



Band 36

Dortmund 2007

FÖRDERKREIS VERMESSUNGSTECHNISCHES MUSEUM E.V.

Vermessungen bei Planung und Bau der ersten Eisenbahnen in Niedersachsen



Erich Siems / Jürgen Stumpf †

SCHRIFTENREIHE DES FÖRDERKREISES
VERMESSUNGSTECHNISCHES MUSEUM E.V.

Band 36

Erich Siems / Jürgen Stumpf †

**Vermessungen bei Planung und Bau
der ersten Eisenbahnen
in Niedersachsen**

Dortmund 2007

Titelbild: Der englische Eisenbahningenieur George Stephenson bespricht mit einem Mitarbeiter die Vermessung der Eisenbahnstrecke Manchester – Liverpool, 1830

SCHRIFTREIHE DES FÖRDERKREISES
VERMESSUNGSTECHNISCHES MUSEUM E.V.

Band 38

Erich Siems / Jürgen Stumpf

Vermessungen der Planung und Bau
der ersten Eisenbahnen
in Niedersachsen

Herausgegeben vom
Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V.
Postfach 10 12 33, D-44012 Dortmund

© 2007

ISBN 978-3-00-021612-1

Anschrift des Verfassers:
Dr.-Ing. Erich Siems, Fichtenstraße 18 in 65527 Niedernhausen

Geleitwort

Bereits 1826 wurde dem hannoverschen Vizekönig ein Vorschlag unterbreitet vom „Nutzen einer Eisenbahn von Hannover nach dem Harze“. Der Initiator der braunschweigischen Eisenbahnen bittet 1834 in einem Memorandum die hannoversche Regierung um Genehmigung, die Bahn Braunschweig - Harzburg teilweise über hannoversches Gebiet führen zu dürfen. Und 1836 liegt dem hannoverschen Landtag der Entwurf eines „Gesetzes die Veräußerungsverpflichtung behuf Eisenbahn-Anlagen betreffend“ (Eisenbahn-Gesetz) vor – etwa zeitgleich mit dem Bau der ersten deutschen Eisenbahn 1835 von Nürnberg nach Fürth. Pioniere der ersten Eisenbahnen in Deutschland wirkten damals in Niedersachsen. - Wie Geometer, Feldmesser und Ingenieure trassierten, die notwendigen vermessungstechnischen Grundlagen, Trassenplanungen schufen: Die Autoren geben hochinteressante Einblicke in die Aufgaben und Probleme beim Eisenbahnbau im 19. Jahrhundert. -

Es war vor etwa 20 Jahren - Jürgen Stumpf aus Burgdorf/Hannover übersandte dem damaligen Ersten Vorsitzenden des Förderkreises Dr. Kurt Kröger, einen Aufsatz über die ältesten Eisenbahnvermessungen im Königreich Hannover. Daraus entspann sich ein reger Briefwechsel für eine in Aussicht genommene Veröffentlichung. Mit der Gründlichkeit, die unserem Beruf eigen ist und gerade auch Jürgen Stumpf auszeichnete, ging er in den folgenden Jahren den Fragen von Eisenbahnbau und Vermessung in Niedersachsen auf den Grund. Blieb zunächst nur die nebendienstliche Freizeit für die vielen historischen Recherchen, so konnte er sich nach seiner Pensionierung vertieft dieser Aufgabe widmen. Jürgen Stumpf mußte dann bald krankheitsbedingt deutlich kürzer treten. Er starb 2005.

Der Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V. konnte für das 9. Symposium für Vermessungsgeschichte im Februar 2005 unter dem Thema „Von Gizeh bis DESY“ Dr.-Ing. Erich Siems gewinnen, der den Reigen über 5000 Jahre angewandte Geometrie mit einem Vortrag „Erste Eisenbahnen – nicht ohne Feldmesser“ bereicherte. Im Anschluß daran nahm Erich Siems gerne die Anregung auf, mit Jürgen Stumpf in Kontakt zu treten.

Nach dessen Tod waren seine Frau und sein Sohn gerne bereit, seine reichhaltigen Forschungsergebnisse und Unterlagen weiterzugeben. Erich Siems übernahm die Herkules-Aufgabe, den umfangreichen fachhistorischen Nachlaß zu sichten – und im Sinne von Jürgen Stumpf zu einem guten Ende zu bringen. Über ein Jahr lang hat er in ungezählten Stunden daran gearbeitet und das große Werk vollendet. Zur Mitgliederversammlung 2007 legte er dem Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V. in Dortmund das Ergebnis vor, ein Buch von über 500 Seiten. Eine CD von dem großen Gesamt-Werk von Siems/Stumpf ist beim Förderkreis erhältlich.

Unserer Anregung folgend hat Dr.-Ing. Erich Siems daraus eine kurzgefasste Veröffentlichung in unserer Schriftenreihe erarbeitet, die der Förderkreis hier nun vorlegt.

Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V.

Bremen, Hannover, Dortmund, im Juli 2007

Prof. Dr.-Ing. Harald Lucht
Präsident

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Torge
Vorsitzender des Kuratoriums

Dipl.-Ing. Norbert Kalischewski
Erster Vorsitzender

Inhalt

	<u>Seite</u>
1. Eisenbahnen läuten auch in Niedersachsen ein neues Zeitalter ein	9
2. Erste Trassenplanungen	11
3. Das beim Eisenbahnbau eingesetzte Personal, Ausbildung und Verfahren	13
3.1. Geometer, Feldmesser und Ingenieure bei der Eisenbahn	13
3.2. Die Ausbildung der Geometer, Feldmesser und Ingenieure	16
4. Vorarbeiten für die Trassenfindung	18
4.1. Ein wichtiges Trassierungselement - das Gefälle	22
4.2. Fahrdynamische Betrachtungen	23
4.3. Absteckung von Kurven	27
5. Vermessungstechnische Grundlagen	31
5.1. Lagefestpunktfeld	31
5.2. Höhenfestpunktfeld	34
5.3. Vorhandene Karten	36
6. Vermessungen bei den Allgemeinen Vorarbeiten	37
6.1. Lagevermessungen bei den Allgemeinen Vorarbeiten	38
6.2. Höhenvermessungen bei den Allgemeinen Vorarbeiten	43
6.3. Das Nivellement Braunschweig – Harzburg 1836	46
6.4. Zeitaufwand für die Allgemeinen Vorarbeiten	47
7. Die Festlegung der Trassen	48
7.1. Die Trasse Braunschweig - (Bad) Harzburg	48
7.2. Die Trasse Celle – Harburg	49
7.3. Die Trassen der Kreuzbahn	53
7.4. Die Trasse Hannover - Minden	54
7.5. Die Trasse Hannover - Bremen	55
7.6. Die Trasse Südbahn	57
8. Der Grunderwerb <i>Expropriationen</i>	57
9. Die bautechnischen Vermessungen	63
9.1. Die Oberbau-Vermessungen	65
9.2. Die Vermessung der Trasse am Westerberg bei Kreiensen	67
9.3. Der Tunnel bei Volkmarshausen	68
 Benutzte Quellen und Literatur	 72
 Die Autoren	 75

Vermessungen bei Planung und Bau der ersten Eisenbahnen in Niedersachsen

Zusammenfassung:

Nachdem in Deutschland 1835 die erste Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth in Betrieb ging, reiften in vielen anderen Landesteilen Pläne zum Bau neuer Eisenbahnstrecken, so auch in den das heutige Niedersachsen bildenden Gebieten. In dieser Arbeit werden die Verfahren und die Vorgehensweise insbesondere aus vermessungstechnischer Sicht bei der Erkundung sowie beim Bau der neuen Trassen beschrieben.

1. Eisenbahnen läuten auch in Niedersachsen ein neues Zeitalter ein

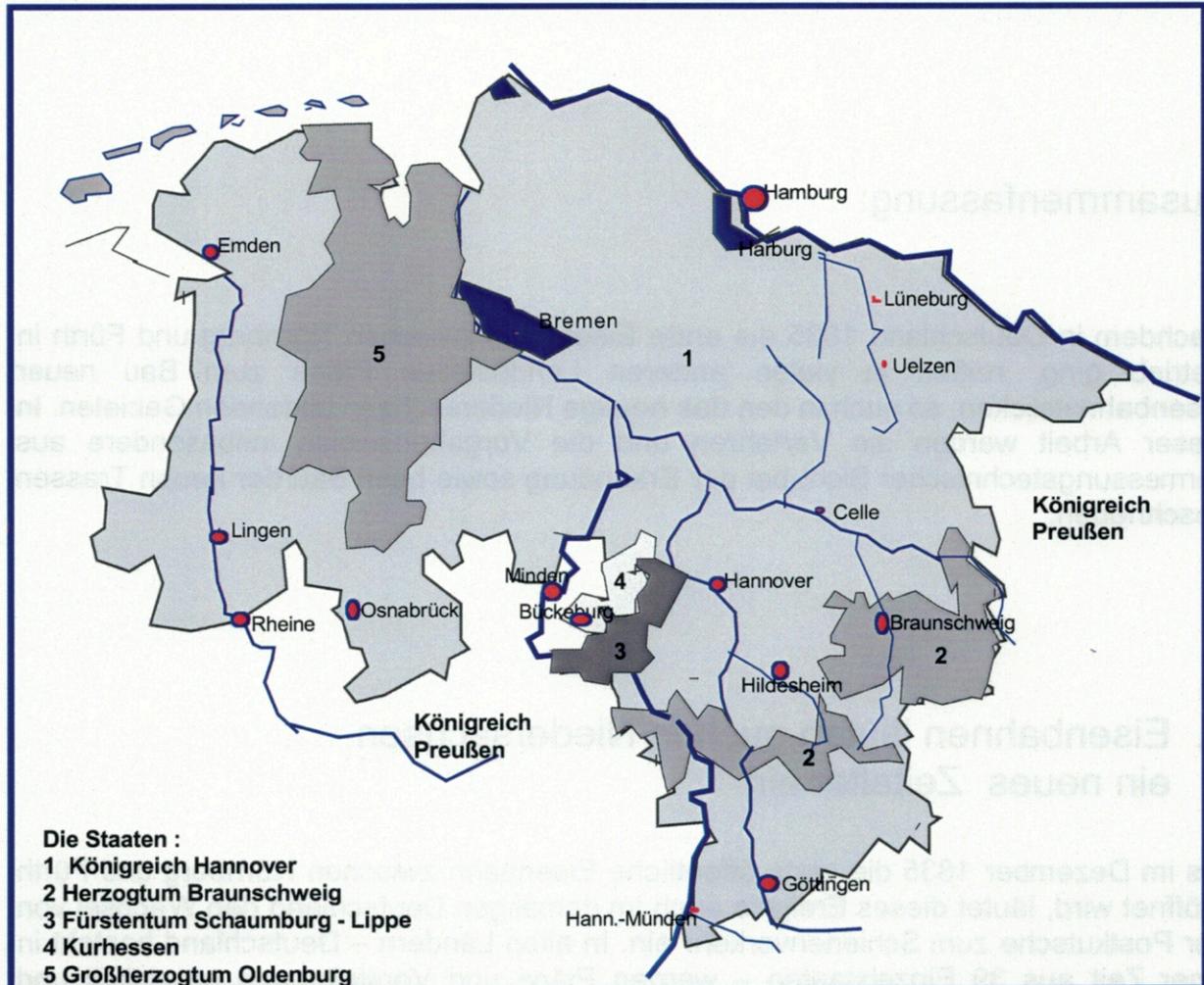
Als im Dezember 1835 die erste öffentliche Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth eröffnet wird, läutet dieses Ereignis auch im damaligen Deutschland den Wechsel von der Postkutsche zum Schienenverkehr ein. In allen Ländern – Deutschland besteht in jener Zeit aus 39 Einzelstaaten – werden Pläne und Vorstellungen entwickelt und realisiert, die großen Städte durch Eisenbahnstrecken zu verbinden, so auch im niedersächsischen Raum.

Fünf selbstständige Staaten teilen sich um 1840 in das Gebiet des heutigen Bundeslandes Niedersachsen, und zwar Königreich Hannover, Herzogtum Braunschweig, Fürstentum Schaumburg – Lippe, Kurhessen und Großherzogtum Oldenburg.

Mit dem Regierungsantritt des Königs *Ernst-August* im Jahre 1837 endet die Personalunion der Herrscher Hannovers und Großbritanniens. Die Verbindungen zwischen beiden Ländern reißen damit nicht ab. Politische und sachliche Beziehungen

bleiben erhalten - in der hannoverschen Armee dienen z.B. weiterhin britische Generäle. Diese Beziehungen unterstützen auch die Entstehung der Eisenbahnen: Ein britischer Militär-Verwaltungsbeamter, der „Paymaster“ *Taylor*, untersucht Streckenmöglichkeiten auf hannoverschem Gebiet; britische Ingenieure, seine Mitarbeiter, unternehmen erste Eisenbahnvermessungen. Hannoversche Ingenieure, z.B. *Dammert*, reisen nach England (1841), um Eisenbahnkenntnisse, vor allem an der Bahn Manchester – Liverpool, zu gewinnen, die bereits seit 1830 in Betrieb ist. Diese rund 48 km lange Eisenbahnstrecke wird für viele deutsche Bahnen zur „Schul-Eisenbahn“.

Niedersachsen um 1840



Die Wirtschaft in Hannover und Braunschweig wird um 1840 noch weitgehend vom Handel mit agrarischen, handwerklichen und kleinindustriellen Produkten bestimmt. Industriebetriebe größeren Umfanges bildet zunächst der Bergbau, der besonders im Harz teilweise schon seit Jahrhunderten betrieben wird. Der Kohle-Bergbau bewirkt in Hannover erste, wenn auch noch nicht verwirklichte, Eisenbahnpläne: Oberst *Prott*, der spätere Leiter der ersten Eisenbahn-Vorarbeiten legt schon 1826 dem hannoverschen Vizekönig einen Vorschlag vor: „Untertänigstes Promemoria, betr. den Nutzen einer Eisenbahn von Hannover nach dem Harze ...“¹⁾, und der Initiator der braunschweigischen Eisenbahnen, *Philipp August von Amberg*, bittet 1834 in

einem Memorandum die hannoversche Regierung um Genehmigung, die dann tatsächlich gebaute Bahn Braunschweig - Harzburg teilweise über hannoversches Gebiet führen zu dürfen.²⁾ Schließlich legt der Vizekönig in Hannover, *Adolph* Herzog von Cambridge - vor 1837 Regent des Landes für den in England residierenden König - , dem Landtag am 15.7.1836 den Entwurf eines „Gesetzes die Veräußerungsverpflichtung behuf Eisenbahn-Anlagen betreffend“ (Eisenbahn-Gesetz)³⁾ vor.

Wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Eisenbahnen nimmt in allen deutschen Staaten das Beschaffen der für Bau, Betrieb und Unterhaltung der Bahn notwendigen Gelder. In Hannover beispielsweise wird mit folgenden Kosten gerechnet:

- für die Bahn Celle - Harburg 1841 ~ 4 Mio Reichsthaler, reine Baukosten⁴⁾,
- für die *W e s t* bahn 1850 7,7 Mio Rth Bau - und Betriebskosten⁴⁾, dazu 1852 ein «Nachschlag» in Höhe von 2,5 Mio Rth⁵⁾,
- für die Teilstrecke Hannover - Göttingen der Südbahn und die Stichbahn von Hildesheim auf diese Strecke 1850 11,1 Mio Rth.⁵⁾

Die Staatshaushalte um 1840 sind mit solchen Kostenhöhen weit überlastet. Man überlegt deshalb Unternehmensformen, die den Einsatz von Haushaltsmitteln ganz oder weitgehend überflüssig machen. Der einzige deutsche Staat, der seine Eisenbahn tatsächlich ganz mit Haushaltsmitteln baut, ist das Herzogtum Braunschweig.

2. Erste Trassenplanungen

Den Aufbruch ins Eisenbahn-Zeitalter markieren in Deutschland neben der ersten Eisenbahnstrecke zwischen Nürnberg und Fürth mehrere bedeutende Bahnlinien.

Bahnlinie	Betriebsbeginn	Länge (km)
Leipzig - Dresden	1837- 1839	116
Berlin - Potsdam	1838	26
Magdeburg - Leipzig	1839-1840	124
„Taunus-Bahn“ (Frankfurt/M - Mainz - Wiesbaden - Biebrich)	1839 - 1840	38
Köln -Aachen	1839-1841	70
Berlin - Sächsische Bahn (Anschluß an Magdeburg - Leipzig)	1840-1841	153

Aber schon 1824, also bevor überhaupt in Deutschland eine Eisenbahn fährt, legt der spätere herzoglich braunschweigische Eisenbahn- und Postdirektor v. *A m s b e r g* eine Denkschrift „Anlage einer Eisenbahn zwischen Hannover, Braunschweig und den Hansestädten“ vor. Er erneuert diese Schrift, besonders für Hannover, im Jahre 1832.

Seine Pläne finden zunächst aus verschiedenen Gründen keine Zustimmung, weder in Braunschweig noch in Hannover. Von den verschiedenen Strecken, die er vorschlägt, bleiben schließlich die Bahnen Braunschweig - Harzburg und, bei Wolfenbüttel davon abzweigend, die Strecke Wolfenbüttel – Magdeburg. Die herzogliche Bau-Direktion ordnet am 24.10.1835 die Vorarbeiten für Braunschweig - Harzburg an.

In Hannover lässt sich ein grundsätzliches Interesse an der Eisenbahn seit 1832 nachweisen. Es wünscht Eisenbahnverbindungen zunächst mit den Hansestädten Bremen und Hamburg und mit Braunschweig. Die ersten praktischen Versuche, solche Verbindungen zu erkunden, unternimmt 1834, wie schon erwähnt, der britische Paymaster *Taylor*; seine Mitarbeiter führen die ersten Eisenbahnvermessungen im hannoverschen Gebiet aus. Sein Projekt wird jedoch wegen unüberbrückbarer Meinungsdivergenzen zwischen ihm und der hannoverschen Regierung über Linienführung und Finanzierung nicht ausgeführt.

1835 nimmt dann Hannovers Regierung die Eisenbahnsache selbst in die Hand und beauftragt am 18.Juni den General - Quartiermeister Oberstleutnant *Prott* mit der Leitung der Eisenbahnvorarbeiten, also der Vermessungen. Gleichzeitig mit dem Auftrag an *Prott* bildet die Regierung eine Kommission, vergleichbar einem außerparlamentarischen Ausschuss, dem unter *Prott's* Vorsitz der Major *G.W. Müller* und die Hauptleute *Dammert* und *Luttermann* angehören; die beiden letzteren sind an den Eisenbahnvermessungen wesentlich beteiligt.

Die hannoversche Staatsverwaltung muss die Eisenbahnangelegenheiten aber hinauszögern, weil die beiden Hauptprobleme, das Eisenbahngesetz und die Geldbeschaffung, nicht kurzfristig zu klären sind. Dafür erntet sie in der Öffentlichkeit Kritik. Aber vergleicht man die Diskussionen mit anderen Staaten, so braucht Hannover in dieser Hinsicht keineswegs auffällig längere Zeit. Unabhängig davon lässt die hannoversche Regierung die Vorarbeiten für den Eisenbahnbau auch während der Jahre bis 1840 zügig fortsetzen. Dem Landtag liegt sehr wesentlich daran, über diese Vorarbeiten Einzelheiten zu erfahren.

Zu dem Material, das der Landtag daraufhin erhält, gehören deshalb auch Vermessungsergebnisse. Das Kabinett berichtet: *„Die ad 1. bezeichneten Bahnstrecken (von Hannover nach Braunschweig, Harburg und Bremen) sind jetzt vollständig vermessen und tragen wir kein Bedenken, den hierüber vom Obersten Prott unterm 12. , 25. vorigen Monats erstatteten Bericht nebst einer dazu gehörigen Übersichtskarte hieneben den löblichen Ständen mitzuteilen, die übrigen Anlagen des Berichts - aus den Verwaltungs- und Nivellierungs-Registern, den Spezialkarten und Profilen... bestehend - behalten wir einstweilen zurück; indessen erklären wir uns bereit, auch diese Aktenstücke den löblichen Ständen vorzulegen, falls dieselben es wünschen“*. Ob dieser letztgenannte Wunsch ausgesprochen wird, bleibt unbekannt; zu den ggfs. vorzulegenden Unterlagen gehören jedoch ohne jeden Zweifel die Vermessungsergebnisse.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass der hannoversche Landtag schon früher die Bedeutung einer sorgfältigen Vermessung für zahlreiche Vorhaben des Landes erkannt hat. So wird schon am 29. und 31. Januar 1821 bei den Beratungen über die Neuregelung der Grundsteuer von einem Mitglied vorgeschlagen, *„... daß auf*

*gemeinschaftliche Kosten ein geometrisches Netz von dem ganzen Königreiche aufgenommen und zu dem Ende selbiges in Dreiecke zerlegt und vermessen, auch dem Professor G a u ß , welcher dem Vernehmen nach bereits beauftragt sei, die hiesigen Lande an die Dänischen, Preußischen und Holländischen Triangulierungen anzuschließen, die spezielle Direktion dieser Triangulierung des ganzen Landes übertragen werde ...“.*⁶⁾

Ein anderes Landtagsmitglied möchte vorher wissen, ob ein Plan für eine Gesamtvermessung des Landes existiere. Die Regierung verneint die Frage, lässt aber am 26.4.1821 öffentlich bekanntgeben, dass eine Triangulation, und zwar die Gradmessung G a u ß , in Kürze beginnen werde.

3. Das beim Eisenbahnbau tätige Personal, Ausbildung und Verfahren

3.1. Geometer, Feldmesser und Ingenieure bei der Eisenbahn

Um 1840 werden die mit Vermessungen betrauten Männer häufig als „Geometer“ oder „Feldmesser“ bezeichnet, dabei haben sie beruflich wenig mit Vermessungen zu tun. Die Bezeichnung „Geometer“ bedeutet in Hannover und Braunschweig weniger einen Beruf als vielmehr eine Qualifikation, eine Graduierung, die allgemein durch Bestehen einer Prüfung erworben wird. Danach werden sie gelegentlich auch beeidigt und dürfen dann Grundstücksvermessungen durchführen. So bestimmt das hannoversche Eisenbahn-Gesetz von 1840 in Artikel 37: *„Ist zur genaueren Kenntnis eine Messung des abzutretenden Grundeigentums erforderlich, so muß diese durch einen beeidigten Feldmesser geschehen“.*

Eine Vorschrift, die generell eine Beeidigung regelt, ließ sich in hannoverschen Verkündungsblättern nicht finden. Auch haben alle Quellen verschwiegen, warum und zu welchem Zweck die Geometer beeidigt werden. Offenbar werden in Hannover die Geometer nicht für die Berufsausübung – ein für alle Mal – beeidigt, sondern nur für eine bestimmte Aufgabe und wenn erforderlich mehrmals.

Beim Eisenbahnbau werden naturgemäß viele Geometer und Feldmesser sowie Ingenieure eingesetzt. Einige von ihnen werden nachfolgend benannt:

Als der britische Hauptmann T a y l o r bei den Eisenbahnvorarbeiten ausscheidet, übernimmt 1835 der hannoversche Offizier V i k t o r L e b e r e c h t v o n P r o t t (*1771 in Hameln, † 1856) die Vorarbeiten. 1823 wird er Vorsteher des technischen Sektors in der „Central-Grundsteuer-Kommission“ und 1828 Leiter der topographischen Aufnahmen für die so genannte G a u ß 'sche Landesaufnahme.⁷⁾

Die Hauptlast der Eisenbahnvermessungen in Hannover trägt die *Pontonier-Kompanie* mit ihrem Chef J o h a n n F r i e d r i c h H e i n r i c h L u t t e r m a n n (*1776). Er wird 1836 an Mecklenburg für dort auszuführende Eisenbahnvorarbeiten „ausgeliehen“.

Weitere leitende Ingenieuroffiziere bei den Eisenbahnvorarbeiten sind: A n t o n H e i n r i c h D a m m e r t, (*1795), 1863 als Generalleutnant und Chef des Ingenieurkorps in den Ruhestand getreten.

Johann Georg Ferdinand Glünder, (*1796, †1854); er tritt während der Eisenbahnarbeiten mehrfach als sehr sachkundiger, mathematisch hoch gebildeter Verfasser eisenbahnkundlicher Schriften hervor.

Zu den Ingenieuroffizieren kommen noch zwei Artillerieoffiziere hinzu:

Carl Heinrich Prizelius, und

Josef Gauß, (*1806, aus der ersten Ehe C.F. Gauß'). Er hilft schon als Schüler seinem Vater bei Feld- und Rechenarbeiten zur Gradmessung. Den Plan Jura zu studieren, gibt er auf und tritt 1824 in die hannoversche Armee ein. Auch hier ist er immer wieder geodätisch tätig; 1844 schließt er die Feldarbeiten zur „Landesvermessung“ mit Arbeiten bei Stade ab. 1832 beginnt er mit dem Ingenieur-Premierleutnant *August Friedrich Papen* die Arbeiten an dessen topographischem Kartenwerk („Papen - Atlas“).⁸⁾ 1845 tritt er in die Dienste der Eisenbahndirektion Hannover. Er stirbt 1872.

Prott hat sehr viel von den unter seiner Leitung arbeitenden Offizieren gehalten. Als er 1841 vom hannoverschen Innenminister um einen Vorschlag für einen Bauleiter der Eisenbahn gebeten wird, empfiehlt er seine Ingenieuroffiziere, weil sie seit langem auf die entsprechenden Arbeiten vorbereitet sind. Nach seinem Vorschlag wird Hauptmann *Dammert* als Oberingenieur mit dem Bau der Hannover - Braunschweigischen Eisenbahn beauftragt.

Seit Beginn der 40er Jahre werden zu den Vorarbeiten auch Zivilingenieure herangezogen; *Prott* macht 1841 den Vorschlag, Absolventen der polytechnischen Schule (spätere Universität Hannover) einzusetzen.⁹⁾ Dazu gehören u.a.

Buresch. Er ist 1834/1835 an der polytechnischen Schule immatrikuliert; 1855 gibt er zusammen mit dem Eisenbahnbau-Inspektor *Durlach* eine Oberbau-Vorschrift für die hannoverschen Bahnen heraus. Nach 1860 wird er Bauleiter der Eisenbahn im Großherzogtum Oldenburg.

