

Schlussbericht **Oktober 2002**

Wärmepumpentumbler für Mehrfamilienhäuser

ausgearbeitet durch
Ernst Schwarzwald
Thermodul Consulting
Piazza Fontana
6986 Curio (TI)

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie und des Energiesparfonds der Stadt Zürich entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
Abstract	2
1. Ausgangslage, Vorgehen	3
1.1 Projektziel	3
1.2 Bisher geleistete Arbeiten für das Wäschetrocknen	3
1.3 Gegenwärtige Marktsituation	3
1.4 Vorgehen	4
2. Einstieg von Miele	4
2.1 Allgemein	4
2.2 Konstruktive und prozesstechnische Probleme	4
2.3 Messmethoden	4
2.4 Erkenntnisse aus den Messungen	5
3. Ausblick	5
4. Quellenverzeichnis	6
5. Beilagen	6

Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt hatte sich zur Aufgabe gemacht, einer Technik zur Markteinführung zu verhelfen, welche mehrfach erprobt wurde, aber als Produkt dem Markt noch weitgehend unbekannt ist. Es wurde deshalb eine Demoserie von 10 Stück geplant, welche bei Bedarf sofort lieferbar sein müssen, weil dies für die Mehrfamilienhausgrösse üblich ist. Durch den erfolgreichen Einsatz der WP-HED1,5 hofften wir Interessenten zu finden, welche über ein bestehendes Vertriebsnetz verfügen. Wir könnten zwar kleine Serien herstellen, aber kaum gewinnbringend arbeiten, wenn auch noch in den Verkauf zu investieren wäre. Dass Miele Schweiz für die WP-HED1,5 gewonnen werden konnte bevor der erste Demotyp fabriziert war, bedeutet das vorzeitige Erreichen des eigentlichen Projektziels. Aber auch, dass nun mit vollem Einsatz und mit besserer Berücksichtigung des Anwenderstandpunkts, an der Vermarktung der HED-Geräte für das Mehrfamilienhaus gearbeitet werden kann. Allerdings ist die Marktreife der WP-HED1,5 noch nicht erreicht. Es fehlt noch die Erfahrung im Dauereinsatz und sicher sind auch noch Verbesserungen möglich, sobald die praktische Erfahrung mit den "Piloten" vorliegt. Das vorliegende Projekt ist abgeschlossen, weitere erforderliche Arbeiten müssen von Miele veranlasst werden.

Abstract

The target of this project in hand is introduction on the market of a new textile drying technology for multifamily apartment houses, the so called HED-technique. Although very well tested, this new product is more or less unknown to prospective clients. The main object of this project is fabrication of 10 demo units because usually in case of need, dryers have to be supplied very quickly. In this manner we could demonstrate the advantage of our units and hopefully may be able to find companies interested in selling our units by already existing ways. We would be able to fabricate small series of units, but it would be difficult for us to make a profit after costs of sales promotion have been deducted. The interest of Miele in our product before the first prototype was fabricated, means to have reached the target earlier as we could expect. Now we are in a much better position for getting our special HED heat pump on the market, because we can better integrate the market needs in our final design, in co-operating with Miele. Considering the present situation regarding this project, we have arrived at a point far beyond the target. Now it is possible to integrate the users point of view for future mass production. It means, the 10 units have to be in operation at users place for some time, in order to gain practical experience. One may expect some minor corrections before mass production can be initiated. But practical operation of these units is already responsibility of Miele, and beyond of range of duties of this project. Therefore the Project has finally come to an end.

1. Ausgangslage, Vorgehen

1.1 Projektziel

Die Wärmepumpe WP-HED wurde für die energiesparende Luftentfeuchtung für Raum- und Prozessluft entwickelt. Das grösste Potential dürfte aber in der Wäschetrocknung vorhanden sein. Obwohl nur die Hälfte des Energieverbrauchs erreicht wird, sind die Amortisationszeiten lang wegen der höheren Herstellungskosten. Diese Technik ist also dort interessant, wo hohe Betriebsstunden üblich sind, also im gewerblichen Wäschetrocknen und im Mehrfamilienhaus. Das vorliegende Projekt beschränkt sich auf die häufige Grösse von 6 kg-Chargen. Speziell an dieser Grösse ist der Preis, welcher nur mit grösseren Serien auf ein marktgängiges Niveau gedrückt werden kann. Serien-Produktion bedeutet aber grossen Aufwand in der Vorbereitungsphase, d.h. von den ersten Prototypen bis zum marktreifen Produkt sind nochmals einige Hürden zu nehmen. Mit der Fabrikation von 10 Stück Pilotgeräten sollte im praktischen Einsatz das Interesse von Firmen geweckt werden, welche für den Verkauf von grösseren Stückzahlen bereits über eine bestehende Organisation verfügen. Mit dem frühzeitigen Einstieg von Miele als neuen Industriepartner für dieses Projekt wurde schon früher erreicht, was wir eigentlich erst nach Projektabschluss erwarten konnten.

1.2 Bisher geleistete Arbeiten für das Wäschetrocknen

Das HED-Prinzip dient der energiesparenden Entfeuchtung von Luft. Zuerst wurde die Raumluf-
tentfeuchtung 1990 theoretisch und experimentell untersucht. Aber schon 1993 wurde die Prozesslufttrocknung als Diplomarbeit mit Studenten am Technikum Winterthur genauer studiert. Unterstützt von Privatindustrie, Kanton und Stadt Zürich sowie Bund wurden in der Folge 6 Prototypen unterschiedlicher Grösse für die Wäschetrocknung, als aussichtsreichste Anwendung, hergestellt. Heute ist die technische Seite dieser neuen Art der Wäschetrocknung, nämlich "hal-
bierter Energieverbrauch bei gleicher Trocknungsdauer" weitgehend gelöst.

1.3 Gegenwärtige Marktsituation

Leider ist die Wäschetrocknung mit Wärmepumpe zur Zeit noch ein Luxus, weil die Energie zu billig ist. Trotzdem ist es sicherlich kein Luxus, schon jetzt eine Alternative zum Kondensations-Tumbler anbieten zu können. Es ist deshalb kein Zufall, dass Miele als führende Firma dieser Branche, sich für diese neue Form der Wäschetrocknung engagiert hat. Denn früher oder später wird die Nachhaltigkeit für den Markt an Bedeutung zunehmen. Die Amortisationszeit für die WP-HED1,5 beträgt bei 20 Rp/KWh 7 bis 9 Jahre, je nach Betriebsstundenzahl. Durch grosse Stückzahlen müsste diese Zeit auf 4 bis 5 Jahre gesenkt werden können. Im deutschsprachigen Europa wurden im Jahre 2000 etwa 100 000 Stück Kondensationstumbler der 6 kg Grösse verkauft, für welche die WP-HED1,5 alternativ eingesetzt werden kann. Bei einem Anteil von nur 1% ist schon eine Serie von 1000 Stück realistisch und damit auch ein vertretbarer Preis erreichbar. Anfänglich wird noch investiert werden müssen, denn man wird kaum mit 1000 Stück beginnen. Was jedoch sicher hilft sind finanzielle Anreize verschiedener Quellen für Käufer von energiesparenden Geräten. (Stromsparfonds Stadt Zürich, Förderbeträge Kanton Basel Stadt und anderer Kantone, aber auch in diversen europäischen Ländern).

