

2. Kapitel

Das Abspieltempo

I Einleitung

Die Welte-Rolle kann, wie wir gesehen haben, als graphische Darstellung der Musik in einem Koordinatensystem verstanden werden, wobei die Zeitverhältnisse auf einer längs zur Rolle verlaufenden Achse und die Art der Ereignisse (Tonhöhe, Pedal etc.) auf einer senkrecht zu dieser stehenden Achse verzeichnet sind. Während die quer zur Rolle verlaufende Achse hundert diskrete und genau definierte Punkte enthält, können die auf der längs verlaufenden Zeitachse befindlichen Punkte nur dann genau ins Verhältnis gesetzt werden, wenn das Abspieltempo, also der Maßstab der Zeitskala, genau bekannt ist.

Das Abspieltempo kann am Abspielinstrument an einem Tempohebel reguliert werden. Dieser Tempohebel wird mittels einer speziellen Einstellrolle („Skalarolle“)⁵⁷ in der Weise geeicht, daß ein auf dieser gekennzeichnete Abschnitt in exakt 30 Sekunden durchlaufen wird, wenn der Tempohebel auf „normal“ steht. Damit ist das authentische Abspieltempo festgelegt und gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, von diesem abzuweichen, wenn dem Hörer ein anderes Tempo geeigneter erscheint. Für die wissenschaftliche Untersuchung ist selbstverständlich das authentische Tempo der einzig legitime Maßstab.

Die Tempoangaben auf den Skalarollen variieren um einige Prozent. Während Hans-W. Schmitz auf verschiedenen Skalarollen, die teilweise für den Kunden und teilweise für den Kundendienst bestimmt waren, Markierungen für die Tempokontrolle fand, die zwischen 143,1 cm und 150 cm (mit Schwerpunkt um 145 cm) für 30 Sekunden schwanken, fanden sich ebenfalls explizite Angaben »1,45 Metr.« auf einer Rolle und »150 cm 1/2 Min« auf einer anderen, wobei letztere eine derjenigen Rollen ist, die eine Markierung nach 143,1 cm Rollenpapier aufweisen.⁵⁸ Im Augustinermuseum Freiburg befindet sich ebenfalls eine Rolle aus dem Nachlaß von Edwin Welte mit dem handschriftlichen Hinweis »150 cm in der halben Minute«. Die Abweichung zwischen 145 und 150 cm in 30 Sekunden entspricht einem Tempounterschied von weniger als einem Metronomstrich und kann daher als unbedeutend vernachlässigt werden. Setzt man den Wert von 150 cm in 30 Sekunden, also 5 cm/s ein, können die Zeitdauern auf der Rolle leicht bestimmt werden, da die in cm gemessenen Abstände nur durch 5 dividiert werden müssen, um den entsprechenden Wert in Sekunden zu bekommen.⁵⁹

57 Vgl. dazu Hagmann, S. 127 f.

58 Briefliche Mitteilung von Hans-W. Schmitz vom 1. 6. 92.

59 Gelegentlich gibt es Rollen mit dem Hinweis »Tempo langsamer stellen«. Es handelt sich dabei

Leider hat sich durch die im Folgenden mitgeteilte Untersuchung herausgestellt, daß eine konstante Papiergeschwindigkeit von 5 cm/s nicht zu einem authentischen Tempoverhalten führt, sondern daß sich die Papiergeschwindigkeit zum Ende der Rolle hin allmählich beschleunigen muß. Ehe die Methode der Untersuchung im einzelnen erläutert wird, gehe ich kurz auf die technischen Gründe für die Beschleunigung sowie auf die Gründe dafür ein, daß aus rein technischen Vorüberlegungen das authentische Tempoverhalten nicht erschlossen werden kann.

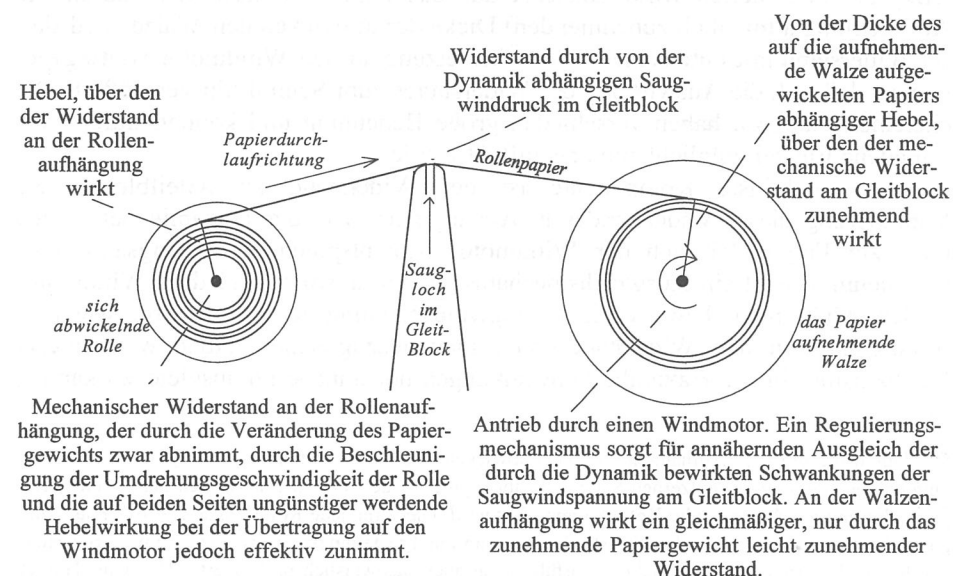


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Rollenablaufs

Wie aus Abb. 3 ersichtlich, erfolgt der Antrieb der Rolle durch einen über ein Getriebe mit der aufwickelnden Walze verbundenen, mit Saugluft betriebenen Motor. Die Geschwindigkeit dieses Motors hängt einerseits von der Stärke des Unterdrucks („Saugwindspannung“) am Motor, andererseits von dem ihm entgegengebrachten mechanischen Widerstand ab. Der mechanische Widerstand teilt sich auf in einen von der abgespielten Rolle unabhängigen (innerer Wider-

durchweg um Rollen mit langer Spieldauer, so daß die Verlängerung der Spieldauer der Grund für diese Maßnahme gewesen sein wird. Alle mir bekannt gewordenen Rollen mit diesem Hinweis stammen aus einer späten Produktionsperiode. Laut mündlicher Mitteilung von Hans-W. Schmitz findet sich der Hinweis gelegentlich nur auf einzelnen Exemplaren der Rolle, während andere Exemplare ihn (wohl aus Versehen) nicht enthalten.

Damit ist das Abspieltempo nicht nur für die Rollen mit diesem Hinweis nicht exakt bestimmt; auch bei anderen Rollen mit langer Spieldauer aus einer späten Produktionsperiode (nach dem ersten Weltkrieg), die diesen Hinweis nicht tragen, muß mindestens die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß sie langsamer abgespielt werden sollen.

stand des Windmotors, Reibung des Getriebes) und einen von ihr abhängigen Teil. Der von der Rolle abhängige, auf den Windmotor wirkende Widerstand entsteht vor allem an drei Stellen: an der aufwickelnden Walze, die mit zunehmender Dicke schwerer wird und somit eine größere Reibung bekommt; am Gleitblock, dessen Widerstand durch die von der Dynamik abhängige Saugwindspannung der Vorpneumatik und die Anzahl der verdeckten Löcher beeinflusst wird; schließlich an der sich abwickelnden Rolle, die zunehmend kleiner und leichter wird, sich damit aber auch schneller dreht.⁶⁰ Der mechanische Widerstand an den beiden letztgenannten Stellen wirkt zunächst auf das Papier; je nach der (durch die Aufwicklung allmählich zunehmenden) Dicke der aufwickelnden Walze wird dieser Widerstand mit unterschiedlicher Übersetzung an den Windmotor weitergegeben, so daß sich die Auswirkung des Widerstands zum Schluß hin vergrößert. Die einzelnen Faktoren haben verschieden große Bedeutung und können durch verschiedene Einstellmöglichkeiten beeinflusst werden.

Die wichtigste Komponente ist der Widerstand am Gleitblock. Die Veränderung dieses Widerstandes in Abhängigkeit von der Dynamik hat jedoch nicht zur Folge, daß sich der Windmotor dementsprechend verlangsamt bzw. beschleunigt, weil ein Ausgleichsmechanismus dafür sorgt, daß dem Windmotor in dem Maße mehr bzw. weniger Saugwindspannung zugeführt wird, wie notwendig ist, um den Widerstandsunterschied auszugleichen. Auch wenn dieser Mechanismus in der Praxis die Schwankungen nur annähernd ausgleichen kann⁶¹,

60 Durch die seitliche Aufhängung der sich abwickelnden Rolle entsteht ein von der witterungsbedingten Veränderung der hölzernen Seitenteile abhängiger Widerstand, der am besten durch eine Temporegulierung am Anfang jeder Rolle kompensiert wird. Diese für jede Rolle einzeln erfolgende Temporegulierung ist zwar nach den für Kunden bestimmten Einstellungsanweisungen nicht vorgesehen, wurde von der Firma bei öffentlichen Vorführungen aber nachweislich praktiziert. (Vgl. Curt Hamel, Bericht über die Musik-Fachausstellung zu Berlin, 5.-20. Mai 1906, *Die Musik V*, 1905/06, S. 396: »Nur in der Regulierung des Tempos zu Anfang einer jeden Reproduktion scheinen mir noch Mängel zu beseitigen.«). Für den Kunden sollte der Abspielvorgang aus verständlichen Gründen möglichst einfach sein.

Beim Abspielen auf dem Flügel des Freiburger Augustinermuseums konnte ich feststellen, daß durch verbogene Aufhängungen am rechten Seitenteil und durch Krümmung der Papprollen, die den Kern der Rollen bilden, zum Teil erhebliche Widerstandsveränderungen innerhalb jeder Umdrehung der sich abwickelnden Rolle auftraten, die zu hörbaren Gleichlaufschwankungen führten. Bei Überspielungen ist dieser Faktor, der durch das Alter und die Art der Lagerung der Rollen bedingt ist und zu natürlich unerwünschten Verzerrungen führt, unbedingt zu kontrollieren und gegebenenfalls durch Austausch der Seitenteile zu minimieren. (Bei stark verbogenem Rollenkerne scheint es mir keine einfache Möglichkeit zu geben, den Gleichlauf sicherzustellen.) Für unsere Überlegungen, die auf die theoretische Bestimmung des idealen Abspieltempos hinauslaufen, haben diese praktischen und erst nach jahrzehntelanger Lagerung relevanten Unvollkommenheiten keine Bedeutung.

61 Der Hauptgrund für die Unvollkommenheit des Regulierungsmechanismus liegt darin, daß der am Gleitblock wirkende Widerstand von den für Baß- und Diskanthälfte verschiedenen, von der jeweiligen Dynamik abhängigen Saugwindspannungen der Vorpneumatik gemeinsam verursacht wird, während die Saugwindspannung am Windmotor nur von der jeweils größeren der beiden Vorpneumatikspannungen beeinflusst wird. (Vgl. *Das Welte-Mignon Reproduktions-Klavier*, S. 20-21.) Theoretisch ergibt sich somit zwingend, daß die Papiergeschwindigkeit zunimmt, wenn die geringere der beiden

so daß das Tempo nicht vollkommen unabhängig von der Dynamik ist, können die verbleibenden Schwankungen mit Sicherheit als unerwünscht gelten.⁶² Ebenso sind die Unterschiede, die sich durch die Anzahl der verdeckten Löcher ergeben, sowieso nur selten erheblich (da außer bei vierhändigen oder stark manipulierten Aufnahmen eigentlich immer mehr als 85% aller Löcher mit Papier bedeckt sind) und dann mit Sicherheit unbeabsichtigt.

