Videopräsentation präsentiert.

### 1.3 Konzept Bioenergiepark

Das im Folgenden beschriebene Konzept des Bioenergieparks wurde bereits vor Initiierung des Hochschulprojektes über einen längeren Zeitraum entwickelt und ist Ergebnis einer ganzen Reihe von Überlegungen, die auf gesammelten Informationen, sich verändernden politischen Rahmenbedingungen und wirtschaftlichen Zusammenhängen beruhen.

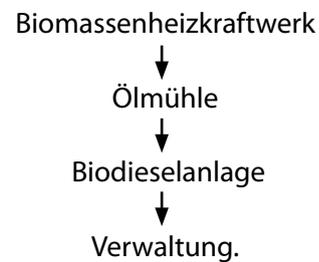
Es erscheint notwendig, auch die Hintergründe und Motivationen von Solutio darzustellen, die zu diesem Projektvorhaben in der vorliegenden Größenordnung geführt haben, um die kritische Gesamtbewertung im richtigen Kontext zu sehen.

Ausgangspunkt der Projektentwicklung war das Vorhaben, eine kleinere Biodieselanlage (10.000 t/a) für einen noch boomenden Biokraftstoffmarkt zu bauen. Kontakte zu regionalen Landwirten, Land- und Mineralölhändlern bestanden bereits. Dementsprechend sollten die Rohstoffe regionaler Herkunft sein und regional vertrieben werden.

Bereits bei ersten überschlägigen wirtschaftlichen Betrachtungen wurde deutlich, daß erst ab einer Anlagengröße von 50.000 Jahrestonnen mit einem vertretbaren Investitionsrücklauf von 10 Jahren gerechnet werden kann.

Die Überlegung, der Biodieselanlage eine Ölmühle vorzuschalten, ergab sich aus der Situation heraus, daß die Biodieselanlagen mangels Ölmühlenkapazität Rohstoffprobleme hatten und die Nachfrage nach Pflanzenöl als Kraftstoff ebenfalls stieg. Die Ölmühle sollte neben der benötigten Ölmenge für die Biodieselanlage noch einmal die gleiche Menge an Pflanzenöl produzieren, die zum Verkauf gedacht war. Solutiointerne wirtschaftliche Berechnungen sahen außerdem eine höhere Wertschöpfung in der Ölmühle als in der Biodieselanlage. Unter Berücksichtigung der Investitionen und Betriebskosten ergab sich weiterhin eine deutlich höhere Wirtschaftlichkeit im Betrieb einer Ölmühle mit Lösemittelextraktion gegenüber einem zweistufigen Heißpreßverfahren. In einer vergleichenden Wirtschaftlichkeitsberechnung schnitt die Kombination Ölmühle und Biodieselanlage sowohl für den Teil der Ölmühle, als auch für den Teil der Biodieselanlage besser ab als eine Ölmühle oder Biodieselanlage alleine.

Der hohe Energiebedarf und die überschlägig ermittelten Energiekosten in Höhe von mehreren Mio. €/a führten zwangsläufig zu dem Konzept durch ein Biomasseheizkraftwerk und/oder Biogasanlage am gleichen Standort die Ölmühle und Biodieselanlage energieeffizient und wirtschaftlich zu versorgen. Unterstrichen wurde diese Koppelung durch die Perspektive, daß die Nebenprodukte der Pflanzenöl- und Biodieselerstellung nur teilweise abgesetzt werden können oder nicht den erforderlichen Preis erzielen. Bedingt durch die kurzen Wege zwischen den Anlagenteilen wäre es möglich, die Wärmeenergie kaskadenartig zu nutzen:



Abgerundet wird das Gesamtkonzept durch die mögliche Einbindung vorhandener Betriebe und Einrichtungen, die ihrerseits über das ganze Jahr verteilt Wärmebedarf haben.

## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

### 2.1 Politische und wirtschaftliche Aspekte

#### 2.1.1 Absatzmöglichkeiten der Haupt- und Nebenprodukte

Nach der Betrachtung Globaler Zusammenhänge ist nun ein Einblick in die Vermarktung und Verwertung der Produkte, wie auch der Nebenprodukte nötig.

Durch die verschiedenen Prozesse die in ihrer chronologischen Reihenfolge eine beträchtliche Menge an Nebenprodukten erzeugen, die keiner Verwertung innerhalb der Prozesskette mehr zugeführt werden können, muß sich der Fokus auf eine externe Verwertung und den Verkauf dieser Produkte legen.

Wie in dem unteren Schema dargestellt, wird auf eine Umsetzung der Nebenprodukte zu 100 Prozent erreicht, sodass keine Abfallstoffe im üblichen Sinn anfallen werden.

Presskuchen ist nur ein Beispiel der Verwertungsmöglichkeiten die sich für einen Stoff ergeben, der als Energieträger zur Herstellung von Strom, Wärme und Dampf dienen kann, aber auch in der Futtermittelindustrie seinen Absatzmarkt findet.

Die Weiterverwendung des gewonnen Pflanzenöles kann sowohl im Bereich der Biodieselgewinnung, wie auch der Lebensmittelindustrie liegen. Als Speiseöl ist z.B. Raps-Öl ein beliebter und vorallem gesunder Beitrag zur Ernährung.

Diese Schema veranschaulicht den potenziellen Weg der Frucht durch den Prozess, wie auch die Produktionshilfsmitteln die nötig sind, um die Produkte zu erhalten, die im Vordergrund des Vertriebs stehen.

Strom, Dampf und Wärme, die an gewissen Stellen dem Prozess zugeführt werden müssen, können ebenso selbst mittels einer Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt werden.

Genau diese Produkte können an Abnehmer der nahen Industrie abgegeben werden, um so deren Anteil an einer ausgeglichenen CO<sub>2</sub> - Bilanz zu stützen.

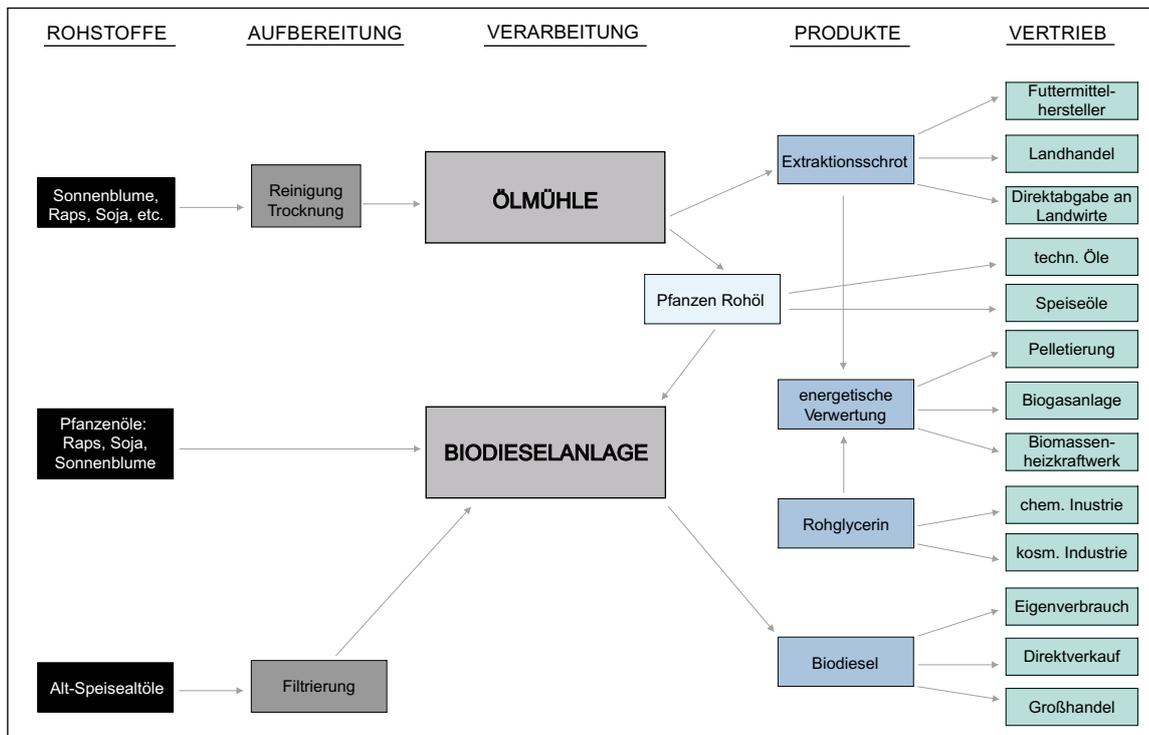


Abb. 01: Ablauf Biodiesel und Ölmühle mit ihren Endprodukten

## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

### 2.1.2 Betriebswirtschaftliche Aspekte

Folgende Graphik veranschaulicht den Vergleich einer 10.000 t zur 50.000 t Biodieselanlage mit der jeweiligen Gewinn- und Verlustquote innerhalb von 15 Jahren.

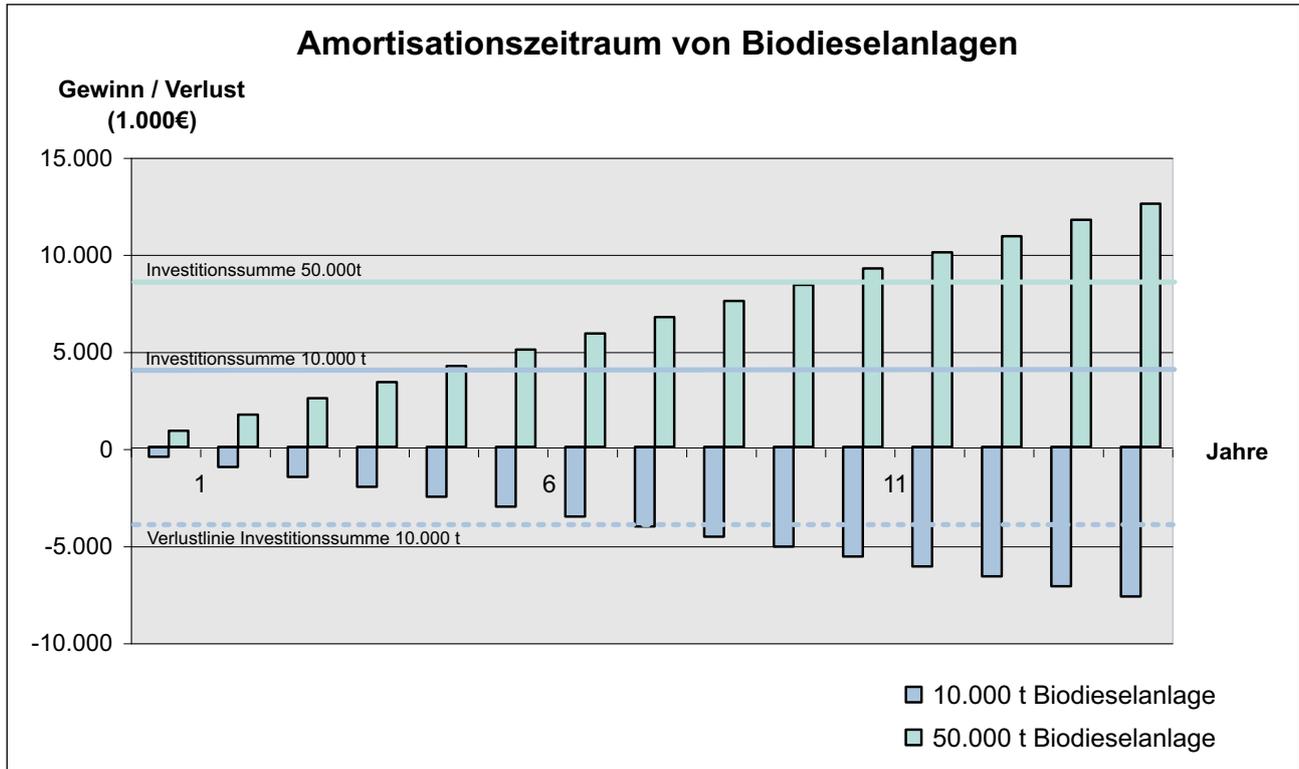


Abb. 02: Amortisationszeitraum von Biodieselanlagen

## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

### 2.2 Rohstoffe

#### 2.2.1 Regionale Rohstoffsituation

Diese Diagramme zeigen die Hektarflächen des Rapsanbau Regional von Jahr 2004 an. Sowie seine jeweilige Verwendung innerhalb von Deutschland aus dem Jahr 2006.

Abb. 03: Rapsanbau Regional 2004 [in ha]

Abb. 04: Verwendung von Rapsöl in Deutschland [Jahr 2006]

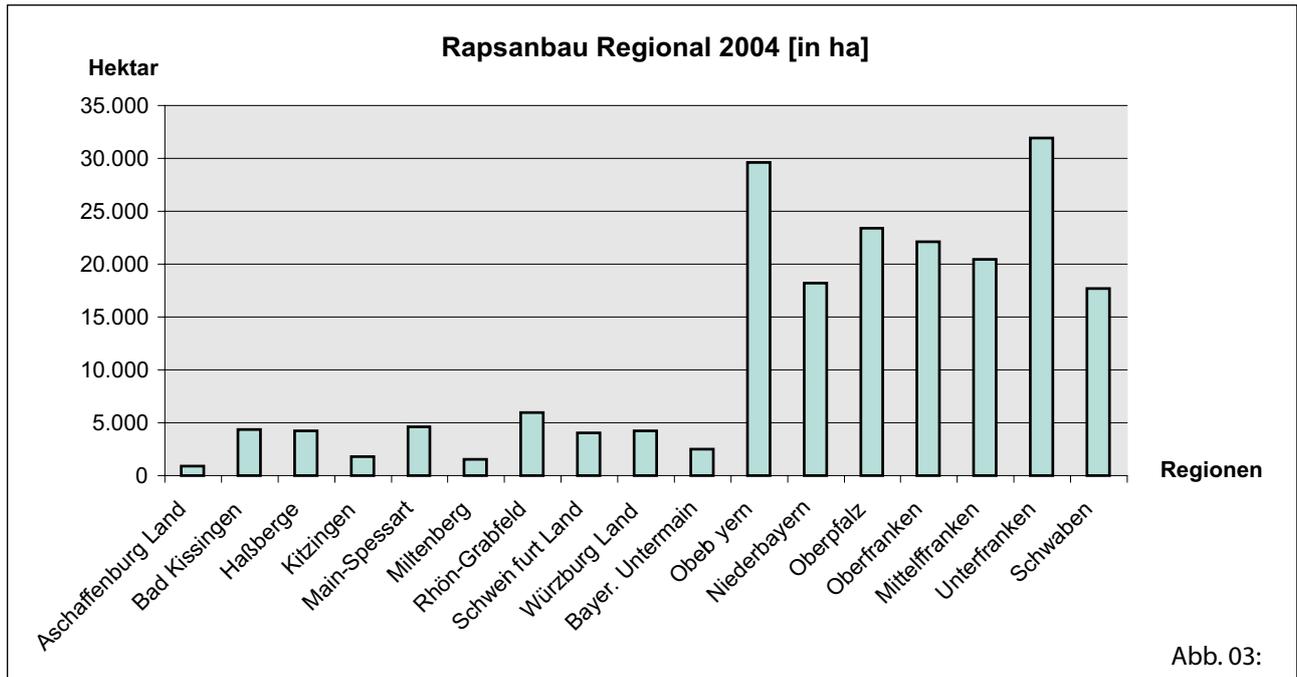


Abb. 03:

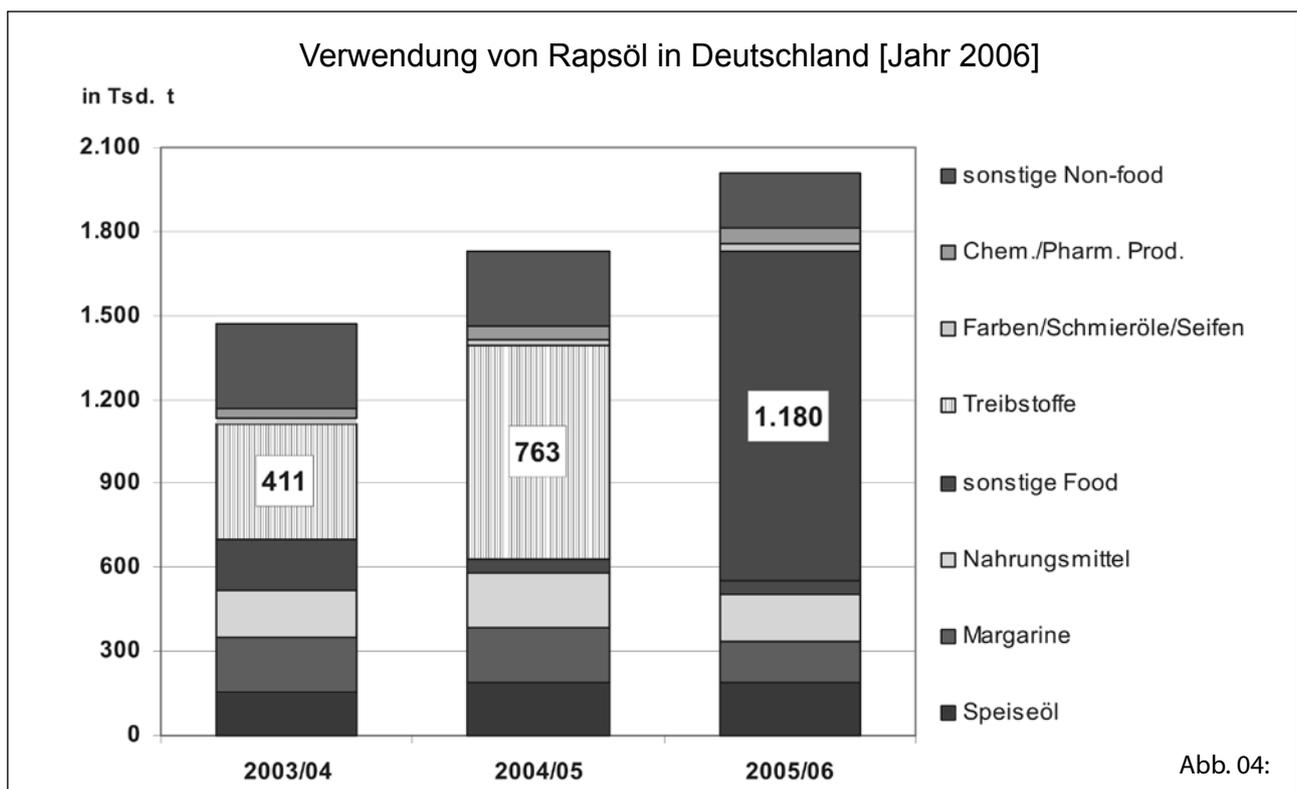


Abb. 04:

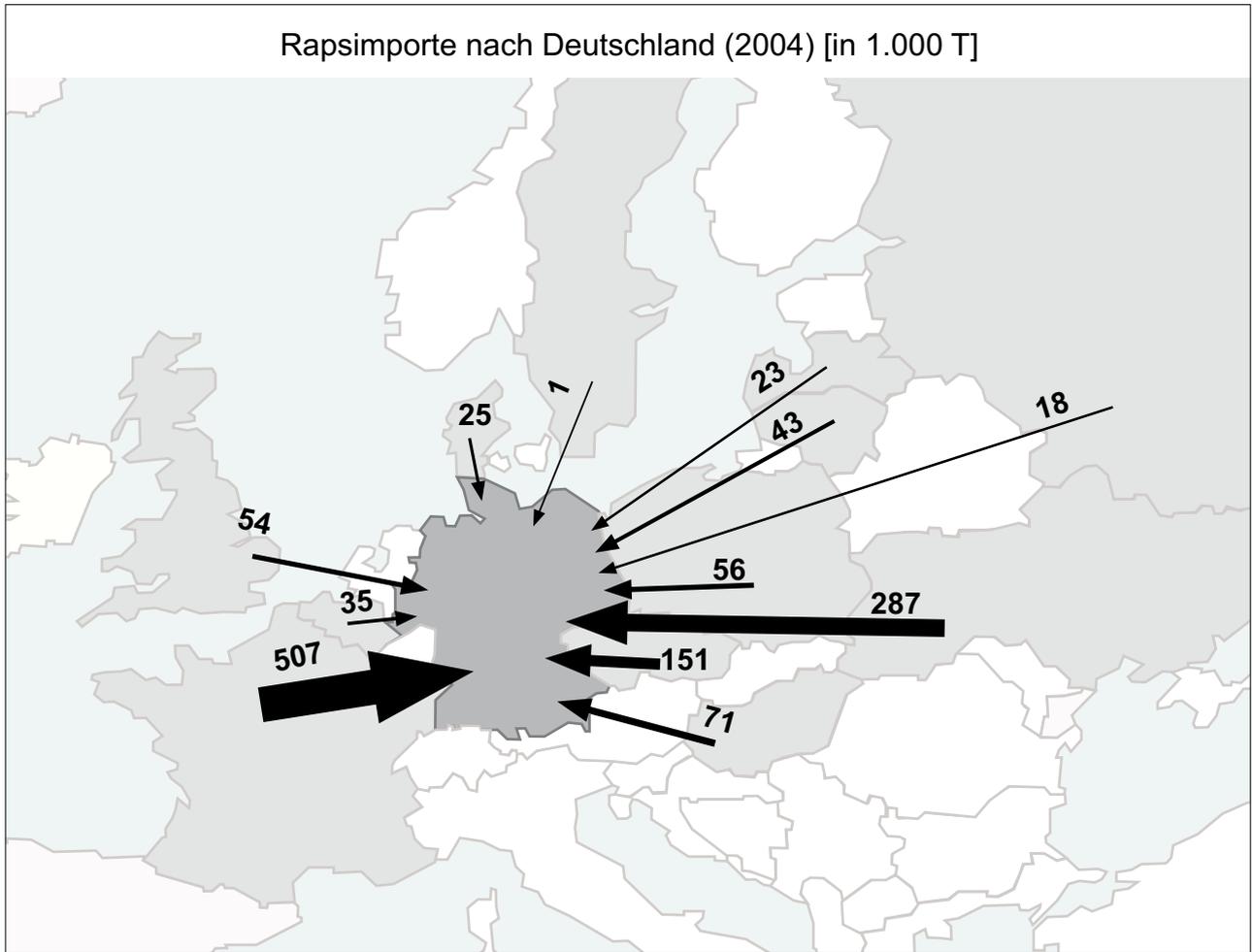


Abb. 05: Rapsimporte nach Deutschland (2004)  
[in 1.000 T]

