

Schlussbericht

„Entwicklung eines Wattmobils“

Prof. Dr.-Ing. M. Ruoff, Dipl.-Ing. G. Janßen, Dipl.-Ing. A. Gorecki

Fachbereich Ingenieurwissenschaften

Das Entwicklungsprojekt wurde durch die Arbeitsgruppe Innovative Projekte beim Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen (A-GIP), die Niedersächsische WattenmeerStiftung, die Arbeitsgruppe Technische Interaktionshilfen für Menschen mit Special Needs (TIMeS), den Förderverein Medizintechnik, Umwelttechnik, Feinwerktechnik und die Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven unterstützt.

Durch die Entwicklung eines Transportmittels – dem „Wattmobil“ - soll Menschen mit Bewegungseinschränkungen die Möglichkeit gegeben werden, aktiv die Besonderheiten der Gezeitenlandschaft zu erfahren. Bislang blieb solchen Personen der Zugang zum Wattenmeer verwehrt, da es keine allgemein tauglichen Beförderungsmittel für die stark unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Wattbereiche gibt.

Der Hauptschwerpunkt dieses Entwicklungsprojektes bestand in der optimierten Gestaltung eines technischen Hilfsmittels, das insbesondere die sehr unterschiedlichen Gegebenheiten der Wattbodenverhältnisse in den küstennahen Wattbereichen berücksichtigt. Es soll einer mobilitätseingeschränkten Person ermöglicht werden sich im Wattbereich bewegen zu können und dabei möglichst nur von einer Betreuungsperson begleitet werden. Ausserdem müssen mit einem solchen Beförderungsmittel die Deichanlagen, Zuwegungen sowie der vorgelagerte Strandbereich bewältigt werden.

1. Motivation

Der Anstoss zur Entwicklung eines Fortbewegungsmittels für den Wattbereich wurde massgeblich durch einen Wattführer gegeben, der ein im Rollstuhl sitzendes Mädchen zu einer Wattwanderung der Schulklasse mitnahm. Das Mädchen wurde in einer umgebauten Fischkiste durch das Watt gezogen. Allerdings war der hierzu erforderliche Kraftaufwand sehr hoch, so dass eine Alternative gesucht wurde.

Eine Recherche ergab, dass auf dem Markt kein universell einsetzbares Bewegungsmittel vorhanden war, das auch im Wattbereich eingesetzt werden konnte. Sonderlösungen, wie Strandrollstühle u.ä., sind für den Strandbereich und ver-

gleichsweise festes Sandwatt geeignet, können aber nicht im weichen Schlickwatt eingesetzt werden.



Prototyp aus einer umgebauten Fischkiste

Durch die Entwicklung eines geeigneten Fortbewegungsmittels sollte der Forderung nach Barrierefreiheit, wie sie im Behindertengleichstellungsgesetz und den Landesgleichstellungsgesetzen gefordert wird, Rechnung getragen werden.

2. Projektphasen

Der Arbeitsplan des bewilligten Projektes umfasste die Projektphasen:

- a) Entwicklung und Konstruktion mit Erarbeitung von Detaillösungen und der Auswahl von geeigneten Materialien und Herstellverfahren
- b) Herstellung von Prototypen entsprechend der Konstruktionszeichnungen
- c) Test- und Optimierungsphase einschliesslich Gefährdungsanalyse
- d) Vorbereitung für die Vermarktung mit Suche von Produzenten für die Serienherstellung

3. Anforderungen an ein Beförderungsmittel

Das zu entwickelnde Bewegungsmittel für eine Person im Watt muss folgende Anforderungen erfüllen:

- möglichst nur von einer Begleitperson bewegbar
- geeignet für Kinder und Erwachsene, ggf. mit Umbau
- sicherer Halt der zu transportierenden Person, behindertengerechte Ausstattung
- kippsicher
- robust
- geringes Gewicht
- wartungsarm
- ein direkter Kontakt mit dem Watt bzw. Boden soll möglich sein
- transportierbar in einem Pkw-Kombi
- kostengünstige Fertigung