All das deutet darauf hin, daß kurzfristige Gleichlaufschwankungen bei der Wiedergabe möglichst vermieden werden sollten. Daß die vorhersehbaren Schwankungen (etwa Papierbeschleunigung bei vielen gleichzeitigen Tönen oder starker Differenz in der Dynamik beider Hände) bei der Herstellung der Mutterrolle berücksichtigt worden wären, ist technisch mindestens sehr unplausibel, da das eine fließende, vom Rolleninhalt abhängige minimale Geschwindigkeitskorrektur bei der Übertragung von der Aufnahme-rolle notwendig gemacht hätte.⁶³ Zudem scheinen die schwer vorhersehbaren, weil durch die verzögerte Auswirkung von Ausgleichsvorgängen⁶⁴ und unvermeidbare Unregelmäßigkeiten⁶⁵ bedingten Schwankungen die Wiedergabe in weit höherem Maße zu beeinträchtigen, so daß sich ein so aufwendiges Verfahren kaum gelohnt hätte. Unwahrscheinlich ist auch, daß bei der Aufnahme selbst bereits entsprechende Schwankungen aufgetreten wären, so daß ein automatischer Ausgleich stattfände. Für die Dynamik kann das deshalb nicht zutreffen, weil der Aufnahmeapparat frühestens im Augenblick des Anschlags die Anschlagstärke erkennen kann, während der Wiedergabeapparat den dynamischen Level schon vor dem Anschlag erreichen muß. Somit träte mindestens eine Zeitverschiebung in der Dynamikregelung von Aufnahme- und Wiedergabeapparat auf. Für die Anzahl der Töne ist es aber ebenso unwahrscheinlich, weil mehr gleichzeitig gespielte Töne für den Aufnahmeapparat mehr Schreiber auf dem Papier bedeuten⁶⁶, so daß ganz im Gegensatz zum Wiedergabe-

Vorpneumatikspannungen abnimmt, d. h. eine in Abhängigkeit von dem Unterschied zwischen Baß- und Diskantndynamik veränderliche Papiergeschwindigkeit. Ob sich diese Abhängigkeit messen läßt und wie stark sie sich auswirkt, konnte ich allerdings nicht feststellen. Ein weiterer Grund besteht darin, daß die Auswirkungen der Unterschiede in der Saugwindspannung der Vorpneumatik auf den mechanischen Widerstand mit länger werdendem Hebel (also zum Ende der Rolle hin) größer werden, während die Korrektur der Saugwindspannung am Windmotor davon unberührt bleibt.

62 Eine falsche Einstellung des Ausgleichsmechanismus kann sowohl zur Folge haben, daß sich das Tempo mit zunehmender Lautstärke beschleunigt, als auch, daß es sich verlangsamt. (Vgl. *Das Welte-Mignon Reproduktions-Klavier*, S. 21.)

63 Das ist auch deshalb unwahrscheinlich, weil die Aufnahme- und Wiedergabe-rollen vermutlich nach einem Bearbeitungsvorgang als Mutterrollen dienen, wie es bei den in der Sammlung Weiss-Stauffacher befindlichen Orgelrollen zu sein scheint. (Vgl. Hagmann, S. 80)

64 Insbesondere kurzfristiger Spannungsabfall wegen erhöhten Luftverbrauchs.

65 Zum Beispiel die genannten Probleme an der Rollenaufhängung (Fußn. 60), in der Rollenaufwicklung (Fußn. 72) und der kurzfristig erhöhte Widerstand, wenn die Spurlage der Rolle korrigiert werden muß, was bei dem älteren Abspielssystem, an dem ich meine Untersuchungen unternahm, unter anderem durch die Reibung am Rollenrand geschieht und Papierspannungen verursacht.

66 Vgl. Kurt Binninger, *Die Welte-Philharmonie-Orgel*, *Acta Organologica* XIX, 1987, S. 199 f.,

apparat eine Vergrößerung des mechanischen Widerstands eintritt. Nimmt man noch hinzu, daß für den Aufnahmeapparat vermutlich eher größerer technischer Aufwand getrieben wurde, um den Gleichlauf sicherzustellen, als für den Wiedergabeapparat, scheint alles dafür zu sprechen, daß man der Authentizität in der Darstellung der Zeitverhältnisse am nächsten kommt, wenn man die Papiergeschwindigkeit bzw. die Walzengeschwindigkeit mindestens kurzfristig konstant hält.⁶⁷

Anders verhält es sich mit den sich langsam (infolge der Verlagerung des Papiers von der sich abwickelnden Rolle auf die aufwickelnde Walze) verändernden Faktoren. Auch wenn hier einzelne Faktoren im Idealzustand des Instruments vernachlässigbar sein könnten, etwa die Änderung der Reibung bei aufwickelnder und abwickelnder Rolle (wobei gerade letztere in der Praxis Probleme bereitet, vgl. Fußn. 60), so kann doch keinesfalls der zunehmende mechanische Widerstand durch die Änderung der Hebelwirkung vernachlässigt werden. Erfahrungsgemäß tritt bei langen Rollen dadurch eine Verlangsamung der Geschwindigkeit des Windmotors um mehr als 10% auf. In welchem Grade diese Veränderung zu Buche schlägt, hängt jedoch von einigen Einstellfaktoren ab: Je stärker etwa der Forte-Anschlag (die höchste Anschlagstärke) eingestellt ist, desto stärker ist auch die Saugwindspannung der Vorpneumatik und somit der Einfluß dieses Faktors auf die Laufgeschwindigkeit. Je größer die Reibung an der Achse der aufwickelnden Walze (was ebenfalls durch eine Stellschraube beeinflussbar ist), desto geringer der Anteil des Widerstands von Gleitblock und abwickelnder Rolle am Gesamtwiderstand und dementsprechend geringer der Einfluß von dessen Veränderung. Diese und andere Faktoren stehen in komplexer Wechselwirkung, so daß die Änderung einer Komponente sich häufig auf die gesamte Pneumatik einschließlich Betonungsfunktion auswirkt.⁶⁸ Leider gibt es keine Einstellvorschrift, die festlegt, wie die Papiergeschwindigkeit sich im Rollenverlauf verhalten soll. (Die Geschwindigkeitskontrolle auf der Skalarolle bestimmt nur das Anfangstempo.)

Für die Lösung dieser Frage scheinen zunächst drei Positionen plausibel:

1. Die durch die Widerstandsvergrößerung infolge der Verlängerung des Hebels verursachte Bremsung des Motors soll die Vergrößerung der Papiergeschwindigkeit infolge der Umfangsverdickung der aufwickelnden Walze kompensieren. Im Idealfall bleibt somit die Papiergeschwindigkeit konstant. Durch entsprechende Einstellung läßt sich für kurze bis mittellange, jedoch nicht für sehr lange Rollen eine konstante Papiergeschwindigkeit annähernd erreichen.⁶⁹ (Diese Position nennen wir von nun an *Papiergeschwindigkeitshypothese*.)

Beschreibung des Orgel-Aufnahmeapparats, der in dieser Beziehung dem Klavier-Aufnahmeapparat in etwa entsprochen haben wird.

67 Längerfristig kann natürlich nur die Papier- oder die Walzengeschwindigkeit konstant gehalten werden.

68 Briefliche Mitteilung von Hans-W. Schmitz vom 17. 7. 92.

69 Laut mündlicher Mitteilung von Hans-W. Schmitz, der entsprechende Experimente und Messun-

2. Die allmähliche Verringerung der Windmotorgeschwindigkeit infolge der größer werdenden Auswirkung des Widerstands am Gleitblock ist lediglich eine Schwäche des Wiedergabegeräts. Das Aufnahmegerät war mit einem stärkeren Motor ausgerüstet und hatte gegen geringeren Widerstand anzugehen, so daß die Geschwindigkeitsverringering nicht ins Gewicht fiel. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der aufwickelnden Walze⁷⁰ soll also konstant bleiben und die Papiergeschwindigkeit dementsprechend proportional zum Umfang der Walze zunehmen. (Diese Position nennen wir von nun an *Walzengeschwindigkeitshypothese*.)
3. Bei einer bestimmten Einstellung des Wiedergabegeräts, die uns aber nicht bekannt ist, ergibt sich das ideale Tempoverhalten der Rolle. Bei der Aufnahme wurde durch einen dem Wiedergabegerät entsprechenden Windmotor und einen dem Gleitblock entsprechenden mechanischen Widerstand die Wiedergabesituation so simuliert, daß sich ein der Wiedergabesituation bei richtiger Einstellung entsprechendes Tempoverhalten ergab. (Diese Position nennen wir von nun an *Standardstellungshypothese*.)

Außerdem ist denkbar, daß keine der drei Positionen vollkommen zutrifft, sondern daß die Aufnahme unter mehr oder weniger konstanten, der Wiedergabesituation mehr oder weniger entsprechenden Bedingungen stattfand.

Alle drei Positionen haben Argumente für und gegen sich. Falls die Papiergeschwindigkeitshypothese zuträfe und die konstante Papiergeschwindigkeit bei der Aufnahme kontrolliert worden wäre, ergäbe sich der Vorteil, daß die Stücke der Reihe nach ohne Rücksicht auf ihre spätere Aufteilung auf Einzelrollen hintereinander aufgenommen werden könnten, was bei mehrsätzigen Werken oder kurzen Stücken, die nachher zu mehreren auf eine Rolle kommen, von Vorteil wäre.⁷¹ Die Einhaltung einer konstanten Papiergeschwindigkeit, die auf dem damaligen Stand der Technik mit einigem Aufwand sicherlich möglich gewesen wäre, hätte auch den Vorteil gehabt, daß bei einer eventuellen späteren Verbesserung der Wiedergabeinstrumente auch die früheren Aufnahmen mit noch größerer Vollkommenheit hätten wiedergegeben werden können. Auch für die Berechnung der Dynamiksteuerspuren wäre eine konstante Papiergeschwindigkeit von großem Vorteil gewesen, weil die Lautstärkeänderung zwischen zwei Punkten auf der Rolle nicht von dem Längenabstand auf dem Papier, sondern von der zwischen diesen Punkten verstreichenden Zeit abhängt. Bei veränderlicher Papiergeschwin-

gen durchgeführt hat, ist das bis zu einer Rollenlänge von ca. 8 Minuten möglich.

70 Der physikalisch korrekte Ausdruck für Umdrehungsgeschwindigkeit ist „Winkelgeschwindigkeit“.

71 Es gibt Einzelfälle, in denen dasselbe Stück sowohl einzeln als auch auf einer Rolle mit mehreren Stücken verkauft wurde. So wurde der Trauermarsch (3. Satz) der b-Moll-Sonate von Chopin, gespielt von Vera Margolies laut Katalog sowohl separat als auch mit dem 2. und 4. Satz zusammen auf einer Rolle verkauft. Ob dabei eine Tempoanpassung des 3. Satzes vorgenommen wurde, konnte nicht festgestellt werden, da mir kein Exemplar der Einzelrolle zugänglich war.

digkeit müßte für eine korrekte Berechnung der Dynamik also die jeweils aktuelle Papiergeschwindigkeit berücksichtigt werden.