1.4 Vorgehen

Wie dieses Projekt im Detail abgewickelt werden sollte, wurde mit den Herren Ruosch (Energiesparfonds EWZ) und Brüniger (BFE) abgesprochen und von Herr Ruosch in einem Vorgehensplan schriftlich festgelegt. Alle Schritte wurden erfolgreich bearbeitet, wobei ein Schwerpunkt vor allem eine kostengünstige Konstruktion war. Gleichzeitig konnten wir Miele Schweiz an unseren Arbeiten interessieren.

Bis zu diesem Zeitpunkt hatten wir die WP-HED unter dem Tumbler als Sockel für den Tumbler allein vorgesehen, bei einer Höhe von etwa 700 mm. Bei der ersten Besprechung mit Miele wurde klar, dass Waschmaschine und Tumbler meistens zusammen verkauft werden, also beide Maschinen die WP-HED1,5 als gemeinsamen Sockel benützen können. Dadurch kann die Bauhöhe reduziert werden. Die bereits vorhandene Konstruktion konnte nun nicht mehr gebraucht und musste neu angedacht und ausgeführt werden.

2. Einstieg von Miele

2.1 Allgemein

Die Auslegungs- und Konstruktionsarbeiten mussten von vorne begonnen werden, weil die WP-HED1,5 für Miele als Sockel für Tumbler und Waschmaschine ausgebildet wird. Der Vorteil dieser Anordnung ist die kleinere Bauhöhe für die Wärmepumpe WP-HED1,5. Einschränkend ist die ausschliessliche Verwendung des Ablufttrockners und der Waschmaschine von Miele für die "HED-Wasch-Trocken-Unit".

V-Zug ist zusammen mit Schulthess der Hauptkonkurrent von Miele auf dem Gebiet der Wäschetrocknung. Da nun V-Zug anfangs dieses Jahres einen Wärmepumpentumbler für 6 kg Wäsche auf den Markt gebracht hat, will Miele nicht nur etwas Gleichwertiges, sondern sogar Besseres in ihr Verkaufsprogramm aufnehmen. Das "Bessere" besteht im vorliegenden Fall in der kürzeren Trocknungsdauer. Miele ist für uns der Idealpartner, nicht nur wegen der weltweiten Marktaktivitäten, sondern auch weil Miele die grösseren Gewerbetumbler herstellt.

2.2 Konstruktive und prozesstechnische Probleme

Die "HED-Wasch-Trocken-Unit", wie sie mit Miele vereinbart wurde, hat den Vorteil geringer Bauhöhe, aber bei der Realisierung musste mit einigen Schwierigkeiten gekämpft werden. Die niedrige Bauhöhe bedingt kompakte Wärmeübertrager, welche demzufolge einen höheren Druckabfall prozessluftseitig aufweisen. Der Druckabfall des Tumblers ist aber bereits relativ hoch wegen der kleinen Trommel. Es musste ein starker Ventilator mit gutem Wirkungsgrad gefunden werden, aber dessen Platzierung ist möglicherweise noch nicht optimal. An der Stelle, wo sich der Ventilator jetzt befindet, sollte aus strömungstechnischen Gründen eine Version ohne Spiralgehäuse eingesetzt werden. Dies war aber für die 10 "Piloten" aus Termingründen nicht möglich. Natürlich wird eine gründliche Kontrolle aller Komponenten, auf Grund der Messresultate und praktischer Erfahrung, vorzunehmen sein bevor man eine Serie für den Markt herstellen kann.

2.3 Messmethoden

Als Vorlage für die Messungen diente die Euro Norm EN 61621, in welcher alle Details der Vorbereitung und Durchführung der Tumbler Trocknung von Wäsche beschrieben sind. Definierte Baumwollwäsche (in Stückzahl und -grösse, sowie Gewebeart und Ausgangsfeuchte) wird in der Waschmaschine kontrolliert befeuchtet, gewogen und im Tumbler getrocknet. Während der Messungen wird der Trockengrad der Wäsche notiert, welche das Tumblerdisplay angezeigt. Nach

erreichen der gewünschten Trocknung stellen die Maschinen automatisch ab. Anschliessend wird die Wäsche wieder gewogen und so das verdunstete Wasser bestimmt. Neben verschiedenen Temperaturen (mindestens Prozesslufteintritt und -austritt in und aus dem Tumbler) wird auch die verbrauchte Energie in KWh pro Charge angezeigt. Aus diesen Werten kann die Trocknungsleistung der WP-HED1,5 einfach bestimmt werden. Dafür sind verschiedene Kennzahlen üblich, wie z.B. KWh/kg Wäsche, KWh/kg verdampftes Wasser oder Liter Wasser/h, etc.

2.4 Erkenntnisse aus den Messungen

An den vorgezogenen Prototypen wurde versucht die Leistung zu erhöhen, sowohl mit der Eintrittstemperatur in die Trommel, als auch mit höherer Kompressorleistung. Es zeigte sich, dass die kritische Grösse der Füllgrad der Trommel ist. Bei einer Beschickung der Trommel mit 6 kg Wäsche, erhöht sich die Leistung nur unwesentlich mit höherer Eintrittstemperatur und grösserer Kompressorleistung. Grund ist die relativ kleine Stoff-und Wärmeaustauschfläche bei zu dichter Füllung der Trommel mit Wäsche. Schon 1996 konnten wir bei Vergleichsmessungen im Technikum Winterthur feststellen, dass bei sonst gleichen Verhältnissen die Trocknungsdauer eines Tumblers mit 158 Liter Trommelinhalt 10 Minuten (Mittelwert mehrerer Messungen mit 6 kg Wäsche) kürzer war, als jene des Mietetumblers mit 126 L.

3. Ausblick

Die Herstellung von 10 Stück WP-HED1,5 ist nun abgeschlossen. Ein Gerät wurde nach der Fertigstellung ausgemessen (Beilage 5.6). Zweifellos sind Verbesserungen sowohl der Leistung als auch der Konstruktion möglich. Um praktische Erfahrung zu sammeln werden die fertigen WP-HED1,5 mit Mieleablufttrocknern und den passenden Waschmaschinen zu einer HED-Wasch-Trocken-Unit komplettiert und von Miele bei befreundeten Kunden zu einer Testphase platziert. Nach Vorliegen der Resultate und dem Entscheid, die Realisierung der Markteinführung weiter zu verfolgen, beginnt die Phase der Vorbereitung zur Herstellung der ersten marktfähigen Serie. Dies bedeutet vor allem das Finden von Lieferanten preiswerter Komponenten, aber auch das Prüfen der Konstruktion hinsichtlich diverser Aspekte wie Bedienungsfreundlichkeit, Wartung, Sicherheit, Preis, etc.,. Vor der Herstellung einer grösseren Serie ist dies ja auch normale Praxis.

