

**Fallstudie zu den  
erzielten Wirkun-  
gen durch das  
PTB-Projekt „Auf-  
bau einer Kalib-  
rierstelle im  
CERTI“ in Brasilien**

**Jörg  
Meyer-Stamer**  
jms@mesopartner.com

Zweite Fassung

Duisburg  
Januar 2006

**mesopartner**  
local economic delivery

[www.mesopartner.com](http://www.mesopartner.com)

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Die Zusammenarbeit zwischen PTB und CERTI</b>	<b>1</b>
2.1	Dreidimensionale Messtechnik	2
2.2	Das Marketing von Messtechnik	2
<b>3</b>	<b>Ein Beispiel der Arbeit von CERTI: Unterstützung der Metrologie bei einem Kfz-Zulieferer</b>	<b>4</b>
3.1	Stufen der Entwicklung von Metrologie in Unternehmen	6
3.2	Die Unterbewertung von Metrologie	8
<b>4</b>	<b>Die Zusammenarbeit mit Metrologielabors im Nordosten Brasiliens</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Dreidimensionale Messtechnik in der Medizin</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Jenseits der dreidimensionalen Messtechnik: Was ist im Tank?</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Die Wirkungen des PTB-Projekts im CERTI</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Die Relevanz von Metrologie-Projekten in der technischen Zusammenarbeit</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>Wirkungen der Zusammenarbeit zwischen PTB und CERTI</b>	<b>15</b>
	Annex 1: Struktur des CERTI .....	17
	Annex 2: Struktur des CERTI-Trainingsprogramms im Programa de Metrologia Nordeste ..	18
	Annex 3: CERTI-Produkte und ihre Relevanz für die Produktentwicklung der PTB .....	19

*„Und woher weißt du, wann das Ei gut ist?“  
„Ich nehme es nach viereinhalb Minuten heraus, mein Gott!“  
„Nach der Uhr, oder wie?“  
„Nach Gefühl! Eine Hausfrau hat das im Gefühl.“  
Loriot, Das Ei*

## **1 Einführung**

Metrologie ist eine der zentralen und oft unterschätzten Grundlagen einer funktionierenden Volkswirtschaft. Industrielle Produktion kann nur funktionieren, wenn die Teile, die produziert und montiert werden sollen, auch zusammen passen – und das setzt den Einsatz von Messtechnik voraus. Landwirtschaftliche Produkte kommen nur dann in die Regale der Supermärkte, wenn sie nachweislich nicht mit Pestiziden oder anderen Substanzen kontaminiert sind – auch das setzt den Einsatz von Prüf- und Messtechnik voraus.

Aufbau und Stärkung von Institutionen der Metrologie ist seit langem ein Element der technischen Zusammenarbeit zwischen Industrie- und Entwicklungsländern. Seine Bedeutung hat in den letzten Jahren in dem Maße zugenommen, in dem einerseits Exporte aus Entwicklungsländern zunahmen und andererseits immer mehr Normen eingeführt wurden, die Prozesse und Produkte definieren und deren Erfüllung häufig die Voraussetzung für den Marktzugang ist.

Gegenstand dieses Papiers ist die Analyse der Zusammenarbeit zwischen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, PTB, und der Fundação CERTI, einem Metrologielabor in Florianópolis, Brasilien.

## **2 Die Zusammenarbeit zwischen PTB und CERTI**

Im Juni 1994 begann ein Kooperationsprojekt zwischen PTB und CERTI unter dem Titel „Aufbau einer Kalibrierstelle im CERTI“. Als Projektziel wurde definiert „Der Bedarf der Klein- und Mittelindustrie nach Trainings- und Beratungsleistungen in der Metrologie sowie dem Kalibrieren von Instrumenten und Normalen wird befriedigt“. Das Projekt lief über vier Phasen: Eine Orientierungsphase im Jahr 1994, die erste Projektphase von 1995 bis 1997, die zweite Projektphase von 1998 bis 2002 sowie eine Nachbetreuungsphase in den Jahren 2003/04. Der deutsche Projektbeitrag belief sich auf insgesamt €1,77 Mio.

## 2.1 Dreidimensionale Messtechnik

In der ersten Projektphase lag der Schwerpunkt der Aktivitäten auf der technischen Seite. Im Zentrum stand die Stärkung der Kompetenz des CERTI in der dreidimensionalen Messtechnik. Das CERTI war seit langem kompetent in der Längenmesstechnik. Dreidimensionale Messtechnik jedoch ist sowohl komplizierter als auch aufwändiger; die notwendigen Messgeräte sind bedeutend teurer als Messgeräte für die allgemeine Längenmesstechnik, und die Qualifikationsanforderungen für Bediener sind höher. Rudimentäre Längenmesstechnik kennt jeder Heimwerker, der schon mal einen Zollstock benutzt hat. Dreidimensionale Messtechnik hingegen ist eine Veranstaltung, die im Haushalts- und Hobbybereich im wesentlichen nicht vorkommt. Ein typisches Beispiel für die Anwendung dreidimensionaler Messtechnik ist der Versuch, bei der Fahrradachse die Abnutzung eines Konus mit Hilfe der Schieblehre nachzumessen – ein Unterfangen, bei dem der interessierte Heimwerker notwendig scheitern wird.

Zugleich nimmt die Bedeutung dreidimensionaler Messtechnik in der Industrie zu. Die 80er und 90er Jahre sahen einen Paradigmenwandel im industriellen Qualitätsmanagement, der deutlich schärfere Qualitätsanforderungen mit ein Bemühen um mehr Effizienz im Qualitätsmanagement und durch Qualitätsmanagement verband. Pionierunternehmen wie General Electric setzten das „Six Sigma“-Konzept um, das eine Obergrenze von 3,4 Defekten pro Million Fehlergelegenheiten definierte – ein Wert, der um den Faktor Tausend unter dem Qualitätsniveau vieler Unternehmen liegt. In diesem Kontext ist bei der Produktion von Teilen mit gewölbten Oberflächen, komplexen Formen und immer geringeren Toleranzen der scharfe Blick des Qualitätsinspektors nicht mehr ausreichend. Die Teile müssen vermessen werden, und dazu bedarf es dreidimensionaler Messtechnik. Dies gilt nicht nur für die metallverarbeitende Industrie, sondern z.B. auch für Hersteller von Verpackungen aus Kunststoff. Einer der Kunden des CERTI stellt Tuben für die Kosmetikindustrie her. Die Tuben so zu produzieren, dass der Deckel mit Klappverschluss genau auf die Tube passt (d.h. weder Deckel oder Tube beschädigt werden, weil das Gewinde zu kurz ist, noch die Tube unzureichend verschlossen ist, weil das Gewinde zu lang ist), ist eine nicht triviale Aufgabe für dreidimensionale Messtechnik.