Die Walzengeschwindigkeitshypothese hätte für sich, daß sie bei der Aufnahme am leichtesten zu kontrollieren wäre. Für den Aufnahmeapparat ist ein großer mechanischer Widerstand wie derjenige der pneumatischen Abtastvorrichtung vermutlich nicht notwendig gewesen, und ein stärkerer Motor mit entsprechender Geschwindigkeitskontrolle wäre kein großes technisches Problem gewesen. Bei sehr langen Rollen übersteigt die Beschleunigung des Papiers bei konstanter Walzengeschwindigkeit 30%, so daß eine Berücksichtigung dieser Beschleunigung für die Berechnung der Dynamikspuren unbedingt nötig wäre.⁷² Ein wesentlicher Einwand gegen die Hypothese ist, daß die konstante Walzengeschwindigkeit auf dem Abspielinstrument nicht sehr gut eingehalten werden kann, das heißt, daß es bei langen Rollen grundsätzlich zu einer Verlangsamung gegen Ende kommt. Das dürfte der Firma bekannt gewesen sein. Ein Argument für die Hypothese besteht hingegen darin, daß trotz im Laufe der Herstellungsjahre wechselnder Papiersorten die Dicke des Papiers konstant gehalten wurde. (Soweit ich beobachten konnte, sind die Schwankungen bei ein und derselben Rolle durch Witterung größer als die Unterschiede zwischen den Papiersorten.) Für eine korrekte Tempoabwicklung nach der Walzengeschwindigkeitshypothese ist das notwendig, während eine konstante Papiergeschwindigkeit beim Abspielen umso besser eingehalten werden könnte, je dünner das Papier wäre.

72 In Abhängigkeit von der Witterung differiert die Aufwickeldicke des Papiers etwas, so daß auch bei exakter Einhaltung einer gleichmäßigen Motorgeschwindigkeit leichte Differenzen in der Abspielzeit entstehen können. Zu diesem Problem habe ich zwar keine systematischen Messungen unternommen; vereinzelte Kontrollmessungen ergaben jedoch einerseits kaum merkliche Unterschiede zwischen den verschiedenen verwendeten Papiersorten, andererseits aber durchaus meßbare Unterschiede in der Aufwickeldicke bei Messungen an derselben Rolle zu verschiedener Zeit. Die extremsten von mir gemessenen Unterschiede traten bei den Messungen an der Rolle 1838 (s. u. S. 100) auf, die ich zum Teil vor und zum Teil nach Beginn der Heizperiode, im Abstand mehrerer Wochen, durchführte. Dabei trat eine Verringerung des Aufwicklungsvolumens von ca. 9% auf. Vermutlich ist dieser Unterschied auf die Trockenheit zurückzuführen. (Bei direkt aufeinanderfolgenden Messungen oder Messungen im Abstand weniger Tage konnten nie annähernd große Unterschiede festgestellt werden.) Da sich jedoch das Volumen der aufnehmenden Walze selbst nicht verändert, wirkt sich dieser Unterschied auch bei sehr langen Rollen zu höchstens zwei Prozent auf den Gesamtumfang am Ende aus. (Der Anfangsumfang beträgt etwa 22,3 cm; bei sehr langen Rollen beträgt der Umfang am Ende etwa 30 cm. Vergrößert man das Volumen des Papiers bei einem Umfang von 30 cm um 9%, erhält man einen Umfang von etwa 30,6 cm, also 2% mehr als 30 cm.) Diese Ungenauigkeiten gehören ebenso zu den unvermeidbaren Schwächen der Wiedergabe wie die bei langen Rollen immer wieder beobachtete ungleichmäßige Aufwicklung auf der aufnehmenden Walze (so, daß das Papier auf der einen Seite der Walze dicker aufgewickelt ist als auf der anderen), die in Extremfällen am Ende bei jeder Umdrehung der aufwickelnden Walze (also nach der Walzengeschwindigkeitshypothese innerhalb etwa 4,5 Sekunden) Gleichlaufschwankungen von 5% verursacht. Geht man davon aus, daß die Papiergeschwindigkeit bei der Aufnahme nicht mit einem ganz anderen System kontrolliert wurde, müssen solche Schwankungen auch bei der Aufnahme möglich gewesen sein; bestenfalls wären sie durch die Verwendung von neuem Papier und Lagerung desselben unter klimatisch günstigen Bedingungen verringerbare.

Die Standardeinstellungshypothese hätte zwar den Nachteil, daß sie das Aufnahmeergebnis am wenigsten genau definiert, weil sie nicht von einer mathematisch exakt bestimmten Voraussetzung ausgeht, dafür aber den Vorteil, daß sie bei der Wiedergabe – die richtige Einstellung vorausgesetzt – für alle Rollenlängen zu einer annähernd authentischen Temporeproduktion führen würde. An sich liegt es nahe, den Aufnahmevorgang als Negativ des Abspielvorgangs zu betrachten und dementsprechend so weit wie möglich gleiche Bedingungen zu schaffen. Man könnte die Standardeinstellung etwa so wählen, daß die Papiergeschwindigkeit möglichst wenig variiert, so daß es ohne allzu große Fehlsteuerungen möglich wäre, die Änderungen für die Berechnung der Dynamikspuren zu vernachlässigen. Gegen diese Hypothese spricht jedoch, daß keine Einstellungsanweisungen von Seiten der Firma vorliegen, was angesichts der sonst ziemlich genauen technischen Beschreibungen einigermaßen merkwürdig ist. Auch gibt es selbst auf den ausführlichen, nicht für Kunden bestimmten „Monteurs-“ Skalarollen keine Prüfstellen für eine derartige Einstellung. Selbst wenn es sicher wäre, daß diese Hypothese zuträfe, wäre die Frage nach der richtigen Einstellung also noch nicht gelöst.

Die genannten Einwände gegen jede der drei Hypothesen zeigen, daß von Seiten der Firma das Tempoproblem nicht mit vordringlicher Sorgfalt behandelt worden ist. Das Hauptaugenmerk bei der technischen Entwicklung galt offensichtlich der Dynamik, und obwohl auch die Wiedergabe der Dynamik davon betroffen ist, wenn das Papier mit der falschen Geschwindigkeit über den Gleitblock läuft, hat die Firma möglicherweise darauf spekuliert, daß der Kunde das ihm angenehme Tempo in ähnlicher Weise subjektiv einstellt, wie der heutige Schallplattenhörer gewohnt ist, die Lautstärke nach subjektiver Befindlichkeit zu regeln. (Auch das Vorhandensein von Rollen mit dem unspezifischen Hinweis »Tempo langsamer stellen« spricht dafür.) Ist dem aber so, dann kann auch nicht ausgeschlossen werden, daß auch bei der Aufnahme der Papierdurchlauf zwar im wesentlichen gleichmäßig und am Anfang standardmäßig festgelegt war, die Entwicklung zum Ende hin aber weder durch die Papier- noch durch die Walzengeschwindigkeitshypothese exakt beschrieben wird und auch nicht mit einer Entwicklung korrespondiert, die auf dem Abspielinstrument durch geeignete Einstellung erreicht werden kann. Auch durch mangelnde Sorgfalt des betreuenden Technikers verursachte Schwankungen in den Aufnahmebedingungen können nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Auch wenn besonders Papiergeschwindigkeits- und Standardeinstellungshypothese gewichtige Argumente für sich haben, sprechen ebenso gewichtige Argumente dagegen (im ersten Fall, daß der Hypothese auf dem Abspielinstrument nur sehr unvollkommen entsprochen werden kann, im zweiten Fall der Mangel an einer Standardvorgabe). Aus rein technischen Überlegungen scheint das Problem schier unlösbar zu sein.

Der Lösungsansatz, der die folgende Untersuchung bestimmte, geht deshalb auch einen anderen Weg. Da die Tempoverhältnisse der wiedergegebenen Interpretation von der angewandten Gleichlaufhypothese abhängen und die Unterschiede zwischen diesen Hypothesen am Ende langer Rollen erheblich sind, kann nicht jede

der Hypothesen zu gleichermaßen überzeugenden Ergebnissen führen. Die Anwendung interpretationsanalytischer Kriterien muß also wenigstens grobe Hinweise darauf geben, ob eher die Papiergeschwindigkeitshypothese oder die Walzengeschwindigkeitshypothese zutrifft.

Natürlich sind mehr als grobe Resultate nicht zu erwarten, da es verbindliche Kriterien für die Bewertung früher Tondokumente nicht gibt und da diese auch nicht an einem passenden Vergleichsmaterial erschlossen werden können.⁷³ Die Welte-Mignon-Aufnahmen können zur Entwicklung der Kriterien nicht beitragen, da man sich sonst in einen Zirkelschluß begeben würde, und zeitgenössische Schallplatten können nicht weiterhelfen, da Kriterien für die Tempogestaltung längerer Stücke gefunden werden müssen, die auf einer Schallplattenseite keinen Raum finden. Die Kriterien an neueren Aufnahmen zu entwickeln, kann wegen der gerade im Tempobereich zwischen Aufnahmen aus der Zeit vor dem ersten Weltkrieg und heute befindlichen großen Unterschiede ebenfalls nicht zu zuverlässigen Resultaten führen.

Daher wurde versucht, von möglichst einfachen und plausiblen Grundannahmen auszugehen, die durch kompositions- und interpretationsanalytische Reflexionen ständig begleitet wurden. Die wichtigste Grundannahme war zunächst, daß gleiche Stellen im Prinzip in gleichen Tempo ausgeführt werden. Das heißt nicht, daß deutliche Tempoabweichungen zwischen Parallelstellen nicht auftreten, sondern daß solche Abweichungen entweder durch Ungenauigkeiten des Spiels oder durch eine musikalische Absicht zustande kommen, so daß nicht davon auszugehen ist, daß *normalerweise* Reprisen grundsätzlich schneller oder grundsätzlich langsamer ausgeführt werden als Expositionen.⁷⁴ Angenommen, die Papiergeschwindigkeitshypothese wäre richtig, müßte sich eine deutliche Tendenz herausstellen, daß die Reprisen bei gleichmäßiger Walzengeschwindigkeit schneller als die Expositionen sind. Bei Richtigkeit der Walzengeschwindigkeitshypothese müßte sich umgekehrt herausstellen, daß sie Reprisen bei gleichmäßiger Papiergeschwindigkeit zu langsam sind. Natürlich müßte diese Tendenz nur insgesamt, das heißt über viele Aufnahmen gemittelt gelten; aus einer einzelnen Aufnahme lassen sich keine Schlüsse ziehen, da es ja möglich ist, daß die Reprise in

73 Eine Ausnahme bildet die mechanisch hergestellte Tanzmusik, bei der das konstante Tempo die sichere Basis ist, von der ausgegangen werden kann. Leider hilft die Einbeziehung dieser Rollen nicht weiter, da es – offensichtlich in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren – sowohl Rollen gibt, die die Walzengeschwindigkeitshypothese, als auch solche, die die Papiergeschwindigkeitshypothese fundamentieren (vgl. S. 156). Da diese Rollen alle kurz sind, spielt der Unterschied keine große Rolle. Dennoch ist auch dies ein Beleg für die mangelnde Reflexion über die Tempofrage in der Firma Welte.

74 Kontrollmessungen an Schallplattenaufnahmen moderner Interpreten ergaben, daß zwischen Expositionen und Reprisen durchaus (und ohne offensichtlichen Grund) Tempoabweichungen bis zu 10% vorkommen. Diese Abweichungen gehen unregelmäßig in beide Richtungen. Daraus kann man bereits sehen, mit welcher großen Variabilität gerechnet werden muß; möglicherweise sind für Aufnahmen vor dem ersten Weltkrieg noch größere Abweichungen zu erwarten, da das Tempo insgesamt wesentlich flexibler gehandhabt wurde. Zuverlässige Resultate sind deshalb nur als Durchschnittswerte aus vielen unabhängigen Messungen zu bekommen.

Einzelfällen tatsächlich – mit oder ohne Grund – in einem ganz anderen Tempo als die Exposition gespielt wurde.

