

DIPLOMARBEIT

Entwicklung eines schwimmfähigen Wasserpflanzen-Mähgeräts unter besonderer Berücksichtigung von Aspekten der Angepassten Technologie

**ausgeführt am Institut für Fertigungstechnik
der Technischen Universität Wien**

**unter Anleitung von
Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Kurt Wally und
Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Burkhard Kittl**

**durch Franz Prewein
Bahnhofstraße 317
2272 Ringelsdorf**

Wien, der 30. September 2007

Inhalt

1.	Vorbemerkung	3
2.	Zusammenfassung	4
3.	Aufgabenstellung	6
4.	Herangehensweise beim Entwicklungsprozess	7
4.1	Ausgangssituation und Problemlage	8
4.2	Funktionsweise eines Wasserpflanzenmäheräts.....	9
4.3	Spezielle Anforderungen.....	9
5.	Umfeldanalyse – Das Gewässer.....	12
5.1	Der Donau-Oder-Kanal.....	12
5.2	Abschätzung des Nährstoffentzugs	13
6.	Der Faktor Mensch	15
6.1	Kosten und Folgen	16
6.2	Im Mittelpunkt der Mensch.....	17
6.3	Angepasste Technologie	19
7.	Erweiterte Anforderungen gemäß Modellsystem	21
8.	Funktionen und Lösungsansätze	23
8.1	Abtrennen der Wasserpflanzen	24
8.2	Weitertransport der abgetrennten Pflanzenmasse	26
8.3	Zwischenlagerung der Pflanzenmasse	28
8.4	Antrieb des Mäheräts	29
8.5	Antrieb im Wasser.....	31
8.6	Kraftübertragung	32
8.7	Lenkung des Mäheräts	34
8.8	Schwimmfunktion	34
8.9	Weitere Funktionen.....	37
9.	Erfahrungen bei Entwicklung, Bau und Echtbetrieb	38
10.	Literatur	40
11.	Anhang 1: Abbildungen	41
12.	Anhang 2: Überblicks- und Detailzeichnungen.....	48
13.	Anhang 2: Der Mensch und die Arbeitswelt.....	49

1. Vorbemerkung

Auf Grund meiner praktischen und anwendungsorientierten Interessen während des Maschinenbaustudiums suchte ich nach einer Aufgabenstellung für die Diplomarbeit, welche mit Fertigungstechnik zu tun hat und deren Ergebnisse sich nach Möglichkeit praktisch umsetzen lassen. Deshalb nahm ich die Fragestellung, ein kostengünstiges Mähgerät zum Schneiden und Einsammeln von Wasserpflanzen zu entwickeln, gerne an. Da das Interesse an der Herstellung und Anwendung eines konkret ausgeführten Gerätes von Seiten der Wassergenossenschaft am Donau-Oder-Kanal bekundet wurde, war für mich die Chance auf Umsetzung dieser Entwicklung sehr groß.

Mein Interesse an und meine eingehende Beschäftigung mit „Angepasster Technologie“ hat mich bewogen, den Aspekten Mensch, Umwelt und Gesellschaft besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Deshalb habe ich die Arbeit um das Kapitel „Angepasste Technologie und der Faktor Mensch“ erweitert und Fragen wie die Auswirkungen des Produktes auf Mensch und Umwelt untersucht und bei der Entwicklung berücksichtigt.

Die Möglichkeit, diese Entwicklung auch gleich in Form eines ersten Prototyps umzusetzen, hat zwar deutlich mehr Zeit in Anspruch genommen als für Diplomarbeiten üblich, aber auch wertvolle Erkenntnisse und Hinweise zur Verbesserung bzw. Optimierung gebracht.

Besonderer Dank gilt meinem Betreuer Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Wally, der mir diese interessante Fragestellung vorgeschlagen und mich mit viel Verständnis kompetent beraten und mich bei der Umsetzung unterstützt hat und Herrn Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing. Dr.techn. Burkhard Kittl. Beim Bau des Prototyps unterstützte mich Herr Geyder senior von der Schlosserei Ing. J.+H. Geyder aus Zistersdorf sowohl fertigungstechnisch als auch mit praktischen Ratschlägen. Bei der Fertigung unterstützten mich auch mein Bruder Rudolf Prewein, Hans Braunstorfer, Hans Zelenka und der Schlosser aus meiner Heimatgemeinde Hans Pusta, der leider bereits verstorben ist. Ihnen und meine hier nicht einzeln genannten StudienkollegInnen aus der GRAT (Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien), die mich immer wieder spontan unterstützt haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken.

Wien, April 2006

Franz Prewein

2. Zusammenfassung

Ausgehend von dem konkreten Bedarf der Wasserpflanzenernte im Donau-Oder-Kanal aus wasserhygienischen Gründen war das Anliegen der Diplomarbeit, ein kostengünstiges und schwimmfähiges Mähgerät zum Schneiden, Einsammeln und Abtransport von Wasserpflanzen zu entwickeln, welches üblichen Mähbooten überlegen ist.

Ausgehend von Vorgaben wie 1,7 m Schnitttiefe, möglichst vollständiger Abtransport der Pflanzenmasse, die Ermöglichung eines Ein-Mann-Betriebs sowie die Straßentransporttauglichkeit wurden in einer eingehenden Analyse die Anforderungen und die notwendigen Grundfunktionen erarbeitet. Eine erweiterte Auseinandersetzung mit dem Umfeld Gewässer, dem Faktor Mensch im gesellschaftlichen Kontext und der Angepassten Technologie führte zu einem vierteiligen Modellsystem, aus dem erweiterte Anforderungen für die Teilsysteme Mensch, Wasser, Umwelt/Mitwelt und Maschine abgeleitet wurden.

Darauf aufbauend wurden verschiedene technische Lösungsmöglichkeiten für die folgenden notwendigen Grundfunktionen erhoben:

- Abtrennen der Wasserpflanzen
- Weitertransport der Pflanzenmasse
- Zwischenlagerung der Pflanzenmasse
- Antrieb des Mähgeräts
- Kraftübertragung
- Antrieb im Wasser
- Lenkung des Mähgeräts
- Schwimmfunktion

Ausgehend von den Rahmenbedingungen und dem Interesse, eine möglichst benutzerfreundliche und energie- und ressourceneffiziente Lösung zu entwickeln, wurden technische Spezifikationen festgelegt: Das Mähen erfolgt mit einem Bandmesser, die Pflanzenmasse wird mit einem Gurtförderer auf das Boot auf einen Kratzboden transportiert. Der Antrieb des Mähgerätes erfolgt durch einen 50 kW Automotor. Der Antrieb des Kratzbodens und der Schaufelräder erfolgt mechanisch.

Die Antriebe für die Höhenverstellung der Schneidevorrichtung, für den Schneidevorgang und den Gurtförderer wurden hydraulisch ausgelegt. Der Antrieb des Mähgerätes im Wasser erfolgt über Schaufelräder, deren mechanische Antriebsvorrichtung über der Wasseroberfläche arbeitet. Die Schwimmfähigkeit des Mähgerätes ist durch vier speziell eingebaute Schwimmkörper (oberflächenbehandeltes Styropor) gegeben.

Das Mähgerät wurde nach der oben beschriebenen Konzeption gebaut, erprobt, optimiert und danach regulär eingesetzt. Dabei wurden bei der Entwicklungsarbeit und der Erprobung wertvolle Erfahrungen gewonnen. Zusammenfassend kann festgehalten werden: Der inzwischen bereits mehrjährige erfolgreiche Betrieb bestätigte die Idee und Konzeption eindrucksvoll. Auch die nicht einfachen Vorgänge, wie der Straßentransport, das Slippen (Einsetzen ins Wasser) und das An-Land-Bringen haben sich in der Praxis bewährt.

3. Aufgabenstellung

Aufgabe der Diplomarbeit war es, ein kostengünstiges, schwimmfähiges Mähgerät zum Schneiden, Einsammeln und Abtransport von Wasserpflanzen zu entwickeln, welches üblichen Mähbooten überlegen ist. (Die Bezeichnung „Mähboot“ wurde bewusst vermieden, um keine behördliche Zulassung als Boot zu benötigen.) Dieses Gerät sollte von einer Person betrieben sowie zu anderen Einsatzorten transportiert werden können, wobei mit den in der Landwirtschaft üblichen Gerätschaften das Auslangen zu finden ist. Anforderungen an die Hygienebedingungen des Badewassers erfordern die Berücksichtigung des Naturstoffhaushaltes des Wassers. Aber auch der Mensch, der sowohl als Betreiber, als auch als Wasserbenutzer eine Rolle spielt, sollte maßgeblich berücksichtigt werden.

Von der technischen Seite gab es keine wesentliche Einschränkung. Das Gerät sollte nur energie- und ressourceneffizient sowie kostengünstig hergestellt werden. Weitere wichtige Erfordernisse waren:

- Die Wasserpflanzen müssen ca. 1,7 m unter der Wasseroberfläche abgetrennt werden, um einem Schwimmer die freie Bewegung im Wasser zu ermöglichen, ohne beim „Wassertreten“ mit den geschnittenen Wasserpflanzen in Berührung zu kommen.
- Die geschnittenen Wasserpflanzen müssen vollständig eingesammelt werden, da herumschwimmende Pflanzenreste schwierig und auch nur sehr aufwendig abgefischt werden können. Sie würden eine sehr lästige Behinderung beim Schwimmen darstellen und das Wasser zusätzlich organisch belasten.
- Eine Entladung des Schnittmaterials vom Mähgerät sollte ohne zusätzlichen technischen Aufwand einfach möglich sein.
- Ein Straßentransport des Gerätes sollte ohne Sondergenehmigung möglich sein und daher eine Gesamtbreite von 2,5 m nicht übersteigen.

Die Kostensituation bei Mähbooten ist eine sehr sensible, da sie pro Saison nur kurz im Einsatz sind und dabei sowohl Betriebskosten als auch die Abschreibung der Herstellungskosten refinanziert werden müssen. Die Verwendung von Baugruppen aus in der Landwirtschaft üblichen Maschinen sollte helfen, Kosten zu senken und die Betriebssicherheit zu erhöhen. Nicht unproblematisch waren die Entwicklungskosten, die bei einer Einzelfertigung voll zu Buche schlagen. Sie wurden durch Verwendung günstiger gebrauchter Komponenten und einem hohen Anteil von Eigenleistungen gering gehalten.

4. Herangehensweise beim Entwicklungsprozess

Durch die in der Aufgabenstellung beschriebenen Ansprüche war es notwendig, sich diesem Thema von verschiedenen Seiten zu nähern. Neben den technischen und ökonomischen Erfordernissen wurde ausführlich auf den Menschen, seine kulturelle Ausgangssituation und seine Bedürfnisse eingegangen. Ein weiteres entscheidendes Teilsystem war das Wasser.

Ausgehend von diesen Rahmenbedingungen und Anforderungen an das Mähgerät wurden in einem systematischen Entwicklungsprozess die verschiedenen notwendigen Funktionen beschrieben und je Funktionseinheit unterschiedliche technische Lösungsoptionen erhoben und bewertet. In einem systematischen Entwicklungsprozess sollte ein möglichst großes Lösungsfeld für die technischen Anforderungen erarbeitet werden.

Aus diesem Spektrum von technischen Lösungsmöglichkeiten wurde eine gut geeignete Kombination ausgewählt, wobei Teile und Baugruppen aus gebräuchlichen Landmaschinen für den Bau des Prototyps bevorzugt wurden. Überblicks- und Detailkonstruktionszeichnungen waren die Grundlage für die Materialbeschaffung und den Zusammenbau der Pilotanlage.

Während des Zusammenbaus und bei den ersten Betriebsversuchen erfolgten weitere Verbesserungen und die Detailoptimierungen, die in den Konstruktionszeichnungen Eingang fanden. Retrospektive Schlussfolgerungen nach den Versuchsphasen sowie der mehrjährige Anwendungspraxis schließen diese Arbeit ab.

4.1 Ausgangssituation und Problemlage

Das Mähen und Entfernen von Wasserpflanzen aus Gewässern hat wichtige Funktionen für die Eignung als Badegewässer. Die Wasserpflanzen müssen entsprechend entfernt werden, um einem Schwimmer die freie Bewegung im Wasser zu ermöglichen. Darüber hinaus kann die Wassergüte durch die Biomasseverfrachtung aus dem Wasser deutlich verbessert werden. Wasserpflanzen nehmen in der Wachstumsphase Nährstoffe aus dem Wasser auf und erzeugen durch Photosynthese Sauerstoff, welcher der Gesamtökologie des Gewässers zugute kommt. Werden die Wasserpflanzen nicht geschnitten und entfernt, sterben sie dem natürlichen Lebenszyklus entsprechend ab und werden durch Bakterien und Pilze wieder abgebaut. Bei diesem Abbauprozess wird Sauerstoff verbraucht. Bei Sauerstoffmangel kommt es zu Fäulnisvorgängen bzw. Faulschlamm Bildung, was ein Hygieneproblem darstellt. Damit stören Wasserpflanzen nicht nur physisch die unbedenkliche Nutzung von Teichen, Kanälen oder Seen als Badegewässer.

Ein Problem entsteht, wenn Wasserpflanzen nicht vollständig eingesammelt werden und Pflanzenreste auf der Wasseroberfläche herumschwimmen. Das nachfolgende Abfischen der Pflanzenreste gestaltet sich langwierig, weil sich diese, unabhängig von der Menge immer wieder gleichmäßig über die Oberfläche verteilen. Daher ist bei der Entwicklung des Mähboots großes Augenmerk auf die möglichst vollständige Erfassung und den Abtransport des Schnittgutes zu legen.

Gelingt es, die Biomasse in Form von Wasserpflanzen nicht nur zu entfernen, sondern auch durch Kompostierung zu biologischem Dünger weiterzuverarbeiten und in der umliegenden Landwirtschaft einzusetzen, kann der Eintrag von mineralischem Dünger in die Gewässer herabgesetzt werden. Die Eutrophierung des Gewässers durch eingeschwemmte Mineraldünger wird so gebremst.

Beim Mähen von Wasserpflanzen mit konventionellen Mähbooten ist man oft mit ökonomischen Problemen konfrontiert. Hohe Kosten ergeben sich einerseits aus einem sehr hohen Anschaffungspreis, der bezogen auf die relativ kurze Saison zu hohen Abschreibungskosten führt. Andererseits ist meist mit Personalkosten für zwei

Personen zu rechnen, die für den Betrieb notwendig sind. Deshalb werden Mähboote meist nur dort eingesetzt, wo dies unbedingt notwendig ist (z.B. auf Grund von behördlichen Auflagen).

4.2 Funktionsweise eines Wasserpflanzenmäheräts

Die wesentlichen Aufgaben des Wasserpflanzenmäheräts sind das Abtrennen und Aufnehmen der Wasserpflanzen, um anschließend den Abtransport ans Ufer zu ermöglichen. Da das Mähgerät in verschiedenen Gewässern eingesetzt werden soll, ist die Transportierbarkeit (samt Demontage, Zusammenbau und Slippen) ein wichtiger Aspekt.

Die Mähtiefe muss entsprechend der Wassertiefe bis zu einer maximalen Tiefe von 1,7 m einstellbar sein. Um nahe ans Ufer heranfahren und mähen zu können, ist es erforderlich, das Mähgerät auf unterschiedliche Wassertiefen einzustellen. Dazu sollte der Tiefgang des Mähgerätes gering sein. Da die Wasserpflanzen eine nicht besonders hohe Reißfestigkeit aufweisen, müssen diese nicht unbedingt geschnitten, sondern können manchmal ab- oder ausgerissen werden. Dies ist jedoch nicht immer möglich. Daher ist ein Abschneiden der Pflanzen von Vorteil. Die abgetrennten Pflanzen werden unmittelbar hinter der Schneideinrichtung von einer Transporteinrichtung erfasst und auf eine Ladefläche transportiert. Wenn der Laderaum gefüllt ist, wird zur Entladestelle gefahren und das Pflanzenmaterial entweder händisch oder mittels einer Entladevorrichtung vom Mähgerät entfernt.

4.3 Spezielle Anforderungen

Durch die in der Aufgabenstellung definierten Ansprüche ergeben sich eine Reihe von Anforderungen an die Entwicklung:

- Das Mähgerät sollte deutlich kostengünstiger betrieben werden können als am Markt erhältliche Mähboote.

- Verlässliche Abtrennung und Aufnahme der Wasserpflanzen sowie vollständiges Einsammeln und Abtransport der Pflanzenmasse. Die Entladung der geernteten Wasserpflanzen sollte einfach und ohne Handarbeit möglich sein.
- Ein Ein-Mann-Betrieb ist Voraussetzung, um die Betriebskosten deutlich zu senken. Eine einfache Entlademöglichkeit des Mähgutes sollte mit Ein-Mann-Bedienung durchgeführt werden.
- Der Einsatz des Mähgeräts sollte auch bei geringen Wassertiefen möglich sein, um auch in Ufernähe mähen zu können. Unterschiedliche Eintauchtiefen des Schwimmkörpers sollten deshalb vermieden werden. (Bei herkömmlichen Mähbooten ist das einer der am meisten störenden Mängel).
- Ein einfaches und kostengünstiges Abtrenn- bzw. Schneideverfahren für die Wasserpflanzen sollte gefunden werden.
- Das Mähgerät sollte weitgehend mit regional verfügbaren Komponenten und mit Wertschöpfung aus der Region hergestellt werden können.
- Ressourceneffizienz durch gebrauchte Komponenten; Bei der Verwendung gebrauchter Baugruppen bzw. Teile werden gegenüber dem Neukauf Ressourcen in Form von Material und Energie eingespart und Kosten gesenkt. Eine entsprechende Qualitätskontrolle ist erforderlich. Mangels transparenter Marktgegebenheiten ist die Beschaffung oft aufwändiger.
- Alle Baugruppen sollten so gestaltet sein, dass sie von einer Person nötigenfalls unter Zuhilfenahme eines Anbaustaplers manipuliert werden können. (Der Anbaustapler wird gelegentlich zusätzlich zum Traktor verwendet.)
- Der Transport, der Zusammenbau und das Slippen sollten mit der in der Landwirtschaft üblichen Gerätschaft bewerkstelligt werden können.
- Die Baugruppen sollten eine Breite von 2,5 m nicht überschreiten, um einen Straßentransport ohne Sondergenehmigung zu ermöglichen.

- Eine Wasserverschmutzung durch Treibstoffe und Hydrauliköle muss weitgehend ausgeschlossen werden können. Ein Umfüllen des Treibstoffes am Wasser sollte nicht erforderlich sein.
- Nach Möglichkeit wären biologisch leicht abbaubare Hydrauliköle bzw. Treibstoffe (Biodiesel) einzusetzen.

5. Umfeldanalyse – Das Gewässer

Da das Anliegen dieser Arbeit die Ernte der Wasserpflanzen im Donau-Oder-Kanal ist, wird an Hand dieses Gewässers die Umfeldanalyse durchgeführt. Aufbauend auf 1998 durchgeführten Untersuchungen wird die Wassersituation zusammenfassend beschrieben [1]. Die Schlussfolgerungen können gut auf vergleichbare Gewässer übertragen werden.

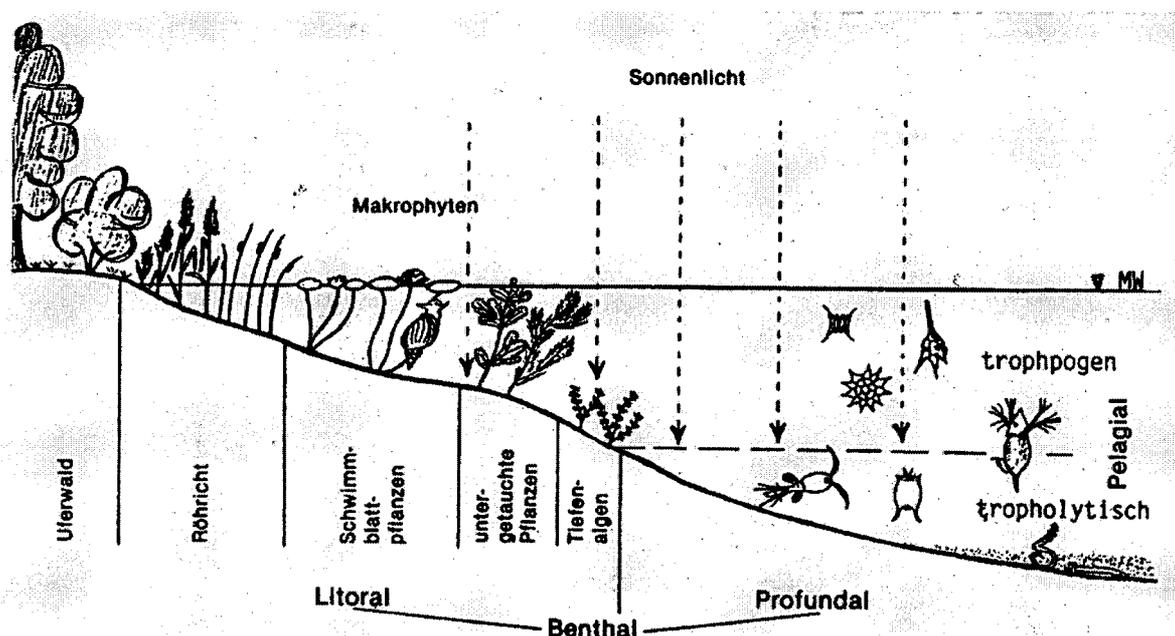


Abb. 1.: Lebensräume im See [7]

5.1 Der Donau-Oder-Kanal

Der Donau-Oder-Kanal in Groß-Enzersdorf ist ca. 3,5 Hektar groß, max. 4 Meter tief und erstreckt sich von Nord nach Süd. Die Uferbereiche sind weitgehend befestigt, die angrenzenden Bereiche parzelliert und verbaut. Der Donau-Oder-Kanal gehört zu den Ökosystemen „Flachsee“ mit einer geringen Wassertiefe und einer hohen Primärproduktion. Flachseen sind charakterisiert durch eine rasche Erwärmung im Frühling und Sommer und im Allgemeinen kann das Licht bis zum Grund vordringen und ermöglicht so eine Pflanzenentwicklung im gesamten Gewässer.

Solche Flachseen werden durch den Wind völlig umgewälzt, wodurch auch die oberen Schichten des Sediments in die Umwälzung einbezogen werden, sodass

Pflanzennährstoffe wieder ins Wasser gelangen. Der Donau-Oder-Kanal ist durch die Düngung der angrenzenden Felder und durch den Eintrag an Laub einer starken Nährstoffzufuhr ausgesetzt. Eine Eutrophierung des Gewässers wird durch den Eintrag an organischem Material herbeigeführt. Die geringe Wassertiefe bewirkt einerseits eine starke Erwärmung der tieferen Schichten, und eine ausreichende Lichtmenge sorgt für ein verstärktes Algenwachstum. Durch die Photosyntheseaktivität der Algen steigen Konglomerate der oberen Sedimentschicht an die Wasseroberfläche und führen zu deren Verschmutzung und folglich zu einer Reduktion der Wasserqualität.

Die im Donau-Oder-Kanal gut ausgebildete Unterwasservegetation (Makrophyten) siedelte sich schnell an und breitete sich über die ganze Fläche aus und bewirkte durch ihre Konkurrenz zu den einzelligen Algen um die vorhandenen Nährstoffe die Nährstoffeliminierung und damit eine Reinigung des Wassers. Dies führte zu einer Klärung und Verbesserung der Sichttiefe.

Die Vermeidung und Verringerung des Nährstoffeintrags durch Landwirtschaft und Anrainer (Grasschnitt, Überprüfung der Dichtheit der Senkgruben, Verbot von Düngemittleinsatz, Fütterungsverbot für Vögel und Fische etc.) muss im Vordergrund stehen. Darüber hinaus können durch vermehrte Anpflanzung von Unterwasserpflanzen die Nährstoffe in den Pflanzen fixiert werden, um damit eine Verringerung der einzelligen Algen herbeizuführen. Durch die Diskrepanz zwischen Nutzung als Badegewässer und der positiven Wirkung der Makrophyten als Nährstofffalle besteht die Notwendigkeit, ein Mähboot einzusetzen, um die Pflanzen in einer bestimmten Gewässertiefe zu mähen und sie nicht gänzlich zu entfernen. Wichtig ist auch die weitgehende Entfernung des Schnittgutes aus dem Wasser, um die organische Belastung endgültig zu reduzieren.

5.2 Abschätzung des Nährstoffentzugs

Um den durch die Ernte verursachten Nährstoffentzug abzuschätzen, ist es notwendig, auf die Inhaltstoffe einzugehen und in Bezug zu den Erntemengen zu setzen. Die Pflanzen enthalten die durch die Photosynthese gebildeten oder vom Medium aufgenommenen organischen Stoffe und deren Umwandlungsprodukte

sowie andere Stoffe, die Auto- wie Heterotrophe aus der Umgebung aufnehmen. Der weitaus größte Teil des Frischgewichtes lebender, aktiven Stoffwechsel zeigender Pflanzen besteht wie bei allen Organismen aus Wasser. Das Protoplasma enthält im Durchschnitt 85 – 90 % Wasser.

Die Trockensubstanz des Pflanzenkörpers kann durch Trocknung bei etwas über 100°C (meist 105°) bis zur Gewichtskonstanz ermittelt werden. Sie enthält eine Fülle von anorganischen und vor allem organischen Bestandteilen, die zum Teil als lebenswichtig, z.T. aber auch als Abfallprodukte des Stoffwechsels betrachtet werden. Hinsichtlich der Mannigfaltigkeit der organischen Verbindungen übertrifft die autotrophe Pflanze den tierischen Organismus weit. Die organischen Verbindungen sind nur aus wenigen Elementen aufgebaut, im wesentlichen aus den sechs Grundbausteinen C, O, H, N, S, P. Quantitativ überwiegt der Gewichtsanteil des Kohlenstoffs (um 50% der organischen Trockensubstanz), während der Gewichtsanteil des Wasserstoffs z.B. nur zwischen 5 und 7% beträgt.