Adolf Funk (*1819 im Fürstentum Schaumburg-Lippe) bringt es zu herausragender Stellung bei der hannoverschen Eisenbahn. 1835 - 1839 studiert er an der polytechnischen Schule Hannover, 1839 im Straßenbau tätig, ab 1840 ständig bei der Eisenbahn, zuletzt als Baurat. 1851 gehört er zu den Gründern des Architekten- und Ingenieurvereins Hannover und nimmt über lange Jahre das Amt des Sekretärs, also etwa Geschäftsführer, dieses Vereins wahr.¹⁰⁾

Conrad Friedrich August von Kaven (* 1827 in Bremen), 1843 – 1846 Studium in Hannover. 1847 1.Staatsprüfung im Baufach, dann zunächst beim Wasserbau in Bremen, ab 1850 bei der hannoverschen Eisenbahn. 1854 2.Staatsprüfung, 1856 als Eisenbahnbau-Inspektor fest angestellt. Seit 1861 Lehrauftrag für Eisenbahnbau, Brücken- und Wegebau an der polytechnischen Schule Hannover. 1869 Gründungsrektor der TH Aachen, bis 1880 Rektor und Professor für Straßen- und Eisenbahnbau. *Helmer* bezeichnet ihn als Anreger seiner Übergangsbogenschrift.

Von den braunschweigischen Ingenieuren muß besonders der Initiator des braunschweigischen Eisenbahnbaus erwähnt werden: *Philipp August von Amberg* (1789 - 1871).

Nach der *Praktischen Anweisung zum planimetrischen Vermessen der Feldmarken*¹²⁾ setzt sich ein Vermessungstrupp für Lagevermessungen aus vier Gehilfen zusammen:

1 Bakenstecker, „dessen Hauptgeschäft darin besteht, alle zu messenden Linien vorher auszubaken ...; ...von seiner Gewandtheit hängt vieles für den schnellen Fortgang der Vermessung ab, daher man hierzu einen brauchbaren Mann wählen muß, welchen der Geometer zu seiner Hilfe noch besonders abrichtet ...“. Dieser Gehilfe bleibt sicher ständig, d.h. für alle Arbeiten des Geometers angestellt.

1 Überschläger, der die Rechtwinkel-Ordinaten mit einer „Meßbrute“ - an die Kette im Fußpunkt angelegt - misst; auch er dürfte ständiger Gehilfe sein.

2 Kettenzieher, die nur im Notfall ausgewechselt werden, da sie eine gewisse Fertigkeit erwerben müssen. Sie werden zu einem im Lande üblichen Tagelohn angestellt. Diese Gehilfen sollen offenbar nur für eine bestimmte Aufgabe beim Messtrupp bleiben, während beim Aufgaben- oder Ortswechsel (z.B. neue Feldmark) neue Gehilfen angenommen werden.

Zu diesen Gehilfenfunktionen kommen bei den Bahnvorarbeiten sicher noch Hilfskräfte für das Nivellement hinzu, die aber wohl häufig aus dem Bestand der ständigen Vermessungsgehilfen genommen werden.

Die Messgehilfen bekommen pro Tag 8 bzw. 10 Ggr, wie die Tabelle auf der vorhergehenden Seite ausweist.

3.2. Die Ausbildung der Geometer, Feldmesser und Ingenieure

Die Ausbildung der beim Eisenbahnbau tätigen Geometer, Feldmesser und Ingenieure – häufig auch Techniker genannt – gestaltet sich recht vielseitig:

Eisenbahnbau-Techniker müssen 1845 z.B. auch Kenntnisse in Statik, Hydromechanik, Maschinenlehre zeigen und in einer Prüfung nachweisen, dass sie den Betrieb der Eisenbahnen, die Anwendung bestehender Landesgesetze und Verhandlungen mit Behörden beherrschen.¹³⁾

Die Ingenieure p l a n e n , v e r m e s s e n , b a u e n u n d b e t r e i b e n die Bahn. Es gibt noch nicht wie heute den hauptberuflichen Vermessungsingenieur, aber keinen Ingenieur ohne Vermessungsausbildung!

Die Geodäsie ist noch kein eigenständiges Lehr- und Studienfach, aber als Teil der Mathematik für alle Ingenieure unverzichtbar.

Die Kenntnisse der Techniker haben sich in den Prüfungen zu erstrecken u.a. auf Fertigkeit im Planzeichnen, Reine Mathematik, Geometrie, Stereometrie, ebene und sphärische Trigonometrie, Lehre von den Kegelschnitten, Höhere Analysis und nicht zuletzt Angewandte Mathematik mit besonderem Gewicht Feldmessen und Nivellieren.

Ein schon im Urteil der Zeitgenossen hochgeschätztes Lehrwerk heißt: „Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie“ von *Johann Tobias Mayer*, königlich großbritannischer Hofrat und Professor zu Göttingen.

J.T. Mayer wird 1752 in Göttingen geboren. Seinen Vater, *Tobias Mayer*, bedeutender Astronom, kennen die Geodäten durch die Entwicklung der Repetitions-Winkelmessung; sein Sohn behandelt das Verfahren eingehend in seinem Lehrbuch. Dieses geht inhaltlich über die eigentliche Vermessungskunde hinaus und gibt einen Umriss der gesamten Tätigkeit eines Geodäten, wie sie sich auch in den Arbeiten der Eisenbahningenieure zeigt.

Nach eigenen Angaben ist *M a y e r* einer der ersten Autoren, die sich eingehend mit der Fehlertheorie befassen.

Die Lehrbücher der damaligen Jahre beschreiben auch die verschiedenen Vermessungsverfahren, die beim Eisenbahnbau anfallen, wie z.B.:

- Festlegung der Bahn im Gelände, dabei Trassenverknüpfungen, vielfach über weite Entfernungen, Koordinaten, Richtungen,
- Geländevermessung, Aufnahmeverfahren,
- Höhen-Ermittlungen und -Festlegungen, Wasserbau-Maßnahmen,
- Steigungen und Kurven, Entwurf, Kurvenabsteckung.

Bei der Festlegung der Bahn – insbesondere über weite Strecken – verwenden die Ingenieure die Dreiecksvermessung, wobei ebene Koordinatensysteme benutzt werden. Die Näherung ist den Lehrbuch-Autoren bewusst.

Bis zur *G a u ß*'schen Triangulation sind geographische Koordinaten in Norddeutschland das einzige flächendeckende System, auf dem auch alle Kartenwerke, z.B. die von *R e y m a n n* und *P a p e n* beruhen. Ungewöhnlich viele Punkte sind nach Breite und Länge bestimmt.

Für die Geländevermessung wird vor allem der Messtisch eingesetzt. Während im 18. Jhdt. als Bestimmungselement der Winkel dominiert, gewinnt um die Wende 18./19.Jhdt. die Strecke Vorrang. Für die Höhenmessungen kommen geometrische, trigonometrische und barometrische Verfahren in Frage; für die Eisenbahn ist vor allem das geometrische Nivellement wichtig.

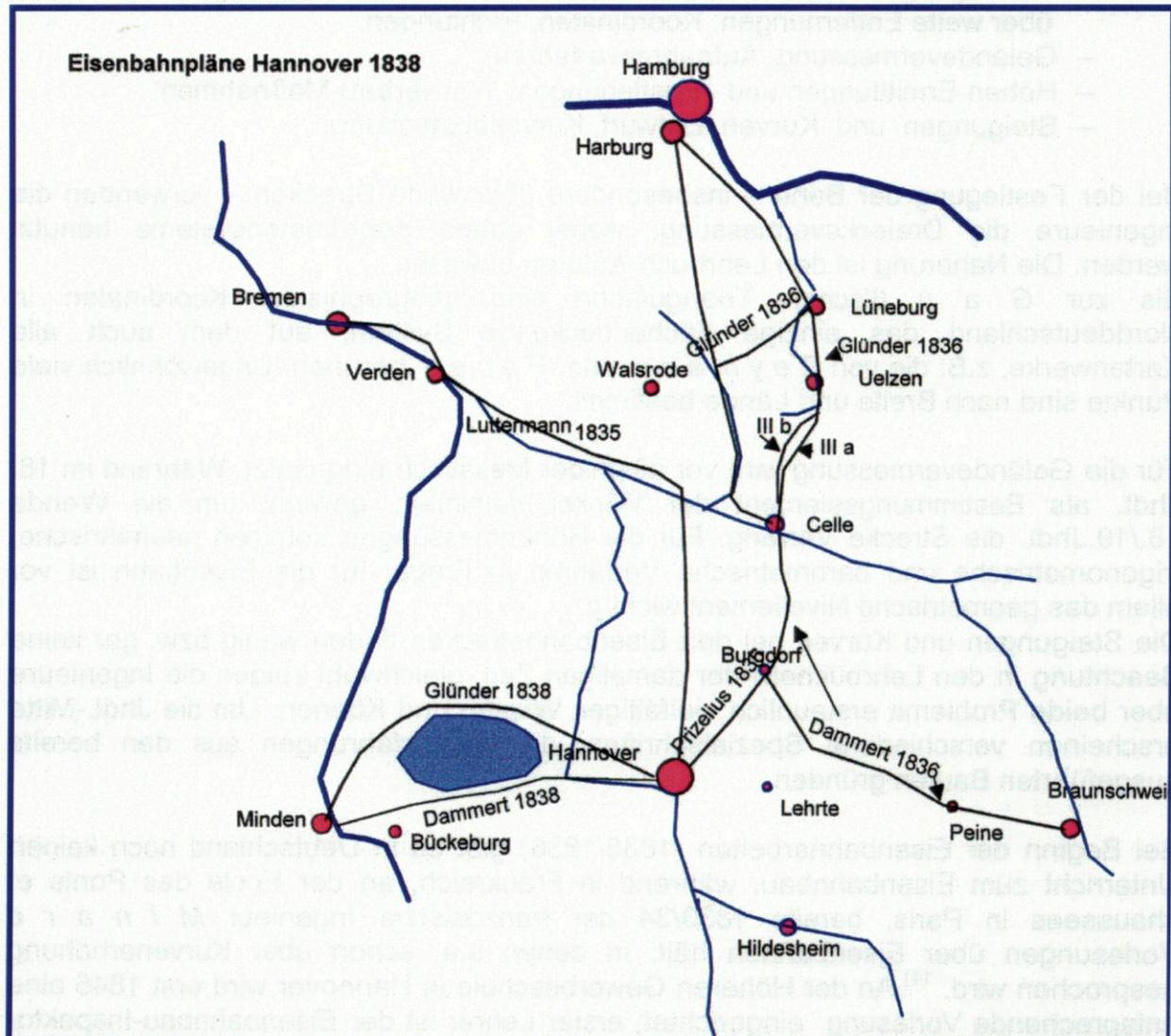
Die Steigungen und Kurven bei den Eisenbahnstrecken finden wenig bzw. gar keine Beachtung in den Lehrbüchern der damaligen Zeit, gleichwohl zeigen die Ingenieure über beide Probleme erstaunlich vielfältiges Wissen und Können. Um die Jhdt.-Mitte erscheinen verschiedene Spezialschriften, die auf Erfahrungen aus den bereits ausgeführten Bauten gründen.

Bei Beginn der Eisenbahnarbeiten (1835/1836) gibt es in Deutschland noch keinen Unterricht zum Eisenbahnbau, während in Frankreich, an der *Ecole des Ponts et chaussees* in Paris, bereits 1833/34 der französische Ingenieur *M i n a r d* Vorlesungen über Eisenbahnen hält, in denen u.a. schon über Kurvenerhöhung gesprochen wird.¹⁴⁾ An der Höheren Gewerbeschule in Hannover wird erst 1846 eine entsprechende Vorlesung eingerichtet; erster Lehrer ist der Eisenbahnbau-Inspektor *S c h w a r z*.¹⁵⁾

Die deutschen Ingenieure müssen sich auf Literatur und die Erfahrungen ausländischer Eisenbahnbauer stützen. Dazu reisen verschiedene Ingenieure nach England, Frankreich, Belgien und sogar in die USA. Vermessungstechnische Anregungen bringen diese Reisen offenbar kaum. *D a m m e r t* bzw. Staatssekretär *H o p p e n s t e d t*, den *D a m m e r t* begleitet, berichten 1839 vom Besuch der Leipzig - Dresdener Eisenbahn über den Ablauf der Vermessungsarbeiten ohne Einzelheiten, bis auf eine allerdings interessante Stelle!¹⁶⁾: „*Das von der Kommission dem Direktorium vorgelegte N i v e l l e m e n t von Leipzig bis Borsdorf (ca 10 km östlich Leipzig) erwies sich als so unrichtig, daß das Niveau des bereits fertigen Planums bis 28 Zoll (ca 0.70 m nach hannoverschem Maß) teils tiefer, teils höher gelegt werden mußte*“.

4. Vorarbeiten für die Trassenfindung

Im Königreich Hannover werden schon 1834/35 erste Überlegungen für ein Eisenbahnnetz angestellt; die Diskussion intensiviert sich im Laufe der folgenden Jahre. Die 1838 bestehenden Pläne zeigt die nachfolgende Skizze.



Die Eisenbahnplanungen im Königreich Hannover 1838

Die grundsätzliche Linienführung neuer Eisenbahntrassen wird von politischer Seite vorgegeben. Zuvor werden die anfallenden Kosten und Einnahmen detailliert ermittelt, wie die folgende Zusammenstellung auf Seite 20 und 21 über vier Trassenvorschläge von Celle nach Harburg ausweist.

Politische Vorgaben finden sich u.a. für die Strecke Celle – Harburg. Zunächst gilt es hier, bei der Planung die Stadt Celle zu berühren; darüber hinaus sollen drei Alternativlösungen für die große Richtung der Verbindung zwischen Celle und Harburg ausschlaggebend sein, nämlich:

- Die Bahnverbindung soll zugleich die Städte Uelzen und Lüneburg berühren.
- Die Bahn soll nur Lüneburg berühren.
- Die Bahn soll den kürzesten Weg von Celle nach Harburg einnehmen ohne Lüneburg zu berücksichtigen.

Eine andere politische Vorgabe legt fest, dass die Städte Celle, Hannover, Hildesheim und Braunschweig durch möglichst gerade verlaufende Eisenbahnlinien verbunden werden sollen, die aber alle in Lehrte zusammengeführt werden. Diese Bahnkreuzung wird später „Kreuzbahn“ genannt.

Die genaue Planung und Realisierung der vorgegebenen Trassen in der Örtlichkeit obliegt den Ingenieuren. Aber auch hier ergeben sich im Zuge der weiteren Planungen neue Streckenführungen, d.h. Varianten, die aus politischen, wirtschaftlichen oder technischen Gründen diskutiert werden. Nicht alle Varianten werden örtlich vermessen und nivelliert, einige werden „*bloß rekognosziert*“, d.h. in der Örtlichkeit grob auf ihre Realisierbarkeit bzw. mögliche Alternativen untersucht. Sind dabei Höhen zu ermitteln, so kommt oftmals das Barometer zur Anwendung.

Eine technische Vorgabe für die Trassenfindung ist dem Auftrag *Prott's* an den Premierleutnant *Gerber* vom 1.7.1835 zu entnehmen. Dieser soll für die Erkundung der Südbahn von Hannover nach Göttingen beachten:

Möglichst lange Geraden.

Übergänge zwischen verschiedenen Geraden, also Bögen, sollen möglichst „sanft“ verlaufen, ihre Radien sollen zwischen 2000^F (~ 560 m) und 5000^F (~ 1500 m) liegen.

Steigungen sollen nicht stärker als 1 : 300 sein; soweit stärkere Steigungen bis 1 : 100 nicht zu vermeiden sind, sollen sie nicht länger als 5000 - 8000^F (~ 1500 - 2400 m) sein.

Stets wechselndes Steigen und Fallen, also <<totes>> Gefälle, ist zu vermeiden.

Gerber benutzt für die Erkundung und Darstellung seiner Ergebnisse die besten Karten, die zur Verfügung stehen, nämlich die Reymann-Karte im Maßstab 1 : 200 000. Er beurteilt dieses Kartenwerk als im allgemeinen ziemlich richtig, an manchen Stellen jedoch wegen zu kleinen Maßstabs oder mangelhafter Darstellung für seinen Zweck nicht ausreichend.

Gerber's wichtigste Untersuchungsergebnisse sind Neigungen und Höhenverhältnisse. Genaue Höhen bestimmt er nicht - allenfalls Barometer-Punkte -, dafür würde auch die Zeit nicht ausreichen. Er untersucht Gefälle, die er offenbar mit *Prott's* Maximal-Steigungen s.o. vergleicht. Mehrfach gibt er sie im Gradmaß an, hat also offenbar mit einfachen Instrumenten gemessen. In Flusstälern schätzt er nach der Fließgeschwindigkeit des talbildenden Wasserlaufs das Gefälle, dabei benutzt er

Uebersichtliche Zusammenstellung der wesentlichen Verhältnisse von vier Eisenbahn = Linien, welche in der Richtung von Celle nach Sarburg gewählt werden können; hinichtlich

ihrer Längen, Baukosten, jährlichen Unterhaltungs- und Betriebskosten, jährlichen Einnahme bei angenommener Gleichheit der Transport-Preise per Centner und Person auf eine Meile, Betrag der Capital-Verzinsung, Geld-Verlegung des Publikums.

	I.	II.	III.	IV.	Nr der Ge- gen- stän- de.	
	Linie von Celle, Lütel, Kopau, Pöhlburg, Sarburg.	Linie von Celle, Lütel, Zelmer, Lüneburg, Sarburg.	Linie von Celle, Eschebe, Weibhausen, Hobren, Hagen, Lüneburg, Sarburg.	Linie von Celle, Haber, Hobren, Hagen, Lüneburg, Sarburg.	17 Meilen.	17 Meilen.
Länge der Linie.....	13,92 Meilen.	15,55 Meilen.	17 Meilen.	17 Meilen.	1	
Kostenanschlag incl. Zinsen, Zinsen, } mit 10 Prozent Erhöhung	2,269,839 Rthlr.	2,511,100 Rthlr.	3,170,850 Rthlr.	2,540,000 Rthlr.	2	
Gesamt-Capital mit Capitalisierung der wäh- } rend der Baugzeit nicht bezahlten Zinsen....	2,379,470 Rthlr.	2,632,400 Rthlr.	3,324,558 Rthlr.	2,977,000 Rthlr.	3	
Säheich zu fördernde Fracht-Güter = Masse.....	1,200,000 Centner.	1,200,000 Centner.	1,320,000 Centner.	1,320,000 Centner.	4	
Säheich zu fördernde Personen = Anzahl.....	40,000 Personen.	40,000 Personen.	42,000 Personen.	42,000 Personen.	5	
Gleichbedeutende Gütermasse durch 1 Meile.....	16,704,000 Centner.	13,162,500 Centner.	16,393,050 Centner.	16,393,050 Centner.	6	
Gleichbedeutende Personen = Anzahl durch 1 Meile	556,500 Personen.	622,000 Personen.	714,000 Personen.	714,000 Personen.	7	
Einnahme von Frachtgütern per } Centner und Meile 5 Pfennige {	290,000 Rthlr.	225,521 Rthlr.	254,602 Rthlr.	254,602 Rthlr.	8	
Einnahme von Personen per } Person und Meile 4 Ggr. {	92,500 Rthlr.	103,667 Rthlr.	119,000 Rthlr.	119,000 Rthlr.	9	
Summe der jährlichen Einnahme.....	382,500 Rthlr.	329,188 Rthlr.	403,602 Rthlr.	403,602 Rthlr.	10	
Verzinsung des Gesamts- Capitalas mit 5 Prozent	118,973 Rthlr.	131,624 Rthlr.	166,225 Rthlr.	148,859 Rthlr.	11	
Unterhaltung der Bahn und der Bahnen, Wärter = Häuser {	69,157 Rthlr.	75,602 Rthlr.	81,600 Rthlr.	81,600 Rthlr.	12	

Merkmale.

Bei den über Lüneburg abgehenden Linien II. und III. ist die Annahme gemacht, daß Lüneburg für $\frac{1}{2}$ der Frachtgüter der Endpunkt der Bahn sein werde. Benützte aber mehr als $\frac{1}{2}$ der Fracht, die Bahn zwischen Lüneburg und Sarburg, so würden die Linien II. oder III. um so mehr vorthellen, etc. etc.

Die Linie III. (a.) erzielt den nächsten Abgang des hohen Landes mit einer Frachtung von $\frac{1}{2}$. Die Linie III. (b.) würde befristet mit $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ steigen. Erstere Linie erfordert aber einen Tunnel oder sehr kostspieligen tiefen Einschnitt. Bei den neuesten Verbesserungen der Dampfmaschinen dürfte jedoch die Inconvenienz der Erzeugung von $\frac{1}{2}$, selbst auch $\frac{1}{3}$, verglichen mit den Verhältnissen bei $\frac{1}{2}$, kaum die größeren Baukosten der Linie III. (a.) rechtfertigen.

größeren Baukosten der Linie III. (a.) rechnerischen.

	118973 Rthlr.	131624 Rthlr.	106225 Rthlr.	145859 Rthlr.	11
Bergung des Gesamtz Capitals mit 5 Prozent					
Unterhaltung der Bahn und der Bahn-Wärter-Häuser	69157 Rthlr.	75602 Rthlr.	81600 Rthlr.	81600 Rthlr.	12
Unterhaltung der zur Transport-Förderung dienenden Gebäude und Maschinen	40670 Rthlr.	35148 Rthlr.	43160 Rthlr.	43160 Rthlr.	13
Kosten der eigentlichen Transport-Förderung	54252 Rthlr.	44983 Rthlr.	60216 Rthlr.	60216 Rthlr.	14
Abung-Gebühren	7192 Rthlr.	6123 Rthlr.	7477 Rthlr.	7477 Rthlr.	15
Summe der jährlichen Ausgaben	290244 Rthlr.	293480 Rthlr.	358678 Rthlr.	341312 Rthlr.	16
Jährlicher Überschuss	92556 Rthlr.	38708 Rthlr.	44924 Rthlr.	62290 Rthlr.	17
Mit Einschluß der vorhin in Berechnung gestellten 5 p.C. verzinst sich also das Gesamt-Capital mit	8 1/2 Prozent.	6 1/2 Prozent.	6 1/2 Prozent.	7 1/2 Prozent.	18
Zusätzlicher Überschuss, wenn die während der Bauzeit verlorenen Zinsen nicht capitalisirt werden, also das reine Actien-Capital zu 5 Prozent Verzinsung in Berechnung gestellt wird	98037 Rthlr.	44778 Rthlr.	52609 Rthlr.	69148 Rthlr.	19
Zins-Ertrag des reinen Actien-Capitals	9 3/4 Prozent.	6 7/8 Prozent.	6 1/2 Prozent.	7 1/2 Prozent.	20
Das Publikum bezahlt durchschnittlich für 1 Centner Frachtgut zwischen Gelle und den Bahnhöfen der Elbe	5 R 9 1/2 S	4 R 6 1/2 S	5 R 2 1/2 S	5 R 2 1/2 S	21
Das Publikum bezahlt für den Transport einer Person zwischen Gelle und Harburg	2,32 Rthlr.	2,59 Rthlr.	2,83 Rthlr.	2,83 Rthlr.	22

Die Transport-Ankosten und Transport-Kosten sind bei Annahme so ungünstiger, von der Bitterung abhängigen Verschiffenheit der Schienen in Anschlag gebracht, daß sich mit voller Gewissheit behaupten läßt, es werde durchschnittlich an jedem Tage die Hälfte der Masse mehr transportirt werden können, ohne daß im Ganzen eine Steigerung der berechneten jährlichen Ausgaben der Bahn dadurch veranlaßt werden würde. Um indeß jede Überschätzung zu vermeiden, kann angenommen werden, daß die eigentlichen Förderungs-Kosten im Verhältnis der Transport-Massen zunehmen. Diese Kosten betragen pro Centner und Meile 2 Pfennige. Es können daher Gegenstände von geringem Werthe, Stein, Holz und sonstige Lande-Produkte zum Preise 2 Pfennige pro Meile und Centner in einer Masse von wenigstens 600,000 Centner jährlich gefördert werden, wobei die Bahn für 262 Centner in 1 Meile ihre Netto-Einnahme um 1 Rthlr. vermehren wird. Auch hier wird bei den über Lüneburg ziehenden Linien, für 1/2 der Masse, der Pfafen Lüneburgs als Endpunkt der Bahn betrachtet. Es ergeben sich dann hinsichtlich dieses Transportes folgende Verhältnisse.

Gleichbedeutende Gütermasse des Transportes durch 1 Meile bei 600,000 Centner Güter von geringem Werthe	5,352,000 Centner.	6,551,400 Centner.	7,451,400 Centner.	7,451,400 Centner.	23
Netto-Gewinn der Bahn, wenn pro Centner und Meile 2 Pfennige bezahlt werden	31875 Rthlr.	25120 Rthlr.	25440 Rthlr.	25440 Rthlr.	24
Bei Bergung des reinen Actien-Capitals zu 5 Prozent, bleibt jezt Überschuss	129915 Rthlr.	69808 Rthlr.	81049 Rthlr.	97588 Rthlr.	25
Das reine Actien-Capital verzinst sich also mit	10 1/2 Prozent.	7 1/2 Prozent.	7 1/2 Prozent.	8 1/2 Prozent.	26
Für den Transport solcher geringwerthiger Gegenstände, bezahlt das Publikum für einen Centner, zwischen Gelle und den Bahnhöfen der Elbe	2 R 3 1/2 S	1 R 9 1/2 S	2 R 1 1/2 S	2 R 1 1/2 S	27

(Fortsetzung von vorhergehender Seite)

bei Geschwindigkeitsänderungen Nivellements etwa zur Eichung, so im Rhumetal östlich Northeim.

Streckenmessungen nimmt er nur vor, wenn besondere Geländeobjekte (Hindernisse u.ä.) erfasst werden müssen, die er dann in besonderen großmaßstäbigen Zeichnungen dokumentiert.

Über seine Messungen, Erkenntnisse und Informationen führt *G e r b e r* ein Tagebuch, ähnlich wie es *P r o t t* für die die *G a u ß*'sche Landesaufnahme ausführenden Offiziere anordnet: ¹¹⁾

"Jeder Offizier führt ein Tagebuch, worin zu bemerken:

- a. was täglich vorgenommen ist,
- b. die Art und Weise, wie gemessen wurde, besonders in schwierigen Fällen,
- c. ob Fehler sich beim Messen gezeigt haben, ihre Ursachen und wie sie verbessert sind,
- d. wann die Messinstrumente geprüft und das Resultat der Prüfung."

Die hier beschriebenen Vorerkundungen münden in die Vorarbeiten, die bereits um 1840 verbindlich in Allgemeine und Spezielle Vorarbeiten unterschieden werden. Die Allgemeinen Vorarbeiten dienen dazu, eine grundsätzliche Vorstellung von der Richtung, von ihrer Ausführbarkeit und Kosten zu erlangen, während bei den späteren Speziellen Vorarbeiten die endgültige Linie in ihren Einzelheiten untersucht wird.