Der Beitrag der PTB lag sowohl in der Lieferung von Ausrüstungen als auch im Training von CERTI-Mitarbeitern. 14 CERTI-Mitarbeiter nahmen an Fortbildungen im Ausland teil.

## 2.2 Das Marketing von Messtechnik

Während der ersten Phase des Projekts wurde deutlich, dass es nicht ausreichte, die Angebotsseite zu stärken, d.h. die messtechnische Kompetenz des CERTI aus-

zubauen. Es war durchaus nicht so, dass die Unternehmen mit ihrer Nachfrage nach messtechnischen Dienstleistungen dem CERTI die Tür eingerannt hätten. Viele der Unternehmen begannen– z.B. im Kontext der Vorbereitung auf die Zertifizierung nach ISO 9000 – selber gerade erst mit der Einführung systematischer Messungen und Kalibrierungen. Für das CERTI ergaben sich daraus Herausforderungen, die zugleich Opportunitäten waren:

- Es musste seine Dienstleistungen besser definieren und erklären, z.B. durch die Formulierung von Dienstleistungen („Produkten“).
- Es musste einen Außendienst aufbauen, um auf Unternehmen zuzugehen, Dienstleistungsangebote zu erklären und Erst- und Folgeaufträge zu akquirieren.
- Es konnte dadurch zusätzliche Einnahmen erzielen, dass es Einführungskurse in Metrologie und spezialisierte Schulungen zu diversen Aspekten der Messtechnik, der Kalibrierung und des Qualitätsmanagements in der Messtechnik anbot.
- Es konnte im Laufe der Zeit ein komplettes Paket von Dienstleistungen entwickeln, um Unternehmen und Messlabors beim gesamten Prozess der Einführung von Qualitätsmanagement in der Messtechnik zu begleiten.

In diesem Prozess war Ermutigung und Unterstützung durch die PTB von großer Bedeutung.

Kunden von CERTI sind sowohl Unternehmen als auch andere Mess- und Kalibrierlabors und –firmen. CERTI arbeitet mit Unternehmen vor allem in jenen Bereichen zusammen, in denen es in Brasilien wenige oder keine Konkurrenten gibt. Dazu gehört

- die dreidimensionale Messtechnik und die Kalibrierung von Messvorrichtungen, insbesondere dreidimensionalen Messvorrichtungen,
- die Beratung von Firmen und Labors bei der Einführung von Qualitätsmanagement in der Messtechnik,
- die Begleitung von Labors beim Prozess der Vorbereitung auf die Akkreditierung nach ISO 17025, einer internationalen Norm für Qualitätsmanagement in Mess- und Kalibrierlaboratorien.

Heute existiert im CERTI ein robustes Prozedere, um z.B. auf die Nachfrage von Laboratorien zu reagieren. Es bietet eine einwöchige Diagnose des Labors an, die jeweils von drei Experten des CERTI durchgeführt wird und lediglich 7.000 R\$ kostet (ca. €2.700). Wenn das betreffende Labor CERTI unter Vertrag nimmt, um

den Prozess der Vorbereitung auf ISO 17025 zu begleiten und unterstützen, wird – je nach existierender Kompetenz des Labors ein Betrag zwischen 40.000 und 110.000 R\$ (€15.000 – 42.000) fällig.

Um die Zusammenarbeit mit Kunden effizienter zu gestalten, hat CERTI das Internet-Portal LASAR eingeführt. Es bietet u.a. die folgenden Features:

- Kunden werden automatisch an fällige Kalibrierungen erinnert.
- Die Dokumentation von Kalibrierung und Akkreditierung ist weitgehend digitalisiert, d.h. läuft papierlos ab.
- Es ist möglich, im Browser-Interface Berechnungen von Messunsicherheiten durchzuführen, wobei dem Benutzer online Hilfestellungen gegeben werden. Es gibt eine ganze Hierarchie von zunehmend detaillierteren Anleitungen und didaktisch aufbereiteten Instruktionen und Basisinformationen.
- Es ist eine Chatfunktion einschließlich Webcam integriert, so dass der Benutzer sich mit Fragen sofort und direkt an CERTI-Techniker wenden kann.

Auf diese Weise wird der Aufwand für Routineaktivitäten im CERTI reduziert, denn das CERTI sieht sich selber nicht in erster Linie als Anbieter von metrologischen Standarddienstleistungen für Unternehmen. Für diese Dienstleistungen gibt es zahlreiche Labors und private Firmen, die zudem weit günstiger als das CERTI anbieten können, weil sie keine hochspezialisierten, sehr teuren und relativ selten benutzten Geräte amortisieren müssen. Für das CERTI ist es unattraktiv, in einen Preiswettbewerb mit diesen Anbietern einzutreten. Der Markt für das CERTI liegt in erster Linie bei Dienstleistungen für diese Labors und Metrologiefirmen. Daneben arbeitet CERTI mit Unternehmen zusammen, deren Anforderungen für andere Labors und Metrologiefirmen zu kompliziert sind. Betrachten wir zwei Beispiele, die uns helfen, die Arbeit von CERTI besser zu verstehen: Die Zusammenarbeit mit einem sehr ehrgeizigen Automobilzulieferer, der ebenfalls im Staat Santa Catarina angesiedelt ist, und die Zusammenarbeit mit Metrologielabors im Nordosten Brasiliens.

### **3 Ein Beispiel der Arbeit von CERTI: Unterstützung der Metrologie bei einem Kfz-Zulieferer**

Zen S.A. Indústria Metalúrgica (früher Irmãos Zen S.A.) ist eine bemerkenswerte Firma. Gegründet 1960 in São Paulo von zwei Brüdern, Nelson und Hylário Zen, zog die Firma 1973 nach Brusque um. Brusque gehört zum Itajaí-Tal im Bundesstaat Santa Catarina, einem der größten Cluster für Textil- und Bekleidungspro-

duktion in Brasilien. Was produziert Zen? Anlasser für Autos und andere Fahrzeuge. Die Firma hat heute 1.100 Beschäftigte – Ergebnis eines kontinuierlichen Wachstumsprozesses vom Klein- zum Mittelunternehmen und schließlich zur großen Firma. Gleichwohl ist Zen nach deutschem Verständnis ein typischer mittelständischer Betrieb.

Der Hauptmarkt der Firma waren lange Zeit Ersatzteile. Selbst ein guter Anlasser hält nicht ewig, und spätestens nach zehn Jahren ist ein Austausch fällig. Wenn man sieht, wie viele Autos in Brasilien herumfahren, deren Produktion vor mehr als 20 Jahren eingestellt wurde, weiß man, dass es einen beachtlichen Markt für Ersatz-Anlasser gibt. Aber Zen war nie zufrieden mit ihrem Status als Ersatzteillieferant. Ihre Ambition war, in die Riege der Zulieferer für große Automobilhersteller aufzurücken.