Erhitzt man die Trockensubstanz unter Luftzutritt auf hohe Temperaturen, so entweicht ein Teil der Grundelemente in Form von Verbrennungsgasen (CO₂, H₂O, NH₃, SO₂), während in der Asche die Oxide bzw. Carbonate zahlreicher anderer Elemente zurückbleiben. Der Anteil der Asche an der Trockensubstanz ist je nach Pflanzenart und -organ sowie nach Standort sehr verschieden. Niedrig ist er z.B. bei Flechten (0,4 – 7%) sowie bei Samen und Früchten (1 - 5%), sehr hoch z.B. in manchen Blättern (bis 56%). Prozentual überwiegen demnach K, Na, Ca und P in der Asche. Daneben finden sich stets auch Mg, Fe, Si, Cl, S, oft auch Al, Mn, B, Cu, Zn und weitere Elemente in mehr oder weniger großer Menge.

Wasserpflanzen können mit ihren submersen Organen oder mit Schwimmblättern die Nährelemente (und Wasser) direkt aus dem Wasser aufnehmen (daneben auch mit Wurzeln, falls vorhanden, aus dem Boden). Sie haben keine oder eine sehr durchlässige Cuticula: Die von Potamogeton lucens-Blättern ist z.B. für Wasser um 3 Zehnerpotenzen durchlässiger als die Cuticula von Landpflanzen.

Wesentlichen Einfluss auf die Nährstoffverfügbarkeit im Boden hat der pH-Wert, der auf kleinstem Raum stark schwanken kann. Die Wirkung erstreckt sich einmal auf das Ausmaß der Verwitterung und der Mineralisierung organischen Materials (in sauren Böden ist der Abbau durch die säureempfindlichen Bakterien gestört), weiter

auf die Bodenstruktur und schließlich auf die Ionenabsorption und den Ionenaustausch. Die verschiedenen Pflanzenarten bevorzugen bzw. vertragen verschiedene PH-Bereiche im Boden.

Mengenmäßige Abschätzung des Nährstoffentzuges durch Ernten der Wasserpflanzen: Bei einer anfallenden Erntemenge von 30 Tonnen frischer Wasserpflanzen in einem Teich mit einer Wasserfläche von ca. 4 ha erhält man bei einem Wassergehalt von 94,2 % eine Trockensubstanz von 1740 kg. Bei einem Aschegehalt von etwa 4 % ergibt sich ein mineralischer Anteil von 69,6 kg. Wenn der Phosphoranteil mit 12,5 % angenommen wird, sind darin 8,7 kg Phosphor enthalten. Die Gesamtgleichung der Primärproduktion zeigt, dass Stickstoff und Phosphor etwa im Verhältnis 16:1 vorhanden sind. Daraus ergibt sich eine Entnahmemenge von ungefähr 139,2 kg Stickstoff. Fehlt Kalium, so sind die Photosynthese und das Wachstum gehemmt, die Atmung dagegen gesteigert, d.h. die Photosynthesebilanz wird ungünstiger. Mit einem Kaliumanteil der Asche von 30 % kann man mit einem Entzug von 20,88 kg Kalium rechnen.

6. Der Faktor Mensch

Die übliche Vorgangsweise eines Technikers zur Lösung einer konstruktiven Aufgabenstellung ist bekannt. Mit Hilfe des Wissens, der Erfahrung und unter Zuhilfenahme von verschiedenen Konstruktionstechniken wird eine Lösung entwickelt, die funktionell, kostengünstig und mit einem ansprechenden Design versehen ist. Diese Lösung wird die im Pflichtenheft festgelegten Aufgaben erfüllen. Doch ist damit die Aufgabenstellung für einen verantwortungsbewussten Techniker wirklich erledigt? Oder sollte sich nicht jeder Techniker mit darüber hinausgehenden Fragestellungen befassen, die sich mit den Auswirkungen der Konstruktion auf die Umgebung, wie auch auf den Benutzer beschäftigen? Im engeren Sinne könnte das die Wartungsfreundlichkeit, Reparierbarkeit und Demontierbarkeit nach dem Gebrauch zur Rückführung in den Materialkreislauf, sein. Weitere Punkte sind die Benutzerfreundlichkeit, wie einfache Handhabung, und die Auswirkungen auf die Umwelt wie Geräusche und andere Emissionen. Hinter jeder Maschine oder jedem Gerät stehen Menschen, die die Maschine benutzen und deren Arbeit durch diese

Maschine erleichtert werden soll. Auch der Auftraggeber der Neuentwicklung erwartet sich entsprechende Vorteile (vergleiche Anhang: Der Mensch und die Arbeitswelt).

6.1 Kosten und Folgen

Geistes- und Sozialwissenschaften sprechen grundsätzliche Kritikpunkte an den Mechanismen unseres Gesellschaftssystems an, die auch Ingenieuren zu denken geben sollten. Politik und Wirtschaft in ihrer engen Verflechtung gestalten die Rahmenbedingungen unter denen sich der Einzelne zu bewegen hat. Man denkt üblicherweise nur noch in den Kategorien des Geldsystems, das im Bruttonationalprodukt (BNP) seine typische Messgröße hat. Doch dabei wird die Tatsache verkannt, dass ein Teil des heutigen BNP-Zuwachses in Folgekosten der industriellen Zerstörung besteht, von Reparaturkosten für Umweltschäden bis zur Behandlung der Krankheiten und Psychosen die durch unsere Lebensweise überhaupt erst erzeugt werden. [2]. Daraus folgt, dass der verantwortliche Ingenieur sich auch mit gemeinwirtschaftlichen Folgeschäden bzw. -kosten auseinandersetzen sollte, auch wenn das nicht im unmittelbaren Auftrag gefordert ist.

Eine weitere systemkritische Analyse liefert Lewis Mumford [2]. Fortschritt und Lebensverbesserung werden identifiziert mit der Ausdehnung der so genannten „Mega-Maschine“. Diese ist gekennzeichnet durch die Institutionenverflechtung, die von den bürokratischen Machtzentren in Parteien, Verbänden, Staat, Banken und Großindustrie ausgeht, bis zu den Peripherien reicht und durch harte Großtechnologien, berufliche Überspezialisierung („Expertokratie“) und eine inflationäre Cash-und-Credit-Wirtschaft gekennzeichnet ist. Diese Merkmale, die zugleich auch als Kritikpunkte aufzufassen sind, weisen auf vier dahinter stehende Prozesse, die einander bedingen und in denen sich die „Megamaschine“ bildet.

Das System wächst

- durch Vermarktung,
- durch Professionalisierung und Monopolisierung dieser professionellen Tätigkeiten,
- durch Technisierung, die für den Laien immer unzugänglicher ist sowie
- durch Monetarisierung.

Das durch diese vier Prozesse sich bildende System wird ab einer bestimmten Schwelle eigenständig in dem Sinne, dass es unabhängig von einzelnen Personen oder einzelnen gesellschaftlichen Gruppen besteht. In entwickelter Form beruht das System darauf, dass die Personen darin wie Maschinenteile beliebig austauschbar sind. Diese Entfremdungsproblematik – von Karl Marx unter der Formel „Personifizierung von Sachen und Versachlichung von Personen“ zusammengefasst – wurde von Karl Polanyi treffender so formuliert: „Die Wirtschaft ist nicht mehr in die sozialen Beziehungen eingebettet, sondern die sozialen Beziehungen sind in das Wirtschaftssystem eingebettet.“ Diese „Verschiebungen müssen zwangsläufig die zwischenmenschlichen Beziehungen zerreißen und den natürlichen Lebensraum des Menschen mit Vernichtung bedrohen“.

6.2 Im Mittelpunkt der Mensch

Da der Mensch mit seinen Bedürfnissen im Vordergrund aller Betrachtungen steht, ist es wichtig, sich mit Bedürfnissen und Wechselwirkungen auseinander zu setzen. Eine anerkannte und sehr allgemeine Beschreibung für die Beweggründe menschlichen Handelns in der ursprünglichsten Form liefert die **Maslow'sche Bedürfnispyramide**, in der die Bedürfnisse hierarchisch geordnet sind. Wobei die Menschen in der modernen Industriegesellschaft zu Ersatzhandlungen gezwungen sind, die finanziell abgegolten werden und so die Befriedigung der Bedürfnisse über den Konsum (als Tätigkeit oder Handlung) ermöglichen.

Den Ausgangspunkt bilden die physiologischen Bedürfnisse. Erst wenn diese erfüllt sind, wird die Erfüllung des nächsthöheren Bedürfnisses angestrebt. Nach Maslow nimmt immer dann, wenn ein Bedürfnis erfüllt ist, das nächsthöhere Bedürfnis die treibende Rolle im Handeln des Menschen ein. Demnach hat immer die Erfüllung der höherwertigen Bedürfnisse, die höhere Motivationswirkung. Ist ein niedriger bewertetes Bedürfnis erfüllt, so nimmt ihre Wirkung als Motivationsfaktor ab [3].

Da der direkte Zusammenhang jedoch nicht offensichtlich ist, kann diese Bedürfnispyramide nur sehr vage den Grund für das menschliche Tun angeben d.h. die Motivation, den inneren Antrieb erklären.

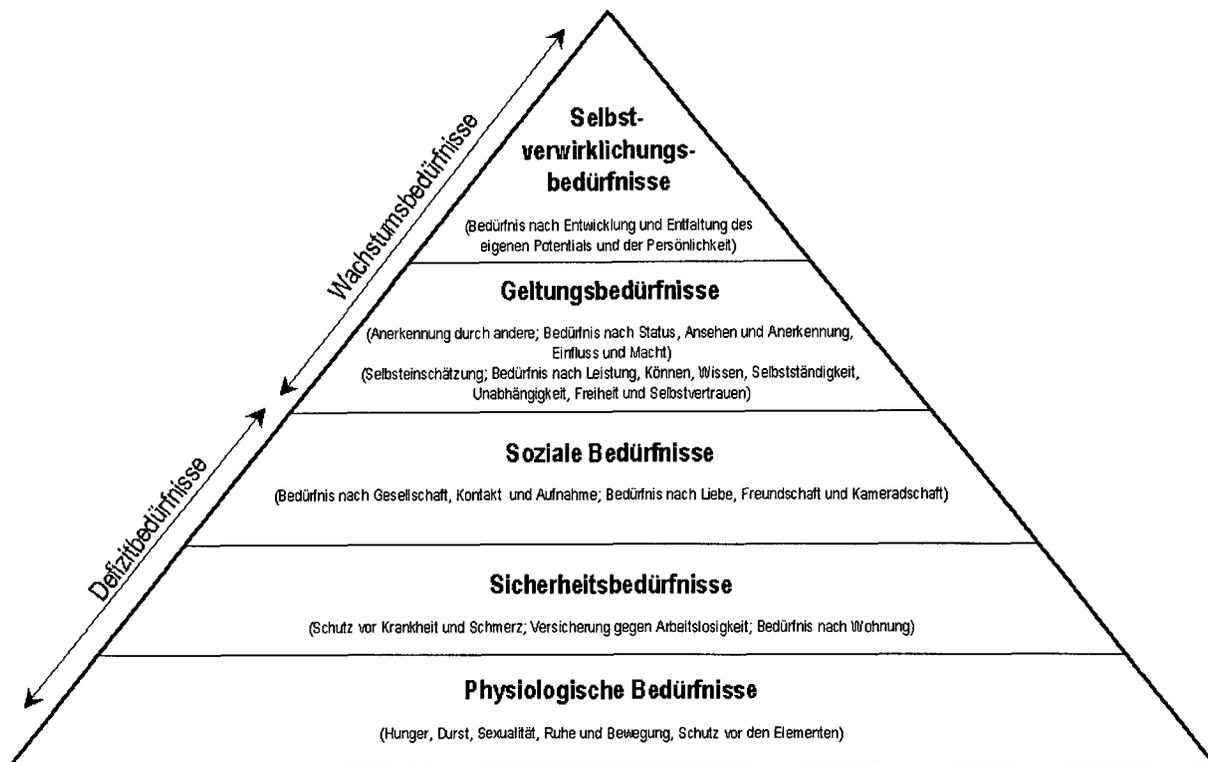


Abb. 2.: Bedürfnispyramide nach Maslow [3]

Die Bedürfnispyramide nach Maslow

Den Ausgangspunkt der Motivationstheorie von Maslow bilden die physiologischen Bedürfnisse. Zu ihnen zählen z.B. Hunger, Durst, Sexualität, Ruhe und Bewegung sowie der Schutz vor den Elementen. Diese Bedürfnisse sind die stärksten, da der Mensch bei Nichterfüllung sterben würde. Erst wenn diese Bedürfnisse befriedigt sind, kann ein Mensch dazu übergehen, die nächsthöheren Bedürfnisse zu decken. Vorher wird er höhere Bedürfnisse als nicht erstrebenswert und unwichtig ansehen. Sobald die physiologischen Bedürfnisse befriedigt sind, taucht eine neue Gruppe von Bedürfnissen auf, die man zusammengefasst als Sicherheitsbedürfnisse beschreiben kann. Zu ihnen zählen unter anderem Schutz vor Krankheit und Schmerz, Schutz vor Arbeitslosigkeit oder das Bedürfnis nach einer Wohnung. Wenn sowohl die physiologischen, als auch die Sicherheitsbedürfnisse erfüllt sind, wird der Mensch das Bedürfnis nach Liebe, Zuneigung und Zugehörigkeit spüren, die als soziale Bedürfnisse zusammengefasst werden. Man wird nach einem festen Platz innerhalb einer Gruppe oder Familie Ausschau halten und sich bemühen, dieses Ziel zu

erreichen. Können diese Bedürfnisse nicht erfüllt werden, kann dies zu Einsamkeit, Isolation und Entfremdung führen. Als nächstes wird die Befriedigung des Geltungsbedürfnisses angestrebt. Dieses wird in zwei Gruppen unterteilt. Erstens gibt es das Bedürfnis nach Stärke, Leistung, Können, Wissen und anderen Merkmalen, die eine Selbsteinschätzung ermöglichen. Zweitens gibt es den Wunsch nach Prestige, Berühmtheit und Dominanz, die zur Anerkennung durch andere führen. Werden diese Bedürfnisse nach Selbstachtung und Anerkennung erfüllt, kann ein Mensch Selbstvertrauen haben und das Gefühl besitzen, nützlich und notwendig für die Gesellschaft zu sein.

Ein für diese Arbeit sehr wesentliches Bedürfnis ist das der **Hygiene**. Daher wird hier genauer darauf eingegangen. Hygiene ist ein Wert, der in der Wertehierarchie der heutigen Leistungsgesellschaft weit oben steht und oft im direkten Zusammenhang mit Gesundheit gesehen wird. Die Ansprüche an Sauberkeit und Hygiene, an denen übrigens auch die fortgeschrittene Ablösung des urbanen Menschen von seiner natürlichen Herkunft eindrucksvoll nachvollzogen werden kann, werden überall gestellt. (Oft kann vermeintlich nur nach Chlor riechendes Badewasser im Schwimmbaden diesen Anforderungen genügen.) Besonders in der Freizeit und im Urlaub muss das Umfeld den „hygienischen“ Anforderungen genügen, um den Betroffenen die Deckung ihres Erholungsbedürfnisses und auch den Erwerb eines Prestigewertes zuzusichern. Dieser Anspruch ist ein wichtiger Auslöser für das gegenständliche Entwicklungsprojekt.

6.3 Angepasste Technologie

Eine Möglichkeit für eine umfassendere ingenieurmäßige Betrachtungs- und Arbeitsweise ist das Konzept der **Angepassten Technologie**. Angepasste Technologie war zunächst in Entwicklungsländern entwickelt und angewandt worden: Man wollte eine Technik schaffen, die regionale Gegebenheiten wie Klima, Bodenbeschaffenheit, Infrastruktur, Ausbildungsniveau besser berücksichtigt als die bei uns üblichen hochgezüchteten, empfindlichen und kostspieligen Technologie. Es bedurfte einiger Denkanstöße wie die Diskussion um die Grenzen des Wachstums, die Klimaproblematik und eine wachsende, strukturelle Arbeitslosigkeit, um zu erkennen, dass Angepasste Technologie auch für Industrieländer relevant ist. Die

Erweiterung des Anwendungsbereiches für Industrieländer spiegelte sich in den erweiterten Konzepten und Kriterienkatalogen wieder.

Da trotz der Verwendung unterschiedlicher Kriterienkataloge immer wieder Entwicklungsprojekte scheiterten oder zumindest keine positiven Entwicklung zur Folge hatten, begann eine Gruppe von Wissenschaftlern an der TU Delft unter der Leitung von Prof. Willem Riedijk an einer transkulturellen Theorie der Angepassten Technologie zu arbeiten. [4] Es war deutlich, dass Kultur und verwendete Technologie stark in Beziehung stehen. In jeder Technologie verbirgt sich ein „genetischer Kode“ einer Kultur. Das heißt, die Verwendung einer Technologie ist an soziale und gesellschaftliche Strukturen gebunden.

Nach ausführlichen Literaturrecherchen und Felduntersuchungen wurde ein allgemein gültiges, transkulturelles Konzept der Angepassten Technologie entworfen: Angepasste Technologie strebt die Entwicklung und Anwendung organisatorischer Maßnahmen sowie technischer Einrichtungen an, die den Menschen mehr Einfluss auf ihr Leben und ihre Arbeit geben. Sie schafft damit Instrumente zur Erlangung von Selbstverwaltung, Selbstversorgung und Selbstbestimmung (Selbstentwicklung), um mit ihnen die fundamentalen Bedürfnisse nach Existenz, Beziehung und Wachstum in ihrer eigenen, natürlichen und kulturellen Umgebung zu befriedigen. [5]

Bei aller Theorie verbirgt sich hinter dem Begriff der Angepassten Technologie etwas sehr Einfaches. Es geht darum, für konkrete Problemstellungen und Bedürfnisse technologische Lösungen zu finden, die der jeweiligen Situation, dem Entwicklungs- und Bewusstseinsstand der Betroffenen sowie den vorhandenen Ressourcen „angepasst“ sind. Das heißt, dass Lösungen nicht über die Köpfe der Betroffenen hinweg, sondern nur von innen partizipativ entwickelt werden können. Voraussetzung dafür ist, dass ein Anliegen von den Betroffenen als solches gesehen wird. Ein wichtiger Grundsatz der Angepassten Technologie lautet: Der Mensch mit seinen Bedürfnissen steht im Vordergrund aller Betrachtungen. [6]

7. Erweiterte Anforderungen gemäß Modellsystem

Um bei der Entwicklung eines schwimmfähigen Wasserpflanzen-Mähgeräts eine umfassende Betrachtung zu gewährleisten und zu erweiterten Anforderungen zu kommen, wird von einem vierteiligen Modellsystem ausgegangen: Die Teilsysteme Mensch, Umwelt/Mitwelt, Wasser, Maschine stehen miteinander in Beziehung und sind durch vielfache Wissenschaftsdisziplinen zu beschreiben. Daraus lässt sich zeigen, dass für eine umfassende und systemische Behandlung interdisziplinäre Arbeitsweise erforderlich ist.

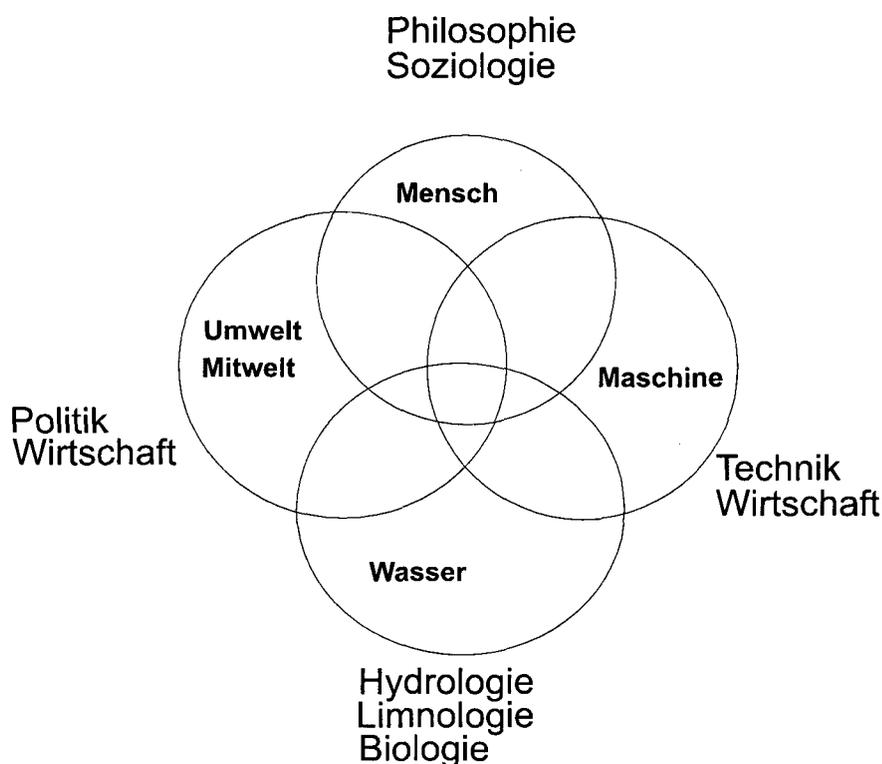


Abb. 3.: Vierteiliges Modellsystem

Philosophie und Soziologie befassen sich mit dem Menschen, Politikwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften mit der Umwelt. Das Thema Wasser hängt mit Hydrologie, Limnologie und Biologie zusammen und die Maschine mit technischen Wissenschaften und Wirtschaftswissenschaften.

Aus den oben dargestellten Teilsystemen und ihren Wechselwirkungen und der Sichtweise der Angepassten Technologie wurden Anforderungen abgeleitet, die für die Erstellung eines umfassenden Pflichtenheftes zu berücksichtigen waren:

Teilsystem Mensch

- Anlagenhersteller: kostengünstige und selbstbestimmte Herstellung durch gebrauchte Teile und hohen Eigenleistungsanteil
- Betreiber: ökonomisch selbstbestimmt und autonom durch Ein-Mann-Betrieb, landwirtschaftlich angepasste Betriebsweise
- Wasserbenutzer: unbehindertes Baden in hygienisch einwandfreiem Wasser
- Beschäftigungsrelevanz durch Selbstaufähigkeit und Betreiben als landwirtschaftlicher Nebenerwerb

Teilsystem Wasser

- Erhaltung bzw. Verbesserung der Wasserqualität (Badewasser)
- Entfernung organischer Anteile (Pflanzenreste) aus dem Wasser
- Berücksichtigung des Naturstoffhaushaltes

Teilsystem Umwelt/Mitwelt

- Energie- und Ressourceneffizienz durch Verwendung von Recycling-Teilen
- Hohe Betriebssicherheit, Reduktion der Gefahr einer Ölverschmutzung des Wassers

Teilsystem Maschine

- Hohe Funktionalität bei Transport und Mähbetrieb
- Nachhaltiger Betrieb durch Langlebigkeit und leichte Reparierbarkeit
- Finanzierbarkeit durch kosteneffizienten Bau und Einsatz gebrauchter Teile
- Übereinstimmung mit bestehenden Rechtsvorschriften (*Legal Compliance*)

8. Funktionen und Lösungsansätze

GRUNDFUNKTION	LÖSUNGSANSÄTZE
Abtrennen der Wasserpflanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Fingermesserbalken • Doppelmesserbalken • Rotierende Messer • Linear bewegtes Messer (Bandmesser)
Weitertransport der Pflanzenmasse	<ul style="list-style-type: none"> • Gurtförderer • Kratzboden • Schnecke • Verstellung der Schnitttiefe • Antrieb der Fördereinrichtung
Zwischenlagerung der Pflanzenmasse	<ul style="list-style-type: none"> • Schiffsrumpf • Gurtförderer • Kratzboden
Antrieb des Mähgeräts	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor • Verbrennungsmotor
Kraftübertragung	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Kraftübertragung • Hydraulische Kraftübertragung
Antrieb im Wasser	<ul style="list-style-type: none"> • Schiffsschraube • Schnecke • Schaufelrad • Antriebsstrang vom Motor zum Antrieb
Lenkung des Mähgeräts	<ul style="list-style-type: none"> • Lenkung durch Schwenken des Antriebes • Lenkung durch unterschiedliche Drehzahlen
Schwimmfunktion	<ul style="list-style-type: none"> • Containerförmiger Schiffskörper • Katamaranförmiger Schiffskörper • Pontonförmiger Schiffskörper

Die Funktionen, die das Mähgerät zu erfüllen haben, wurden analysiert und für jede der acht Grundfunktionen technische Lösungswege untersucht und die am besten geeignete ausgewählt.

8.1 Abtrennen der Wasserpflanzen

Die Abtrennung der Wasserpflanzen kann durch Abreißen bzw. Schneiden bewerkstelligt werden. Für ein Abreißen muss die nachfolgende Transporteinrichtung dafür so beschaffen sein, dass die Wasserpflanzen entsprechenden Halt finden und durch die Bewegung der Transporteinrichtung oder des Mähgerätes in der den Vorgaben entsprechenden Wassertiefe oder am Grund des Gewässers abgetrennt werden (siehe Weitertransport der Pflanzenmasse). Zum Schneiden bieten sich folgende Lösungsansätze an:

- **Fingermesserbalken**

Hier wird eine aus Dreieckmessern bestehende Messerleiste zwischen stillstehenden Fingern, die sowohl die Führung bewerkstelligen wie auch die Gegenschneide darstellen, hin und her bewegt.