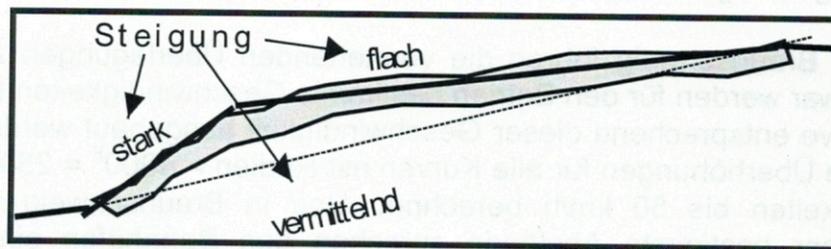
Die Unterscheidung in Allgemeine und Spezielle Vorarbeiten ist auch bei den großen Maßnahmen im Wasserbau anzutreffen, so ordnet die Generaldirektion des Wasserbaues 1839 derartige Vorarbeiten zu einer - schon im 18. Jhd. überlegten - evtl. Verlegung der Ilmenau - Mündung in die Luhe und mit ihr in die Elbe an. ¹⁸⁾

4.1. Ein wichtiges Trassierungselement – das Gefälle

Bei der Suche nach der optimalen Trasse spielt das Gefälle bzw. die Steigung eine wichtige Rolle, zumal einerseits die schwachen Traktionsmittel (Lokomotiven), andererseits die wenig entwickelten Bremsen ein starkes Gefälle ausschließen. Daher obliegt den planenden Ingenieuren die Aufgabe, eine Trasse ohne großes Gefälle bzw. Steigungen zu finden. So weisen 1834 *G l ü n d e r* ¹⁹⁾ und 1837 auch *P r o t t* ²⁰⁾ eindringlich auf die Vermeidung großer Gefälle in den Trassen hin. Die Problematik des Gefälles ist den Ingenieuren von Anfang an bewusst, und sie versuchen, Lösungen dafür in mathematisch - physikalischen Ableitungen zu finden. Auch werden viele technische Überlegungen zusammen mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen angestellt. Ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen Steigung und Zuggewicht zeigt die folgende Tabelle:

Bahn	Bschw. -Harzbg	Hannoversche Südbahn					"Telmer Linie"			
		1 : 64	1 : 70	1 : 80	1 : 150	1 : 252		1 : 300	1 : 400	1 : 500
bei einer Steigung	1 : 46	1 : 64	1 : 70	1 : 80	1 : 150	1 : 252	1 : 300	1 : 400	1 : 500	
zieht d. <i>G l ü n d e r</i> – Lok	20.6 t	26.8 t	29.8 t	33.5 t	48.7 t	67 t	76.5 t	89.3 t	89.4 t	
- " - <i>P r o t t</i> – Lok	30.8 t	40 t	44.4 t	50 t	72.7 t	100 t	114.3 t	133.3 t	135.6 t	

Um die Nachteile der schwachen Zugkräfte zu minimieren, ist eine Lösung, zwei oder drei Hilfslokomotiven vor den Zug zu spannen. Eine andere, die auf einem in England zuerst angewendeten Prinzip beruht und in mehreren Varianten ausgeführt wird, ist, so genannte schiefe Flächen einzuführen. Dafür gibt *Prott* ein Beispiel²¹⁾, wie in der folgenden Zeichnung dargestellt: Statt einer Steigung 1 : 400 auf beispielsweise 6 km Länge möchte er lieber eine starke Steigung 1 : 100 auf 1 km und die Reststrecke 5 km mit einer schwachen Steigung von 1 : 850 ausgeführt haben.



Prott's Vorschlag für die Überwindung einer Steigung

Prott sieht in seinem Vorschlag folgenden Vorteil:

- technisch: es ist geländeangepasst, aufwendige Erdarbeiten werden vermieden,
- wirtschaftlich: auch die vermittelnde Steigung würde zusätzliche Zugkraft (mehrere Loks) erfordern, die Zusatzkraft würde zwar an der starken Steigung stärker sein müssen. An der flachen Steigung aber entfallen. Eine solche kostengünstigere Lösung würde auch privaten Bahnträgern besser zu vermitteln sein.

4.2. Fahrdynamische Betrachtungen

Schon zu Beginn der Eisenbahnzeit ist die Kurve als physikalisches Problem erkannt; bereits 1833 behandelt der französische Ingenieur *Minard* in seinen Vorlesungen an der "*Ecole des Ponts et Chaussées*" in Paris die mathematisch - physikalischen Bedingungen zur Kurvenfahrt.

In der Kurve erfährt der Zug Bewegungshindernisse, weil die Zentrifugalkraft die Fahrzeuge nach außen treibt; es entsteht Entgleisungsgefahr. Der Spurkranz des äußeren Rades kann **an** der Schiene schleifen und die unterschiedliche Geschwindigkeit der Außen- und Innenräder kann zum Schleifen **auf** der Schiene führen.

Abhilfe bieten:

- > Die äußere Schiene wird gegen die innere überhöht, dadurch kompensiert das Zuggewicht die Zentrifugalkraft.
- > Der Radreifen wird konisch gestaltet, dadurch erhalten Außen- und Innenrad unterschiedlich wirksame Durchmesser, das Schleifen **auf** der Schiene wird verhindert oder wenigstens vermindert. Der Radkonus, er wird von *Pambour* und *Glünder* übereinstimmend mit 1 : 7 angegeben, ist wohl von Anfang an bei allen Eisenbahnen eingeführt worden; *Glünder* bezeichnet ihn jedenfalls als

unbedingt notwendig.

- > Die Spurkränze erhalten Spiel durch die Radkronen, dadurch wird das Schleifen **an** und **auf** der Schiene gemindert.

Die Überhöhung der Außenschiene kann streng nur für **eine** Geschwindigkeit ausgeführt werden. Deshalb lehnen einige Ingenieure ihre Einführung überhaupt ab und helfen sich mit anderen Maßnahmen, diskutieren dazu über größere Kurvenradien, Bogenlängen und einzuhaltende Geschwindigkeiten.

In Hannover und Braunschweig führen die vorstehenden Überlegungen zu anderen Lösungen, und zwar werden für den Betrieb bestimmte Geschwindigkeiten festgesetzt, so dass jede Kurve entsprechend dieser Geschwindigkeit ausgebaut werden kann. In Hannover werden Überhöhungen für alle Kurven mit Radien $> 4000^F = 250^R = 1168$ m für Geschwindigkeiten bis 50 km/h berechnet. Und in Braunschweig werden für verschiedene, aber bestimmte Abstände zwischen den Bahnhöfen einzuhaltende Geschwindigkeiten vorgeschrieben.

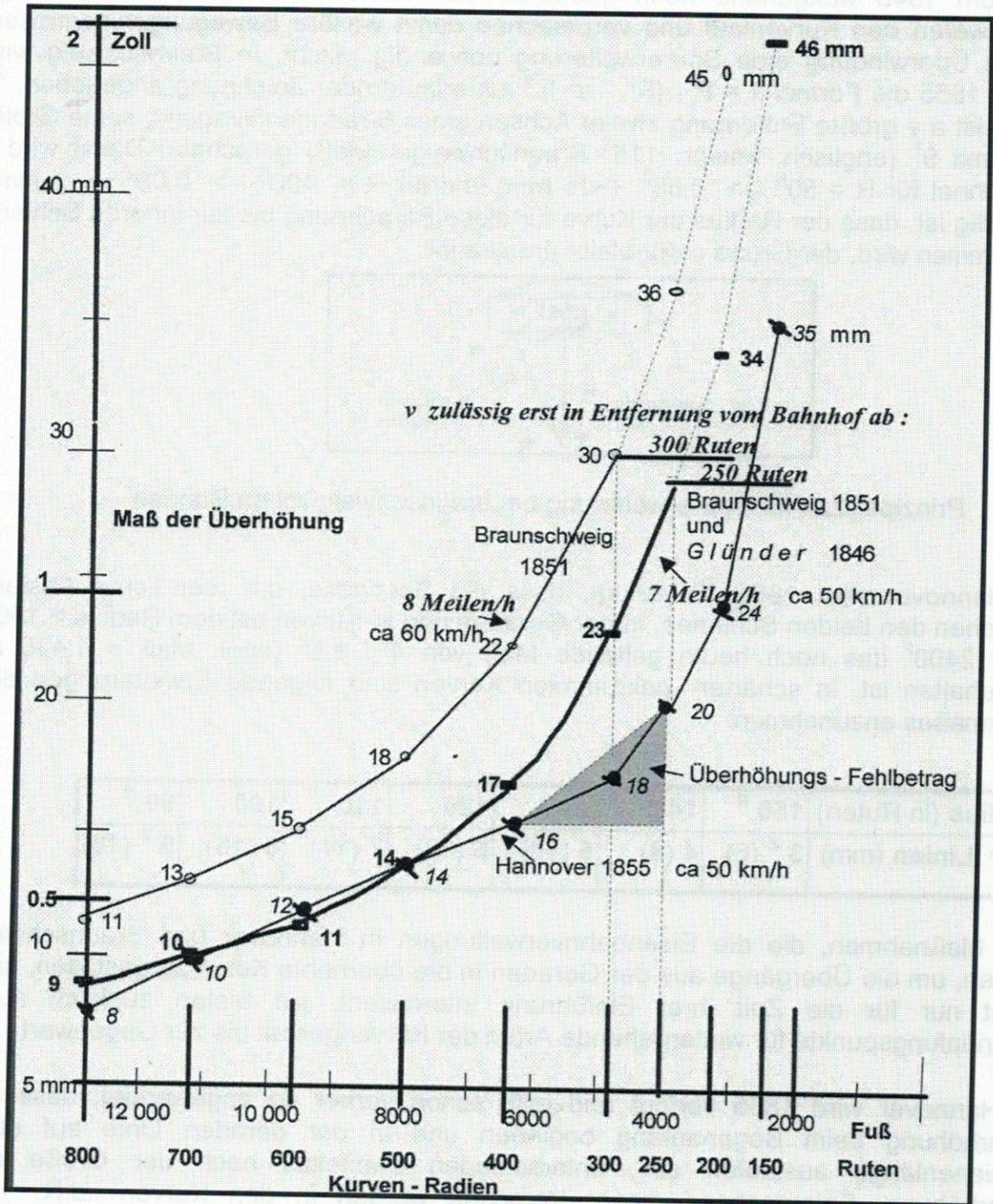
In Hannover wird die erste Bahn, nämlich Hannover - Braunschweig (1842 - 1844), vermutlich noch ohne Überhöhungen gebaut, die Akten erwähnen keine derartige Maßnahme für diese Bahn, aber offensichtlich werden in anderen Ländern bereits Überhöhungen eingebaut, so z. B. in Bayern, wo bereits 1845 für eine ausgleichende Überhöhung die Formel $\ddot{u} = 11,8 v^2 / r$ (\ddot{u} = Überhöhung, v = Geschwindigkeit, r = Radius) Anwendung findet. Und 1851 sind Überhöhungen auch für die hannoverschen Bahnen selbstverständlich. In Braunschweig werden Überhöhungen durch eine Verfügung der Herzoglichen Eisenbahn- und Postdirektion an den Bahndirektor *Steigertal* im Jahre 1851 angeordnet.²¹⁾ Grundlage für diese Verfügung ist die Pambour'sche Schrift.²²⁾

Die einzelnen Überhöhungsbeträge für die verschiedenen Radien spiegelt die Grafik auf der folgenden Seite wider, dabei sind der Übersichtlichkeit wegen nur die Überhöhungen für 7 und 8 Meilen/h (~ 50 u. 60 km/h) dargestellt. Dazu wird weiter vorgegeben, dass auf den braunschweigischen Bahnen für die zwischen den Bahnhöfen liegenden Strecken bis 500^R an die Bahnhöfe heran auf eine Fahrgeschwindigkeit von 8 Meilen/h (~ 60 km/h) für die Personenzüge zu rechnen ist. Für die näher an den Bahnhöfen liegenden Strecken vermindert sich diese Geschwindigkeit allmählich, bis sie an der Bahnhofsgrenze den Wert von 3 Meilen/h annimmt.

Für Kurven mit Radien $< 250^R$ sind die Überhöhungen für $v = 35$ Fuß/sec (~ 5 Meilen/h = ~ 37 km/h) berechnet; es ist anzunehmen, dass diese Geschwindigkeiten vorgeschrieben sind. Die Reihe der Überhöhungen bis 250^R abwärts (Gerade!) zeigt sich als sehr praktisch für beliebige Radien - einfache Proportionalrechnung -, sie dürfte damit fast in der Regel angewendet worden sein. Wer die Überhöhungen zuerst berechnet hat, bleibt unbekannt.

Die Vorschriften für Überhöhungen sehen außerdem vor, dass in Hannover in den Kurven in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe, wo die Züge schon langsam fahren müssen, die Überhöhung des äußeren Schienenstranges etwa auf die Hälfte der

vorstehenden Maße zu ermäßigen ist. In den Weichen erhalten beide Schienen die gleiche Höhenlage. Kurven mit Radien $> 800^R$ erhalten keine Überhöhung.

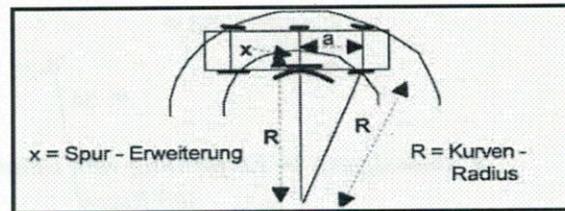


Überhöhungen in Hannover und Braunschweig

Für Braunschweig gilt außerdem, dass in den Kurven die Schwerpunkte der Fahrzeuge stets in gleicher Höhe bleiben sollen. Die Überhöhungen werden daher so ausgeführt, dass die äußere Schiene um den halben Betrag der Überhöhung gehoben, die innere Schiene um denselben halben Betrag gesenkt wird. In den Kurven auf den

Bahnhöfen wird die äußere Schiene nicht überhöht. Überhöhungen unter 1/4 Zoll (~ 6 mm) brauchen nicht ausgeführt zu werden.

Die um 1840 weitgehend noch gebauten Starr-Achsen der Eisenbahnfahrzeuge erschweren den Kurvenlauf und verursachen damit weitere Bewegungshindernisse, deren Überwindung eine Spurerweiterung notwendig macht. In Braunschweig wird dafür 1855 die Formel $x = R - (R^2 - a^2)^{1/2}$ mit erläuternder Zeichnung angegeben; ²¹⁾ darin ist a = größte Entfernung zweier Achsen eines 6-rädrigen Wagens, seine Größe wird mit 9^F (englisch; entspr. 115^Z Braunschweiger Maß) gerechnet. Damit wird x berechnet für $R = 50^R \rightarrow 0.68^Z$ (~16 mm) und für $R = 400^R \rightarrow 0.09^Z$ (~ 2 mm). Auffällig ist, dass der Radius der Kurve für diese Berechnung bis zur inneren Schiene genommen wird, der Grund dafür bleibt unbekannt.



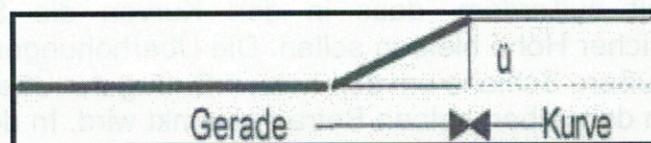
Prinzipische Skizze für Spurerweiterung bei braunschweigerischen Bahnen

In Hannover wird 1855 ²³⁾ verfügt, dass die Spurweite, d.h. der lichte Abstand zwischen den beiden Schienen, in der Geraden und in Kurven mit dem Radius $> 150^R$ oder 2400^F das noch heute geltende Maß von 4^F $8,5^Z$ (engl. Maß = 1.435 m) einzuhalten ist. In schärfer gekrümmten Kurven sind folgende Erweiterungen des Spurmaßes anzunehmen:

Radius (in Ruten)	150^R	140	130	120	110	100	90^R
Erw. Linien (mm)	3^Z (6)	4 (8)	5 (10)	6 (12)	7 (14)	8 (16)	9^Z (18)

Die Maßnahmen, die die Eisenbahnverwaltungen in Hannover und Braunschweig treffen, um die Übergänge aus der Geraden in die überhöhte Kurve zu gestalten, sind nicht nur für die Zeit ihrer Einführung interessant, sie bieten zugleich auch Anknüpfungspunkte für weitergehende Arten der Kurvengestalt bis zur Gegenwart.

In Hannover wird 1855 verfügt und evtl. schon vorher so angewendet, dass die Überhöhung beim Bogenanfang beginnen und in der geraden Linie auf etwa Schienenlänge auslaufen soll, unterschieden zweifellos nach der Größe der Überhöhung. Entsprechend dieser Vorschrift werden in den Kurven i.d.R. 18^F -Schienen verlegt (engl. Maß: $1^F = 0,3054$ m), damit wäre der Auslauf ca. 27,5 m lang.



Überhöhungsbild für hannoversche Anordnung

Die so genannte Überhöhungsrampe wurde in Braunschweig bereits 1851 angeordnet, allerdings in der Form, dass die Überhöhung im Bogenanfang = 0 sein und erst nach 3 bis 5 Schienenlängen (~ 46 m) ihr vorgeschriebenes Maß erreichen soll. Diese Maßnahme, so meint der braunschweigische Eisenbahnbaumeister *Voges* in einem Bericht vom 7.3.1872, habe den Nachteil, dass bei stark gekrümmten Kurven das Gleis in der äußeren Schiene am Bogenanfang einen starken Stoß erleidet mit der Folge ständiger Gleisverschiebungen. Er hat deshalb versuchsweise bei einigen Kurven einen Teil der Überhöhung, und zwar $1/4$ bis $1/3$ bei stärkeren, $1/3$ bis $1/2$ bei schwächeren Kurven schon im Bogenanfang hergestellt und auf etwa 3 - 5 Schienenlängen auch in die gerade Linie auslaufen lassen, mit dem Erfolg, dass ein wesentlich sanfteres Fahren der Züge zu bemerken gewesen sei. Dafür sieht das Überhöhungsbild folgendermaßen aus:



Gerade —><— Kurve

Überhöhungsbild für braunschweigische und *Voges* - Anordnung

Die *Voges* - Lösung weist in die Zukunft! Sie nimmt die gerade Rampe der heutigen Übergangsbögen vorweg. In Norddeutschland sind bis in die 70-er Jahre des 19. Jhdts. Übergangsbögen nicht nachzuweisen. Alle bis dahin veröffentlichten Absteckungs-Anleitungen und -Tabellen beziehen sich auf Kreisbögen. Dagegen werden bei anderen Bahnen schon in den 50-er Jahren Übergangsbögen gebaut! Es ist nicht auszuschließen, dass in Hannover und Braunschweig auf die Einführung von Übergangsbögen bewusst verzichtet wird. Dazu könnte auch die Überlegung beigetragen haben, dass im Übergangsbogen alle Schienen eine unterschiedliche Biegung erhalten müssen.

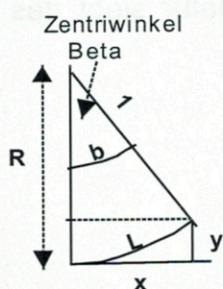
Über die ersten theoretischen Untersuchungen und praktischen Lösungen für Übergangsbögen unterrichtet zusammenfassend die Schrift von *F. R. Helmer*: „Übergangskurven für Eisenbahngleise“ 1872. Auch er stellt fest, dass der Übergangsbogen kein Parameter zur Trassenfindung ist, sondern eine bauliche Ausführung einer Kurve, die durchaus nachträglich vorgenommen werden kann.

4.3. Absteckung von Kurven

Die Lehrbücher der praktischen Geometrie enthalten bis zum Beginn der Eisenbahnzeit keine Anleitungen zur Kurvenabsteckung. Grund dafür ist vielleicht, dass erst mit der Eisenbahn die Kurve in der Örtlichkeit genau verwirklicht werden muss. Aber schon bei den ersten tatsächlichen Absteckungen zeigt sich, dass die Ingenieure für diese Aufgaben gründliche Kenntnisse der geometrischen Möglichkeiten und Bedingungen besitzen. So wenden sie die bis heute bekannten

Absteckungsverfahren für Kreisbögen an, besonders bezogen auf bogennahe Elemente, Tangenten, Sehnen für kurze Bogenabschnitte, Peripherie - Winkel usw.

In der Trasse Braunschweig - Harzburg wird, bei entsprechender Lage und Gestaltung der Kurve, von der Sehne zwischen den Tangentenpunkten aus abgesteckt, wie die Abbildungen auf den folgenden Seiten mit einem Zahlenbeispiel für $r = 300^R$ zeigen. Bei den Absteckungen für die Kreisbögen werden häufig gleiche Abstände für die Abszissen oder gleiche Bogenlängen gewählt; für die hannoverschen Bahnen werden gleiche Bogenlängen durch gleiche Sehnen (5 Ruten) repräsentiert²³⁾; so sind für den Oberbau die Kurven in 5^R - Abständen abzustecken.



Die Absteckungsformeln enthalten häufig Ausdrücke (z.B. Ordinaten von der Tangente aus) der Form:

$$y = R - (R^2 - x^2)^{1/2} \text{ oder } y = (1 - \cos \varphi).$$

Um diese für die logarithmische Rechnung schwerfälligen Formeln zu vermeiden, werden in der hannoverschen Südbahn neue Formeln zur Absteckung angewendet.

Es wird dazu eine Reihenentwicklung für den sinus des Zentriwinkels eingesetzt.

$$\text{Bogenlänge } L = \frac{R \cdot \beta}{\rho} \quad ; \quad \text{Bogenlänge mit Radius 1: } b = \frac{1 \cdot \beta}{\rho}$$

$$L = \frac{R \cdot \beta \cdot \rho}{\rho^2} \quad ; \quad \text{also: } L = R \cdot b \quad ; \quad x = R \cdot \sin \beta \quad ; \quad d = L - x$$

für kleine Winkel β ist $R \cdot b \sim R \cdot \sin \beta \sim R \cdot \beta$. Mit der Reihe für $\sin \beta$ wird dann:

$$d = R \cdot b - R \cdot \beta + \frac{R \cdot \beta^3}{6} - \frac{R \cdot \beta^5}{120} + \dots$$

erweitert und umgeformt:

$$d = L - x = \frac{R^3}{6R^2} \beta^3 - \frac{R^5}{120R^4} \beta^5 + \dots \quad ; \quad X = L - \frac{L^3}{6R^2} + \frac{L^5}{120R^4}$$

Der letzte Summand kann, kleiner Bogen wegen, i.d.R. vernachlässigt werden.

$$\text{Für die Ordinaten lautet die Formel: } Y = \frac{X^2}{2R} + \frac{X^4}{8R^3} \dots$$

ab, cd, dmn, mn ist halbmant
 $ac^2 = ab^2 + bc^2$
 $= tg^2 + r^2$
 $ac = \sqrt{tg^2 + r^2}$

$db: bc = bc: ac$
 $ab: ac = dc: r$

$bc^2 = r^2 = db \cdot ac$
 I, $db = \frac{r^2}{ac}$
 II, $dc = \frac{r \cdot ab}{ac} = be$
 $be = \frac{ac \cdot tg}{ac}$

$in: nl = nl: nk$
 $nl^2 = in \cdot nk = (r - d)(r + d) = r^2 - d^2$
 III, $nl = \sqrt{r^2 - d^2}$

$lm = lr - bd = \sqrt{r^2 - d^2} - \frac{r^2}{ac}$, IV, $lm = \sqrt{r^2 - d^2} - \frac{r^2}{ac}$

$ae = ac - bd = ac - \frac{r^2}{ac}$
 $= \frac{ac^2 - r^2}{ac}$
 V, $ae = \frac{ac^2 - r^2}{ac} = \frac{tg^2}{ac}$

$ne = r - bd$
 VI, $ne = r - \frac{r^2}{ac}$

$ap = ac - r$
 VII, $ap = ac - r$

$\angle baq = 167^{\circ} 44' 34''$
 $\angle bcq = 12^{\circ} 15' 9''$
 $\frac{1}{2} bcq = bea = 6^{\circ} 7' 35''$

$ab \cdot tg = r \cdot tg \cdot 6^{\circ} 7' 35'' = 107,33^{\circ}$
 Curve = $213,85^{\circ}$ — Bogenlänge
 Rad = $r = 1000^{\circ}$
 $ac = 1005,74^{\circ}$
 $ap = 5,74^{\circ}$
 $bq = 2be = 213,43^{\circ}$, $bc = 106,715^{\circ}$
 $ne = 5,71^{\circ}$, $ae = 11,45^{\circ}$

22
 Ein Polus in W ist zulässig
 9, 71² Para W (mit W folgend)
 Caliput W

1, 9, 7	4 = 38, 8	9 = 87, 3
2, 19, 4	5 = 48, 5	10 = 97, 0
3, 29, 1	6 = 58, 2	11 = 106, 715
	7 = 67, 9	
	8 = 77, 6	

Rückseite

Absteckung von der Sehne aus

Außerdem empfiehlt auch er die Anwendung von Hilfstafeln, deren eine er selbst seiner Schrift beigibt.

Wann und was wird abgesteckt ?

Kurven werden allgemein während der Speziellen Vorarbeiten abgesteckt, und zwar jeweils die Mittellinie der Bahn. Bei eingleisigen Strecken wird damit zugleich die Gleismitte festgelegt, bei doppelgleisigen Bahnen die Mitte des Bahndammes. Innerhalb der Allgemeinen Vorarbeiten werden Kurven - mit Radien und Bogenlängen - häufig geplant, jedoch selten abgesteckt, so enthalten beispielsweise die Entwurfskarten *Dammert's* in Schaumburg - Lippe (1838) Kurven ohne Angabe der Radien; in seinen Karten 1841 und 1844 über die Planung des Bahnhofs Bückeburg sind jedoch auch Radien eingetragen.

Während der Allgemeinen Vorarbeiten werden Kurven wahrscheinlich nur bei besonderen örtlichen Anforderungen abgesteckt, wie zum Beispiel bei

- Zwangspunkten in Bahnhofsanlagen (z.B. in Bückeburg),
- Bogenhauptpunkten (Tangentenpunkte oder Bogenscheitel) in schwierigem Gelände,
- Verknüpfung verschiedener Trassen.

Kurven in schwierigem Gelände oder unter besonderen Bedingungen erfordern besondere Konstruktionen, d.h. besondere Absteckungsverfahren. *Scheffler* möchte unmittelbar aneinandergrenzende gegenläufige Kurven (= *Contre - Kurven*) soweit wie möglich vermeiden. Wenn sie allerdings notwendig sind, sollen sie ohne Überhöhung gebaut werden. Dagegen ist nach seiner Meinung ein unmittelbarer Anschluss zweier gleichlaufender Kurven von verschiedenen Radien (Korbbogen) unter geeigneten Umständen gestattet.

5. Vermessungstechnische Grundlagen

Die Planung und Realisierung großer Bauvorhaben ist ohne ein ausreichend verdichtetes und präzises Lage- und Höhenfestpunktfeld nicht denkbar; daneben sind Karten in unterschiedlichen Maßstäben erforderlich.