Die Hürde, die es dafür zu überwinden galt, wurde seit den 90er Jahren immer höher gelegt. Ende der 80er Jahre wurde die Norm ISO 9000 eingeführt, die einheitliche Anforderungen an Qualitätssicherungssysteme in Unternehmen und anderen Organisationen definierte. Die Erwartung war, dass auf diese Weise der Überwachungsaufwand reduziert werden könne: Wenn sich ein Unternehmen darauf verlassen könne, dass seine Zulieferer dank eines nach ISO 9000 zertifizierten Qualitätssicherungssystems konsistent solide Produkte produziert, müsse man allenfalls noch kleine Stichproben aus den zugelieferten Erzeugnissen kontrollieren. Die Realität zeigte allerdings, dass diese Erwartung sich nicht bewahrheitete – die Qualität vieler Zulieferteile war unzureichend. Im Laufe der 90er Jahre führten die US-Automobilhersteller die Norm QS 9000 ein, die noch schärfere Anforderungen definierte als ISO 9000. 2002 wurde QS9000 mit den analogen Normen deutscher, französischer und italienischer Hersteller zur Norm ISO/TS 16949 konsolidiert.

Zen hat diese Hürde übersprungen. Die Zertifizierung nach ISO 9000 erfolgte 1996, nach QS 9000 im Jahr 1998, und 2002 wurde die Firma nach ISO/TS 16949 zertifiziert. Grundlage dafür war eine systematische Anstrengung zur Einführung von Qualitätsmanagement und zur ständigen Verbesserung der Qualität, die sich auszahlte: Heute entfällt mehr als ein Drittel des Umsatzes auf Zulieferteile für große Automobilhersteller. 78% des Umsatzes wird im Export erwirtschaftet.

Konsistente Qualität setzt den konsistenten Einsatz von Metrologie voraus. Die produzierten Teile müssen vermessen werden, um sicherzustellen, dass jedes von ihnen innerhalb der akzeptierten Toleranzen liegt. Die Messvorrichtungen müssen regelmäßig kalibriert werden. Und wenn es Probleme gibt, die Toleranzen einzuhalten, müssen die Fachleute in der Produktion herausfinden, was schief läuft.

Die Firma Zen arbeitet in Sachen Qualitätssicherung seit langem mit der Fundação CERTI zusammen. Die Zusammenarbeit zwischen ZEN und CERTI war

zunächst, in den 90er Jahren, fokussiert auf die Lösung spezifischer messtechnischer Probleme und die Kalibrierung von Messvorrichtungen. Aber im Laufe der Zeit intensivierte sich die Zusammenarbeit. Das CERTI arbeitet eng mit dem Institut für Metrologie der Bundesuniversität von Santa Catarina (UFSC) zusammen, einer der renommiertesten brasilianischen Universitäten in den ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen, und so ergab es sich, dass das CERTI Studenten an Zen vermittelte, die dort ihre Master-Abschlussarbeiten erarbeiteten. Einer der Studenten entwickelte eine automatische Messvorrichtung für Anlasser-Zahnräder, von der heute mehrere Exemplare im Einsatz sind. Der Student selber wurde von Zen als Qualitätsmanager eingestellt.

Die Zusammenarbeit zwischen Zen und CERTI kulminierte Ende 2004 mit einem Auftrag, ein Qualitätsmanagementsystem für die Metrologie zu entwickeln. Eine Gruppe von Experten des CERTI verbrachte eine Woche in Brusque, um eine intensive Bestandsaufnahme der Metrologie bei Zen durchzuführen, und begann danach – im ständigen Kontakt mit den Qualitätsmanagern bei Zen – mit der Entwicklung eines Qualitätsmanagementsystems für die Metrologie.

Aus dieser Erfahrung lassen sich mehrere Schlussfolgerungen in Sachen „Metrologie und die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen“ ziehen:

1. Ohne Metrologie kann ein Unternehmen nicht international wettbewerbsfähig sein. Konsistente Metrologie ist ein Element von ISO 9000 und den Folgenormen.
2. Unternehmen durchlaufen eine Reihe von Entwicklungsphasen, bevor sie bei einem konsistenten Management der Metrologie ankommen.
3. Metrologie ist – zumindest in Brasilien – unterbewertet.

Betrachten wir den zweiten und dritten Punkt etwas genauer.

### **3.1 Stufen der Entwicklung von Metrologie in Unternehmen**

Die Einführung und Weiterentwicklung der Metrologie in Unternehmen vollzieht sich in Stufen.

- Ausgangspunkt ist die Einführung von regelmäßigen Messungen (anstelle der Produktion nach Erfahrung und Augenmaß). Dies geht häufig Hand in Hand mit der Einführung von Qualitätsmanagementsystemen und wird oft angeregt durch die Entscheidung, sich nach ISO 9000 oder einem anderen System zertifizieren zu lassen.

- Der nächste Schritt ist die regelmäßige Kalibrierung der Messinstrumente. Zunächst gehen metrologieunerfahrene Techniker häufig davon aus, dass teure und hochwertige Messinstrumente auf absehbare Zeit zuverlässig und präzise funktionieren. Sie übersehen dabei, dass die Geräte in Abhängigkeit von lokalen Umgebungsfaktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, der effektiven Schwerkraft oder magnetischen Besonderheiten inkorrekte Werte anzeigen können und daher mit Blick auf diese Faktoren kalibriert werden müssen.
- Der folgende Schritt ist die Einführung der Praxis, regelmäßig die Messunsicherheit zu bestimmen. Kein Messgerät misst mit absoluter Präzision. Daher ist es essentiell, die Messunsicherheit zu berechnen, um zu wissen, was die gemessenen Werte wert sind. Damit einhergehen wird häufig die Einsicht, dass es unterschiedliche Messstrategien gibt. Selbst der Durchmesser einer schlichten Achse kann auf sieben verschiedene Weisen mit sieben verschiedenen Ergebnissen ermittelt werden, und wenn z.B. ein Lieferant und sein Kunde verschiedene Messstrategien verfolgen, kann es zu Diskrepanzen und als Ergebnis zur Zurückweisung von Lieferungen kommen.
- Der anschließende Schritt ist die Einführung eines Systems zum Qualitätsmanagement in der Metrologie. Es gibt eine spezifische Norm für Qualitätsmanagement in Messlabors, ISO 17025, die auch für Unternehmenslabors anwendbar ist und mitunter in technologisch anspruchsvollen Bereichen vom Kunden vorgeschrieben wird.
- Das höchste Niveau ist der strategische Einsatz von Metrologie zur Schaffung eines Wettbewerbsvorteils für das Unternehmen. Meist wird Metrologie als Kostenfaktor und als Belastung gesehen. Diese Betrachtung ist indes kurzfristig und unangemessen. Der Einsatz der Metrologie entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Unternehmen kann zu beachtlichen Effizienzgewinnen und zu einer deutlichen Steigerung der Kundenzufriedenheit führen.