Die Weiterführung der Arbeiten zur Markteinführung der "HED-Wasch-Trocken-Unit" von Miele, erfordert wohl noch einigen Einsatz von allen Beteiligten. Aber die Chancen, ein Marktsegment mit diesem neuen Produkt erfolgreich abdecken zu können, beurteilen wir als sehr gut.

4. Quellenverzeichnis

Autor	Titel
Markus Hug	Diplomarbeit 98 (ZHW, Winterthur)
Christian Specht	Diplomarbeit 99 (ZHW, Winterthur)
Jürg Nipkow	Systeme der Wäschetrocknung (Infel 3/93)
Ernst Schwarzwald	Wäschetrockner mit Wärmepumpenheizung (Infel 1/96)
Jörg Ruosch	Wäschetrocknen mit 1/3 Energieverbrauch (Hauszeitung Riedhof 12/2000)

5. Beilagen

- 5.1 Zwischenberichte
- 5.2 Schema „Kombination WP-HED1,5 / Wäschetumbler
- 5.3 Konstruktionsskizze WP-HED1,5 M1:10
- 5.4 Seitenansicht/Grundriss
- 5.5 HED-Wasch-Trocken-Unit
- 5.6 Messprotokoll

5.1 Zwischenberichte

1. Zwischenbericht zu P+D-Projekt BFE-Nr. 41 O39IEWZ-SSF-Nr. S00.047

- 1.0** Anträge für Subventionen an das EWZ und an BFE am 18. Dezember 2000. Im Verlaufe der zweiten Jahreshälfte von 2000 wurden mit Herr J. Ruosch vom EWZ und Herr R. Brüniger, BFE die Bedingungen abgeklärt, welche Voraussetzungen für Subventionen sind. Die wichtigste Bedingung ist das finanzielle Engagement eines Industriepartners. Es wurden diverse Firmen welche geeignet schienen, kontaktiert und mit 3 Firmen Verhandlungen geführt. Im Dezember 2000 konnte die Firma Doufas für das Projekt gewonnen werden.

Auf der Basis meines Antrages an EWZ arbeitet Herr Ruosch einen Vorgehensplan aus, in Absprache mit Herr Brüniger. Dieser Plan strukturiert das Projekt bezüglich Reihenfolge der Arbeiten und zeitlichem Ablauf. Die Bewilligung von Finanzhilfen wird von unserem Einverständnis mit diesem Vorgensplan abhängig gemacht. Von mir und von Herr Doufas unterschrieben übergebe ich dieses Schriftstück am 19. Feb. 01 Herrn Ruosch in Zürich.

- 2.0** Ein erster Entwurf des Geschäftsplanes wurde anfangs März 2001 ausgearbeitet. Durch den Fortschritt des Projekts ist dieser Geschäftsplan teilweise überholt, hatte aber zur Zeit der Entstehung seine Berechtigung.

- 3.0** Für die halbgewerbliche oder MFH-(Mehrfamilienhaus)Anwendung sind in der Schweiz 3 Hauptlieferanten von Tumblern der 6 kg-Grösse zu nennen:

Schulthess und V-Zug, sowie Miele. V-Zug ist wegen des WP-Tumblers, der nun auf den Markt kommt, kein Kandidat zur Zusammenarbeit. Zuerst habe ich versucht bei Schulthess das Interesse an der WP-HED zu wecken. Am 22. März konnte ich bei Schulthess in Wolfhausen die Produktion der Ablufttumbler ansehen und musste feststellen, dass die jetzigen Ablufttumbler für den Zusammenbau mit der WP-HED nicht prädestiniert sind, weil sie einen geschlossenen Boden aufweisen. Wohl könnten wir Ablufttrockner bei Schulthess kaufen mit dem üblichen Wiederverkaufsrabatt, aber an Zusammenarbeit ist Schulthess nicht interessiert. Bei Miele ist die Situation ganz anders, weil ihr vorhandener Kondensationstumbler eine zu kleine Leistung aufweist. Waren sie bisher die einzigen Anbieter von luftgekühlten Kondensationstumblern dieser Grösse, so ist nun auch Schulthess und V-Zug mit diesem Typ neu auf dem Markt und zwar mit besserer Leistung. (Vergleichstabelle von Miele liegt bei). Deshalb stellte uns Miele sofort zwei Ablufttumbler zur Verfügung und am 24. April konnten wir diese öffnen und die Brauchbarkeit für den Zusammenbau mit der WP-HED feststellen, weil die Luftführung in geschlossenem Kreislauf möglich ist.

- 3.0** Die Fragen der Form der Zusammenarbeit mit Miele wurden zurückgestellt, bis nach Demonstration des ersten Prototyps, d.h. Kombination von Miele-Ablufttumbler 15206 mit der WP-HEDI ,5 und Vorführung von Trocknungstests, in Anwesenheit von Mielefachleuten. Erst dann sind die Grundlagen vorhanden um das weitere Vorgehen zu besprechen.

- 5.0** Es wurden diverse konstruktive Vorarbeiten geleistet, wie z.B. Kontrolle der Prozessluftquerschnitte, thermodynamische Dimensionierung der Komponenten, Anordnungsvarianten im Gehäuse, etc. Ein erster Konstruktionsentwurf mit technischer Spezifikation wurde am 6. April fertiggestellt. Für die praktische Umsetzung sind Arbeitssitzungen mit ausführenden

Fachleuten erforderlich, um einen Kompromiss zwischen Arbeitsaufwand, zuverlässiger Funktion und Qualität, sowie vertretbarem Preis zu finden. Inzwischen fanden schon 2 solche Sitzungen in Winkel statt. Miele hat sich angeboten die praktischen Erfahrungen, welche sie im Waschraum über Jahre sammeln konnten, auch uns zur Verfügung zu stellen. Dieses Angebot wollen wir gerne nutzen speziell deshalb, weil Miele Anpassungen am Tumbler und den Zusammenbau mit der WP-HED, in Spreitenbach selber machen wollen. Für die Schnittstelle Tumbler/WP-HED können wir von Miele (Hr. Gerzner) sicher nützliche Hinweise erhalten.

Generell kann gesagt werden, dass die Realisierung des Projekts sich weitgehend in Übereinstimmung mit dem Vorgehensplan befindet. Auch die Nummerierung der Abschnitte erfolgte nach Vorgehensplan. Ich bin überzeugt, dass das vorliegend beschriebene Projekt zu den geplanten Abschluss gebracht werden kann. Wohl muss noch viel Arbeit geleistet werden, aber die Bestätigung von Miele der vorhandenen Marktchancen, hat doch das befürchtete Risiko deutlich reduziert und Unsicherheiten abgebaut.