Um die wichtigsten Aussagen des Untersuchungsergebnisses vorwegzunehmen: Bei gleichmäßiger Papiergeschwindigkeit sind die Reprisen tatsächlich erheblich langsamer als die Expositionen, so daß die Papiergeschwindigkeitshypothese mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Andererseits zeichnet sich bei gleichmäßiger Walzengeschwindigkeit auch eine durchschnittliche leichte Beschleunigung der Reprisen ab, die aber aufgrund der Uneinheitlichkeit der Einzelergebnisse und des Hypothesencharakters der Voraussetzungen nicht ausreicht, um die Walzengeschwindigkeitshypothese zu verwerfen. Um ein möglichst ausgeglichenes Tempoverhältnis zwischen allen Parallelstellen im Rahmen der gewählten Stichprobe zu erzielen, müßte sich die Geschwindigkeit des Windmotors zum Schluß hin leicht verringern, aber in einem wesentlich geringeren Grade, als dies zur Erreichung einer gleichmäßigen Papiergeschwindigkeit notwendig wäre.

Im Rahmen der Möglichkeiten der Stichprobe wurde auch geprüft, ob sich die beobachtete Papiergeschwindigkeitsvergrößerung gleichmäßig über die Rolle verteilt. Dieses scheint der Fall zu sein, da sich das Ergebnis nicht wesentlich ändert, wenn die Auswertung nur anhand sehr langer oder nur anhand mittellanger Rollen geschieht. Ferner wurde überprüft, ob sich Unterschiede nach dem Aufnahmedatum ergeben, was ebenfalls nicht festgestellt werden konnte.

Somit scheint beim Aufnahmeapparat entweder die Walzengeschwindigkeit konstant geblieben zu sein oder sich zum Schluß hin kontinuierlich leicht – in einem nun abschätzbaren Grad – verringert zu haben.⁷⁵ Auch bei vorsichtiger Interpretation der Untersuchungsergebnisse kann das Endtempo von sehr langen Rollen auf etwa $\pm 5\%$ eingegrenzt werden, was im Verhältnis zum Unterschied zwischen Papier- und Walzengeschwindigkeitshypothese von etwa 30% eine deutliche Verbesserung ist. Für die Wiedergabe lassen sich somit durch Kontrolle und gegebenenfalls Nachregulierung der Windmotorgeschwindigkeit annähernd authentische Tempoverhältnisse im Verlauf einer Aufnahme herstellen. Ob das bei entsprechender Einstellung auch ohne Nachregulierung möglich ist, so daß die Standardeinstellungshypothese an Wahrscheinlichkeit gewönne, muß von Experten für die Welte-Mignon-Technik entschieden werden.

Falls tatsächlich dieselbe Aufnahme ohne Maßstabsänderung sowohl als Einzelrolle als auch als zweite oder dritte auf einer Rolle mit mehreren Stücken verkauft worden ist (vgl. Fußn. 71), wäre damit auch gezeigt, daß tatsächlich in der Tempofrage von der Firma nachlässig verfahren wurde. Es fragt sich dann natürlich auch, ob alle Rollen, die zwei oder drei Sätze enthalten, in einem Zug aufgenommen wurden, oder ob manchmal einzeln aufgenommene Sätze

75 Diese Folgerung gilt natürlich nur, falls der Aufnahmeapparat ein Papier derselben Dicke mit derselben Geschwindigkeit auf eine Walze mit demselben Umfang aufgewickelt hat. Für die Brauchbarkeit des Ergebnisses spielt es jedoch keine Rolle, auf welche Weise diese Tempoentwicklung zustandekam, sondern nur, daß sie sich so beobachten und dementsprechend auf dem Wiedergabeinstrument reproduzieren läßt.

nachträglich angefügt wurden. Jedenfalls ist auch mit den gegebenen Hilfsmitteln die Frage nach dem authentischen Tempo nicht für jeden Einzelfall klärbar.

Die Untersuchungsergebnisse geben die Möglichkeit, in cm gemessene Abstände auf der Rolle durch Umrechnung direkt, also ohne einen vermittelnden Abspieltvorgang, in Zeitwerte umzurechnen, indem von der Standard-Anfangsgeschwindigkeit ausgegangen und die theoretisch bestimmte Papiergeschwindigkeitsbeschleunigung eingerechnet wird. Die rechnerische Lösung ist Seite 139 mitgeteilt. Ein Vergleich der so errechneten Tempowerte mit den Werten von Schallplattenaufnahmen desselben Pianisten und desselben Werks, der in zwei Fällen durchgeführt werden konnte (vgl. S. 272-275), ergab eine so genaue Übereinstimmung der Tempi, daß von dorthier kein Grund besteht, an der Authentizität der Welteschen Tempi zu zweifeln.⁷⁶

II Methodische Reflexionen

Da nur zwei der genannten Hypothesen über die Abspielgeschwindigkeit genaue Tempobestimmungen zulassen (die Standardeinstellungshypothese beruft sich auf unbekannte Einstellungswerte) und zu erwarten ist, daß sich das authentische (also das die Tempi bei der Aufnahme genau reproduzierende) Abspieltempo irgendwo zwischen diesen Hypothesen oder wenigstens in ihrer Nähe befindet, können die Papiergeschwindigkeits- und Walzengeschwindigkeitshypothese als die zwei Grundhypothesen gelten, von denen zu überprüfen ist, ob sie beim Abspielen der Rollen zu plausiblen Resultaten führen.

Wie oben angedeutet, sollen dazu in verschiedenen Aufnahmen die Tempi von Parallelstellen verglichen werden. Vorab ist zu klären, nach welchen Kriterien die Aufnahmen und die Meßstellen innerhalb dieser Aufnahmen ausgewählt werden sollen, nach welchen Kriterien der Vergleich erfolgen und nach welchen Kriterien aus den Einzelvergleichen ein Gesamtergebnis ermittelt werden soll. Da das Ziel, mittels interpretationsanalytischer Kriterien Einsichten über die Funktion eines technischen Systems zu bekommen, keine Vorbilder hat, kann die Wissenschaftlichkeit der Untersuchung nur durch eine sehr sorgfältige methodische Reflexion gesichert werden.

76 Ganz im Gegensatz zur Behauptung Roman Flurys (vgl. Hagmann, S. 95), die Welteschen Tempi seien durchschnittlich um 12% langsamer als die vergleichbarer Schallplattenaufnahmen. Flury nennt dabei als Beispiel unter anderem die Busoni-Aufnahme des Fis-Dur-Nocturnes von Chopin, bei der nach meinen Berechnungen kein signifikanter Unterschied auftritt. Vermutlich ist die Flurysche Beobachtung dadurch erklärlich, daß er das Tempo des Wiedergabegeräts nach der Skalarolle eingestellt hat. Durch mehrere Faktoren kann es leicht passieren, daß die Skalarolle etwas schneller läuft als andere Rollen, weil die Skalarolle an der Stelle der Tempoprüfung nur einzelne Töne im *pp* aufweist. Bei richtiger Einstellung und einwandfreien Rollen sollte der Unterschied jedoch keinesfalls 12% betragen.

Für die folgenden Ausführungen wollen wir drei Arten von Tempo unterscheiden: die beiden Tempi, die sich unter Voraussetzung jeweils der konstanten Papier- und Walzengeschwindigkeit ergeben sowie das authentische, bei der Aufnahme gespielte Tempo, das uns unbekannt ist. Da bei konstanter Papiergeschwindigkeit die cm-Werte zu den Sekundenwerten direkt proportional sind und für die Untersuchung nur die Tempoverhältnisse, nicht die absoluten Tempi von Belang sind, können für das erste Tempo der Einfachheit halber statt Zeitwerten cm-Werte eingesetzt werden. Die Dauer eines Taktes wird dann statt in Sekunden einfach in cm angegeben.⁷⁷ Dementsprechend werden wir dieses Tempo im Folgenden einfach als *cm-Tempo* bezeichnen. Die tatsächlichen Dauernwerte des cm-Tempos in Sekunden ergeben sich aus den cm-Werten durch Division durch 5, wenn man als Standardtempo 150 cm in 30 Sekunden einsetzt. Für die Walzengeschwindigkeitshypothese gilt, daß die Papiergeschwindigkeit direkt proportional zum Umfang der aufwickelnden Walze ist. Daher sind die Sekundenwerte nach der Walzengeschwindigkeitshypothese direkt proportional zu den Quotienten aus cm-Werten und Walzenumfang (welcher ebenfalls in cm gemessen wird).⁷⁸ Auch hier kann wegen der für unsere Untersuchung alleinigen Bedeutung der Verhältnisse auf die Umrechnung verzichtet werden. Der Kürze halber bezeichne ich dieses Tempo einfach als *Quotiententempo*. Die tatsächlichen Dauernwerte des Quotiententempos in Sekunden ergeben sich aus den Quotienten durch Multiplikation mit 4,45, wenn man annimmt, daß die Standardgeschwindigkeit von 5 cm/s bei einem Umfang von 22,25 cm erreicht wird.⁷⁹

77 Grundsätzlich wird das Tempo hier durch Dauerwerte, nicht durch die übliche Metronomangabe in Schlägen pro Minute angegeben, da die beiden Angaben mathematisch gleichwertig sind, die erste aber direkt dem Meßwert entspricht, während die zweite erst errechnet werden müßte.

78 Ergibt sich beispielsweise ein Quotient von 2 für die Länge einer musikalischen Phrase, bedeutet das, daß die aufnehmende Walze während dieser Phrase genau zwei volle Umdrehungen macht.

79 Rechenbeispiel: Nehmen wir an, wir hätten auf einer Rolle in der Exposition für vier 4/4Takte 50,4 cm gemessen, der Umfang der aufnehmenden Rolle betrage dort 23 cm. Der Quotient aus cm-Wert und Umfang ist somit 2,2. In der Reprise nehme die Parallelstelle 53 cm bei einem Umfang von 26,5 cm ein. Der Quotient aus cm-Wert und Umfang beträgt somit 2. Angenommen, die Papiergeschwindigkeitshypothese träfe zu, hätte der Interpret für die Passage in der Reprise etwa 5% mehr Zeit gebraucht, entsprechend einer Verlangsamung von 5%. Stimmt hingegen die Walzengeschwindigkeitshypothese, hat der Interpret etwa 9% weniger Zeit gebraucht, was einer Beschleunigung von 10% entspricht. (Die Differenz zwischen den Prozentzahlen entsteht dadurch, daß das Tempo sich zu den Dauerwerten reziprok verhält.)

50,4 cm entsprechen nach der Papiergeschwindigkeitshypothese $(50,4/5) s = 10,1 s$, während dem Quotienten 2,2 nach der Walzengeschwindigkeitshypothese $(2,2 \cdot 4,45) s = 9,8 s$ entsprechen. In gleicher Weise entsprechen 53 cm 10,6 s und dem Quotienten 2 8,9 s. Um diese Zahlen in Metronomgeschwindigkeiten für das Viertel umzurechnen, müssen sie noch durch 16 (vier Takte enthalten 16 Viertel) und durch 60 geteilt (Umrechnung von Sekunden auf Minuten) und reziprok genommen werden. (Die Metronomzahl besagt ja: Anzahl der Viertel pro Minute.) Somit entsprechen:

$$10,1 s: \text{ Viertel} = (1/10,1) \cdot 16 \cdot 60 = 95$$

$$9,8 s: \text{ Viertel} = (1/9,8) \cdot 16 \cdot 60 = 98$$

$$10,6 s: \text{ Viertel} = (1/10,6) \cdot 16 \cdot 60 = 91$$

$$8,9 s: \text{ Viertel} = (1/8,9) \cdot 16 \cdot 60 = 108.$$

(Fortsetzung der Fußnote nächste Seite)

Eine rein statistische Untersuchung, so sehr sie zur Sicherung der Objektivität des Ergebnisses wünschenswert wäre, scheint aufgrund der Begrenztheit des Materials kaum Erfolg zu versprechen. Da man davon ausgehen muß, daß die authentischen Tempi zwischen Expositionen und Reprisen nicht nur zufällig variieren, müßten Methoden gefunden werden, nach denen Änderungen des Tempos aus musikalischen Gründen von Änderungen durch die Wiedergabetechnik unterschieden werden können. Andernfalls käme man – selbst wenn ein statistischen Kriterien genügendes Verfahren für die Auswahl der Vergleichsstellen, die Messung und die Auswertung gefunden würde – im Ergebnis nur auf eine Aussage etwa der Form „Die cm-Tempi ergeben eine durchschnittliche Verlangsamung der Reprisen um x%, die Quotienten eine durchschnittliche Beschleunigung um y%. Dafür sind im Abspielinstrument liegende technische Gründe oder musikalische Gründe verantwortlich.“ Es könnten zwar für die Prozentzahlen Vertrauensintervalle angegeben werden⁸⁰, man hätte aber keinerlei Handhabe, zu entscheiden, welcher Anteil dieser Tempoänderung auf musikalische (also z. B. in einer Interpretationstradition liegende) Gründe und welcher Anteil auf eine Änderung der Papier- bzw. Walzengeschwindigkeit zurückzuführen ist. Die Frage nach dem authentischen Tempo bliebe also nach wie vor offen.