2.2.2 Europäische Rohstoffsituation

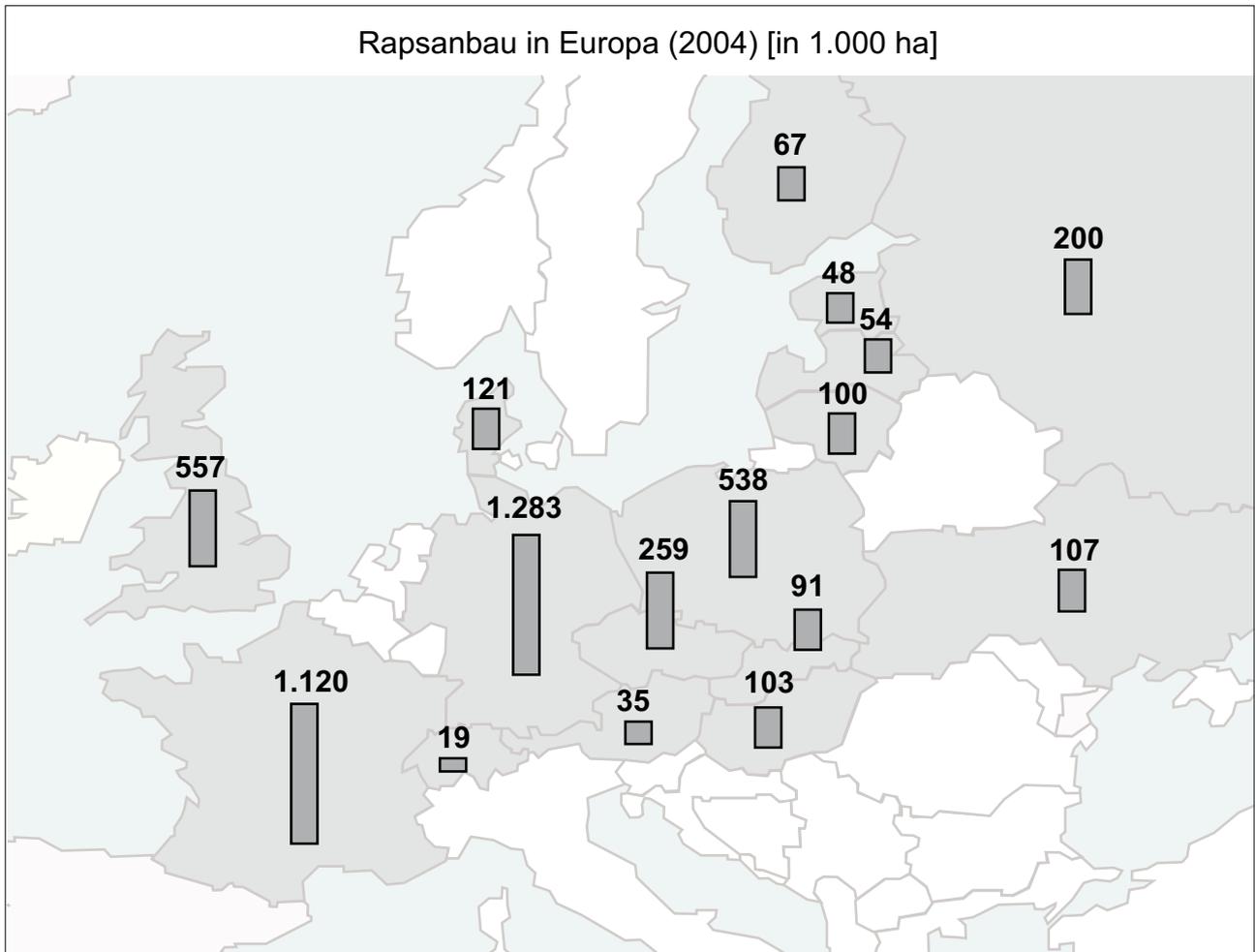


Abb. 06: Rapsanbau in Europa (2004) [in 1.000 T]

2.2.3 Globale Rohstoffsituation

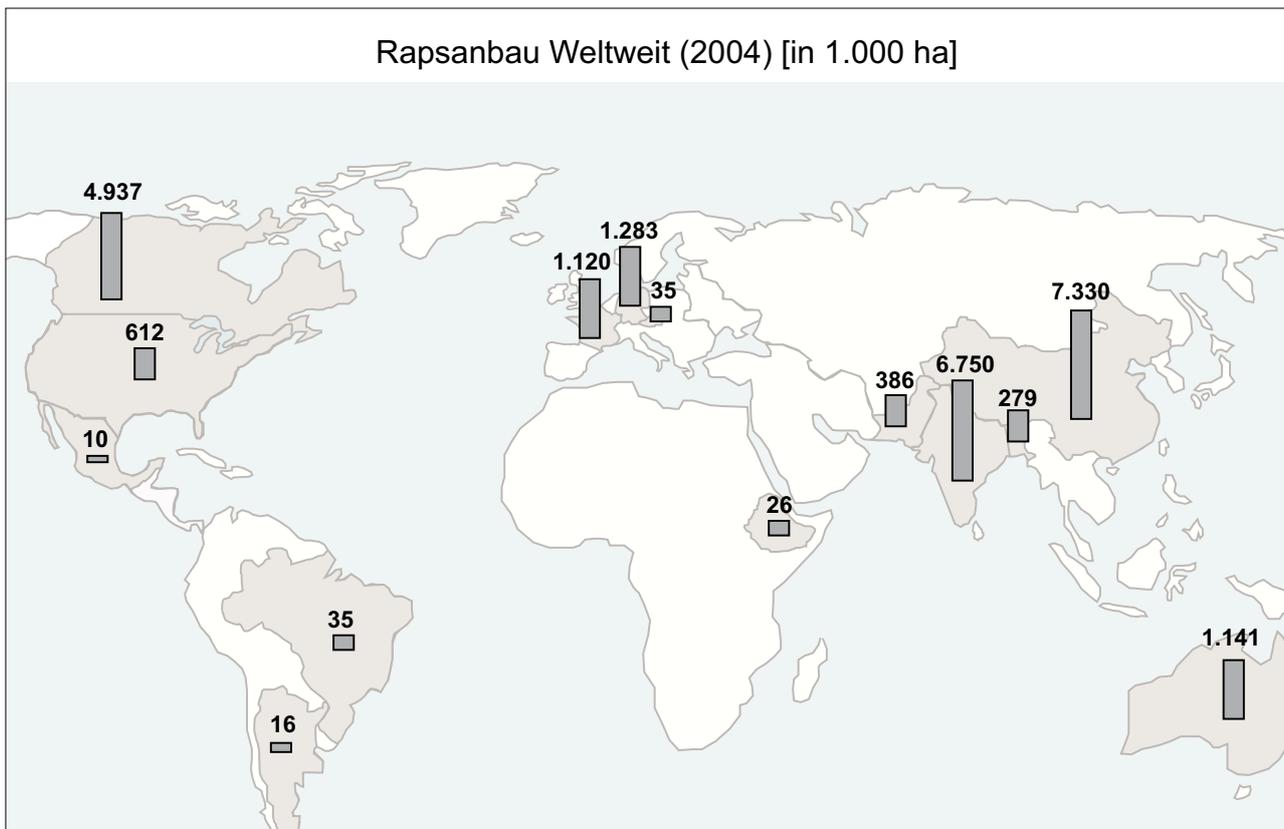


Abb. 07: Rapsanbau Weltweit (2004) [in 1.000 ha]

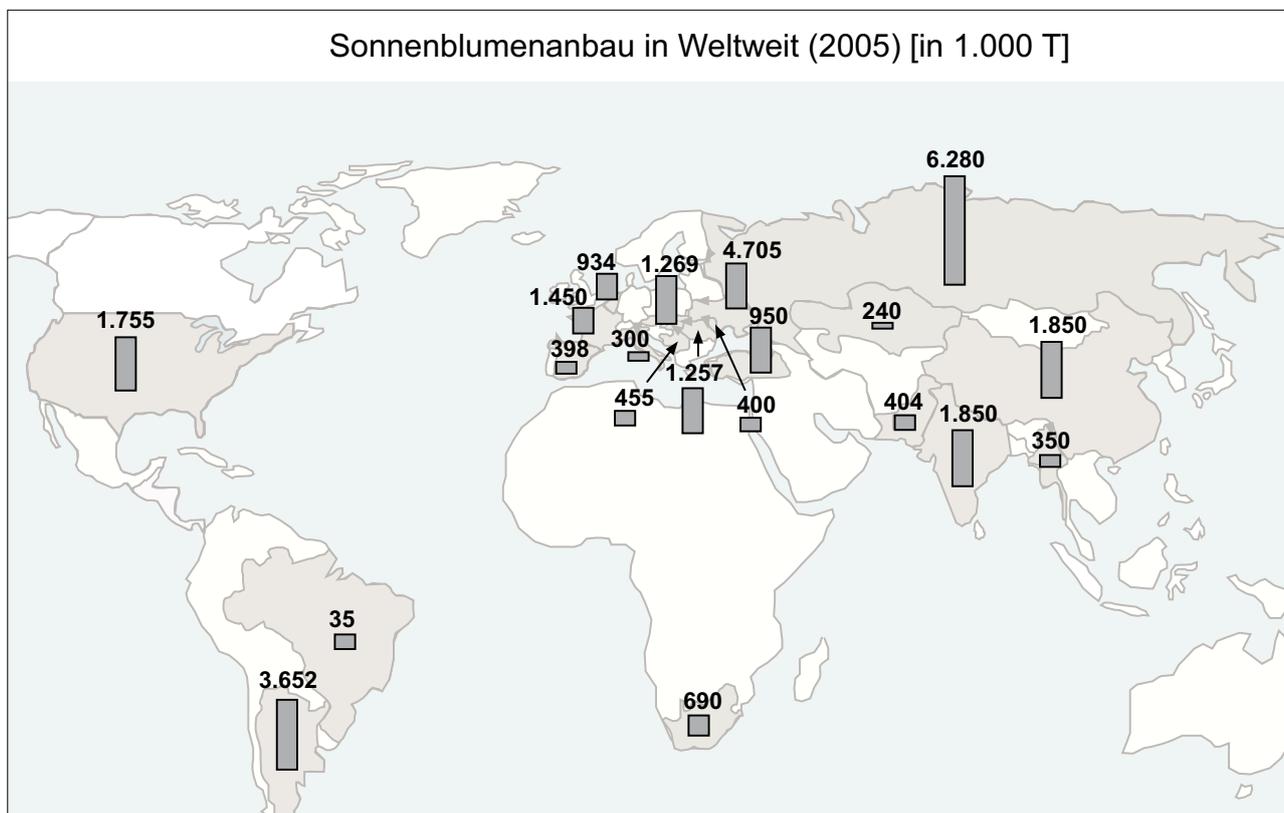


Abb. 08: Sonnenblume Weltweit (2005) [in 1.000 T]



## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

### 2.3 Standortbeschreibung, planerische Analyse, Bewertung

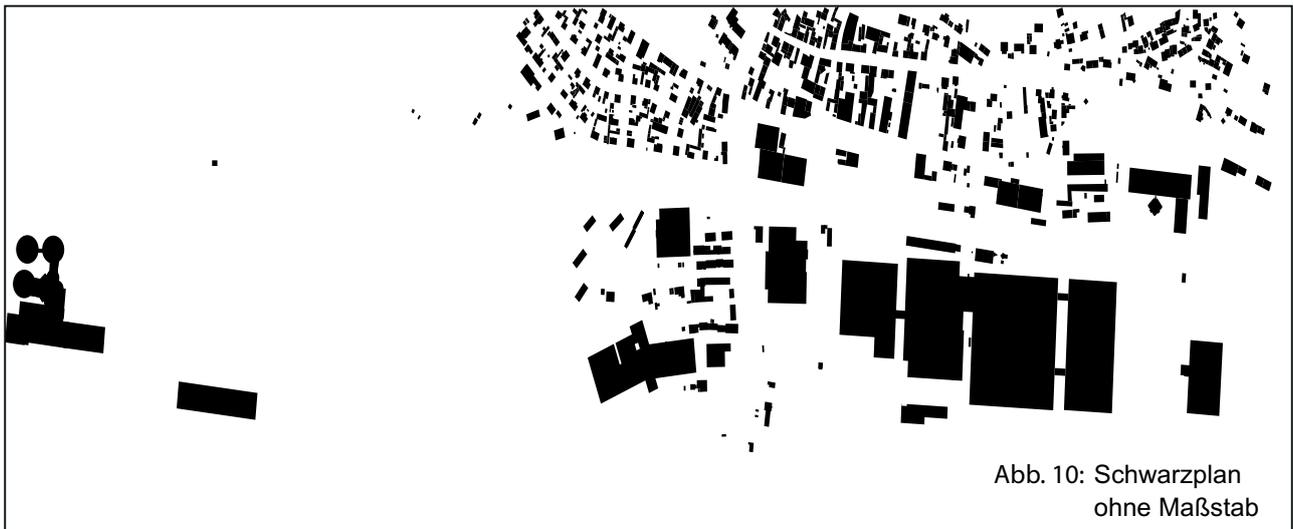
#### 2.3.1 Gebietsbeschreibung und Erschließung

Das Gelände der ehemaligen Zuckerfabrik umfaßt eine Fläche von etwa 41 ha. Es liegt südwestlich der Stadt Zeil. Im Norden wird das Gebiet von der Bahnlinie Bamberg – Rottendorf, im Osten durch ein Mischgebiet mit hohem Gewerbeanteil (Gärtnerei, Blumengroßhandel, Einkaufsmarkt) und im Süden durch die Umgehungsstraße begrenzt. Im Westen schließen sich an das Gelände landwirtschaftlich genutzte Flächen an.

Südlich der Umgehungsstraße befindet sich der Hafen Zeil, der über eine befestigte Kailänge von 230 m verfügt. Dort können Binnenschiffe von einem Hafenkran mit einer Kapazität von 150 Tonnen/ Stund be- oder entladen werden können.

Der nächste Anschluß zur Autobahn A 70 ist 4 km entfernt.

Erschlossen wird das Gelände im Nordosten und Südosten durch schwerlastgeeignete Straßen, die auf die Sander Straße (Kr HAS 16), bzw. die Umgehungsstraße führen. Die nördliche Erschließungsstraße ist derzeit für einen Begegnungsverkehr von LKW ausgelegt, die südliche Erschließungsstraße ist in Teilbereichen nur noch einspurig vorhanden. Von der Bahnlinie Bamberg – Rottendorf zweigt ein Industriegleis ab, von welchem die sechs, auf dem Plangebiet noch vorhandenen, Abstellgleise bedient werden können.



## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

Bis auf wenige Ausnahmen wurden sämtliche Bauwerke zurückgebaut. Der Boden wurde bis in eine Tiefe von 3,5 m ausgehoben, der Untergrund verdichtet und anschließend wieder mit unbelastetem Bauschutt und Oberboden verfüllt. Mit Ausnahme der ehemaligen Absetzteiche, welche landwirtschaftlich genutzt werden, liegt die geräumte Fläche brach.

An Bauwerken sind noch die weithin sichtbare Siloanlage mit einer Lagerkapazität von ca. 120.000 t Zucker, das Palettenlager, ein Teil des Produktionsgebäudes mit Zuckermühle und Siebanlage, eine Pelletlagerhalle mit einer Lagerkapazität von ca. 15.000 t, sowie die Pforte mit Waage an der nördlichen Erschließungsstraße vorhanden. Diese Gebäude werden zur Zeit von Südzucker zur Lagerung und Verladung von Zucker und Pellets genutzt.



Foto 01: Silos und Zuckermühle 2006



Foto 02: Pelletlagerhalle und Zuckermühle 2006



Foto 03: Luftbild vom Plangebiet; 2007

Abb. 12: Lageplan  
ohne Maßstab



### 2.3.2 Potentiale zur Einbindung möglicher Fernwärmekunden

Abgerundet wird das Gesamtkonzept durch die Einbindung vorhandener Betriebe und Einrichtungen, die ihrerseits über das ganze Jahr verteilt Wärmebedarf haben.

An erster Stelle ist ein Gartenbaubetrieb zu nennen, der in der kalten Jahreszeit Wärme zur Beheizung der Gewächshäuser benötigt, im Sommer jedoch das Problem des Wärmeüberschusses hat. Die Abwärme des Biomasseheizkraftwerkes wäre auch geeignet, eine Kühlanlage zu betreiben. Bei entsprechend geringen Heizkosten wäre auch die Kultivierung von Pflanzen mit einem höheren Wärmebedarf im Winter denkbar. Wenige hundert Meter weiter befindet sich eine Möbelfabrik, die Abwärme zu Heizzwecken und als Prozeßwärme nutzen würden. Sowohl bei der Gärtnerei als auch bei der Möbelfabrik steht in den nächsten 2 – 3 Jahren die Erneuerung der Heizungsanlage an, so daß die Nutzung der Abwärme auf eine positive Resonanz stößt.

Neben weiteren Gewerbebetrieben, die sich auf der Industriebrache ansiedeln sollen, kommen auch öffentliche Einrichtungen, wie Finanzamt, Schule oder Schwimmbad als Nutzer der Abwärme in Frage.



Foto 04: Gärtnerei 2006



Foto 05: Möbelfabrik 2006

### 2.3.3 Einzelstandorte

Für den Bioenergiepark wird lediglich eine Teilfläche von bis zu 10 ha benötigt. Verglichen werden hierfür drei Teilbereiche mit unterschiedlichen Gegebenheiten, wobei in zwei Varianten der noch vorhandene Gebäudebestand genutzt werden könnte.

#### *Standort 1:*

Der erste mögliche Standort beinhaltet die Siloanlage, das Palettenlager und das Produktionsgebäude. Positiv an diesem Standort ist zu werten, daß er voll erschlossen ist. So sind Wasser, Strom, Gas, Schmutz- und Regenwasserkanal vorhanden. Der Gleisanschluß reicht direkt an die Gebäude heran, die Erschließungsstraße ist für Schwerlastverkehr zweiseitig befahrbar. Der vorhandene Gebäudebestand ist nach einer überschlägigen Betrachtung mehr als ausreichend für Ölmühle und Biodieselanlage. Die Siloanlage mit einer Lagerkapazität von 120.000 t bezogen auf Zucker deckt bei weitem den wirtschaftlich notwendigen Lagerbedarf für Raps, Sonnenblume oder Soja in Höhe von 20.000 – 25.000 t. Ehemals überbaute Flächen wurden wie beschrieben verdichtet und verfüllt.

Auch wenn der Standort nicht die absolut gesehen größte Entfernung zum Ort hat, so ist er aus der Sicht des Emissionsschutzes als positiv zu werten, da er im Vergleich zu den anderen beiden Standorten die größte Entfernung in Bezug zur Hauptwindrichtung hat.

Als negativ muß angesehen werden, daß die Entfernung zum Hafen hier am größten ist. Auch eine mögliche Nahwärmeleitung zur Gärtnerei und Möbelfabrik wäre deutlich länger. Der Gebäudebestand weist teilweise deutliche Schäden auf, die erst behoben werden müßten, bzw. es müßten Umbaumaßnahmen an den Verladeeinrichtungen der Silos vorgenommen werden. Mittelfristig ist es für Südzucker noch interessant die Gebäude zu nutzen. Dieser Teil des Geländes dürfte somit wohl nur im Rahmen einer Gesamtveräußerung zur Disposition stehen.

#### *Standort 2:*

Der zweite potentiell Standort umfaßt den Bereich um die Pelletlagerhalle.

Als Pluspunkte sind hier anzuführen, daß eine gute Anbindung an den Hafen herzustellen wäre und der LKW-Verkehr über die Umgehungsstraße und Rügenstraße geleitet werden könnte was eine Belastung des Ortes minimieren würde. Weitere vorhandene Straßen könnten zur Erschließung des Betriebsgeländes mitgenutzt werden. Der Bereich ist teilweise erschlossen. So sind die Anschlüsse von Strom und der Anschluß an den Regenwasserkanal vorhanden. Die Pelletlagerhalle wäre groß genug, um Ölmühle und Biodieselanlage darin unterzubringen. Alternativ könnte die Halle weiterhin zur Pelletlagerung genutzt werden. Die Distanz zu den potentiellen Fernwärmenutzern ist kürzer gegenüber Standort 1. Die überbaubaren Flächen wurden ebenfalls verdichtet und verfüllt.

Minuspunkte stellen die größere Nähe zum Mischgebiet dar. Hierbei kann es zu Problemen im Emissionsbereich kommen, was u. U. den Bau eines Biofilters notwendig machen könnte.

Der Gleisanschluß ist möglich. Jedoch müßten die Bestandsgleise verlängert werden.

Je nach Nutzung müßte die Pelletlagerhalle mehr oder weniger aufwendig saniert werden.

Der Standort ist nur teilweise mit Gas und Wasser erschlossen. Ein Schmutzwasserkanal fehlt.

### *Standort 3:*

Der dritte Standort hätte ein optimales Erschließungspotential hinsichtlich Hafen und Umgehungsstraße, worüber der hauptsächliche Rohstofftransport laufen würde. Fernwärme und Abwasser könnten auf kürzester Distanz angeschlossen werden. Stromanschluß wäre vorhanden. Es ist kein Bestand vorhanden, auf welchen planerisch Rücksicht genommen werden müßte. Somit entstehen keine schwer kalkulierbaren Kosten für Bestandssanierung, Abriß oder Altlastensanierung.

Dem gegenüber stehen eine ganze Reihe negativer Faktoren. Auf dem Gelände waren früher die Absetzteiche. Diese wurden lediglich aufgefüllt, der Untergrund wurde nicht verdichtet. Die positiven Effekte für Fernwärme und Abwasser wirken sich negativ hinsichtlich des Emissionsschutzes aus. Es ist fraglich, ob der Emissionsschutz ohne Biofilter eingehalten werden kann. In einem „Flächenplan“ der Stadt Zeil ist dieser Bereich lediglich als Gewerbegebiet, jedoch nicht als Industriegebiet angeordnet. Mit Ausnahme des Stromanschlusses fehlen alle weiteren Versorgungsleitungen. Es ist weder ein Anschluß an den Regenwasserkanal noch an die Kläranlage vorhanden. Sollte die Gleisanbindung erwünscht sein, so wäre hierbei die größte Distanz zu überwinden, wobei zusätzlich fremde Grundstücke in Anspruch genommen werden müßten.

### 2.3.4 Gewichtung

In der vergleichenden Bewertung der Standorte werden die einzelnen Faktoren unterschiedlich gewichtet.

#### *Emissionen:*

Einen eindeutigen Schwerpunkt stellen die möglichen Emissionen dar, die sich aus Betrieb und Verkehr ergeben. Hierbei spielen weder Vorgaben nach TA Luft oder nach TA Lärm eine Rolle, noch die Frage, welcher Art, Qualität und Quantität Emissionen wären oder ob überhaupt tatsächlich Emissionen zu erwarten sind.

Berücksichtigt wurde schon alleine die Möglichkeit, daß Emissionen entstehen können, was zu Vorbehalten in der Bevölkerung führen kann.