E. Schwarzwald

Curio, 22. Mai 2001

2. Zwischenbericht zu P+D-Projekt BFE-Nr. 41 O39/EWZ-SSF-Nr. S00.047

1.0 Neue Marktsituation durch Wärmepumpentumbler V-Zug

Das neue Produkt "Wärmepumpentumbler für das Mehrfamilienhaus" von V-Zug, bescherte der Fa. Miele einen empfindlichen Wettbewerbsnachteil, wie in der Beilage 1 gut erkennbar. In dieser Beilage sind die 3 wichtigsten Lieferanten von Wäschetrocknern für das MFH aufgeführt und deren Trockner verglichen. Deutlich zu sehen ist die Gleichwertigkeit der Ablufttrockner und das schlechtere Abschneiden des Miele-Kondensationstrockners, wegen der langen Laufzeit. Diesen Nachteil möchte Miele nun durch einen Wärmepumpentumbler mit kurzer Laufzeit beheben, deshalb ihr grosses Interesse an unserer WP-HED, welche diese kurze Trocknungszeit ermöglicht.

Die erste Besprechung mit Miele (Herr Biland, Herr Gerzner) fand in Spreitenbach am 10. Mai 01 statt, mit Herr Doufas und E. Schwarzwald. Die Fa. Doufas konzentrierte sich nun auf die Herstellung von 2 Prototypen, wofür Miele 2 Ablufttumbler zur Verfügung stellte.

Am 9. Juli 01 fand eine weitere Besprechung bei Doufas in Winkel statt. Es war ein Mitglied der Geschäftsleitung des Mutterwerkes Miele AG in Gütersloh Herr Dr. Bazzi ebenfalls anwesend. Bei diesem Treffen in Winkel wurde von Mieleseite der Vorschlag gemacht, Waschmaschine und Trockner auf einen gemeinsamen Sockel zu platzieren, der von der WP-HED gebildet wird. Auf diese Weise kann der Nachteil des Platzbedarfs eliminiert werden, weil dadurch der übliche Metall- oder Betonsockel wegfällt. Im weiteren ist auch noch eine Abwärmeverwertung, welche in Form von Warmwasser anfällt, in der Waschmaschine möglich. Ob sich dies rechnet muss noch untersucht werden.

2.0 Istzustand des Projekts

Das Hauptproblem, welches noch gelöst werden muss ist der Preis. Da dieser massgebend von der Stückzahl bestimmt wird, versuchte die Mieletochter in Spreitenbach von Anfang an das Mutterwerk in Gütersloh für die Idee des Wärmepumpen-Trockners zu gewinnen. Am 20. Sept. 01 fand deshalb in Gütersloh die Präsentation der WP-HED in Anwesenheit von 2 Mitgliedern der Geschäftsleitung und einem Gremium von Fachleuten statt. Ebenfalls gezeigt werden konnte ein von Doufas hergestellter Prototyp WP-HED 1.5. Die Geschäftsleitung sagte spontan zu, Miele Spreitenbach bei dem Einstieg in die WP-Trocknung zu unterstützen. Als erstes bedeutet dies, dass 10 Stück WP-HED in der Miele-Variante ausgeführt werden. Es wird noch bestimmt, ob alle gleich oder eventuell in 2 verschiedenen Leistungsstärken. Vermutlich wird Miele Gütersloh die Erfahrungen von der Schweiz abwarten, gleichzeitig aber bei den aussichtsreichen Ländern (Deutschland, Österreich, Holland, Skandinavien) das Interesse an der WP-Trocknung evaluieren. Die Entwicklungsabteilung wird sich mit der Prüfung des WP-HED Prototyps befassen.

3.0 Rückwirkung auf den Vorgehensplan und neue Termine

Gegenüber dem Vorgehensplan (von Herr Ruosch, EWZ 30. Jan. 2001), sind die folgenden Änderungen eingetreten, bedingt durch den Wechsel des Industriepartners von Fa. Doufas AG auf Fa. Miele AG, Spreitenbach:

- Der Geschäftsplan, wie ursprünglich entworfen ist überholt, da dieser jetzt in den Händen von Miele-Fachleuten liegt und somit zur internen Angelegenheit von Miele geworden ist. Auch Punkte 3 und 4 des Vorgehensplan sind durch die Beschränkung auf Miele überholt, respektive erledigt.

- Die ersten Konstruktionsentwürfe sind ebenfalls überholt und wurden ersetzt durch die niedrige, breite Mielevariante.
- Ausmessen des zweiten Prototyps ist anfangs Oktober vorgesehen.
- Die Fabrikation der Serie von 10 Stück WP-HED ist so rasch wie möglich vorgesehen. Allerdings muss schon für diese 10 Geräte die Erfahrung von Miele mit den Anwendern in der Konstruktion berücksichtigt werden. Wohl ist mit einer Verzögerung des ursprünglichen Termins für den Abschluss des Projekts zu rechnen, trotzdem sind alle Beteiligten daran interessiert das Projekt noch dieses Jahr abzuschliessen.

4.0 Ausblick

Miele Schweiz will die WP-HED auf den Markt bringen. Die Markteinführung ist somit in guten Händen. Es ist ein glückliches Zusammentreffen, einerseits das Bedürfnis von Miele nach WP-Trocknung und andererseits das bereits angelaufene Projekt mit dem gleichen Ziel. Es besteht berechtigte Hoffnung, dass nicht nur der MFH-Trockner in der Schweiz und in einigen Ländern in Europa erfolgreich eingeführt wird, sondern auch das gleiche WP-HED Prinzip für die Gewerbegrösse genutzt wird, da Miele auch grössere Trockner herstellt.

Curio, 25. September 2001/ES

Vergleich 6 Kg Trockner für MFH und Gewerbe

10.5.01 Bi

	V-Zug	Schulthess	Miele
Abluft	TA 280	T 6250	T 5206
Bruttopreis	3750	3710	3680
Trockenzeit in Min.	55	60	48
Energieverbrauch kWh	3.8	3.9	3.9
Energie-Label	C	C	C
max. Anschlusswert kW	4.9	5.2	5.4
Luft-Kondens	TK 281	TC 6350	T 5205 C
Bruttopreis	4575	4540	4300
Trockenzeit in Min.	72	66	85
Energieverbrauch kWh	4	3.96	4.2
Energie-Label	C	C	C
max. Anschlusswert kW	5	5.2	2.86
Luftkondensation mit Wärmepumpe	TW 282		Kombination T 5206/HED1,5
Bruttopreis	5900		stückzahlabhängig
Trockenzeit in Min.	80		60
Energieverbrauch kWh	1.9		2 kWh
Energie-Label	A		A
max. Anschlusswert kW	2.1		2 kW