Materialbeschaffenheit

- leicht zu reinigen
- korrosionsbeständig, insbesondere salzwasserfest
- verschleissfest gegenüber mechanischer Beanspruchung (speziell durch Sand, Muscheln und Schlick)

4. Bewegungsprinzip

Bei Vorstudien für den Forschungsantrag (Diplom- und Projektarbeiten, Ideenwettbewerb) wurden unterschiedliche Vorschläge zum Bewegungsprinzip gemacht:

- Gleitfläche
- Walzen
- Räder
- Luftkissen

Die mit Prototypen gewonnenen Erkenntnisse wurden bewertet und bildeten die Basis für die in diesem Projekt realisierte Konstruktion.

4.1 Schiebeschlitten

Schlickschlitten (Kreier) sind bewährte historische Transportmittel für Fischer im Watt, um zu Reusen zu gelangen. Für Sonderaufgaben, wie beim Bau von Lahnungen, werden heute ebenfalls noch Schiebeschlitten eingesetzt.



*historischer Schiebeschlitten (Kreier),
Ausstellungsstück in Hooksiel*

Ein von Studierenden der Fachhochschule in Wilhelmshaven entworfener und in der Betriebswerkstatt der Fachhochschule gebauter Schiebeschlitten erwies sich in praktischen Fahrversuchen als gut geeignet, solange sich unter dem Boden des Schlittens genügend Wasser befand, dass ein Gleitfilm aufgebaut werden konnte.

In festeren, sandigen Wattbereichen stiegen die Reibungskräfte jedoch so stark an, dass ein Schieben kaum noch möglich war. Ausserdem waren die vorgelagerten Strandbereiche und Deichanlagen mit einem Schlitten kaum zu überwinden. Eine Auskleidung der Gleitfläche mit einer Kunststoffplatte mit niedrigem Reibbeiwert brachte keine Verbesserung der Situation.



Schiebeschlitten in der Erprobung

4.2 Schiebeschlitten mit Walzen

Ein Schiebeschlitten wurde mit zwei Walzen vor und hinter der eigentlichen Gleitfläche versehen, um die Fortbewegung auf trockenem und festem Untergrund zu ermöglichen. Im praktischen Einsatz zeigte sich jedoch, dass die Walzen aufgrund der starken Haftung des Schlicks im Watt sehr schnell verklebten und ein Schieben des Fahrzeugs kaum mehr zuliessen. Der oben beschriebene Gleitfilm konnte sich dadurch nicht mehr unter dem Fahrzeug aufbauen. Eine Überwindung der Deichanlagen und Strandbereiche war bedingt möglich.



Schiebeschlitten mit Walzen im Praxistest

4.3 Schiebeschlitten mit Rädern

Eine weitere Entwicklungsvariante bestand im Austausch der Walzen gegen vier „kleine“ Räder (Schubkarrenräder). Diese Räder erwiesen sich aufgrund der geringen Auflagefläche als ungeeignet, da sie bereits im Sandwattbereich derart stark in den Untergrund einsanken, dass sie das Schieben eher behinderten.



Schiebeschlitten mit Rädern

4.4 Rollstuhl mit Ballonreifen

Bei einem handelsüblichen Rollstuhl wurden die Haupträder gegen 2 Grossräder ausgetauscht. Dazu wurde jeweils der Schlauch eines Lkw-Reifens auf einer provisorischen Sperrholzfelge montiert. Diese Gefährt liess sich recht gut im Watt bewegen, erfüllte aber wesentliche Anforderungen, wie Kippsicherheit, direkter Kontakt mit dem Watt, Transportierbarkeit und Verschleissbeständigkeit nicht.



Rollstuhl mit Ballonreifen

4.5 Gleiten auf einem Luftkissen

Bei diesem Bauprinzip wurden für die Generierung des Luftpolsters folgende Möglichkeiten betrachtet:

Über einen Verbrennungsmotor könnten die notwendigen Luftmengen erzeugt werden. Aufgrund von Nutzungseinschränkungen ist jedoch der Betrieb von Verbrennungsmotoren im geschützten Wattbereich verboten.