**Abbildung 1: Die Pyramide der Metrologie**



Die Erfahrungen des CERTI deuten darauf hin, dass in Brasilien bislang nur wenige Organisationen – Unternehmen und Labors – über den zweiten Schritt (Ka-

librierung) hinaus gekommen sind. Damit bleibt das Qualitätsmanagement prekär und verwundbar. Unternehmen können Variation in der Produktqualität (z.B. das häufige Auftreten von Produktlosen, die außerhalb der Toleranzen liegen) nicht verstehen und daher nur symptomatisch reagieren, nicht jedoch die Ursachen kurieren.

### **3.2 Die Unterbewertung von Metrologie**

Das CERTI-Beratungsprojekt für Zen umfasst insgesamt ein Honorar von 47.000 R\$ (€ 18.000), was etwa dem Gegenwert von drei Personenmonaten entspricht. Wenn man bedenkt, dass das CERTI Beratungsleistungen auf dem höchsten Niveau erbringt, verdeutlichen diese Beträge den geringen Wert, den selbst anspruchsvolle, wettbewerbsfähige Unternehmen der Metrologie beimessen. Unternehmen in Santa Catarina kontrahieren häufig Strategie-Consultants, oft aus dem Ausland. Diese Consultants verdienen nicht selten pro Tag das, was ein CERTI-Ingenieur im Monat kostet – und produzieren dabei oft wenig mehr als heiße Luft.

Hinter diesem Sachverhalt verbirgt sich das Problem der verzerrten strategischen Prioritäten. Metrologie und Qualitätsmanagement in der Metrologie sind selbst in Unternehmen wie Zen nicht hinreichend hoch aufgehängt. In vielen anderen Unternehmen ist die Metrologie der Instandhaltung unterstellt und in einem Kabäuschen in einer hinteren Ecke der Fabrikhalle untergebracht. Dies ist vermutlich ein strukturelles Problem, mit dem eine Institution wie CERTI noch lange wird kämpfen müssen.

## **4 Die Zusammenarbeit mit Metrologielabors im Nordosten Brasiliens**

„Was habe ich mit Metrologie zu tun? Für mein Geschäft ist das Wetter nicht wichtig!“ Das war eine der typischen Antworten, die Dilhermando Augusto de Mello bekam, als er Ende der 90er Jahre in Pernambuco eine Studie zu „Angebot und Nachfrage nach metrologischen Dienstleistungen“ durchführte. Unternehmer hielten „Metrologie“ für einen Schreibfehler und dachten an Meteorologie.

Aber auch in Institutionen, in denen man profunden Sachverstand in Sachen Metrologie vermutet hätte, lagen die Dinge im Argen. Messlaboratorien in der Bundesuniversität von Pernambuco maßen munter vor sich hin, ohne sich über Kalibrierung und Rückführung, geschweige denn Qualitätsmanagement, irgendwelche Gedanken zu machen.

Damit existierte für Akteure in verschiedenen Institutionen, die sich als Pioniere in Sachen Metrologie verstanden, eine beachtliche Herausforderung. Gleichzeitig

jedoch waren die Rahmenbedingungen nicht ungünstig, denn es entwickelte sich in der Region zunehmend eine Nachfrage nach Labordienstleistungen, z.B. deswegen, weil große Entwicklungsprojekte der 70er und 80er Jahre im wahrsten Sinne des Wortes begannen, Früchte zu tragen. Am Sobradinho-Staudamm war beispielsweise eine intensive Bewässerungslandwirtschaft entstanden, die überwiegend auf kleinbetrieblichen Strukturen fuß. Hier werden Früchte wie Mangos und Tafeltrauben im großen Stil produziert und zunehmend exportiert – und für den Export sind regelmäßige Untersuchungen der Früchte unumgänglich (und natürlich auch regelmäßige Kalibrierungen der Laborausrüstungen essentiell). Auch in anderen Branchen entstand, nicht zuletzt aufgrund der Anforderungen im Export, zunehmender Bedarf an regelmäßigen Produktprüfungen und Zertifizierung. Vor diesem Hintergrund war Metrologie mit einem Mal nicht mehr eine marginale Veranstaltung pedantischer Techniker, sondern eine zentrale Bedingung für internationale Wettbewerbsfähigkeit. Aber auch in Sektoren, die nicht exportorientiert sind, spielte Metrologie eine zunehmende Rolle. In der Bauwirtschaft waren z.B. gelegentlich Gebäude kollabiert, weil beim Anrühren des Betons ungeeignete Wasserqualitäten benutzt worden waren.

In diesem Umfeld konstituierte sich 1998 ein Netzwerk von zehn Institutionen aus dem Umfeld von Forschung, Hochschulen und beruflicher Bildung sowie Wirtschaftsförderung, die sich das Thema Metrologie auf die Fahnen schrieben. Als das nationale Metrologie-Institut, INMETRO, und die PTB zu diesem Zeitpunkt mit einem Vorschlag für ein Metrologieprojekt im Nordosten auftraten, trafen sie in Pernambuco auf ein günstiges Umfeld. Ansprech- und Kooperationspartner gab es ferner in Bahia und Ceará, den anderen beiden starken Bundesstaaten des Nordostens. Besonders erfolgreich war das Projekt, das nun aufgelegt wurde, gleichwohl in Pernambuco.

Kern des Projektes waren drei Aktivitäten: Seminare zur Sensibilisierung, Trainingskurse und die Beratung von Laboratorien. Durchgeführt wurden diese Aktivitäten überwiegend von Spezialisten des CERTI.

Seminare zur Sensibilisierung fanden in Bahia, Pernambuco und Ceará statt. Eingeladen waren Personen aus Laboratorien, aber auch und insbesondere aus Unternehmen. An diesen Halbtagesseminaren nahmen insgesamt rd. 800 Personen teil.

Trainingskurse, die insbesondere auf Techniker in Laboratorien im Nordosten zielten, hatten einen Umfang von 160 Stunden und wurde in drei Subregionen durchgeführt: Bahia (mit Alagoas und Sergipe), Pernambuco (mit Paraíba und Rio Grande do Norte) und Ceará (mit Piauí und Maranhão). Die Kurse in Bahia und Ceará hatten je 29 Teilnehmer, der in Pernambuco 43. Ferner wurden in jeder Region 12 Auditoren ausgebildet, die Labors evaluieren können. Wie sieht ein Kurs aus, mit dem Praktikern die wichtigsten Elemente moderner Metrologie vermittelt werden? Die Tabelle im Annex 2 gibt einen Überblick.

Die Beratung von Laboratorien bezog sich in jeder der drei Regionen auf jeweils ein Kalibrier- und ein Prüflabor. Lokale Akteure schlugen verschiedene Labore vor, die dann von CERTI-Mitarbeitern evaluiert und pro Region zwei Labore ausgewählt wurden. Überwiegend handelte es sich um öffentliche oder quasi-öffentliche Labore, aber im Falle Pernambucos profitierte auch eine private Firma für Kalibrierdienstleistungen von dem Projekt.