Vorteil: geringer technischer Aufwand sowohl bei der Konstruktion wie auch beim Antrieb.

Nachteile: schwere Konstruktion durch die Anzahl und Massivität der Finger. Gefahr des Verfangens von Mähgut an den Fingern. Dies erfordert einen erhöhten Überwachungsaufwand des Schneidevorganges, was bei einer Wassertiefe von 1,7 m und entsprechendem Lichteinfall nicht immer möglich ist.

- **Doppelmesserbalken**

Hier werden zwei aus Dreieckmessern bestehende Messerleisten gegeneinander hin und her bewegt.

Vorteil: leichtere Konstruktion als der Fingermesserbalken, ein Verstopfen kaum möglich, da sich beide Messer bewegen.

Nachteil: hoher technischer Aufwand, da die beiden Messer durch Gelenkhebel miteinander verbunden sind, welche die Führung gewährleisten. Der Antrieb beider Messer muss bewerkstelligt werden.

- **Rotierende Messer**

Mehrere rotierende Messer werden zur Erreichung einer entsprechenden Schnittbreite nebeneinander angeordnet.

Vorteil: kein Verstopfen möglich.

Nachteil: hoher technischer Aufwand für Lagerung und Antrieb, wobei beides unter Wasser erfolgen muss.

- **Linear bewegtes Messer**

Bandmesser wie bei einer Bandsäge. Diese Stahlbänder gibt es auch ungezahnt als Bandmesser.

Vorteil: einfacher Antrieb außerhalb des Wassers möglich. Billiges und einfaches Messer.

Nachteil: große Biegeradien notwendig.

Gewählte Lösung:

Zum Schneiden der Wasserpflanzen in einer Tiefe von 1700 mm unter der Wasseroberfläche wird ein **Bandmesser** ähnlich einer Bandsäge verwendet.

Durch die Relativgeschwindigkeit des Mähgerätes und des umlaufenden Schneidbands gegenüber den Wasserpflanzen kommt es zu einem schrägen Anschnitt mit ellipsenförmiger Schnittfläche. Diese Art des Schnittes ist kräftesparender als ein Schnitt senkrecht zur Faserrichtung, obwohl eine größere Schnittfläche erzeugt wird. Die Technologie ist von der Bandsäge her bekannt. Die Bandsäge ist ohne Zähne ausgeführt, wie sie auch zum Schneiden von Schaumstoffen verwendet wird. Das größte Problem dabei ist, das die Umlenkrollen für das Bandmesser einen Durchmesser von eintausendmal der Banddicke aufweisen sollten, um eine zufriedenstellende Lebensdauer des Bandmessers zu erreichen. Bei der konstruktiven Lösung für das Mähgerät ist es notwendig, das Band im Viereck zu führen, es sind daher vier Umlenkrollen notwendig. Die zwei oberen Umlenkrollen entsprechend groß zu gestalten, stellt kein Platzproblem dar. Die zwei unteren Umlenkrollen würden jedoch den Einlauf zur Transporteinrichtung der abgetrennten Wasserpflanzen überdecken. Daher können dort große Umlenkrollen nicht verwendet werden. Eine Gleitführung, mit der der große Radius dargestellt werden könnte, kommt auf Grund der großen Reibung nicht in Frage. Ein dadurch verursachtes Gleiten auf der Antriebsrolle würde zu einem Abwurf des Bandes von derselben führen. Daher wurden an den unteren Umlenkungen jeweils drei kleine

Rollen verwendet, um die Umlenkung um 90 Grad zu bewerkstelligen. Daraus folgt eine achtmalige Biegewechselbeanspruchung des Bandes bei einem Umlauf gegenüber einer zweimaligen bei einem Umlauf auf einer Bandsäge. Dies reduziert die Lebensdauer des Bandes.

Der Antrieb der Rolle erfolgt über einen Hydraulikmotor, der über eine Kupplung mit der Welle der Antriebsrolle des Bandmessers verbunden ist. Die zweite obere Umlenkrolle ist verschiebbar ausgeführt, um das Schneidband spannen zu können. Diese Schneideinrichtung ist gekennzeichnet durch einen geringen technischen Aufwand, da für die unteren Umlenkrollen handelsübliche Laufrollen verwendet wurden. Eine der oberen Laufrollen wurde mit einem Luftreifen versehen, der ebenfalls zugekauft werden kann. Lediglich die Antriebsrolle wurde angefertigt und auf dem zugehörigen Rahmen montiert. Das Bandmesser kann in der entsprechenden Länge zugekauft werden.

Zur Veränderung der Schnitttiefe wird bei Mähbooten üblicherweise das Beladeband, das mit der Schneideinrichtung fest verbunden ist, am Boot drehbar befestigt. Durch die Veränderung des Neigungswinkels des Bandes verändert sich jedoch der Abstand des Bandschwerpunktes zum Boot, und damit kommt es zu einer Verschiebung des Gesamtschwerpunktes. Das führt bei geringen Schnitttiefen zu einem starken Eintauchen des Buges.

Um dies zu vermeiden, wird im vorliegenden Entwurf das Band zusätzlich durch eine Führung so bewegt, dass die Änderung des Schwerpunktes deutlich reduziert wird. Der Abstand des Schwerpunktes des Beladebandes zum Bug ändert sich dadurch nur unwesentlich. Folglich behält der Rumpf seine waagrechte Lage.

8.2 Weitertransport der abgetrennten Pflanzenmasse

Der Weitertransport der Pflanzenmasse kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Diese Fördereinrichtung aber könnte auch zum Entladen des Mähbootes verwendet werden. Dazu müsste die Fördervorrichtung in eine entsprechende

Entladeposition gebracht werden können. Zusätzlich muss die Schneideeinrichtung weggeklappt werden können:

- **Gurtförderer**

Die Verwendung eines geschlossenen Fördergurtes ist nicht möglich, da der Fahrwiderstand wesentlich erhöht würde, außerdem würde durch die Umströmung des Gurtes durch das Wasser das Mähgut abgespült werden.

Es ist die Verwendung eines gelochten Gurtes notwendig oder die Verwendung eines Gitters oder Netzes als Gurt, um eine ungehinderte Durchströmung zu ermöglichen, um den Fahrwiderstand zu verringern und auch die Anlage des Mähgutes an den Gurt zu erhöhen.

- **Kratzboden**

Der Kratzboden ist gekennzeichnet durch einen Boden, der entweder geschlossen ist oder durch einen Lattenrost oder durch eine andere perforierte Fläche dargestellt wird und auf der das Gut durch Querleisten weiterbewegt wird, die in regelmäßigen Abständen auf der Fläche verteilt sind.

- **Schnecke**

Die Verwendung einer Trogschnecke wäre möglich, wobei die Gefahr besteht, dass sich das Mähgut um die Schnecke wickelt, und es dadurch zu einem Verstopfen der Fördereinrichtung kommen würde.

- **Verstellung der Schnitttiefe**

Da die Schneideeinrichtung mit der Fördereinrichtung meist fest verbunden ist, werden beide gemeinsam bewegt, um das Gerät auf unterschiedliche Wassertiefen oder unterschiedliche Mähtiefen einzustellen.

Dazu kann die Fördereinrichtung um einen Drehpunkt geschwenkt oder auf unterschiedlichen Führungen in ihrer Höhe verstellt werden.

Der Antrieb dafür kann als Verstellspindel, Hydraulikzylinder oder mittels Seilzug ausgeführt werden.

- **Antrieb der Fördereinrichtung**

Hier gilt das Gleiche wie für „Antrieb der Schneideinrichtung“.

Gewählte Lösung:

Als Transporteinrichtung wurde ein **Gurtförderer** gewählt, der auf zwei Rundgliederketten aufbaut, die den Gurt begrenzen. Diese Ketten laufen auf Kettennüssen, die durch eine Welle starr verbunden sind, wobei die obere Welle über eine Laschenkettenuntersetzung von einem Hydraulikmotor angetrieben wird.

Der Gurt selbst ist ein Drahtzaungeflecht, welches auf in regelmäßigen Abständen an der Rundgliederkette angeschweißten Querträgern befestigt ist. Diese Querträger erhöhen die Tragfähigkeit des Gurtes und verhindern das Abgleiten der Wasserpflanzen bei geringer Fahrgeschwindigkeit. Ein zu großer Durchhang des Gurtes wird durch Gleitleisten, auf welchen die Querträger geführt werden, verhindert. Die oberen Lagerstellen der Welle sind verschiebbar ausgeführt, um den Gurt spannen zu können. Die Laschenkette wird mittels Gleitblock gespannt.

Der Tragrahmen ist als Rohrrahmen mit Verstrebungen zur Erhöhung der Steifigkeit ausgeführt und trägt zwei Führungsrollen zur Höhenverstellung der Baugruppe aus Schneid- und Transporteinrichtung. Die Höhenverstellung wird über zwei Seile vorgenommen, die am unteren Rand des Rahmens befestigt sind. Dem Seilzug entgegen wirkt lediglich die Schwerkraft. Die Fläche zwischen Gurtförderer und Rahmen für die Schneideinrichtung ist ebenfalls mit einem Drahtzaungeflecht bespannt, um das Wegschwimmen abgetrennter Wasserpflanzen zu verhindern.

8.3 Zwischenlagerung der Pflanzenmasse

Folgende Optionen wurden untersucht:

- **Schiffsrumpf**

Der Schiffsrumpf wird als containerförmiger Hohlkörper ausgeführt, in den die Wasserpflanzen geladen werden.

Ohne besondere Einrichtung ist die Entladung des Schiffsrumpfes nur händisch oder unter Zuhilfenahme eines Kranes möglich.

- **Aufbau ausgeführt als Gurtförderer oder Kratzboden**

Nicht nur zur einfacheren Entladung des Mähgerätes, sondern auch um die Ladefläche ohne zusätzlichen Aufwand besser nutzen zu können, ist der technische Aufwand gerechtfertigt. Der Haufen hinter dem Beladeband kann immer weitergeschoben werden, um eine gleichmäßige Ladehöhe auf der gesamten Fläche zu erhalten. Die Entladung wird auf die gleiche Weise durchgeführt.

Gewählte Lösung:

Als Grundgestell wurde ein Stallmiststreuer verwendet, der entsprechend angepasst wurde, um alle anderen Baugruppen zu tragen. Er ist als **Kratzboden** mit einem vollflächigen Holzboden ausgeführt. Der Transport der Pflanzenmasse auf dieser Fläche wird über eine Rundgliederkette mit Querleisten wie beim Gurtförderer bewerkstelligt. Der Antrieb erfolgt über ein Ratschengetriebe, das für einen diskontinuierlichen Antrieb sorgt.

Zusätzliche Anbauten sind:

- An der Vorderseite Führungsrollen für die Transporteinrichtung, um eine Ellipsenbewegung derselben zu erreichen
- Seitliche Führungsschienen für die Führungsrollen der Transporteinrichtung
- Tragrohre und Montagehilfseinrichtung für die Schwimmkörper
- Anbaumöglichkeit für einen Schwimmkörperschutzbalken
- Eine demontierbare Fahrzeugachse
- Säulen für die Montage des Motorrahmens
- Umlenkrollen für die Antriebskette des Ratschengetriebes
- Abweiserbleche zum Schutz der Antriebskette
- Starre Bordwände
- Ratschengetriebe

8.4 Antrieb des Mähgeräts

Folgende Optionen wurden untersucht:

- **Elektromotor**

Elektromotoren sind als Bootsantrieb in stehenden Gewässern üblich und verbreitet. Durch die hier zusätzlich erforderliche Pflanzenmähfunktion ist jedoch ein

elektrischer Antrieb auf Grund der begrenzten Speichermöglichkeit nicht möglich. Darüber hinaus wäre in vielen Einsatzbereichen keine Auflademöglichkeit gegeben.

- **Verbrennungsmotor**

Die Verwendung eines Verbrennungsmotors steht daher außer Diskussion, da eine andere Kraftquelle nicht die notwendige Unabhängigkeit gewährleisten würde. Sie stellt jedoch insofern eine Einschränkung dar, da auf vielen Seen in Österreich ein Motorbootfahrverbot besteht und damit eine Ausnahmegenehmigung notwendig ist. Als Treibstoffe kommen grundsätzlich Benzin, Diesel bzw. pflanzliche Treibstoffe in Betracht. Letztere hätten den Vorteil einer höheren Wasserverträglichkeit.

Gewählte Lösung:

Der Antrieb des Mähgerätes erfolgt über eine 50 kW Antriebseinheit aus einem Auto der Marke Fiat mit der Typenbezeichnung Ritmo. Ein zusätzlicher Vorteil neben den niedrigen Kosten war die leichte Austauschbarkeit der motorstirnseitigen Riemenscheibe. Sie wurde von einer einfachen Riemenscheibe gegen eine für drei Riemen ausgetauscht, die gleichzeitig die Montage einer Wellenkupplung ermöglicht. Die Antriebswellen vom Getriebe zu den Rädern wurden durchtrennt und mit Montageflanschen versehen. Die Motorträger wurden angepasst und auf einem Motorgestell montiert.

Weitere Aufbauten auf dem Motorgestell sind:

- Batteriehalterung
- Kühlerhalterung
- Motorträger
- Rahmen zur Auspuffmontage
- Hebel zur Verstellung der Motordrehzahl
- Schaltkasten für Zündungsschalter, Startknopf und Temperaturanzeige
- Fahrersitz
- Kupplungspedal
- Lenkhebel
- Zusatzkühler
- Vorratsbehälter für Hydrauliköl
- Hydraulikpumpe
- Überdruckventil für die Hydraulikanlage

- Verrohrung der Hydraulikanlage
- Steuerventile der Hydraulikanlage
- Seilrollen mit Getriebe und Hydraulikmotor für die Höhenverstellung der Transporteinrichtung
- Antriebsräder mit Trommelbremsen
- Montagerohre für die Achsschenkel der Schaufelräder, die um die Antriebswelle schwenkbar sind.
- Verstelleinrichtung zur Höhenverstellung der Schaufelräder
- Halterung für einen Treibstoffbehälter
- Treibstoffbehälter

8.5 Antrieb im Wasser

Folgende Optionen wurden untersucht:

- **Schiffsschraube**

Die Verwendung einer Schiffsschraube würde sich bei Wasserpflanzen, die bis an die Wasseroberfläche reichen, als unvorteilhaft erweisen, da sie von den Wasserpflanzen umwickelt wird und damit nicht ohne permanente Reinigung betrieben werden kann.

- **Schnecke**

Statt der Schiffsschraube wird ein kurzes Stück einer Schnecke verwendet, die bei entsprechender Gestaltung des Ein- und Auslaufes weniger Möglichkeiten zum Anlegen der Wasserpflanzen bietet.

- **Schaufelrad**

Ein Schaufelrad stellt einen sehr einfachen und betriebssicheren Antrieb dar. Sowohl die Antriebswelle wie auch die Lagerung bleiben außerhalb des Wassers und damit ist auch der notwendige Aufwand für die Abdichtung der Lagerstellen gering.

- **Antriebsstrang vom Motor zum Antrieb**

Hier wäre wieder zwischen einem rein mechanischen und einem hydraulischen Antrieb zu unterscheiden. Wobei es eine Vielzahl von technischen Lösungsmöglichkeiten gibt, um die Antriebskraft vom Motor zum Antrieb im Wasser zu bringen.

Gewählte Lösung:

Die Verwendung von **Schaufelrädern** für den Antrieb des Mähgerätes hat neben der einfachen technischen Ausführung noch den Vorteil, dass sowohl die Lagerung des Schaufelrades wie auch der gesamte übrige Antriebsstrang über der Wasseroberfläche liegen. Daher sind ein Eindringen des Wassers in die Lager und ein Austreten des Schmiermittels aus den Lagern (Wasserverschmutzung) nicht zu befürchten.

8.6 Kraftübertragung

Folgende Optionen wurden untersucht:

- **Mechanische Kraftübertragung**

Für die mechanische Kraftübertragung muss der angetriebene Teil nahe der Kraftquelle liegen, und die angetriebene Welle sollte parallel oder normal zur treibenden Welle liegen. Die gebräuchlichen Mittel wie Kupplungen, Keilriemen, Ketten und Getriebe werden auch hier zum Einsatz gebracht.

- **Hydraulische Kraftübertragung**

Bei der hydraulischen Kraftübertragung ist man bei Lage und Entfernung der angetriebenen Welle keinen Begrenzungen unterworfen, da die Entfernungen leicht mittels Rohrleitungen bewältigt werden können. Bei beweglichen Antrieben werden Schlauchleitungen eingesetzt.

Bei einer Hydraulikanlage sollte beim Betrieb am Wasser eine biologisch leicht abbaubare Hydraulikflüssigkeit verwendet werden um bei einem Unfall den an der Natur angerichteten Schaden in Grenzen zu halten.

Gewählte Lösung:

Für den **Antrieb des Kratzbodens** wurde eine mechanische Kraftübertragung gewählt. An die stirnseitige Motorriemenscheibe wurde mittels Kupplung eine Welle angeflanscht, die ebenfalls eine Keilriemenscheibe mit 130 mm Durchmesser trägt. Hier ist eine sehr hohe Untersetzung notwendig. Daher erfolgt die Kraftübertragung auf eine Vorgelegewelle mit einer Riemenscheibe mit 430 mm Durchmesser und

einem Zahnrad mit 90 mm Durchmesser über eine Laschenkette auf das Ratschengetriebe des Kratzbodens. Der Keilriemen läuft im Leerlauf lose über die Riemenscheiben. Eine Spannrolle, die auf einer Raste fixiert werden kann, dient zur Unterbrechung des Kraftflusses zur Vorgelegewelle.

Der **Antrieb des Schaufelrads** erfolgt ebenfalls mechanisch. Über das Schaltgetriebe eines vorderradgetriebenen Personenkraftwagens werden die Reibräder eines Reibradantriebes bewegt. Ein Differential ist vorhanden, sodass die Reibräder unabhängig voneinander abgebremst und mit unterschiedlichen Drehzahlen laufen können. Diese Räder laufen auf Ringen, die mit Streckmetallgitter, zur Erhöhung der Reibung armiert sind. Diese Reibringe sind an Traktorräder angeschraubt, die auf der anderen Seite die Schaufelräder tragen.

Für den Antrieb der Seilwinde für die Höhenverstellung, Schneideinrichtung und dem Gurtbandförderer kommt ein **Hydraulikantrieb** zum Einsatz. Um Undichtheiten bei der Hydraulikanlage zu vermeiden, besteht diese nur aus Neuteilen. Es wurde nur eine Hydraulikpumpe verwendet, daher lassen sich die Drehzahlen der Antriebsmotoren nicht unabhängig voneinander verstellen. Die Verstellung erfolgt über das Druckbegrenzungsventil. Hydraulikmotoren werden einzeln über Steuerventile geschaltet.

Da die Schneideinrichtung an der nachfolgenden Transporteinrichtung befestigt ist, und diese zur Anpassung an unterschiedliche Wassertiefen verstellt wird, kommt auch hier ein hydraulischer Antrieb zum Einsatz. Ein mechanischer Antrieb wäre zu aufwendig und hätte eine geringere Betriebsicherheit.

8.7 Lenkung des Mähgeräts

Folgende Optionen wurden untersucht:

- **Lenkung durch Schwenken des Antriebes**

Bei der Verwendung einer Schiffschraube oder Schnecke kann das Lenken durch Schwenken des Antriebsaggregats durchgeführt werden. Dabei ist ein relativ hoher technischer Aufwand notwendig, da der Antriebsstrang entsprechend schwenkbar ausgeführt oder das komplette Antriebsaggregat mitgeschwenkt werden muss.

- **Lenkung durch unterschiedliche Drehzahlen**

Bei Verwendung von zwei Schrauben mit entsprechendem Abstand zueinander wird die Richtungsänderung auch über unterschiedliche Drehzahlen der Schrauben bewerkstelligt. Die Ausführung des Antriebsstranges wird einfacher, aber der Aufwand ist ähnlich hoch, da eine doppelte Ausführung notwendig ist.

Gewählte Lösung:

Im Antriebsstrang der Reibräder sind Trommelbremsen eingebaut, welche einzeln betätigt werden können. Dadurch erhält man unterschiedliche Drehzahlen der Schaufelräder, wodurch die Fahrtrichtung des Mähgerätes geändert wird.

Die Betätigung der Trommelbremsen erfolgt über Seilzüge, die mit Hilfe der Lenkhebel gespannt werden, die beidseitig neben dem Fahrersitz montiert sind.

8.8 Schwimmfunktion

Da die Arbeitsgeschwindigkeit des Mähgerätes als gering angenommen werden kann, weil sonst durch die Umströmung des Beladebandes die Wasserpflanzen nicht aufgenommen, sondern durch den Wasserstrom verdrängt werden, ist auf einen sehr geringen Fahrwiderstand kein besonderer Wert zu legen. Der Schiffsrumpf wird daher den arbeitstechnischen Erfordernissen entsprechend und weniger nach strömungstechnischen Optimierungen gestaltet. Folgende Optionen wurden untersucht:

- **Containerförmiger Schiffskörper**

Die Ausformung als kistenförmiger Hohlkörper hat den Vorteil, dass zwei Funktionen gleichzeitig erfüllt werden. Der Hohlkörper schwimmt und trägt die technischen Aufbauten bei entsprechender Größe, auch wenn er oben offen ist, und damit die Beladung mit dem Mähgut zulässt. Der Nachteil ist die Notwendigkeit einer Entladevorrichtung, die bis unter die Wasseroberfläche und sehr weit greifen kann, da bei entsprechendem Tiefgang und flachem Ufer nicht sehr nahe an die Wasserlinie (Ufer) herangefahren werden kann.

- **Katamaranförmiger Schiffskörper**

Bei dieser Ausführung wird auf strömungstechnische Überlegungen mehr Rücksicht genommen. Der Tiefgang des Mähgerätes wird größer sein als beim containerförmigen Schiffskörper. Alle Aufbauten und auch das Ladegut liegen entsprechend der Bauform über der Wasseroberfläche. Der Fertigungsaufwand ist durch die strukturierte Oberfläche entsprechend größer.

- **Pontonförmiger Schiffskörper**

Wie beim Container wird auf strömungstechnische Überlegungen wenig Wert gelegt. Aufbauten und Ladegut liegen über der Wasseroberfläche. Der Tiefgang wird ähnlich wie beim Container sein. Der Fertigungsaufwand wird geringer sein als bei der Fertigung eines Katamarans. Die Nutzung des Hohlraumes als Laderaum entfällt.

Gewählte Lösung:

Die Schwimmfähigkeit des Mähgerätes wird durch vier **Schwimmkörper** erreicht. Das Material des Verdrängungskörpers ist Styropor. Da dieser Körper nicht homogen ist, würde er bis zu dreißig Volumsprozent Wasser aufnehmen. Um die Wasseraufnahme zu verringern, ist der Schwimmkörper mit wasserfester Fassadenfarbe gestrichen. Der Verdrängungskörper ist von einem Tragrahmen umgeben. Zwischen Tragrahmen und dem Verdrängungskörper befinden sich an der Oberseite Holzleisten zur Lastverteilung und an der Unterseite eben solche zum Schutz des Verdrängungskörpers vor Beschädigungen.

Für die einfachere Montage der Schwimmkörper am Mähgerät sind Montagebügel angebracht, mit welchen die richtige Positionierung für die Befestigung erreicht wird.

Ein zusätzliches Einrichten und Festhalten in der Befestigungsposition wird dadurch vermieden.

Für das **Slippen** (Einsetzen des Mähgerätes ins Wasser) ist eine geeignete Zufahrt, ein entsprechend großer ebener Montageplatz sowie ein entsprechend breiter, direkter Wasserzugang - wie bei einer Slipanlage - vorteilhaft. Nach dem Zusammenbau wird das Mähgerät ins Wasser gelassen. Dabei muss das Gerät noch immer fahrbar sein, weil es erst bei einer größeren Eintauchtiefe selbstständig zu schwimmen beginnt. Ist ein geeigneter Wasserzugang nicht gegeben, ist die Verwendung eines Kranes notwendig.

8.9 Weitere Funktionen

Entladevorgang

Bei einem herkömmlichen Mähboot wäre durch den Tiefgang ein entsprechendes Heranfahen an die Uferlinie nicht möglich. Die Pflanzen müssten abhängig vom Winkel der Uferböschung ins Wasser entladen werden und würden wegschwimmen. Daher wird die Ladefläche des Mähgerätes als Kratzboden ausgeführt, wie er von Ladewagen in der Landwirtschaft bekannt ist. Das ermöglicht einen maschinellen Entladevorgang mit einem geringen technischen Aufwand. Zusätzlich werden die Schaufelräder durch schmale Traktorräder verstärkt, wodurch ein stärkeres Anlanden auf einer entsprechend flachen Uferböschung möglich ist. Dazu werden die Räder in die tiefste Stellung gebracht, die Schwimmkörperunterkante erhält so eine geringe Bodenfreiheit. Somit kann auf den Rädern gefahren werden, während der Bug des Bootes weiterhin im Wasser schwimmt. Das Mähgut, das mit Hilfe des Kratzbodens über das Heck des Mähgerätes entladen wird, fällt dadurch nicht mehr ins Wasser.

Transportfähigkeit des Mähgeräts

Für den Straßentransport mit Maschinenbreiten über 2,5 m muss um eine Sondergenehmigung bei der Landesregierung angesucht werden. Um diesen bürokratischen Aufwand zu ersparen, wurde das Mähgerät so konzipiert, dass es auf eine zulässige Breite umgebaut werden kann. Die von der Maschine entfernten Baugruppen müssen dann gesondert transportiert werden.