Eine Lufterzeugung über einen akkubetriebenen Elektromotor wurde aufgrund des hohen Gewichtes, der begrenzten Leistungsdauer und des Wartungsaufwandes verworfen.

Der Einsatz von Pressluftflaschen wurde aus den gleichen Gründen nicht weiter in Betracht gezogen.

Daher wurde das Luftkissenprinzip nicht weiter untersucht.

5. Konstruktion und Erprobung

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wurde das Prinzip des Gleitens verworfen und ein Transportmittel mit Rädern ohne grossflächige Bodenwanne konzipiert.

Eine dreirädrige Variante wurde gegenüber einer vierrädrigen Lösung bevorzugt, da hierfür 1 Rad weniger erforderlich, eine Lenkung nicht zwingend notwendig ist und in unebenem Gelände alle 3 Räder ständig in Bodenkontakt sind.

Im Laufe des Projekts wurden für die Elemente des Gefährts unterschiedliche Detaillösungen erarbeitet und erprobt. Dabei mussten geeignete Materialien und Herstellungsverfahren ausgewählt werden. Neben technischen Anforderungen wurden Kostengesichtspunkte und Fertigungsmöglichkeiten für die Serienproduktion berücksichtigt.

5.1 Lenkung

Ein dreirädriges Gefährt mit lenkbarem Vorderrad erwies sich als vorteilhaft im „festen“ Gelände, erwies sich jedoch als wenig praktikabel in schlickigen Wattbereichen. Daraufhin wurde der Gesamtschwerpunkt des Fahrzeuges inklusive Fahrgast dicht an die Hinterachse verlegt. Dadurch wird die Belastung des Vorderrades sehr gering gehalten und das Wattmobil ist mit geringem Kraftaufwand sowohl auf schlickigem als auch auf festem Untergrund lenkbar.

5.2 Rahmenaufbau

Der Rahmen wurde aus Rundrohren aufgebaut. Es wurden zwei Varianten, eine geschweißte Edelstahlausführung und eine mit Rohrverbindern verschraubte, seewasserbeständige Aluminiumausführung angefertigt und getestet. Beide Rahmenkonstruktionen erwiesen sich als geeignet für die Anwendung, wobei die Aluminiumkonstruktion deutlich leichter war.

Da bei der Schraubkonstruktion Modifikationen relativ einfach möglich waren, wurde diese Variante für die Erprobungsphase favorisiert. Nachdem in einem dynamischen Belastungstest die Betriebsfestigkeit der verschraubten Aluminiumkonstruktion nachgewiesen wurde, wurde dieser Rahmenaufbau für die Serienproduktion beibehalten. Eine Schweisskonstruktion würde höhere Anforderungen an die technische Ausstattung der Betriebs- und die Qualifikation an das Montagepersonal stellen.

5.3 Fahrgastsitz

Für den Fahrgastsitz wurde bereits zu einem frühen Zeitpunkt eine tiefgezogene Sitzschale aus Kunststoff für eine Behindertenschaukel verwendet. Nachteilig ist der recht hohe Preis für das Kaufteil. Ausserdem ist keine Modifikation der Sitzschale möglich.

Die Fertigung einer Tiefziehform ist bei den zu erwartenden Stückzahlen aus wirtschaftlichen Gründen wenig sinnvoll und macht den Einsatz einer grossen Thermoformmaschine erforderlich.

Alternativ wäre das Laminieren der Sitzschale aus glasfaserverstärktem Kunststoff möglich. Dies wurde aus den im nachfolgenden Abschnitt genannten Gründen nicht weiter verfolgt.

Als einzige sinnvolle Variante wurde ein aus reissfestem Stoff genähter Einhängesitz erprobt. Dieser passte in das durch die Rohre gebildete Rechteck, vergleichbar mit einem stoffbespannten Liegestuhl. Dadurch sollte eine optimale Anpassung an die Körperform des Fahrgastes bewirkt und Gewicht eingespart werden. Personen mit Bewegungseinschränkungen bemängelten bei Testfahrten den fehlenden Seitenhalt und den mangelnden Schutz vor Wind und Kälte.