Die Wirkungen dieses Projekts können gar nicht hoch genug eingeschätzt werden; sie werden von allen Beteiligten ausgesprochen wertgeschätzt. DirektorInnen von Kalibrier- und Prüflabors, die an dem Programm teilgenommen haben, berichten mit leuchtenden Augen von der erstmaligen Begegnung mit dem Konzept der Messunsicherheit. Allein in Pernambuco sind mittlerweile zehn der damals beteiligten Labors entweder nach ISO 17025 akkreditiert oder von der ANVISA, der Nationalen Agentur zur Gesundheitsüberwachung (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), zertifiziert, bei zwei Laboren steht die Zertifizierung oder Akkreditierung bevor, und weitere zwölf Labore bereiten sich auf die Zertifizierung oder Akkreditierung vor.

## **5 Dreidimensionale Messtechnik in der Medizin**

Auch das CERTI hat direkten Kontakt mit der ANVISA. Gegründet im Jahr 1999, hat sie sich zur Aufgabe gemacht, in den verschiedensten Bereichen die Voraussetzungen für eine gesunde Lebensweise und die Chancen der Heilung von Kranken zu verbessern. Einer der Bereiche, in dem gravierende Defizite bestehen, ist die Qualität von orthopädischen Implantaten – von Schrauben und Scheiben bis zu künstlichen Hüftgelenken. Das Qualitätsniveau der brasilianischen Produkte in diesem Bereich ist beklagenswert; das staatliche Gesundheitssystem SUS (Serviço Único de Saude), das vor allem den ärmeren Teil der Bevölkerung bedient (die Besserverdienenden sind privat versichert), weist rd. 40% der gelieferten Produkte wegen gravierender Qualitätsmängel zurück. Aber auch viele der akzeptierten Implantate erweisen sich beim Gebrauch als unzureichend. Viele der 45.000 chirurgischen Eingriffe, die SUS jährlich im Bereich orthopädischer Implantate bezahlt, sind Folgeoperationen, weil sich Implantate als qualitativ unzureichend herausstellen – oder auch deshalb, weil sie mangels geeigneter Dispositive nicht korrekt eingesetzt wurden.

Als ANVISA im Jahr 2002 das Thema aufgriff, wehrte sich die Industrie mit dem Argument: Die zur Zertifizierung von Implantaten notwendige Messtechnik ist in Brasilien überhaupt nicht verfügbar. ANVISA wandte sich an das CERTI, das den Stand der Dinge untersuchte und zur Schlussfolgerung kam: stimmt nicht. Vielleicht gibt es nicht genügend Kapazitäten, aber grundsätzlich ist die notwendige Kompetenz vorhanden – nicht zuletzt im CERTI selber, und hier insbesondere

aufgrund des PTB-Projekts. Die Vermessung von Implantaten wie z.B. künstlichen Hüftgelenken ist ein Prozess, bei dem genau die dreidimensionale Messtechnik zum Einsatz kommt, um die es beim PTB-Projekt ging.

Im Jahr 2005 veröffentlichte ANVISA eine Ausschreibung, um ein System von Laboren zu installieren, die regelmäßig und systematisch orthopädische Implantate überprüfen. Für das CERTI kann hier ein interessanter Markt entstehen: beim Training von Labormitarbeitern, bei der Unterstützung der Labors, aber auch bei der Beratung der Firmen, deren Produkte jetzt wesentlichen höheren Qualitätsansprüchen genügen müssen.

## **6    Jenseits der dreidimensionalen Messtechnik: Was ist im Tank?**

Damit würde das CERTI bei der Prüfung orthopädischer Implantate die Rolle spielen, die es schon bei der Prüfung von Treibstoff gespielt hat. Ein gravierendes Problem in Brasilien ist die qualitätsmindernde Beimischung diverser Substanzen in den Treibstoff – von Wasser bis hin zu Lösemitteln, die mit niedrigeren Steuern belegt sind als Treibstoff und kriminellen Zwischenhändlern daher einen Zusatzgewinn ermöglichen, weil sie die gesparten Steuern in die eigene Tasche stecken. 1997 wurde eine Nationale Agentur für Petroleum (Agência Nacional de Petróleo, ANP) gegründet, zu deren Aufgaben u.a. die Kontrolle der Treibstoffe gehört. Das Problem war jedoch, dass nicht im ganzen Land geeignete Labors zur Verfügung standen, um eine flächendeckende Überwachung zu implementieren. Um dies zu ändern, nahm die ANP das CERTI unter Vertrag, um 26 Labore im ganzen Land zu stärken, d.h. die Mitarbeiter fortzubilden und die Labore auf die Akkreditierung nach ISO 17025 vorzubereiten.

Dieses Projekt hat direkt nichts mit dreidimensionaler Messtechnik zu tun. Dennoch steht es mit dem PTB-Projekt im Zusammenhang:

- Durch das PTB-Projekt wurde die Sichtbarkeit und Glaubwürdigkeit des CERTI verbessert, und dadurch wurde es zum logischen Ansprechpartner für die ANP.
- In diesem Projekt ging es um die Einführung bzw. Verbesserung der Grundlagen der Metrologie, die Prüfung von Treibstoffen und den Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems in Laboren, und zum ersten und letzten Thema hatte das CERTI eine profunde Kompetenz entwickelt.

## 7 Die Wirkungen des PTB-Projekts im CERTI

Das letzte Beispiel führt uns zu den Wirkungen, die das PTB-Projekt im CERTI hatte. Die geplanten Wirkungen traten alle ein. Das messtechnische Labor wurde ausgebaut, Personal geschult, neue Geräte angeschafft, betriebswirtschaftliche Kostenrechnung eingeführt und das Marketing deutlich verbessert. Das CERTI hat gelernt, die Relevanz von Metrologie besser zu erklären, und es hat seine Fähigkeiten in der Projektakquise verbessert. Die Zahl der Kunden in Unternehmen und Labors stieg deutlich an, und die ökonomische Basis des CERTI ist solider als früher. Die Zufriedenheit der Kunden ist groß; neben der Kompetenz wird insbesondere die Reaktionsschnelligkeit des CERTI allenthalben gelobt.

In einer strategischen Perspektive kommt eine weitere Dimension von Wirkungen hinzu:

- Das CERTI hat sein Prestige in Brasilien deutlich gestärkt. Es wird heute allenthalben als *das* Kompetenzzentrum im Bereich Metrologie, insbesondere dreidimensionale Messtechnik und Qualitätsmanagement in der Metrologie, wahrgenommen – auch von INMETRO, dem nationalen Institut für Metrologie, das häufig potenzielle Kunden an das CERTI verweist.
- Das CERTI hat überdies seine internationale Sichtbarkeit gesteigert. Als Ergebnis des PTB-Projekts spielt es heute in einer anderen Liga als zu Beginn der 90er Jahre. Es kann auf Augenhöhe mit internationalen Partnern kooperieren.