5.1. Lagefestpunktfeld

In der ersten Hälfte des 19. Jhdts. beginnen einzelne Staaten, für ihre Staatsgebiete Lagefestpunktfelder aufzubauen. In Niedersachsen ist es Carl Friedrich *Gauß*, der von 1821 bis 1844 mit seiner hannoverschen Gradmessung und Landesaufnahme ein übergeordnetes einheitliches Koordinatensystem schafft. Aufgrund der verschiedenen Unterlagen ist davon auszugehen, dass für alle hannoverschen Eisenbahnvermessungen die *Gauß* - Koordinaten verwendet werden, beispielsweise

- um Trassen und Trassenvarianten zu verknüpfen,
- zur Ortsbestimmung,
- und zur Richtungsfestlegung und -kontrolle.

Die *G a u ß*-Koordinaten sind in den Jahren, in denen die Allgemeinen Vorarbeiten durchgeführt werden, weitgehend bestimmt. Um die Sichtbarkeit - und damit um die Benutzung - steht es allerdings nach *G a u ß*' eigenen Worten, nicht zum besten.²⁶⁾ Er beklagt, dass im südlichen Teil des Landes die Berggipfel mehr oder weniger bewaldet sind und daher keine Fernsichten erlauben. Weiter fehlen ihm im nördlichen Teil die für Dreieckspunkte geeigneten Türme.

Wie weit die *G a u ß* - TP – Vermarkungen (Bodenpunkte) zur Zeit der Eisenbahnvorarbeiten noch erhalten sind, bleibt unbekannt; unbekannt ist auch, ob *G a u ß* anderen als seinen Mitarbeitern Einmessungen weitergegeben hat.

Lagefestpunkte werden u.a. nachgewiesen durch einen Bericht des hannoverschen Kabinetts an den Landtag am 21.3.1844²⁷⁾, durch ein Schreiben *D a m m e r t*'s an *M a e r t e n s*²⁸⁾ und durch die Vorarbeiten an der von *D a m m e r t* erkundeten „*Lopau*“-Bahn sowie bei *D a m m e r t*'s Vorarbeiten 1838 für die Bahn Hannover – Minden.

Festpunkte lassen sich ohne dauerhafte Vermarkung nicht denken. Auf die Art der Vermarkungen gibt es jedoch keinen eindeutigen Hinweis, ebenso wenig auf die Einmessungen. Dass aber Einmessungen als wichtig erkannt werden, zeigt die Anweisung *P r o t t*'s an seine Offiziere, die bei der *G a u ß*'schen Landesaufnahme eingesetzt werden.²⁹⁾ Darin fordert er, die durch Vermessung festgelegten Punkte (TP) so zu beschreiben, dass sie möglichst leicht und sicher wieder aufgefunden werden können.

Koordinaten sind unabdingbar für alle Vermessungsberechnungen, daher werden für alle Lagepunkte Koordinaten bestimmt. Sie sind auch Grundlage für die Kartierung. Zwar sind Koordinatenwerte aus Eisenbahnvermessungen nicht überliefert, der Gebrauch von Koordinaten ist dagegen eindeutig nachgewiesen. So verwendet *G l ü n d e r* zur Kartierung seiner „*Telmer*“-Trasse örtliche Koordinaten, offensichtlich auch *D a m m e r t*; denn in der Karte C 1517.1 im Staatsarchiv Bückeburg weist der Hinweis „*Abszissenachse der Bahn über Locom*“ auf ein örtliches System vermutlich durch Umformung aus *G a u ß*-Koordinaten entstanden hin.

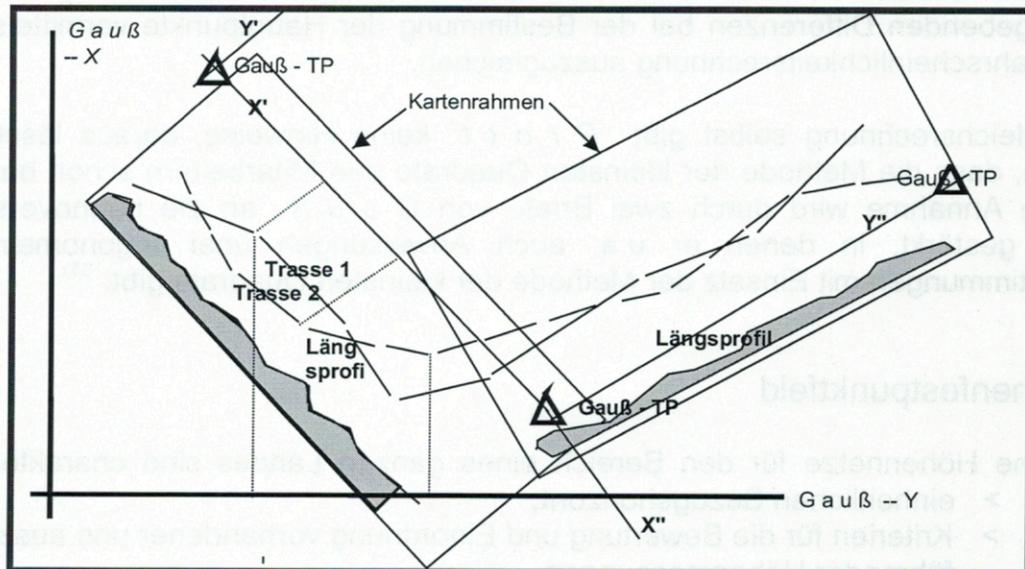
G l ü n d e r stellt das Ergebnis seiner Vorarbeiten in Rahmenkarten dar, und zwar geht die Rahmeneinteilung vom Längsprofil aus. Längsprofil und Lagedarstellung sollen möglichst lückenlos aneinander gelegt werden können. Die fast gestreckte Trasse erlaubt diese Möglichkeit; ob davon bei anderen ähnlich liegenden Trassen ebenfalls Gebrauch gemacht worden ist, bleibt, da Informationen fehlen, unbekannt.

D a m m e r t hat sich für seine Kartenherstellung bei den Allgemeinen Vorarbeiten für die Strecke Hannover – Minden offensichtlich auf *G a u ß*-Koordinaten bezogen. Seine Karten kann man nur so aneinanderlegen, dass entweder die Lagedarstellung oder die Längsprofile aneinander passen; Rahmenkarten wie für die „*Telmer*“-Trasse

anzulegen, erlauben die hier stärker knickenden Trassen nicht. Allerdings überlappen die Karten in Lage und Profilen, sind also geschlossene Karten, in denen sich - in Lage und Höhe - unabhängig voneinander arbeiten lässt.

Die *Gauß* - Koordinatensysteme machen es möglich, die Karten fortzuführen; beispielsweise enthalten zwei bereits 1841 angelegte Karten aus dem schauburg-lippeschen Gebiet auch die Vorarbeiten von 1844.

Eine Prinzipskizze erläutert eine mögliche Vorstellung von der Konstruktion der Karten.



Um lange Ordinaten zu vermeiden, hat *Dammert* vermutlich die *Gauß* - Koordinaten in Kartenabschnitten umgeformt und für die Umformungsachsen günstig gelegene *Gauß* - TP oder entsprechend liegende Trassenpunkte benutzt. Es ist anzunehmen, dass er nur jeweils für die Knickpunkte der Trassen die Umformung berechnet hat; die Objekte der Geländeaufnahme sind dann wahrscheinlich - in der Regel - nach örtlich ermittelten Maßen, nämlich mit Abszissen und Ordinaten, auf die entsprechende Trassenseite (= Polygonseite) bezogen kartiert. Die Geländeaufnahme wird zudem, wie alle aufgefundenen Dokumente zeigen, im Rutenmaß vorgenommen, während *Gauß* seine Koordinaten im Metermaß bestimmt.

Am 8.6.1844 erlässt *Prott* Bestimmungen über trigonometrische Vermessungen³⁰⁾; diese verraten sehr detaillierte Kenntnisse der *Gauß*'schen trigonometrischen Arbeiten. Sie dienen zwar dem Zweck, im Rahmen der Erweiterung der *Gauß*'schen Landesaufnahme die weitere Detailvermessung der Landdrostei Osnabrück vorzubereiten, gleichwohl ist davon auszugehen, dass sie auch von den Eisenbahningenieuren bei ihren Trassenfestlegungen eingehalten werden. Zu diesen Bestimmungen gehören u.a.:

- 1.) Für jedes Messtischblatt - 7000 x 7000 m - sollen je nach Übersichtlichkeit des Geländes 8 - 12 TP bestimmt werden. Dabei ist eine Hierarchie von Haupt- und Nebenpunkten einzuhalten.

- 2.) Grundsätzlich sind die Punkte überzubestimmen, das gilt selbst für Nebenpunkte, die er als Vorwärtsschnitte bestimmen lässt.
Für die Hauptpunkte sind Vorwärtsschnitte von 4 Punkten, Rückwärtsschnitte von 4 bis 6 der bestgelegenen bekannten Punkte zu messen.
- 3.) Für die Winkelmessung auf den Hauptpunkten fordert *Prott*, dass die Winkel durch wenigstens 8-malige Repetition gemessen werden. Auf den Nebenpunkten soll nur jeweils 4 mal repetiert und nur an 2 Nonien abgelesen werden.
- 4.) Dann erwartet *Prott* in seiner wohl wichtigsten Bestimmung, die sich ergebenden Differenzen bei der Bestimmung der Hauptpunkte vermittelt der Wahrscheinlichkeitsrechnung auszugleichen.

Zur Ausgleichsrechnung selbst gibt *Prott* keine Hinweise, daraus lässt sich schließen, dass die Methode der kleinsten Quadrate den Mitarbeitern schon bekannt ist. Diese Annahme wird durch zwei Briefe von *Gauß* an die hannoverschen Offiziere gestärkt, in denen er u.a. auch Anweisungen über trigonometrische Punktbestimmungen mit Einsatz der Methode der kleinsten Quadrate gibt.³¹⁾

5.2. Höhenfestpunktfeld

Einheitliche Höhennetze für den Bereich eines ganzen Landes sind charakterisiert durch

- > einheitlichen Bezugshorizont,
- > Kriterien für die Bewertung und Einordnung vorhandener und auszuführender Höhenmessungen.

Solche Höhennetze gibt es zu Beginn der Eisenbahnvorarbeiten in Hannover und Braunschweig nicht, sie werden auch durch diese Vorarbeiten nicht geschaffen.

Das statistische Handbuch von *v. Reden*³²⁾ weist 1839 Höhen bezogen auf die „Meeresfläche“ bzw. „über dem Meere“ nach, ohne Angaben zu Höhenbestimmungen und Durchführung des Höhenanschlusses.

Papen gibt seinem Atlas eine Übersichtskarte Haupthöhennetz der topographischen Karte des Königreichs Hannover und Herzogtums Braunschweig bei (1 : 1 000 000; gestochen 1844). Diese Übersichtskarte zeigt nivellitische, trigonometrische und barometrische Höhenpunkte (niv.= doppelt, trig.= einfach, bar.= nicht unterstrichen). Die Nivellements Höhen stammen größtenteils - aber nicht ausschließlich - aus Eisenbahnnivellements.

Die trigonometrischen Höhen sind vor allem in der Lüneburger Heide zu finden, dort sind die Höhenpunkte einwandfrei TP der *Gauß*-Triangulation.

Über die Herkunft der Barometerhöhen, die in der vor ihm liegenden Zeit offenbar häufig bestimmt werden, macht *Papen* keine Angaben.

Als Bezugshorizont gibt *Papen* auf seiner Karte „über dem Nullpunkt der Nordsee“ an. Es fehlen jedoch Angaben über den Anschluss der vorhandenen Höhen an den „Nullpunkt der Nordsee“. Die Eisenbahn- (Nivellements-) höhen, soweit *Papen* sie darstellt, sind zwar einheitlich auf „Harburg Null“ bezogen, aber seine Verbindung „Harburg“ – „Nullpunkt der Nordsee“ bleibt unbekannt.

Die verschiedenen Horizonte rechnet *Papen* wahrscheinlich über Punkte um, die neben ihrer ursprünglichen Bestimmung auch von der Eisenbahn angemessen werden.

Für die Höhenangaben auf den hannoverschen Bahnen bestehen zwei Bezugshorizonte, und zwar

- > für die östlichen Landesteile mit der Kreuzbahn und den Linien Celle - Harburg, Hannover - Minden, Hannover - Bremen und Südbahn:

„*Harburg - Null = ordinaires niedriges Sommerwasser der Elbe am Marqueur der großen Schiff - Schleuse*“ (*Dammert an Maertens* 1836³³⁾).

- > für die westlichen Landesteile mit der Westbahn:

„*Emden - Null = ordinaires Niedrigwasser in Emden, 9^F unter Null des Stadtsiel - Pegels daselbst.*“ (Angabe auf einer Karte aus den Allgemeinen Vorarbeiten im NStAOs, bestätigt durch den späteren Generalstabschef *v. Sichert*³⁴⁾)

Der Grund für die zwei verschiedenen Nullpunkte liegt darin, dass zur Zeit der Ausführung der Vorarbeiten für die Westbahn Anschlussnivelements an die Höhenpunkte der älteren auf den Harburger Nullpunkt bezogenen Bahnen noch nicht vorhanden sind. Diese Anschlüsse sind erst später durch Vermittlung des Nivellements der preußischen Bahn Köln - Minden von Löhne nach Minden möglich geworden. Außer diesen beiden Nullpunkten wird, besonders im Westen des Königreichs, auch der Amsterdamer Pegel als Horizont angenommen, er ist vor allem Grundlage für preußische Höhenmessungen.³⁵⁾ Für hannoversche Bahnvermessungen wird er dagegen nicht angewendet.

Braunschweig gebraucht lange einen eigenen Horizont, der für die Bahn Braunschweig - Harzburg offenbar durch einen Festpunkt im (alten Kopf-) Bahnhof Braunschweig bezeichnet wird. Er wird noch 1844 benutzt.³⁶⁾

An einen für das ganze Land gemeinsamen Horizont denken beide Staaten vorerst nicht. So wird z.B. für die *Gauß*'sche Landesaufnahme im (ehemaligen) Fürstentum Hildesheim ein Punkt in der Nähe der zusammenfließenden Leine und Innerste angenommen, seine Höhe wird aus Barometer - Messungen bestimmt.³⁷⁾ Abgesehen von der schwierig zu verwirklichenden Verbindung der schon vorhandenen Höhen und Höhenmessungen ist der gemeinsame Horizont für die damalige Eisenbahnzeit vielleicht weniger bedeutend, weil Höhenunterschiede, nämlich Neigungen, Steigungen, wichtiger als Höhenzahlen angesehen werden. Die Eisenbahn schließlich gibt den Anstoß für ein einheitliches Höhennetz für das Königreich Hannover. Unter dem 18.10.1864 macht die Eisenbahndirektion dem hannoverschen Innenminister den Vorschlag³⁸⁾, alle Nivellements im Königreich auf ein und denselben Nullpunkt zu beziehen und nach und nach ein Netz von zuverlässigen Nivellements festpunkten zu schaffen.

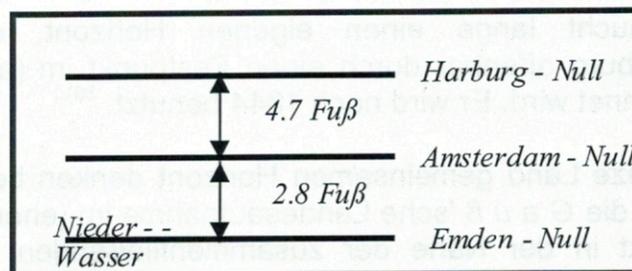
In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass in das geplante Höhennetz nicht nur die künftig auszuführenden, sondern auch die vorhandenen Nivellements der Eisenbahn, des Wasserbaus und des Wegebaus einbezogen werden sollen. Das ist

ein indirekter Beweis für die bereits hochstehende Nivellementspraxis der vor 1864/65 liegenden Zeit.

Der Innenminister greift diese Anregung auf. Am 21. Jan. 1865 wird in einer gemeinsamen Besprechung zwischen Straßenbau, Eisenbahn, Wasserbau und Generalstab ein solches Höhennetz vereinbart und gefordert, sämtliche Höhenpunkte auf den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels zu beziehen. Als Grundlage für das Höhennetz sollen zunächst die Eisenbahnen mit Fixpunkten auf den Bahnhöfen dienen.

Die politische Entwicklung, nämlich der Verlust der Selbstständigkeit Hannovers, verhindert die Verwirklichung dieser Pläne; die nächsten genauesten Nivellements im ehemaligen Königreich werden bereits vom Geodätischen Institut Potsdam gemessen.

Die gegenseitige Lage der beiden Nullpunkte Harburg und Emden wird interessant, nachdem die Allgemeinen Vorarbeiten für die Westbahn aufgenommen werden. Aber erst 1861 wird der Höhenunterschied bestimmt. Die Eisenbahndirektion schreibt an den hannoverschen Generalstabschef *v. S i c h a r t*, dass der Nullpunkt des Harburger Pegels 3.68 Fuß (hannov.) über dem Nullpunkt des Emdener Stadtsiel – Pegels liegt. Allerdings fügt sie den Hinweis an, dass kein direktes Nivellement zwischen Harburg und Emden durchgeführt wurde. 1864 wird jedoch - ohne Angabe von Gründen - für beide Pegel ein anderer Höhenunterschied angegeben. Auf einem umfangreichen Verzeichnis von „*Höhen der Schienen – Unterkanten, Nullpunkte der Pegel Harburg - Null, Emden - Null, Amsterdam – Null*“ findet sich die folgende Handzeichnung:



Der Unterschied zwischen Harburg und Emden beträgt hier 7.5^F . Eine Überschlagsberechnung zeigt, dass diese Angabe weitaus besser zu späteren Messungsergebnissen passt. In dem bereits erwähnten Brief *D a m m e r t 's* an *M a e r t e n s* (22.10.1836) gibt er den Höhenunterschied zwischen Harburg und Nordsee mit $2^F 8^Z$ an. Wie dieser Unterschied ermittelt wird, schreibt er jedoch nicht. Die Bestimmung der Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Pegeln ist offensichtlich mit erheblichen Fehlern behaftet; denn in den Unterlagen finden sich mehrere unterschiedliche Angaben.

5.3. Vorhandene Karten

Um 1840 stehen den Eisenbahningenieuren folgende hauptsächlichsten Kartenwerke – nach dem Alter geordnet – zur Verfügung:

- > Die *Kurhannoversche Landesaufnahme 1764 - 1786* im Maßstab 1 : 21.333,3 (~ 1000^R auf 9^Z (Duodez .)),
- > die *Topographische Spezialkarte von Deutschland* von Daniel Gottlob *Reymann* im Maßstab 1 : 200 000 (Ende 18. Jhdt.),
- > der *Topographische Atlas des Königreichs Hannover und des Herzogtums Braunschweig* („*Papen* - Atlas“) im Maßstab 1 : 100 000,
- > die *Gauß'sche Landesaufnahme* im Maßstab 1 : 21 333,3; später 1 : 25 000.

Zur Kurhannoverschen Landesaufnahme:

Von den zunächst nach England gebrachten Originalkarten erhalten die hannoverschen Ämter (= Landkreise) - tlw. bereits im 18. Jhdt - Auszüge für das Gebiet ihres Amtsbezirks.³⁸⁾ Diese Karten werden beispielsweise von *Glünder* zur Erkundung der Trasse Celle – Uelzen – Lüneburg 1836⁴⁰⁾ bzw. *Dammert* für seine Vorarbeiten für eine Trasse Lüneburg – Boizenburg⁴¹⁾ herangezogen. Sowohl *Glünder* als auch die Ämter bezeichnen die Karten als „*accurat*“, stellen allerdings fest, dass sie häufig durch die Ende 18./Beginn 19. Jhdt. intensivierten Teilungs- und Verkoppelungsverfahren überholt sind. Offenbar aber werden die Karten von den Eisenbahningenieuren positiv eingeschätzt. Zu erwähnen ist, dass die Karten der *Gauß* - Landesaufnahme als erstes Kartenwerk Höhen enthalten, die allerdings für die Eisenbahn offenbar keine Bedeutung erhalten.

Zur Reymann - Karte:

Diese Karte im Maßstab 1 : 200 000 ist bis 1908 fortgeführt worden. 1832 sind 119 Blätter der Karte⁴²⁾ fertig. Die Karte wird als Übersichtskarte für die Dokumentation der Allgemeinen Vorarbeiten gebraucht.

Zum Papen - Atlas:

Die Blätter des *Papen* - Atlas erscheinen im ungefähren Maßstab 1 : 100 000 ab 1835. Zur Planung der Eisenbahnen werden sie jedoch nicht benutzt. Als (behelfsmäßige?) Übersichtskarte, beispielsweise für die Dokumentation, sind sie aber nachgewiesen. Die Eisenbahn benutzt die *Papen* - Karte außerdem als eine Art Arbeitskarte; sie dient dazu, Baumaßnahmen zu vereinbaren bzw. auszuwählen. So entspricht die Einteilung der „*Bau-Inspektionen II und III*“ an der Südbahn ziemlich genau der Einteilung der entsprechenden *Papen* - Karten.⁴³⁾ Außerdem sprechen Eisenbahn und Wasserbau an der Südbahn notwendige Wasserbaumaßnahmen anhand der *Papen* - Karten ab.

6. Vermessungen bei den Allgemeinen Vorarbeiten

Bei den Allgemeinen Vorarbeiten soll die Ausführbarkeit der geplanten Trassen ermittelt werden. Dabei wird keine vollständige Geländeaufnahme erwartet. Die Vermessungen haben also vorläufigen Charakter. Vorläufig sind auch viele Kostenanschläge, so z.B. der von *Dammert* für die Trasse Celle – Harburg über Wulfsode, in dem die Kosten für die Grundstücksentschädigung für alle Trassenabschnitte gleichmäßig pauschaliert angegeben werden.⁴⁴⁾

Zu den Allgemeinen Vorarbeiten gehört auch die Erfassung des Eigentums an den betroffenen Grundstücken, weil sie nach unterschiedlichem Modus von der Bahn erworben oder benutzt werden und damit die Kosten beeinflussen. Eigentumsgrenzen sollen noch nicht ermittelt werden, dagegen aber Wege, Gräben, Gebäude in Trassennähe. Über die Ausdehnung der Erfassung bestehen keine besonderen Regelungen. Die erhaltenen Vermessungsdokumente zeigen darüber sehr unterschiedliche Bilder. Man lässt die Ausführenden offenbar nach eigenem Ermessen - oder vielleicht nach örtlicher Absprache – handeln.

Für öffentliches Eigentum sagt der König in Hannover dem Landtag (11.12.1841)⁴⁵⁾ zu, die benötigten Flächen, soweit sie nicht anderweitig benötigt werden, unentgeltlich abzutreten. Bahnhofsgrundstücke sollen die Gemeinden - ebenfalls unentgeltlich - aufbringen; diese Abtretungen werden aber durch Verhandlungen, nicht durch Vorschriften geregelt. So berichtet das Amt Burgdorf der Landdrostei Lüneburg am 27.1.1843, dass es sich nicht für befugt halte, die Burgdorfer Bürger zu größeren Opfern als wie die angebotenen für die unentgeltliche Abtretung ihres Eigentums anzuhalten.⁴⁶⁾

In Feldbüchern und Karten finden sich *expressis datis* keine Hinweise auf die Ausführbarkeit der Trassen, jedoch werden diese in den Berichten, die den Vermessungsergebnissen beizufügen sind, gegeben. Dort wird z.B. über Trassenvarianten oder über Schwierigkeiten berichtet.

	Ausdehnung	Objekte
Braunschweig 1836/1837 Feldbücher der Bahn Braunschweig - ¹⁵⁾	unterschiedlich, teilweise sehr weitläufig	Wege (manchmal Wegeabgrenzungen, viell. Einfriedungen), Nutzungsartengrenzen
Celle - Harburg 1836 <i>Glünder's</i> Karten der Linie Lüneburg - Wulfsode („Telmer“ - Trasse)	Alle Objekte <u>nur in der Trasse</u> mit der Trasse als Stichpunkte erkennbar. skizzenhaft dargestellt	Wege, Gräben , Nutzungsartengrenzen, Gebäude
Hannover - Minden schaumburg-lippesche Strecken <i>Dammer's</i> Karten 1838 , 1841 und 1844	unregelmäßig, teilweise sehr weitläufig; bei Bückeburg und Trasse	wie in Braunschweig und Celle - Harburg , <u>dazu</u> zwischen Einzelgrundstücken, außerhalb der Trasse

Nachweise über Ausdehnung und Objekte bei Allgemeinen Vorarbeiten

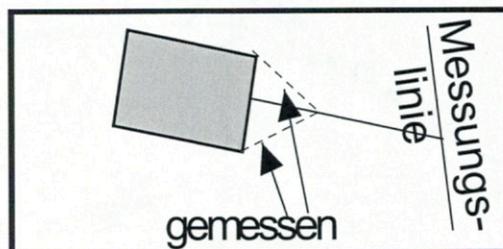
6.1. Lagevermessungen bei den Allgemeinen Vorarbeiten

Vermessungsunterlagen der Bahn Braunschweig – Harzburg lassen erkennen, wie die damaligen Eisenbahningenieure bei den Lagevermessungen vorgegangen sind. Hierzu ein Feldbuchausschnitt, der einen Bereich von 7,3 km im südlichen Teil der 1935/36 untersuchten Trasse etwa 15 km nördlich von (Bad) Harzburg zeigt.

Nivellementsprotokoll bestätigt. Das Gelände ist messtischfrei mit Vorwärtsschnitten bei unzugänglichen Punkten, toten Strahlen und Nebenpolygonen aufgenommen, in Trassennähe mit einfachen rechten Winkeln (ohne Instrument?). Es ist anzunehmen, dass die Seitwärtsstrahlen ohne Angabe eines Winkelmaßes Rechtwinkelordinaten sind. In einer Bemerkung am Feldbuchrand wird die Verwechslung von zwei Winkelangaben erklärt.