Prototyp mit Stoffsitz

Um den Sitzkomfort zu erhöhen, wurde in die tiefgezogene Sitzschale eine mit wasserdichtem Gewebe umhülltes Schaumstoffpolster eingelegt.

5.4 Fussauflage

Zu Projektbeginn wurden die Füße der zu befördernden Person auf eine einfache Querstange im Rahmen gelegt. Dies war für erste Erprobungen ausreichend. Für die Beförderung von Personen, die keine normale Muskelspannung in den Beinen haben, musste eine entsprechende Fussauflage entwickelt werden.

Drei Möglichkeiten wurden hierbei auf ihre Machbarkeit hin untersucht.

- Biegen einer Fussauflage aus seewasserbeständigem Aluminium
In ersten Versuchen wurde die Fußauflage aus seewasserbeständigem Aluminium gebogen. Zur Aufhängung in der Rahmenkonstruktion dienten entsprechend gebogene Blechstreifen. Wie sich jedoch in der späteren Gefährdungsanalyse bestätigte war das Verletzungsrisiko aufgrund der sich daraus ergebenden Klemmstellen beim Einsetzen der Fußauflage unverhältnismäßig hoch, so dass diese Variante verworfen wurde.



Fußauflage aus seewasserbeständigem Aluminium

- Laminieren einer Fussauflage aus glasfaserverstärktem Kunststoff
Im Kunststofflabor der Fachhochschule wurde eine Fussauflage aus glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Da das Wattmobil jedoch zukünftig in den Werkstätten für Behinderte gebaut werden soll und beim Handlaminieren viele Sicherheitsauflagen berücksichtigt werden müssen, wurde auf diese Variante als endgültige Lösung verzichtet.



Arbeitsplatz „Laminieren Fussauflage“

- Tiefziehen einer Fussauflage aus Kunststoff
Zum Tiefziehen einer Fussauflage wurde eine Holzform gefertigt. Aufgrund der Größe der Fussauflage gestaltete sich eine gleichmässige Erwärmung des Halbzeugs mit der an der Fachhochschule vorhandenen Thermoformmaschine sehr schwierig, so dass kein befriedigendes Ergebnis erzielt werden konnte. Da auch in den Behindertenwerkstätten eine solche Maschine nicht vorhanden ist wurde auf eine Weiterverfolgung dieser Variante verzichtet.
- Auswahl und Einbau eines geeigneten Fertigteils
Zwischen den beiden Längsholmen wurde eine passende Kunststoffwanne bei einschlägigen Anbietern von Lagereinrichtungen ausgewählt und auf Querträgern befestigt.



Fertigteile, Beispiele



Gewählte Variante

5.5 Räder

Anfänglich wurden Schubkarrenrädern eingesetzt, die jedoch im weichen Untergrund zu stark einsanken (vgl. Abschn. 4.3).

Aus den Versuchen mit dem modifizierten Rollstuhl mit Ballonreifen (siehe Abschn. 4.4) ergab sich, dass der Kraftbedarf im Watt hauptsächlich durch den Reifenumfang und die Größe der Auflagefläche bestimmt wird.

Daher wurden weitere Fahrversuche mit Reifen auf Stahlfelgen von Ackerschleppern aus dem landwirtschaftlichen Bereich durchgeführt. Diese Versuche brachten insgesamt gute Ergebnisse.

In weiteren Testreihen wurden die Stahlfelgen gegen in der Versuchswerkstatt der Fachhochschule verbreiterte Kunststofffelgen ausgetauscht. Durch die vergrößerte Reifenauflagefläche wurde das Einsinken in den Untergrund weiter reduziert. Aufgrund der Stahleinlagen in den Reifen selbst hatten diese jedoch ein recht hohes Eigengewicht.

Bei Reifen mit Profil haftete der Schlick sehr stark an, so dass profillose Reifen für diesen Anwendungsfall besser geeignet sind. Versuchsweise wurde glatte Rollenträder aus Kunststoff eingesetzt, bei denen mittels Abstreifer der Schlick abgeschabt werden sollte, was jedoch nur unzureichend gelang. Bei der Erprobung ergab sich, dass sich bei „weichen“ Reifen bzw. niedrigem Reifendruck durch die Walkbewegung der grösste Teil des Schlicks von selbst ablöst.