Die Verladung der Maschine wäre auf Grund des Gewichtes nicht unproblematisch. Daher ist die Montage von Rädern die einfachste Möglichkeit, die Maschine transportierbar zu machen. Dadurch wird die ganze Maschine zum nicht zum Verkehr zugelassenen Anhänger, der nur mit max. 10 km/h gefahren werden darf.

Vorkehrungen gegen Wasserverschmutzung

Um das Risiko einer Wasserverschmutzung durch Kohlenwasserstoffe möglichst gering zu halten, wurden mehrfache Vorkehrungen getroffen:

- Die Treibstoffzufuhr erfolgt durch Kanistertausch. Dadurch ist kein Umfüllvorgang am Mähgerät (über Wasser) erforderlich.

- Bei dem Bau der Hydraulikantriebe wurden nur hochqualitative Neuteile verwendet, um so die Gefahr von Leckagen zu minimieren.
- Das eingesetzte Hydrauliköl ist auf Grund seiner besonderen Wasserverträglichkeit für solche Einsatzgebiete besonders geeignet.
- Geschmierte Lager des Antriebes wurden über der Wasseroberfläche angeordnet. Dadurch wird ein Verschmutzen des Wassers durch Lagerfett verhindert.

9. Erfahrungen bei Entwicklung, Bau und Echtbetrieb

Das Mähgerät wurde nach der oben beschriebenen Konzeption gebaut, erprobt, optimiert und danach regulär eingesetzt. Der inzwischen bereits mehrjährige und erfolgreiche Betrieb bestätigte die Konzeption eindrucksvoll. Auch die nicht einfachen Vorgänge wie der Straßentransport, das Slippen und an das Ans-Land-Bringen haben sich in der Praxis bewährt. Dennoch gab es lehrreiche Erfahrungen („Lessons Learned“), die hier angeführt werden sollen:

- Die Entwicklungs- und Bauzeiten wurden deutlich unterschätzt. Durch vertraglich festgelegte Mähverpflichtungen musste der notwendige Mehraufwand durch außerordentlichen Einsatz kompensiert werden.
- Der Einsatz eines Bandmessers ist von den Schneideeigenschaften sehr gut geeignet, hat jedoch den Nachteil einer geringeren Lebensdauer durch die hohe Anzahl an Biegewechsel bei den Umlenkrollen (Erhöhung des Serviceaufwandes).
- Anfängliche Probleme beim Antrieb des Mähgerätes (zu wenig Reibung für die notwendige Kraftübertragung) wurden durch eine Redimensionierung der Schaufelräder gelöst.

- Reparatur und Umbauarbeiten des bereits auf dem Wasser schwimmenden Mähbootes waren sehr schwierig durchzuführen. Das Ans-Land-Bringen lohnt sich für größere Manipulationen.
- Inzwischen gewonnene Erfahrungen haben das Slippen und das Ans-Land-Bringen und Transportieren des Mähgeräts stark vereinfacht.
- Durch saisonal sehr unterschiedliches Wachstum der Wasserpflanzen ist die Auslastung des Mähgeräts nicht immer gewährleistet und schlecht planbar.
- Die Möglichkeit einer weiteren, kommerziellen Herstellung dieser Bauart eines Mähgeräts kann noch nicht endgültig beurteilt werden.

10. Literatur

- [1] Wychera, Ulrike: Untersuchungen der Makrophytenvegetation im Badensee Donau-oder-Kanal in Grossenzersdorf, Kritzendorf 1998
- [2] Huber, Josef Hrsg: Anders arbeiten – anders wirtschaften, Fischer Verlag 1979
- [3] Maslow, Abraham H.: Motivation und Persönlichkeit. Reibeck, 1999
- [4] Riedijk, Willem: Appropriate Technology for Developing Countries, Delft University Press 1982
- [5] Paula, Michael: Angepasste Technologie-Ein neuer Umgang mit Technik, erschienen im „Umwelt-Erziehung“, Wien 1988
- [6] Paula, Michael et.al: Angepasste Technologie; Ein neuer Umgang mit Technik; Tagungsband Grat-Buch, Wien 1988
- [7] Wohlrab, Botho et.al: Landschaftswasserhaushalt; Hamburg und Berlin 1992

11. Anhang 1: Abbildungen

Bild 1: Überprüfungsarbeiten nach den Straßentransport vor der Herstellung der Schwimmfähigkeit

Bild 2: Teilweise hergestellte Schwimmfähigkeit mit Schaufelrädern

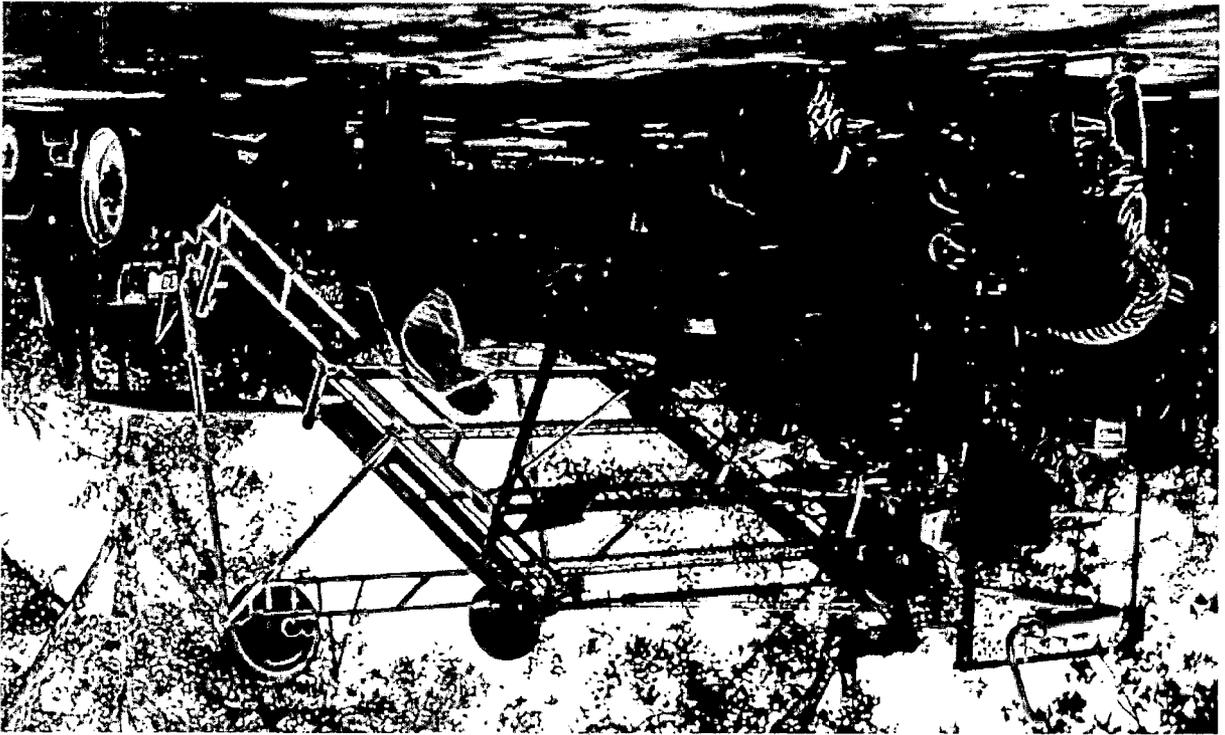
Bild 3: Schwimmfähigkeit hergestellt

Bild 4: Transport nach der Herstellung der Schwimmfähigkeit

Bild 5: Mähgerät nach den Slippen

Bild 6: Der Mäheinsatz

Bild 1: Überprüfungsarbeiten nach dem Straßentransport vor der Herstellung der Schwimmfähigkeit



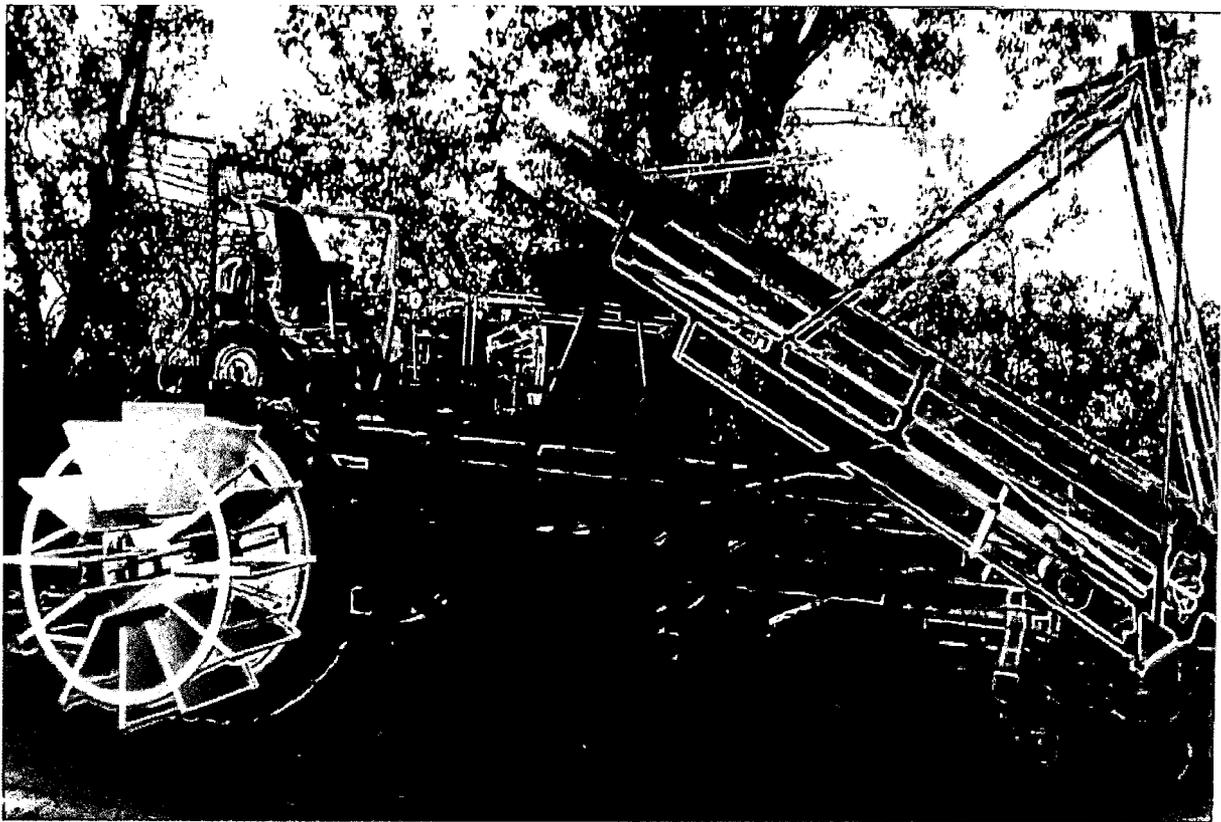


Bild 2: Teilweise hergestellte Schwimmfähigkeit mit Schaufelrädern

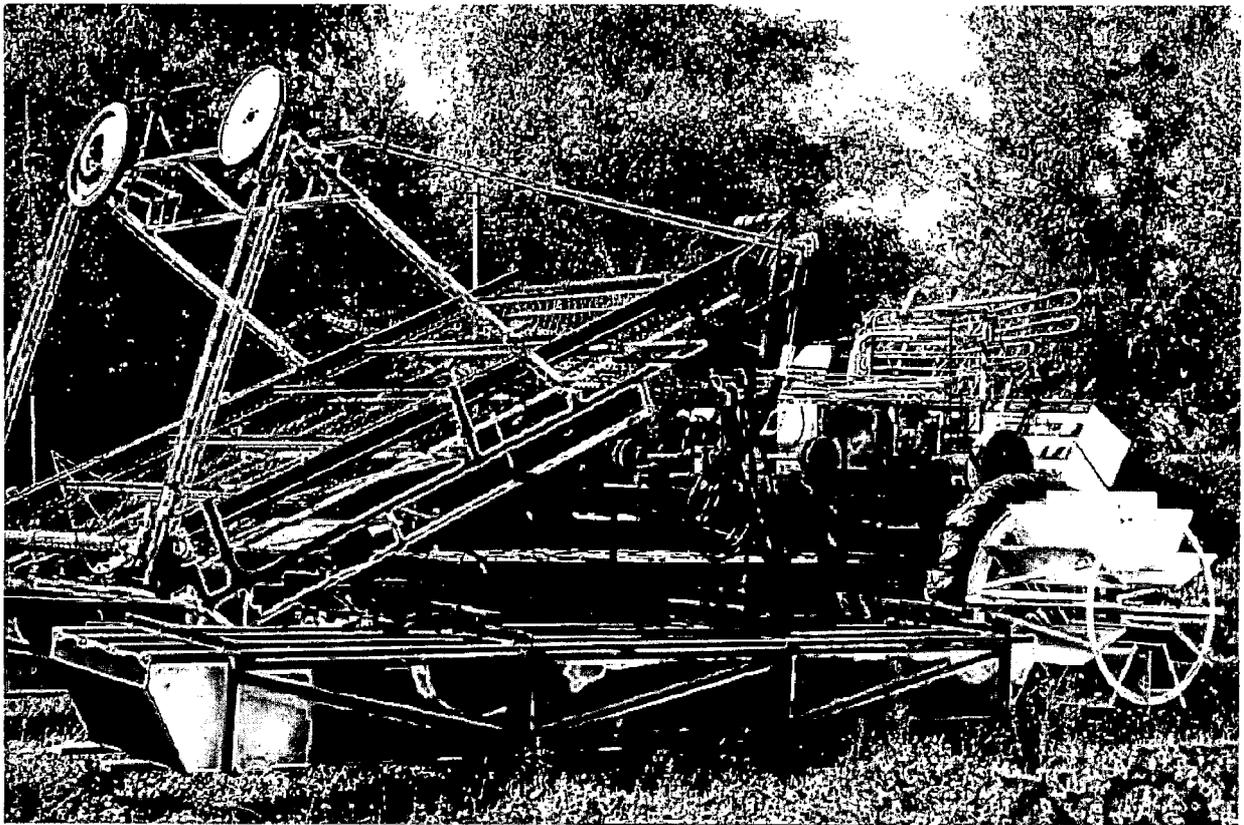


Bild 3: Schwimmfähigkeit hergestellt

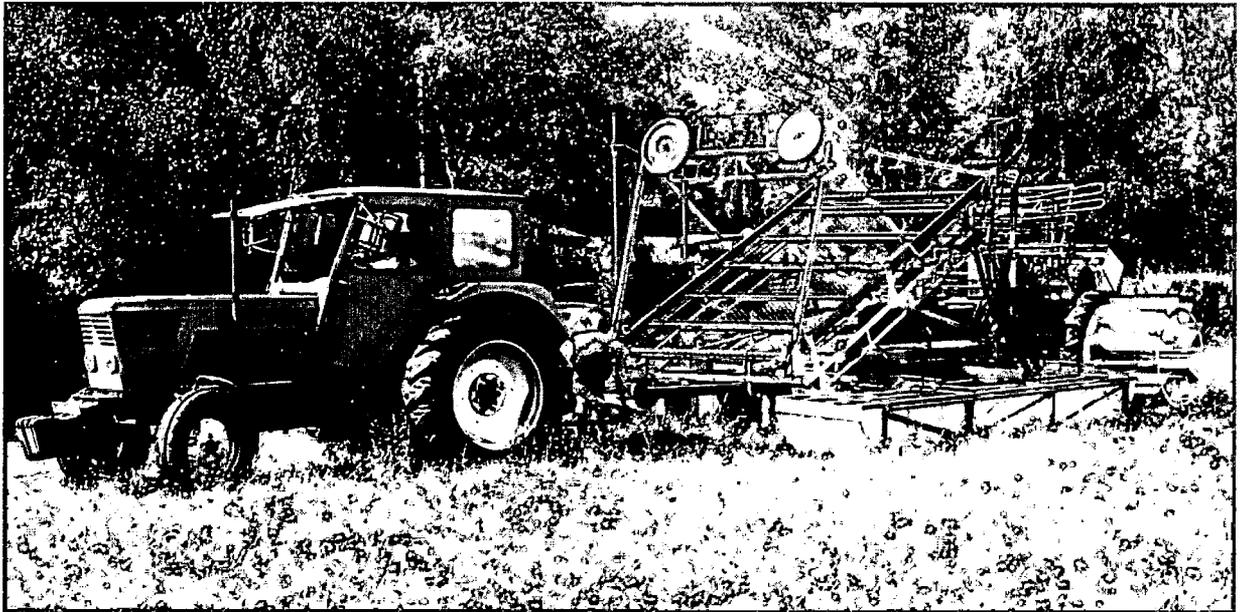


Bild 4: Transport nach der Herstellung der Schwimmfähigkeit

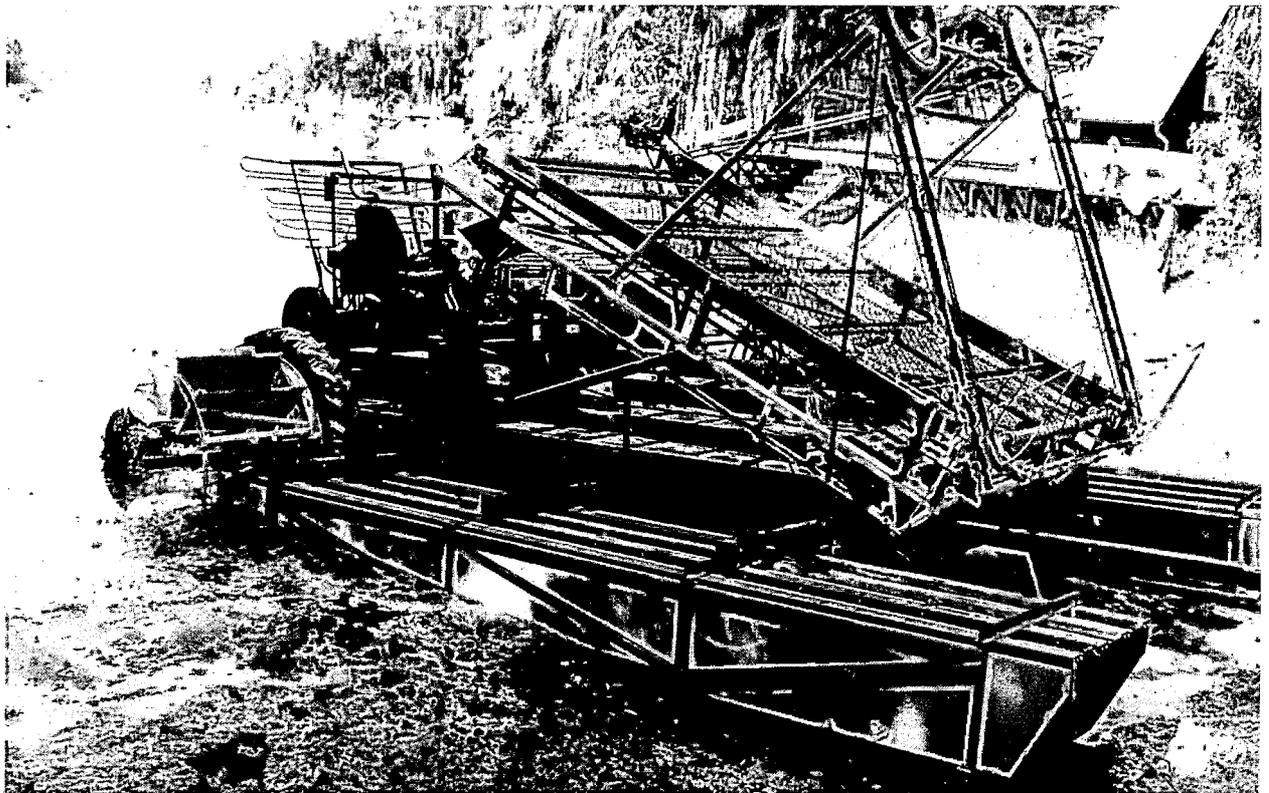


Bild 5: Mähgerät nach dem Slippen

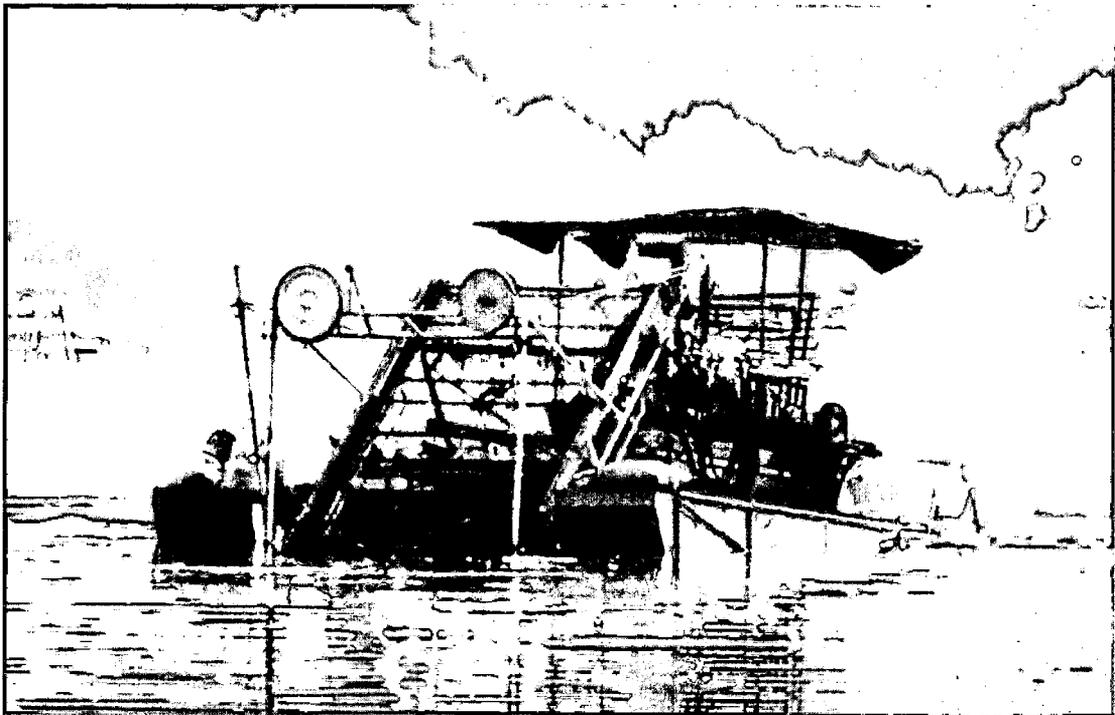
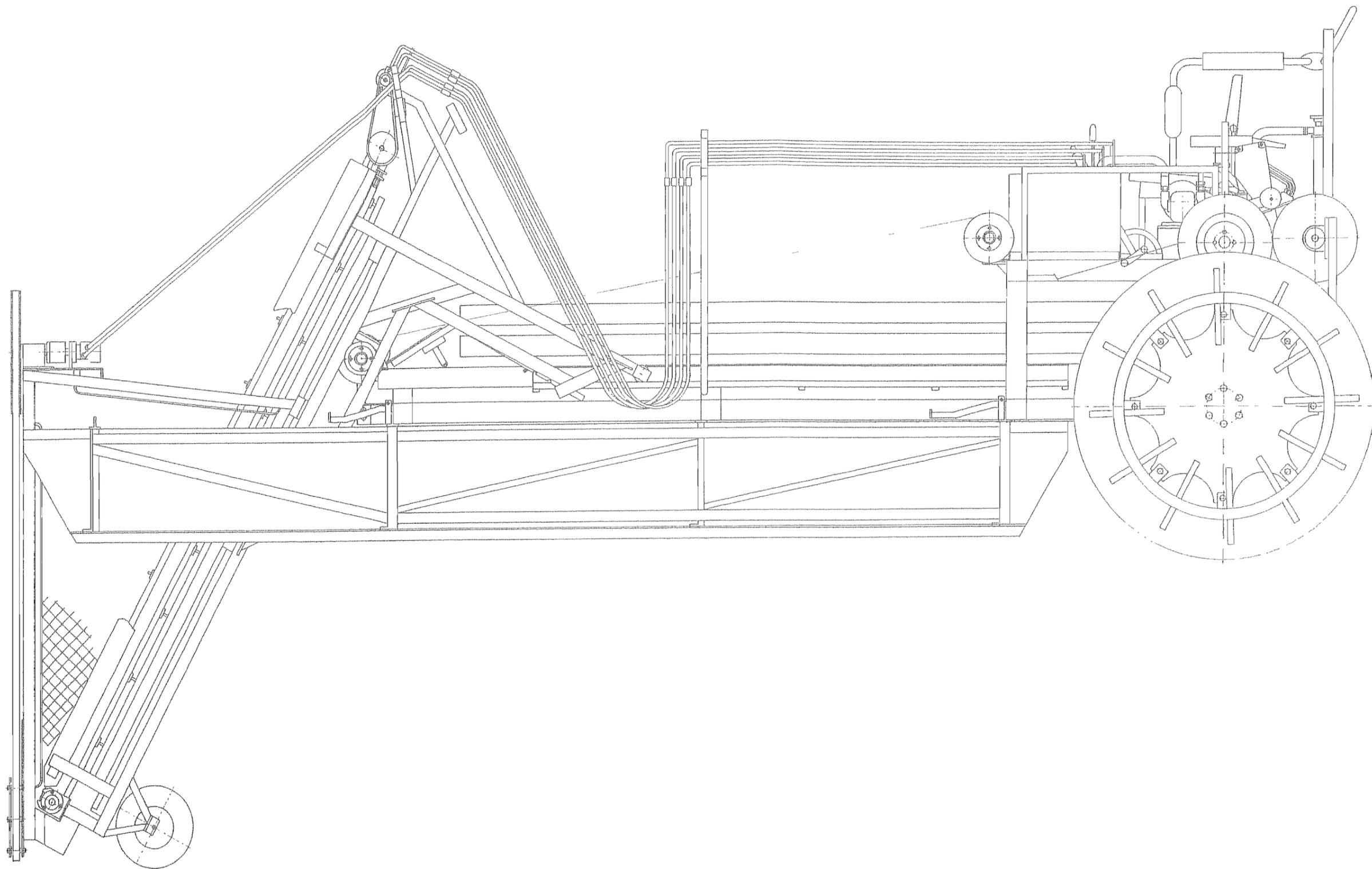