3. Zwischenbericht P+D-Projekt BFE Nr. 41 O39/EWZ Nr. SOO.047

- 1.0** Die ersten beiden Prototypen, welche vergangenes Jahr ausgeführt wurden mussten geändert werden, weil zu teuer und unbefriedigend in der Leistung. Zwei weitere Prototypen wurden anfangs dieses Jahres hergestellt mit dem Schwerpunkt preisgünstige Fabrikation. Es wurde sich speziell auf das Gehäuse konzentriert und auch eine gute Lösung mit einer Blechkonstruktion gefunden. Die verfahrenstechnische Seite wurde jedoch leider bei diesen beiden Prototypen zu wenig beachtet. Dies zeigte sich bei den Messungen, welche kürzlich durchgeführt wurden und wobei eine ungenügende Trocknungsleistung festgestellt wurde. Es wurden nur 3 Liter Wasserverdampfung festgestellt, statt der mindestens 4 l/h. Die beiden Prototypen wurden von mir genauer angesehen, wobei folgende Feststellungen gemacht wurden:
- 2.0**
- Das Gehäuse ist zu hoch. Es wurde 600 ausgeführt, darf aber 500 mm nicht überschreiten. Zudem ist der vorhandene Raum für die Komponenten nicht optimal genutzt.
 - Alle Wärmeübertragungsflächen sind zu klein dimensioniert, speziell der Verdampfer sollte eine mindestens 50% grössere Fläche aufweisen. Der Lamellenabstand des Verdampfers ist mit 3mm zu klein; um den Luftwiderstand durch Kondensattropfen nicht zu gross werden zu lassen sind mindestens 3,5 mm erforderlich. Spezifikation dieser Flächen vom 14. 11. 2001.
 - Abwärme des Kompressors reduziert die Kälteleistung, wenn er nach dem Verdampfer platziert wird. Separate Kühlluft erforderlich oder andere Platzierung.
 - Ventilator sollte stärker sein, im Idealfall Laufrad des Tumblerventilator entfernen und mit nur einem, aber stärkeren Ventilator arbeiten.
 - Expansionsventil sollte weniger starke Schwankungen aufweisen.
 - Kühlluft besser dosieren, damit weniger oft ein- und ausgeschaltet wird.
 - Es muss auch versucht werden die Kondensationstemperatur zu reduzieren, da die Kälteleistung mit hoher Kondensationstemp. stark abnimmt. Es gilt für eine bestimmte Konstruktion die optimale Kondensationstemp. zu finden.
- 3.0** Nachdem es dem Hersteller gelungen ist, für das Gehäuse und die Fabrikation eine preisgünstige Lösung zu finden, muss sich nun auf die Forderungen des Anwenders und die Optimierung der Thermodynamik konzentriert werden. Erst wenn wir die volle Trocknungsleistung erreicht haben, kann die Herstellung der ersten 10 Stück WP-HED 1.5 in Angriff genommen werden.

Curio, 19. März 2002/ES

4. Zwischenbericht, P+D-Projekt BFE Nr. 41 O39/EWZ Nr. SOO.047

1.0 Die ursprüngliche Planung zum Ablauf dieses Projekts wurde im Vorgehensplan vom 30.1.01 umschrieben. Demzufolge sollte das Projekt schon Ende Oktober 2001 abgeschlossen sein.

Im Mai 2001 wurde unser Konzept Miele AG vorgestellt und ist auf grosses Interesse gestossen. Dies hatte Rückwirkungen auf den Vorgehensplan und Geschäftsplan, wie dies im 1. Zwischenbericht vom 22. Mai 01 beschrieben wird. Am 5. Juli 01 fand eine weitere Besprechung mit kompetenten Herren von Miele statt, an der beschlossen wurde die WP-HED als Sockel für Waschmaschine und Tumbler auszubilden, was eine geringere Höhe erlaubt.

Diese Anpassungen führten zu zeitlichen Verschiebungen, wie sie im Jahresbericht Ende 01 und im 2. Zwischenbericht vom 19. März 02 beschrieben sind. Gleichzeitig mit dem Jahresbericht wurde eine Verlängerung des Projekts bis Ende Juni 02 beantragt.

2.0 Wie im 2. Zwischenbericht erwähnt, wurden zwei weitere Prototypen der WP-HED 1.5 fabriziert, welche das Hauptproblem nämlich das Gehäuse, gelöst hatten, aber thermodynamische Mängel aufwiesen. Trotzdem wurden Messungen zur Überprüfung der Trocknungsleistung durchgeführt. Auf Grund dieser Messungen wurden folgende Erkenntnisse gewonnen:

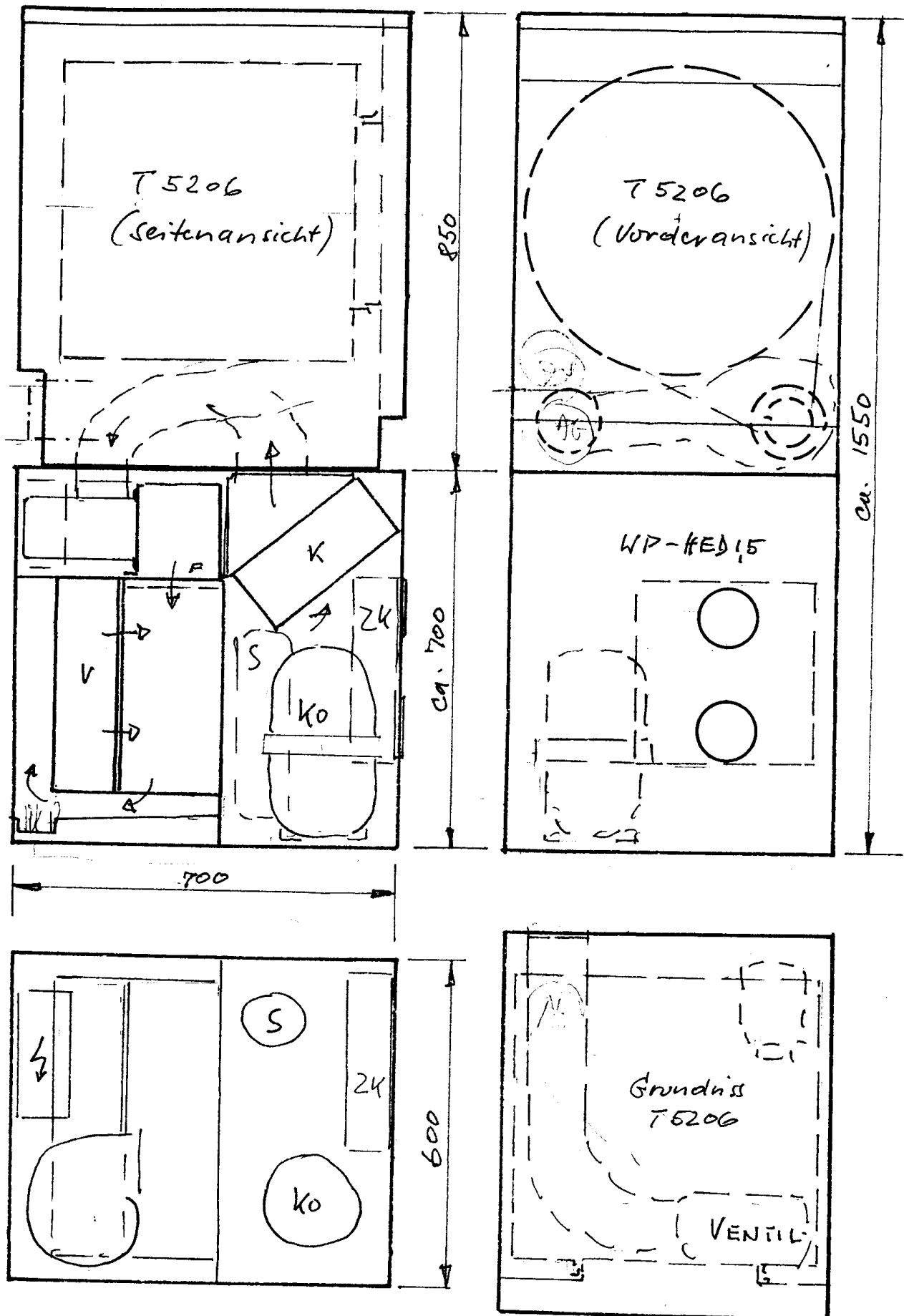
- Die leistungsbeschränkende Grösse im System ist nicht die WP-HED, sondern die Trommelgrösse des Tumblers. Es bringt deshalb zu wenig den grösseren Kompressor zu verwenden, weil in der Trommel nicht entsprechend mehr Feuchtigkeit aufgenommen werden kann.
- Erst kürzlich wurde im Verlaufe von Tests bemerkt, dass an der Innenseite der Rückwand des Mieleablufttumblers Solleckstellen zur Kühlung dieser Rückwand angebracht sind. So sinnvoll diese Lecks für reinen Abluftbetrieb sind, für die WP-Trocknung müssen sie geschlossen werden, da z.B. 15% weniger Heissluft in die Trommel auch 15% weniger Trocknungsleistung bedeutet.