Wäre Untersuchungsmaterial (praktisch) unbegrenzt vorhanden, könnten statistische Verfahren angewandt werden, um die musikalischen Gründe für Tempoänderungen wenigstens annähernd zu eliminieren. Diese methodisch äußerst anspruchsvolle und aufwendige Aufgabe müßte sich im Prinzip an der (durch den gesunden Menschenverstand einsichtigen) Tatsache orientieren, daß es zwar musikalische oder musikpsychologische Gründe geben kann, Reprisen durchschnittlich schneller oder langsamer als Expositionen zu spielen, daß die so begründeten Tempoänderungen aber nicht oder nur wenig mit dem zeitlichen Abstand der Vergleichsstellen korreliert sein dürften (im Gegensatz zu den vollkommen damit korrelierten Änderungen der Papier- bzw. Walzengeschwindigkeit). Auf der anderen Seite müßte ein signifikanter Einfluß anderer, beispielsweise in der Komposition oder in der Zugehörigkeit des Spielers zu einer Interpretenschule liegender Variablen auf die musikalisch begründeten Tempoänderungen festgestellt werden können, der wiederum für die technisch bedingten Änderungen des cm- bzw. Quotiententempos entfällt. Eine Erhebung der entscheidenden Variablen und ge-

Bei dieser Rechnung bleiben allerdings Temposchwankungen innerhalb der vier Takte unberücksichtigt. Falls der Pianist kein gleichmäßiges Tempo eingehalten hat, bedeuten die Metronomzahlen lediglich den Wert, den man einhalten müßte, wenn man die Passage ohne Temposchwankungen in derselben Zeit spielen wollte, die der Pianist gebraucht hat.

Dieser Rechenweg ist nur der Vollständigkeit halber angegeben. Später werden allgemeiner anwendbare Formeln entwickelt.

80 Hierin liegt der große Vorteil eines statistischen Verfahrens gegenüber einer geisteswissenschaftlich orientierten Methode. Vertrauensintervalle sind Bereiche, in denen der in der Grundgesamtheit (hier: aller theoretisch als Vergleichsstellen in Frage kommenden Passagen) geltende, nicht durch die Zufälligkeiten der Wahl des untersuchten Materials beeinflusste Wert mit einer explizit angebbaren Wahrscheinlichkeit liegt.

eignete varianzanalytische Verfahren könnten dann den Anteil bestimmen, den die Änderung der Papiergeschwindigkeit an den Änderungen des cm-Tempos hat (bei Zutreffen der Papiergeschwindigkeitshypothese müßte dieser Anteil 0 sein) bzw. den Anteil, den die Änderung der Walzengeschwindigkeit an den Änderungen des Quotiententempos hat (bei Zutreffen der Walzengeschwindigkeitshypothese müßte dieser Anteil 0 sein). Eine solche Untersuchung würde zweifellos objektive Resultate erbringen, und der auf den ersten Blick etwas unverhältnismäßig erscheinende Aufwand würde sich möglicherweise lohnen, weil gleichzeitig eine Reihe interpretationstheoretischer Resultate zu erzielen wäre. Leider reicht das vorhandene Material aber nicht annähernd, um signifikante Ergebnisse bei multivariaten statistischen Verfahren zu erzielen, vor allem deshalb, weil durch die Beschränkung auf Stücke von mittlerer bis langer Dauer mit geeigneten Vergleichsstellen⁸¹ nur ein kleiner Teil der mehreren Tausend Welte-Mignon-Rollen für die Untersuchung in Frage kommt.

Die mathematische Exaktheit der Resultate bleibt also ein unerfüllbarer Wunsch.⁸² Dennoch können methodische Anleihen bei der Statistik die Zuverlässigkeit des Ergebnisses befördern und die Möglichkeiten der bewußten oder unbewußten Beeinflussung von Seiten des Forschers einschränken.

Das betrifft zuallererst die Auswahl des Untersuchungsmaterials. Keinesfalls darf diese in der Weise geschehen, wie es sonst zur Belegung etwa musiktheoretischer Thesen üblich und auch legitim ist, daß nämlich diejenigen Beispiele ausgewählt werden, die sich zur Belegung einer These am besten eignen. Mit Sicherheit würden sich auch bei Zutreffen der Papiergeschwindigkeitshypothese einige Beispiele finden lassen, die eher für die Walzengeschwindigkeitshypothese sprechen und umgekehrt, so daß das Ergebnis im Belieben des Forschers stünde. Daher sind folgende, zum Teil der statistischen Methodik entlehnte Grundsätze bei der Materialauswahl beachtet worden:

1. Die Auswahl von Aufnahmen mittlerer bis großer Länge, damit der Unterschied zwischen den zu testenden Hypothesen ins Gewicht fällt;
2. Eine möglichst breite Streuung in bezug auf die Interpreten, um die Gefahr des Niederschlags einseitiger Interpretationskonzepte im Ergebnis

81 Wie sich während der Auswertungsarbeit herausstellte, haben oft schon kleine Veränderungen wie rhythmische Varianten oder Änderungen der Begleitfigur erhebliche Auswirkungen auf das Tempo.

82 Wie aber im übrigen auch bei fast allen anderen Untersuchungen im geistes- und sozialwissenschaftlichen Bereich, die nach außen hin den Anschein der exakten Anwendung statistischer Verfahren geben, da – ganz abgesehen von der fast immer gegebenen Notwendigkeit, nicht exakt überprüfbare Voraussetzungen gelten zu lassen – schon die für die meisten gängigen statistischen Verfahren vorausgesetzte Meßbarkeit der Variablen auf Intervallskalenniveau so restriktive Bedingungen an die Daten stellen, »daß praktisch keine sozialwissenschaftliche Messung sie erfüllen kann«. (Jürgen Bortz, *Lehrbuch der Statistik*, Berlin, Heidelberg und New York 1979, S. 30.) Somit bleibt trotz der mathematisch exakt ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeiten die Frage nach der Zuverlässigkeit der Ergebnisse letztlich offen. Insofern ergibt sich zwischen der statistisch (in der Durchführung, nicht aber in den Voraussetzungen) sauberen und der hier gewählten Untersuchungsform bezüglich der Exaktheit nur ein gradueller Unterschied.

zu verringern;

3. Eine Einbeziehung verschiedener Werktypen, um bis zu einem gewissen Grade die Auswirkung formbezogener Agogik kontrollieren zu können;
4. Eine sorgfältige Auswahl der Stücke und Meßstellen anhand vorgeordneter Analysen am Notentext, um die Variabilität der Meßwerte durch starke Agogik zu begrenzen (also Auswahl von solchen Werken, die identische oder nahezu identische Passagen enthalten, welche ein etwa gleichmäßiges Tempo erwarten lassen);
5. Messungen an der Rolle erst nach Festlegung sämtlicher Meßstellen und des Meßmodus (z. B. gantaktige Messungen, halbtaktige Messungen etc.), um die Gefahr des Einflusses im voraus bekannter Ergebnisse auf die Wahl der Meßpassagen zu vermeiden; aus demselben Grunde der Ausschluß von Rollen, an denen bereits Tempoanalysen vorgenommen worden waren;
6. Mitteilung sämtlicher Meßergebnisse, selbst wenn sie nicht positiv zum Gesamtergebnis beizutragen vermögen bzw. die Auswahlkriterien sich nachträglich als falsch herausgestellt haben;
7. Die Erhebung mehrerer Meßwerte pro Meßstelle, um bei der Bewertung der Daten die Stärke der Agogik als die Unschärfe vermehrendes Moment sowie die Abweichung in der Agogik zwischen den Parallelstellen als Zeichen für eine absichtlich andere Auffassung berücksichtigen zu können;
8. Insgesamt jedoch die Vermeidung von zuviel Meßwerten pro Aufnahme, um einen Überblick bei der Gesamtbewertung behalten zu können.

Ich habe mir erlaubt, die Auswahl des Untersuchungsmaterials im Laufe der Untersuchung auch nach den Erfahrungen zu richten, die ich mit den Messungen an anderen Aufnahmen bereits gemacht hatte. Grundsätzlich liegt in diesem Vorgehen zwar eine leichte Gefahr der subjektiven Beeinflussung; diese wurde jedoch dadurch praktisch ausgeschaltet, daß lediglich die Stücke und Meßstellen, nicht aber die Pianisten in dieser Weise ausgewählt wurden, und zudem dadurch, daß das einzige Kriterium dabei die Stärke der Temposchwankungen, nicht aber die allgemeine Tempotendenz war. Ebenfalls nicht ganz den strengen Forderungen einer statistischen Untersuchung entsprechend war es, den Umfang der Stichprobe nicht im Voraus festzulegen, sondern die Untersuchung dort abzubrechen, wo das geeignete Material erschöpft schien. Da im Verlauf einer derartigen Untersuchung die Tendenz des Ergebnisses ständig leicht schwankt, liegt im subjektiven Festsetzen des Endes die Gefahr, die Untersuchung so lange fortzusetzen, bis das Ergebnis einmal in die vom Forscher angestrebte Richtung tendiert. Der Einfluß eines derartigen Fehlers bleibt in der Regel aber minimal, und im vorliegenden Fall waren es praktische Gründe, die die sukzessive Auswahl bedingten, weil die Auswahlkriterien nicht im Voraus feststanden und mir zu Anfang auch noch nicht klar war, in welchem Umfang mir Material für die Untersuchung zur Verfügung stehen würde.

In der Frage, wieviele Passagen aus einem Stück ausgewählt und wieviele Meßwerte in einer Passage erhoben werden sollen, bin ich verschiedene Wege gegangen, die je nach Erfolg für spätere Fälle weiterverfolgt wurden. Dadurch entstand in der Darstellung der Meßwerte ein etwas uneinheitliches Bild, was sich aber auf die Vergleichbarkeit der Meßergebnisse nicht weiter auswirkt, weil diese sowieso zunächst einzeln ausgewertet wurden und nur die Analyseergebnisse dem Vergleich unterzogen wurden.