#### *Verkehr:*

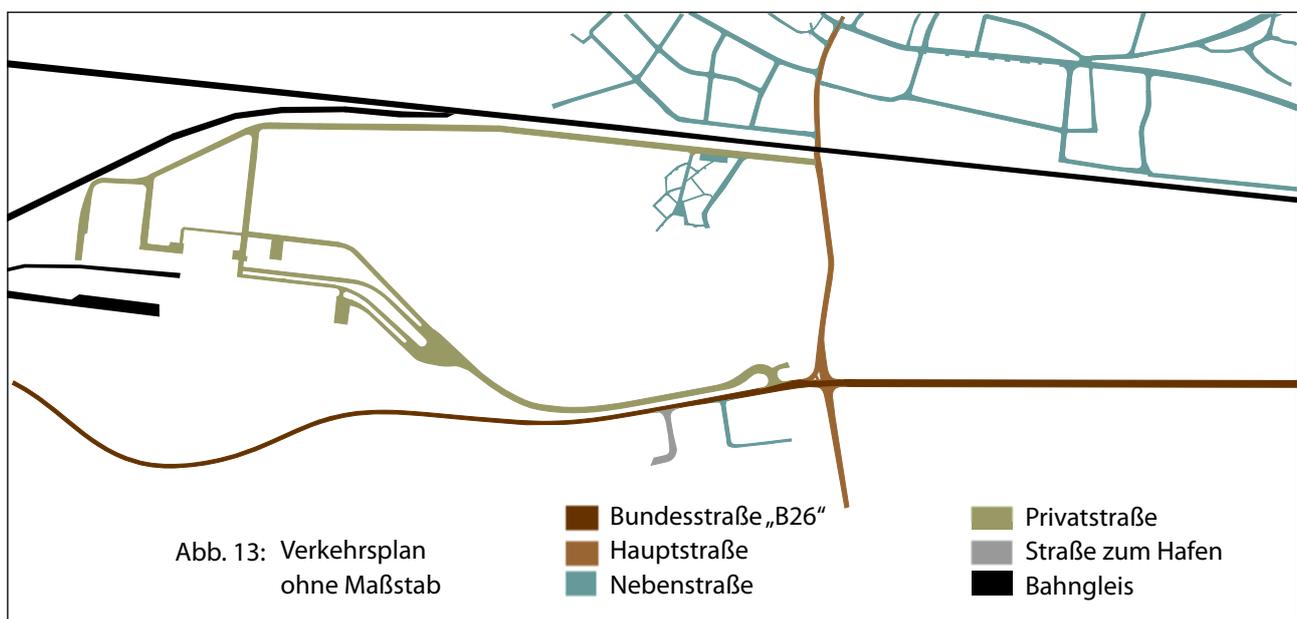
Der zu erwartende Verkehr stellt einen weiteren Schwerpunkt in der Bewertung dar. In diesem Zusammenhang ist die entscheidende Frage mit welchem Transportmittel die Rohstoffe und Produkte hauptsächlich an- und abtransportiert werden. Angesichts der Verarbeitungskapazität von rund 1.000 t Saat pro Tag wären alleine für die Anlieferung 40 – 50 Lastzüge pro Tag einzukalkulieren. Da die Rohstoffe jedoch lediglich zu ca. 10 % aus der Region zu beschaffen sind, besteht die Notwendigkeit Rohstoffe aus größerer Entfernung anzuliefern. Hierfür bieten sich Massengütertransportmittel wie Schiff und Bahn an.

#### *Erschließung:*

Von nachrangiger Bedeutung ist die Frage der Erschließung. Im Zuge einer Gesamterschließung und Neuaufteilung des Gesamtgebietes wird es notwendig, auch die Bereiche mit Strom, Wasser, Abwasser und Gas zu erschließen, die bisher noch nicht erschlossen sind. Ebenso würde es bei einer Neuaufteilung zu einer veränderten Straßenführung kommen. Vorteile in der bestehenden Erschließungen liegen darin, daß keine zusätzlichen Erschließungskosten zu erwarten sind. Weiterer Vorteil wäre der zeitliche Faktor, da für die restlichen Flächen bisher keine weiteren ernsthaften Interessenten vorhanden sind und somit offen steht, ob und wann diese erschlossen und bebaut werden.



Foto 06: Hafen mit Portkran 2006



### *Bestand:*

Zwiespältig ist der vorhandene Gebäudebestand zu werten. Einerseits stellen die Gebäude ein interessantes Potential dar, das genutzt werden kann und Bezug auf die Historie des Geländes von Bedeutung ist, andererseits stellen die Bestandsgebäude sowohl eine planerische Einschränkung dar, als auch einen nicht zu vernachlässigenden Kostenfaktor, da umfangreiche Sanierungs- und Umbaumaßnahmen einkalkuliert werden müssen. Insofern ist der Gebäudebestand vor allem in den Verkaufsverhandlungen von Interesse.

In Zusammenhang mit der Bestandsfrage stehen Faktoren wie Baugrundverdichtung und Altlasten im Vordergrund.



Foto 07: Blick von Käppele auf Hafen und Gärtnerei  
2006

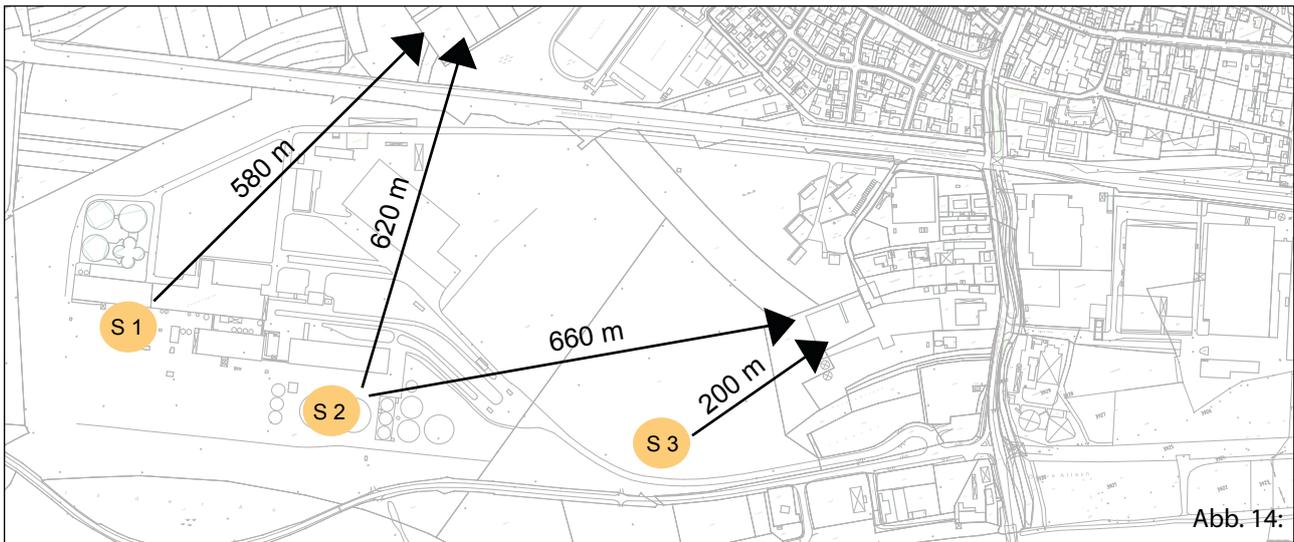
## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

### 2.3.5 Bewertung und Standortentscheidung

Im Vergleich der drei Standorte wird Standort 2 als der vorteilhafteste Standort bewertet.

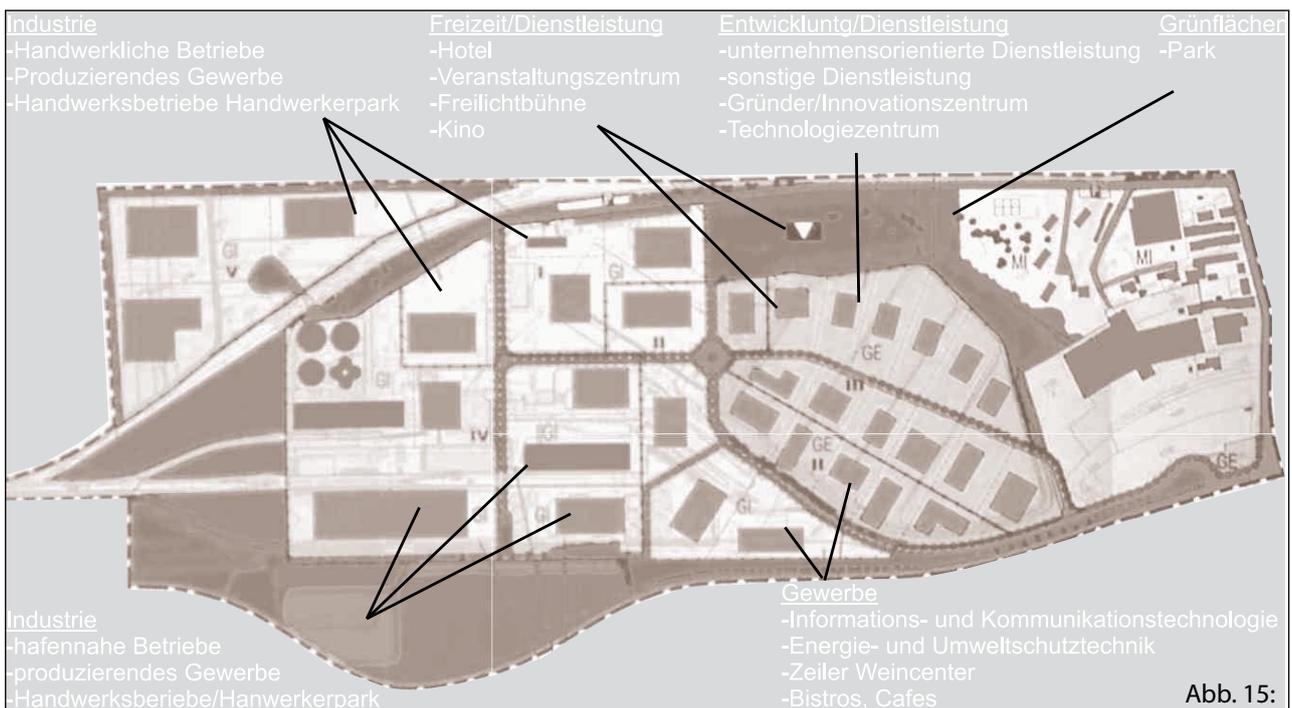
Unter dem Aspekt der Emissionen ist dieser Standort im Durchschnitt am weitesten von einer Bebauung entfernt.

Standort 1 hat zwar die größte Distanz zu dem Mischgebiet, das zwischen Planbereich und Sander Straße liegt, ist jedoch deutlich näher an der Bebauung nördlich der Bahnstrecke.



Nicht zuletzt aus Emissionsgründen definiert der „Flächenplan“ der Stadt Zeil die Gebiete in denen die Standorte 1 und 2 liegen als Industriegebiet und den näher gelegenen Bereich in welchem Standort 3 sich befindet als Gewerbegebiet.

Verkehrsmäßig stellt Standort 2 einen Kompromiß dar. Die Entfernung zum Hafen läßt sich wirtschaftlich vertretbar noch mit Förderbändern überbrücken. Die Option des Bahnanschlusses bleibt erhalten.



Wenn gleich der Punkt der Erschließung nicht den Stellenwert besitzt wie Emission und Verkehr, so ist es doch wichtig, daß am Standort 2 noch die Möglichkeit zum Anschluß an den Regenwasserkanal besteht, was diesen gegenüber Standort 3 präferiert. Das Fehlen von Gas-, Wasser- und Abwasseranschlüssen ist ein hinnehmbarer wirtschaftlicher Nachteil, zumal die Gesamtkonstellation des Bioenergieparks den Hauptkostenfaktor hierbei – den Abwasseranschluß – überflüssig machen kann oder andere Lösungen denkbar sind (Wurzelraumkläranlage, Membranklärung).

Die Zufahrt ist momentan gut möglich, müßte jedoch im Zuge einer inneren Erschließung wie an den anderen Standorten auch weiter ausgebaut werden.

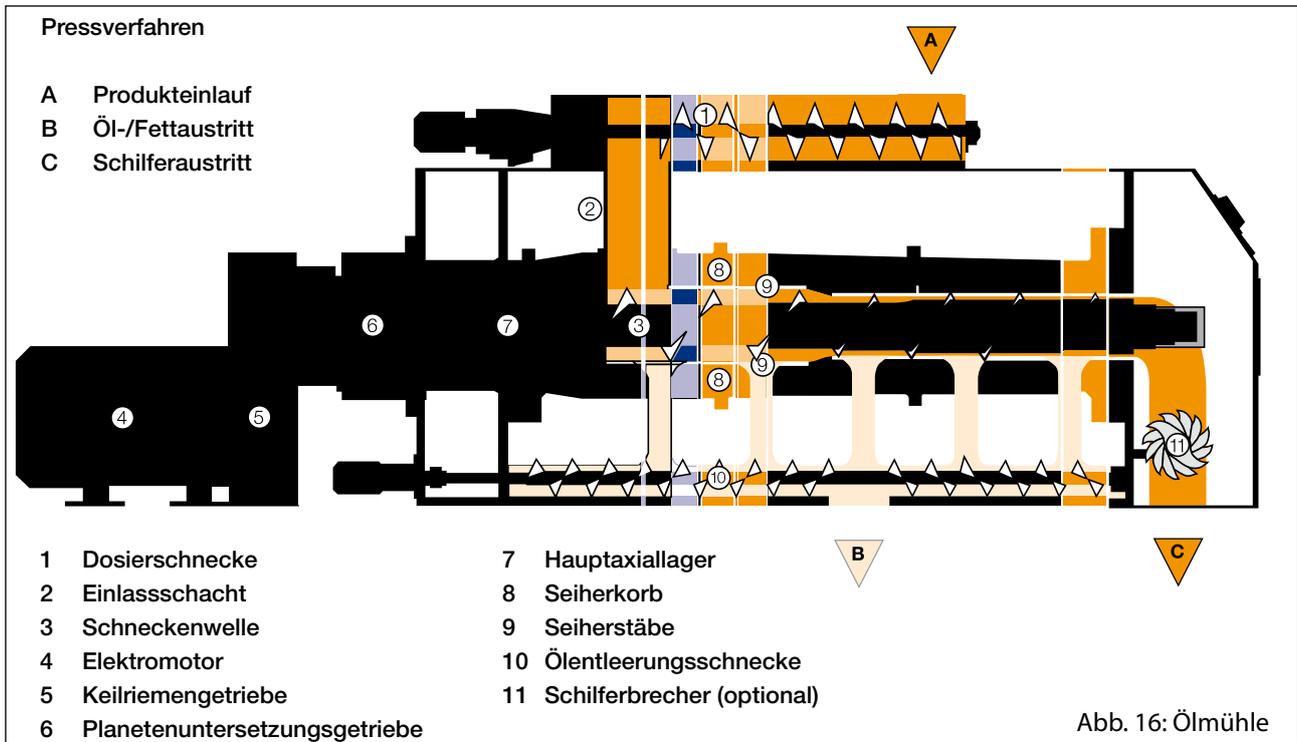
Der Gebäudebestand kann sich am Standort 2 eher positiv auswirken, da der Gesamtzustand der Pelletlagerhalle noch befriedigend ist und die Option offen läßt, diese weiterhin zur Pellettierung und Pelletlagerung zu nutzen. Die Halle läßt sich auch ohne größere Umbaumaßnahmen als Gebäudehülle für Ölmühle und Biodieselanlage nutzen. Aufgrund der Mehrgeschossigkeit schneidet hierbei Standort 1 schlechter ab. Zudem geht der bauliche Bestand über den Bedarf weit hinaus.

Abb. 14: Standortvarianten

Abb. 15: Flächennutzungsplan von der Stadt Zeil am Main

### 2.4 Technische Grundlagen

#### 2.4.1 Ölmühle



Bei der vorgesehenen Ölmühle handelt es sich um eine sog. Multisaatanlage, die neben Raps auch Sonnenblume, Soja und andere ölhaltige Früchte verarbeiten kann.

Die eigentliche Rohstoffannahme findet bereits im Hafen statt. Dort können nicht nur Schiffe entladen werden, auch die per LKW oder Traktor angelieferte Saat wird über Gossen erfaßt und in der Siloanlage getrocknet und gelagert.

Von den Silos werden der Raps, die Sonnenblumenkerne oder die Sojabohnen über Transportbänder in die Tagessilos an der Ölmühle gefördert. Um eine unerwünschte Durchmischung zu verhindern kann das Saatgut auch ohne Zwischenlagerung vom Hafen direkt in die Tagessilos gefördert werden. Die Tagessilos erfüllen somit mehrere Funktionen. Sie erleichtern die Rohstofftrennung, erhöhen die Lagerkapazität – im Hafen beträgt die Kapazität lediglich 14.000 t – und dienen als Vorlagesilo für den täglichen Rohstoffbedarf.

In der Ölmühle selbst wird das Preßgut gewogen und durchläuft dann mehrer Reinigungsstufen, wo mittels Siebeinrichtung in erster Linie Verunreinigungen, wie Steine, Erde und andere Pflanzenteile entfernt werden. Spuren von Fremdsaaten können

problemlos mitverarbeitet werden, jedoch können sich auch Eisenteile im Saatgut befinden, die zu kostspieligen Schäden an den Maschinen führen würden. Diese werden über einen Magnetabscheider ausgesondert. Man geht von einem Fremdstoffanteil von etwa 1% aus, was am Tag 10 Tonnen ergibt.

Die unterschiedlichen Rohstoffe müssen unterschiedlich vorbehandelt werden.

In der Flockierwalzenmühle werden die Rapskörner mittels zweier glatter Stahlwalzen zu Flocken gequetscht. Sonnenblumen und Soja durchlaufen ein Riffelwalzwerk. Die harte Schale der Sonnenblumen wird hierdurch aufgebrochen. Vor oder/und hinter Flockierung, bzw. Riffelwalzwerk befinden sich sog. Konditionierer oder Wärmepfannen. Konditionierer sind beheizte Trommeln, die sich drehen. Je nach Anforderung kann ein großer Konditionierer oder mehrer kleinere sinnvoll sein. Wärmepfannen sind flach und rund. Sie besitzen eine Bodenheizung, ein Rührwerk und Austragsschnecke. In beiden Anlageteilen wird die Saat erhitzt, um das enthaltene Öl dünnflüssiger oder erst verfügbar zu machen und den Wassergehalt zu reduzieren.

Die konditionierte Saat wird in eine Schneckenpresse gefördert, wo etwa 2/3 des enthaltenen Öls gepreßt wird. Das gewonnene Öl wird im Trubabscheider in einer ersten Stufe von festen Bestandteilen getrennt. Im Trubabscheider setzen sich feste Bestandteile unten ab und werden mit einer Schleppkette geschöpft. Diese werden erneut den Pressen zurückgeführt. Das Öl gelangt über einen Überlauf in einen Vorlagebehälter mit Rührwerk und wird dann in den Dekantern (Zentrifugen) von weiteren Feinstoffen befreit. Vor Weiterleitung in die Teilraffination wird das Öl im Reinölbehälter zwischengelagert. Die Feststoffe aus den Dekantern werden ebenfalls wieder in die Pressen gegeben.

Der Preßkuchen der aus den Schneckenpressen kommt hat noch einen Ölanteil von 10 – 15 %, was 1/3 des Gesamtgehaltes entspricht. Dieses Öl wird mit Hilfe des Lösemittels n-Hexan in der Extraktionsanlage gewonnen. Aus Sicherheitsgründen steht die Extraktionsanlage abseits und besitzt einen Sicherheitsbereich, der auch nicht betreten werden darf. In einen langsam rotierenden kegelförmigen Behälter, der innen unterteilt ist (Extrakteur), wird der Preßkuchen gegeben. Vergleichbar mit einer Kaffeemaschine läuft von oben das Lösemittel durch den Preßkuchen und löst das noch vorhandene Öl heraus. Dieses Gemisch aus Hexan und Öl (Miscella) wird in einer Kolonne mittels Destillation getrennt. Das Hexan wird in den Prozeß zurückgeführt, das Öl gelangt zur Teilraffination. Bei der Rückgewinnung des Hexans aus der Miscella wird Dampf und Vakuum eingesetzt. Der Dampf bildet mit dem Hexan ein Gemisch, das sich nach Abkühlung ähnlich wie bei einem Ölabscheider trennen läßt.

Der im Extrakteur verbliebene Feststoff wird als Extraktionsschrot bezeichnet. Der Ölgehalt beträgt nur noch 1%. Bevor das Schrot die Anlage verläßt muß ihm noch das enthaltene Hexan entzogen werden. Dies geschieht im Toaster, wo das Schrot erhitzt wird und das Hexan ausgetrieben wird, so daß der Hexangehalt im Schrot max. 330 ppm beträgt. Anschließend wird das Extraktionsschrot durch Luft abgekühlt. Das in der Abluft aus dem Toaster enthaltene Lösemittel wird im Gegenstromprinzip durch den Einsatz von Mineralöl zurückgewonnen.

Mineralöl und Hexan lassen sich über eine weitere Destillation trennen und dem System wieder zuführen.

Das Pflanzenöl enthält zu diesem Zeitpunkt noch verschiedene wasserlösliche und wasserunlösliche Phosphatide. Vor einer Weiterverarbeitung des Pflanzenöls zu Biodiesel oder direkten Einsatz als Kraftstoff muß es noch Teilraffiniert werden.

In einer ersten Stufe, der Wasserentschleimung werden wasserlösliche Phosphate und Lecithine aus dem Pflanzenöl herausgewaschen. In der zweiten Stufe, der Säureentschleimung wird bei der partielle chemische Neutralisation Phosphorsäure im Überschuß dazu gegeben, um die nicht wasserlöslichen Phosphate herauszuholen. Die Phosphorsäure wird durch die Zugabe von Natronlauge neutralisiert. Als zweite Stufe ist auch eine komplette Neutralisation (Chemische Raffination) möglich. Dies geschieht durch Ansäuern des Waschwassers mit Zitronensäure und Neutralisation durch Natronlauge. Aus dem Sonnenblumenöl müssen noch die Wachsanteile entfernt werden (Winterisierung), da es bei niedrigeren Temperaturen zu einer Ausfällung dieser Bestandteile kommt. Die Winterisierung erfolgt durch Abkühlen des Öls, wobei das Öl langsam gerührt wird. Hierbei entstehen Waskristalle, die sich leicht abscheiden lassen. Das Öl wird anschließend wieder aufgeheizt.

Entschleimung und Winterisierung können in einer kombinierten Anlagenkomponente stattfinden. Nach der Entschleimung durchläuft das Öl noch einen Vakuumtrockner und gelangt dann in Lagertanks zum Verkauf oder zur Umesterung.