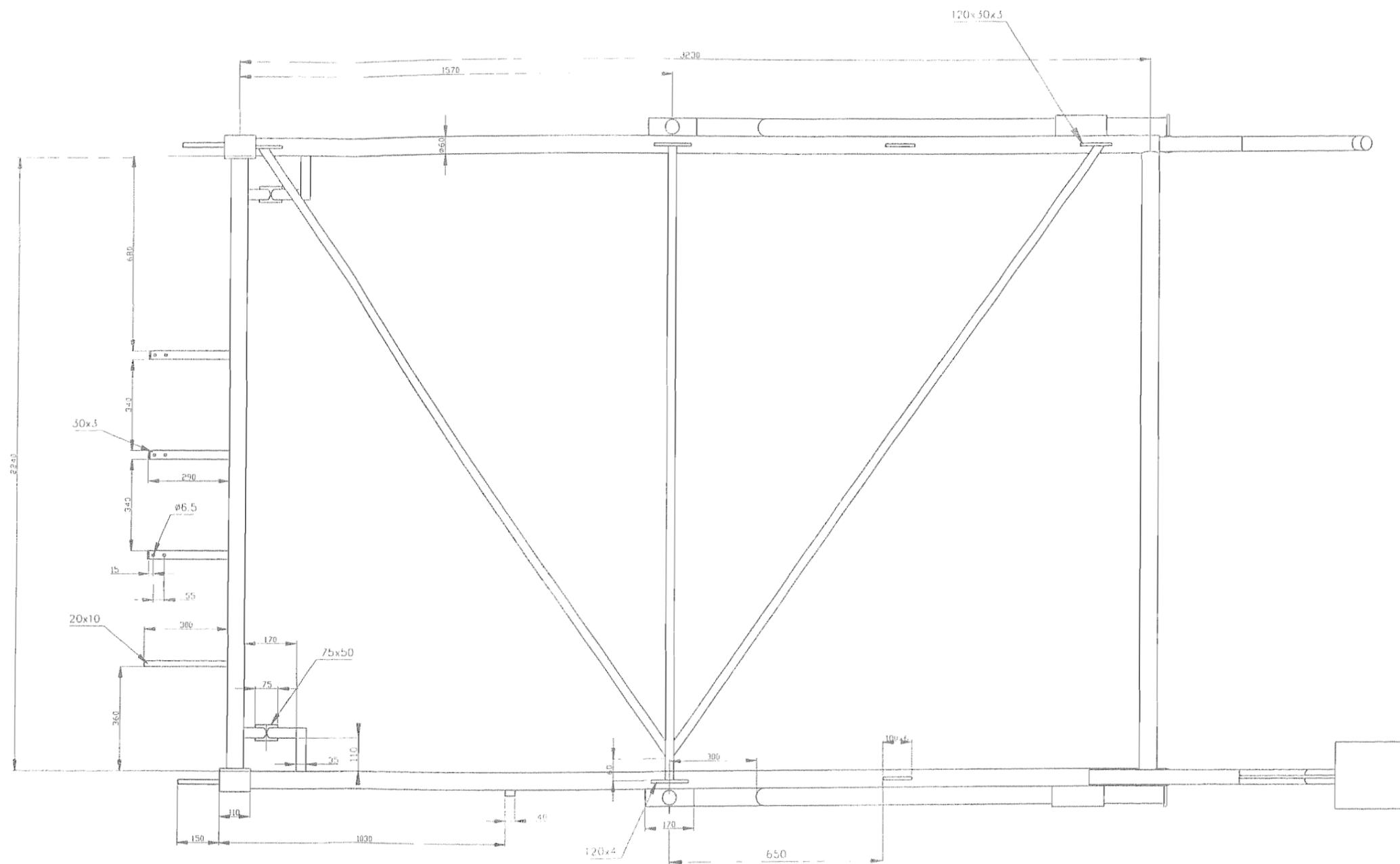
Bild 6: Mähgerät im Arbeitseinsatz

12. Anhang 2: Baugruppenzeichnungen

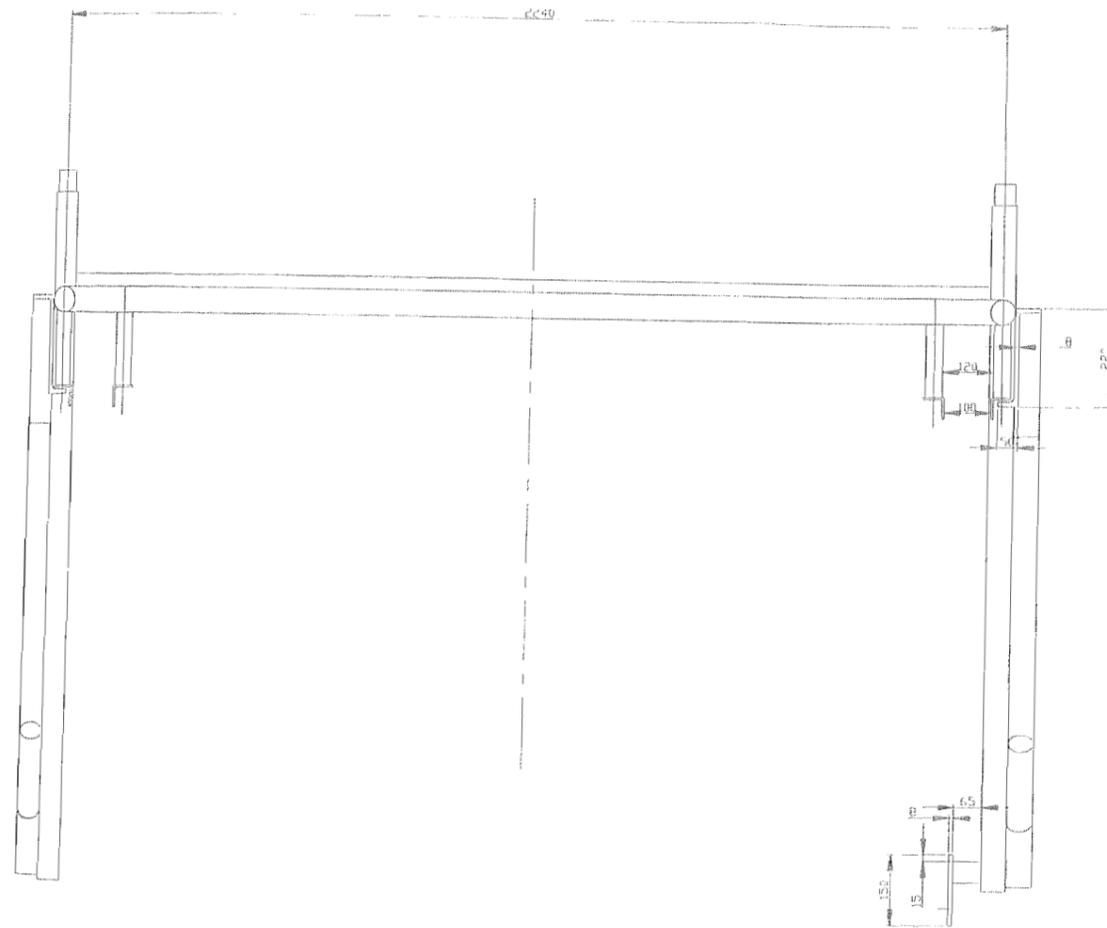
Zeichnungsnummer	Baugruppe
1	Schwimmfähiges Mähgerät
2.1	Rahmen für Gurtförderer
2.2	Rahmen für Gurtförderer
2.3	Rahmen für Gurtförderer
3	Kratzboden mit Führungsschiene für Gurtförderer, Motorgestell, Getriebe
4	Kratzboden mit Führungsrolle für Gurtförderer
5	Welle für Kratzboden
6.1	Getriebe für Kratzboden
6.2	Getriebe für Kratzboden
7	Achse für Straßentransport
8	Verbrennungsmotor mit Getriebe
9	Riemenscheibe für Hydraulikpumpe, Vorgelegewelle für Kratzboden
10.1	Motorgestell mit Getriebe und Hydraulikmotor für Seilwinde, Antrieb für Kratzboden, Getriebekasten
10.2	Motorgestell mit Kratzbodenantrieb
11	Motorgestell mit Fahrersitz, Lenkhebel, Ölbehälter
12	Motorgestell mit Fahrersitz, Lenkhebel, Kupplungspedal
13	Motorgestell mit Hydraulikpumpe, Steuerventile, Ölbehälter, Kraftstoffbehälter
14	Motorgestell mit Seilwinde
15	Schaufelrad
16	Traktorrاد
17	Reibring
18.1	Schaufelradantrieb
18.2	Schaufelradantrieb
19	Schwimmkörper



	10.03.06	PREWEIH	
M	Schwimmfähiges Mähgerät		Z Nr. 1
1:10			

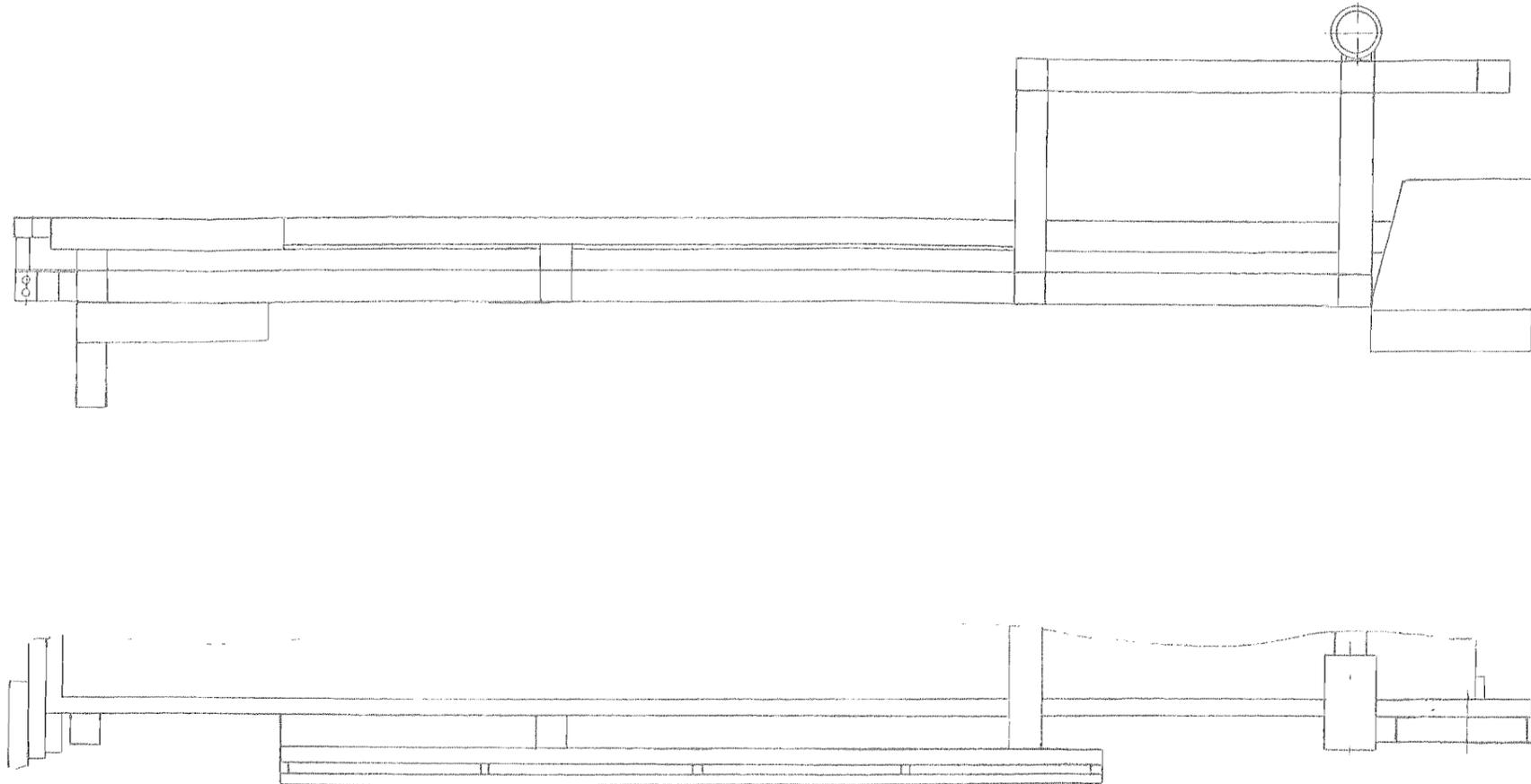
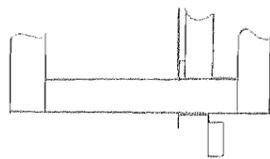


Pos.	Benennung	Stk.	Zeichnungs/Norm-Nr.	Werkstoff	Bemerkung
			Datum	Name	Maßstab
		Ger.	19.03.06	Prewein	1:15
		Ges.			
		Gepr.			
				Freiinsg. toleranz	Zeichnungs-Nr. 2.2
Anderung	Datum	Name			Format A1



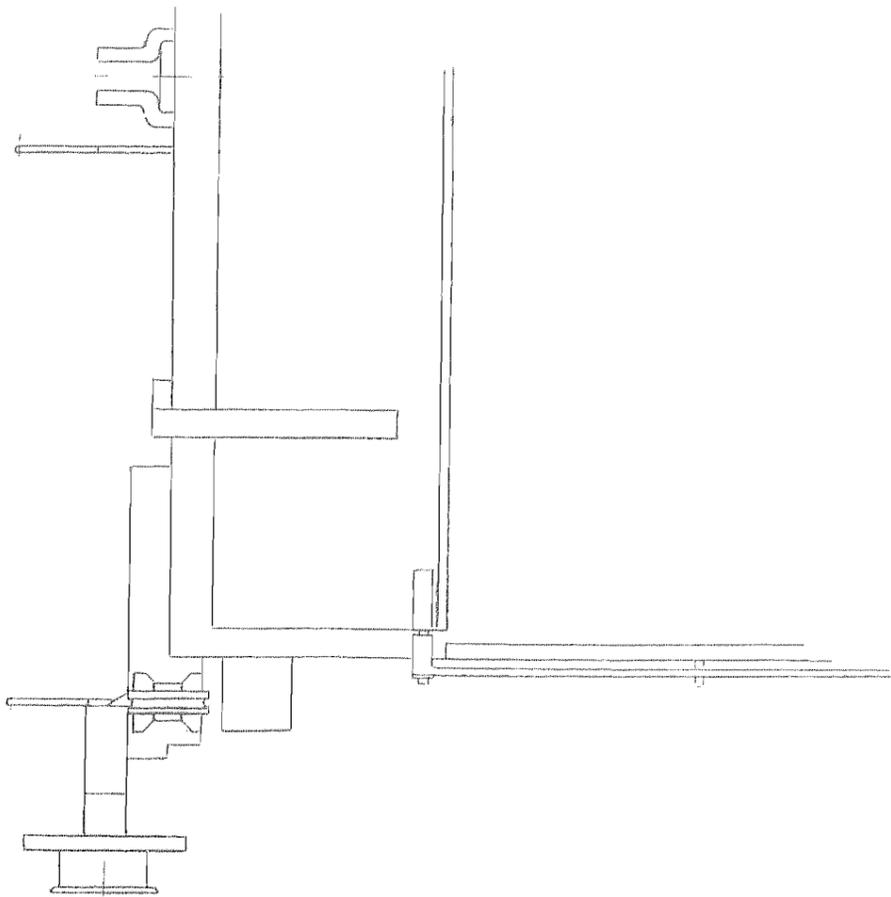
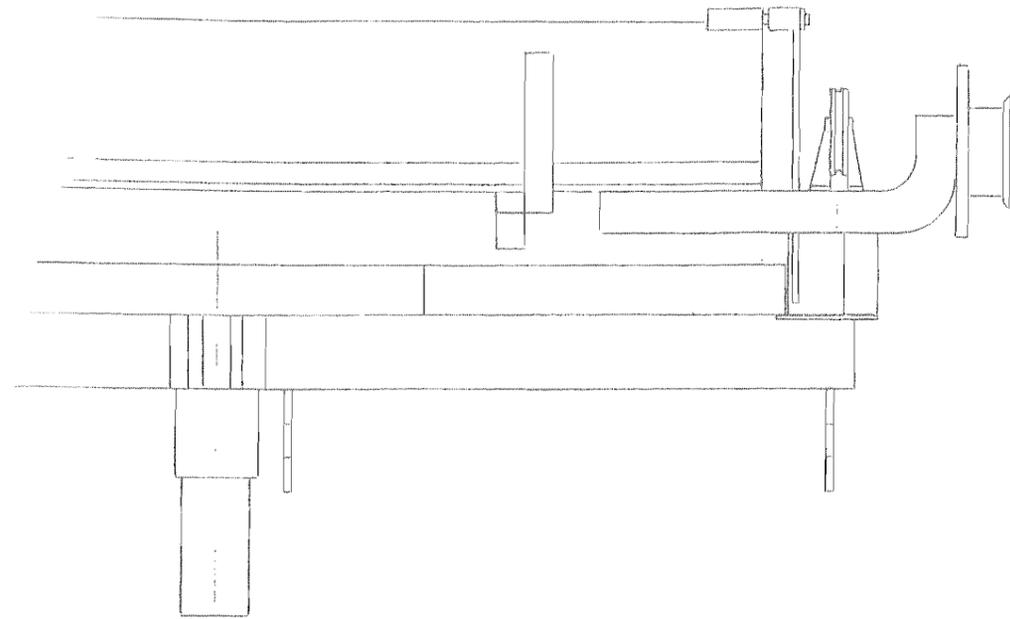
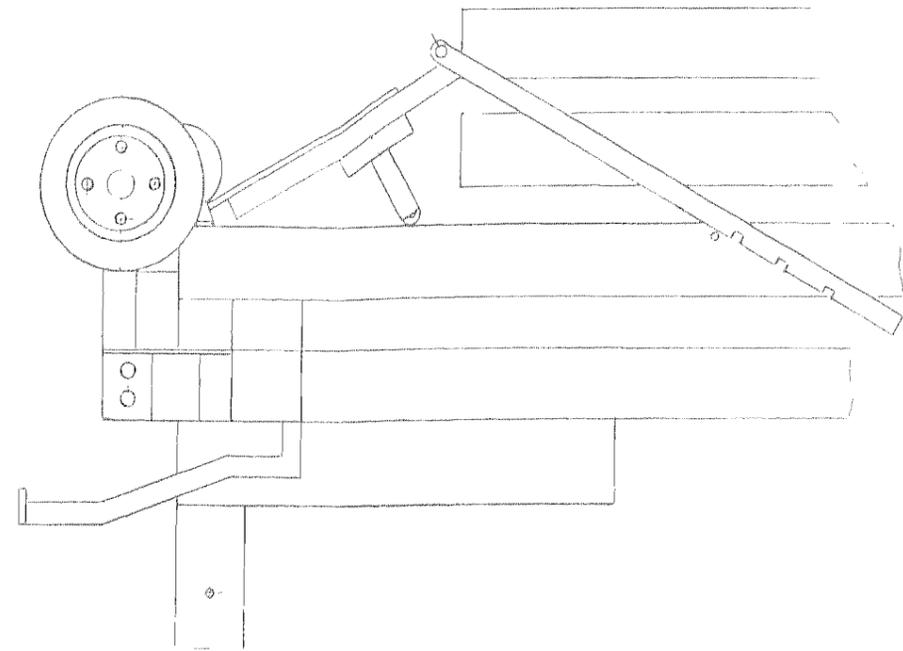
Pos	Benennung	Stk	Zeichnung/Norm-Nr	Werkstoff	Bemerkung
			Datum: Name	Maßstab	Benennung
		Gez	19.03.06 Prewin	1:15	Rahmen für Gurtförderer
		Ges.			
		Gepr			
				Freimaß-toleranz	Zeichnungs-Nr 2.3
Änderung	Datum	Name			Format
					A1

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung weder zur Gänze noch auszugsweise ververviältigt oder weiterverbreitet werden. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden. Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt werden.



	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	PREWEIM		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	KRATZBODEN mit FÜHRUNGSSCHIENE für GURTFÖRDERER MOTORGESTELL GETRIEBE			Z.Nr. 3
				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wendet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden
 Unterliegende Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



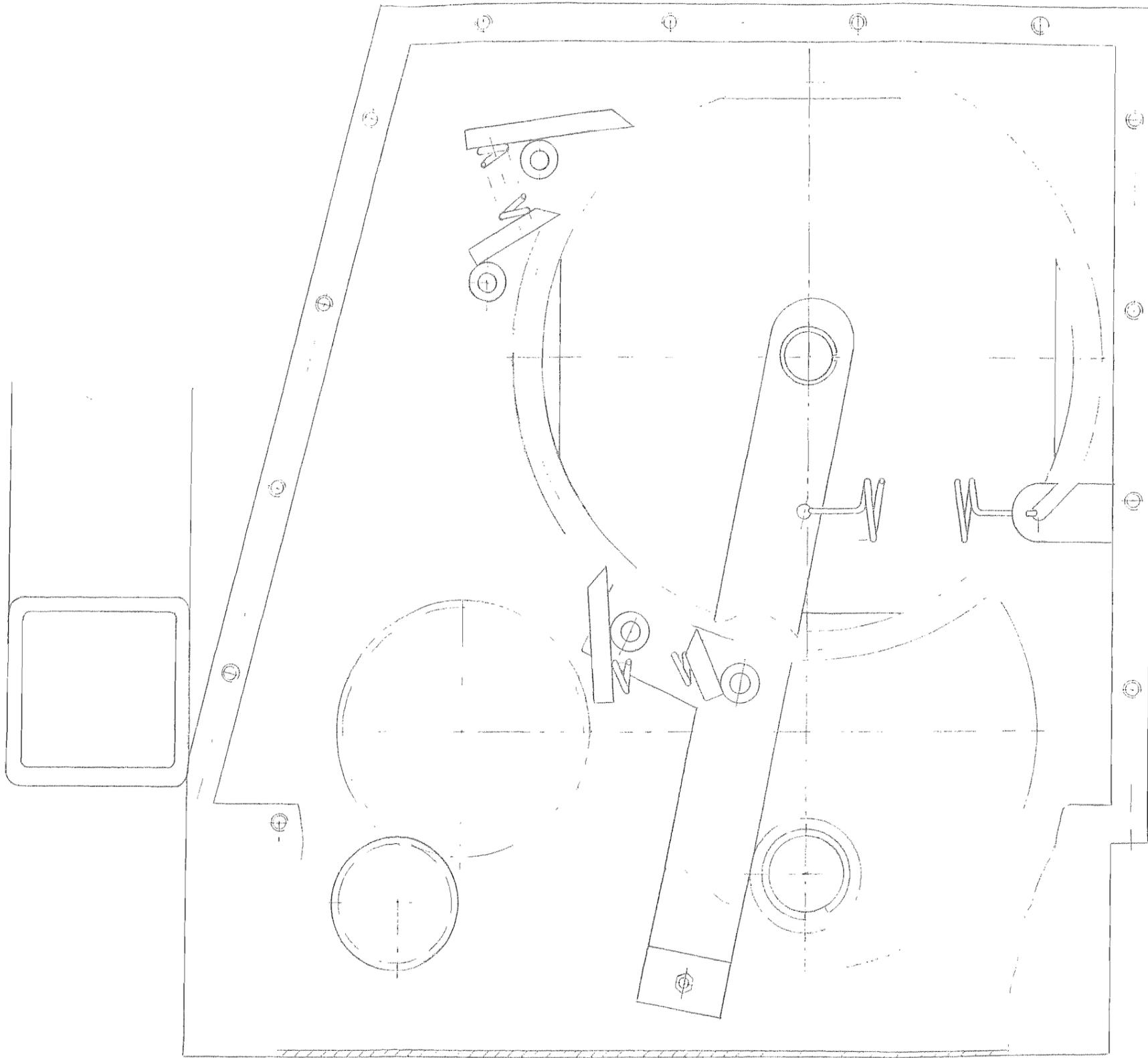
	Datum	Name		
Gezeichnet	07/11/06	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr				
Maßstab	KRATZLOUPE MIT FÜHLUNGSKOLLE FÜR GURT FÖRDERER			Z.Nr. 4
1:1				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil und strafrechtlich verfolgt
 werden.