Es kann überhaupt kein Zweifel daran bestehen, dass das PTB-Projekt mit dem CERTI einen signifikanten Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der brasilianischen Wirtschaft geleistet hat. Es hat insbesondere für KMU die Rahmenbedingungen deutlich verbessert. Zwar sind bis heute Großunternehmen überproportional häufig Kunden für Metrologie-Dienstleistungen. Was aber wäre, wenn die Metrologie-Infrastruktur in Brasilien nicht verbessert worden wäre? Großunternehmen hätten die relevanten Dienstleistungen im Ausland eingekauft (wenn auch zähneknirschend, wegen der hohen Kosten). KMU aber hätten im Regen gestanden, weil sie sich wichtige Metrologie-Dienstleistungen nicht hätten leisten können und damit neue, aufnahmefähige Märkte versperrt geblieben wären. Die Existenz und Effizienz des CERTI ist essentiell für die Entwicklung einer leistungsfähigen, flächendeckenden Struktur von Mess- und Kalibrierlabors und -firmen, die kostengünstige Dienstleistungen für KMU anbieten. Das CERTI zählt rd. 150 solcher Labors und Firmen zu seinen Kunden.

## 8 Die Relevanz von Metrologie-Projekten in der technischen Zusammenarbeit

Das PTB-CERTI-Projekt illustriert die Dilemmata, mit denen der Aufbau funktionsfähiger Metrologiesysteme in Entwicklungsländern konfrontiert ist. Der Druck auf Unternehmen und andere Produzenten, ihre Produkte regelmäßig zu messen sowie ihre Prozesse und Produkte zu zertifizieren, nimmt ständig zu, insbesondere in exportorientierten Sektoren. Es entsteht eine kaufkräftige Nachfrage nach Metrologie-Dienstleistungen (auch wenn, wie oben argumentiert, die Bereitschaft der Unternehmen, diese Dienstleistungen angemessen zu honorieren, gering ist). Man könnte also erwarten, dass der Markt die entsprechenden Angebote rasch bereitstellt. Diese Erwartung ist indes zu großen Teilen unbegründet.

Die Funktionsweise des Marktes für Metrologie-Dienstleistungen ist ein lehrbuchmäßiges Beispiel für Marktversagen. Einerseits ist der Markt für Metrologie-Dienstleistungen ein sehr transparenter Markt, denn es gibt im Prinzip umfassende Systeme von Zertifizierung und Akkreditierung. Andererseits aber ist es ein Markt, in dem die Zutrittsbarrieren in vielen Segmenten sehr hoch liegen:

- Die Anforderungen an die Qualifizierung der Beschäftigten in Labors und Dienstleistungsfirmen sind hoch. Es gibt in der Metrologie kaum un- oder angelernte Arbeitskräfte. Zudem ist das Qualifizierungsprofil vergleichsweise spezialisiert.
- Die notwendigen Investitionen für Mess- und Prüfeinrichtungen sind hoch. Jene Kalibrierungsfirma in Pernambuco, die vom PTB-CERTI-Projekt im Nordosten profitierte, sieht einen Markt für die Kalibrierung von Abzugshauben in Labors. Die dafür notwendigen Geräte haben einen Amortisierungszeitraum von zwei Jahren – und das ist aus der Sicht der Firma ein zu langer Zeitraum, weil die Erfahrung in Brasilien gezeigt hat, dass es in zwei Jahren alle möglichen Krisen und Umbrüche im Wirtschaftssystem geben kann. In einem der Labors, in dem Exportfrüchte geprüft werden, erzwang eine Verschärfung der Anforderungen durch die EU (eine erforderliche Messgenauigkeit von 1 Mikrogramm statt, wie zuvor, 5 Mikrogramm) die Anschaffung eines neuen Messgeräts für rd. US\$ 300.000. Viele der Geräte im CERTI sind für private Unternehmen überhaupt nicht attraktiv, weil der Amortisierungszeitraum länger ist als die technologische Lebensdauer.
- Der Aufwand für Zertifizierung und Akkreditierung ist hoch. Eine Akkreditierung nach ISO 17025 wird selbst in einem Labor oder einer Firma, die kompetent ist, mindestens ein Jahr dauern. In diesem Jahr kann die Firma aber in bestimmten Bereichen genaugenommen keine Aufträge annehmen und keinen Umsatz machen, weil die Akkreditierung Voraussetzung dafür ist, dass ausländische Käufer die Prüfergebnisse akzeptieren. Ohne Zertifizierung

und/oder Akkreditierung keine Aufträge, ohne Aufträge keine Einnahmen, um den Zertifizierungsprozess zu finanzieren – ein klassischer Catch-22. Das jährliche Audit zur Erneuerung der Akkreditierung bringt eine Firma für eine ganze Woche oder mehr zu einem kompletten Stop.

Es ist mithin völlig unrealistisch, den Aufbau einer funktionsfähigen Metrologie-Infrastruktur allein dem Markt zu überlassen. In bestimmten Bereichen, z.B. der zweidimensionalen Messtechnik, sind die Marktzutrittsbarrieren niedrig, und der Markt funktioniert. In vielen anderen Bereichen jedoch wird der Markt nicht funktionieren. Das CERTI hat z.B. faktisch ein Monopol bei der Kalibrierung von Messgeräten für dreidimensionale Formen und bei der Messung von Oberflächenbeschaffenheiten. Und es gibt in Brasilien überhaupt keine Anbieter für die Kalibrierung von Geräten zur Messung von Plasma oder von Geräten zur Messung akustischer Signale.

Metrologie ist mithin ein paradigmatisches Beispiel für eine Kernaufgabe staatlicher Mesopolitik. Die Schaffung eines *enabling environment* in einer Volkswirtschaft darf sich nicht darauf beschränken, effiziente Regulierung sicher zu stellen, sondern muss auch den Aufbau einer Metrologie- bzw Qualitätsinfrastruktur umfassen, die zwei Prinzipien folgen sollte:

- der Sicherstellung effizienter Dienstleistungserbringung bei jenen Dienstleistungen, die auf absehbare Zeit nicht vom Markt bereitgestellt werden, d.h. ständige Organisationsentwicklung in staatlichen und parastaatlichen Metrologie-Einrichtungen, damit diese proaktiv, effizient und reaktionsschnell agieren,
- ein Design staatlicher Metrologie-Einrichtungen, das nicht zusätzliche Marktzutrittsbarrieren schafft, sondern sicherstellt, dass marktfähige Dienstleistungen im Laufe der Zeit von gewinnorientierten Anbietern erbracht werden.