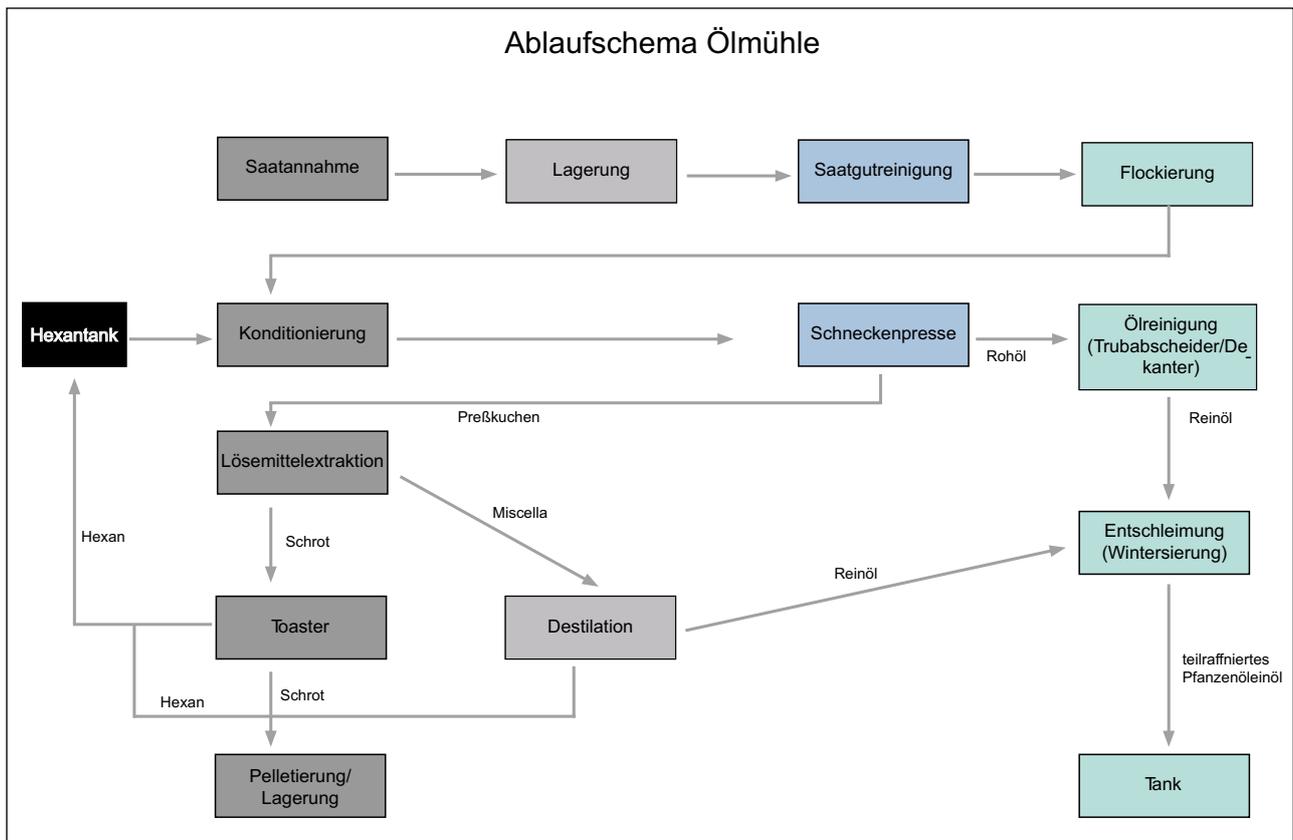


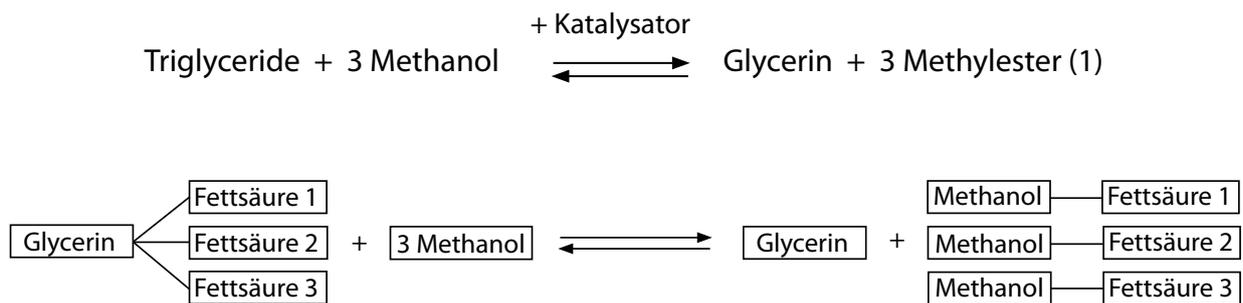
Abb. 17: Ablaufschema Ölmühle

### 2.4.2 Biodiesel

Prozeßablauf der Biodieselherstellung am Beispiel der Biodieselanlage Kaufungen

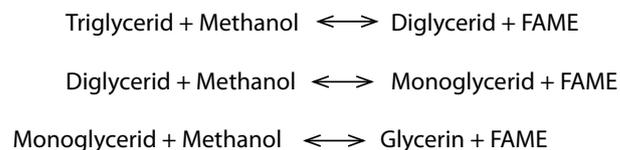
Chemisch gesehen handelt es sich bei Biodiesel um einen Fettsäure-Methyl-Ester (FAME Fat Acid Methyl Ester), der in der Regel durch die Umesterung von Pflanzenölen entsteht. Pflanzenöle (chemisch Triglyceride) bestehen aus langkettigen Fettsäuremolekülen, die durch eine Esterverbindung an ein Glycerinmolekül (dreiwertiger Alkohol) gebunden sind. Je nach Pflanzenöl variiert die Anzahl der Kohlestoffatome meistens von 16 bis 22, wobei diese Ketten keine, eine (einfach ungesättigt) oder mehrere (mehrfach ungesättigt) Doppelbindungen aufweisen können. Bei der Biodieselherstellung werden die Esterverbindungen mittels eines Katalysators

aufgebrochen. Unter Vorhandensein von Methanol gehen diese abgespaltenen Fettsäureketten neue Verbindungen ein und es entstehen Methylester sowie Glycerin. Die Reaktion findet bei einer Temperatur zwischen 40 und 60°C statt. Bei dieser Reaktion handelt es sich um eine Gleichgewichtsreaktion, d.h. es stellt sich ein Gleichgewicht von Triglyceriden und Methanol auf der einen Seite sowie Glycerin und Methylester auf der anderen Seite ein. Um die Reaktion in die gewünschte Richtung der FAME-Produktion zu verschieben muß Methanol im Überschuß beigegeben und die Reaktionsprodukte FAME und Glycerin entfernt werden. Letzteres erfolgt dadurch, daß der Prozeß wiederholt und am Ende jedes Prozesses der entstandene Biodiesel und das Glycerin vom Reaktionsgemisch getrennt wird.

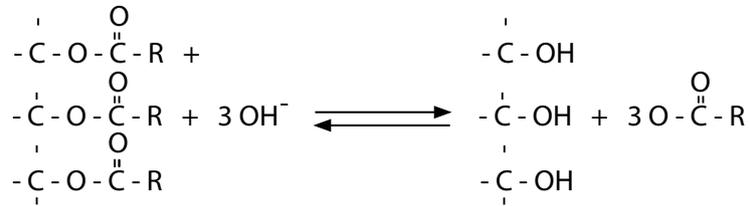


Die Umesterungsreaktion erfolgt schrittweise in drei Stufen. Zunächst reagieren die Triglyceride - also das Pflanzenöl - mit Methanol zu Diglyceriden und Fettsäuremethylester. Im zweiten Schritt

entstehen aus Diglyceriden und Methanol Monoglyceride und FAME, während bei der dritten Teilreaktion Monoglyceride mit Methanol zu Glycerin und FAME reagieren.



Die folgenden Strukturformeln beschreiben den Vorgang der Umesterung in zwei Stufen.



Die erste der chemischen Formeln beschreibt den Vorgang der Esterspaltung, die zweite den der Esterbildung.

Der abgetrennte Biodiesel muß anschließend gereinigt werden, da darin noch Reste von Methanol, Katalysator und Glycerin enthalten sind.

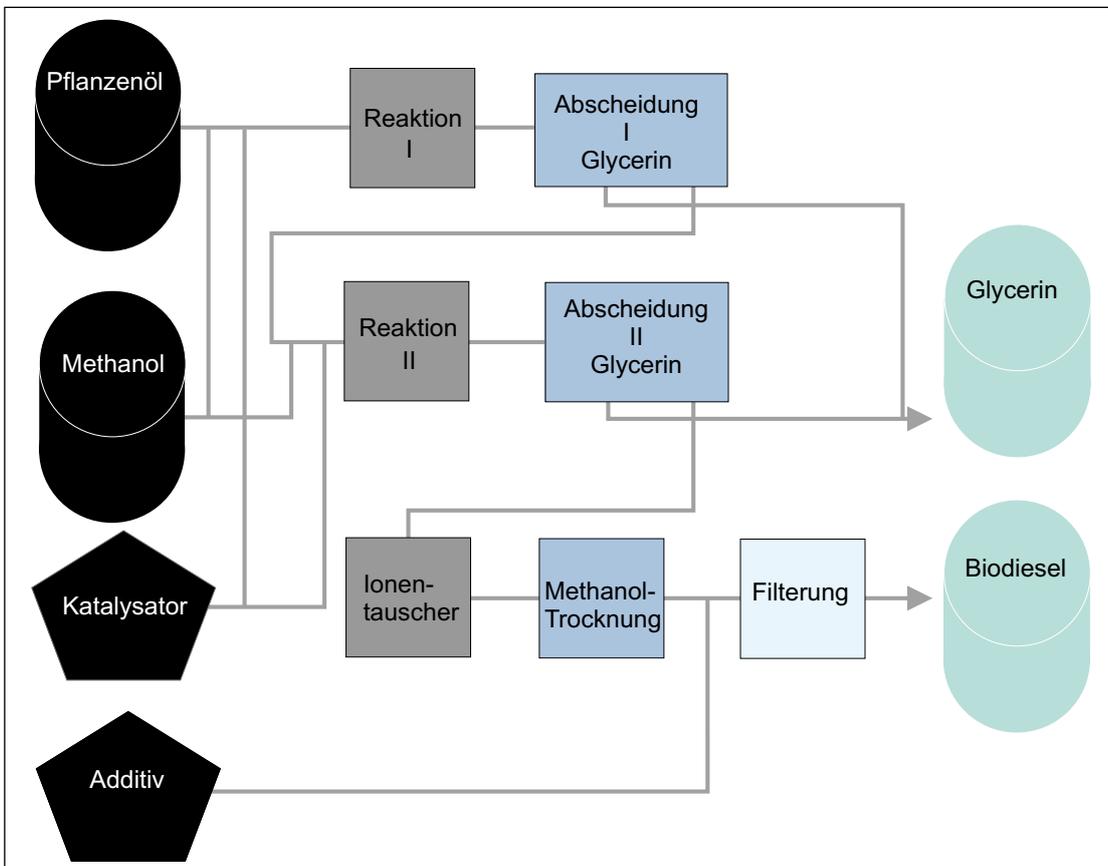


Abb. 18: Ablauf der Biodieselherstellung

## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

Die Pumpen der Dosierstation fördern aus den jeweiligen Tanks das Pflanzenöl, das Methanol und den zuvor aus Kaliumhydroxid und Methanol angesetzten Katalysator in den Mischer I, wo die Flüssigkeiten vermischt werden und eine teilweise Umesterung stattfindet. Das Reaktionsgemisch wird in den ersten Absetztank geleitet, wo sich unten das Glycerin absetzt und darüber der noch nicht vollständig umgeesterte Rohbiodiesel mit darin enthaltenen Mono-, Di-, und Triglyceriden schwimmt. Das Glycerin wird abgezogen, das noch nicht fertig reagierte Gemisch wird unter weiterer Zugabe von Methanol im Mischer II der weiteren Reaktion ausgesetzt und anschließend in den zweiten Absetztank geleitet, wo es zur weitest gehenden Trennung von Glycerin und Biodiesel kommt. Das Glycerin wird in einem eigenen Tank gesammelt und zur Aufbereitung weiterverkauft.

Der Rohbiodiesel aus dem zweiten Absetztanks muß nun noch von Katalysator und Methanol gereinigt werden. Die Abreinigung des Katalysators erfolgt über die Ionenauscherbehälter, wo ein Ionenauscherharz die Kaliumionen, sowie die restlichen Spuren von Glycerin bindet. In einer Trocknerkolonne wird der Biodiesel auf ca. 70 ° C erhitzt so daß verbliebene Methanolreste ausdestilliert werden und wieder abgekühlt. Zum Schluß können über die Dosierstation noch Additive zugesetzt werden, um die notwendige Winterfestigkeit oder Lagerstabilität zu erreichen. Eine Neutralisierung und Waschung des Rohbiodiesels zur Elimination des Katalysators und des restlichen Glycerins sowie Methanols entfällt bei diesem Verfahren. Hieraus ergibt sich eine wesentlich bessere Energiebilanz gegenüber anderen häufig beschriebenen und angewandten Verfahren.

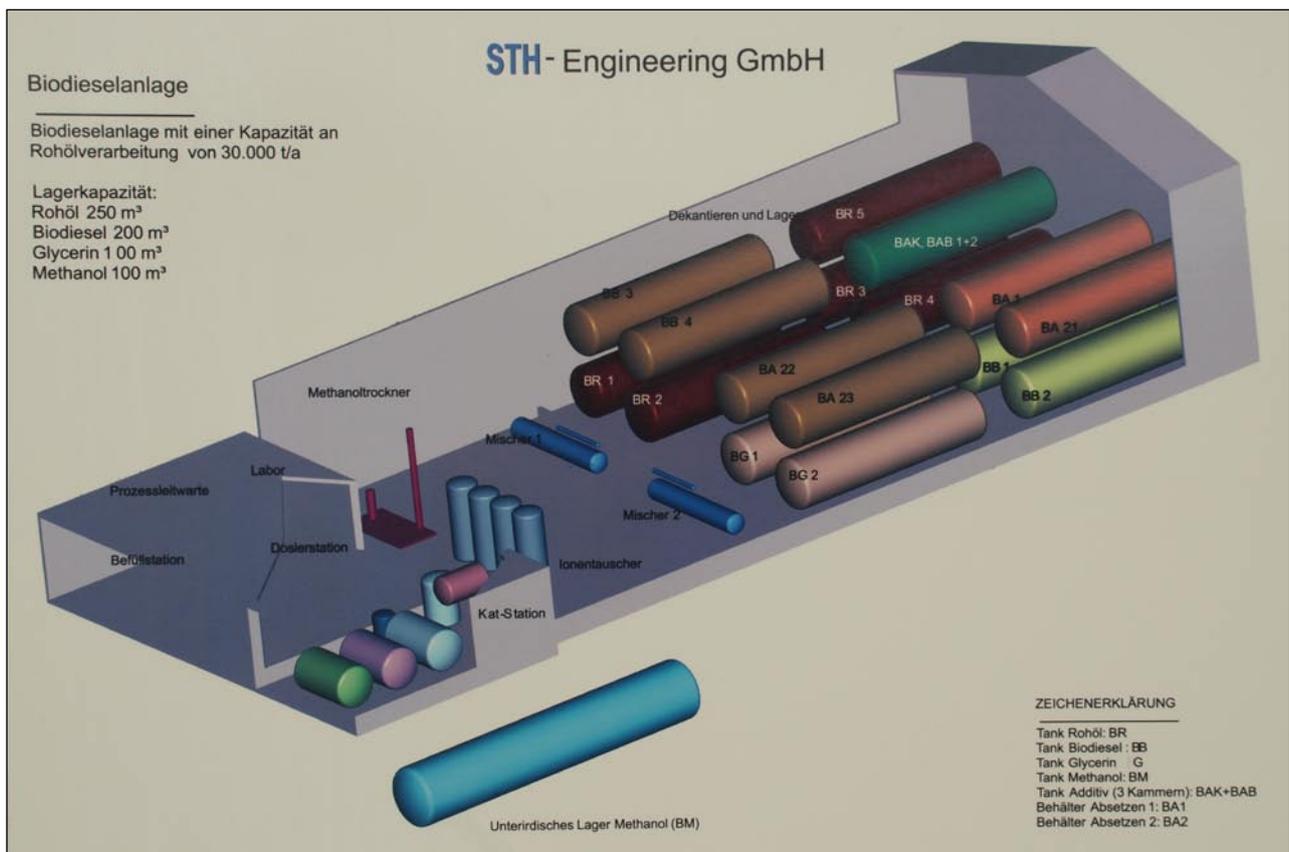


Foto 08: Biodieselanlage Kaufungen  
 V-Prof. Dipl.-Ing. Michael Prytula

## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

### 2.5 Ökologische Bewertung

Biokraftstoffe wie Pflanzenöl, Biodiesel, Bioethanol und BTL liegen in einem Spannungsfeld zwischen ökonomischen und politischen Interessen, sowie ökologischen Notwendigkeiten. Ungeachtet der politischen Vorgaben und wirtschaftlichen Interessen muß die Fragestellung untersucht werden, inwiefern die Produktion der Biokraftstoffe auch nachhaltig und ökologisch verträglich erfolgt. Dies beginnt bei der Rohstoffproduktion, wo bereits Anbauweise und Art des Rohstoffes Auswirkungen auf die Umwelt haben. Im nächsten Schritt trägt Logistik und Infrastruktur

(Verarbeitung in dezentralen oder zentralen Anlagen) zur Verstärkung oder Verringerung von Verkehrsströmen bei. Nicht nur die Transportleistung wirkt sich wiederum mehr oder weniger negativ auf Energie- und Klimabilanz aus, auch die technischen Verfahren zur Energiekonversion tragen entscheidend dazu bei.

Ankündigungen über steigende Bierpreise auf Grund von erhöhter Nachfrage nach Rohstoffen für Bioenergien sind ein allgemein verständliches Anzeichen für die zunehmende Konkurrenz um landwirtschaftliche Nutzflächen.

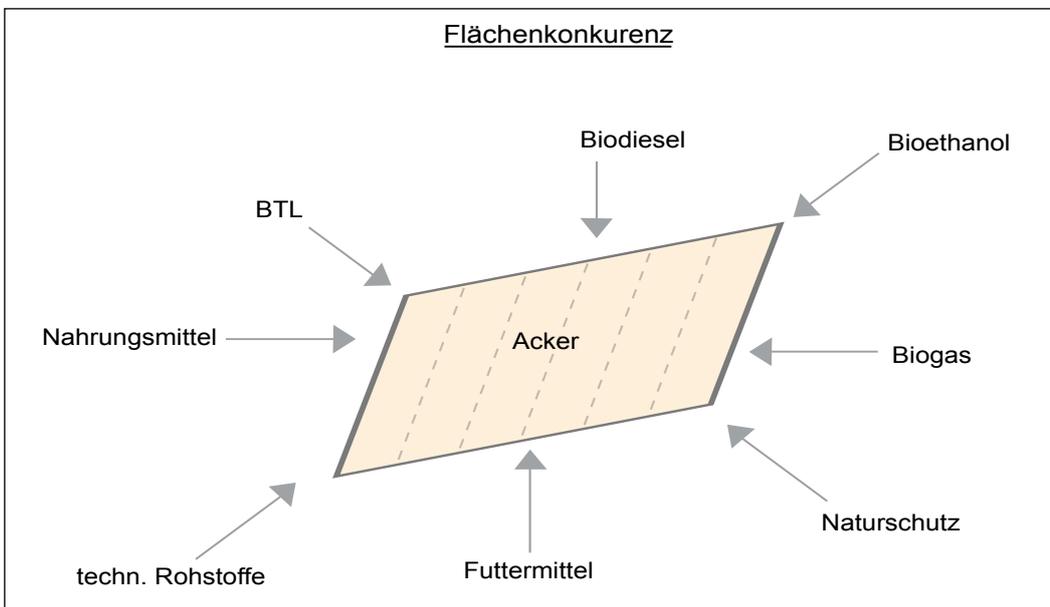


Abb. 19:  
Flächenkonkurrenz

	Weizen	Grünland	Raps	Sonnenblumen	Zuckerrüben	Mais
<b>Bodenerosion</b>	A	A	B	B/C	C	C
<b>Bodenverdichtung</b>	A	A	A	A	C	B
<b>Nährstoffeinträge in Gewässer</b>	A	A	B/C	A/B	B	C
<b>Pestizidbelastung</b>	A	A	C	B	B	C
<b>Wasserbedarf</b>	B	A	B	B	B	B/C
<b>Biodiversität der Agrarökosysteme</b>	B/C	A	B/C	A/B	B	B/C

Angaben nach EEA (2006)

A geringes Risiko  
B mittleres Risiko  
C Hohes Risiko

Abb. 20:  
Bewertung annueller Ackerpflanzen

## 2. Grundlagen, Analyse, Bewertung

Nachfolgende Bewertung annueller Ackerpflanzen liefert eine Übersicht über die Auswirkungen der jeweiligen Kulturen auf Umweltgüter.

Die Schwächen des Energieparkkonzeptes liegen sicherlich in der Notwendigkeit, Rohstoffe überregional zu beziehen. Die kaskadenartige Nutzung

der benötigten Energie, das Einbeziehen zusätzlicher Energienutzer, sowie die weitgehende energetische Nutzung der Nebenprodukte überzeugen jedoch in dieser Kombination!