3.0 Die ursprüngliche Aussage über die zu erreichende Trocknungsleistung (6 kg Wäsche in 60 Min. bei einer Ausgangsfeuchte von 55%=3,3 Liter Wasser), kann nun nicht mehr garantiert werden, wegen der limitierten Feuchtigkeitsaufnahme in der relativ kleinen Trommel des Tumblers. Diese Begrenzung könnte nur durch einen speziellen, teuren Ventilator überwunden werden. Es stellte sich die Frage, ob die 10 Stück WP-HED in zwei Varianten ausgeführt werden sollten, eine teure mit grossem Kompressor und stärkeren Ventilator und eine "vernünftige" Ausführung. Um Miele's Meinung zu hören, wurde am 12. Juni eine Besprechung mit den Herren Biland und Gerzner von Miele durchgeführt. Man verständigte sich einstimmig darauf nur die vernünftige, bezahlbare Ausführung für die 10 Stück WP-HED herzustellen und dies möglichst bald, was im Interesse aller Beteiligten ist. Es kommt also der Cesavent Ventilator und der kleine Kompressor ZR22K3 zur Ausführung. Verdampfer 7 RR, min. 3,5 mm La-mellenabstand. Kondensator 4 RR, 2 bis 2,5 mm Lamellenabstand. Sofort nach Verfügbarkeit des ersten WP-HED 1.5 finden Trocknungsversuche statt, womit das Projekt abgeschlossen werden kann.

4.0 Die Verbindung der beiden Prozessluftkanäle vom Tumbler zur WP-HED ist noch nicht eindeutig festgelegt. Die Vorbereitung der Ablufttumbler für die WP-HED Trocknung wird in Spreitenbach vorgenommen und muss noch zwischen den Herren Gerzner und Doufas im Detail festgelegt werden. In der Hauptsache geht es um die Entfernung der Heizung und des internen Ventilators im Tumbler, sowie um die luftseitigen und elektrischen Verbindungen von Tumbler und WP-HED.

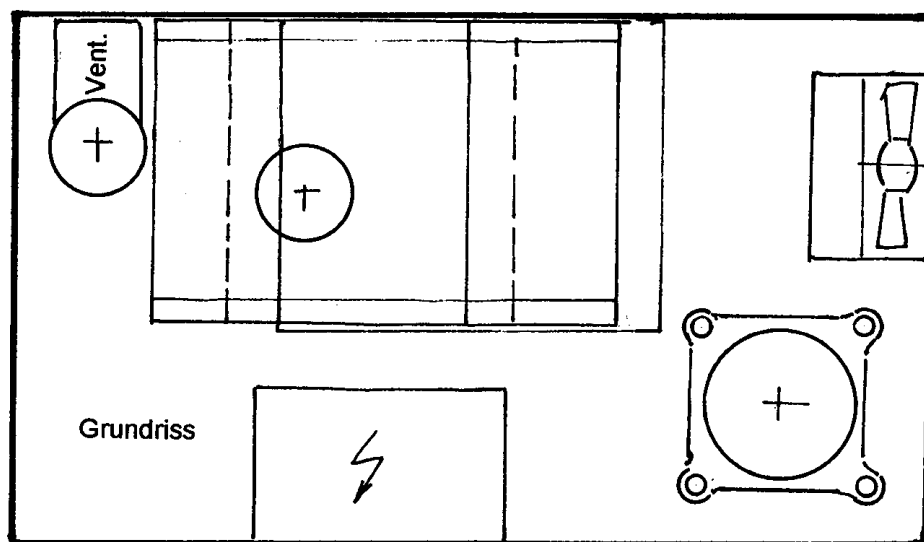
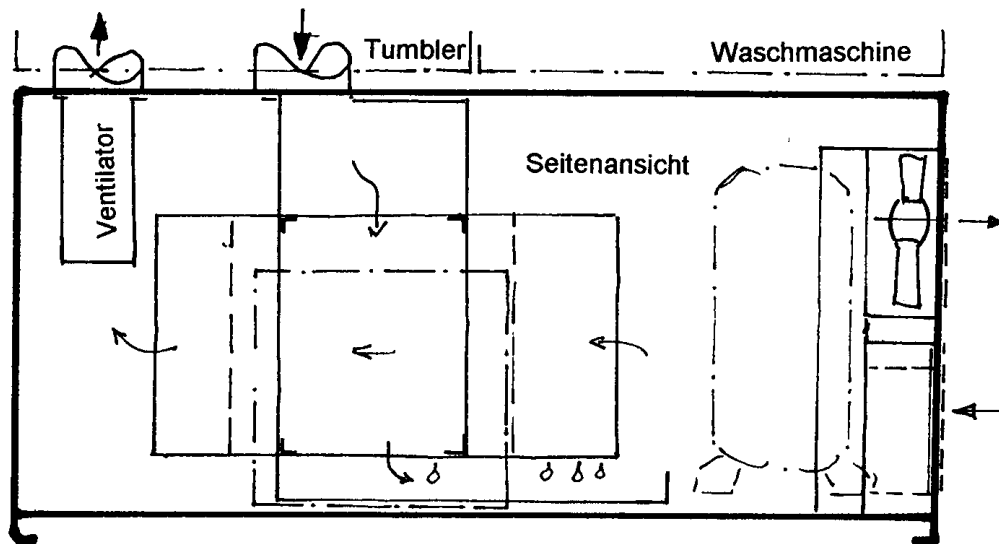
5.0 Wie bereits mit den Herren Brüniger und Ruosch besprochen, ist eine nochmalige Verlängerung des Projekts bis Ende Oktober 2002 erforderlich. Wir hoffen allerdings, der Abschluss des Projekts wird vorher möglich sein.