Nach intensiven Recherchen wurden Reifen mit Kunststofffelgen eines amerikanischen Herstellers gefunden. Diese Räder werden u.a. an Transportfahrzeugen für kleinere Sportboote speziell im Strandbereich eingesetzt. Die zulässige Traglast pro Rad beträgt 1200 N. Es handelt sich um Niederdruckreifen aus Polyurethan, die mit Luftdrücken von 0,14 bis 0,27 bar betrieben werden. Aufgrund des geringen Drucks ergibt sich eine recht große Radauflagefläche und dadurch eine geringe Eindringtiefe in den weichen Untergrund. Das Gewicht eines Rades beträgt inklusive abgedichtetem Kugellager etwa 2,7 kg.

Die Lauffläche der Reifen ist profillos. Bei trockenem und festem Untergrund rollen die Reifen über die Lauffläche ab. Sobald sich in feuchten Wattbereichen ein Wasserfilm unter den Reifen aufbauen kann, „blockieren“ die Räder und das Wattmobil gleitet auf dem Wasserfilm - das Wattmobil wird zum „Schiebeschlitten“. Der Wechsel zwischen Rollen und Gleiten bzw. umgekehrt geschieht dabei selbstständig und ist nur von den Eigenschaften des Untergrundes abhängig. Insgesamt entsteht subjektiv der Eindruck, dass sich das Wattmobil auch mit Fahrgast sehr gut bewegen lässt.



Erprobung von unterschiedlichen Radvarianten

Um zu ermitteln, ob das Wattmobil von einer oder zwei Betreuungspersonen geschoben bzw. gezogen werden muss, wurden Schub- und Zugkraftmessungen in unterschiedlichen Strand- und Wattbereichen durchgeführt.

Bereich / Beschaffenheit	Aufzubringende Schub- /Zugkraft
Strandbereich / sandig körnig	etwa 50-60 N
Sandwatt / fest	etwa 50-60 N
Sandwatt / fest, oberflächlich schlickig	etwa 80-100 N
Mischwatt / schlickig	etwa 130-150 N

Kräfte von bis zu 150 N können von einer Person auch über einen längeren Zeitraum erbracht werden, so dass in den oben aufgeführten Bereichen eine Bewegung durch eine Hilfsperson durchaus möglich ist.



Kraftmessungen am Strand von Hooksiel

Beim Festsitzen im tiefen Schlickwatt sind Kräfte bis 500 N notwendig, um das Wattmobil wieder freizubekommen. Dies gelingt dann am Besten, wenn eine zweite Person mittels eines Seiles am Vorderrad zieht. Allerdings sinkt in diesen Bereichen ein Wattwanderer auch ohne Wattmobil so tief im Schlick ein, dass ein Vorwärtskommen nur mit erheblichem Aufwand möglich ist. Dies bedeutet, dass die Bereiche, die normalerweise nicht begangen werden, auch mit dem Wattmobil nicht befahren werden sollten.

5.6 Betriebs- und Feststellbremse

Im Projektverlauf wurden zunächst schwerpunktmässig verschiedene Bewegungsprinzipien auf den weitgehend ebenen Flächen am Strand und im Watt untersucht. Im Zuge der Gefährdungsbeurteilung wurde deutlich, dass die Sicherheit auch auf abschüssigen Bereichen zu gewährleisten ist und daher eine Bremse an dem Wattmobil unverzichtbar ist. Dies gilt sowohl für den Fahrbetrieb als auch für das Abstellen des Fahrzeugs.

Wie bei Rollstühlen und Rollatoren sollte die Bremsung durch die Hilfsperson und nicht durch den Fahrgast eingeleitet werden.

Folgende Bremsbauarten wurden betrachtet:

- Trommelbremse
- Felgenbremse
- Scheibenbremse.

Für den Einbau einer Trommelbremse hätte die Felge sehr aufwendig verändert werden müssen, daher wurde dieser Vorschlag verworfen.