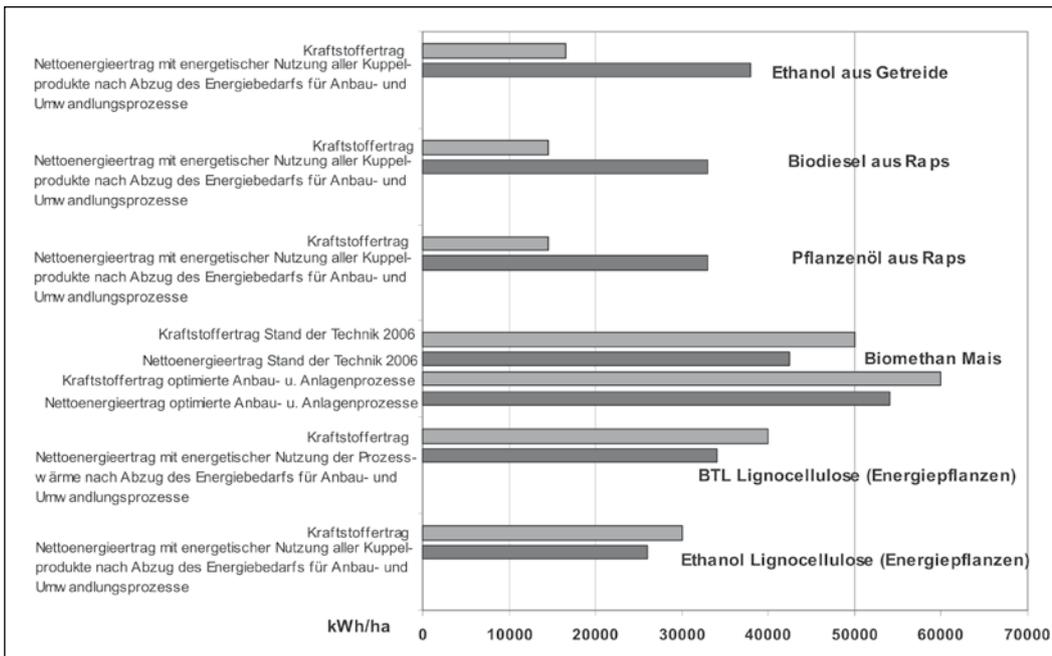


Abb. 21:  
Kraftstofftrag

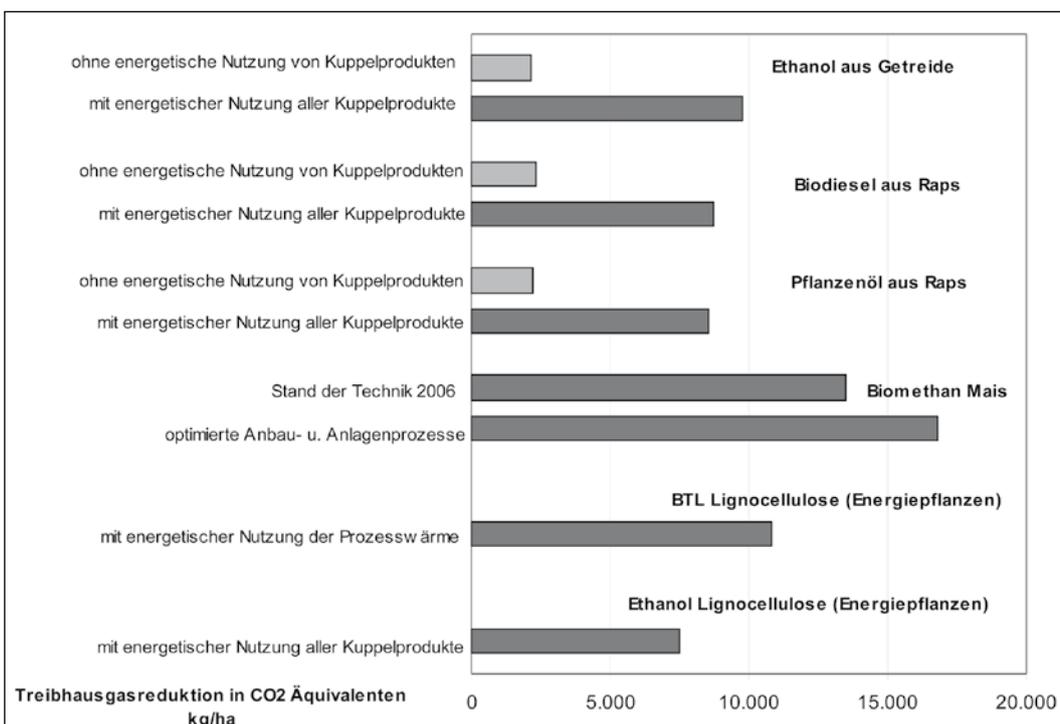


Abb. 22:  
Treibhausgasreduktion

### 3. Stoffflüsse und Funktionszusammenhänge

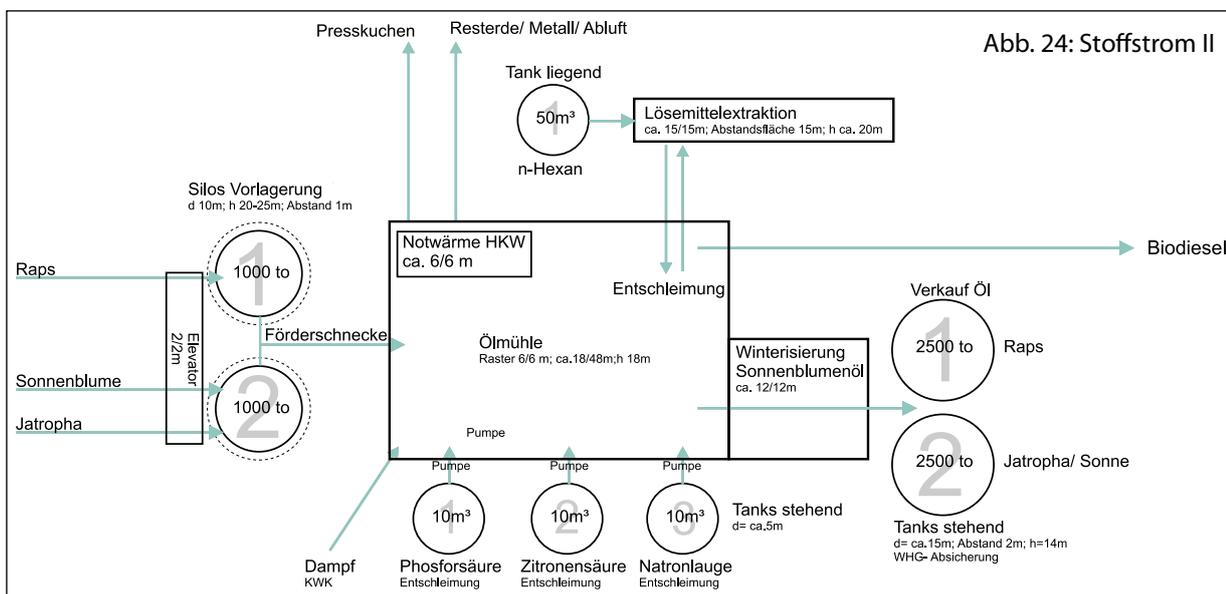
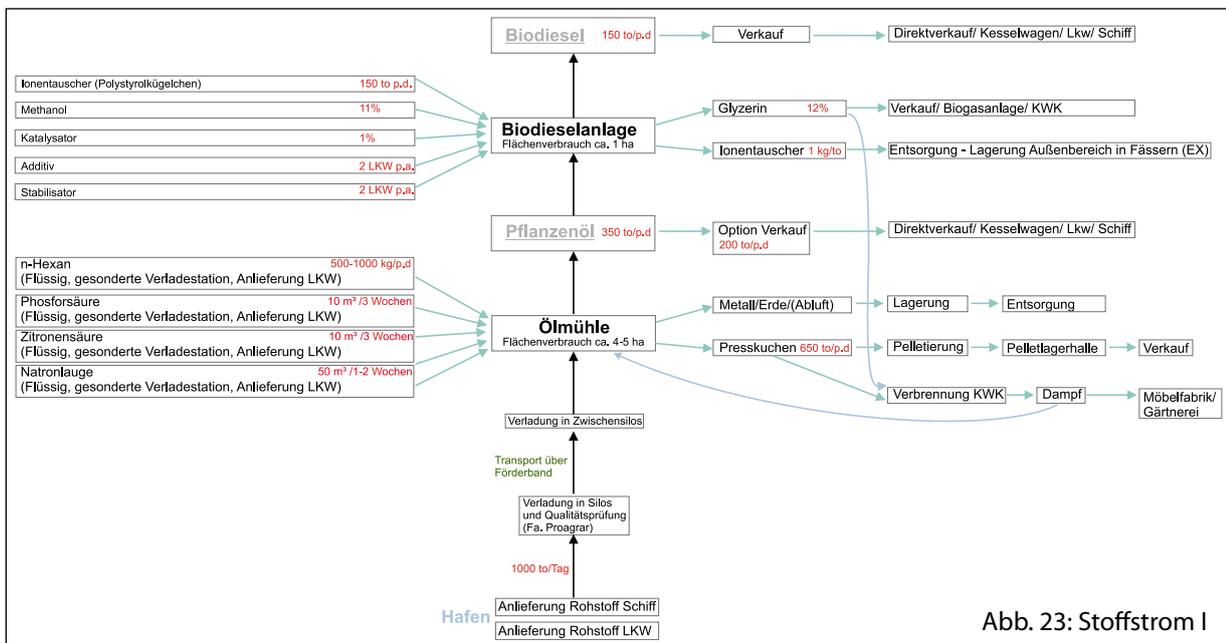
#### 3.1 Rohstoff- und Produktlogistik

Ein wirtschaftlicher Betrieb muß sich an Zahlen der Mengen und Umsätze definieren. Die Betrachtung und Ermittlung der umgesetzten Mengen, wie auch der Bevorratung von Saat, Zusatzstoffen und der Lagerung der Endprodukte sind entscheidend für die Auslegung der Anlage und deren Durchsatz im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit.

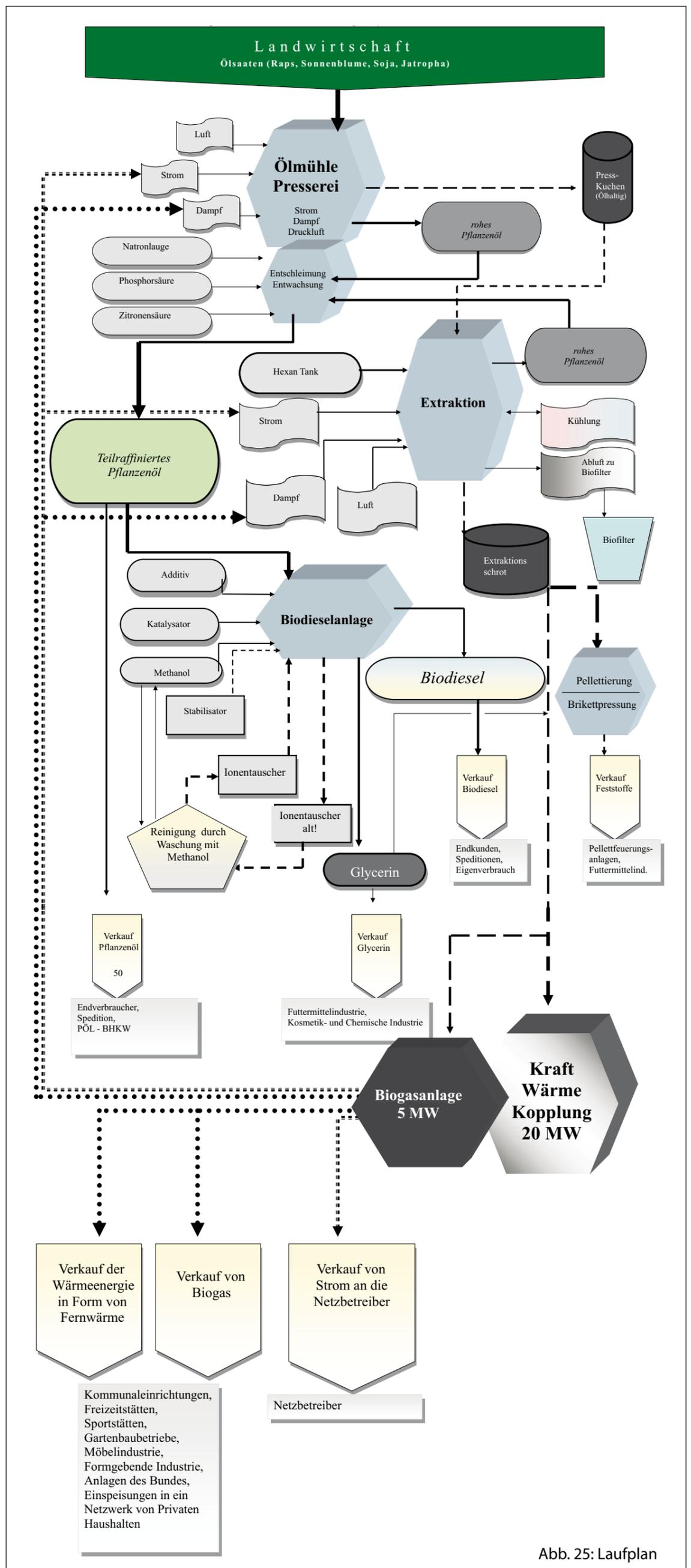
Durch die Dimensionierung wird gleichzeitig eine Flächen- und Raumgröße ermittelt, die für die Planung der Gebäude, der Infrastruktur und der zwingenden Anbindung an große Verkehrswege (BAB, Schifffahrtswege, Bahnanbindung) von Nöten sind.

Anlieferungen und deren Wege, Mengen und Spielzeiten sind ein Anhaltspunkt für die Ermittlung von grundlegenden Größen der Dimensionierung. Dies wird in Stoffstrom 1 verdeutlicht.

Stoffstrom 2 zeigt Flächen, Volumina und Abhängigkeiten lassen sich eruieren und zu einem Konzept verbinden.



3.2 Interne Stoff- und Medienströme



**Legende der Versorgungspfade und deren Kennzeichnung**

Feststoffe	-----
Flüssigkeiten	—————
Strom 400V	.....
Dampf 10 bar	.....

Farbcode	Produktionsmittel	Zusatz
[Light Blue]	Produktionsprozessablauf Prozessphasen /Ort	Verfahrensort
[Light Grey]	Eingangsstoff Zusatzmaterial	
[Green]	Produkt aus Anbau Grundprodukt, Raps, Soja, etc.	Agrarproduzenten
[Dark Grey]	1. Stufe der Gewinnung Pflanzenrohöl	
[Olive Green]	Pflanzliche Rückstände Presskuchen, Extraktionsschrot	
[Light Green]	2. Stufe der Gewinnung Teilraffiniertes Pflanzenrohöl	
[Light Yellow]	Abfallstoff Iontauscherabfälle	
[Yellow]	Endprodukt Biodiesel	
[Dark Yellow]	Produktionsnebenprodukt Glycerin	
[Light Yellow]	Verkauf der Produkte an Verbraucher und Industrie	Absatzmarkt
[Dark Yellow]	Kraft-Wärme-Kopplung Energiegewinnung	Autonomer Betrieb der Anlage
[Dark Grey]	Biogasanlage	
[Light Grey]	Verbraucher, Industrie	

Abb. 25: Laufplan

Basierend auf den Daten aus dem 1. Semester ist eine Standortanalyse durchgeführt worden um sich konkrete Vorstellungen über den Bestand und die bauliche Strukturen zu verschaffen. Aus den daraus gewonnenen Daten ist ein städtebauliches Gesamtkonzept sowie verschiedene Architekturkonzepte entwickelt worden.

### 4.1 Vorentwürfe, Flächenlayout für Gebäude und Anlieferung

Nach intensiver Diskussion wurde ein optimaler Standort auf dem Gelände der Firma Südzucker ausgewählt der den Anforderungen aller Parameter gerecht wurde. Viele Alternativen über Bauform, Standort, Anlieferung wurden diskutiert und anhand von unterschiedlichen Vorentwürfen geprüft. Dabei entschied man sich unter anderem aus Kostengründen für einen Neubau, da die bestehende Pellethalle aufgrund ihres Stützenrasters für eine Ölmühle und eine Biodieselanlage als ungeeignet erschien. Auslagerungen einzelner Funktionsbereiche als auch eine Integration dieser in die Pellethalle hätten zu hohen Kosten im Bereich des Anlagenbaus geführt.

Bahn, andere wesentliche Entwurfsparameter entstanden durch die An- und Ablieferung der Rohstoffe bzw. der fertigen Produkte. Auch hier wurden diverse Alternativen wie Anlieferungshöfe, Umfahrten, Einbahnsituationen, getrennte Be- und Entladung diskutiert. Um Anforderungen der Industriebaurichtlinie an eine Feuerwehrumfahrt gerecht zu werden entschied man sich für eine Umfahrt im Einbahnstraßensystem da hier Produkte und Rohstoffe dort verladen werden können wo sie benötigt werden, bzw. wo Tanks im System der Produktion aufgestellt sind. Der Hauptverladepunkt wurde zentral in der Nähe der größten Stoffströme angeordnet.

Durch die Stoffstromdiskussion wurden Funktionseinheiten festgelegt und man beschränkte sich auf eine Ölmühle sowie eine Biodieselanlage mit den dazugehörigen Nutzungen. Kraftwärmekopplung sowie die Biogaserzeugung wurden im Entwurf nicht berücksichtigt das eine Verarbeitung dieser

Komponenten in einem baulichen Entwurf zu komplex gewesen wäre. Die wesentlichen Komponenten der Biodieselanlage und der Ölmühle wurden anhand eines fortlaufenden Raumbuches diskutiert und festgelegt sowie durch einzelne Abhängigkeiten im Entwurfsprozess immer wieder verschoben, ergänzt oder reduziert. Um lange Rohrleitungen und somit hohe Kosten einsparen zu können entschied man sich für eine hoch kompakte Bauform. Die Anlagenbereiche der Ölmühle und der Biodiesellagerung wurden als eigenständige Baukörper ausgeformt, jedoch direkt nebeneinander platziert um innerhalb des Gebäudes kurze Wege zu erzeugen. An diese beiden prägnanten Baukörper schließt sich ein Riegel an in dem alle kleinteiligen Raumeinheiten untergebracht sind. Anlagentechnische Funktionen finden aus Gründen der Wartung sowie der Errichtung ihren Platz im Untergeschoß. In den Obergeschossen befinden sich ausschließlich Funktionsbereiche die durch anlagentechnische Gegebenheiten dort platziert werden müssen sowie Sozial-, und Büroräume.

Da das vorhandene Grundstück durch eine lange Industriegeschichte geprägt ist und in Zukunft auch seitens der Gemeinde Zeil dort Industriebetriebe angesiedelt werden sollen entschied man sich für eine Architektur die die Produktionsprozesse transparent nach Außen vermitteln sollten. Durch eine transparente Fassade werden Einblicke gewährt bzw. Ausblicke ermöglicht. Tankanlagen finden ihren Platz um das das Gebäude und suggerieren aufgrund ihrer eigenen Ästhetik den Industriecharakter.

Die Grundrissordnung besteht aus drei wesentlichen Funktionseinheiten die in ihrer Anordnung nach Außen einen kompakten Baukörper zeigen. Bei genauerem Betrachten unterscheiden sich diese Funktionsbereiche jedoch durch die Lesbarkeit dieser in der unterschiedlichen Fassadengestaltung.

Ein Funktionsbereich ist die Biodieselproduktion dessen Prozess sich in den Lagertanks stattfindet. An diesen Bereich gliedern sich die Ionentauscher mit Nebenräumen wie Lager an. Durch eine intelligente Anordnung der Ionentauscher in der Nähe

der Prozesstanks und des Pumpenraumes entsteht ein übergeordneter Funktionsbereich. Die Ionentauscher werden auf einer erhöhten Ebene befüllt. Die Entleerung findet im Erdgeschoss statt. Dabei finden die wesentlichen Bewegungen mittels Stapler oder Hilfsgeräte im Lagerbereich statt. Dadurch ist eine Querung der Hallenbereiche in denen Ex-Schutz herrscht nicht nötig.

Angrenzend an diesen Bereich befinden sich Nebenräume wie Schaltschränke, Pumpenraum und Heizung. Diese Funktionen befinden sich in direkter Nachbarschaft der Ionentauscher um lange Wege zu sparen.

Die Verladestation wurde unmittelbar am Pumpenraum geplant da auch dadurch wieder kurze Versorgungsleitungen ermöglicht werden. In direkter Sichtweite der Verladestation befindet sich die Leitwarte und der Eingangsbereich. Hier finden durch die LKW-Fahrer starke Personenbewegungen statt die an dieser Stelle konzentriert wurden. Angrenzend wurden Flächen für das Labor sowie für Schaltschränke vorgehalten.

Angegliedert an den Biodieselprozess sowie den nötigen Nebenräumen wurde die Halle der Ölmühle platziert die den größten Flächenbedarf benötigt. Zu diesem Funktionsbereich gehört die ausgelagerte Extraktion die in einem Sicherheitsabstand an die Ölmühle anschließt und mittels Förderband versorgt wird. Ein Austausch von Anlagenkomponenten sowie die Errichtung der Anlage wurden durch die leicht zu demontierende Anlage erleichtert.

Im ersten Obergeschoss befinden sich Sozial-, WC-, und Umkleieräume die über das an der Fassade liegende Treppenhaus erschlossen werden. Erhöhte Ebenen innerhalb der Hallen befinden sich am Ionentauscher zur Befüllung sowie innerhalb der Ölmühle.

Im zweiten Obergeschoss sind Büroräume mit unterschiedlichen Funktionen geschaffen. Die unterschiedlichen Funktionsbereiche erhalten bedingt durch ihre Nutzung unterschiedliche Gebäudehöhen die eine Ablesbarkeit der Nutzung widerspie

geln. Die Fassade bestehend aus Polycarbonat-Fasadenelementen differenziert zusätzlich zu den Gebäudehöhen durch unterschiedliche Farbgebung dieser Funktionen. Im Bereich der Nebenräume sowie Aufenthalts-, und Büroräume wird eine vorgefertigte Beton-Vorhangfassade vorgeschlagen. Dies reduziert Kosten und Bauzeit und spiegelt den modularen Gedanken des Gebäudes wider. Das gesamte Gebäude wurde in einem Raster von 1,2m geplant und bietet somit ein gängiges und kosteneffizientes Raster.

### 4.2 Funktionales Konzept

„Wandel als Konstante; die Industrielle Revolution hat den Begriffen Zeit, Raum, Geschwindigkeit und Veränderung neue Bedeutung zugewiesen. Prägen zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch ausschließlich natürliche und kulturelle Rhythmen das Leben, wurde Zeit im fortschreitenden Industrialisierungsprozess schon bald zur Ressource und es galt das geflügelte Wort – ein prägnant verkürztes Zitat von Benjamin Franklin – „Zeit ist Geld“... Diese Bewertung der Zeit als Ware hat mit zur exponentiellen Steigerung von Produktion und Verbrauch beigetragen – ein Beschleunigungsprozess, der in globalen Zusammenhängen noch weitere Dynamik gewinnt.<sup>1</sup>

Auch heute ist dem Zitat „Zeit ist Geld“ in der Wirtschaft eine hohe Bedeutung zuzuschreiben. D.h. lange Wege verschlingen Produktionskosten, in der Herstellung, als auch Zeit, in der Montage und Wartung. Anhand der komplexen Produktions- und Organisationsabläufe innerhalb dieses Komplexes bedurfte es einer äußerst kompakten Bauweise um eine reibungslose Zusammenarbeit zu gewährleisten.