Die Messungen selbst wurden in zwei Formen vorgenommen: Am Abspielinstrument oder durch Auslegen der Rolle auf einem Tisch. Das erste Verfahren ist weniger aufwendig und erlaubt die Messung der Walzenumfänge im selben Durchgang, hat aber den Nachteil einer durch ungünstige Meßbedingungen verringerten Genauigkeit und der Unmöglichkeit von Messungen von Abständen über etwa 20 cm. (Am besten werden nur Abstände bis 10 cm gemessen.) Durch die Entscheidung für Messungen am Instrument ist also auch schon das Messen in relativ kleinen Intervallen vorgegeben. Das zweite Verfahren ist deshalb etwas unpraktisch, weil das Aufwickeln der Rolle von Hand einige Geduld erfordert und weil beim Messen größte Vorsicht geübt werden muß, die Rolle nicht durch Staub (der beim Abspielen dann in die Pneumatik eindringt) oder zu häufige Berührung mit den Fingern zu verschmutzen; der Vorteil ist, daß ein langes Lineal und ein rechtwinkliges Dreieck aufgelegt werden können, was eine sehr hohe Meßgenauigkeit bei Abständen bis zu 40 cm (Abweichung unter 1 mm) gewährleistet. Grundsätzlich habe ich die Meßwerte genau angegeben, so gut ich sie ablesen konnte, unbeschadet der Tatsache, daß die Meßungenauigkeit durch verschiedene Faktoren größer ist als die einzelne Ableseungenauigkeit von ca. 0,3 mm. Insgesamt dürfte die Meßungenauigkeit aber in keinem Fall (außer bei einem nicht ausschließbaren Ableseirrtum) 1 mm wesentlich überschreiten und somit jedenfalls kleiner als die Stanzungenauigkeit sein. Bei Messungen auf dem Tisch wurden kürzere Distanzen nicht einzeln, sondern durch Verschiebung des Dreiecks am fest liegenden Lineal für eine Distanz von bis etwa 40 cm am Stück bestimmt und hinterher durch Subtraktion ermittelt. Dadurch ist die Ungenauigkeit auch für Summen bis 40 cm nicht größer als 1 mm. Natürlich hätte man die übergenaue Zahlen von Anfang an runden können; der gesamte Rundungsfehler verringert sich jedoch, wenn die Rundung erst beim Endergebnis vorgenommen wird.

Ein Problem bei den Messungen ist die Ungleichzeitigkeit des Anschlages, die bei vielen Pianisten und manchen Passagen besonders zwischen linker und rechter Hand extrem zutage tritt. Für eine musikalische Interpretation der Agogik ist dieses Problem jedoch größer als für unsere Untersuchung hier, da es hier nur darauf ankommt, daß an den Parallelstellen dieselben Kriterien angewendet werden. Es wurde daher immer vor der Messung nach musikalischen oder meßpraktischen Gesichtspunkten festgelegt, welche Töne der rechten oder linken Hand maßgeblich sein sollten.

Die Umfangsmessungen wurden am Instrument gemacht, indem ein Papierstreifen unter die oberste Papierlage der Rolle auf der aufwickelnden Walze eingeführt wurde, so daß der Papierstreifen am Rand heraussteht und an der Stelle, wo

er sich mit sich selbst überschneidet, eine Markierung angebracht werden kann. Zu diesem Zweck kann das rechte Seitenteil der aufwickelnden Walze etwas herausgeschraubt werden. Auf diese Weise kann der Umfang mit einer Genauigkeit von ca. 0,5 mm abgelesen werden. Die mögliche Abweichung ist also wesentlich geringer als die witterungsbedingten Abweichungen in der Aufwickeldicke (vgl. Fußn. 72). Da die Umfangsmessungen wegen der Gefahr der Beschädigung des Rollenpapiers äußerst sorgfältig durchgeführt werden müssen und dementsprechend zeitaufwendig sind, wurde manchmal nicht für jede Meßstelle eine Umfangsmessung vorgenommen. Die Umfangswerte vergrößern sich ja zum Ende hin kontinuierlich, so daß ohne allzu große Fehlergefahr interpoliert werden kann. Im Prinzip könnten aus der Papierdicke und der Länge der Rolle die Umfangswerte theoretisch errechnet werden. Dieses würde jedoch eine Messung der Rollenlänge auch an den nicht ausgewerteten Stellen erfordern, was bei Messungen am Instrument gar nicht möglich ist und bei Messungen am Tisch einen hohen Meßaufwand verursacht. Deshalb wurde die oben beschriebene, etwas weniger genaue Methode bevorzugt.

Bei der Berechnung der Quotiententabelle wurde gelegentlich, statt den Walzenumfang kontinuierlich zu interpolieren, für eine ganze Passage der Umfangswert am Passagenanfang eingesetzt. Dadurch wird der Rechenaufwand wesentlich erleichtert und das Ergebnis kaum beeinträchtigt, da innerhalb einer Aufnahme an allen Stellen gleich verfahren wurde. Bei längeren Passagen, bei denen sich die Umfangsvergrößerung mehr als minimal auswirkt, wurde von Takt zu Takt interpoliert.

Da auf einer Rolle meist verschiedene, voneinander unabhängige Tempovergleiche durchgeführt wurden, wurden die Einzelvergleiche (beispielsweise verschiedener Themen innerhalb eines Stücks) zwar zunächst unabhängig voneinander geführt, danach jedoch zueinander in Beziehung gesetzt, weil ja für eine Rolle nur eine Papiergeschwindigkeitsentwicklung zutreffen kann, während es ja denkbar ist, daß die Papiergeschwindigkeitsentwicklung bei verschiedenen Aufnahmen nicht identisch war. Durch dieses Verfahren wurde für jede Rolle genau ein idealer Wert für die lineare Papiergeschwindigkeitsentwicklung ermittelt. Auch wurden jeweils die zusammenhängenden Aufnahmen eines Pianisten, etwa mehrere Sätze eines Werkes, einer zusammenfassenden Betrachtung unterzogen, da erstens zwischen diesen keine wesentlichen Änderungen der Aufnahmeapparatur zu erwarten sind, zweitens aus dem Grad der Abweichung zwischen den Einzelergebnissen Rückschlüsse auf ihre Zuverlässigkeit gezogen werden können.

Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte in drei Etappen. Zunächst wurde eine qualitative Untersuchung durchgeführt, in der jeweils die Wertetabellen des cm-Tempos und diejenigen des Quotiententempos daraufhin befragt wurden, ob die Tempoverhältnisse insgesamt ein plausibles Bild geben oder nicht. Dabei wurden für jede der beiden Hypothesen 5 Noten vergeben, wobei folgende Kriterien maßgeblich waren:

1. Die Länge der Aufnahme. Je kürzer die Aufnahme ist, desto geringer sind die Unterschiede zwischen den Theorien und somit die Aussage-

kraft des Ergebnisses.

2. Die Ausgewogenheit des Tempos zwischen Anfang und Ende. Je eher eine Tendenz zu kontinuierlicher Beschleunigung oder Verlangsamung vorhanden ist, desto weniger plausibel ist die jeweilige Hypothese. Bei Tendenzen zur Beschleunigung oder Verlangsamung wurde der Notentext auf mögliche musikalische Gründe befragt.
3. Die Gleichmäßigkeit des Tempos und die Übereinstimmung in der Agogik der Vergleichspassagen. Je mehr Temposchwankungen überhaupt zu verzeichnen sind und je weniger die Agogik und somit die ausdrucks-mäßige Darstellung der einzelnen Passagen übereinstimmt, desto weniger sicher ist die Hypothese, daß gleiche Passagen gleich schnell gespielt werden.
4. Das Zutreffen der Auswahlkriterien. In einzelnen Fällen stellte sich bei der Auswertung heraus, daß die Kriterien, die für die Einbeziehung der Aufnahme in die Untersuchung maßgeblich waren, auf falschen interpretationstheoretischen Annahmen beruhten (z. B. auf der Annahme, daß sich die figurale Variation eines Themas nicht wesentlich auf das Tempo auswirken würde, was offensichtlich falsch war). Das hatte grundsätzlich ein Abwertung zur Folge.

Die Note 1 wurde nur für lange Aufnahmen mit gleichmäßigen Tempi vergeben, bei denen sich keine nennenswerten Abweichungen von der ausgewogenen Tempogestaltung zeigen. Die Note 5 wurde vergeben, wenn eine deutliche Tendenz zur kontinuierlichen Beschleunigung oder Verlangsamung erkennbar ist, wenn die Temposchwankungen so groß sind, daß sie eine Bewertung nicht zulassen oder wenn eine andere Kombination von Merkmalen darauf hindeutet, daß die Aufnahme in keiner Weise geeignet ist, die Hypothese zu belegen. Die anderen Noten wurden je nach gradueller Ausprägung der Merkmale vergeben. Um einen Maßstab zu haben, welche Temposchwankungen als gering oder groß zu bewerten sind, wurde die endgültige Notenvergabe erst nach Vorliegen aller Meßergebnisse vollzogen, während die Haupttendenzen der Beispiele bereits sofort nach jeder Messung analysiert wurden, um eine bessere Grundlage für die Auswahl weiterer Beispiele zu haben.

Das Bewertungsverfahren ist natürlich nicht vollkommen objektiv, weil für jedes Merkmal (mit Ausnahme der Länge der Aufnahme) aufgrund der Komplexität der Meßergebnisse ein gewisser Ermessensspielraum vorhanden ist. Dieser geht jedoch nicht so weit, daß er das Gesamtergebnis in Frage stellen könnte. Das zeigt sich klar in den „Notenspiegeln“, die im ersten Teil der Endauswertung erstellt wurden. Die Walzengeschwindigkeitshypothese erhält mit großem Abstand die besseren Noten als die Papiergeschwindigkeitshypothese.

In der zweiten Etappe der Auswertung wurde versucht, ein quantitatives Resultat zu bekommen. Die Idee dabei war folgende: Angenommen, weder Papier- noch Walzengeschwindigkeitshypothese träfen zu, aber die authentische Papiergeschwindigkeit stünde in linearem Zusammenhang mit dem Umfang der aufwickelnden Walze. Dabei sei eine *lineare Papiergeschwindigkeitsentwicklung mit*

a% Auswirkung der Umfangsvergrößerung (im folgenden einfach *lineare Entwicklung mit a% Auswirkung*) so definiert, daß bezogen auf den Anfangsumfang eine Umfangsvergrößerung von *b%* eine Papiergeschwindigkeitsvergrößerung von $a\% \cdot b\%$ ⁸³ zur Folge hat.⁸⁴ Der Papiergeschwindigkeitshypothese entspräche somit eine lineare Entwicklung mit 0% Auswirkung, während der Walzengeschwindigkeitshypothese der Wert 100% entspräche. An der Prozentzahl läßt sich ablesen, wie gut sich eine lineare Papiergeschwindigkeitsentwicklung der Papier- oder Walzengeschwindigkeitshypothese annähert. Bei 50% Auswirkung entspräche das Tempo an jeder Stelle genau dem Mittelwert aus den Tempi nach den beiden Grundhypothesen (wobei das arithmetische Mittel aus den Metronomzahlen oder das harmonische Mittel aus den Dauerwerten zu bilden wäre). Das Ziel der quantitativen Auswertung ist es, diejenige Prozentzahl festzustellen, mit der sich die Umfangsvergrößerung auf die Papiergeschwindigkeit auswirken muß, um beim Abspielen das authentische Tempo zu reproduzieren.