TZ-Projekte in der Metrologie waren in der Vergangenheit nicht immer erfolgreich. Häufig fehlte die Nachfrage nach Metrologie-Dienstleistungen, so dass Metrologie-Institutionen im luftleeren Raum agierten. Diese Situation hat sich letzthin geändert. Die Nachfrage nach Metrologie-Dienstleistungen nimmt zu, nicht nur in exportorientierten Sektoren. Ein Teil des Angebots wird vom Markt bereitgestellt. Ein anderer Teil des Angebots muss auf absehbare Zeit vom Staat bereitgestellt werden.

## 9 Wirkungen der Zusammenarbeit zwischen PTB und CERTI

Im Laufe des Projektzeitraums hat sich das CERTI von einer Institution, die in erster Linie einer wissenschaftlich-technologischen Handlungslogik folgte, zu einer Institution entwickelt, die in vielerlei Hinsicht wie ein Unternehmen agiert:

- mit einem beispielhaften Customer Relationship Management (einschließlich der dazu gehörenden, soliden Softwarelösung),
- mit einer Agilität und Reaktionsschnelligkeit, die von Kunden durchweg gelobt wird,
- mit einem durchdachten Produktspektrum und einem andauernden Prozeß der Entwicklung neuer Produkte und ihres effektiven Marketings.

Dieser Prozeß von Organisationsentwicklung, der durch das PTB-Projekt angestoßen und unterstützt wurde, führte in zweifacher Hinsicht zu einer Veränderung des Kundenkreises von CERTI. Zu Beginn des Projektes arbeitete das CERTI in erster Linie mit Unternehmen zusammen, die selber ein hohes Maß an Kompetenz im Bereich Metrologie hatten und daher ihre Anforderungen klar definieren konnten. Dies waren insbesondere Filialen multinationaler Unternehmen, die in erster Linie im Bundesstaat São Paulo ansässig waren. In dem Maße, in dem das CERTI unternehmerisch agierte, erweiterte es seinen Kundenkreis um kleine und mittlere Unternehmen und um Unternehmen aus anderen Regionen, insbesondere auch Santa Catarina selber:

- Im Jahr 2004 hatte das CERTI 502 Kunden, von denen 158 Mikro- oder Kleinunternehmen waren, 182 mittlere Unternehmen und 162 Großunternehmen.
- Mit 162 Kunden hatte Santa Catarina den größten Anteil vor São Paulo mit 115 und Paraná mit 86.

Daneben ist das CERTI einer der zentralen Akteure im Metrologie-Netzwerk von Santa Catarina (Rede Metrológica de Santa Catarina, [www.rmsc.org.br](http://www.rmsc.org.br)), einer 2004 gegründeten Organisation, die sich der Aufklärung und Information über Metrologie widmet und von einem breiten Spektrum von Organisationen getragen wird (bundesstaatliche Regierung, bundesstaatlicher Industrieverband, KMU-Förderorganisation, Institutionen der beruflichen Bildung, Laboratorien sowie Unternehmen).

Aus diesen direkten Wirkungen der Zusammenarbeit zwischen PTB und CERTI erwächst eine Reihe von indirekten Wirkungen, die Annex 4 zusammen gefaßt sind:

- Die internationale Wettbewerbsfähigkeit brasilianischer Produzenten und Unternehmen steigt. Das gilt für ein mittelständisches Vorzeigeunternehmen wie Zen genauso wie für die Familien, die am Sobradinho auf ihren 8 Hektar bewässertem Land Mangos produzieren, die dann in deutschen Supermarkt-Regalen landen, nachdem sie von einem Labor getestet worden sind, das von den Transferaktivitäten des CERTI in Pernambuco profitiert hat. Nicht nur für Produzenten und Unternehmen, die im Export aktiv sind, ist Produktzertifizierung häufig eine Mindestvoraussetzung für den Zugang zu Märkten. Auch viele Kunden in Brasilien – von großen Supermarktketten bis zu KFZ-Herstellern – setzen Produkt- und häufig auch Prozeßzertifizierung bei ihren Zulieferern voraus. Damit steigen die Anforderungen an das nationale Qualitätssystem. In diesem System ist das CERTI einer der zentralen Akteure, dessen herausragende Kompetenz, ein Ergebnis der PTB-Unterstützung, unstrittig ist. Wichtig ist insbesondere die Rolle des CERTI als Institution, die andere Anbieter von Qualitäts-, Prüf- und Kalibrierdienstleistungen in Brasilien schult und berät.
- Die Wirkungen des PTB-Projekts auf das CERTI lassen sich nicht allein unter dem Stichwort „Wettbewerbsfähigkeit“ subsumieren. Die Zusammenarbeit mit der ANVISA führt zu einer Verbesserung der Qualität und Effizienz der Gesundheitsversorgung für die arme Bevölkerungsschicht. Die Zusammenarbeit mit der ANP und die Qualifizierung von Prüflabors führt zur Verbesserung der Rechtssicherheit, weil Autofahrer und staatliche Stellen dem kriminellen Treiben von Benzinpanschern nicht mehr wehrlos ausgeliefert sind.
- Das PTB-Projekt hat einen Beitrag zur Armutsbekämpfung geleistet, der nicht nur indirekt wirksam wird, z.B. durch die Multiplikatoreffekte, die die verbesserte Wettbewerbsfähigkeit der KFZ-Industrie bewirkt. Es gibt auch direkte Effekte, insbesondere durch die Aktivitäten im Nordosten, die ländlichen Kleinproduzenten mit einem bislang geringen Einkommensniveau zugute kommen.

Das Ziel des PTB-Projektes lautete „Der Bedarf der Klein- und Mittelindustrie nach Trainings- und Beratungsleistungen in der Metrologie sowie dem Kalibrieren von Instrumenten und Normalen wird befriedigt“. Dieses Ziel ist erreicht worden. Das CERTI ist heute die Spinne in einem Netz von Labors und Dienstleistungsfirmen, die flächendeckend ihre Dienstleistungen anbieten. Aber nicht nur die Industrie profitiert von der Kompetenz des CERTI, sondern auch Landwirtschaft und Staat. Die Reichweite der Dienstleistungen und der direkten und indirekten Wirkungen ist heute weit größer, als man es sich bei Projektbeginn hätte vorstellen können.