Die wesentlichen Punkte dieses „Blocks“ beinhalten:

1. Anlieferung Ölmühle
  - Rohstoffe
  - Verbrauchsgüter
2. Schnittstelle Ölmühle – Biodieselanlage
3. Schnittstelle Ölmühle – Leitstand
4. Schnittstelle Biodieselanlage – Leitstand
5. Abgabe der fertigen Produkte
6. Lagerung der Abfallprodukte evt. Pressung zu Pellets
7. Mögliche Abgabe von Produktionsstoffen an Extraktion

Durch den Produktionsablauf und der ständigen Kontrolle durch den Leitstand war es notwendig die Länge der einzelnen Leitungen und Wege möglichst gering zu halten ohne den ästhetischen Faktor aus den Augen zu verlieren. Durch Optimierung der einzelnen Bewegungsabläufe der verschiedenen Komponenten Ölmühle, Biodieselanlage und Büro haben sich folgende Bewegungszusammenhänge ergeben.

A. Gesamtzusammenhänge des Bioenergieparks

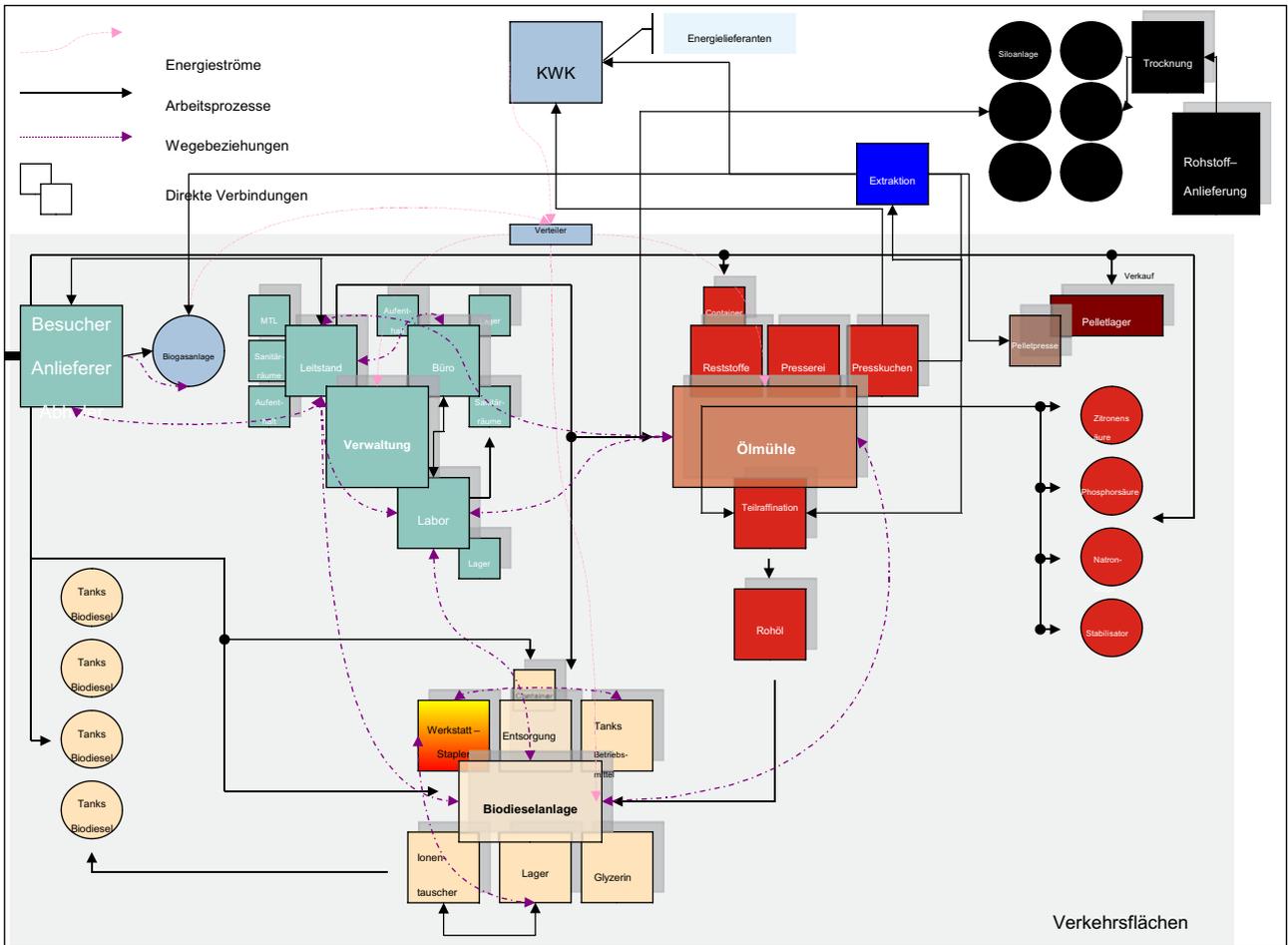


Abb. 26: Beziehungen zwischen den Anlagen

Anhand dieses Schemas ist schon die Komplexität des gesamten Ablaufes ersichtlich und Bedarf einer näheren Spezifizierung der einzelnen Arbeitsvorgänge wie in folgenden Abbildungen gezeigt.

B. Verwaltung

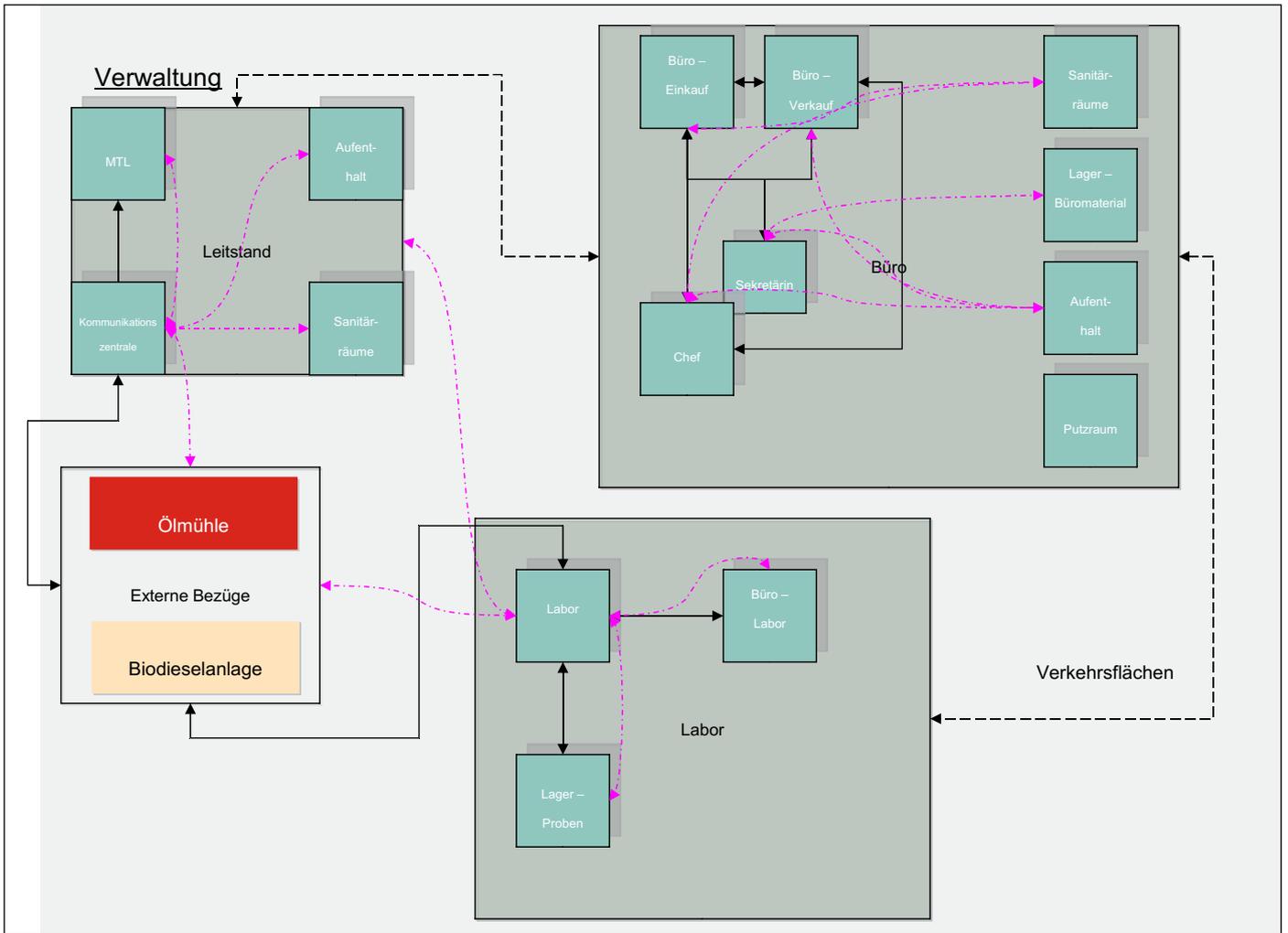


Abb. 27: Beziehungen innerhalb der Verwaltung

C. Ölmühle

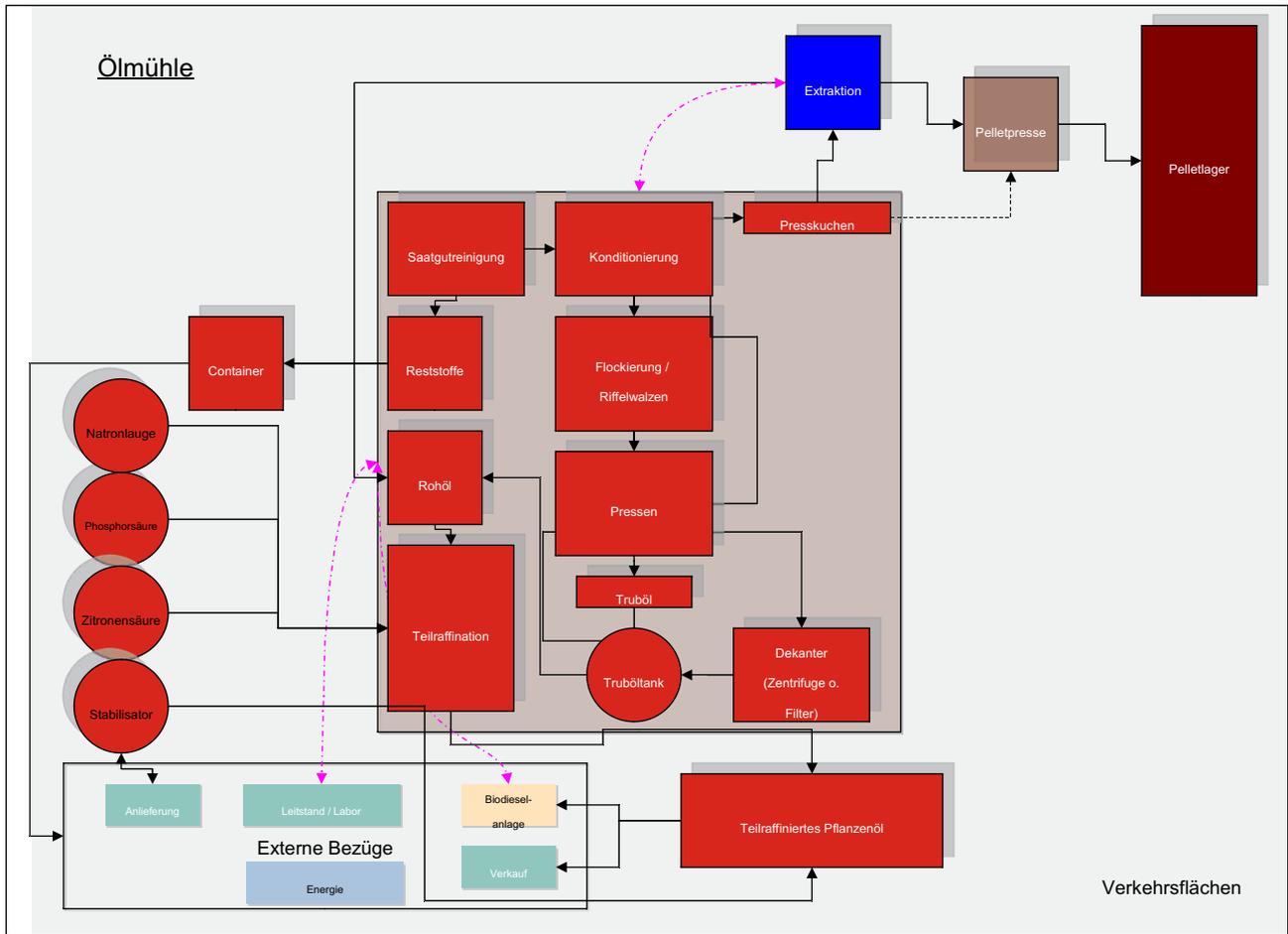


Abb. 28: Beziehungen innerhalb der Ölmühle

D. Biodieselanlage

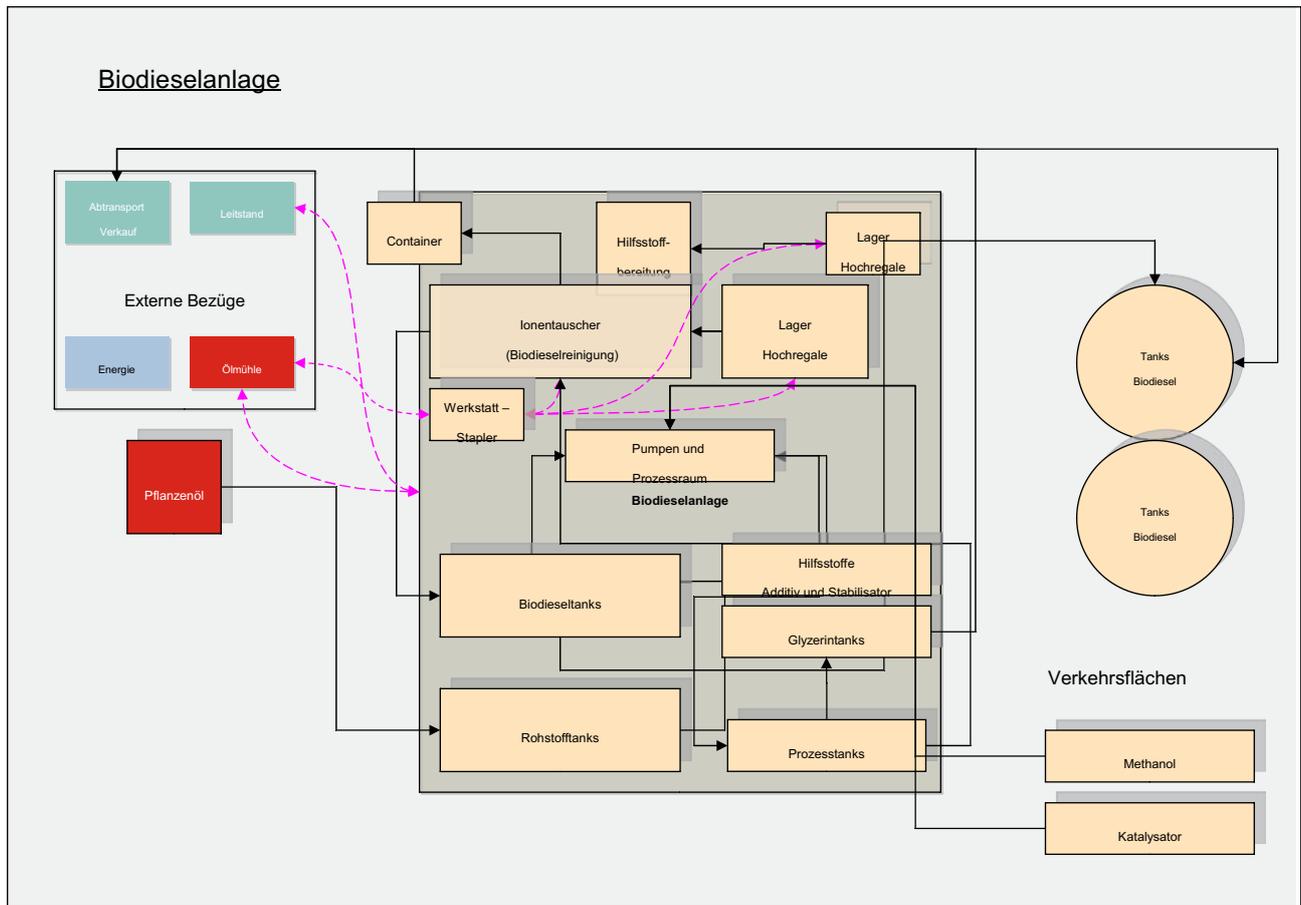


Abb. 29: Beziehungen innerhalb der Biodieselanlage

### 4.3 Konstruktives Konzept

#### A. Verwaltung

##### *Büroformen:*

Als traditionelle Büroform ist das Ein-Personen-Zellenbüro in älteren Verwaltungs- und Bürogebäuden nach wie vor weit verbreitet. Zwar erlaubt es ein hohes Maß konzentrierten Arbeitens, jedoch ist der Kommunikationsfluss zwischen den Mitarbeitern stark eingeschränkt. Die Erschließung der Büros erfolgt meist über einen Mittelflur, der als reine Verkehrsfläche dient und aus Brandschutzgründen (Fluchtwege) nicht als Abstellfläche für technische oder sonstige Infrastruktur verwendet werden darf.

##### Merkmale des Ein-Personen-Büros

- *Raumgröße:*
  - Fläche: 10-12 m<sup>2</sup>
  - Raumtiefe : mind. 5,00 - 5,50 m (plus 2,00 m Mittelgang ergibt eine Gebäudetiefe von ca. 2 -13 m)
  - Raumbreite: ca. 2,50 - 3,00 m (als flächenwirtschaftlich günstig haben sich mittlerweile Raster von 1,50 m erwiesen)
  - Geschosshöhe: mind. 2,50 m (bis 3,50 m)
- *Technik:*
  - Elektro- und Datenleitungen
  - Fensterbelüftung, evtl. kombiniert mit Klimaanlage
  - Beleuchtung: Tageslicht
- *Organisation:*
  - Konzentriertes Arbeiten
  - Geräteinfrastruktur (z.B. Drucker) vorhanden
  - Individueller Stauraum direkt am Arbeitsplatz vorhanden.

Sind allerdings zwei oder mehr Kollegen auf intensive Zusammenarbeit angewiesen, bietet sich die Form des *Zwei- oder Mehr-Personen-Büros* an. Der Informationsfluss funktioniert gut, allerdings kann dieser Vorteil auch zum Nachteil werden: Wenn ein Mitarbeiter z.B. telefoniert oder einen Kunden empfängt, kann dies den Kollegen in seiner Konzentration stören.

##### Merkmale des Zwei-Personen-Büros

- *Flächenbedarf (pro Arbeitsplatz)*
  - Fläche: 10-12 m<sup>2</sup> (Raumfläche ca. 25 m<sup>2</sup>)
  - Raumtiefe: 4,00 - 5,50 m (plus 2,00 m Mittelgang ergibt eine Gebäudetiefe von ca. 12 - 13 m)
  - Raumbreite: ca. 4,50 m (üblich sind mittlerweile 3 Achsen mit einem Raster von je 1,50 m)
  - Geschosshöhe: mind. 2,50 m (bis 3,50 m)
- *Technik:*
  - Elektro- und Datenleitungen
  - Fensterbelüftung, evtl. kombiniert mit Klimaanlage
  - Beleuchtung: Tageslicht
- *Organisation:*
  - Konzentriertes Arbeiten
  - Geräteinfrastruktur (z.B. Drucker) meist in der Innenzone

Konferenzräume im Vergleich

*Konferenzraum  
(groß)*

Größe: 85 qm  
U-Form: 18 Personen  
Block-Form: 12 Personen  
Parlamentarisch: 40 Personen  
Stuhlreihen: 50 Personen  
Tafel: keine  
Einzeltische: -



Foto 09: großer Konferenzraum

*Konferenzraum  
(klein)*

Größe: 50 qm  
U-Form: 12 Personen  
Block-Form: 8 Personen  
Parlamentarisch: 18 Personen  
Stuhlreihen: 25 Personen  
Tafel: keine  
Einzeltische: -



Fotos 10: kleiner Konferenzraum

*Besprechungsraum*

Größe: 20 qm  
U-Form: -  
Block-Form: -  
Parlamentarisch: -  
Stuhlreihen: -  
Tafel: 8 Personen  
Einzeltische: 12 bis 14 Personen



Fotos 11: Besprechungsraum

## 4. Entwurf

### B: Tragwerk

Das Tragwerk besteht aus eingespannten Sichtbeton Säulen mit Deckenbalken, die bis zu 6 m überspannen. Dieses Raster ist notwendig für optimiertes und ökonomisches Bauen in Industriebauten. Die Decken der einzelnen Geschosse werden über Unterzüge in das Gebäude integriert.



Foto 13: Innenraum nach Trockenbau



Foto 12: Tragwerkskonstruktion

### C: Material

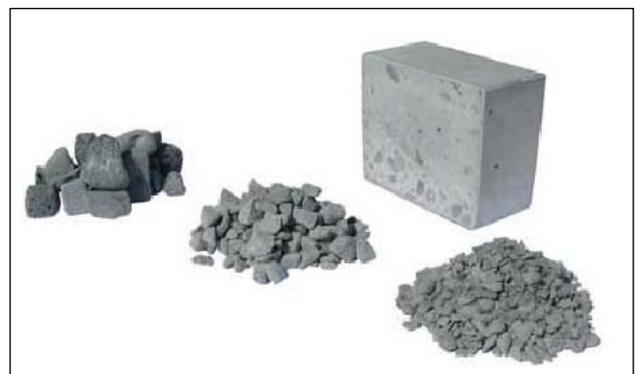
#### „Konstruktions-Stahl-Dämmbeton“

Misapor als wirtschaftlicher und qualitativ hochwertiger Dämm- und Schüttstoff. Misapor-Beton ist hart und tragend aber dennoch sehr gut dämmend und überraschend leicht.

- Raumgewicht von 900 – 1300 kg/m<sup>3</sup>
- Druckfestigkeiten von 10 – 47 N/mm<sup>2</sup>
- Lambda-Wert von 0,12 bis 0,38 W/mK
  - > Somit ist keine weitere Wärmedämmschicht notwendig
- Phasenverschiebung 16 – 18 Std.
- Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit, Erweichungspunkt 600 – 700 Grad C
- Hoher Wassereindringwiderstand
- Hohe Frostbeständigkeit



Foto 14: Einfamilienhaus in Chur, Schweiz  
Architekt: Patrick Gartmann



Fotso 15: Misapor-Beton

## 4. Entwurf

### 4.4 Ästhetisches Konzept

Durch die Kombination aus Wegebeziehungen und Arbeitsprozessen hat sich ein „L“ (Verwaltung) um die Ölmühle geformt, welches sich zudem durch seine Materialität hervorhebt.