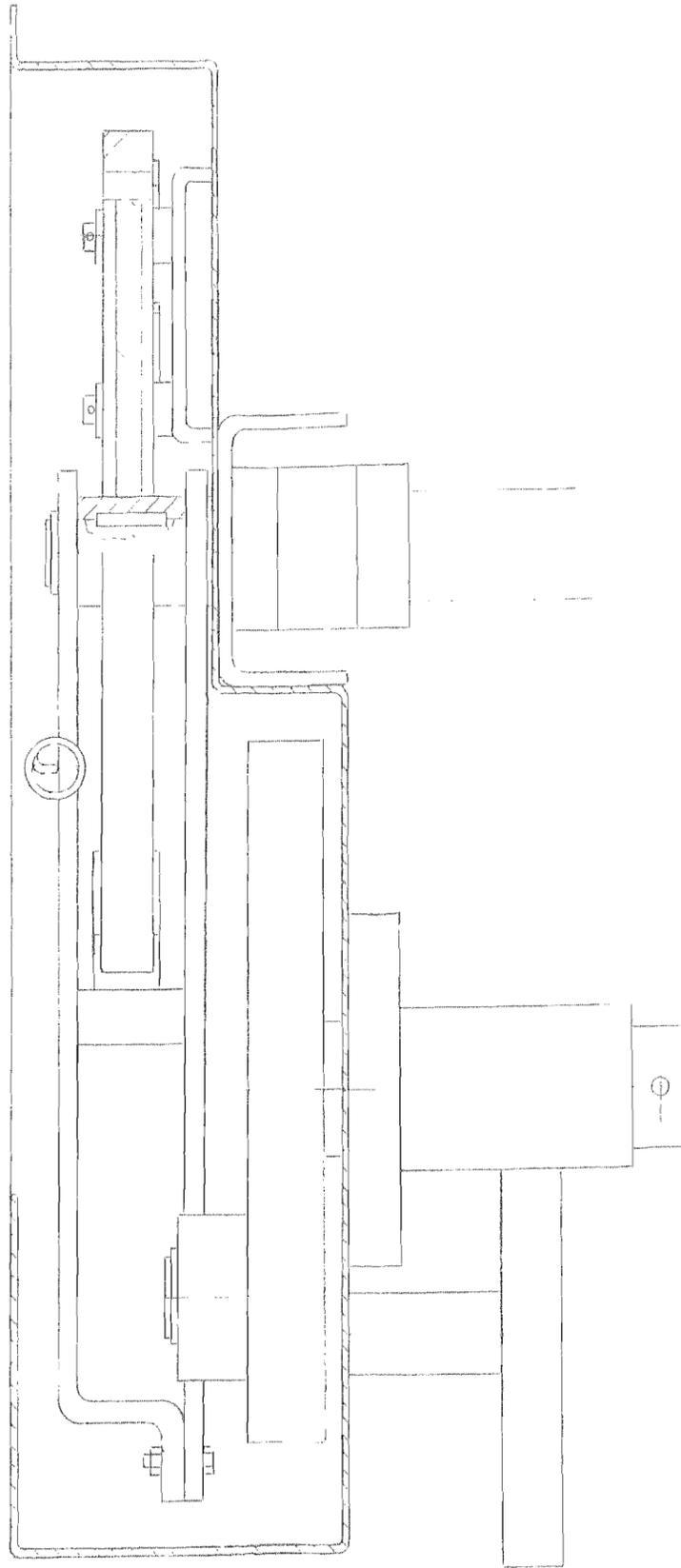
	Datum	Name		
Gezeichnet	07.10.06	DREWEIN		
Geprüft				
Normgepr				
Maßstab	WELLE für KRAIZBODEN			Z.Nr 5
1:1:5				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugswise vervielfältigt oder ver-
 wendet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden
 Unbefugte Verwendung kann zivil und strafrechtlich verfolgt
 werden



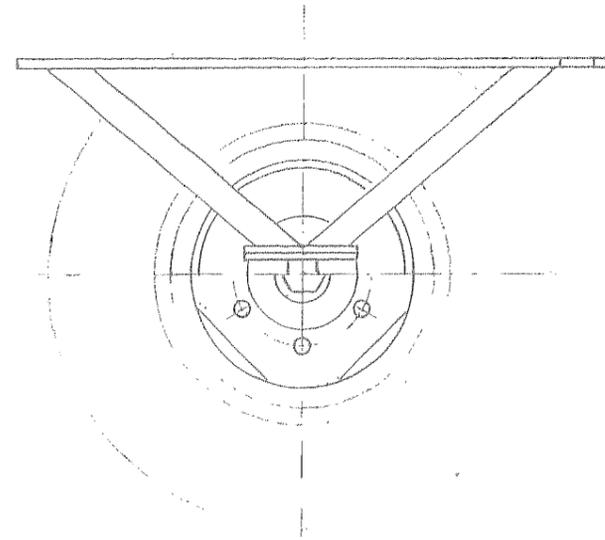
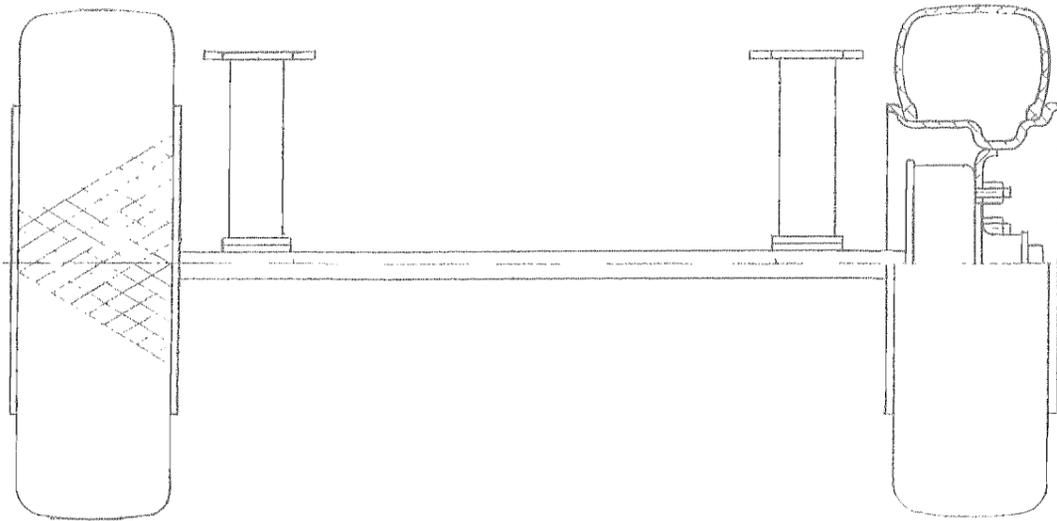
	Datum	Name	
Gezeichnet	03.05.06	P. HEIN	
Geprüft			
Normgepr.			
Maßstab	1:2,5		Z Nr 6.1
	DETAIL BEI KRAFTSCHLÜSSEL		Ersatz für:
			Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
wendet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
werden.



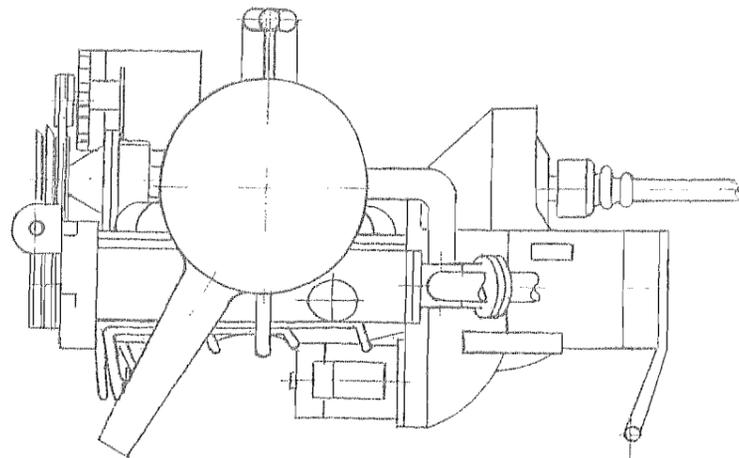
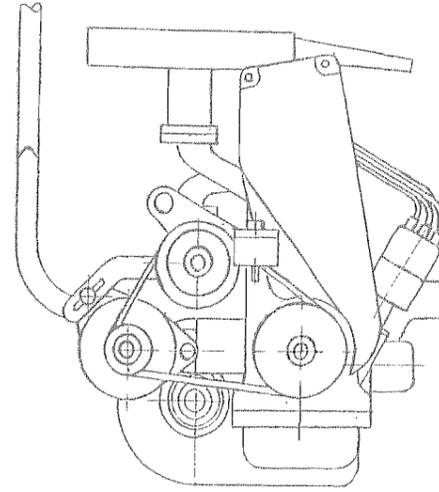
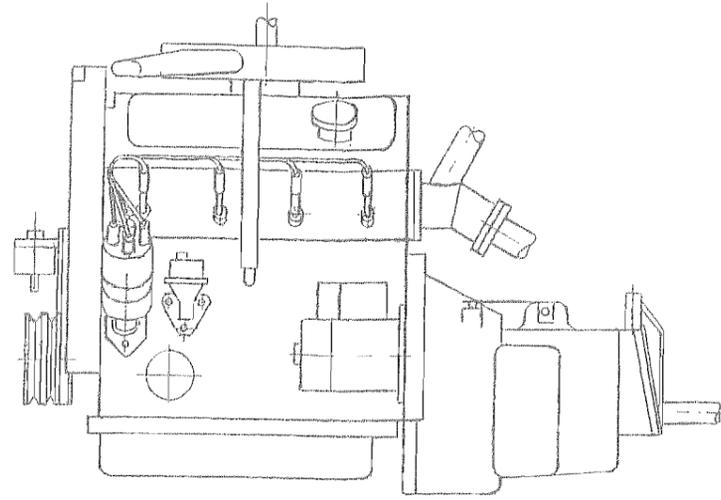
	Datum	Name		
Gezeichnet	030506	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	GETRIEBE FÜR KATZBODEN		Z.Nr. 6.2	
1:1:2,5			Ersatz für:	
			Ersetzt durch:	

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder weiterverbreitet werden. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden. Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt werden.



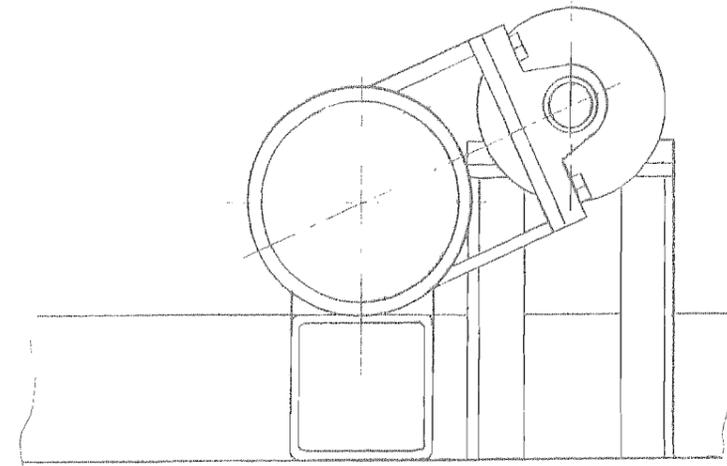
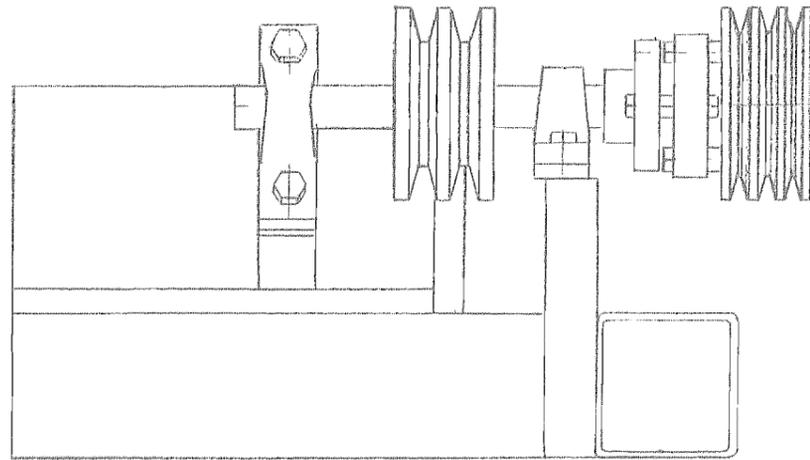
	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	ACHSE FÜR STRASSENTRANSSPORT			Z.Nr. 7
M 1:10				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wendet. Dritten gegenüber gemacht oder mitgeteilt werden
 Unbefugte Verwendung kann zivil und strafrechtlich verfolgt
 werden.



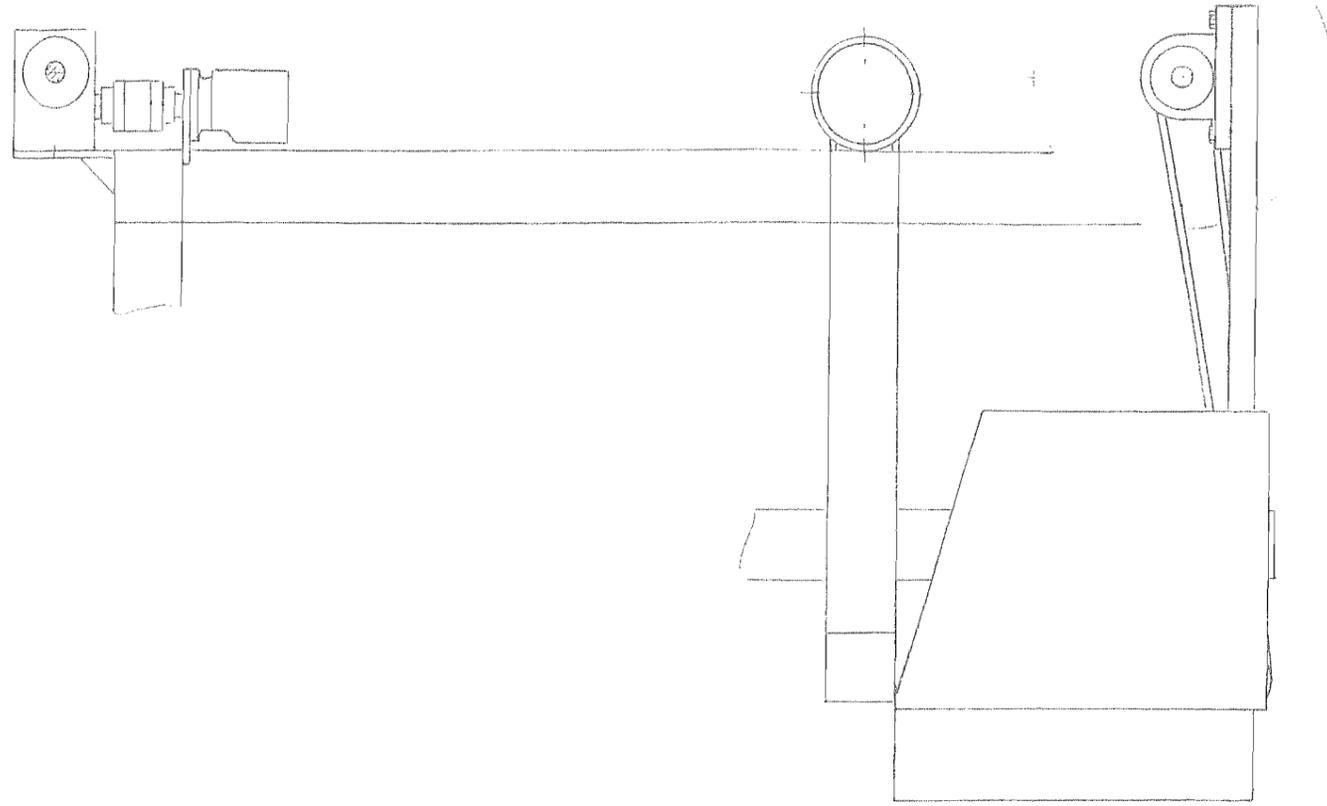
	Datum	Name		
Gezeichnet	24.03.06	PREWICH		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	VERBRENNUNGSMOTOR MIT GEKRIEBE			Z.Nr. 8
M 1:10				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unerlaubte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



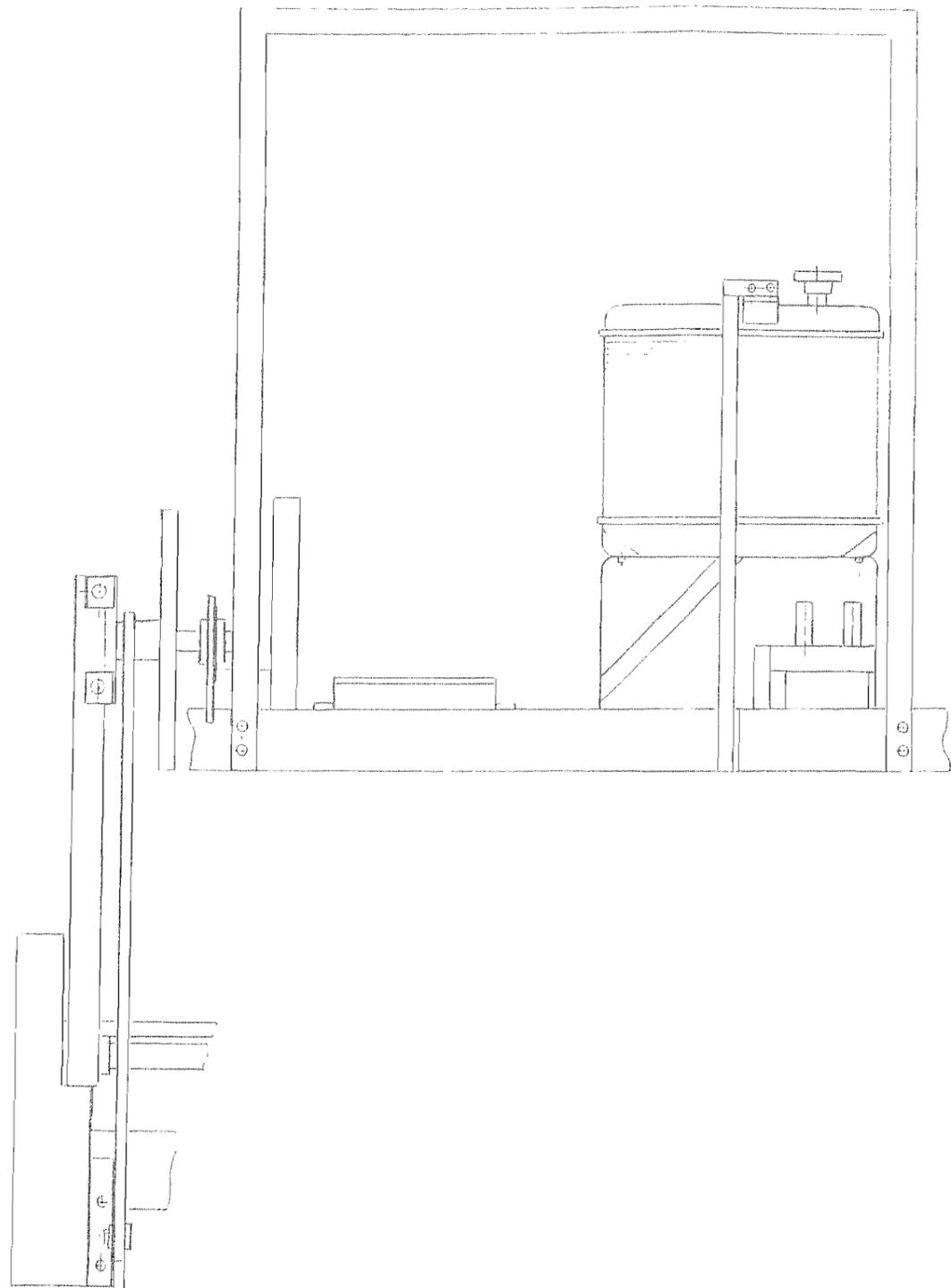
	Datum	Name		
Gezeichnet	180406	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	RIETENSCHLEIBE FÜR HYDRAULIK PUMPE			Z.Nr. 9
1:1	VORGELEGEWELLE FÜR			Ersatz für:
	KRATZBODENANTRIEB			Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



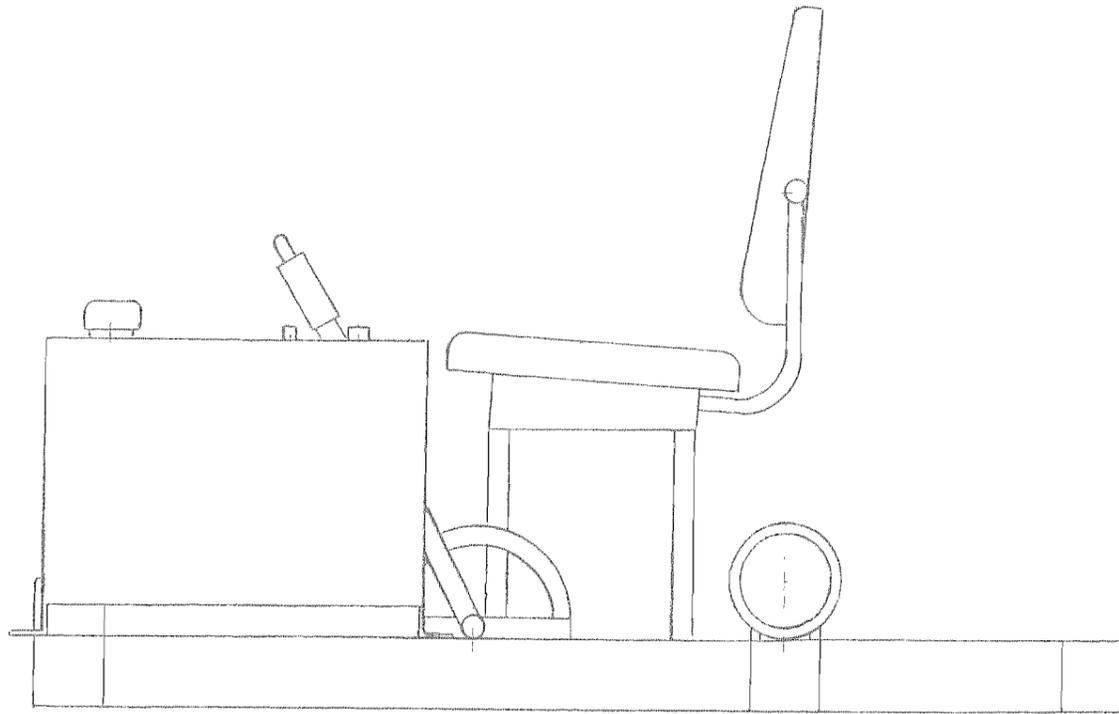
	Datum	Name		
Gezeichnet	160406	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	MOTORGESTELL mit GETRIEBE u. HYDRAULIKMOTOR für SEILWINDE ANTRIEB für KRATZBODEN GETRIEBEKASTEN			Z Nr. 10.1
1:1				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.