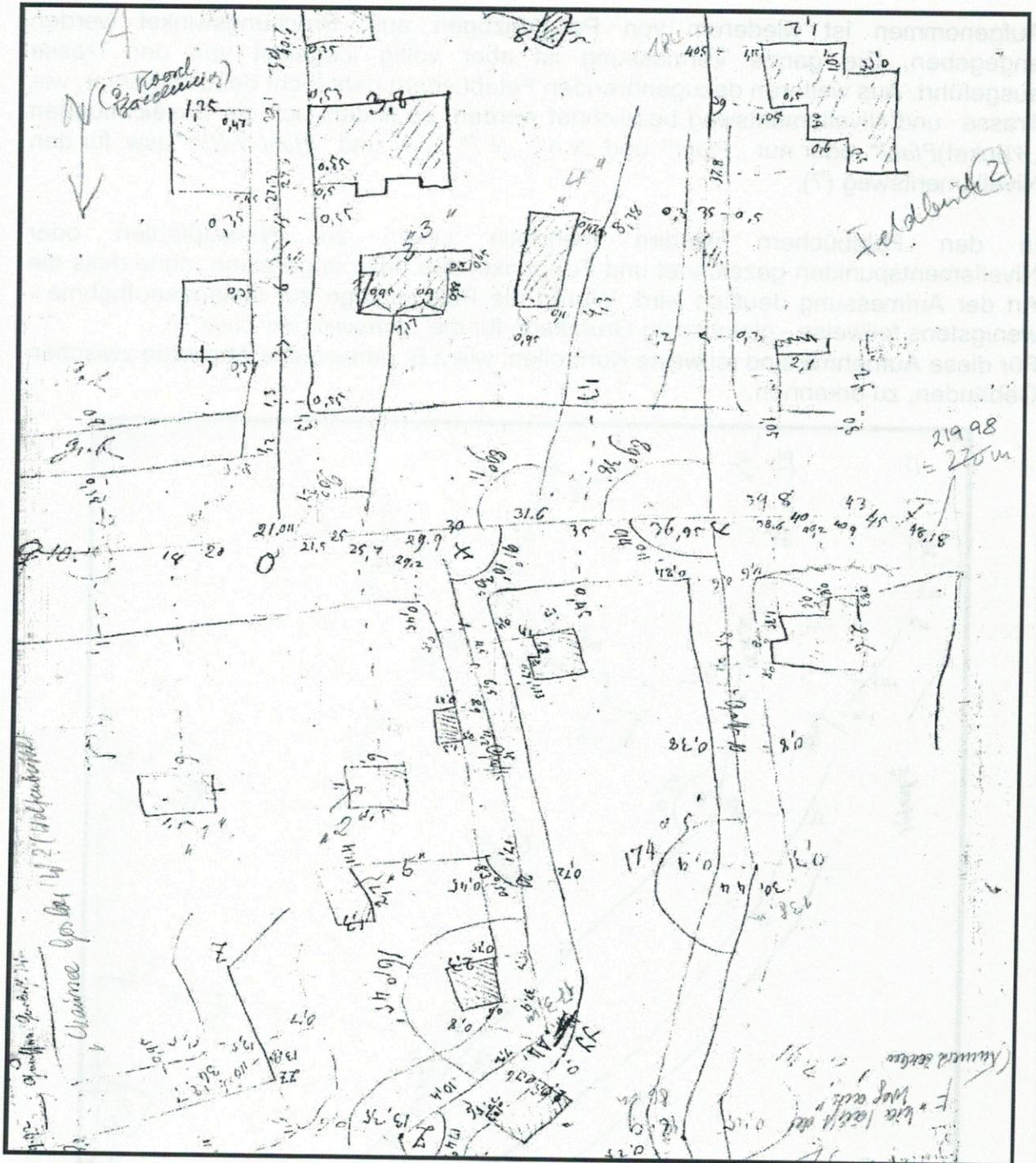
Der Aufbau dieser Vermessung gibt die Möglichkeit, für alle Objekte rechtwinklige Koordinaten zu berechnen, er erscheint auch nur dann sinnvoll (Vorwärtsschnitte, Nebenpolygone), wenn man beabsichtigt hat, die Ergebnisse in Koordinaten darzustellen. Der Bearbeiter bleibt unbekannt.

In einem zweiten Feldbuchausschnitt (nächste Seite) ebenfalls von der Trassenplanung Braunschweig – Harzburg ist ein Anschluß an die Trasse nicht eindeutig erkennbar. Dieses Feldbuch zeigt für die Praxis der Detailvermessung in der Eisenbahnzeit interessante Einzelheiten. Sie ist auf Polygonzüge bezogen und messtischfrei ausgeführt. Brechungswinkel im Polygon sind sicher mit Instrument gemessen. Da fast immer die Winkel $<180^\circ$, also auf verschiedenen Seiten des Zuges, gemessen sind, könnte man an den Einsatz eines Instrumentes mit Horizontalhalbkreisen denken (etwa Nivellier), doch wäre ein solches Instrument umständlich und zeitraubend aufzustellen; hier ist eine Rechengewohnheit zu vermuten. Die Gebäudeeinmessung ist ungewöhnlich gegenüber heute; sie kann man sich entsprechend der folgenden Zeichnung vorstellen. Vermutlich ist bei so aufgemessenen Gebäuden die Sicht auf die Gebäudeecken versperrt gewesen.



Kontrollen der aufgemessenen Objekte zeigen die Feldbücher nicht, für Gebäude sind häufig nicht einmal alle Gebäudeseiten gemessen.

Das Netz der Polygone und Bindelinien macht den Eindruck, nicht geplant, sondern im Ablauf der Vermessung nach Bedarf entwickelt zu sein. Auch der Bearbeiter dieses Feldbuchs bleibt unbekannt.



(Verkleinerung)

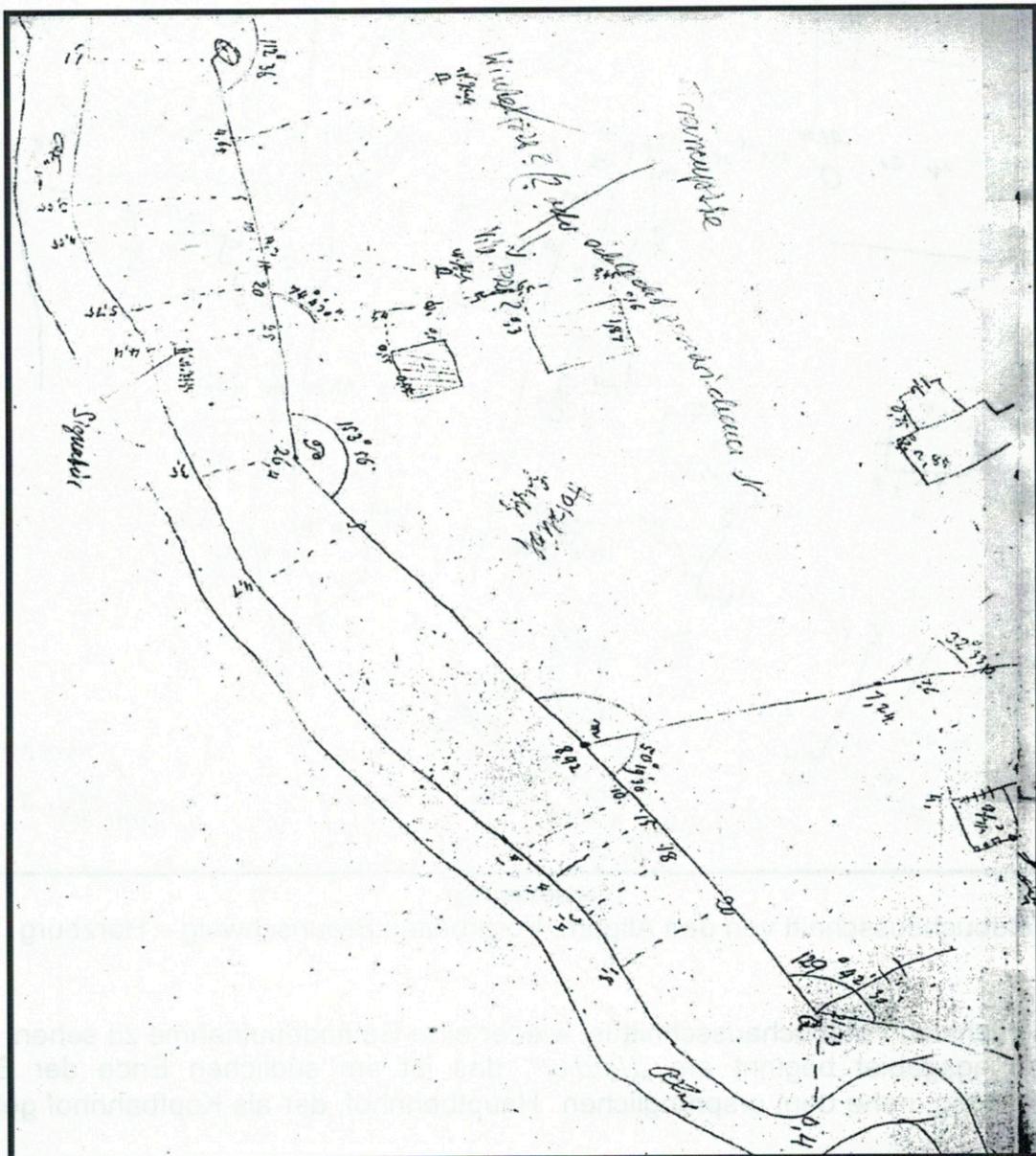
Feldbuchausschnitt von den Allgem. Vorarbeiten Braunschweig – Harzburg

In dem nächsten Feldbuchausschnitt ist wieder eine Geländeaufnahme zu sehen. Das Vermessungsgebiet beginnt am „Holzhof“, das ist am südlichen Ende der Stadt Braunschweig, nahe dem ursprünglichen Hauptbahnhof, der als Kopfbahnhof gebaut wird.

Aufgenommen ist wiederum von Polygonzügen aus; Brechungswinkel werden angegeben. Die ganze Vermessung ist aber völlig losgelöst von der Trasse ausgeführt. Aus weiteren dazugehörigen Feldbüchern geht nicht deutlich hervor, wie Trasse und Nivellementsweg bezeichnet werden; es finden sich die Bezeichnungen „W(inkel)Pfehl“ oder nur „Pfehl“ und „N 6“, „N 7“, „N 8“ und „Pfehl N 104“ usw. für den Nivellementsweg (?).

In den Feldbüchern werden mehrfach Linien zu Winkelpfehlen oder Nivellementspunkten gezeichnet und Fußpunktmaße dazu angegeben, ohne dass die Art der Aufmessung deutlich wird. Waren die Polygonzüge zur Geländeaufnahme - wenigstens teilweise - gleichzeitig Grundlage für die „Aufnahme der Linie“?

Für diese Aufnahme sind teilweise Kontrollen, wie z.B. gemessene Abstände zwischen Gebäuden, zu erkennen.



(Verkleinerung)

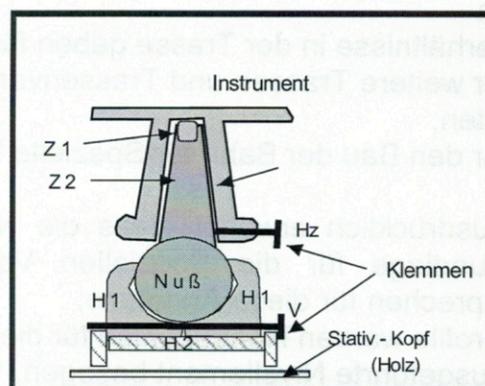
Feldbuchausschnitt von den Allgem. Vorarbeiten Braunschweig – Harzburg

6.2. Höhenvermessungen bei den Allgemeinen Vorarbeiten

Dem Nivellement wird für die Allgemeinen Vorarbeiten entscheidende Bedeutung zugemessen; das Wort „Nivellement“ gilt geradezu als Synonym für Vermessungsarbeiten. Leider gibt es jedoch über Eisenbahnnivellements um 1840 nur sehr wenige Dokumente. Über die instrumentelle Ausrüstung des hannoverschen Ingenieurkorps und der braunschweigischen Ingenieure enthalten die Quellen überhaupt keine direkten Hinweise. Um aber ein Bild der damaligen Nivellierpraxis zeichnen zu können, wird auf das Instrumentarium und Verfahren der ersten Hälfte des 19. Jhdts. zurückgegriffen. Glücklicherweise sind aus dem hannoverschen Wasserbau Informationen über Instrumente und Latten zu gewinnen, und man kann aus mehreren Angaben schließen, dass die Eisenbahningenieure wenigstens über gleichwertiges Gerät verfügten; berichtet doch der Wasserbau-Inspektor *L ü n i n g* 1856 an die Generaldirektion des Wasserbaus, dass er sich zu nivellistischen Arbeiten Instrumente der „Landes-Ökonomie-, Wegbau- und Eisenbahn-Beamten“ geliehen habe.

Der Übergang von der Kanalwaage oder ähnlichen Einrichtungen zum Horizontieren zur Libelle bedeutet den Anfang des modernen Nivellierinstrumentes. Dieser Übergang ist in der ersten Hälfte des 19. Jhdts. vollzogen, das Nivellier mit Libelle und Fernrohr ist zu dieser Zeit die Regel. Neben den Libellen/Fernrohr-Instrumenten sind allerdings Wasserwaagen noch lange im Gebrauch. Als Hilfsinstrument wird bei braunschweigischen Vorarbeiten offenbar sogar die Setzlatte verwendet.

Die Libelle verbessert die Sicherheit der Horizontierung: *H a g e n* ⁴⁷⁾ stellt durch Versuche fest, dass mit der Kanalwaage die Horizontale auf $7 - 8^R$ (~ bis 30 m) nur auf etwa $1/2^Z$ (~ 1 cm) sicher hergestellt werden kann. Die Vergrößerungen der Fernrohre werden beispielsweise 1835 von *B r e i t h a u p t* ⁴⁸⁾ mit 30 - fach ($f = \text{Brennweite } 20^Z$) bzw. 24 - fach ($f = 13^Z$) angegeben. Während der Eisenbahnzeit sind Horizontalfäden und Fadenkreuze meistens noch materielle Fäden (Spinnen- oder Silberfäden). Die Ingenieure spannen häufig selbst diese Fäden, die häufig Anlass für Ausfälle und nötige Reparaturen sind. Nivelliere und Winkelmessinstrumente stehen während der ersten Jahrhunderthälfte vielfach auf dem Stativ noch in der so genannten Nuss, diese Aufstellung wird erst allmählich durch die Dreifuß-Aufstellung ersetzt. Die Nuß und der mit ihr in einem Stück zusammengehörende Zapfen Z2 verbinden das Instrument und die Metallhülsen H1 und H2 mit dem Stativkopf.



Prinzipische Skizze für Nuss-Aufstellung

Für die Ausführung und Güte der Nivellements ist auch die Konstruktion und Ausführung der Nivellierlatten wichtig. Während der Eisenbahnzeit wird im norddeutschen Raum überwiegend die Latte mit beweglicher Visierscheibe, dem so genannten Tableau, verwendet. Bei dieser Latte weist der Beobachter das Tableau auf die Zielachse ein; abgelesen wird an der Latte, am Ablesestrich. Dies ist - zunächst - Aufgabe des Lattenhalters, also eines Vermessungsgehilfen. Bekannt, aber noch selten verwendet, ist bereits die Latte, an deren Teilung der Beobachter durch das Fernrohr die Lage der Zielachse abliest. Für das Vertikalstellen der Latten wird das Lot genommen, eine Libelle an der Latte ist offensichtlich nicht bekannt. Die Lattenlänge wird mit 12 Fuß (~ 3,77 m) angegeben.

Nivellieren aus der Mitte der Stationen ist im 19. Jhd. selbstverständlich, unabhängig davon, welcher Instrumententyp - Wasserwaage oder Libellenfernrohr - eingesetzt wird. Auch wird der Einfluß einer Nichtparallelität Zielachse/Libellenachse bei ungleichen Zielweiten beachtet.

Bei der Aufnahme von Längsprofilen für die Eisenbahntrassen werden zusätzlich zu den Wechsellpunkten Rückblick/Vorblick weitere Geländepunkte mit Seitenblicken erfasst. Dabei wird das Nivellierinstrument häufig seitwärts des Profils aufgestellt, und zwar dann, wenn von einem Instrumentenstandpunkt aus viele Geländepunkte aufzunehmen sind. Damit sind 2 Vorteile verbunden:

- Das Umfokussieren des Fernrohrs wird weitgehend bzw. in größerem Bereich vermieden, die Mängel der häufig schwer verstellbaren Okularauszüge bleiben wirkungslos.
- Das Instrument kann bei sumpfigem oder anderem unsicheren Gelände auf einem festen Punkt seitwärts stehen, bei bewegtem Gelände evtl. auf mittlerer Höhe.

Grundsätzlich werden die Geländehöhen nur im Längsprofil erfasst. Seitwärts der Trasse werden sie nur dann ermittelt, wenn sie auf den Entwurf Einfluss nehmen können, vor allem bei Flussübergängen. Querprofile werden während der Allgemeinen Vorarbeiten in der Regel nicht aufgenommen. Sie werden nur an kritischen Stellen notwendig, z.B. enge Täler, abschüssiges Gelände oder für besondere Anlagen wie Bahnhofsplanungen.

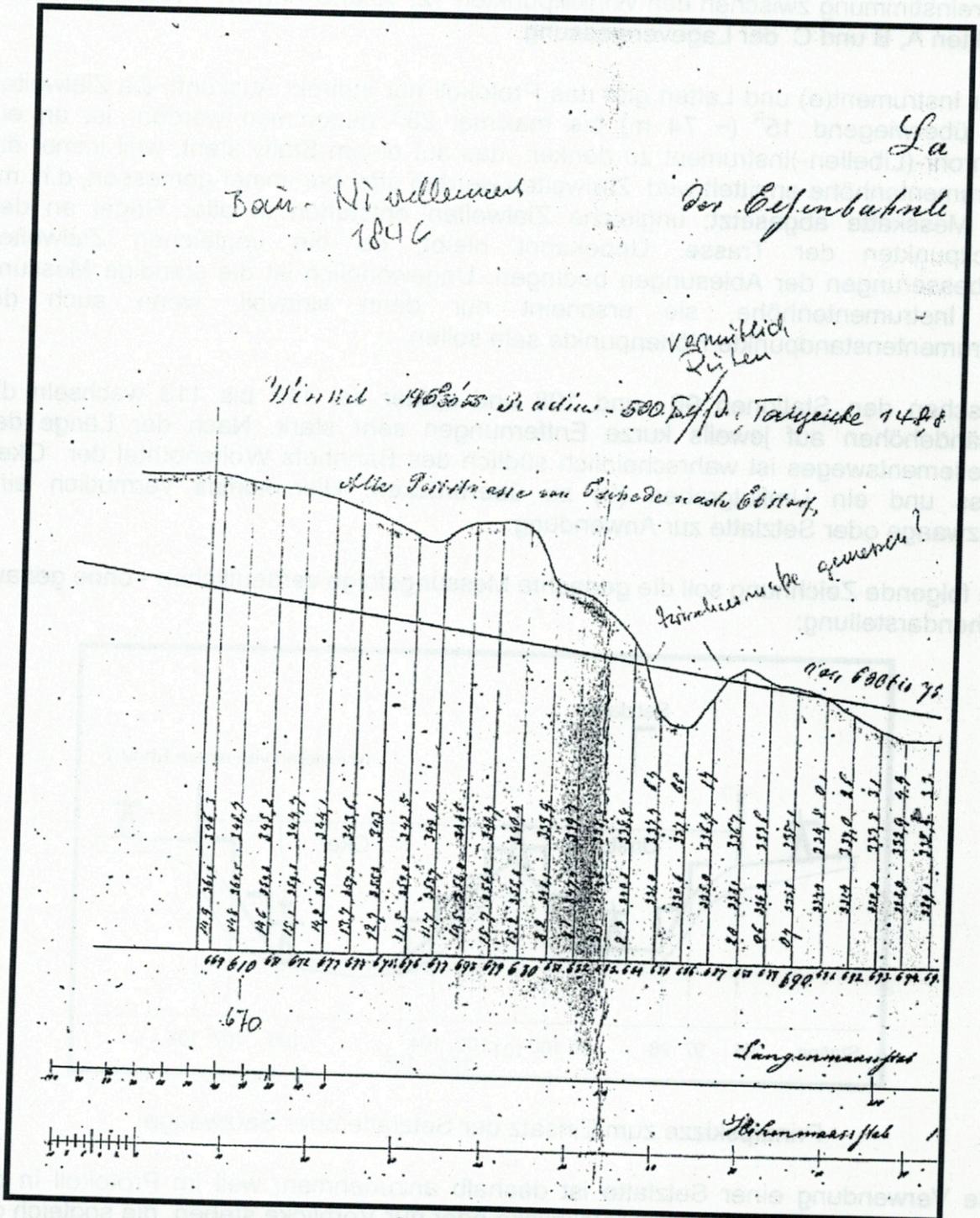
Die Nivellements sollen

- > ein Bild der Höhenverhältnisse in der Trasse geben für Allgemeine Vorarbeiten,
- > Höhenanschlüsse für weitere Trassen und Trassenvarianten schaffen ebenfalls für Allgemeine Vorarbeiten,
- > Höhenanschlüsse für den Bau der Bahn für Spezielle Vorarbeiten.

Es wird zwar nicht ausdrücklich erwähnt, dass die Nivellements der Allgemeinen Vorarbeiten auch Grundlage für die Speziellen Vorarbeiten sein sollen, aber verschiedene Belege sprechen für diese Annahme:

- 1.) In ihre Längsprofile werden Höhenzahlen für die geplante Trasse eingetragen, also auf das ausgeführte Nivellement bezogen.
- 2.) Höhenfestpunkte werden eingerichtet; die Übersichtskarte für das Haupthöhennetz im *P a p e n*-Atlas zeigt 1844 Nivellementsunkte an den zu

- dieser Zeit erst teilweise im Bau befindlichen Trassen Harburg – Celle, Hannover - Minden (mit Varianten) und Hannover - Bremen.
- 3.) Schließlich die Zeitvermutung. Für eine Wiederholung der Nivellements – wenigstens in ganzer Länge - fehlt die Zeit. So werden die Allgemeinen Vorarbeiten für die Trasse Hannover - Braunschweig über Lehrte 1841 ausgeführt, die Erdarbeiten aber schon 1842 begonnen.



(Verkleinerung)
Ausschnitt des Längenprofils für die Trasse Celle – Harburg

6.3. Das Nivellement Braunschweig – Harzburg 1836

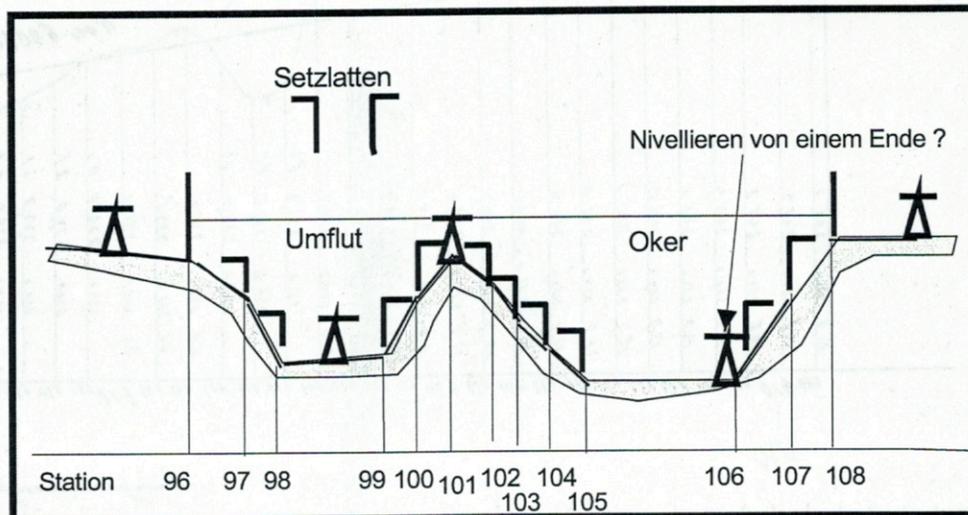
Innerhalb der Allgemeinen Vorarbeiten wird zwischen Braunschweig und Harzburg ein Nivellement gemessen. Es ist in einem Protokoll überliefert.

Das Nivellement folgt zum größten Teil dem Messweg; dies erklärt sich aus der Übereinstimmung zwischen den Winkelpunkten 12, 13 und 14 (Niv.- Protokoll) mit den Punkten A, B und C der Lagevermessung.

Über Instrument(e) und Latten gibt das Protokoll nur indirekt Auskunft. Da Zielweiten von überwiegend 15^R (~ 74 m) bis maximal 25^R genommen werden, ist an ein Fernrohr-(Libellen-)Instrument zu denken, das auf einem Stativ steht, weil immer die Instrumentenhöhe ermittelt wird. Zielweiten werden offenbar immer gemessen, d.h. mit der Messkette abgesetzt; ungleiche Zielweiten entstehen in aller Regel an den Knickpunkten der Trasse. Unbekannt bleibt, ob die ungleichen Zielweiten Verbesserungen der Ablesungen bedingen. Ungewöhnlich ist die ständige Messung der Instrumentenhöhe, sie erscheint nur dann sinnvoll, wenn auch die Instrumentenstandpunkte Höhenpunkte sein sollen.

Zwischen den Stationen 96 und 108 und später bei 110 bis 113 wechseln die Geländehöhen auf jeweils kurze Entfernungen sehr stark. Nach der Länge des Nivellementsweges ist wahrscheinlich südlich des Bahnhofs Wolfenbüttel der Oker-Fluss und ein Umflutgraben (?) zu überbrücken. Hier kommt vermutlich eine Setzwaage oder Setzlatte zur Anwendung.

Die folgende Zeichnung soll die gedachte Messungsfolge verdeutlichen - ohne genaue Höhendarstellung:



Prinzipiskizze zum Einsatz der Setzlatte oder Setzwaage

Die Verwendung einer Setzlatte ist deshalb anzunehmen, weil im Protokoll in den entsprechenden Stationen nur Rückblicke oder nur Vorblicke stehen, die sogleich den Höhenunterschied zur nächsten Station ergeben. Die Stationsweiten sind in der Regel

1 Rute (4.57 m). Die Höhenunterschiede sind dabei so groß, dass eine Ablesung von einem Instrument aus gar nicht möglich ist.

Für den Höhenanschluss wird zunächst ein Fixpunkt in der Nähe des geplanten Bahnhofs nahe des Wilhelmitores bei Braunschweig mit Höhe 0 angenommen. Die Bahn wird im Herbst 1836 durch das Nivellement der hannoverschen Bahn Celle - Burgdorf - Braunschweig an deren Horizont Harburg Null angeschlossen.

6.4. Zeitaufwand für die Allgemeinen Vorarbeiten

Aus einigen Unterlagen lassen sich Werte für den Zeitaufwand für die Allgemeinen Vorarbeiten ableiten.

Zeitaufwand für die Bearbeitung ganzer Trassen oder Varianten:

-- Strecke Celle – Harburg, Variante Lopau - Bahn 1835: *Dammert* benötigt für die 103 km lange Strecke 111 Arbeitstage, das heißt also ca. 1 km/Tag.

-- Strecke Celle - Harburg über Uelzen und Lüneburg 1836: *Glünder* bearbeitet 126 km in 90 Arbeitstagen, das entspricht ca. 1.4 km/Tag - von dieser Trasse werden allerdings etwa 25 km nur „rekognosziert“.