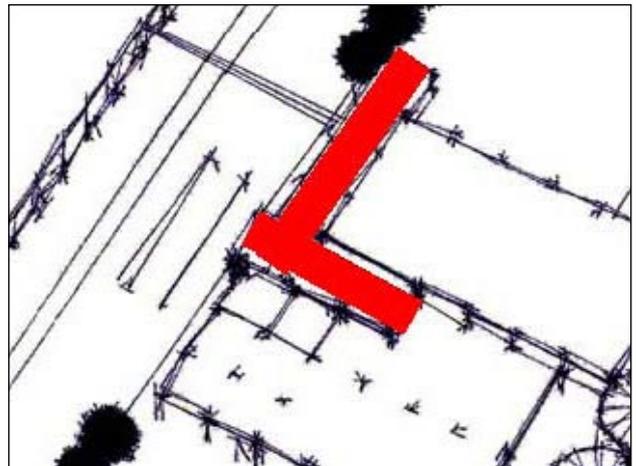


Abb. 30: Skizzen I

Der Eingangsbereich soll auch Ortsfremden ein direkter Bezugspunkt sein und wird durch in den Außenbereich geschobene Kuben hervorgehoben.

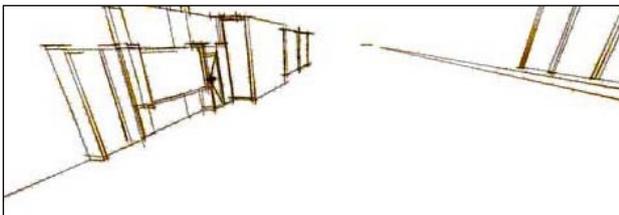


Abb. 31: Skizze II

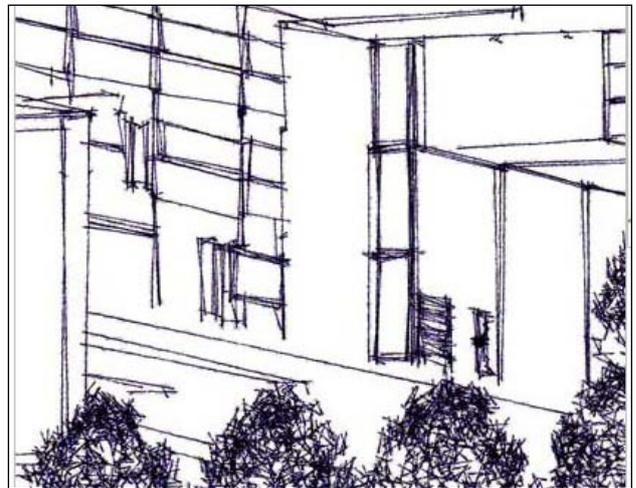


Abb. 32: Skizze III

Der Grundriss der Anlage hat sich maßgeblich an die innere Organisation des Komplexes Bioenergiepark orientiert und ist dementsprechend nach den vereinzeltten Bewegungsabläufen und Arbeitsprozessen konzipiert worden.

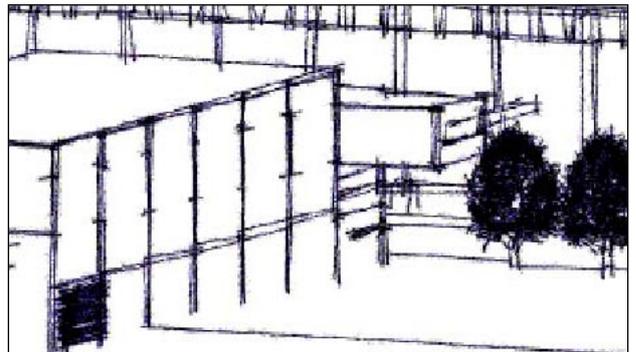


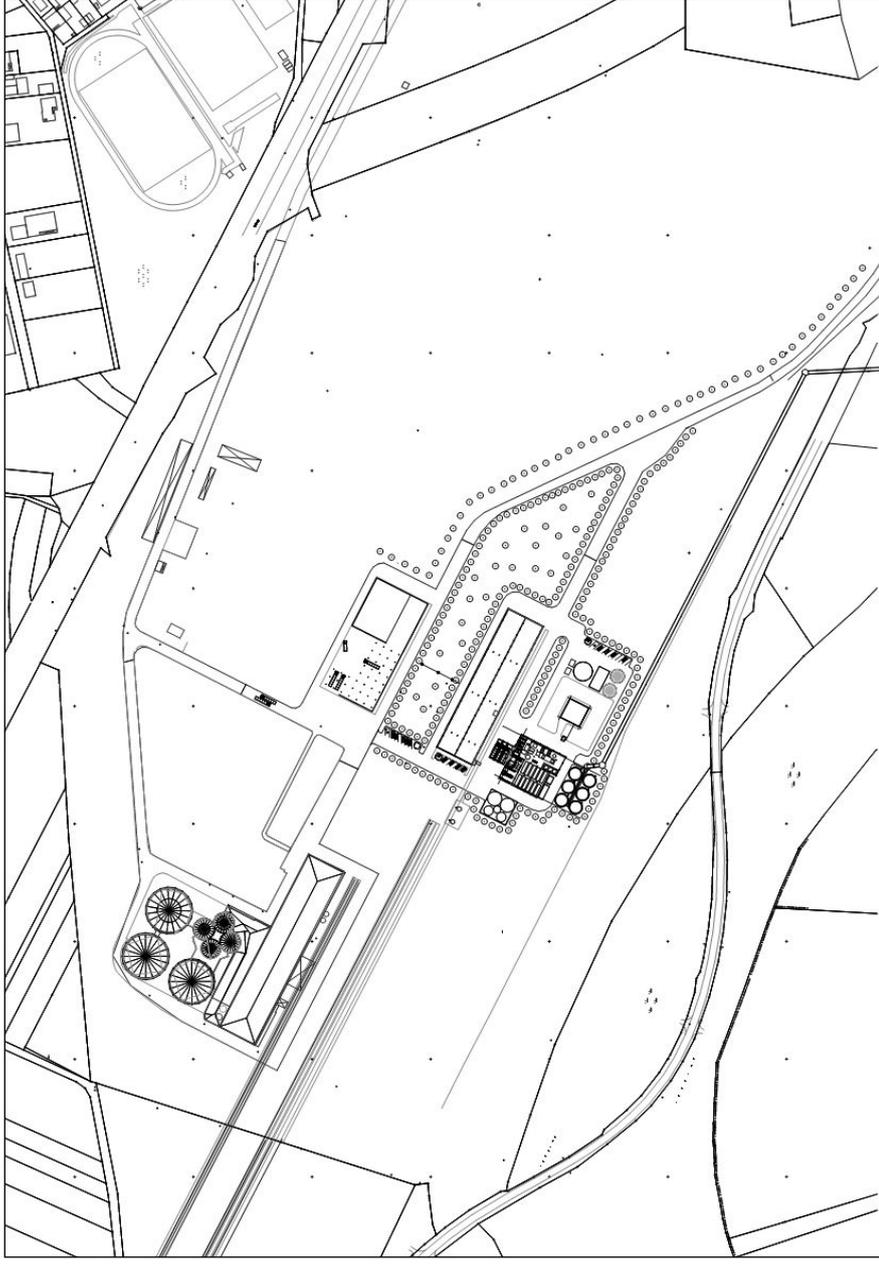
Abb. 33: Skizze IV

### 4.5 Städtebauliches Gesamtkonzept

#### *Standortvariante 2*

Der Grundgedanke des Städtebaulichen Entwurfs beinhaltet das Aufnehmen der verschiedenen Achsen innerhalb dieses Areals. Die Verlängerung des vorhandenen Gebäudes der Südzucker Gesellschaft, die derzeit ungenutzte bauliche Substanz der Lagerhalle sowie der vorhandenen Straßenverläufe.

Die notwendigen Gegebenheiten und Arbeitsvorgänge innerhalb des Komplexes benötigen nicht nur eine Raumsparende Lösung als auch eine ökonomische. Somit kam ein Abriss der Lagerhalle nicht in Frage, da diese weiterhin als Lager in Frage kommt.