## Annex 1: Struktur des CERTI

Das CERTI ist in drei Abteilungen organisiert:

<i>Abteilung</i>	<i>Beispiele für Aktivitäten</i>
Centro de Inovação em Negócios (Zentrum für innovatives Business)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entwicklung innovativer Dienstleistungen (z.B. VoIP für Intelbras, eine private Telekommunikationsfirma)</li><li>• Entwicklung von Methoden und Durchführung der Analyse regionaler Innovationssysteme</li></ul>
Centro de Inovação em Produtos (Zentrum für innovative Produktentwicklung)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entwicklung des „Sapiens Circus“ für die populäre Erziehung im Bereich Wissenschaft</li><li>• Entwicklung der „elektronischen Wahlurne“ zum Einsatz bei allgemeinen Wahlen in Brasilien</li></ul>
Centro de Metrologia e Inovação em Processos (Zentrum für Metrologie und Prozessinnovation)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kalibrierung von Messvorrichtungen</li><li>• Durchführung von Messungen</li><li>• Beratung von Firmen und Labors bei der Einführung von Qualitätsmanagement</li><li>• Beratung und Unterstützung von Firmen bei der Einführung von Prozessinnovationen</li></ul>

Neben diesen drei Kern-Abteilungen gibt es weitere Zentren und Aktivitäten des CERTI:

- das CELTA, ein Gründerzentrum für technologieorientierte Unternehmen, in Florianópolis,
- Sapiens Parque, ein in der Entwicklung befindlicher Innovationspark im Norden der Ilha de Santa Catarina,
- das LABelectron in Florianópolis, ein Produktionslabor zur Montage elektronischer Leiterplatten in Kleinserien, dessen Operation von einem privaten Unternehmen realisiert wird, das aber vom CERTI für Entwicklung und Tests genutzt werden kann,
- das Instituto CERTI Amazônia, ein Tochterinstitut in Manaus,
- das Instituto Sapiência, ein Forschungsinstitut für Kognitionswissenschaft in Brasília.

## Annex 2: Struktur des CERTI-Trainingsprogramms im Programa de Metrologia Nordeste

Einführung (16 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metrologie: Instrument zur Qualitätssicherung in Laboratorien</li> </ul>
Metrologie und die Zuverlässigkeit von Metrologie (36 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bedeutung von und der Umgang mit Fehlern in der Metrologie</li> <li>• Kalibrierung und Wartung von Messinstrumenten</li> <li>• Die Rückführung zu den ursprünglichen Normen</li> <li>• Das internationale System der Messeinheiten</li> </ul>
Implementierung von ISO/IEC 17025 (18 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen der ISO/IEC 17025-Norm zur Qualitätssicherung in Laboratorien</li> <li>• Anforderungen hinsichtlich der Akkreditierung</li> </ul>
Ausarbeitung eines Qualitätsmanuals (18 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur eines Manuals</li> <li>• Vorgaben der ISO/IEC-Norm 17025</li> </ul>
Ausarbeitung von Prozederen der Kalibrierung und der Messung (18 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevanz und Ziele von Prozederen</li> <li>• Vorgehen und Struktur bei der Erarbeitung von Prozederen</li> </ul>
Audit von Qualitätssystemen im Labor (18 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Häufigkeit und Methoden des Audits</li> <li>• Auswahl von Auditoren</li> <li>•</li> </ul>
Unsicherheit in der Messung (36 h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• International benutzte Terminologie</li> <li>• Quellen von Unsicherheit</li> <li>• Statistische Grundkonzepte</li> </ul>

Die Module dieses Trainingsprogramms wurden nicht speziell für das Programa de Metrologia Nordeste entwickelt, sondern fußte auf den erprobten Trainingsprogrammen, die das CERTI auch andernorts durchführt.

**Annex 3:****CERTI-Produkte und ihre Relevanz für die Produktentwicklung der PTB**

<i>Produkt</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Eignung</i>
Trainingskurse zum Thema Metrologie	15 erprobte Formate	Kurse werden regelmäßig durchgeführt, robuste Nachfrage = hohe Relevanz
Metrologie-, Kalibrierungs- und Beratungsdienstleistungen	rd. 17 verschiedene formatierte Produkte	Fest etablierte Standardprodukte = hohe Relevanz
Analyse von Metrologielabors	1-Wochen-Analyse als Ausgangspunkt für die Einführung von Qualitätsmanagement	Solides, häufig getestetes Produkt = hohe Relevanz
SebraeTIB (Tecnologia Industrial Básica)	Material zur Aufklärung von KMU über die Relevanz und Grundelemente von Metrologie	Umfangreiches Material, Multimedial (gedruckte Dokumente, CD-ROM, DVD mit Video), das jedoch für Personen ohne gute technische Kenntnisse nur begrenzt verständlich ist = teilweise relevant



#### Annex 4: Wirkungskette

Fallspezifische Leitfragen	Inhalt
Zu welchem hochaggregierten Nutzen wird beigetragen?	Erhöhung von Beschäftigung und Einkommen Wachstum von Volkswirtschaft und Exporten Verbesserte Performanz von Brasilien in internationalen Vergleichen von Lebensqualität (z.B. HDI) und Standortqualität (z.B. Weltbank Doing Business Survey, Growth Competitiveness Index)
Was wird durch diese Nutzung erreicht?	Zunehmender Absatz führt zu zunehmender Beschäftigung und Einkommen bei Unternehmen und Produzenten Das Qualitätsniveau bei Gesundheitsversorgung, insbesondere für Personen mit geringem Einkommen, und beim Verbraucherschutz steigt
Wer wird diese Leistungen nutzen und wie wird sie genutzt?	International wettbewerbsfähige Unternehmen, insbesondere KMU, in der Region und in anderen Teilen Brasiliens Ländliche Produzenten Verbraucher / Kranke
Was verändert sich durch diese Nutzung?	Unternehmen und Produzenten können mit nationalen und internationalen Kunden, die bestimmte Zertifizierungen voraussetzen, in Geschäftsbeziehungen eintreten Staatliche Aufgaben könnten effektiv wahrgenommen werden, Rechtssicherheit steigt, staatliche Legitimität nimmt zu
Wie wird diese Veränderung genutzt?	Unternehmen und Produzenten sowie ihre Produkte werden nach international anerkannten Normen zertifiziert Verschwendung von Ressourcen (z.B. Gesundheitswesen) und Betrug von Kunden und Finanzämtern (z.B. Treibstoffversorgung) nimmt ab
Was verändert sich durch diese Nutzung?	Die meßtechnische Kompetenz von Unternehmen wächst Die meßtechnische Kompetenz von Labors wächst Staatliche Stellen führen in sozial relevanten Bereichen, z.B. Gesundheit und Verbraucherschutz, Kontrollmechanismen ein Die Versorgung mit meßtechnischen Dienstleistungen in der Fläche verbessert sich Das CERTI wird zum interessanten, kompetenten Partner in internationalen Kooperationsprojekten und kann dadurch seine Leistungsfähigkeit ständig verbessern
Wie werden diese Leistungen genutzt?	Unternehmen und Labors nehmen die meßtechnischen Dienstleistungen des CERTI in Anspruch Unternehmen und Labors lassen sich vom CERTI beraten und fortbilden Staatliche Stellen konsultieren das CERTI in meßtechnischen Fragen
Welche Leistungen erbringt das Vorhaben, um die angestrebte Wirkung zu erreichen?	Stärkung der meßtechnischen Kompetenz des CERTI International anerkannte Akkreditierung des CERTI Verbesserung von Kostenmanagement und Erreichung von voller Kostendeckung im CERTI Entwicklung von Marketing-Kompetenz im CERTI