Die Felge ist aufgrund der Ballonreifen relativ klein und besteht aus Kunststoff. Aufgrund der Baugröße und des zu erwartenden Verschleisses wurden Überlegungen zum Anbau einer Felgenbremse nicht weiter verfolgt.

Gewählt wurden handelsübliche Scheibenbremsen für Fahrräder, die ausgestattet mit rostfreien Edelstahlbowdenzügen auf speziell angefertigten Halterungen an den Felgen montiert wurden.



Bremsanlage

Da die Scheibenbremse auch als Feststellbremse verwendet wird, wurden die Standard-Bremshebel durch Bremsgriffe ersetzt, die an Rollatoren und Rollstühlen eingesetzt werden. Diese Bremshebel lassen sich im Betriebszustand wie handelsübliche Fahrradbremsgriffe bedienen, jedoch bei Bedarf auch in unterschiedlichen Positionen arretieren, so dass eine ausreichende Feststellwirkung als Sicherung gegen unbeabsichtigtes Wegrollen realisiert werden kann.



Unterschiedliche getestete Bremsgriffe



Gewähltes Bremshebel-Modell

In praktischen Tests wurde die Bremswirkung an unterschiedlich starken Gefällen vor allem im Deichbereich getestet. Das Wattmobil konnte auch mit Fahrgast sicher abgebremst werden. Bei feuchter Grasnarbe kann aufgrund der profillosen Reifen ein Rutschen des Wattmobils mit blockierten Rädern auftreten, das durch Verringerung der Bremskraft abgefangen werden kann.

Auch bei starker Verschmutzung durch Schlick im Watt konnte eine ausreichende Bremswirkung festgestellt werden.



Bremsentest am Deich



Verschmutzung im Watt

5.7 Wattmobil für Kinder

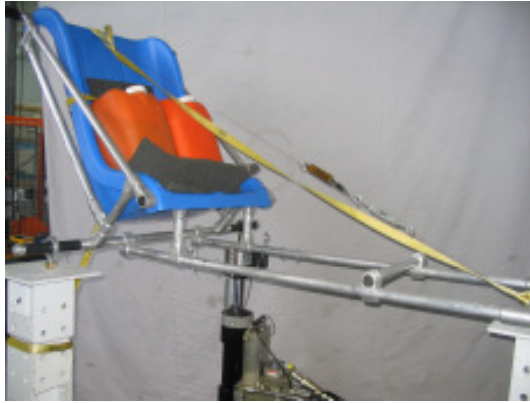
Da die Sitzschale integraler Bestandteil des Wattmobils ist, war ein Umbau für Fahrgäste im Kindesalter nicht realisierbar. Daher wurde mit einer für Kinder geeigneten Sitzschale ein Wattmobil mit verkleinerten Abmessungen konstruiert.

6. Dynamischer Belastungstest der Rahmenkonstruktion

Um die Betriebsfestigkeit der Konstruktion zu überprüfen, wurde die Rahmenkonstruktion im Maschinenlabor der Fachhochschule einem Belastungstest unterzogen, bei dem die im Einsatz auftretenden Belastungen möglichst realistisch berücksichtigt werden sollten.

Da es für diese neuartige Gefährt keine Prüfvorschriften gibt, wurden die Prüfbedingungen für Fortbewegungsmittel in Rahmenbauweise herangezogen. In der Fahrradsicherheitsnorm DIN 19100-2 wird bei der Festigkeitsprüfung von Fahrradrahmen eine Lastwechselzahl von 100.000 bei einer Belastung mit 850 N gefordert um die Betriebsfestigkeit nachzuweisen.