Städtebaulicher Entwurf  
ohne Maßstab

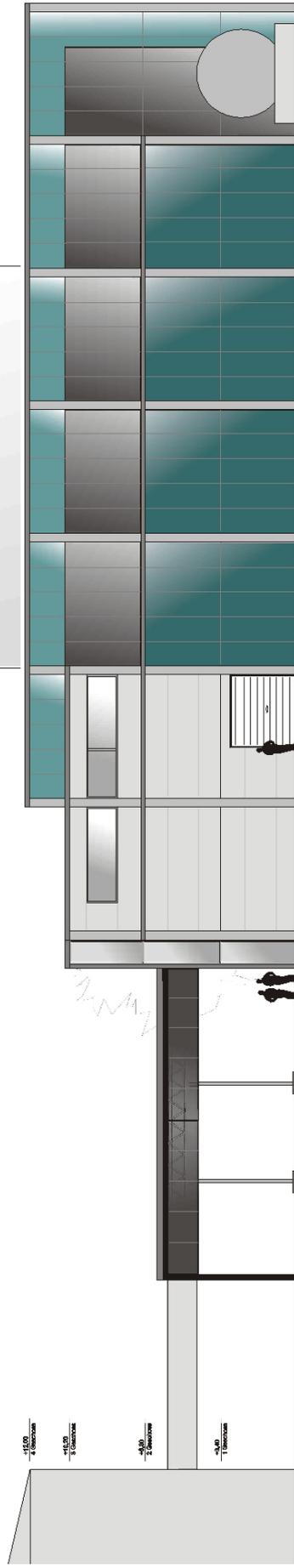
4.6 Ansichten, Schnitte, Grundrisse

A: Ansichten

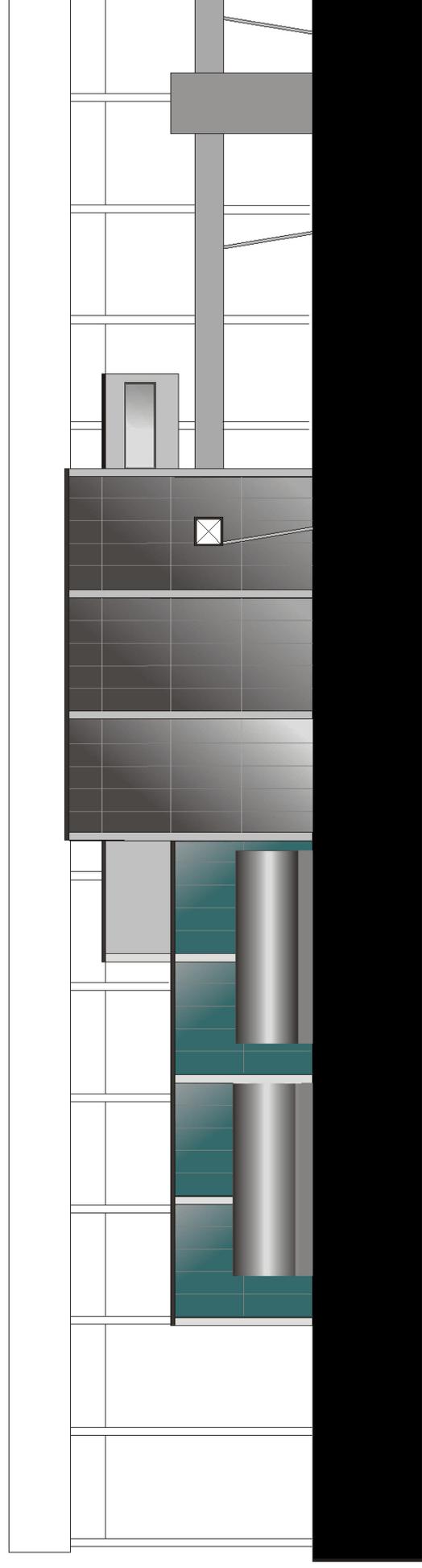
Nord - Ansicht  
ohne Maßstab



Nordwest - Ansicht  
ohne Maßstab

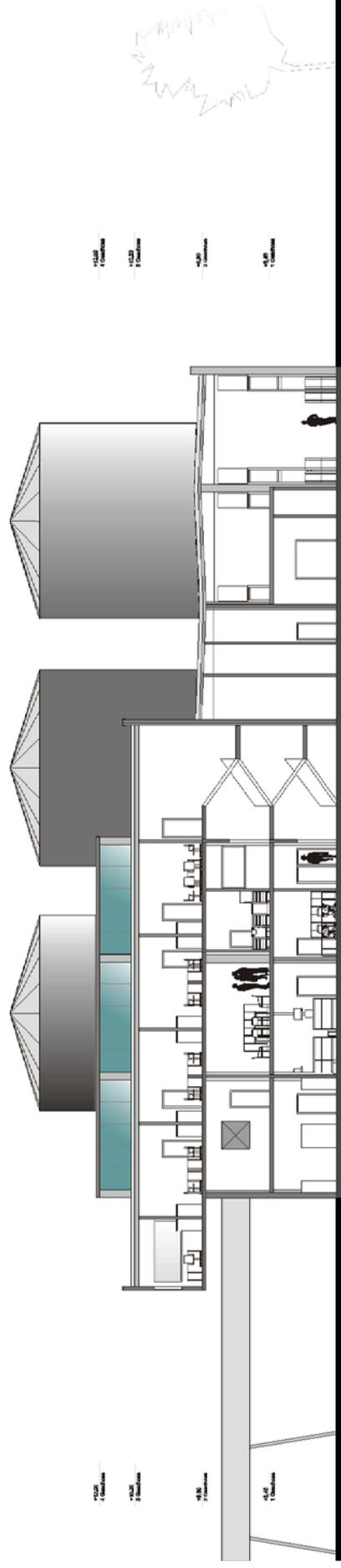


Südwest - Ansicht  
ohne Maßstab

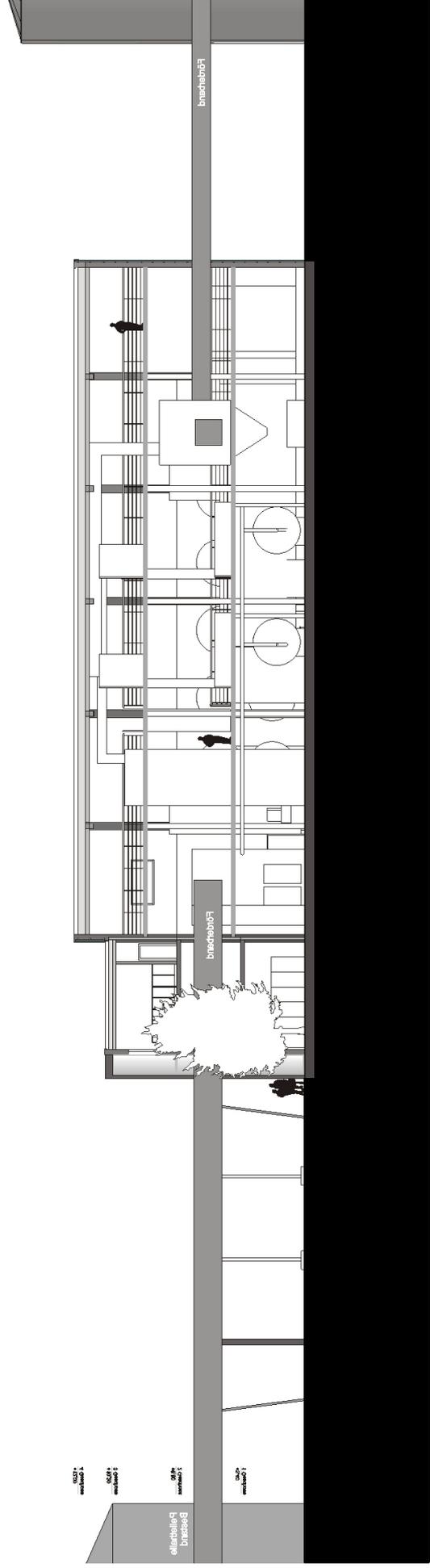


B: Schnitt

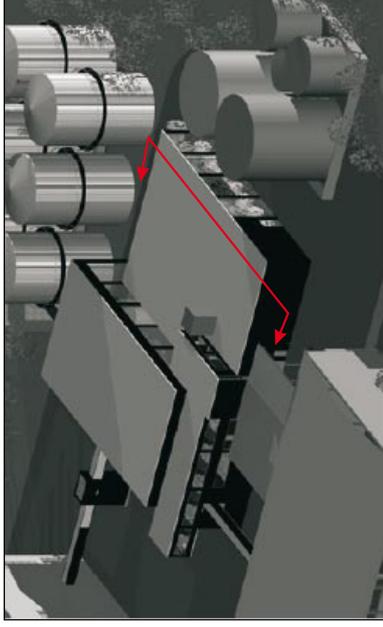
Schnitt A-A  
ohne Maßstab



Schnitt B-B  
ohne Maßstab



Schnitt C-C  
ohne Maßstab



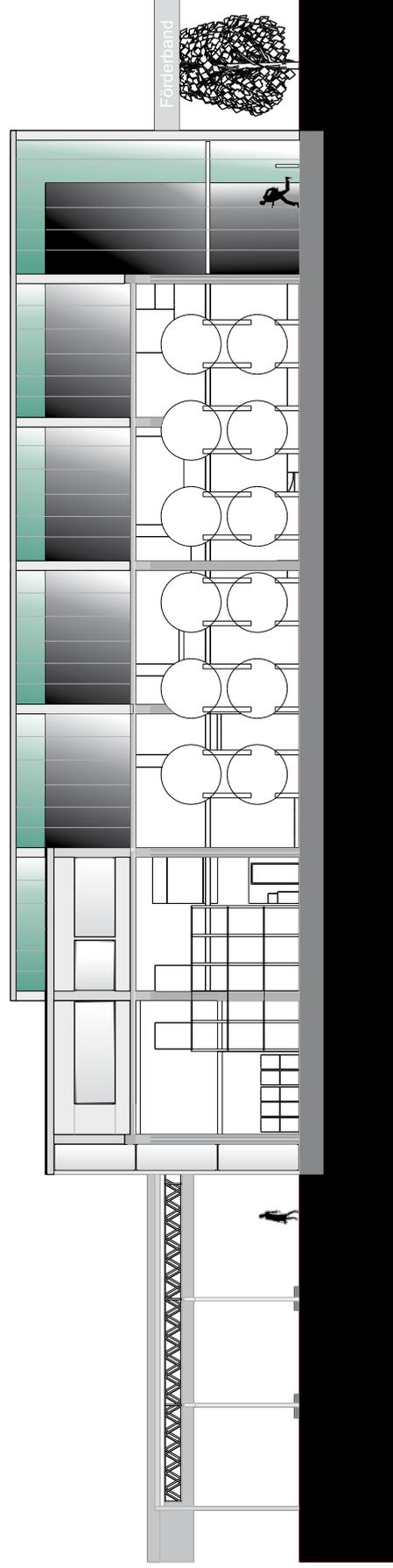
+12,00

+10,20  
2.OG

+6,80  
2.OG

+3,40  
1.OG

+0,00  
EG

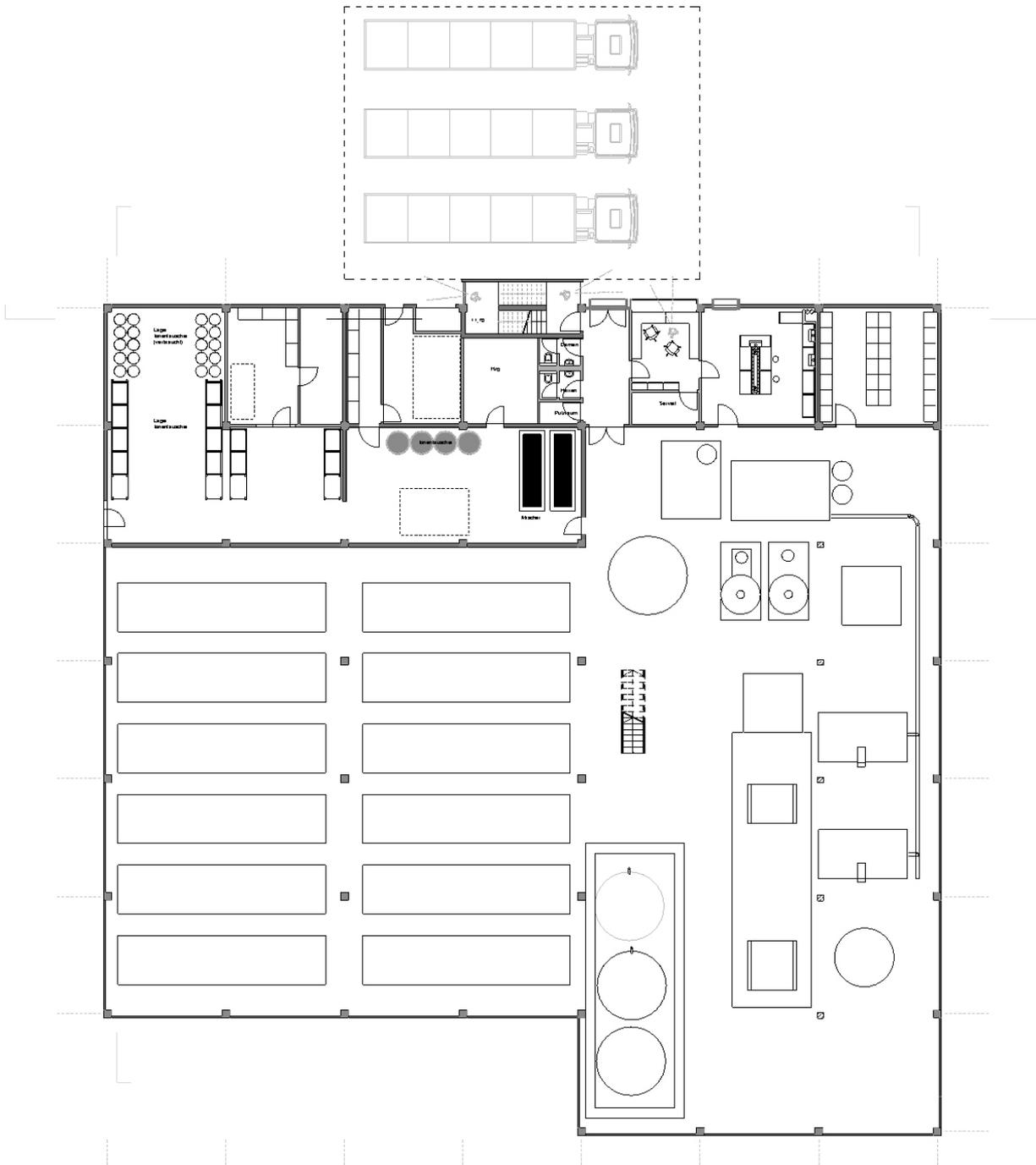


# 4. Entwurf

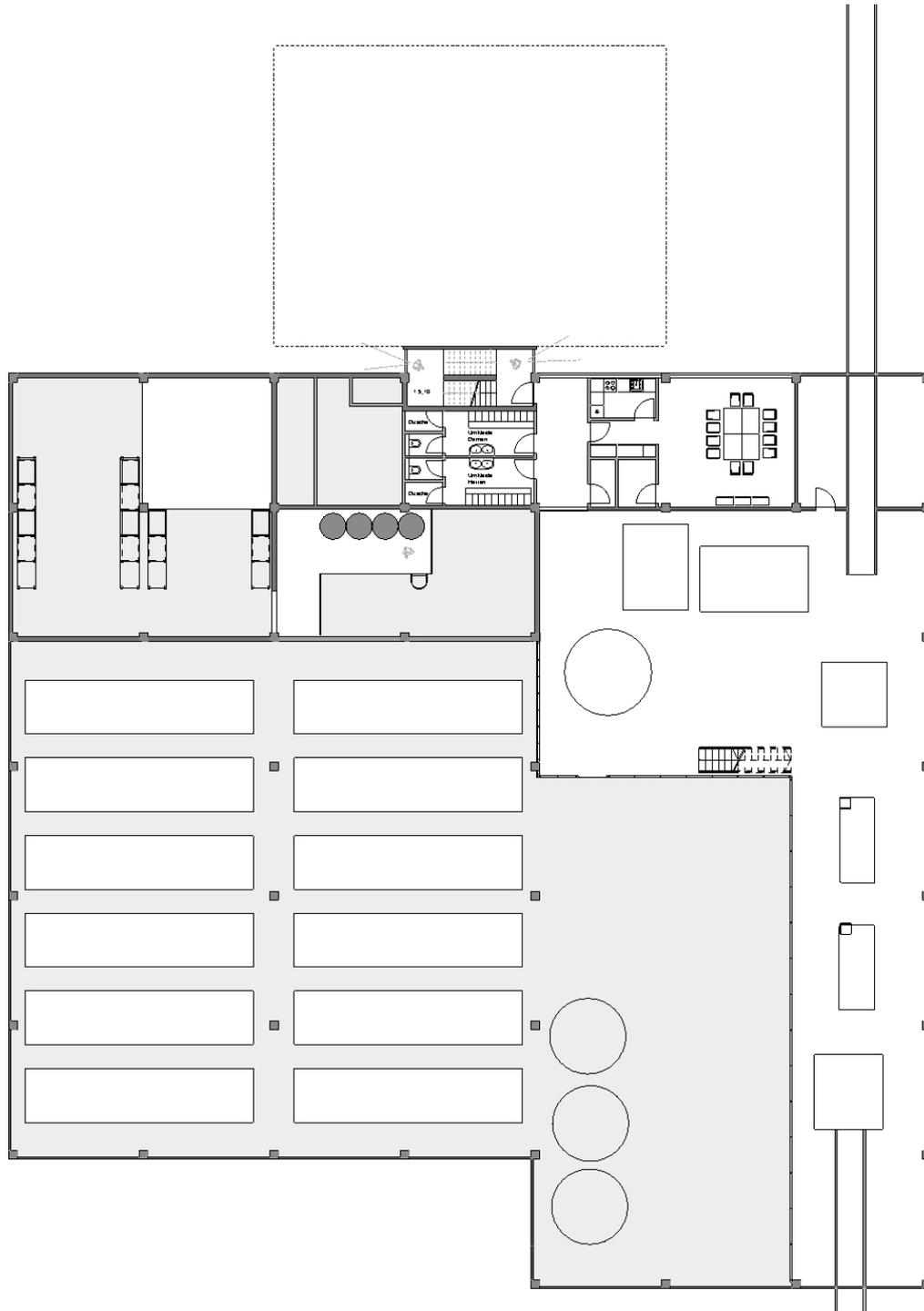
## 4.6 Ansichten, Schnitte, Grundrisse

C: Grundrisse

Erdgeschoss  
ohne Maßstab



1 Obergeschoss  
ohne Maßstab



2 Obergeschoss  
ohne Maßstab



## 4. Entwurf

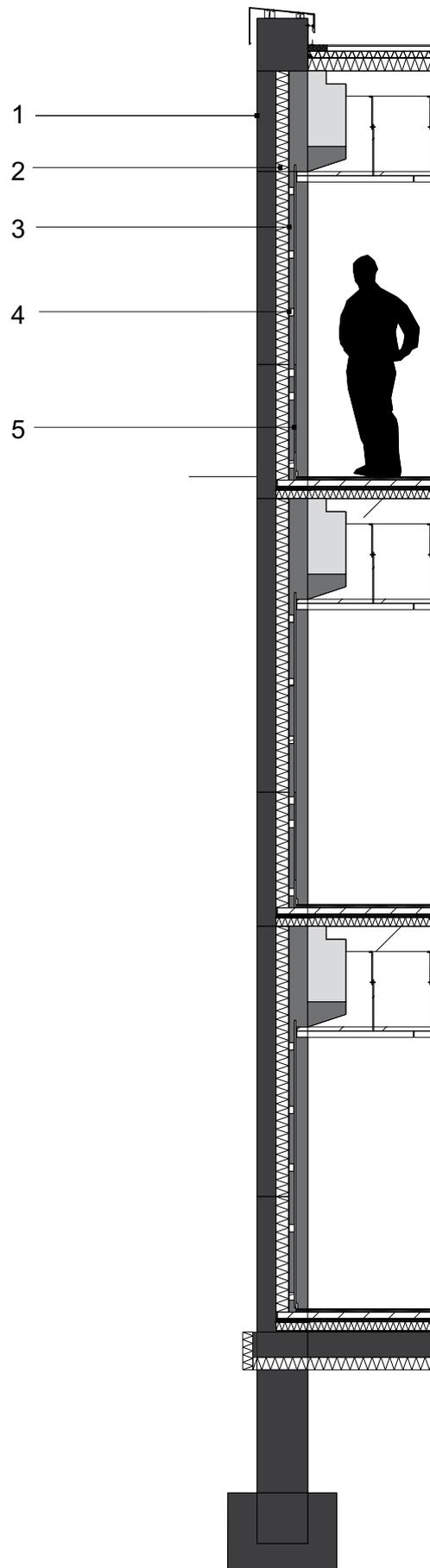
### 4.7 Details

Wandaufbau  
Bürokomplex  
ohne Maßstab



Foto 16:  
Ansicht eines Wohnhauses aus der Schweiz  
Material: Konstruktions-Stahl-Dämmbeton

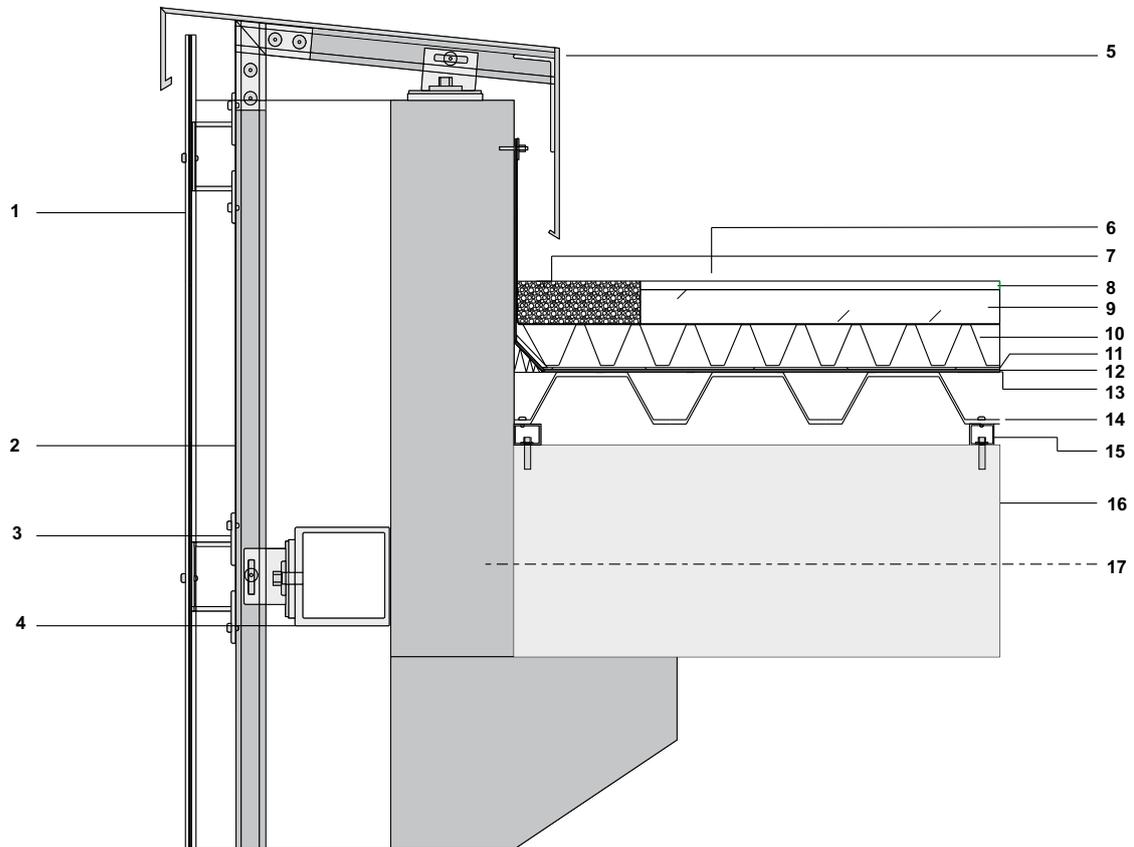
1. Misapor  
Konstruktions-Stahl-Dämmbeton
2. Innendämmung  
Mineralfaser
3. Luftschicht
4. Konterlattung
5. Gipskartonplatte



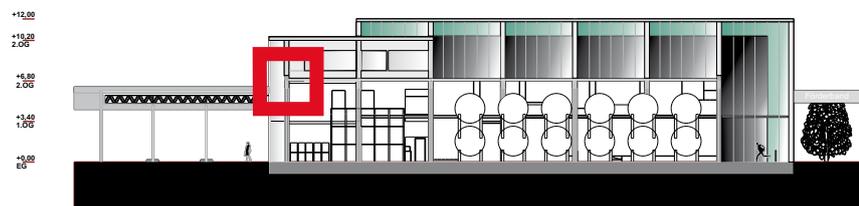
## 4. Entwurf

### 4.7 Details

Extensive Dachbegrünung  
ohne Maßstab



1. Fassadenbekleidung
2. Tragkonstruktion
3. Verbindungselement
4. Unterkonstruktion
5. Abdeckung Attika
6. Extensive Begrünung
7. Kiesstreifen
8. Mulchlage
9. Ermischung
10. Drainschicht
11. Wurzelschutzflies
12. Trenn- und Schutzlage
13. Dachabdichtung
14. Tragkonstruktion - Unterkonstruktion
15. Deckenbalken
16. Querriegel



## 4. Entwurf

### 4.8 Renderings, Modellfotos, Photorealistische Darstellung

#### A: Renderings



Abb. 34: Ansicht: Nordost

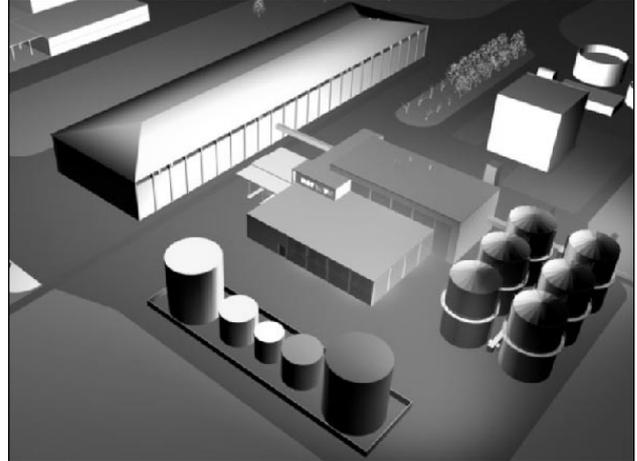


Abb. 35: Ansicht: Südwest

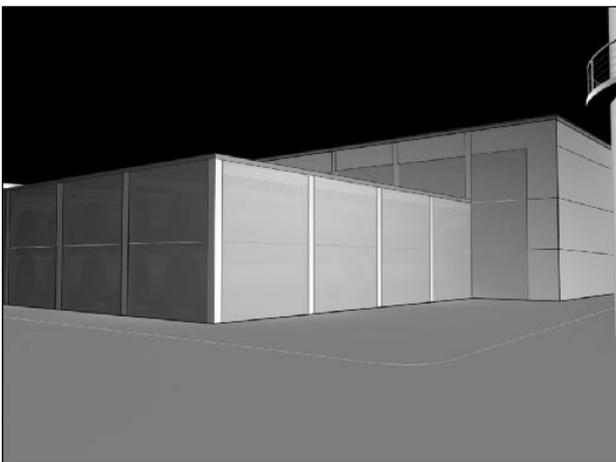


Abb. 36: Ansicht: Norden

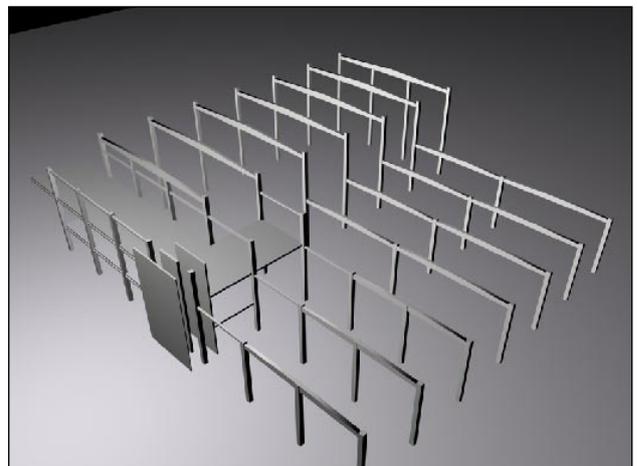


Abb. 37: Tragwerk

## 4. Entwurf

B: Modellfotos,

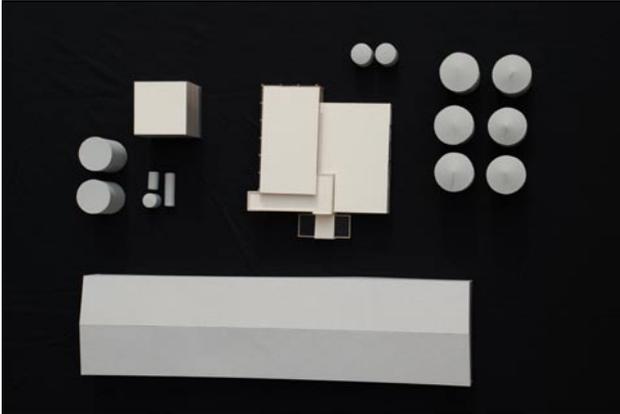


Abb. 38: Ansicht: Draufsicht

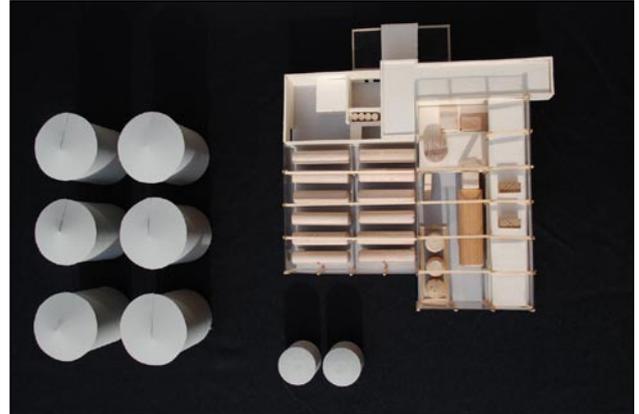


Abb. 39: Ansicht: Draufsicht ohne Dach

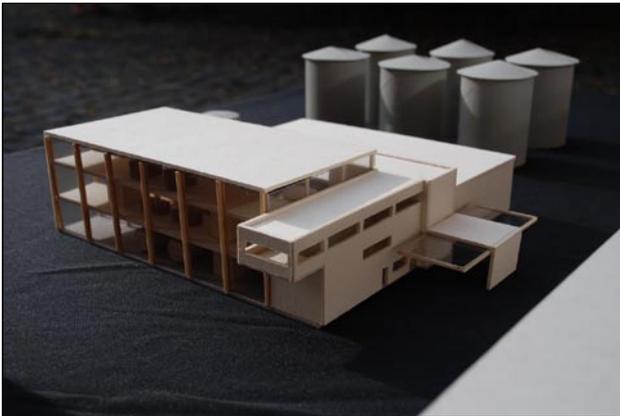


Abb. 40: Ansicht: Nordost

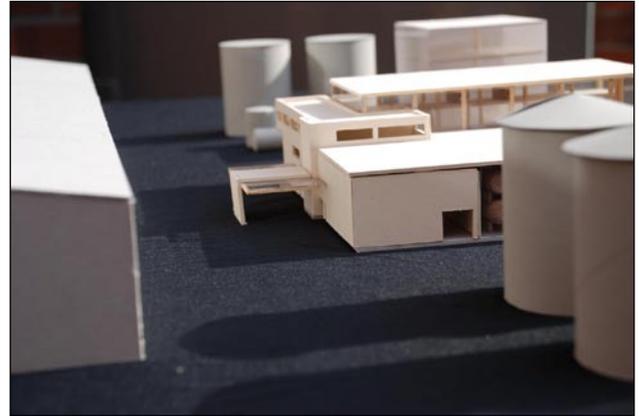


Abb. 41: Ansicht: Ost



Abb. 42: Ansicht: West

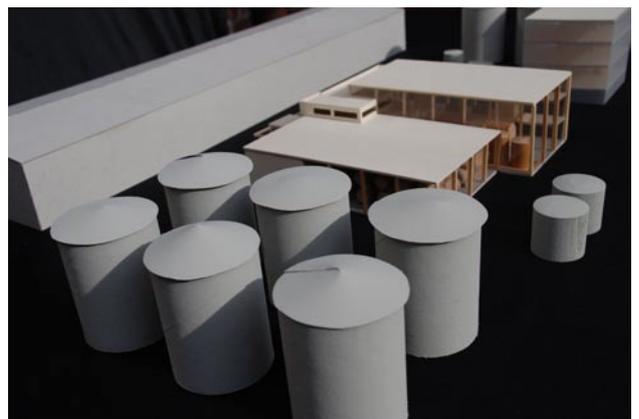


Abb. 43: Ansicht: Südwest

C: Photorealistische Darstellung

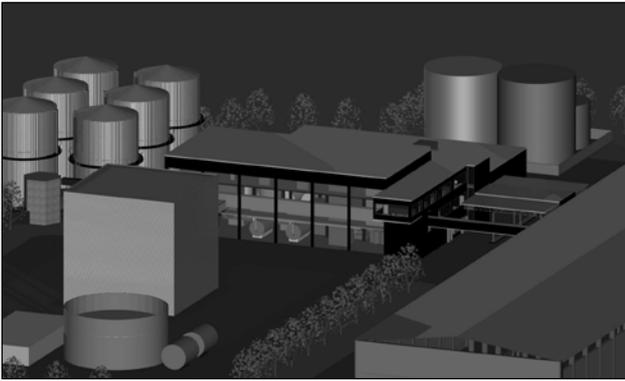


Abb. 44: Ansicht: Nordost

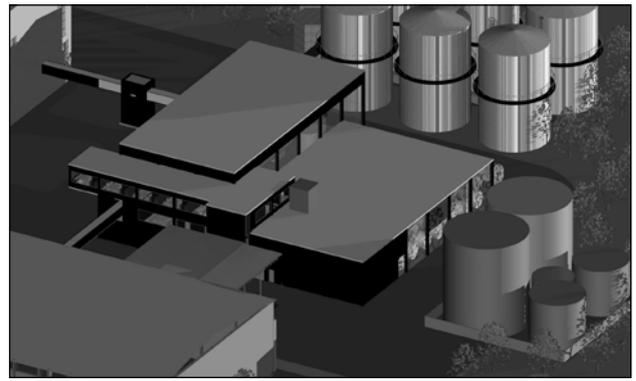


Abb. 45: Ansicht: Nordwest

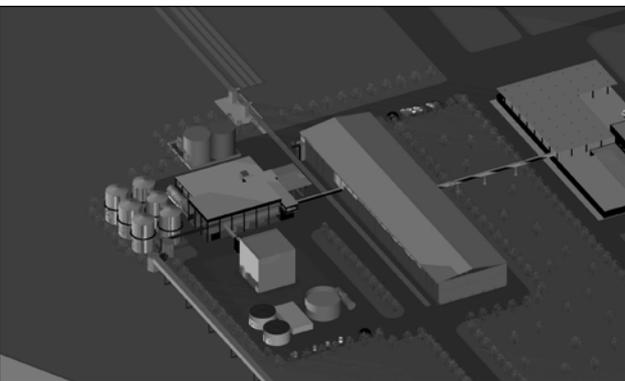


Abb. 46: Ansicht: Südost



Abb. 47: Ansicht: Südwest



Abb. 48: Draufsicht

## 5. Quellenverzeichnis

### 5.1 Literatur

- U. Hassler und N. Kohler,  
Das Verschwinden der Bauten des Industriezeit-  
alters  
Ernst Wasmuth Verlag 2004; S.29 (1)

### 5.2 Internetadressen

- <http://www.ullrich-gruppe.de/ndex.?target=10030>
- <http://www.fao.org>
- <http://www.unterfranken-in-zahlen.de/uiz-aktuell/07/T070101-05.htm>
- [http://www.harburg-freudenberger.com/files/prospekt\\_extraktion.pdf](http://www.harburg-freudenberger.com/files/prospekt_extraktion.pdf)
- [http://www.lfl.bayern.de/iem/agrarmarktpolitik/23828/linkurl\\_0\\_9\\_0\\_1.pdf](http://www.lfl.bayern.de/iem/agrarmarktpolitik/23828/linkurl_0_9_0_1.pdf)
- <http://www.unendlich-viel-energie.de/index.php?id=16>
- [http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachents/8/1/9/CH0255/CMS1138950978238/2\\_06\\_raps\\_herkunftsidentitaet\\_fuer\\_hp.pdf](http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachents/8/1/9/CH0255/CMS1138950978238/2_06_raps_herkunftsidentitaet_fuer_hp.pdf)
- <http://golfhotel-rheinhessen.de/tage-raeume-plus.html>
- <http://unendlich-viel-energie.de>

### 5.3 Interviewpartner

- mit Frau Horn und Herr Frensch von der Probitech Technology GmbH; 13.06.2007 in Kaufungen

### 5.4 Fotos

- V-Prof. Dipl.-Ing. Michael Prytula
- Richard Lindner
- <http://golfhotel-rheinhessen.de/tage-raeume-plus.html>

U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T

Fachbereich  
Architektur, Stadt- und  
Landschaftsplanung