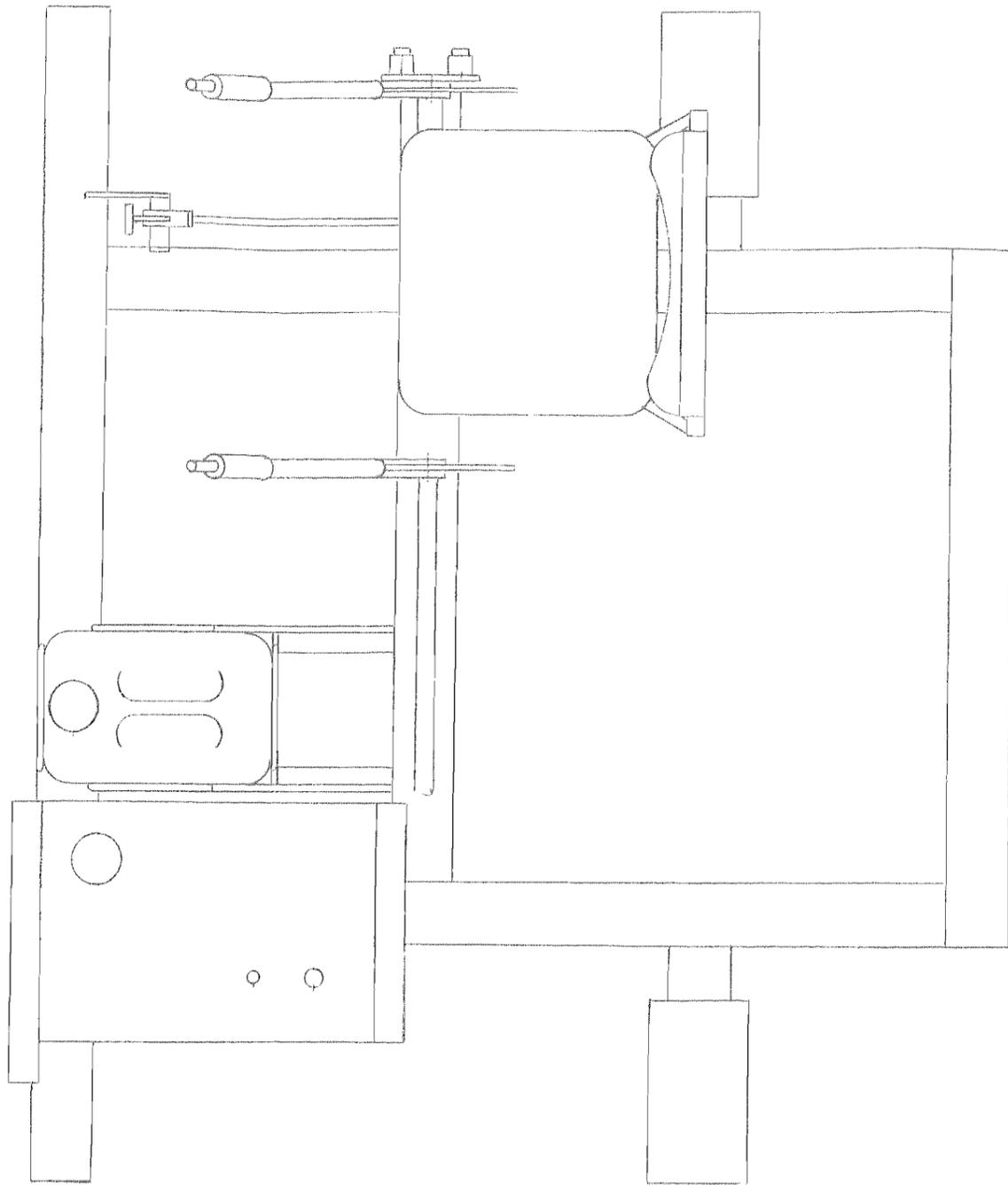


	Datum	Name	
Gezeichnet	07.11.06	PREWEIN	
Geprüft			
Normgepr			
Maßstab	MOTORGESTELL mit KRATZ ÖLNAHMER		Z.Nr 102
1:1			Ersatz für:
			Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise ververvielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden



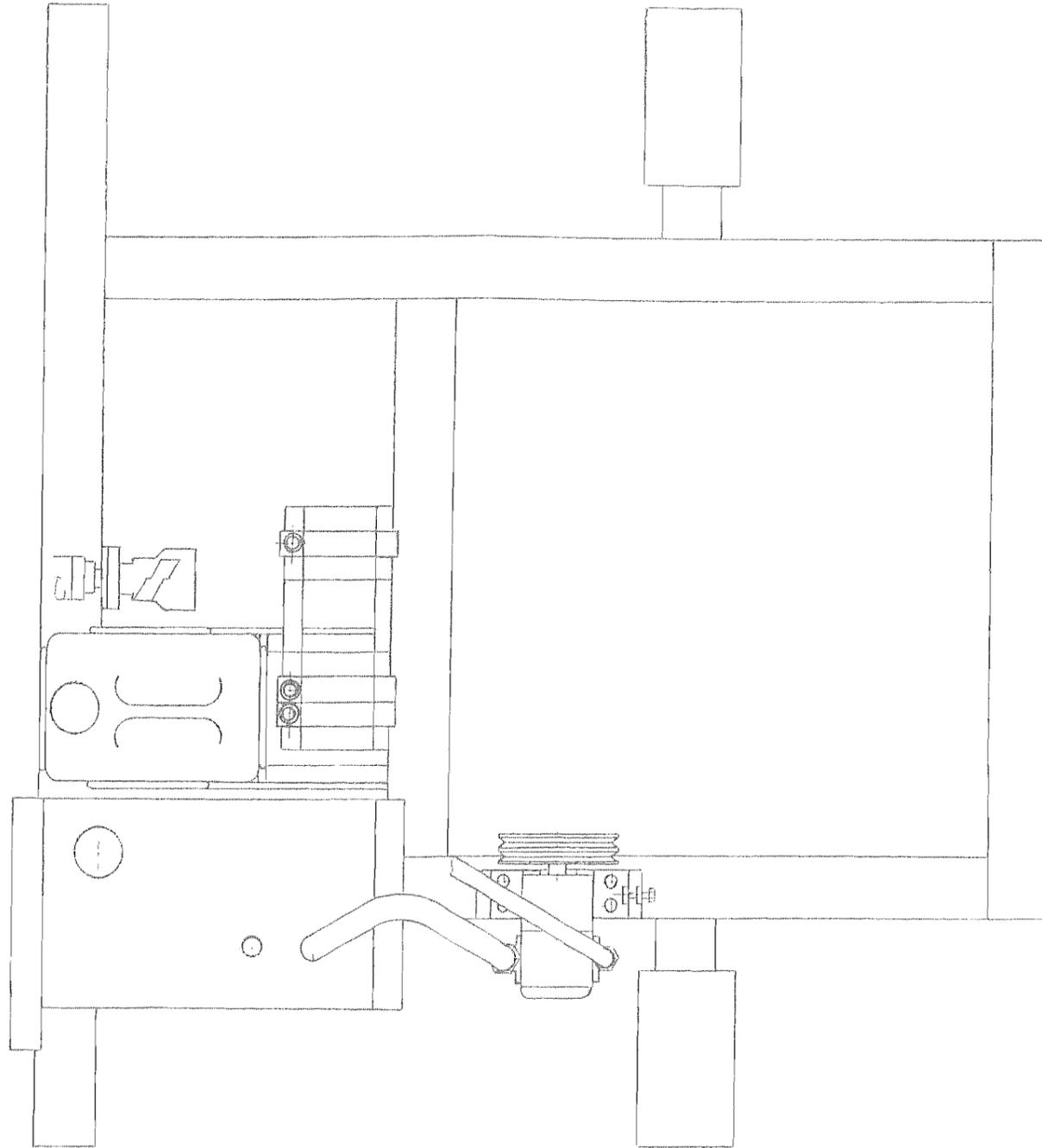
	Datum	Name	
Gezeichnet	18.04.06	PREWICIN	
Geprüft			
Normgepr.			
Maßstab	MOTORGESTELL mit FAHRSITZ LENKHIEBEL ÖLBETÄHLER		Z.Nr. 11
1:1,1:1,1			Ersatz für:
			Ersetzt durch:



Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil und strafrechtlich verfolgt
 werden.

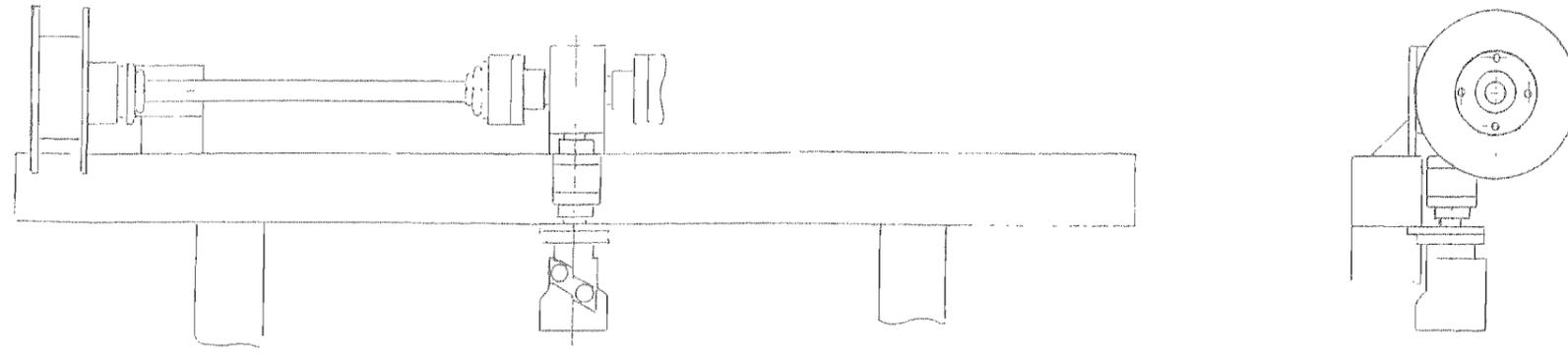
	Datum	Name		
Gezeichnet	190406	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	MOTORGESTELL mit FAHRERSITZ LENKHEBEL KUPPLUNGSPEDAL			Z.Nr 12
M 1:10				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet, Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



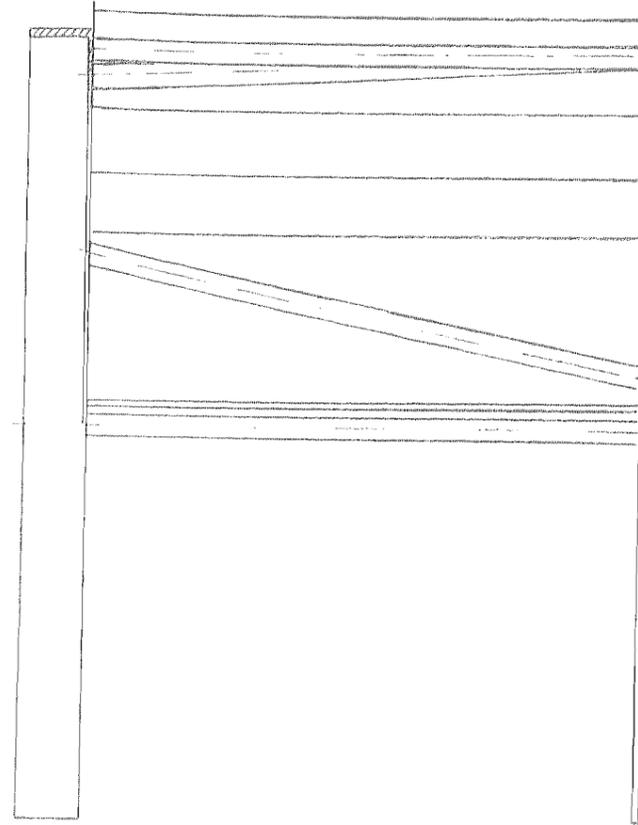
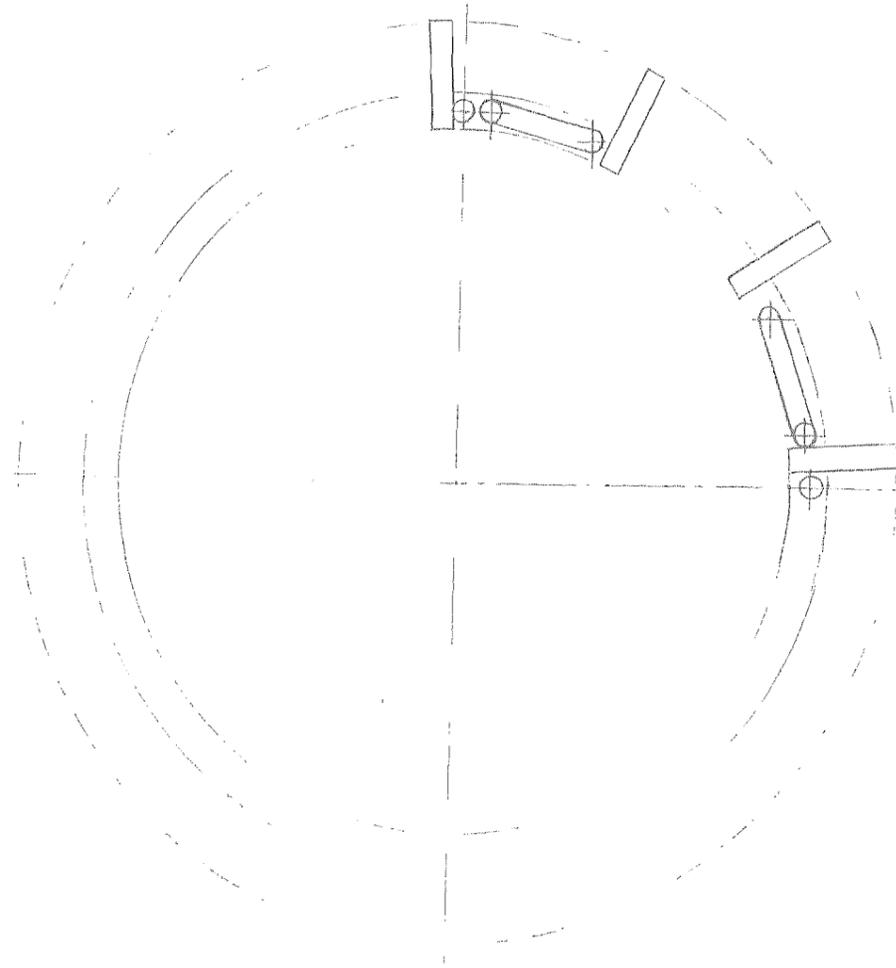
	Datum	Name		
Gezeichnet	19.04.06	PKWEIFH		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	MOTORGESTELLE MIT HYDRAULIKPUMPE STEUERVENTILE ÖLBEHÄLTEN KRAFTSTOFFBEHÄLTEN			Z.Nr. 13
				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet, Dritten zugänglich gemacht oder in irgendeiner
 unzulässigen Verwendung, kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



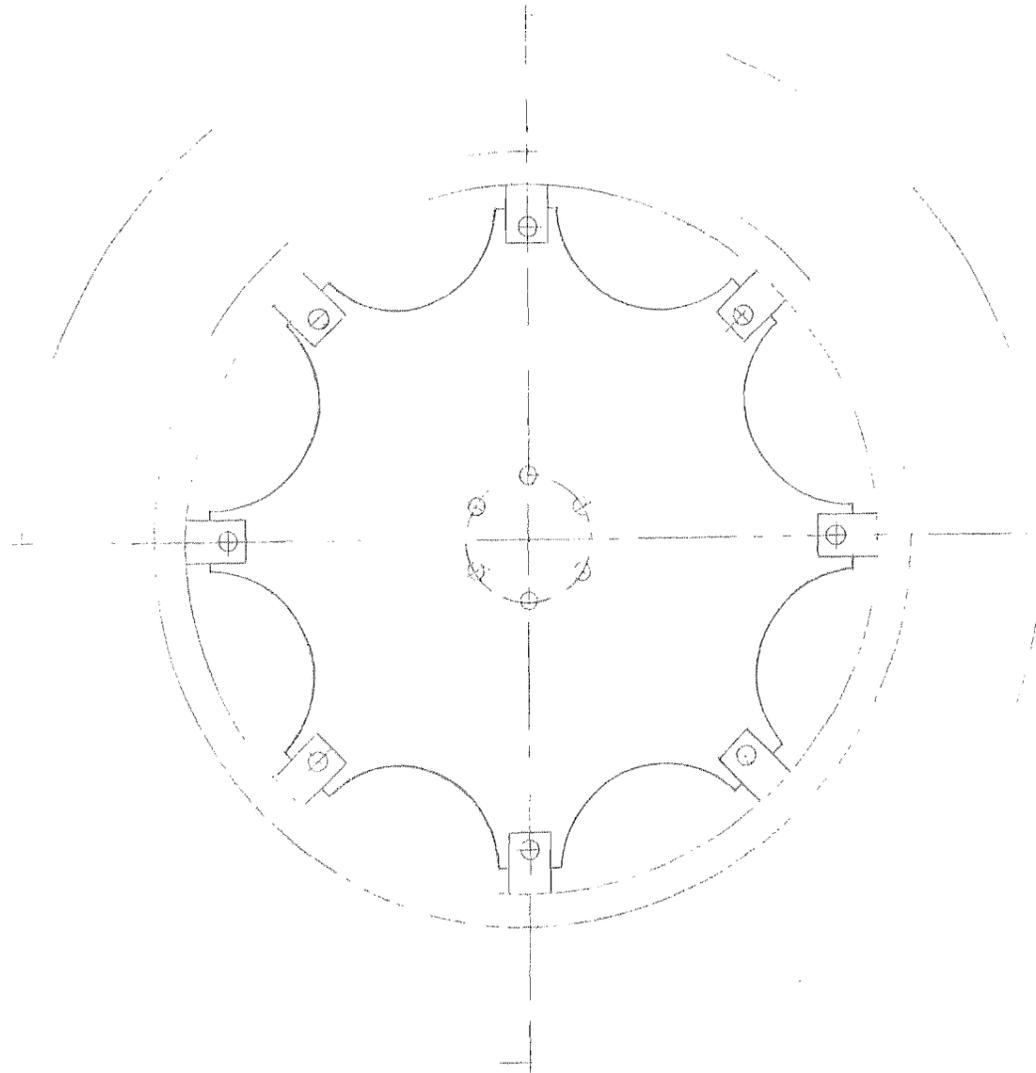
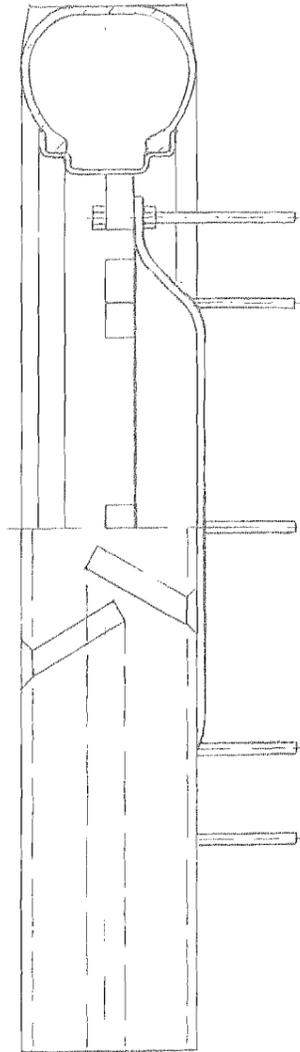
	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	MOTORGESTELL mit			Z.Nr 14
M 1:10	SEILWINDE			Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wendet. Dritten zugänglich (Bsp. Nachr.) oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



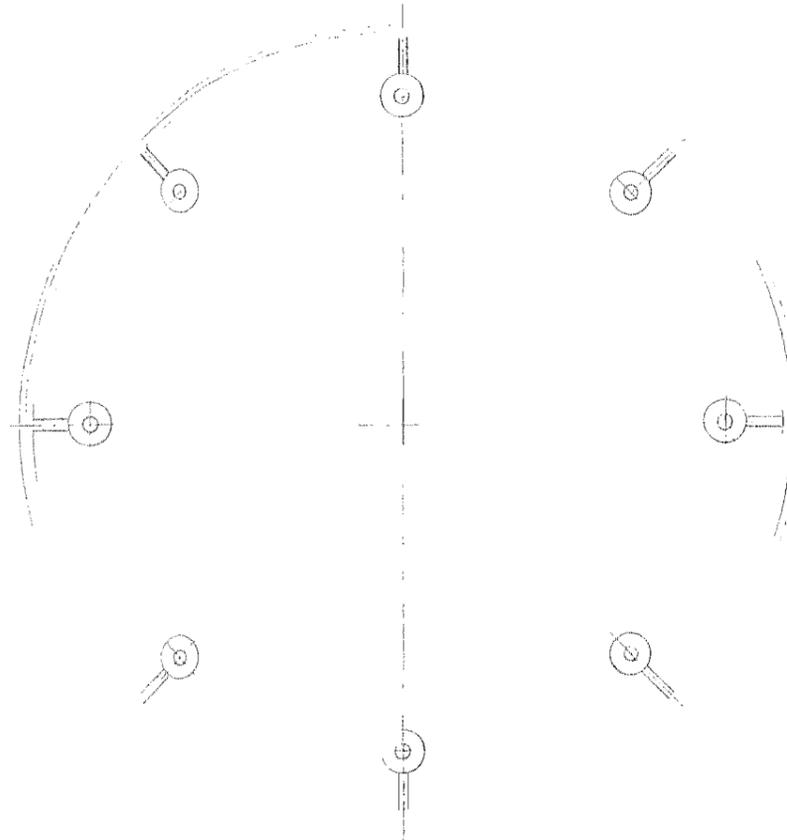
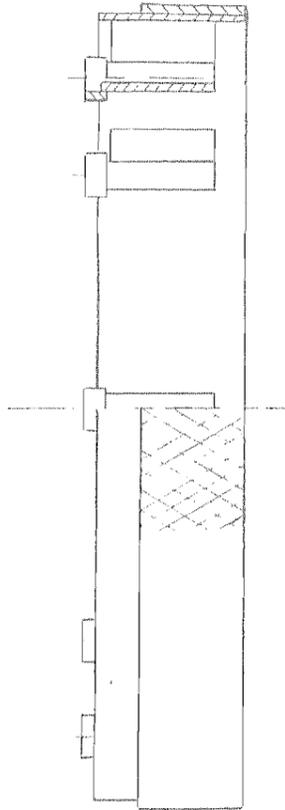
	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	SCHAUFELRAD			Z Nr. 15
1:1				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterseite darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wendet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



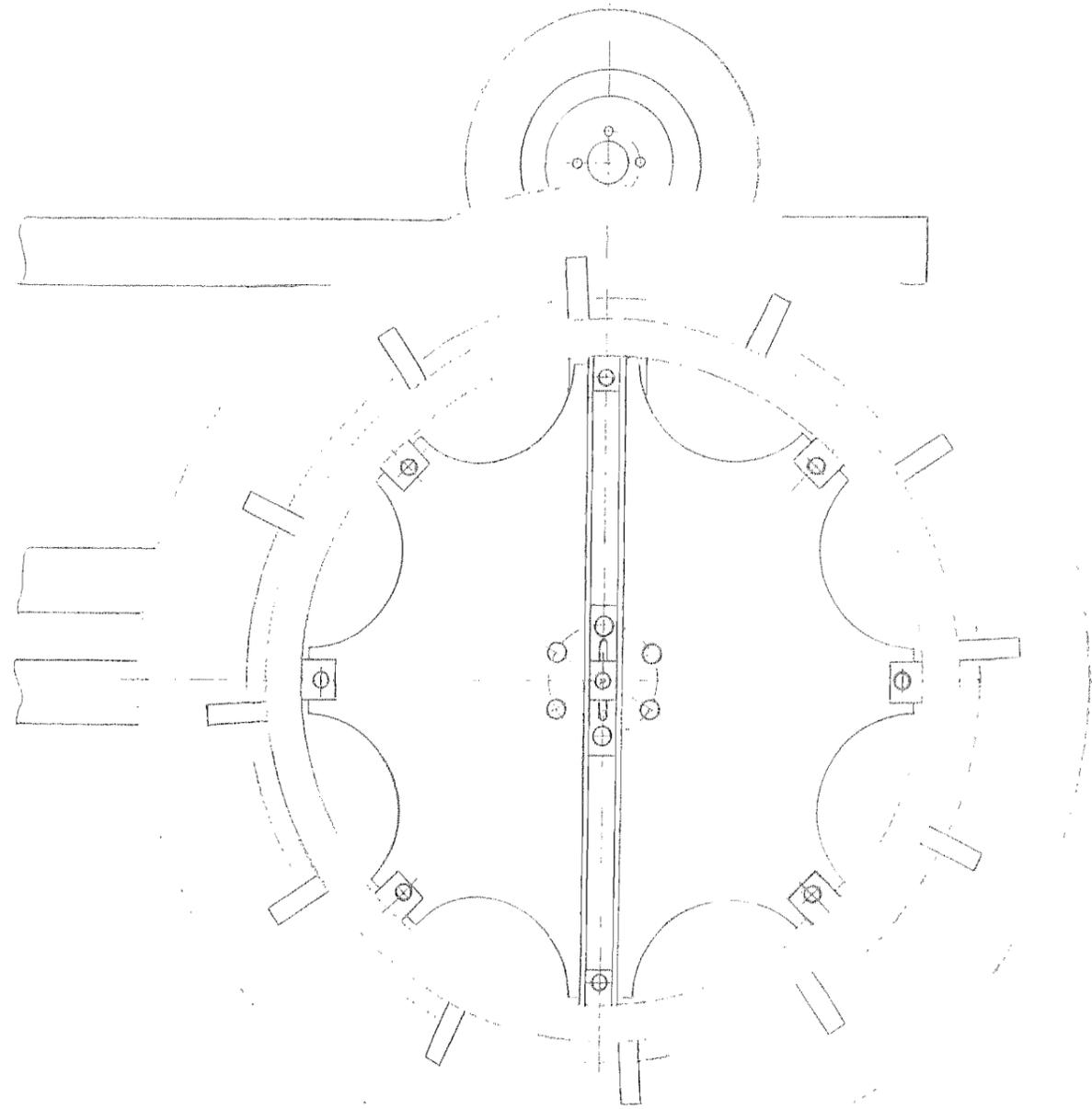
	Datum	Name		
Gezeichnet	180406	DREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	TRAKTORRAD			Z.Nr. 16
MA 40				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder verwendet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden. Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt werden.



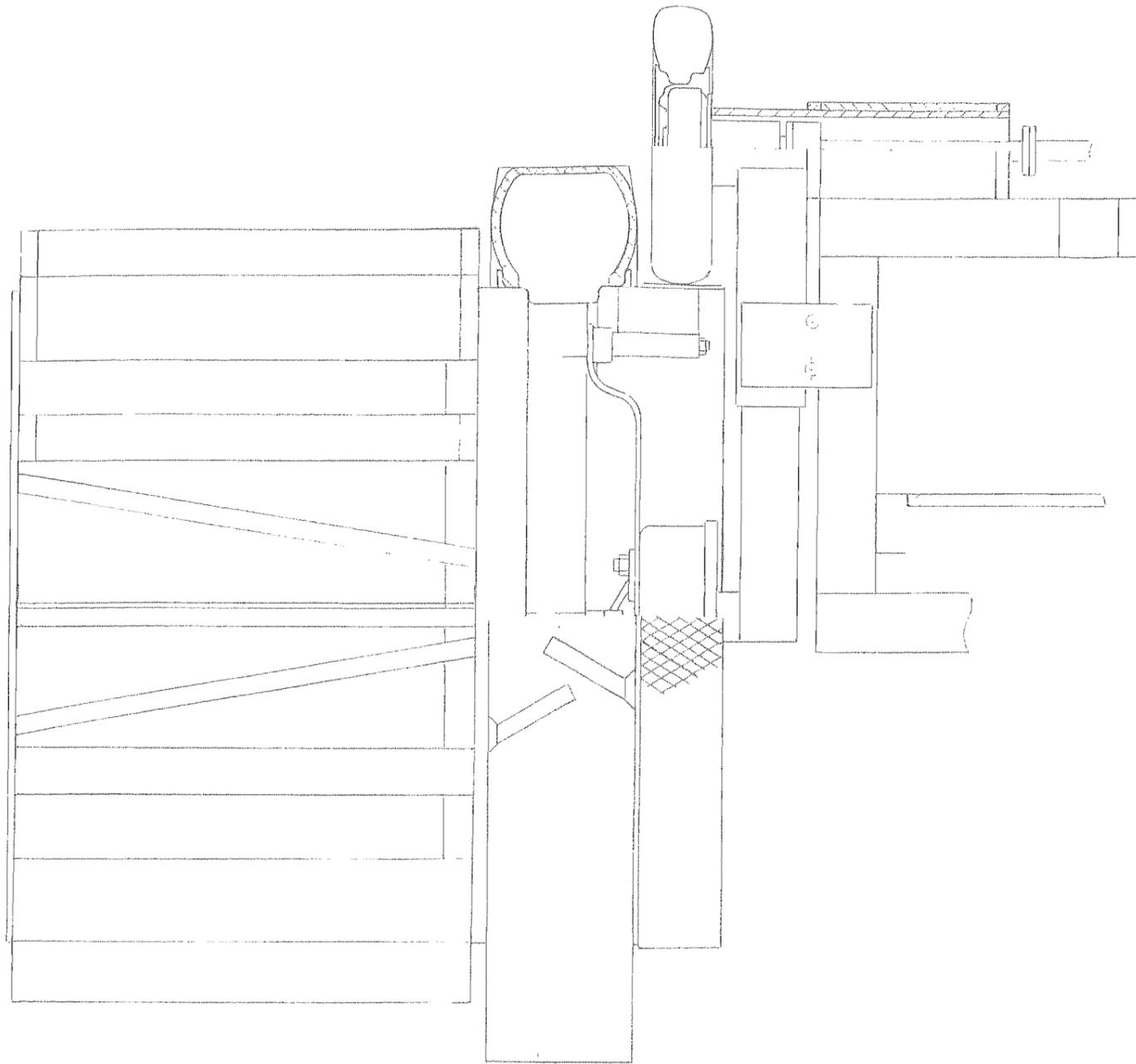
	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	REIBRING			Z Nr. 17
1:1 A 10				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder verändert. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden. Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt werden.