Der Rahmen mit Sitzeinheit wurde auf einer Hydropulsanlage eingespannt. Vor Versuchsbeginn wurden sämtliche Schraubenverbindungen mit den jeweils empfohlenen Drehmomenten nachgezogen. Der Sitz wurde mit zwei Kanistern mit einem Gesamtgewicht von 80 Kilo belastet. Zwischen Vorderachse und Schiebegriffen wurde eine vorgespannte Federwaage angebracht, die der Kraft im „normalen“ Schiebetrieb entsprechen sollte. Diese Kraft betrug während der Messungen etwa 100 N (leicht erhöhte Schubkraft im Sandwatt). Nun wurde die Hinterachse einseitig mittels Hydraulikzylinder mit einer Frequenz von 5 Hz über einen längeren Zeitraum in Schwingungen mit einer Wegamplitude von +/- 5 mm versetzt. Nach etwa 135.500 Lastwechseln wurde die Versuchsreihe beendet.



Versuchsaufbau Belastungstest

Eine Schädigung der Konstruktion oder Lockerung der Schraubenverbindungen konnte bei der abschliessenden Begutachtung nicht festgestellt werden.

7. Gefährdungsbeurteilung

Um die von dem fertigen Produkt ausgehenden Gefährdungen und Risiken einschätzen zu können wurde eine Gefährdungsbeurteilung nach EN ISO 14971 gemäß Richtlinie 93/42/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 für Medizinprodukte durchgeführt.

Die bei diesem Risikomanagement-Prozess erkennbaren Gefährdungen wurden entweder durch konstruktive Verbesserungen oder durch administrative Massnahmen (Hinweise in der Bedienungsanleitung) auf ein vertretbares Mass reduziert oder vollständig beseitigt:

- Austausch der Fussablage aus seewasserbeständigem Aluminium gegen ein zugekaufte Kunststoffwanne mit erheblich geringerem Verletzungsrisiko (siehe auch Abschn. 5.4).
- Nachrüstung des Wattmobils mit Betriebs- und Feststellbremse (siehe auch Abschn. 5.6).
- Erstellung einer detaillierten Bedienungsanleitung, die u. a. den sachgerechten Umgang und die bestimmungsgemäße Verwendung des Wattmobils festlegt. Die Bedienungsanleitung beinhaltet ausserdem die technischen Daten des Wattmobils, die Konformitätserklärung des späteren Produzenten, Hinweise auf Sicherheitsvorschriften, Schutzausrüstung und vorhandene Sicherheitseinrichtungen, einen Wartungsplan, eine Transport- und Demontageanleitung sowie eine Anleitung zur Reparatur defekter Reifen unter Normalbedingungen als auch im Notfall im Watt.
- Erproben eines Reparaturverfahrens für Reifen
Die verwendeten Reifen können unter normalen Bedingungen mit etwas technischem Geschick, einem ausreichenden Zeitrahmen und dem geeigneten Werkzeug selbst repariert werden. Da das Wattmobil jedoch auch in Bereichen eingesetzt wird, in denen Personen sich nicht ungefährdet über einen längeren Zeitraum aufhalten können (Wattbereich mit auflaufendem Wasser), ist es zwingend

erforderlich, eine Reifenpanne in möglichst kurzer Zeit, zumindest notdürftig zu beheben.

Hierzu wurde handelsübliches Reifenpannenspray für Gummireifen auf die Verträglichkeit und die Anwendbarkeit mit dem verwendeten Reifenmaterial Polyurethan getestet. Ein für diesen Test absichtlich zerstörter Reifen wurde gemäss den Herstellerangaben des Pannensprays behandelt. Nach kurzer Zeit war die Panne des Reifens ohne aufwendige technische Arbeiten behoben. Dabei zeigte sich, dass dieses Pannenspray für den Notfall auch durch ungeübte und technisch nicht vorgebildete Personen problemlos anzuwenden ist.

Das Wattmobil wurde daher mit einem Notfall-Kit versehen, das vor Fahrtantritt auf Vollständigkeit zu überprüfen ist.

8. Serienprodukt

Das Wattmobil wurde bis zur Serienreife entwickelt.



vermarktungsfähiges, serienreifes Wattmobil

Das Serienprodukt erfüllt die in Abschn. 2 aufgestellten Anforderungen fast vollständig.