Für die Durchführung dieser Analyse sind wegen des angestrebten numerischen Resultats wieder einige Methoden der Statistik hilfreich. Der Untersuchungsgang funktioniert grob gesagt so: Für jede Aufnahme wird die „ideale“ lineare Entwicklung festgestellt. Als ideal gilt diejenige Entwicklung, die speziell für diese Aufnahme zum plausibelsten Gesamtbild der Tempogestaltung führt. Dazu wird ein Gewichtungskoeffizient berechnet, der für die Aussagekraft des Einzelergebnisses im Rahmen des Gesamtbilds steht. Aus diesen Werten wird dann das „gewogene Mittel“, also der Mittelwert unter Berücksichtigung der Gewichtungskoeffizienten, errechnet. Statt des Mittelwerts kann auch der Medianwert berechnet werden. (Die unterschiedliche Aussagekraft der einzelnen Werte wird im Zusammenhang mit der Endauswertung diskutiert.) Das Ergebnis kann durch statistische Verfahren abgesichert werden, insbesondere indem für den Mittelwert ein Vertrauensintervall errechnet wird, das die Zuverlässigkeit des Resultats eingrenzt. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß die statistische Theorie, durch die das Vertrauensintervall begründet wird, voraussetzt, daß die Daten, aufgrund derer es bestimmt wird, nicht anders als zufällig variieren. Da diese Zufälligkeit nicht gegeben ist, ist das Vertrauensintervall in dem Maße in seiner Gültigkeit eingeschränkt, in dem die Untersuchungsergebnisse systematisch

83 In Formeln wie dieser steht das Prozentzeichen stets für seine eigentliche mathematische Bedeutung, nämlich für „geteilt durch 100“. Somit ist beispielsweise $50\% \cdot 20\% = 10\%$.

84 Hierbei muß man sich auf den Anfangsumfang beziehen, weil (wie sich mathematisch leicht nachweisen läßt) außer in den Sonderfällen $a = 0$ und $a = 100$ die Prozentzahl von der Bezugsstelle abhängt.

Man kann die *cm*-Werte unter Berücksichtigung des jeweils aktuellen Umfangs genauso wie bei der Berechnung des Quotiententempos durch Division in Vergleichswerte umrechnen, die die Tempoverhältnisse für eine lineare Entwicklung mit *a%* Auswirkung widerspiegeln. Dabei muß nur statt des tatsächlichen Umfangs *x* der mit der Auswirkung der Umfangsvergrößerung korrigierte „Pseudoumfang“ $22,25 + a\% \cdot (x - 22,25)$ eingesetzt werden. Um aus den so entstehenden Quotienten die tatsächlichen Dauerwerte in Sekunden zu bekommen, muß wie beim Quotiententempo mit 4,45 multipliziert werden.

(das heißt mit Tendenz in eine Richtung) variieren, was durch falsche Interpretation der Meßwerte oder bereits durch falsche Auswahl des Untersuchungsmaterials oder Unrichtigkeit der Voraussetzung, daß die Tempi von Parallelstellen im Prinzip nur statistisch variieren, zustande kommen kann. Diese Art von Fehler kann grundsätzlich nicht objektiv gemessen oder abgeschätzt werden; um die potentiellen Fehlerquellen für den Leser aber nicht undurchsichtig zu lassen, ist jeder Schritt, von den Auswahlkriterien der Beispiele bis zur Einzelinterpretation der Meßwerte, genau begründet.

Da die Meßreihen zu den einzelnen Aufnahmen häufig einen erheblichen Spielraum für den Interpretator lassen, welche Tempogestaltung er als die stimmigste empfindet, wurde versucht, diese Freiheit dadurch einzuschränken, daß jede Aufnahme auf drei Arten „interpretiert“ wird: die erste Interpretation (*niedrigste sinnvolle Interpretation*) versucht, einen möglichst niedrigen Prozentsatz der Umfangsauswirkung zu finden, unter dem die Meßwerte noch ein einigermaßen ausgewogenes Bild ergeben. Dagegen versucht die zweite (*höchste sinnvolle Interpretation*), diesen Prozentsatz möglichst hoch anzusetzen. Bei diesen beiden Interpretationen wird bewußt nach (in der Struktur der Meßwerte oder in der Komposition liegenden) Argumenten gesucht, die in die gewünschte Richtung tendieren, während die anderen Argumente unberücksichtigt gelassen werden.⁸⁵ Die Abweichung zwischen den beiden Werten ist ein Maßstab dafür, wie weit die Meßwerte Spielraum für abweichende Interpretation lassen, und somit ein Maßstab für den Grad der Deutlichkeit der in den Meßwerten angezeigten Tendenz. Die dritte Interpretation (*plausibelste Interpretation*) bestimmt nach analytischen Kriterien denjenigen Wert, der das ausgewogenste Tempoverhalten erzeugt. Erscheinen die Argumente für die beiden extremen Interpretationen gleich stark und fehlen weitere Kriterien, gilt der Mittelwert zwischen den Extremwerten als plausibelste Interpretation. Bei der Ermittlung des Gesamtergebnisses aus allen Aufnahmen kann entweder der Mittelwert aus den plausibelsten Interpretationen gebildet werden (was dem Ergebnis die größere Schärfe gibt) oder aus den niedrigsten und höchsten Interpretationen (was die größere Unabhängigkeit von der Tendenz des Interpretators ergibt).

Die Aussagekraft des Einzelergebnisses (insbesondere der „plausibelsten Interpretation“) im Rahmen der Gesamtwertung hängt von mehreren Faktoren ab, die getrennt ermittelt wurden. Aus ihnen wurde dann der Gewichtungskoeffizient

85 Die Bezeichnungswiese „sinnvolle Interpretation“ will keinesfalls sagen, daß eine Papiergeschwindigkeitsentwicklung, die nicht im Rahmen der beiden Extremwerte liegt, beim Abspielen dieser Aufnahme unbedingt eine „sinnlose Tempogestaltung“ zur Folge hat, sondern nur, daß *aufgrund unseres Ansatzes und der vorliegenden Meßwerte* eine unter der „niedrigsten Interpretation“ bleibende oder die „höchste Interpretation“ übersteigende Beschleunigung der Papiergeschwindigkeit *nicht mehr als sinnvoll zu erkennen ist*. Es ist zu erwarten, daß in Einzelfällen eine bestimmte Tempokonzeption des Interpreten zur Folge haben kann, daß durch unsere Vorgehensweise das richtige Laufverhalten nicht als „sinnvoll“ erkannt werden kann. Der Wert der statistischen Elemente unseres Vorgehens liegt unter anderem darin, daß solche Fälle das Ergebnis nicht wesentlich beeinträchtigen, wenn es Einzelfälle bleiben.

errechnet. Die wichtigste Komponente ist die Diskrepanz zwischen niedrigster und höchster sinnvoller Interpretation, da sich aus ihr der subjektive Interpretationsspielraum ablesen läßt. Da die Meßwerte jedoch besonders bei Aufnahmen mit wenigen Meßstellen wegen der allgemeinen Temposchwankungen auch zufällig ziemlich genau auf einer Linie liegen können, die mit der authentischen Papiergeschwindigkeitsentwicklung nichts zu tun haben muß, wurde eine allgemeine Tempounschärfe von 5% – als Erfahrungswert über die ständigen, mit musikalischer Absicht kaum erklärbaren Schwankungen – eingerechnet. Dies geschieht, indem zu der Diskrepanz zwischen niedrigster und höchster sinnvoller Interpretation der Quotient aus 5% und der wirksamen Umfangsvergrößerung⁸⁶ addiert wird.⁸⁷ Der errechnete Wert ergibt, reziprok genommen (da die Signifikanz des Ergebnisses umso größer ist, je kleiner er ausfällt), den *Einheitlichkeitsfaktor*, der aussagt, wie einheitlich die Tendenz des Ergebnisses (unter Berücksichtigung der

86 Die „wirksame Umfangsvergrößerung“ ist derjenige Prozentsatz, um den sich der Umfang der aufwickelnden Walze zwischen den für die Interpretation der Meßergebnisse entscheidenden Vergleichsstellen vergrößert. Im Zweifelsfall wird er als Durchschnittswert aus den für mehrere Vergleichsstellen maßgeblichen Werten ermittelt.

87 Um den Sinn dieser Rechnung zu verstehen, mache man sich die Verhältnisse an einem konkreten, etwas vereinfachten Fall klar. Angenommen, das cm-Tempo betrage in der Exposition für die ersten beiden Themen je 10 cm pro Takt und in der Reprise bei 10% Umfangsvergrößerung 10,5 cm resp. 10,6 cm. Mangels weiterer Maßstäbe bestehe die niedrigste sinnvolle Interpretation darin, die Tempoidentität für das erste Thema anzunehmen, die höchste hingegen darin, nur das zweite Thema zu berücksichtigen. Da sich die cm-Tempi bei einer Umfangsvergrößerung von 10% um 5% resp. 6% vergrößert haben, errechnet man für die niedrigste 50%, für die höchste Interpretation 60% Auswirkung der Umfangsvergrößerung. Die Diskrepanz zwischen diesen Werten liegt somit bei 10%.

Berücksichtigt man aber, daß eine allgemeine Tempounschärfe von 5% vorliegt, könnte – als Zuspitzung der niedrigsten sinnvollen Interpretation – angenommen werden, daß das cm-Tempo des ersten Themas mit 10,5 cm noch 5% zu langsam wäre und der genaue Wert somit bei 10 cm zu liegen habe. Dadurch würde die Papiergeschwindigkeitshypothese bestätigt (Übereinstimmung der cm-Tempi), und die Diskrepanz zur nach den Meßwerten hergeleiteten höchsten sinnvollen Interpretation betrüge 60% statt 10%. Nach der gegenteiligen Argumentation könnte das cm-Tempo für das zweite Thema nur zufällig von dem Wert 11,1 abweichen, so daß eigentlich eine wirksame Umfangsvergrößerung von 110% anzunehmen wäre. Dies, als höchste sinnvolle Interpretation, würde ebenfalls um 60% von der nach den Meßwerten errechneten niedrigsten sinnvollen Interpretation abweichen. Die aus den Meßwerten errechnete Diskrepanz von 10% ist also um 50% kleiner als der Wert, der unter Voraussetzung von 5% Zufallsschwankungen ebenso leicht hätte herauskommen können.

50% bezeichnet also das Ausmaß, in dem sich 5% Unschärfe bei 10% Umfangsvergrößerung auf die Diskrepanz zwischen niedrigster und höchster sinnvoller Interpretation auswirken können, oder anders formuliert den Wert, um den sich die errechnete Diskrepanz zwischen niedrigster und höchster sinnvoller Interpretation vergrößern würde, wenn der relative Tempounterschied zwischen den Vergleichsstellen zufällig um 5% größer gewesen wäre. Um nicht in Gefahr zu geraten, aus einer zufälligen Übereinstimmung zwischen niedrigster und höchster Interpretation falsche Schlüsse zu ziehen, muß dieser Wert zu der Diskrepanz zwischen den Extreminterpretationen hinzuaddiert werden. Rechnerisch ist 50% gerade der Quotient aus 5% und 10%. (Zum Rechnen mit Prozentzahlen vgl. Fußn. 83.)

Wie man leicht sieht, wirkt sich die Tempounschärfe bei kurzen Aufnahmen erheblich aus, während sie bei sehr langen Aufnahmen kaum ins Gewicht fällt. Dadurch geht automatisch die stärkere Aussagekraft längerer Aufnahmen in die Bewertung ein.

allgemeinen Tempounschärfe) ist. Meistens liegt dieser Faktor in der Nähe von 1. Bei extremer Diskrepanz zwischen den extremen Interpretationen und bei sehr kurzen Aufnahmen wird er erheblich kleiner, während er bei sehr langen Aufnahmen mit sehr einheitlicher Tendenz deutlich größer wird.

Der Einheitlichkeitsfaktor ist der Hauptbestandteil des Gewichtungskoeffizienten, und er wird nur dann durch einen weiteren Faktor modifiziert, wenn es besondere Gründe gibt, die die Gewichtung allein durch den Einheitlichkeitsfaktor als zu hoch oder zu niedrig erscheinen lassen. Das gilt vor allem in Fällen, in denen sehr wenige Meßwerte erhoben wurden (dann ist die Tendenz deshalb einheitlich, weil es keine konkurrierenden Meßwerte gibt) oder wo sehr viele Meßwerte erhoben wurden, die ein besonders deutliches Bild ergeben. Außerdem gilt es dann, wenn die Vergleichskriterien nicht voll erfüllt waren (etwa bei variierten Parallelstellen). In jedem Fall wird begründet, wenn dieser modifizierende Faktor, wegen seiner wechselnden Funktion *individueller Faktor* genannt, von 1 abweicht.