Curio, 21. Juni 2002/ES



Curio, 6.4.01/ES

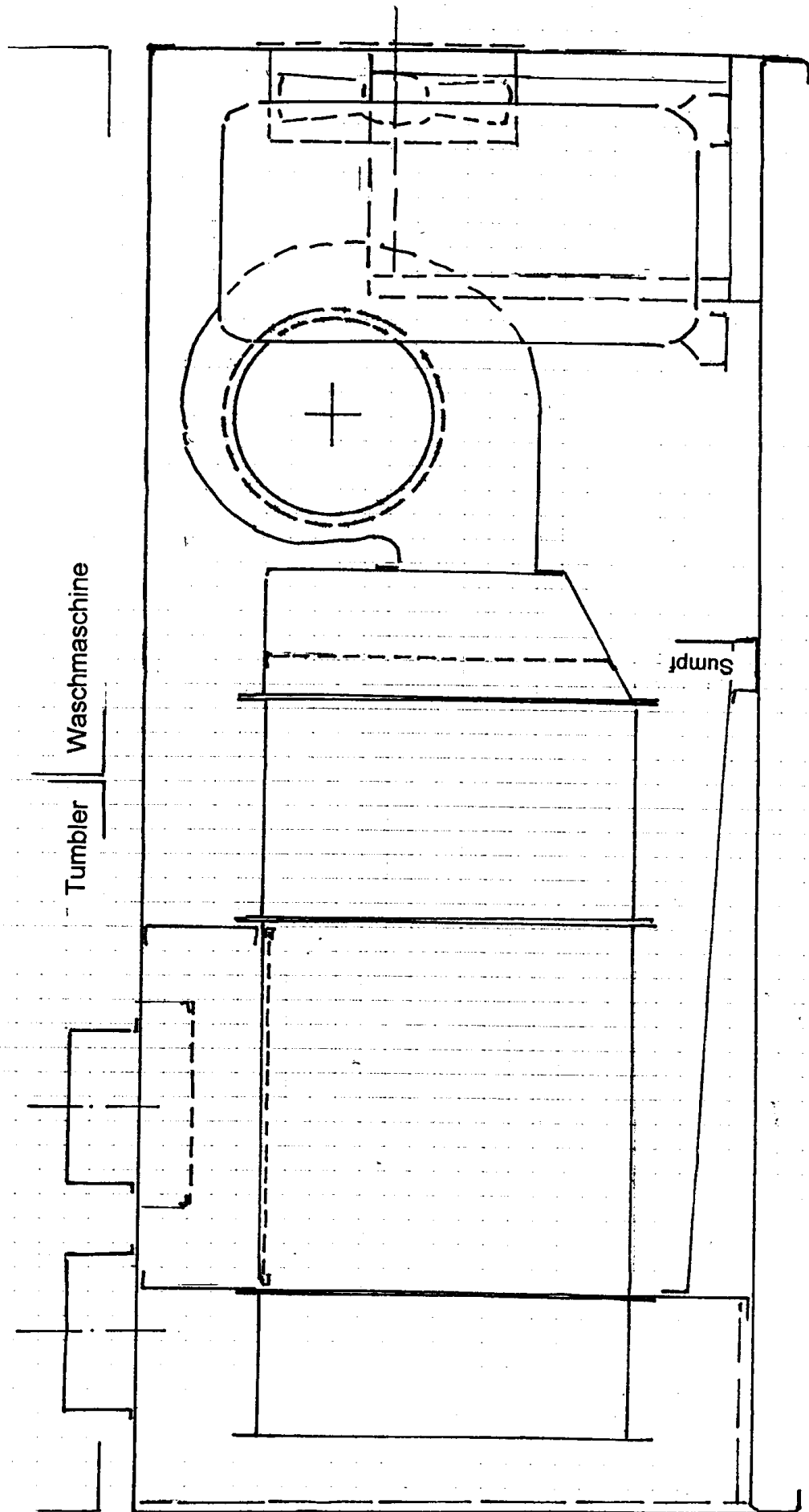
P+D-Projekt Konstruktionsskizze WP-HED1,5 M 1:10
Miele-Anordnung 2. Version



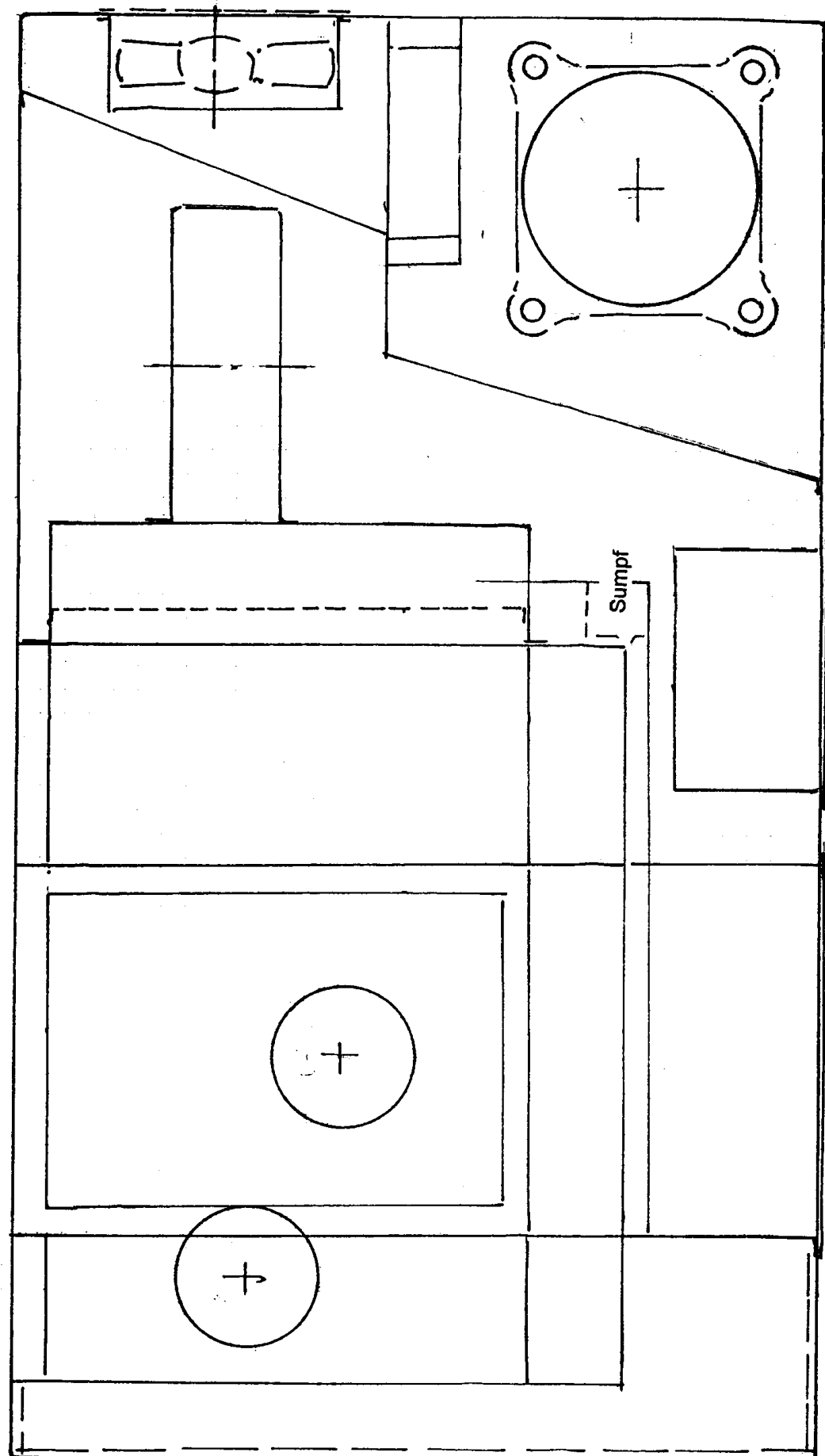
Diese Ausführung weist die folgenden Mängel auf, die bei der letzten Version korrigiert wurden (im Zwischenbericht vom 19. März 2002 im Detail aufgelistet):