In der nachfolgenden Tabelle bedeuten die Symbole in der mittleren Spalte:

- ++ Anforderung wird vollständig erfüllt
- + Anforderung wird überwiegend erfüllt
- o Anforderung kann nur eingeschränkt erfüllt werden, Alternativlösung ist möglich
- Anforderung kann nicht erfüllt werden

Anforderung		Bemerkung
möglichst nur von einer Begleitperson bewegbar	+	bei tiefem Schlickwatt 2. Person sinnvoll
geeignet für Kinder und Erwachsene	o	2 Modellvarianten: „Erwachsenen“- und „Kinder“-Wattmobil
sicherer Halt der zu transportierenden Person, behindertengerechte Ausstattung	++	Sicherheitsgurte, Fussauflage, Sitzpolster
kippsicher	++	niedriger Schwerpunkt, breiter Radstand
robust	++	Belastungstest bestanden
geringes Gewicht	+	
wartungsarm	++	siehe Bedienungsanleitung
ein direkter Kontakt mit dem Watt bzw. Boden soll möglich sein	++	tief liegender Sitz ermöglicht Bodenberührung mit den Händen
transportierbar in einem Pkw-Kombi	++	Wattmobil lässt sich relativ einfach in 2 Teile zerlegen
kostengünstige Fertigung	+	geschraubte Rahmenkonstruktion, Verwendung von Kaufteilen (führt jedoch zu einer Lieferantenabhängigkeit)
leicht zu reinigen	++	z.B. mit Wasserstrahl
korrosionsbeständig, insbesondere salzwasserfest	++	wurde bei der Materialauswahl berücksichtigt
verschleissfest gegenüber mechanischer Beanspruchung	+	bisher wurde kein Verschleiss beobachtet, Langzeiterfahrungen liegen noch nicht vor

9. Vermarktung

Während der Laufzeit des Projektes wurde das Wattmobil bzw. das jeweilige Entwicklungsstadium in Fachhochschul-Publikationen, der Lokal- und Regionalpresse, auf Fachmessen für den Bereich Rehabilitation und Tagungen vorgestellt. Ein Entwicklungsprototyp konnte von Besuchern des Wattenmeerhauses in Wilhelmshaven ausgeliehen und getestet werden.

Auf diese Weise konnte das Marktpotential erkundet werden und es kamen Kontakte zu interessierten Produzenten für die Serienherstellung zustande. Letztlich kristallisierte sich heraus, dass die Gemeinnützige Gesellschaft für Paritätische Sozialarbeit mbH (GPS) mit Sitz in Wilhelmshaven in ihren Werkstätten für Behinderte die Serienproduktion aufnehmen wird (www.gps-wilhelmshaven.de).

In einer öffentlichen Übergabeveranstaltung am 15.12.04 wurden Fertigungsunterlagen an die GPS übergeben. Neben der Presse waren Geldgeber und Projektbeteiligte eingeladen. Der ehemaligen Schülerin und dem Wattführer, die den Anstoß für dieses Projekt gegeben hatten (vgl. Abschn. 1), konnte der erfolgreiche Abschluss präsentiert werden.

10. Fazit

Das Wattmobil wurde, wie der Name besagt, für den Einsatz im Strand- und Wattbereich erfolgreich erprobt und bis zur Serienreife entwickelt.

Die ursprüngliche Idee war es ein Hilfsmittel für Behinderte bzw. Personen mit Bewegungseinschränkungen herzustellen. Aufgrund der verschiedenen Anfragen lässt sich jedoch feststellen, dass beide Ansätze zu eng gefasst waren. Es besteht starkes Interesse das Wattmobil nicht nur an der Küste sondern auch im Binnenland (Waldgebiete, Heide usw.) und nicht nur für Behinderte sondern generell für ältere Menschen einzusetzen. Dies sollte bei der zukünftigen Vermarktung berücksichtigt und der Produktname „Wattmobil“ ggf. überdacht werden.

Zeichnungssätze, Stücklisten, Risikomanagement-Unterlagen, Fertigungs- und Montageanweisungen und die Bedienungsanleitung sind nicht Bestandteil dieses Berichtes. Beim deutschen Patent- und Markenamt wurden Schutzrechte als Wortmarke und dreidimensionale Marke beantragt.