Der Gewichtungskoeffizient wird durch Multiplikation des Einheitlichkeitsfaktors mit dem individuellen Faktor errechnet. Die absolute Größe des Gewichtungskoeffizienten hat keine Bedeutung, da nur die Verhältnisse zwischen den Gewichtungskoeffizienten eine Rolle für das Ergebnis spielen.

Da das hauptsächliche Problem dieser Untersuchung darin besteht, das Ergebnis vor Verfälschung durch systematische Fehlbewertungen zu schützen, wurde konsequent jeder Schritt, in den subjektives Ermessen einging, begründet. Hingegen wurden die einzelnen Rechenwege, die jeweils zu dem numerischen Resultat geführt haben, nicht einzeln mitgeteilt, da der Rechenweg keinen nennenswerten Einfluß auf das Ergebnis hat.⁸⁸ In der Endauswertung wurde der Mittelwert nach

88 Diejenige lineare Papiergeschwindigkeitsentwicklung, die mehrere Meßstellen in ein optimal ausgewogenes Tempoverhältnis bringt, kann durch die Methode der linearen Regressionsrechnung bestimmt werden.

Sei die Anzahl der Meßstellen n und sei für jede Meßstelle i ($i = 1, 2, \dots, n$) der Walzenumfang mit x_i und der Meßwert (in cm) mit y_i bezeichnet. Dann wird mit Hilfe der linearen Regression diejenige Gerade $\hat{y}_i = bx_i + a$ bestimmt, für die die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen den wirklichen Meßwerten y_i und den durch die Gerade festgelegten Näherungswerten \hat{y}_i , also $\sum (y_i - \hat{y}_i)^2$, minimal ist. Die Minimierung der Abweichungsquadrate gilt in der Regel als das beste Näherungskriterium. (Zur Theorie der linearen Regression und der rechnerischen Durchführung vgl. Jürgen Bortz, *Lehrbuch der Statistik*, Berlin, Heidelberg und New York 1979, S. 209 ff.)

Setzt man nun $y_0 := a/22,25 + b$ und $b^* := b/y_0$, läßt sich die Gleichung der Geraden in der Form $\hat{y}_i = y_0 [b^* \cdot (x_i - 22,25) + 22,25]$ schreiben. Der Ausdruck in eckigen Klammern ist der „Pseudoumfang“ (vgl. Fußn. 84) für eine lineare Papiergeschwindigkeitsentwicklung mit $b^* \cdot 100\%$ Auswirkung der Umfangsvergrößerung. Somit wird die allgemeine Veränderungstendenz der cm-Werte durch eine lineare Entwicklung mit $b^* \cdot 100\%$ Auswirkung optimal ausgeglichen. Die Konstante y_0 entspricht dem arithmetischen Mittel aus den auf den Pseudoumfang bezogenen Quotienten. (Mathematisch stimmt das nicht ganz exakt, weil die oben beschriebene Anwendung nicht die quadratischen Abweichungen dieser Quotienten, sondern diejenigen der cm-Werte minimiert. Für unseren Zweck läßt sich die dadurch entstehende minimale Ungenauigkeit jedoch vernachlässigen.)

Auch wenn es technisch kaum eine Plausibilität für eine graduelle Verlangsamung der Papiergeschwindigkeit oder gar für eine Beschleunigung der Walzengeschwindigkeit gibt, können die Meßwerte in Einzelfällen so veranlagt sein, daß eine solche zur optimalen Ausgewogenheit führt. Das drückt

verschiedenen Verfahren berechnet, um festzustellen, wie groß der Einfluß des Verfahrens auf das Ergebnis ist. Statistische Prüfverfahren können das Ergebnis gegen die zufälligen Faktoren bei seinem Zustandekommen absichern. Die bei der Auswahl und Auswertung der Beispiele gemachten subjektiven Fehler können natürlich nicht durch statistische Verfahren erkannt werden. Es ist jedoch meine Überzeugung, sorgfältig genug vorgegangen zu sein, daß sich das Ergebnis einer vergleichbaren, von einer anderen Person durchgeführten Untersuchung von dem meinen nicht wesentlich unterscheiden würde.⁸⁹

Der dritte Teil der Auswertung schließlich beschäftigt sich mit der Frage, ob aus den Daten Hinweise auf eine Nichtlinearität der Papiergeschwindigkeitsentwicklung oder auf eine Abhängigkeit der authentischen Papiergeschwindigkeitsentwicklung vom Aufnahmedatum entnommen werden können. Diese Fragen können am besten an der Gesamtübersicht der Daten beantwortet werden. Aber auch bei den Einzelauswertungen wurde jeweils die Frage gestellt, ob eine nicht-lineare Papiergeschwindigkeitsentwicklung zu einem wesentlich ausgewogeneren Tempobild führen könnte als eine lineare. Dabei wurde jedoch nur überprüft, ob die Auswirkung der Umfangsvergrößerung zum Ende hin zu wachsen oder abzunehmen scheint. Für eine einwandfreie Belegung eines nichtlinearen Verhaltens könnten die erhobenen Daten nur dann hinreichen, wenn die Auswirkung der Nichtlinearität auf die Papiergeschwindigkeit erheblich wäre.

Wie oben bereits gesagt, kann in den Einzelauswertungen keine streng determinierende Methode befolgt werden. Stattdessen ist eine differenzierte Bewer-

sich numerisch in einem negativen bzw. einem über 100 liegenden Prozentsatz ($b^* > 1$ oder $b^* < 0$) aus. Auch wenn diese Ergebnisse als einzelne keinerlei Wahrscheinlichkeit haben, würde es die Zuverlässigkeit des Gesamtergebnisses der quantitativen Untersuchung beeinträchtigen, würde man sie von vornherein ausschließen. Sie werden deshalb einfach gleichberechtigt mit den anderen Einzelresultaten behandelt. In den meisten Fällen gibt es bei stark von den wahrscheinlichen Werten abweichenden Resultaten zudem von anderen Merkmalen her deutliche Hinweise auf eine Unzuverlässigkeit des Ergebnisses, so daß eine entsprechende Abwertung über den Gewichtungskoeffizienten verhindert, daß von diesen Ergebnissen her ein allzu starker Einfluß auf das Endergebnis ausgeht.

Bei stark abweichenden Vergleichswerten, insbesondere wenn die Meßstellen gegen Ende der Rolle dicht beieinander liegen, kann es allerdings vorkommen, daß die Rechnung zu „absurden“ Resultaten führt, etwa zum Ergebnis $y_0 = 0$ und somit $b^* = \infty$ oder zu einem negativen Wert von y_0 . Ein solches Ergebnis beweist, daß die Wahl der Meßstellen ungeeignet war, was bei der Setzung des individuellen Faktors berücksichtigt werden muß. Gegebenenfalls (wenn überhaupt keine brauchbaren Meßwerte vorliegen) wird der individuelle Faktor (und damit der Gewichtungsfaktor) 0 gesetzt. Das hat zur Folge, daß die betreffende Aufnahme für das Endresultat keine Rolle spielt.

⁸⁹ Da mit dem subjektive Elemente einschließenden analytisch bewertenden Verfahren sowieso sehr genaue Resultate nicht zu bekommen sind, verliert das Ergebnis dieser quantitativen Auswertung nicht seine Aussagekraft, wenn die Voraussetzung der Linearität der authentischen Papiergeschwindigkeitsentwicklung nur annähernd gegeben ist. Ebenfalls wäre es kein Problem, wenn der authentische (also die Tempi bei der Aufnahme genau reproduzierende) Papiergeschwindigkeitsverlauf wegen schwankender Bedingungen bei der Aufnahme für verschiedene Rollen nicht genau, sondern nur näherungsweise identisch wäre. In jedem dieser Fälle würde man dem authentischen Tempo mit der nachfolgend beschriebenen Methode relativ (also im Rahmen der durch das Verfahren selbst gesetzten Grenzen) nahe kommen.

tung nach kompositions- und interpretationstheoretischen Gesichtspunkten Voraussetzung für ein zuverlässiges Resultat. Daher ist die sinnvolle und übersichtliche Anordnung der Meßwerte nicht nur eine kosmetische Maßnahme, sondern eine notwendige Bedingung, um Auswertungsfehler zu verhindern. Mehr als die Einheitlichkeit der äußeren Darstellung ist dabei die jeweilige Bezogenheit der Darstellung auf die Struktur der Meßwerte von Bedeutung. Jeder Tabelle ist deshalb ein kurzer Kommentar vorangestellt, der die Anordnung erläutert.

In den meisten Fällen habe ich zunächst die cm-Werte, die auf der Rolle gemessen wurden, in einer Tabelle dargestellt, danach die Ergebnisse der Umfangsmessungen mitgeteilt und dann eine weitere Tabelle für die Quotienten für die Überprüfung der Walzengeschwindigkeitshypothese angelegt. In einigen Fällen schien es nicht notwendig, hierfür sämtliche Meßwerte der ersten Tabelle umzurechnen. Die Einzelwerte an den einzelnen Meßstellen (z. B. die eintaktigen Meßwerte in 8taktigen Passagen) wurden jeweils durch Summen- oder Durchschnittsbildung zusammengefaßt. Die Durchschnittswerte haben den Vorteil, auch bei verschieden vielen Werten, über die gemittelt wird, vergleichbar zu sein; die Summen bieten demgegenüber eine rechnerische Vereinfachung.

Grundsätzlich wurden folgende Kriterien bei der Anlage der Tabellen nach Möglichkeit berücksichtigt:

1. Erkennbarkeit der zusammengehörigen Werte durch Lücken bzw. neuen Zeilenbeginn zwischen den verschiedenen Meßstellen;
2. Erkennbarkeit von Parallelstellen durch Untereinanderanordnung ohne Leerzeile; gelegentlich Kennzeichnung von variierten Parallelstellen durch Untereinanderanordnung mit Leerzeile;
3. Identität der Anordnung in cm-Tabelle und Quotiententabelle.

Die Meßstellen wurden durch Taktzahlen bezeichnet. Die Taktzahlen sind im Gegensatz zu den Meßwerten stets *kursiv* angegeben. Wo halbe Takte gemessen wurden, stehen unter einer Taktzahl zwei Meßwerte. Der Übersicht halber wurden an Stellen, wo sich die Parallelstellen in der Reprise oder Coda ohne Schwierigkeiten finden lassen, nur die Taktzahlen der Exposition angegeben. Gelegentlich habe ich auch nur den Beginn einer Stelle durch eine Taktzahl bezeichnet, wenn es die Übersicht erleichterte.

Die Meßergebnisse laden oft zu interpretationstheoretischen Reflexionen geradezu ein. In diesem Kapitel sollen solche jedoch absichtlich nur dann ausgeführt werden, wenn sie zum angestrebten Resultat der Aufklärung der authentischen Papiergeschwindigkeitsentwicklung beitragen. Das auch später auf diese Meßreihen nicht verwiesen wird, liegt daran, daß die Zielsetzung des analytischen Teils vorwiegend in der Erläuterung der Zeitbeziehungen in Passagen mit viel Agogik bestand, während hier aus methodischen Gründen gerade umgekehrt Passagen mit wenig Agogik ausgewählt wurden.

Zum Schluß sei angemerkt, daß alle Zwischenergebnisse (einschließlich der Ergebnisse der Einzelauswertungen) mit überhöhter Genauigkeit angegeben wurden. Erst bei der Endauswertung wurden sinnvolle Rundungen vorgenommen. Die Quotienten wurden meist mit drei Nachkommastellen angegeben.