-- Strecke Hannover – Minden: Von dieser Bahn werden ähnliche Zeiten bekannt. *Dammert* benötigt für seine erste Trasse durch das Amt Hagenburg im Mai 1838 4 Tage für ca. 5 km, also 1.2 km/Tag. Seine Trasse über Sachsenhagen bearbeitet er (geschätzt, da genaue Daten fehlen) in ca. 1.1 km/Tag.

Danach kann man eine Bearbeitungszeit von ca. 1 km/Tag als Richtwert zugrunde legen, der auch für die Trasse Lüneburg - Boizenburg bestätigt wird.

Die Bearbeitungszeit umfasst folgende Arbeitsabschnitte:

- 1) Festlegen und Vermarken der Trasse im Gelände,
- 2) Streckenmessung, Winkelmessung (Brechungswinkel und evtl. Richtungen zu Fernzielen),
- 3) Nivellement,
- 4) Geländeaufnahme.

-- Strecke Hannover – Minden 1844 östlich Bückeberg: Dort ist eine bereits ausgesteckte Trasse zu prüfen, es ist also nur zu nivellieren. Für eine Strecke von ca. 4 km wird dazu 1 Tag gebraucht.

Veränderte Kilometerleistungen können durch vergrößerten oder verkleinerten Aufwand jedes einzelnen Abschnittes veranlasst werden oder durch besondere Aufgaben entstehen.

Wieviel Arbeitskräfte jeweils verfügbar sind, und wie sie auf die einzelnen Arbeitsabschnitte verteilt werden, ist unbekannt.

7. Die Festlegung der Trassen

Sind die geplanten Trassen vorerkundet und auch von den zuständigen politischen Gremien gebilligt, so ist ihre Linie endgültig festzulegen und vor allem in ihren Knickpunkten dauerhaft zu vermarken. Diese feste Linie ist der Messweg, auf sie beziehen sich die Stationierung und die Messwerte für Lage und Höhe. Sie soll möglichst zugleich Trasse sein; Abweichungen zwischen Messweg und Trasse entstehen entweder durch den Trassen-Entwurf oder durch unvorhergesehene Geländeschwierigkeiten. In unübersichtlichem und/oder bewegtem Gelände muss die feste Linie manches Mal wieder verlegt werden. So berichtet *Josef Gauß* am 15.1.1846⁴⁹⁾ von der Westbahn, dass die ganze Sektion Lathen - Meppen von 3 Meilen Länge (ca 22 km) mehrere Male ganz umgelegt und umgearbeitet werden muss, weil bei dem größtenteils mit Wald bestandenen Gelände die Ausführbarkeit der zuerst gewählten Linie sich erst nach vollendetem Nivellement zeigte.

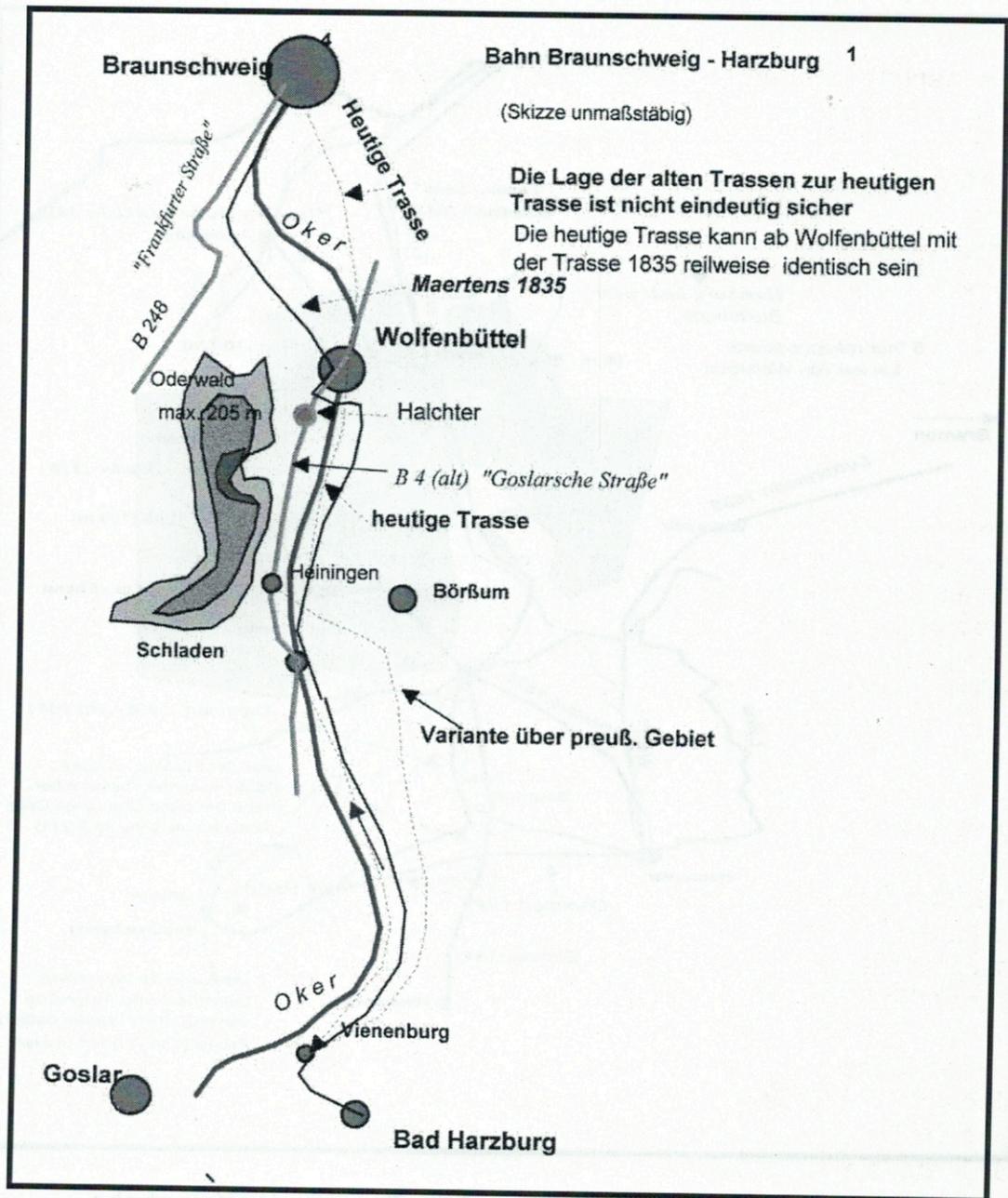
Eine weitere Schwierigkeit bei der Trassenfestlegung kommt insofern hinzu, als für die ausführenden Ingenieure es häufig schwierig ist, die von der Eisenbahnlinie betroffenen Grundstücke zu identifizieren, daher werden Grundstücksanweiser aus jeder Gemeinde herangezogen. Außerdem stößt die Kennzeichnung der Linien in der Örtlichkeit bei den betroffenen Grundeigentümern häufig auf Widerstand; und besonders in den ersten Vorarbeitsjahren klagen die Ingenieure immer wieder über mutwillige Zerstörungen durch die Anwohner.

7.1. Die Trasse Braunschweig - (Bad) Harzburg

Den Verlauf dieser Trasse mit seinen Varianten – soweit sie aus den Unterlagen abgeleitet werden können – spiegelt die Skizze auf der nachfolgenden Seite wider. Die ersten Vorarbeiten hierfür werden im Frühjahr 1836 abgeschlossen, wobei die Trasse noch als vorläufig betrachtet wird.

Nach einer Reise zu bereits fertigen oder im Bau befindlichen Bahnen nach England und Frankreich sowie nach Köln, Leipzig, Nürnberg soll der Kreisbaumeister *Maertens* die Trasse dann detailliert bestimmen. Dazu ordnet die Baudirektion am 8.6.1836 an, die vorgesehene Linie und ihr Profil noch genauer und gründlicher aufzunehmen und festzustellen. Ob und wie weit die Trasse danach geändert werden muss, geht aus den Akten nicht deutlich hervor. Die zweite Aufnahme der Linie und das Nivellement der Bahn sind jedoch zum Jahresende 1836 von Braunschweig bis Harzburg abgeschlossen. *Maertens* legt Ende 1836 auch Ergebnisse seiner Expropriationen (Inanspruchnahme der betroffenen Grundstücke) vor.

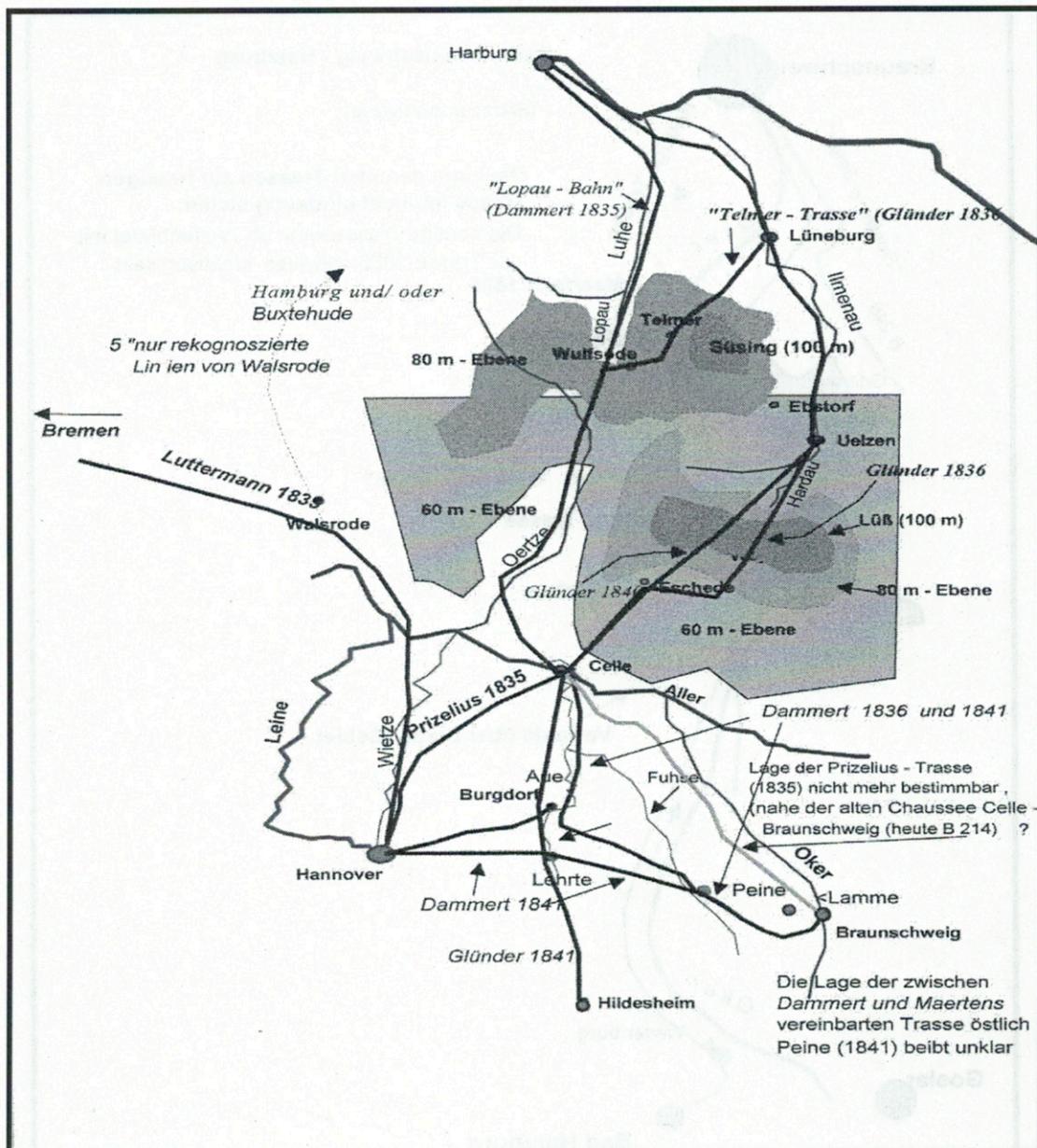
Eine von *Maertens* erkundete Variante wird tatsächlich gebaut und in dem 1843 gestochenen Blatt „Schöppenstedt“ des *Papen*-Atlas wiedergegeben. Es ist das einzige Blatt dieses Kartenwerks, das gedruckt eine Eisenbahnlinie enthält. Ein Vergleich mit der aktuellen TK 100 beweist, dass die Trasse damit ihre heutige Lage erreicht hat.



Die Trasse Braunschweig - (Bad) Harzburg mit Varianten

7.2. Die Trasse Celle - Harburg

In der nachfolgenden Skizze sind die verschiedenen Trassenvarianten zwischen Celle und Harburg dargestellt; außerdem die Höhenzüge mit Höhenangaben, die wesentlich den Trassenverlauf bestimmen.



Trassenvarianten Celle – Harburg und die Trassen der Kreuzbahn

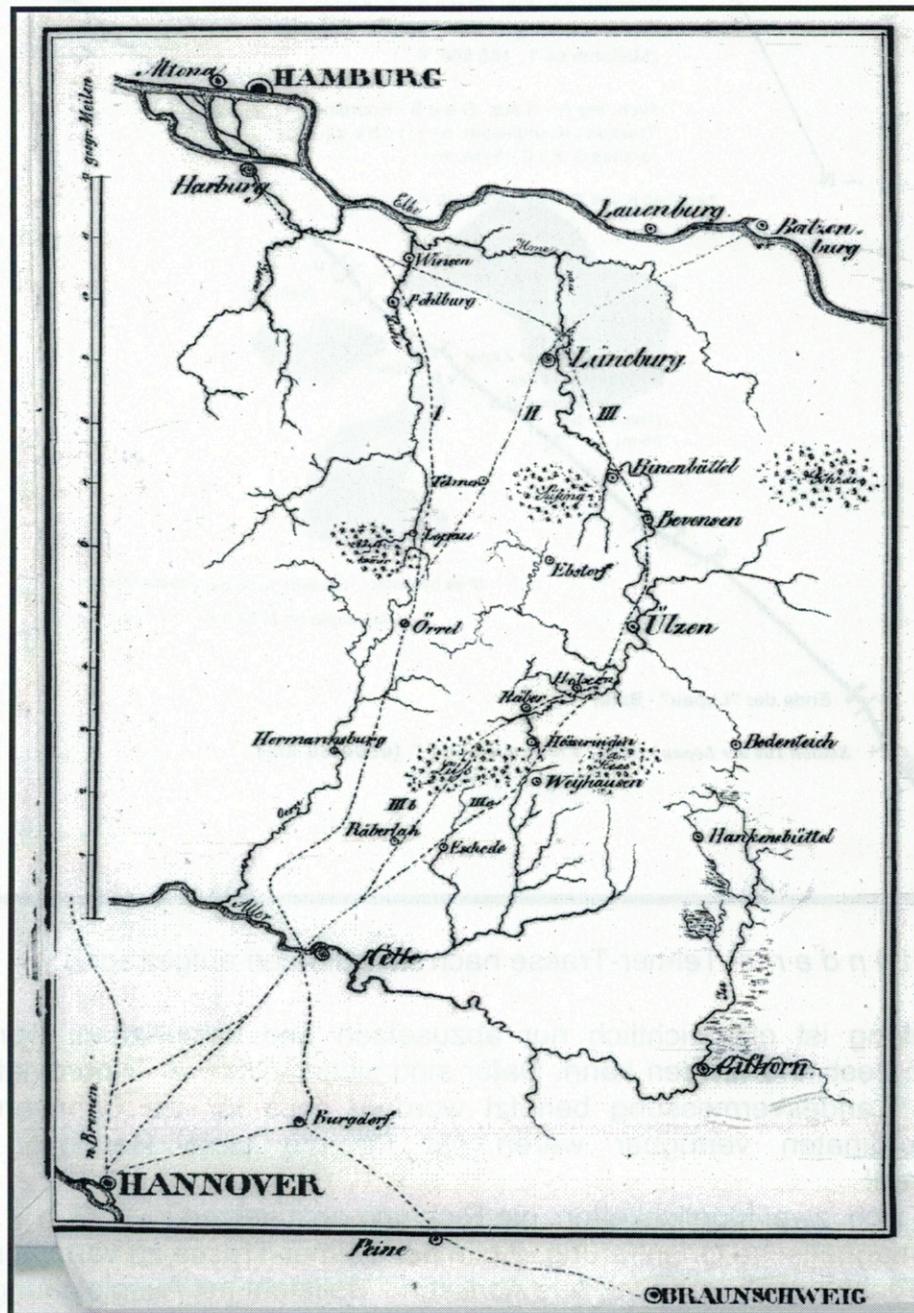
Eine politische Vorgabe für die Eisenbahnlinie von Celle nach Harburg lautet: Die Bahn soll den kürzesten Wege von Celle nach Harburg einschlagen.⁴⁰⁾ 1834 wird diese Trasse, die in den Akten als Lopau - Bahn bezeichnet wird, von *Taylor* untersucht, jedoch nicht ausgeführt.

1835 führt *Dammert*, fast in der gleichen Lage, Allgemeine Vorarbeiten durch. Seine Trasse weicht nur in ihrem nördlichsten Teil, etwa 18 km vor Harburg, von *Taylor's* Richtung ab. In einem Bericht über die Lopau-Bahn veranschlagt *Dammert* die Kosten und macht auch Aussagen über die verschiedenen Steigungsabschnitte. Danach steigt die Linie bis zum Scheitelpunkt mit stärkster Steigung 1 : 600, die dort erreichte Höhe 317^F (92,6 m) soll über einen Geländeeinschnitt auf 292^F (~ 85 m) vermindert werden.⁵¹⁾ Weiter nach Norden erhält

die Bahn ein Gefälle von 1 : 460. Diese Trasse ist insgesamt wegen der geringen Steigungen technisch als günstig anzusehen, jedoch ist sie wirtschaftlich uninteressant. Sie führt durch um 1840 wenig erschlossenes Gebiet und berührt keinen wirtschaftlich bedeutenden Ort. Deshalb ist als politische Vorgabe zu untersuchen:

2. Die Bahn soll nur Lüneburg berühren.

Daraus wird die Telmer-Trasse entwickelt, die nach einem etwa in ihrer Mitte gelegenen Ort so genannt wird. Mit der Untersuchung dieser Trasse wird *Glünder* beauftragt. Seine Trassenvarianten enthält die folgende Karte. Auch die Telmer-Trasse wird nicht gebaut.

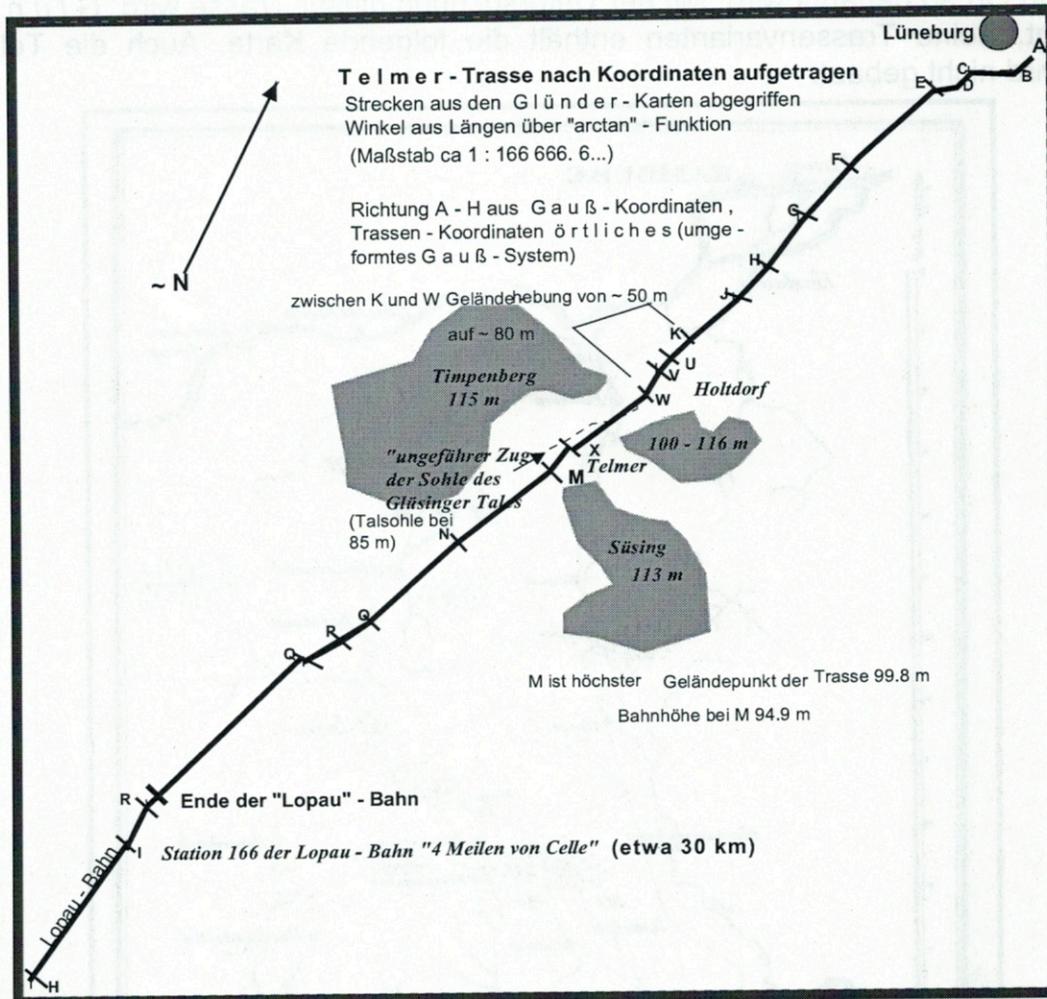


(Verkleinerung)

Glünder's Trassenvarianten Celle – Harburg 1837

Die Karten, die *Glünder* als Ergebnisdokumentation seiner Vorarbeiten für die Telmer-Trasse anlegt, lassen Rückschlüsse auf Ausführung und Ablauf seiner Vorarbeiten zu.

> Die Ausrichtung der Trasse: Trotz der besonders im ersten Teil wegen des schwierigen Geländes häufigen und starken Knicke (Brechungswinkel zwischen 150° und 214°) hält die Trasse eine deutliche Richtung zwischen den beiden Ausgangspunkten ein, siehe nachfolgende Skizze.



Glünder's Telmer-Trasse nach Koordinaten aufgetragen

Diese Richtung ist offensichtlich nur abzusetzen und einzuhalten, wenn sie aus Koordinaten bestimmt werden kann. Dafür sind sicher *Gauß*-Koordinaten aus der Grad- bzw. Landesvermessung benutzt worden; dass für die Bahnvermessungen solche Koordinaten verfügbar waren, ist für die Linie Hannover - Minden nachgewiesen!

Es ergeben sich zwei Möglichkeiten, die Richtung abzusetzen,:

- magnetische Orientierung, die in der Telmer-Trasse zu vermuten ist,
- Richtungsübertragung aus Abrissen - vielleicht mit Ausgleich (!); diese Methode benutzt *Dammert* bei Vorarbeiten zur Bahn Hannover - Minden.

> Das Absetzen der Trasse: Die Trasse führt zwischen Lüneburg und Punkt „M“ durch stark bewegtes Gelände; es sind beträchtliche Höhenunterschiede zu überwinden. Vorstellbar ist damit, dass Messweg und Trasse merkbar voneinander abweichen. Dabei wird der Messweg so gelegt, dass Messung und Nivellement möglichst wenig behindert durchzuführen sind.

Eine weitere Forderung für die Planung der Bahn zwischen Celle und Harburg lautet:
3. Die Bahn soll zugleich Uelzen und Lüneburg berühren.

Die Telmer - Trasse wird offenbar von vornherein als Notlösung gedacht. Eine Linie über Uelzen und Lüneburg würde „... eine vorzüglich bevölkerte und betriebsame Gegend berühren“. ⁴⁾ Dieser Trasse stellen sich aber für die Verbindung Celle - Harburg die größten technischen Schwierigkeiten entgegen; der mit Höhen von max. ca. 130 m ansteigende Höhenzug Lüsswald und Hohe Heide ist für die steigungsschwachen Züge ein merkbares Hindernis.

Bevor er die Telmer - Trasse bearbeitet, untersucht *G l ü n d e r* Möglichkeiten, diesen Höhenzug zu überwinden. Er erkundet dabei zwei Trassen, die er mit *III a* und *III b* bezeichnet (s. Skizze S.51). Beide Trassen werden wegen der Steigungen und der Länge zunächst verworfen. Und noch 1841 wird die Bahnlinie über Uelzen wegen der ungünstigen Beschaffenheit des Geländes als zu teuer angesehen. ⁵³⁾ Aber aufgrund der Vorarbeiten für die drei vorgenannten Alternativen wird schließlich die Trasse über Uelzen doch gebaut.

7.3. Die Trassen der Kreuzbahn

Die Eisenbahnlinien Hannover – Braunschweig und Hildesheim – Celle (später Kreuzbahn genannt) mit ihrem Kreuzungsbahnhof Lehrte sind in der Skizze auf S. 48 dargestellt. Die Entwicklung dieser Linien verläuft räumlich und zeitlich in verschiedenen Schüben, wobei deutlich wird, dass die von den geplanten Streckenverläufen betroffenen Gemeinden in Konkurrenz zueinander stehen, weil inzwischen die wirtschaftlichen positiven Auswirkungen der Eisenbahn überall erkannt werden.

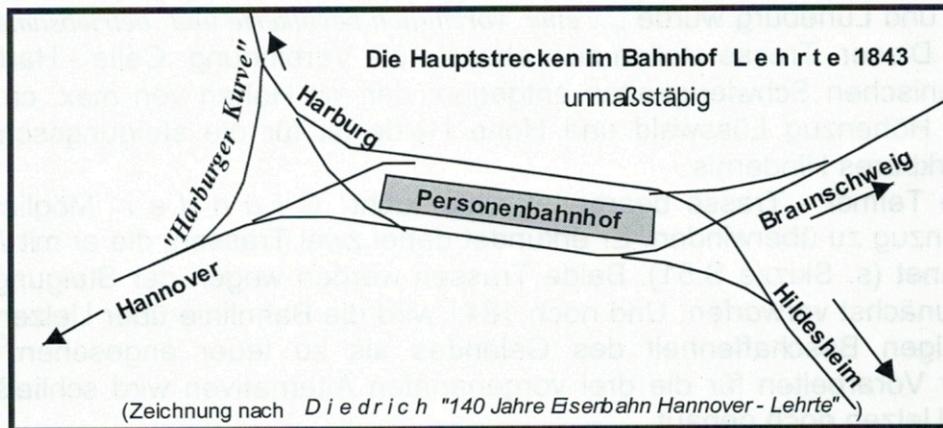
Mit den Allgemeinen Vorarbeiten für die Trasse Hannover - Lehrte und weiter nach Peine bis zur Grenze gegen Braunschweig wird *D a m m e r t* beauftragt, während dem Kreisbaumeister *M a e r t e n s* die Arbeiten von der Landesgrenze bis Braunschweig übertragen werden. *D a m m e r t* legt am 18.10.1841 einen Bericht über Richtung, Neigungen und Kurvenradien der von ihm mit *M a e r t e n s* am 23.5.1841 besichtigten und angemessen erscheinenden Linie vor. ⁵⁴⁾

Diese Trasse hat eine Länge von ca. $7 \frac{2}{3}$ Meilen (~ 57 km), stärkste Steigung ist 1 : 400, sonst liegt sie bei 1 : 700 bis 1 : 1000. Alle Kurven haben einen Radius von 500^R , bis auf die am braunschweigischen Bahnhof, für die 150^R vorgesehen sind.