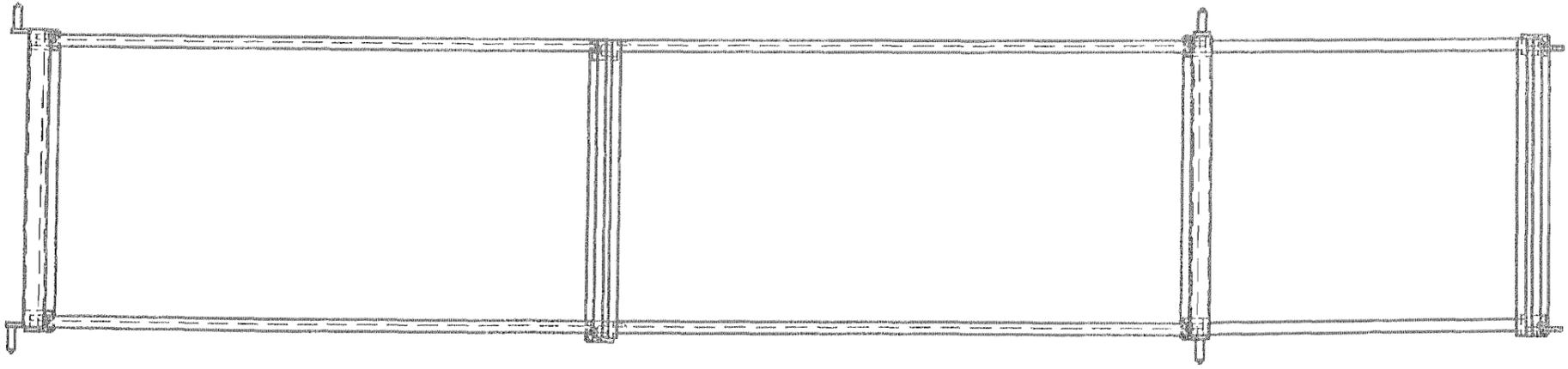
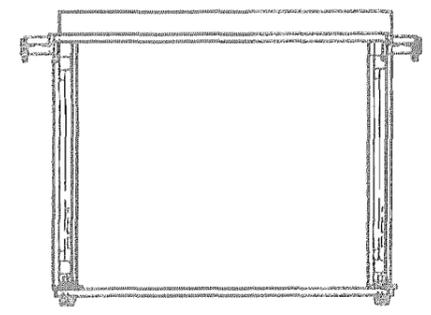
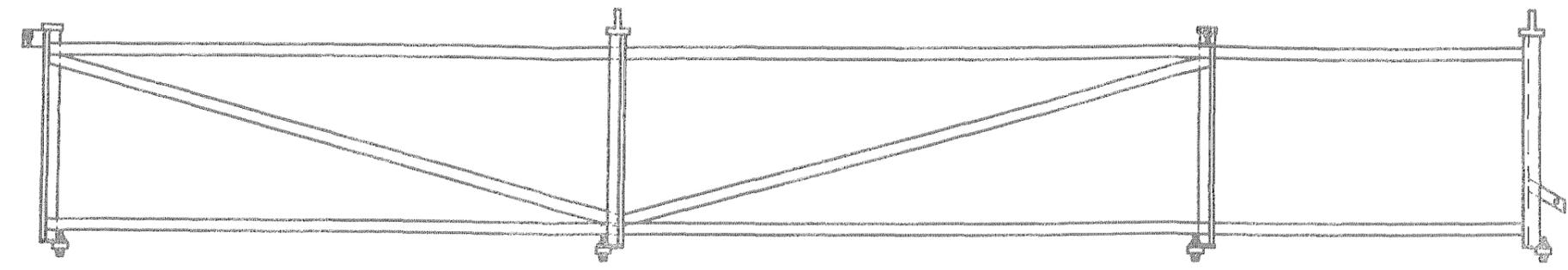
	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	PREWEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	SCHAUPELLFADANTRIEB			Z.Nr 18.1
1:1				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wendet werden. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden
 Unbefugte Verwendung kann zivil und strafrechtlich verfolgt
 werden



	Datum	Name		
Gezeichnet	18.04.06	HRE. WEIN		
Geprüft				
Normgepr.				
Maßstab	SCHAUFELRADANTRIEB			Z.Nr. 18.2
1:1				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

Diese Unterlage darf ohne unsere schriftliche Ermächtigung
 weder zur Gänze noch auszugsweise vervielfältigt oder ver-
 wertet. Dritten zugänglich gemacht oder mitgeteilt werden.
 Unbefugte Verwendung kann zivil- und strafrechtlich verfolgt
 werden.



	Datum	Name		
Gezeichnet	07.11.06	TREUFINI		
Geprüft				
Normgepr				
Maßstab	SCHWIMMKÖRPER			Z Nr 19
M 1:15				Ersatz für:
				Ersetzt durch:

13. Anhang 3: Der Mensch und die Arbeitswelt

Inhalt

Inhalt	74
1 Der Mensch und die Arbeitsgesellschaft	75
1.1 Berufsarbeit und ihre Belastungen	75
1.2 Urlaubsmotive	75
1.2.1 Urlaub als Stadtflucht	76
1.2.2 Exkurs zu den Urlaubsbedürfnissen:	76
1.3 Die Anwendung der beiden Theorien auf den Tourismus	78
1.4 Prestigewert und Hygiene	79
2 Der Badeteich	79
2.1 Reinigung des Badeteiches mit Hilfe des Mähbootes	79
3 Literatur	81

14. Der Mensch und die Arbeitsgesellschaft

Um den Nutzen des Mähbootes für den Menschen klar zu machen, soll dieser Abschnitt der Arbeit erläutern, welche Funktionen „Urlaub“ für den Menschen hat.

14.1 Berufsarbeit und ihre Belastungen

Die hohen Leistungserfordernisse, die die arbeitsteilige Beschäftigung dem Menschen abverlangt, führen zu hohen psychischen und physischen Belastungen beim Einzelnen. Dazu kommt, dass der Berufsalltag in den meisten Fällen wenig Abwechslung bringt und dadurch wenig Gelegenheit zur psychischen Rekreation des Beschäftigten geboten wird. Auch die geringen Ansprüche an die Kreativität in den einzelnen Berufssparten der arbeitsteiligen Gesellschaft verstärken die psychische Ermüdung des Beschäftigten.

Zumal in den Industriestaaten Mitteleuropas die arbeitsrechtliche Ordnung dem Beschäftigten eine jährliche Urlaubszeit von (meist) 5 Wochen im Jahr zusichert, wird davon ausgegangen, dass die Regeneration der Arbeitskraft in dieser Zeit, die vielfach im Sommer konsumiert wird, möglich ist. Dazu kommt, dass die durchschnittliche „Freizeit“, so sagen die Trends, im Zunehmen begriffen ist und Freizeitangebote oft kurzfristig genutzt werden.

14.2 Urlaubsmotive

Welche Gratifikationen ein Urlaub bringen kann wurde in verschiedenen Motiv-Erhebungsstudien geklärt. Eine dieser Studien sei hier zitiert:

Faktorenstruktur der Reisemotive nach Sommer [1]

Faktor I : Erholung und neue Kraft schöpfen

- abschalten, ausspannen
- frische Kraft sammeln
- viel ruhen, nichts tun
- nicht anstrengen
- sich auf sich selbst besinnen
- wieder einmal draußen an der frischen Luft sein

Faktor II – Bildung

- neue Eindrücke gewinnen, etwas anderes kennen lernen
- etwas Außergewöhnlichem begegnen, auf Entdeckung gehen
- den Horizont erweitern
- etwas für Kultur und Bildung tun

Faktor III – Vergnügen und Unterhaltung

- viel erleben, Abwechslung haben
- sich vergnügen
- gut essen
- mit netten Leuten zusammen sein, mit neuen Leuten zusammen kommen

Faktor IV – Sport

- aktiv Sport treiben

Aus solchen Faktorenstudien geht hervor, dass neben den Motiven der Erholung, die wir oben bereits als wichtigsten Faktor für eine Urlaubsreise oder auch nur einen Urlaubstag erkannt haben, auch die Faktoren Vergnügen, Bildung und sportliche Betätigung bedeutend sind.

Im folgenden Abschnitt soll erklärt werden, warum diese Motive auch dahingehend gedeutet werden können, dass der Stadtbewohner zwar sein gewohntes Umfeld, eben die Stadt, verlassen möchte, um etwas Neues, etwas Anderes zu erleben und dabei sein Bedürfnis nach Rekreation zu erfüllen, andererseits aber ihre Vorteile auch dort wiederfinden möchte, wo er seinen Urlaub zu verbringen beabsichtigt.

14.2.1 Urlaub als Stadtfucht

Die städtische Umgebung ist in ihrem Wesen geprägt von Disziplin und Geordnetheit, zumal die Transport-, Versorgungs- und Freizeitlogistiken auf diesen Kriterien basieren, um die großen Bewohner- bzw. Frequenzzahlen zu bewältigen. So entsteht ein hohes Maß an „künstlicher Umgebung“ und ein hoher Grad an technischem Perfektionismus. Die Tatsache, dass die genannten Logistiken ohne große Reibungsverluste funktionieren, ist im Gewöhnungseffekt begründet, den die Abläufe (z.B. im städtischen Verkehr) in sich tragen, bzw. den die Normen zu den Logistiken erzwingen. Durch diese Gewöhnungseffekte wiederum, die nicht nur, besonders aber im urbanen Umfeld die alltäglichen Abläufe prägen, wecken im Menschen das Bedürfnis, diese Ansprüche in allen Lebenslagen zu verwirklichen. Dies hat zur Folge, dass er/sie im Urlaub dieselben Verhältnisse vorfinden möchte, die er sich zu Hause geschaffen hat. Finden UrlauberInnen nun im außeralltäglichen Umfeld bzw. in Urlaub oder Freizeit andere Umweltfaktoren vor, als zu Hause, kann das Wohlbefinden durch die geänderten Umgebungsbedingungen getrübt werden[1].

Eine zweite Eigenheit des an die geordneten, disziplinierten und letztlich sterilen Bedingungen gewöhnten Menschen ist es, dass er seine sogenannte „gesellschaftliche Stellung“ an den selben Werten misst, bzw. sie danach einrichtet. Es kann zum Beispiel fast durchgängig beobachtet werden, dass je sozial höher jemand gestellt ist, desto „sauberer“ seine Gartenanlagen sind. Ein oft getroffener Umkehrschluss ist es deshalb, dass eine saubere, geordnete Gartenanlage soziale Besserstellung signalisiert. Ginge nun wiederum im Urlaub diese Sauberkeit, Geordnetheit etc. verloren, so wäre die damit assoziierte soziale Stellung in Gefahr. Die Frage des Prestigewertes einer Urlaubsreise hat Braun [2] untersucht, und kam zu dem Ergebnis, dass vor allem jene Menschen einen Urlaub mit Prestigewert machen, deren Identität durch Über- oder Unterforderung, bzw. durch Handlungsdruck und Schwierigkeiten im Alltag beschädigt wurde. Durch die Präsentation des erlebten Prestigeurlaubes (genau wie die Präsentation von prestigeträchtigen Produkten) vor anderen Personen kann diese beschädigte Identität wiederhergestellt werden, indem man sich selbst durch die erlebte Urlaubsreise interessant macht. Deutlich ist jedoch, dass dieses Ziel von den Betroffenen nicht bewusst und planvoll angesteuert wird. Brauns wissenschaftlicher Weg zu dieser Analyse soll im folgenden Exkurs nachgezeichnet werden.

14.2.2 Exkurs zu den Urlaubsbedürfnissen:

Braun hat in der meinen Ausführungen zugrunde liegenden Studie nicht die eigentlichen Motive von Menschen untersucht, einen Urlaub zu machen, sondern die diesen Motiven vorauslaufenden Bedingungen und die Prozesse, die den

verschiedenen Reisebedürfnissen zugrunde liegen. Um die verschiedenen Reisebedürfnisse von Menschen letztlich nicht nur kategorisieren, sondern erklären und voraussagen zu können, hat er zwei sozialpsychologische Theorien bemüht, aus denen sich überprüfbare Hypothesen ableiten lassen:

- a) die Theorie der statischen versus dynamischen Orientierung zur Umwelt
- b) die Theorie der symbolischen Selbstergänzung

Beide Theorien behandeln kognitive und motivationale Prozesse, die im Zusammenhang mit der Konstruktion des Selbst auftreten.

Ad a) Die Theorie der statischen versus dynamischen Orientierung zur Umwelt¹

(nach Wicklund 1986 [3])

Zwei psychische Zustände bilden das Kernstück dieser Theorie:

1. Der Zustand dynamischer Orientierung: Hier befindet sich eine Person in optimaler Harmonie mit der Umwelt, kann ihre Leistungsanforderungen erfüllen, sich in der Umgebung problemlos orientieren und hat allgemein die nötigen Fähigkeiten, in angemessener Weise auf die Umwelt zu reagieren. Da sie weder über- noch unterfordert ist, empfindet sie weder Angst noch Langeweile. In einem etwaigen Urlaub strebt sie nach Neuem, nach Bildung und Kultur.

2. Der Zustand statischer Orientierung: Die Person befindet sich mit ihrer Umwelt in Disharmonie, ist über- oder unterfordert, und verfügt nicht über ein angemessenes Handlungspotential. Als Konsequenz dieser Unter- oder Überforderung, die in die sprichwörtliche „Frustration im Alltag“ mündet, richtet die Person ihre Aufmerksamkeit auf notwendige Voraussetzungen, die sie haben müsste, um in Harmonie mit ihrer Umwelt zu leben. Ein etwaiger Urlaub müsste dieser Person dazu dienen, diese Harmonie mit sich selbst wieder herstellen zu können. Die weiteren Ausführungen widmen sich dem Wie dieser Wiederherstellung von Harmonie.

Handlungsdruck: Sowohl dynamische als auch statische Orientierung können nur dann entstehen, wenn eine Person unter Handlungsdruck steht. Die zentrale These der Theorie lautet: Steht eine Person unter Handlungsdruck und besteht keine Übereinstimmung zwischen den Anforderungen der Umwelt und der Kompetenz der Person, dann resultiert statische Orientierung.

Ad b) Die Theorie der Symbolischen Selbstergänzung

Die Selbstergänzungstheorie (Wicklund & Gollwitzer, 1982 [4]) basiert auf der Annahme, dass der Mensch zielgerichtet handelt (Lewin 1926). Nach Lewin entsteht immer, wenn sich eine Person ein Ziel setzt, ein Spannungszustand, der sich erst dann auflöst, wenn die Person das gesetzte Ziel erreicht hat oder wenn die Absicht aufgegeben wird. Der Spannungszustand ist durch die Zielverpflichtung der Person und nicht durch die bloße Ausführung zielgerichteter Handlungen determiniert. Er bleibt also auch bestehen, wenn eine Person in ihren zielgerichteten Aktivitäten unterbrochen wird. Lissner und Mahler (1933) konnten aber beobachten, dass der Spannungszustand auch durch das Erreichen von Ersatzzielen bedeutend reduziert werden kann.

Die Theorie der Symbolischen Selbstergänzung beschäftigt sich nun weniger mit konkreten Aufgabenzielen, als mit Selbstbezogenen Zielen. Wie unterscheiden sich nun diese beiden Ziele:

¹ mit dem Begriff Umwelt ist hier die psychologische Umgebung einer Person gemeint, die z.B. aus Personen, aus Leistungsaufgaben oder aus einer geographischen Umgebung bestehen kann.

Wenn es um das Streben nach Aufgabenzielen geht, lassen sich Fortschritte bezüglich der Annäherung an ein Ziel in Worten beschreiben, die sich auf die konkrete Aufgabenbeschäftigung beziehen. Man würde z.B. (in einem psychologischen Experiment) davon reden, dass von einem zu bauenden Turm noch zwei Bausteine fehlen.

Fortschritte selbstbezogener Ziele (wie kreativ sein, Wirtschaftler zu sein, sportlich zu sein) hingegen beziehen sich nicht auf das Erreichen eines einzelnen, objektiven Kriteriums, sondern auf das Erwerben sozial festgelegter Zielindikatoren. Das wesentliche Merkmal selbstbezogener Ziele besteht darin, dass sie immer gleich eine Reihe von sozial festgelegten Zielindikatoren implizieren. Ein Beispiel:

Eine Person strebt danach, Tennisspieler zu werden. Dieser Person stehen eine ganze Palette von Möglichkeiten zur Verfügung, die als Fortschritt bezüglich ihres selbstbezogenen Zieles interpretiert werden müssen. So kann der angehende Tennisspieler einen Tenniskurs belegen (Kompetenzerwerb), Tennis spielen (Erfahrung), in einen Tennisclub eintreten (Vereinsmitgliedschaft), Tenniskleidung erwerben (materielle Dinge), sich sportlich gebärden (Eigenschaften), an Turnieren teilnehmen (Leistung), sich auf dem Tennisplatz aufhalten (Aufenthaltort), Selbstbeschreibungen abgeben und vieles andere mehr.

Diese Aktivitäten sind Indikatoren von „Tennisspieler sein“, sie werden in der Theorie der Selbstergänzung als Symbole der Selbstdefinition bezeichnet, da durch sie die Vollkommenheit einer Selbstdefinition symbolisiert werden kann. Wichtig ist dazu nur noch, dass andere diese Symbole zur Kenntnis nehmen, denn nur daran kann die Person selbst ihre Fortschritte bezüglich des gesetzten Zieles messen.

Das Kompensationsprinzip: Wie wir bereits festgestellt haben, gibt es für persönliche Selbstziele verschiedene Wege, sie über den Erwerb von Symbolen zu erreichen. Kann eine Person nun ein Symbol x nicht erwerben, so baut sie den dadurch entstandenen Spannungszustand durch den Erwerb von Symbol y ab.

14.3 Die Anwendung der beiden Theorien auf den Tourismus

Beide Theorien lassen nun auf einige allgemeine Motive für Urlaubsreisende schließen, die ihre Wahl des Urlaubsortes näher erklären können.

Steht nämlich eine Person unter Handlungsdruck und besteht für sie gleichzeitig eine Disharmonie zwischen der Kompetenz der Person und den Aufgabenanforderungen, dann entsteht der Zustand der statischen Orientierung. Die Person sucht nach sozialer Anerkennung, sie fühlt sich erholungsbedürftig, denkt vermehrt über ihre Eigenschaften nach und ist motiviert, Prestigesymbole zu sammeln. Sie will das Handlungsfeld verlassen, um die Bedrohung abzustellen und um sich durch den Erwerb von Symbolen zu erholen.

Im Bezug auf den Tourismus bedeutet dies: Wenn Personen im Alltag unter Handlungsdruck stehen und auf Schwierigkeiten stoßen, dann wollen sie am liebsten das Handlungsfeld verlassen. Gleichzeitig muss ein Baustein für die bedrohte Selbstdefinition erworben werden. Deshalb wählen sie einen Ort für ihren Urlaub, der in ihren Augen einen hohen Prestigewert besitzt.

Die Bewertung des Urlaubs hängt dann vom Grad der Zielerreichung ab. Sofern Personen statisch orientiert sind und Prestigesymbole oder Anerkennung im Zusammenhang mit ihrer Person bringen können, sind sie mit dem Urlaub zufrieden, fühlen sich erholt und betrachten den Urlaub als Erfolg.

Dynamisch orientierte Personen sind im Gegensatz dazu offen für die Entdeckung von Land und Leuten und setzen weniger die Erwartung in den Urlaub, er müsse „ihren Kriterien“ entsprechen und ihnen den Erwerb der für ihre Selbstergänzung

notwendigen Symbole erlauben. Sie sind dann mit dem Urlaub umso zufriedener, je mehr es ihnen gelungen ist, Land und Leute zu entdecken und Neues außerhalb ihres Selbstkonzepts zu erfahren.

14.4 Prestigewert und Hygiene

Ein Wert, der in der Wertehierarchie der Leistungsgesellschaft – auf einer Prestigewerthierarchie - ganz oben steht, nämlich „Gesundheit“, wird in der von der (Natur)Wissenschaft geprägten Gesellschaft besonders gut durch „Hygiene“ vermittelt. Der Wert „Hygiene“ an sich, hat nun bereits von den wissenschaftlich nachprüfbaren Eigenschaften eine Abwandlung erfahren, die aus ihm ein ästhetisches Merkmal der Gesellschaft macht und zu einem Grundanspruch in der (urbanen) Gesellschaft wird. Diese Ansprüche an Sauberkeit und Hygiene, an denen übrigens auch die fortgeschrittene Ablösung des urbanen Menschen von seiner natürlichen Herkunft eindrucksvoll nachvollzogen werden kann, nehmen wir in der Folge überall hin mit, und vielfach kann nur mehr nach Chlor riechendes Badewasser im Schwimmbassin diesen Anforderungen genügen. Besonders im Urlaub muss das Umfeld den „hygienischen“ Anforderungen genügen, um den Betroffenen die Deckung ihres Erholungsbedürfnisses, und wie wir gesehen haben den Erwerb eines Prestigewertes zuzusichern.

15. Der Badeteich

Nehmen wir nun an, die Wahl des Urlaubsortes des urbanen Menschen fällt auf einen Badeteich. Seine Motive dazu können sein, dass er Erholung in der Nähe seiner Arbeitsstelle und seines Wohnortes sucht. Diese Erholung meint er, am besten durch Bewegung in der Natur zu finden. Jedoch möchte er vielfach nicht auf den Komfort verzichten, den er aus Schwimmbädern in der Stadt kennt. Insofern muss der Badeteich seinen Ansprüchen an Sauberkeit und Hygiene entsprechen. In diesen Motivorientierungen urbaner Urlauber liegt die Begründung für die Reinigung solcher Badegewässer, die nur dann eine gute Besucherfrequenz erzielen werden, wenn sie diesen Anforderungen ihrer Kunden entgegen kommen. Im nächsten Abschnitt wird genauer dargestellt, was die Verunreinigung von Badegewässern verursacht, was aus der Verschmutzung im touristischen Sinne resultiert, und wie diese negativen Folgen vermieden werden können.

15.1 Reinigung des Badeteiches mit Hilfe des Mähbootes

Oft entsprechen natürliche Gewässer allerdings nicht den perfektionistischen Ansprüchen der potentiellen Badegäste, denn das Wasser kann durch ein erhöhtes Wachstum an Algen und Wasserpflanzen „verunreinigt“ sein.

Grund für einen solchen Bewuchs ist oftmals die Landwirtschaft, die in der unmittelbaren Umgebung des Gewässers für eine Beeinflussung der natürlichen Kreisläufe verantwortlich ist. Durch Auswaschungen kommen im betrachteten Fall zusätzliche Nährstoffmengen ins Wasser, die dort zur Überdüngung und damit zu einem erhöhten Wachstum an Wasserpflanzen und Algen führen.

Um nun den Badegästen das Vergnügen nicht zu beeinträchtigen, muss die Verunreinigung des Badeteiches durch Wasserpflanzen und Algen beseitigt, bzw. stark verringert werden. Dazu müsste das Problem an der Wurzel gepackt, und die

Überdüngung im Umland gestoppt werden, um die Hauptursache des vermehrten Pflanzenwachstums in den Griff zu bekommen. Ein solcher Lösungsweg ist allerdings im betrachteten Fall nicht möglich, da für die umliegend wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieben eine Veränderung ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit in dieser Form nicht denkbar ist.

Es müssen daher Alternativen gefunden werden, um diese Einschränkung des Badevergnügens zu beseitigen. Eine der Möglichkeiten stellt die Anschaffung eines schwimmfähigen Mähgerätes zum Schneiden und Einsammeln der Wasserpflanzen dar. Durch das Mähen der Wasserpflanzen können diese erst aus dem Gewässer entfernt werden. Nach dem Mähen sollten die Pflanzen sofort und restlos eingesammelt werden, da herumschwimmende Wasserpflanzen ebenfalls das Badevergnügen beeinträchtigen.

16. Literatur

- [1] Sommer, R (1974): Urlaubsreisen 1972 – Psychologische Segmentationsstudie. Berichtsband. Unveröffentlichte Untersuchung. Starnberg: Studienkreis für Tourismus.

- [2] Ottmar L. Braun: Vom Alltagsstress zur Urlaubszufriedenheit. Untersuchungen zur Psychologie des Touristen. München 1993

- [3] Wicklund, R.A. (1986): Orientation to the environment vs. preoccupation with human cognition. In: Sorrentino, R.M. & Higgins, E.T.: Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of social behaviour (pp.64-95). New York.

- [4] Wicklund, R.A., & Gollwitzer, P.M. (1982): Symbolic self-completion. Hillsdale, H.J.