- Ventilator in der höchsten Temperatur der Prozessluft bedeutet teurer Ventilator und geringe Förderleistung wegen grossem Volumen der Luft.
- Kompressor schlecht gekühlt, Kompressor-Abwärme reduziert Kälteleistung.
- Alle Wärmeübertrager-Flächen zu klein (mit Ausnahme Zusatzkondenser).
- Gehäusehöhe zu hoch, ist noch zu reduzieren.
- Tropfwanne vergrössern, da auch an Verdampferbögen Kondensatbildung.

P+D-Projekt Seitenansicht der WP-HED1,5 M 1:5

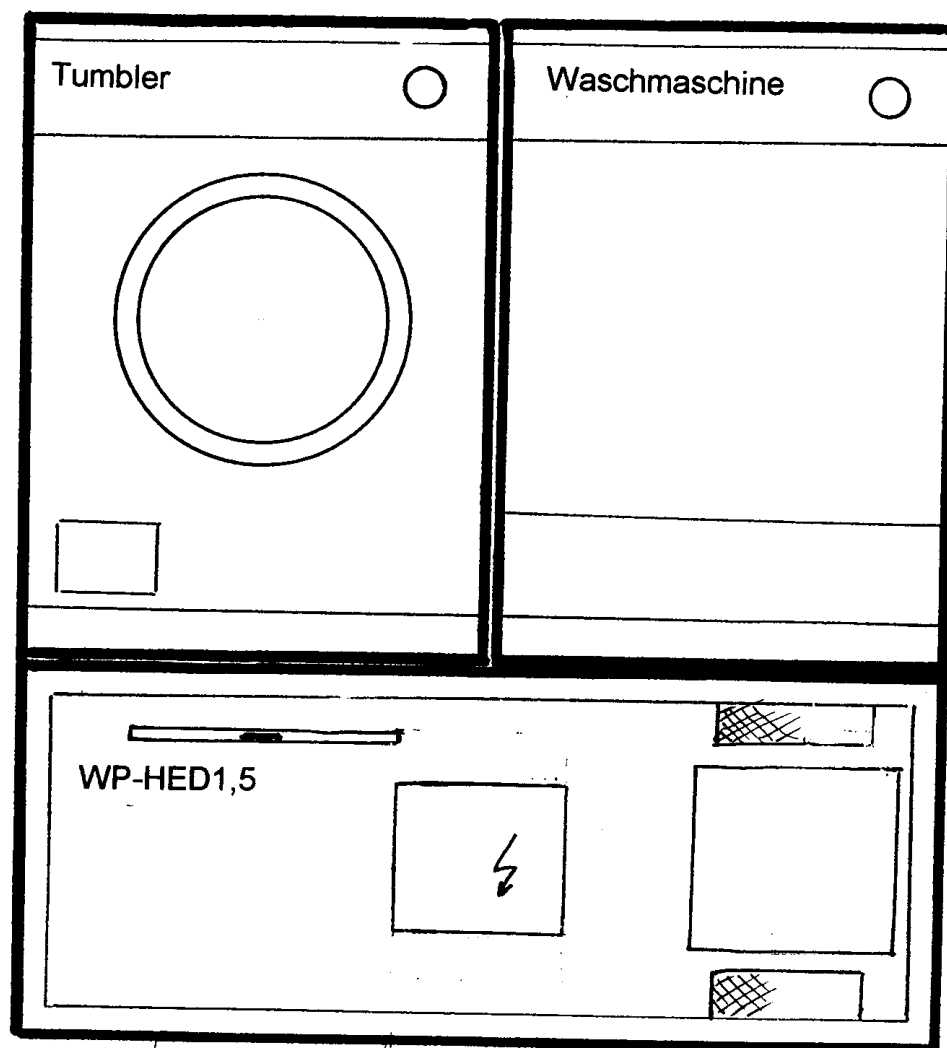


P+D-Projekt Grundriss der WP-HED1,5 M 1:5



Curio, 5. Oktober 2002

HED-Wasch-Trocken-Unit



M 1:10

Messprotokoll der Kombination WP-HED1,5/Tumbler (Version Miele Piloten)

Ort, Datum: WINKEL, 25. Okt. 02Wäsche (50% Baumwollfrotté, 50% Baumwolltrikot): 5,50 KgWäsche nass: 7,90 Kg, Ausgangsfeuchte: $\frac{34}{5,5} = 43,6$ %Wäsche nach Trocknung: 5,60 Kg, Wasser verdampft: 2,32 Kg

Programm 2

Zeit	Temperaturen °C			Leistungs-Aufn. kWh	Bemerkungen
	Verdampfung	Kondensation	Abluft		
15:52	Tumbler eingeschaltet				
53	kompr. ein				
58	7°C	70°C	30°C	0,1 kWh	Kühlung ein
16:02	7,5°C	72°C	32°C		Tumbler 6*)
06	7/7,5	71/72	32,3	0,5 "	+ 400 Pa vor Tumbler - 50 Pa nach Tumbler Tumbl. 5*) } **)
14	"	"	33,6	"	
18	"	"	33,7	1,3 "	
20	"	"	34	1,3 "	
22	"	"	34,3	1,4 "	
24	"	"	34,5	1,5 "	15 Amp. Anfn. Tumbl. 4*)
28	"	"	34,5	1,7 "	
31	"	"	35°C	1,9 "	
36	"	"	35,5	2,1 "	
40	"	"	36	2,3 "	
46	"	"	37,3	2,6 "	
16:49	"	"	38,2	2,7 "	Tumbl. 3*)
50	"	"	38,6	2,8 "	
51	Tumbler stellt ab				Tumbl. 2*)

*) Anzeige Feuchte der Wäsche (Tumbler Display)

**) Druck in den Verbindungskanälen

Crino, 30.10.02/ES