Die Allgemeinen Vorarbeiten werden zügig durchgeführt und abgeschlossen, so dass *D a m m e r t* die Speziellen Vorarbeiten bereits am 14.4.1842 beginnen kann. Er lädt

für diesen Tag zur Grenzanweisung ein. Auch diese Vorarbeiten werden so schnell vorangetrieben, dass er schon am 15. 7.1842 der Amtsvogtei Ilten den Beginn der Erdarbeiten mitteilen kann.

Die Trassenführung um Lehrte gibt dem Bahnhof Lehrte eine eigenartige und ungünstige Lage. Die Skizze zeigt, dass eine direkte Zugverbindung zwischen Hannover und Harburg nur über die so genannte Harburger Kurve möglich ist; dieses Trassenstück wird jedoch erst - zunächst eingleisig - 1971 (!) gebaut. Vorher müssen die Züge Hannover - Celle - Harburg in Lehrte umgespannt werden.



Die Streckenführung im Bahnhof Lehrte

7.4. Die Trasse Hannover - Minden

Eine Eisenbahn Hannover - Minden gehört nicht zu den ersten Planungen im Königreich Hannover; Bahnen nach Harburg (Hamburg) und Bremen haben Vorrang. 1838 jedoch wird in Hannover das Interesse an einer Bahnlinie Hannover - Minden merkbar. Die Regierung in Hannover bittet am 6. 4. 1838 die Fürstlich Schaumburg - Lippesche Regierung um Genehmigung, ein vollständiges Nivellement auf der geplanten Linie ausführen zu dürfen.

Dammert und *Glünder* beginnen im Mai und September 1838 mit den ersten Allgemeinen Vorarbeiten, und zwar werden insbesondere Nivellementsarbeiten vorgenommen. *Dammert* sucht offenbar schauburg - lippesches Gebiet auf kürzestem Wege - ca. 7 km - zu durchqueren, während *Glünder* dagegen schauburg - lippesches Gebiet ganz umgehen möchte.

Im Staatsarchiv Bückeburg werden Karten aufbewahrt, die Aussagen über die Allgemeinen Vorarbeiten 1841 - 1844 zulassen und damit auch für die Beurteilung der Eisenbahnvermessungen die wichtigsten Dokumente überhaupt sind. Aus ihnen geht zum Beispiel auch hervor, dass die Bahnvermessungen in Hannover an die *Gauß* - Triangulation angeschlossen werden.

Im Frühjahr 1844 führt der schauburg - lippesche Inspektor *Stille* die Vorarbeiten *Dammert*'s fort. Offenbar hat er keine guten Nivellierinstrumente, daher lässt der

schaumburg - lippesche Fürst *Georg Wilhelm* in Berlin ein Nivellierinstrument für 50 Rth bestellen. Der Preis liegt damals in der oberen Preisklasse. *Stille* erhält dieses Instrument, nachdem gebrauchte Nivelliere, die er in Minden kaufen wollte, sich als mangelbehaftet zeigen und ihm in Minden auch vom Ankauf abgeraten wird.

Dammert nimmt im Sommer 1844 die Vorarbeiten in Schaumburg - Lippe wieder auf. Bei seinen Untersuchungen im Bückeburger Raum findet er mehrere Varianten für die Lage des neuen Bückeburger Bahnhofs, wie die Karte auf der nächsten Seite ausweist. Hier sind die Vorschläge mit römischen Zahlen gekennzeichnet. Er empfiehlt, die Entscheidung über die endgültige Bahnhofslage auszusetzen, bis die ganze Linie durch das Fürstentum definitiv bestimmt ist. Das geschieht erst im Sommer 1845.

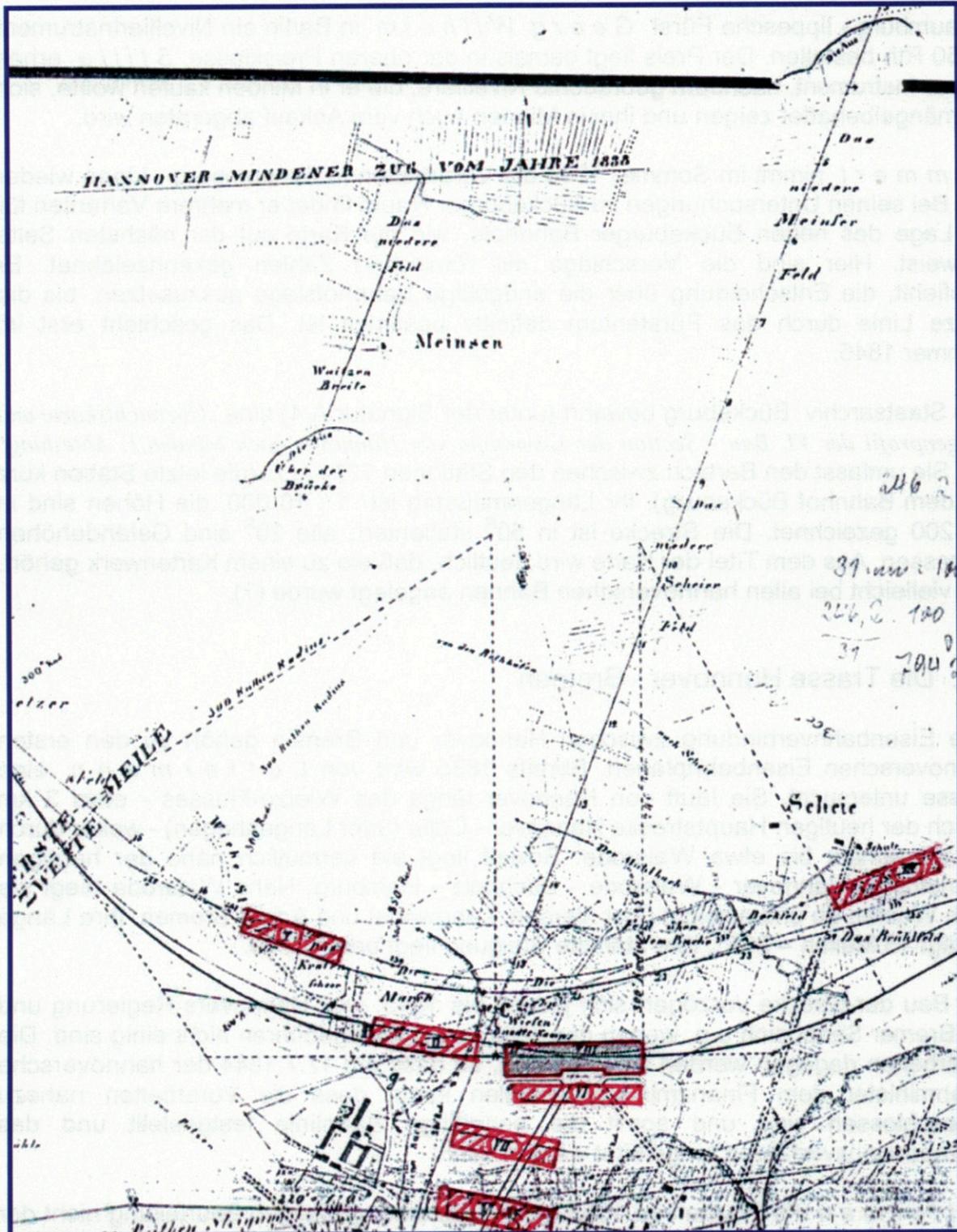
Das Staatsarchiv Bückeburg bewahrt (unter der Signatur A 4) eine „Übersichtskarte und Längenprofil der VI. Bau - Section der Eisenbahn von Hannover nach Minden, 1. Abteilung“ auf. Sie umfasst den Bereich zwischen den Stationen 973 - 1152 (die letzte Station kurz vor dem Bahnhof Bückeburg). Ihr Längenmaßstab ist 1 : 10 000, die Höhen sind in 1 : 200 gezeichnet. Die Strecke ist in 50^R stationiert, alle 20^R sind Geländehöhen gemessen. Aus dem Titel der Karte wird deutlich, daß sie zu einem Kartenwerk gehört, das vielleicht bei allen hannoverschen Bahnen angelegt wurde (?).

7.5. Die Trasse Hannover - Bremen

Eine Eisenbahnverbindung zwischen Hannover und Bremen gehört zu den ersten hannoverschen Eisenbahnplänen. Bereits 1835 wird von *Luttermann* eine Trasse untersucht. Sie läuft von Hannover längs des Wietze-Flusses - etwa 3 km östlich der heutigen Hauptstrecke Hannover - Celle (über Langenhagen) - weiter durch die Wedemark bis etwa Walsrode. Soweit liegt sie vermutlich nahe der heutigen Bahnstrecke Hannover - Walsrode - Buchholz - Hamburg. Nahe Walsrode biegt sie nach Westen ab und erreicht über Verden, Langwedel und Achim Bremen. Ihre Länge beträgt 15 Meilen = 265^R, ihre stärkste Steigung liegt bei ~ 1:700.

Der Bau der Strecke verzögert sich jedoch bis 1845, weil Hannovers Regierung und der Bremer Senat sich u.a. wegen der Zölle und Transitgebühren nicht einig sind. Die Vorarbeiten dagegen werden weitergeführt, so dass am 17.7.1844 der hannoversche Innenminister dem Finanzminister mitteilen kann, dass die Vorarbeiten nahezu abgeschlossen sind und somit die endgültige Bahnlinie festgestellt und das Expropriationsverfahren eingeleitet werden kann.

Luttermann's Trasse von 1835 bleibt trotz einer günstigen Beurteilung nicht der einzige Weg Hannover - Bremen. Es gibt Überlegungen, seine Trasse aus politisch-wirtschaftlicher Sicht mit Preußens Planungen für eine Verbindung von Köln zur Weser zu vereinen.



Planung der Trasse Hannover – Minden in Schaumburg – Lippe
mit Bahnhofsvarianten

7.6. Die Trasse Südbahn

Eine Bahn nach Göttingen und Kassel gehört ebenfalls zu den ersten Bahnvorerkundungen im Königreich Hannover. Konkret geplant und näher untersucht wird sie dagegen noch nicht.

Da eine Südbahn - in jeder Linienführung - braunschweigisches Staatsgebiet durchqueren muss, bemüht sich Hannover früh um einen Vertrag mit dem Herzogtum, der auch am 13.11.1837 abgeschlossen werden kann. Hannover gestattet darin den Bau der Bahn Braunschweig - Harzburg über hannoversche Gebietsteile, und Braunschweig gestattet den Bau einer Südbahn durch Braunschweiger Terrain. *Dammert* beginnt die Allgemeinen Vorarbeiten 1840.

Das bergige Harzvorland bereitet der endgültigen Trassenfindung erhebliche Schwierigkeiten, die zu großen Verzögerungen führen. Mit welchen Schwierigkeiten die Ingenieure außerdem noch zu kämpfen haben, zeigt ein Schreiben *Dammert's* an die Landdrostei Hildesheim vom 17.5.1845, in dem er sich über das Herausziehen von Pfählen und Signalen beklagt.

Dokumente über Vermessungsverfahren und -ergebnisse für die Südbahn fehlen fast vollständig, lediglich von einer Vielzahl von Querprofilen spricht *Dammert* in ⁵⁵⁾. Dabei ist besonders die Art der Höhenbestimmungen fraglich. Bei starken Steigungen werden geometrische Nivellements wegen der dabei häufig notwendigen Kurzvisuren, die damals wegen mangelnder Fokussierungsmöglichkeiten der Nivellierinstrumente unerwünscht sind, schwierig oder gar nicht durchführbar. Nimmt man die Aufstellungshöhe eines Nivelliers normal mit 5^F an (~ 1.50 m, bei Braunschweiger Nivellements nachgewiesen) und den damit maximal erfassbaren Höhenunterschied zu einem Vor- oder Rückblick mit 4.9^F (Refraktion u.ä. unberücksichtigt), so kann man maximale Zielweiten von 25^R erreichen bei Steigungen bis 1 : 82 und ~ 19.5^R in der stärksten geplanten Steigung 1 : 64.

8. Der Grunderwerb *Expropriationen*

„Es bedarf aber keiner näheren Ausführung, daß jede Eisenbahn - Anlage, deren Richtung von der Bodenbeschaffenheit weit mehr bedingt wird, als dies für sonstige Straßen und Chausseen der Fall ist, für eine längere Strecke überall nicht zur Ausführung kommen kann, wenn die Abtretung des dazu erforderlichen Grundeigentums lediglich von dem freien Willen der beteiligten Grund - Eigentümer abhängt und daß deshalb Maßnahmen, durch welche ... sie nötigenfalls erzwungen werden kann, notwendig sind.“ So lautet eine der Begründungen, mit denen der hannoversche Vizekönig dem Landtag am 15. Juli 1836 den ersten Entwurf des Gesetzes über die Verpflichtung zur Veräußerung von Grundbesitz für Eisenbahnanlagen vorlegt.³⁾ Am 8.9.1840 wird dieses Eisenbahngesetz schließlich erlassen. Auch andere deutsche Staaten haben in dieser Zeit das Bedürfnis, Grundeigentum und entsprechende Rechte für öffentliche Zwecke notfalls auch mit Zwang erwerben zu können.

Ein Vergleich des hannoverschen Eisenbahngesetzes mit dem niedersächsischen Enteignungsgesetz vom 12.11.1973 zeigt, dass schon 1840 viele Elemente heutigen Enteignungsrechts erkannt und eingesetzt werden. Einige davon werden nachfolgend aufgeführt:

- > Enteignet werden kann zugunsten eines - auch privaten - Unternehmers.
- > Enteignet wird zu Lasten von Eigentum und Rechten.
- > Entschädigt werden alle entstehenden Vermögensnachteile.
- > Ein Sachverhalt ist festzustellen (Planfeststellung).
- > Das Enteignungsverfahren führt eine unabhängige Behörde durch.
- > Die Abtretung, Benutzung oder Belastung des Grundeigentums ist möglichst durch eine gütliche Vereinbarung der Beteiligten zu erreichen.

Nach den Allgemeinen Vorarbeiten ist die endgültige Trasse festzulegen und im Gelände abzustecken. Der Bahnkörper insgesamt wird jedoch noch nicht abgesteckt, seine Breite wird erst nach dem Hauptnivellement festgelegt.

Um den Flächenbedarf des Bahnkörpers zu ermitteln und diese Flächen im Gelände abstecken zu können, muss ein Nivellement ausgeführt werden, das z.B. *D a m m e r t* als Hauptnivellement bezeichnet.⁵⁷⁾ Dieses Nivellement wird in der Mittellinie der Bahn gemessen. Das Längsprofil wird in 10^R-Abständen stationiert; dabei wird jeder Stationspunkt in der Mittellinie der Bahn durch einen 3 bis 4 Zoll (~ 7 bis 10 cm) starken, mit dem Kopf etwa 2 Zoll (~ 5 cm) über den Boden hervorragenden Pfahl markiert. Die Oberfläche dieses Pfahls dient gleichzeitig als Höhenmarke zur Ausführung des Nivellements. Gelegentlich wird neben dem eigentlichen Nivellementspfahl auch ein Nummernpfahl gesetzt. Ein Beispiel für ein Hauptnivellement bietet die Abbildung auf Seite 57.

Die Höhenbestimmung im Hauptnivellement ist merkbar dichter als bei den Allgemeinen Vorarbeiten. Als Maximalabstand sind zwischen 2 Höhenpunkten 10^R vorgeschrieben, außerdem sollen offenbar auch Höhenunterschiede $\leq 1^F$ erfasst werden, so dass der für den Eisenbahndamm notwendige Auf- und Abtrag auf der Grundlage der geplanten Steigungen ermittelt werden kann.

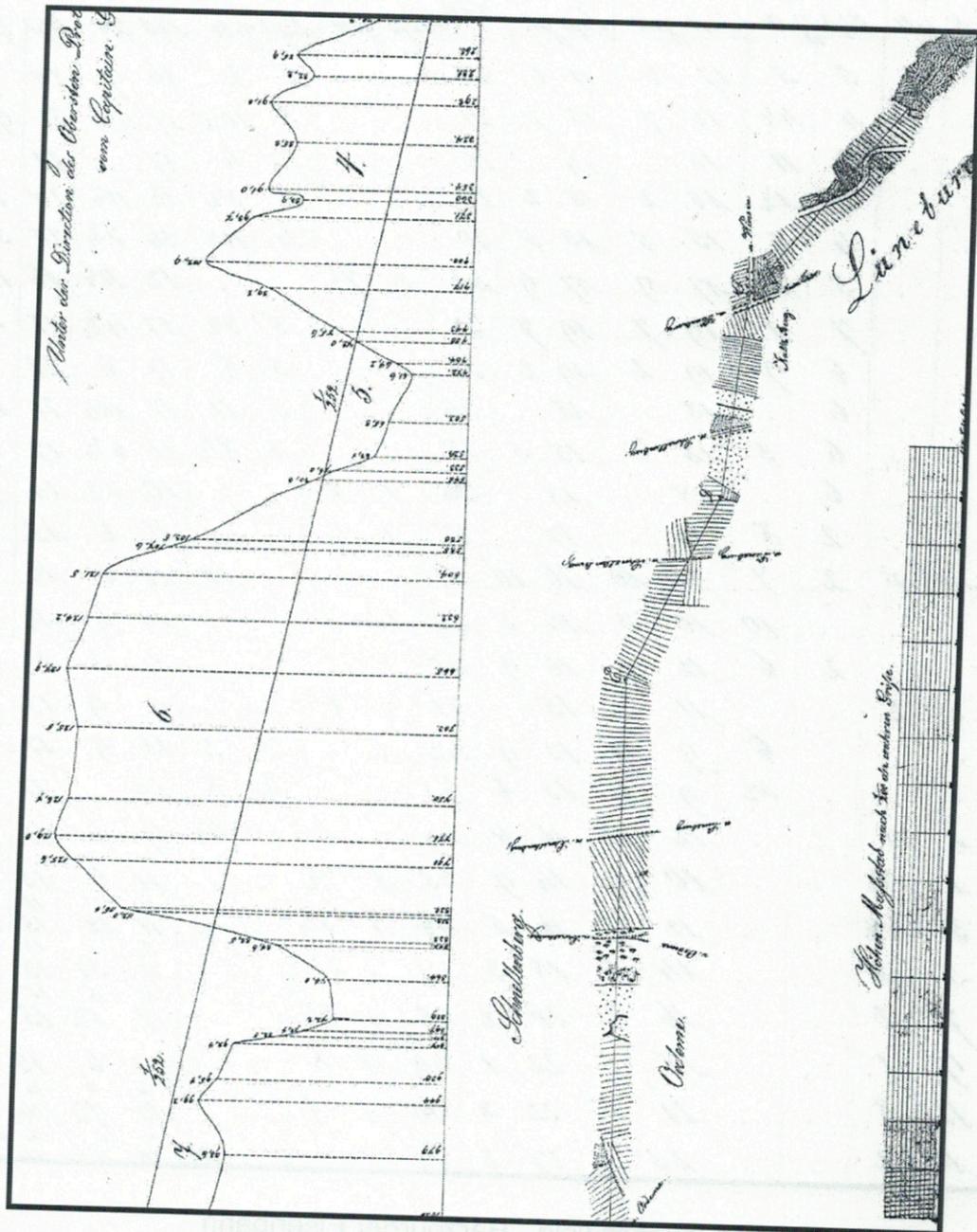
Ein Beispiel für den Entwurf der Dammhöhen mit Auftrags- und Abtragsermittlung gegenüber dem vorhandenen Gelände zeigt die Abbildung auf der übernächsten Seite.

Nach Abschluss und Auswertung des Hauptnivellements und mit der ersten Planung der Nebenanlagen steht der vorläufige Flächenbedarf der Bahn fest und kann im Gelände abgesteckt werden. Anschließend sind alle Grundstücke, die von der Bahn berührt werden, durch eine Liegenschaftsvermessung zu erfassen. Außerdem sind eingehende Erkundungen anzustellen über Nutzungen oder Berechtigungen, unterschieden nach

- a u s g e ü b t e n Nutzungen u.ä. durch die Grundeigentümer,
- m ö g l i c h e n Nutzungen durch die Bahn.

Diese Erkundungen gehen u.a. in die Entwürfe ein, die die Eisenbahnverwaltung aufzustellen und mit den Betroffenen zu verhandeln hat. Ferner sind Wege und Wasserläufe aufzunehmen, die von der Bahn berührt oder geschnitten werden. Politische Grenzen sind ebenfalls zu erfassen. Die Lage und Begrenzung der Objekte wird den vermessenden Ingenieuren örtlich angezeigt. Über die Ausdehnung geben die erhaltenen Expropriations-Karten der Vermessungen kein einheitliches Bild. Nach

den eingesehenen Karten sind in Hannover offenbar Maximalbreiten bis zu 50^R festgesetzt worden. In Braunschweig werden vereinzelt Breiten genannt. Für die Bahn nach Hannover weist Bauleiter *Maertens* den Geometer *Wilke* an⁵⁸⁾: Aufnahme i.a. bis 25^R (~ 117 m) nach beiden Seiten. Quer durchschnittene Grundstücke werden, wenn sie diese Entfernung von der Bahn überschreiten, nicht ganz aufgemessen. Grundstücke, die längs oder diagonal durchschnitten werden, sind ganz zu erfassen. Alle diese vorstehend genannten Objekte finden nach der örtlichen Erfassung ihren Niederschlag in den Expropriations-Karten, die faktisch Katasterkarten sind. Da Grundstücke zu Gewinnung, Transport und Lagerung häufig erst während der Expropriations-Verhandlungen, oder sogar erst nach Baubeginn, beansprucht werden, müssen die Karten häufig erweitert und fortgeführt werden.



Hauptnivellement an der Strecke Celle – Harburg (Verkleinerung)

Verzeichnis

Niv. 002 3

Zur abgeklärten Landart auf der Braunschweig-
Harzburger Eisenbahn vom No. 0. bis No. 101.

No.	Abtrag		Anschl.		No.	Abtrag		Anschl.						
	Loth	Zoll	Loth	Zoll		Loth	Zoll	Loth	Zoll					
0		5	5	17	2	26		5	2	16	9	20	9	
1		4	4 $\frac{1}{2}$	15	7	27		5	10 $\frac{1}{2}$	17	9 $\frac{1}{4}$	21	9 $\frac{1}{4}$	
2		3	11	14		28		5	4	17		21		
3		4	1 $\frac{1}{2}$	15	2	29		5	3 $\frac{1}{2}$	16	11 $\frac{1}{4}$	20	11 $\frac{1}{4}$	
4		4	3	15	5	30		4	11 $\frac{1}{2}$	16	5 $\frac{1}{4}$	20	5 $\frac{1}{4}$	
5		5	10	17	9	31	2	7 $\frac{1}{2}$		12	11 $\frac{1}{4}$	16	11 $\frac{1}{4}$	
6		7	1	19	7	32		5	7 $\frac{1}{2}$	17	4 $\frac{1}{4}$	21	4 $\frac{1}{4}$	
7		6	9	19	2	33		5	8	17	6	21	6	
8		6		18		34		5	11	17	10 $\frac{1}{2}$	21	10 $\frac{1}{2}$	
9		6	3	18	5	35		3	8 $\frac{1}{2}$	13	6 $\frac{3}{4}$	17	6 $\frac{3}{4}$	
10		6		18		36	1	1		10	7 $\frac{1}{2}$	14	7 $\frac{1}{2}$	
11		2	8	12		37	1	7		11	6	15	6	
12	gebau	2	7	12	10	38				10	10	6	14	6
13			10	10	3	39	1			10	6	14	6	
14		2	6	12	9	40		2		9	3	13	3	
15		2		11		41		6		9	9	13	9	
16			6	9	9	42			3	2	13	9	17	9
17				9	6	43			2	8	12		17	
18	3	11		12	11	44			3 $\frac{1}{2}$	9	6	13	6	
19	1	8 $\frac{1}{2}$		10	9	45	1	7 $\frac{1}{2}$		12	6	13	6	
20	3	4 $\frac{1}{2}$		12	5	46	1	5 $\frac{1}{4}$		11	2 $\frac{1}{2}$	15	2 $\frac{1}{2}$	
21	5	3		14	5	47		2 $\frac{1}{4}$		9	2 $\frac{1}{2}$	13	3 $\frac{1}{2}$	
22	7	2		16	2	48	1	8 $\frac{1}{2}$		11	6 $\frac{3}{4}$	15	6 $\frac{3}{4}$	
23	9	1		18	1	49	1	8		11	6	15	6	
24	12	8		21	8	50	1	1		10	7 $\frac{1}{2}$	14	7 $\frac{1}{2}$	
25	14	2		23	2	51				11 $\frac{1}{2}$	10	14	6	

Braunschweig - Harzburger Eisenbahn
Verzeichnis über Abtrag, Auftrag und Dammbreiten

Ein Beispiel für die Expropriation, nämlich Erfassung der zu akquirierenden Grundstücke zeigt die folgende Abbildung.

Nr.	fol.	Name	Art	Zur Expropriation		Größe		Größe		Anmerkungen
				in	in	in	in	in	in	
				Ar.	Ar.	Ar.	Ar.	Ar.	Ar.	
XX	207	Edelns Erben	Wäpfer	-	616	-	-	-	-	
XXVII	208	Conrad Stigkier	"	-	17,5	-	-	-	-	
VIII	219	Thielstr. Albeden	"	-	5,4	-	-	-	-	
LIV	214	Friedrich Lüders	"	-	5,4	-	-	-	-	
XII	211	Walter Holten	"	-	141	-	-	-	-	
LXVI	213	Birchmann in Stokken	"	-	69,0	-	-	-	-	
		<u>Auf in langen Stämpel</u>								
X	2429	Dyller	Obstland	1	13,1	-	-	-	-	
XXXI	220	Job. H. Wähler	"	-	109,6	-	16,8	-	-	
LXIV	223	Albedens Erben	"	-	0,4	-	1,1	-	-	
XLIV	217	Haas König Albeden	"	-	-	-	1,4	-	-	
		<u>Summe Albeden Stigkier</u>								
XLVI		<u>Grund in Albeden</u>	<u>Grundstück</u>							
		<u>Grund in Albeden</u>								
		<u>Grundstück</u>								
XXIII	21225	Kristen Erben	Obstland	-	67,1	-	9,0	-	3,0	
IX	227	Job. H. Vælgren	"	-	26,5	-	6,0	-	-	
XXXIII	228	Behrend Behrend	"	-	1,6	-	3,8	-	-	
		<u>Bülowien</u>								
LXVII	229	H. H. Brøgger	Obstland	-	4,8	-	3,5	-	-	
XXV	230	Hans Johan Lüders	"	-	4,8	-	1,4	-	-	
		<u>Sistelwiese</u>								
X	231	Schlüter	Wäpfer	1	9,0	-	-	-	-	
		<u>Grundstück</u>	Wäpferland	-	35,0	-	-	-	-	
		<u>Expropriationskarte</u>								
		<u>Nr. 7</u>								
XXX	238	Heinrich Katte	Wäpfer	-	9,5	-	-	-	-	
		<u>Grundstück</u>	Wäpferland	-	49,5	-	-	-	12,5	
XLII	257	Christoph Brandes	Wäpfer	-	3,0	-	-	-	-	
		<u>Grundstück</u>	Obstland	-	7,0	-	-	-	2,0	
XXXV	258	Behrend Behrens	Wäpfer	-	4,0	-	-	-	-	
		<u>Grundstück</u>	Obstland	-	26,5	-	-	-	2,3	
XLIII	254	Grote in Rørdensson	Wäpfer	-	2,0	-	-	-	-	
		<u>Grundstück</u>	Land	-	34,0	-	-	-	7,5	

Zusammenstellung der für die Expropriation benötigten Grundstücke

Frühestens nach Schüttung bzw. Ausgrabung der Bahntrasse kann die Schlussvermessung beginnen, und als Zeichen der Besitznahme werden die zur Bahn fallenden Grundstücke durch Grenzzeichen (Steine) abgemarkt; die Abmarkung wird den Beteiligten angezeigt.

Die Ergebnisse der Schlussvermessung werden in die Expropriations-Karten eingefügt; offensichtlich dienen diese Karten dann der Bahnverwaltung auch als darstellenden Nachweis ihrer Liegenschaften.

Entsprechend dem Eisenbahngesetz werden die Grundeigentümer wahlweise nach Kapital- oder Ertragswert entschädigt, zunächst aber ist die Entschädigung möglichst durch eine gütliche Vereinbarung der Beteiligten anzustreben. Erst wenn diese nicht erreicht werden kann, wird geschätzt. Der Kapital- oder Ertragswert wird durch 3 Schätzer ermittelt, dabei wird je

- 1 Schätzer durch die Expropriations-Betroffenen und
- 1 Schätzer von der Eisenbahn – Verwaltung bestellt;
- 1 Schätzer wird durch die Regierung bestimmt.

Kommen die Schätzer im Einzelfall zu stark abweichenden Ergebnissen, so entscheidet die Regierung. Gegen die erste Schätzung können die Betroffenen entweder eine neue Schätzung oder eine gerichtliche Entscheidung beantragen.

Als Grundlage für die Ermittlung der Entschädigung dienen gelegentlich so genannte *Amts-Kontraktenbücher*⁵⁹⁾, die eine Sammlung von Kaufverträgen darstellen. Aus einem solchen Buch sind Durchschnitts Kaufpreise von Ackerland und Wiesen in den folgenden Feldmarken zu erfahren:

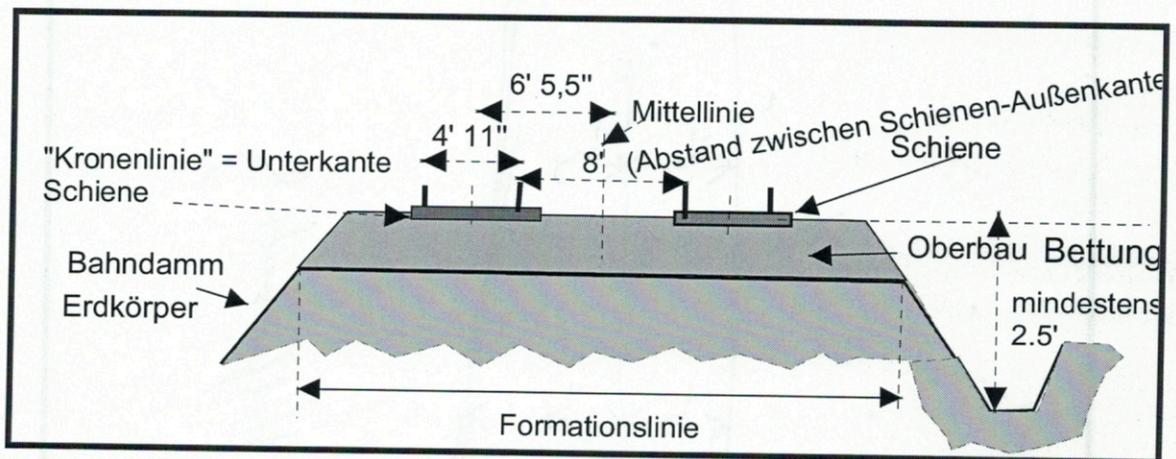
Lehrte (leichte Böden):			Ahlten (schwere Böden):		
Acker: schlechte Lage	50	Rth/Morgen	Acker: schlechte Lage	60	Rth/Morgen
mittlere Lage	80	- " -	mittlere Lage	90	- " -
beste Lage	100	- " -	beste Lage	110	- " -
Wiese: schlechte Lage	40 - 50	- " -	Wiese: schlechte Lage	50	- " -
mittlere Lage	80 - 100	- " -	mittlere Lage	80	- " -
beste Lage	110 - 150	- " -	beste Lage	110	- " -

Zu den Entschädigungen gehören beispielsweise auch die durch den Eisenbahnbau bedingten Umwege. Eine gütliche Einigung für eine Entschädigung wird gelegentlich erst nach langen Verhandlungen erreicht, so wird zum Beispiel in Rohrsen (~ 6 km nördlich Nienburg, Bahn Hannover - Bremen) in 5 Terminen (!)⁶⁰⁾ verhandelt, bis eine insgesamt gütliche Vereinbarung getroffen werden kann. Bei solchen Verhandlungen gibt die Bahn häufig den - wohl oft übertriebenen - Forderungen der Berechtigten nach, um möglichst schnell die notwendigen Flächen erwerben zu können.

Für den Hauptbahnhof Hannover ist eine gütliche Einigung nicht in jedem Fall zu erreichen gewesen. Hier wird dem Landtag berichtet, dass der größere Teil der Grundentschädigungs-Berechtigten nach amtlicher Feststellung der zu leistenden Entschädigung im ersten Schätzungsverfahren den Rechtsweg wegen einer höheren Entschädigung eingeschlagen hat.

9. Die bautechnischen Vermessungen

Nach Abschluss und Auswertung des Hauptnivellements sowie der damit verbundenen Absteckung der Trassen und ihrer Nebenanlagen können die Erdarbeiten beginnen. Die Regelgestalt der Bahndämme beschreibt eine Dienstanweisung.¹¹⁾ Darin werden Maße vorgegeben, die auch für die Absteckung relevant sind: Breite der Bettungsoberkante 28^F, Bettungshöhe 1.5^F, Böschungsverhältnis 1 : 1.5; damit ergibt sich die obere Dammbreite zu 32.5^F. Die Oberkante des Bahndammes wird als „*Formationslinie*“ und die Schienenunterkante als „*Kronenlinie*“ bezeichnet. Den Querschnitt des Bahndammes mit seinen Regelmaßen beschreibt die nachfolgende Skizze.



Regelquerschnitt der Bahndämme

Die in der Anweisung vorgegebene Dammbreite zeigt, dass die hannoverschen Bahnen i.d.R. sogleich für z w e i Gleise angelegt werden. selbst wenn zunächst häufig nur e i n Gleis gebaut wird. Bahndämme für eingleisige Führung lassen sich für die Bahn Braunschweig - Harzburg nachweisen. In der nachfolgend wiedergegebenen Entwurfszeichnung (?) für den Bahnhof Wolfenbüttel⁶²⁾ ist die Breite der anschließenden freien Strecke mit 14^F (~ 4 m) angegeben. Eine Brückenzeichnung in der gleichen Quelle hat die Breite 1,04^R, das sind 16,7^F (~ 5 m). Die eingleisige Führung ist offenbar nur vorübergehend geplant, in den Nivellements-Dokumenten wird schon wieder mit 30^F Kronenbreite gerechnet.

Grundlage für die Bauarbeiten ist der Bauplan, der für jede Bahnlinie, in „*Inspektionen*“ und „*Sektionen*“ unterteilt, aufzustellen ist. In ihm werden die geplanten Expropriations- und Bauarbeiten textlich genau beschrieben. Dazu werden die für die Bauvermessungen wichtigen Elemente Winkel, Kurven, Geraden, Höhen und Neigungen tabellarisch aufgeführt. Als Winkel werden Tangentenwinkel angegeben.

Die bereits geschilderten 10^R - Stationen sind gleichzeitig die Orientierungszahlen für alle an der Bahn vorzunehmenden Maßnahmen. Sie sind auch die Ortsangaben für die Vermessungselemente in den Tabellen. Diese Einteilung ist der heutigen Kilometrierung vergleichbar.

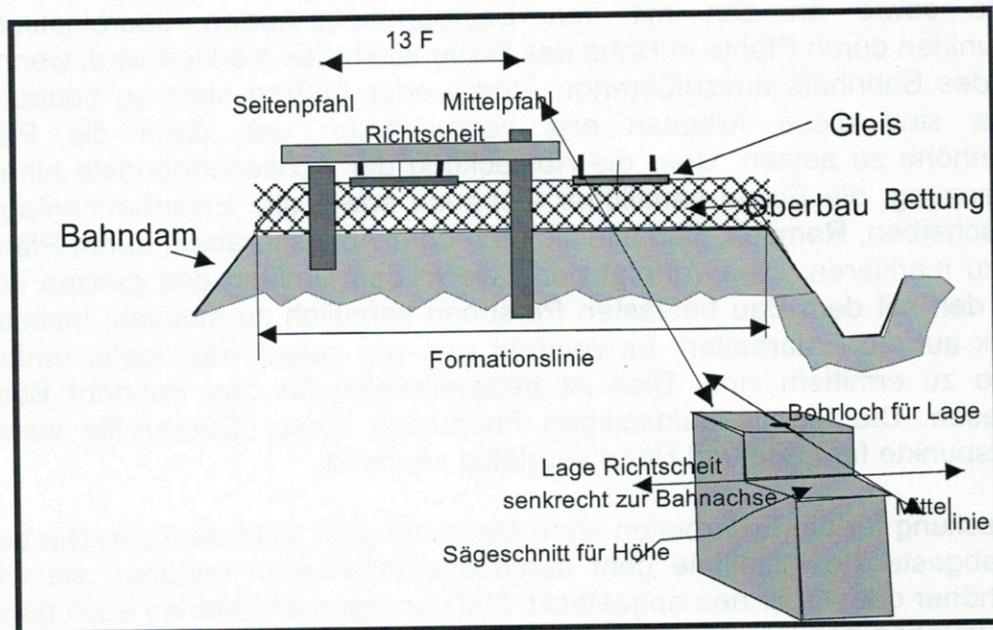
Die Absteckung eines Bahnhofs erfolgt in der Weise, dass seine Achse am Anfang und Ende sowie an den mit den Expropriations-Karten übereinstimmenden Stationspunkten durch Pfähle in Höhe des Schienenkopfes markiert wird, wenn der für den Bau des Bahnhofs auszuführende Abtrag oder Auftrag nicht zu bedeutend ist, andernfalls sind diese Arbeiten erst vorzunehmen und dann die Pfähle in Gradientenhöhe zu setzen. Über die Absteckung der Achsenendpunkte hinaus sind die Umgrenzung, die Ecken sämtlicher Gebäude sowie alle Eisenbahnanlagen, wie z.B. Drehscheiben, Rampen, Bahnsteigkanten oder Abflussgräben, durch Pfähle oder Stangen zu markieren. Dies verfolgt den Zweck, den Umfang des ganzen künftigen Bahnhofs den mit dem Bau befassten Personen kenntlich zu machen, insbesondere im Hinblick auf die Erdarbeiten. Es versteht sich von selbst, dass dafür umfassende Querprofile zu ermitteln sind. Dies ist beispielsweise für den Bahnhof Bückeburg nachgewiesen. Die jeweils beidseitigen Endpunkte dieser Querprofile werden als Sicherungspunkte für Lage und Höhe sorgfältig vermarktet.

Eine Absteckung für die Erdarbeiten ohne Markierung ist nicht denkbar. Die bisher im Gelände abgesteckte Mittellinie geht durch die Erdarbeiten verloren, sie wird z.T. erheblich höher oder tiefer neu abgesteckt. Markierungen erscheinen auch notwendig, um die Setzungen der Dämme überwachen zu können. Diese Markierungen werden vornehmlich an den Markierungsstellen für den Oberbau angeordnet, also vor allem an den Lage- und Höhenänderungen der Trasse, dazu beim Wechsel zwischen Ab- und Auftrag, bei Breitenänderungen des Dammes sowie an Brückenbaustellen und Bahnhöfen. Die Abstände zwischen den Markierungen werden für die Erdarbeiten vermutlich im allgemeinen größer sein als die regelmäßigen 10^R - Stationen und die 20^R - Abstände beim Oberbau.

9.1. Die Oberbau-Vermessungen

Nach der Oberbau-Anweisung ²³⁾ soll bis zum Beginn der Schienenlegung das Bettungsmaterial ungefähr bis zur Schwellenunterkante angeschüttet sein. Eine höhere Anschüttung wird als nicht zweckmäßig angesehen, da diese vor dem Legen des Gleises wieder entfernt werden müsste. Eine eigene Vermessung nach Lage und Höhe ist für diese Arbeit vermutlich nicht erforderlich. Im Anschluss an diese Schüttung sind die Schwellen und Schienen zu verlegen. Hierfür ist die Gerade und die Mittellinie der Bahn mit der größtmöglichen Genauigkeit abzustecken und durch Pfähle zu markieren. In der Mittellinie soll jeweils ein Hauptpfahl die Höhe und die Lage und seitlich ein Seitenpfahl die Höhe sichern. Wenn der Hauptpfahl fest eingeschlagen ist, wird die Schienenoberkante an ihm angezeichnet und ein Absatz in den Pfahl gesägt. Diese Regelung bedeutet, dass zunächst die Ist-Höhe des Pfahlkopfes durch Nivellement bestimmt werden muss, dann ist die Differenz Ist gegen Soll am Pfahl anzutragen und der Absatz auszusägen.

Die exakte Mittellinie schließlich ist auf dem Pfahlkopf mittels eines Sägeschnitts oder eines feinen Bohrlochs zu bezeichnen. Die Anordnung der Pfähle zeigt die folgende Prinzipskizze.



Prinzipische Skizze über die Anordnung der Pfähle für den Oberbau

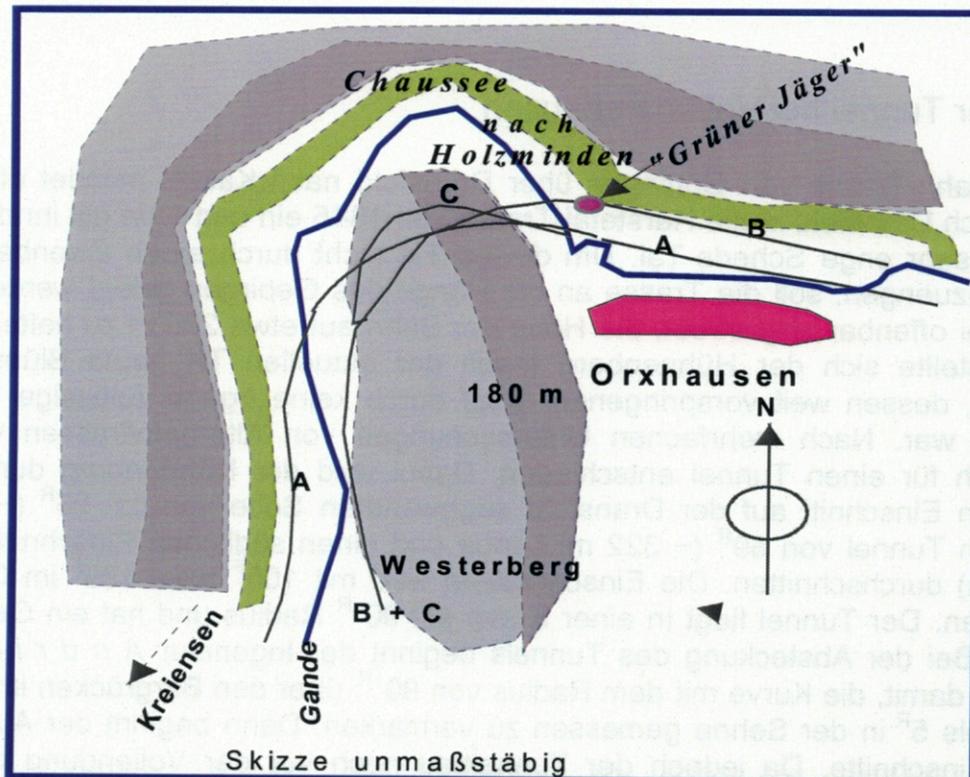
Im Zusammenhang mit den Erdarbeiten tritt das Problem der Setzungen auf. Daher sind entsprechend der o.a. Dienstanweisung die Pfähle (4 * 4 Zoll stark) so tief einzuschlagen, dass ihr Kopf um etwa 1 bis 2 Zoll über die künftige Schienenoberkante hervorragen sollen und außerdem, wenn möglich, so tief einzutreiben sind, dass etwaige Setzungen sich nicht auf sie auswirken.

Die Setzungen der Eisenbahndämme erfordern eigentlich ständige Höhenkontrollen; diese Kontrollen müssten für den Oberbau, bei dem Setzungen durchaus noch eintreten können, ebenfalls häufig wiederholt werden. Nach Berichten über die gebrauchten Arbeitszeiten an den Bahnen können solche Wiederholungsmessungen jedoch kaum durchgeführt worden sein, so dass die Setzungen vermutlich auf andere Weise aufgefangen werden.

Nach dem Legen und Unterstopfen der Schienen mit Bettungsmaterial wird die Bahn noch einmal in der Linie scharf nachgerichtet und die Bettung bis zur Schwellenoberkante verfüllt. Und danach darf die Bahn mit Lokomotiven befahren werden. Die häufige Fahrt mit Lokomotiven auf der noch nicht zum endgültigen Betrieb geöffneten Bahn ist ausdrücklich erwünscht, um Setzungen zu beschleunigen und die Bahnlinie möglichst in ihren Endzustand zu bringen. Wenn dabei einzelne Stellen sehr schlecht werden, so ist eine Ausbesserung zwar unvermeidlich, aber letztendlich bleibt die Bahn unverändert liegen, bis sie mehrere Wochen hindurch befahren und einigen Regengüssen ausgesetzt gewesen ist. Kurze Zeit vor Eröffnung des Betriebes wird sie dann nochmals sorgfältig nachgesehen und von Neuem in das vorgeschriebene Niveau gebracht.

9.2. Die Vermessung der Trasse am Westerberg bei Kreiensen

Die braunschweigische Südbahn schließt im noch heute bedeutenden Bahnhof Kreiensen (~ 17 km südöstlich Alfeld) an die hannoversche Südbahn an. Die Bahn muss kurz vor Kreiensen durch das Tal der Gande in einer scharfen Kurve teilweise durch den *Westerberg* geführt werden (s. Skizze).



Situationsplan am Westerberg bei Kreiensen

Für die Planung dieser Kurve erhält der braunschweigische Kreisbaumeister *Praun* am 5.10.1853 von der herzoglichen Eisenbahn- und Post-Direktion den Auftrag, diese Kurve im offenen Einschnitt herzustellen. Er wird angewiesen, wegen der Höhe und Steilheit des Berges die Absteckung der Kurve sehr sorgfältig vorzunehmen, damit anschließend die Erdarbeiten von beiden Seiten des Einschnitts her vorgenommen werden können.

Das enge Flusstal der Gande bereitet *Praun* Schwierigkeiten für die Trassenführung. Zunächst plant er, die Trasse **A** (s. vorstehende Skizze), sie soll den Westerberg mit einer Kurve von 150^R Radius durchqueren. Diese Trasse hält *Praun* für zu weit nach Westen drängend, außerdem erfordert sie zwei Brücken.

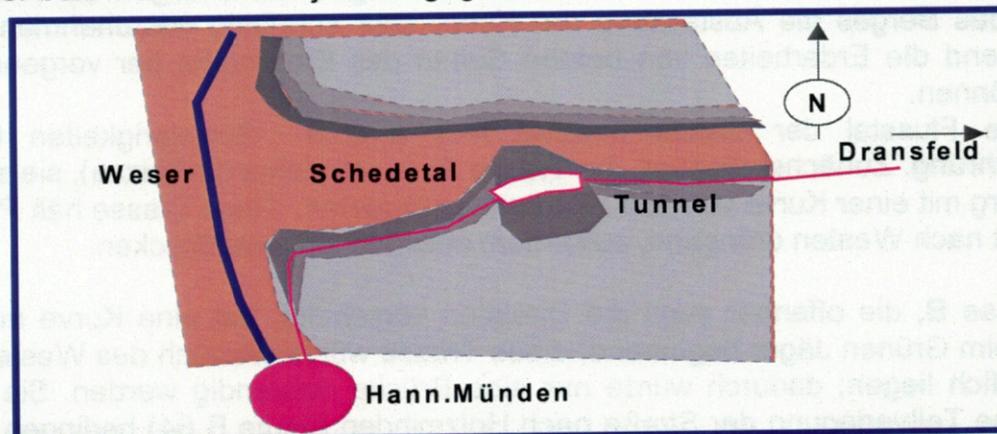
Eine Trasse **B**, die offenbar auch die Direktion vorschlägt, hat eine Kurve mit 140^R Radius beim Grünen Jäger beginnend; diese Trasse würde westlich des Westerbergs weiter östlich liegen; dadurch würde nur eine Brücke notwendig werden. Sie würde jedoch eine Teilverlegung der Straße nach Holzminden (heute B 64) bedingen. Diese Verlegung ist aber, so *Praun*, nicht möglich, da „... das Terrain neben der Chaussee erheblich höher als diese ...“ ist und die Verlegung erhebliches totes Gefälle bekommen

würde. Statt **B** schlägt er deshalb vor, eine Kurve durch den Westerberg um 10^R zur Seite zu rücken und dieser Kurve einen Radius von 125^R zu geben (**C** in der Skizze). Der Einschnitt würde damit eine circa 30^F (~ 9 m) geringere Tiefe und eine um 5^R verminderte Länge erhalten. Die Trasse könnte evtl. in Form eines Korbbogens in die geplante Trasse **B** einmünden.

Nach heutiger Kartendarstellung ist *P r a u n's* Vorschlag offenbar nicht ausgeführt worden.

9.3. Der Tunnel bei Volkmarshausen

Die Südbahn-Trasse von Göttingen über Dransfeld nach Kassel mündet etwa 4 km südwestlich Dransfeld in die Harstetal-Trasse von 1845 ein und führt mit ihr durch das teilweise sehr enge Schede-Tal. Um dieses Tal nicht durch einen Eisenbahndamm weiter einzuengen, soll die Trasse an die Hänge des Gebirges gelegt werden.⁶⁵⁾ Es wird dabei offenbar angestrebt, die Höhe der Bahn auf etwa 200 m zu halten. Dieser Absicht stellte sich der Hühnenberg (nach der aktuellen TK heute Blümer Berg) entgegen, dessen weit vorspringender Kopf durch keine irgend zulässige Kurve zu umgehen war. Nach mehrfachen Untersuchungen von Alternativtrassen wird sich schließlich für einen Tunnel entschieden. Dabei wird der Hühnenberg durch einen nördlichen Einschnitt auf der Dransfeld zugewandten Seite von ca. 25^R (~ 117 m), durch den Tunnel von 69^R (~ 322 m) Länge und einen südlichen Einschnitt von 26^R (~ 121 m) durchschnitten. Die Einschnitttiefe wird mit 100^F bzw. 135^F im Querprofil angegeben. Der Tunnel liegt in einer Kurve mit 90^R Radius und hat ein Gefälle von $1 : 400$. Bei der Absteckung des Tunnels beginnt der Ingenieur *A n d r i e s s e n* zunächst damit, die Kurve mit dem Radius von 90^R über den Bergrücken im Abstand von jeweils 5^R in der Sehne gemessen zu vermarken. Dann beginnt der Aushub der beiden Einschnitte. Da jedoch der Tunnelbau noch vor der Vollendung der tiefen Einschnitte angefangen werden soll, werden an jeder Seite niedrige Stollen von 6^F Weite und Höhe bis zu den Tunnelanfängen durch die noch stehenden Steinmassen der Einschnitte getrieben und zwar allmählich steigend, bis an den Tunnelmündungen die Tunnelkernhöhe (10^F 10^Z über Planumshöhe) erreicht ist. Mit „allmählich steigend“ ist vermutlich die Tunnelneigung $1 : 400$ gemeint; denn in⁶⁵⁾ werden für Weite und Höhe der beiden Hilfsstollen je 8^F angegeben.



Situationsplan des Tunnels bei Volkmarshausen

Für den Tunnel selbst werden zunächst Richtstollen gegraben, die dieselbe Breite wie der Hilfsstollen und 14^F (~ 4 m) Höhe erhalten.

Das Abloten der Kurvenpunkte vom Berg in Einschnitte und Tunnel bereitet *Andriessen* Schwierigkeiten, weil er mit dem Einsatz eines Theodoliten in den steilen Visuren nicht kompensierbare Kipp- und Zielachsenfehler befürchtet, die seine abzusetzenden Horizontalwinkel verfälschen. Seine Theodolitfernrohre lassen sich nicht durchschlagen. Sein zweites Argument, dass ein genaues Visieren und Ablesen im Berg nicht möglich sei, überzeugt dagegen nicht.

Mit den gegebenen Werten für die Kurve $R = 90^R$ und $s = 5^R$ ergibt sich der Abstand $a = 0.65 \text{ m} = 0.139^R$ ($\sim 2.2^F$), Abstand $b = 2.59 \text{ m} = 0.554^R$ ($\sim 9^F$), dieses Maß übertrifft bereits die Breite des Richtstollens; die Aufstellung des Theodoliten ist hier im Abstand s vom Tangentenpunkt gewählt, siehe Skizze auf der nächsten Seite.

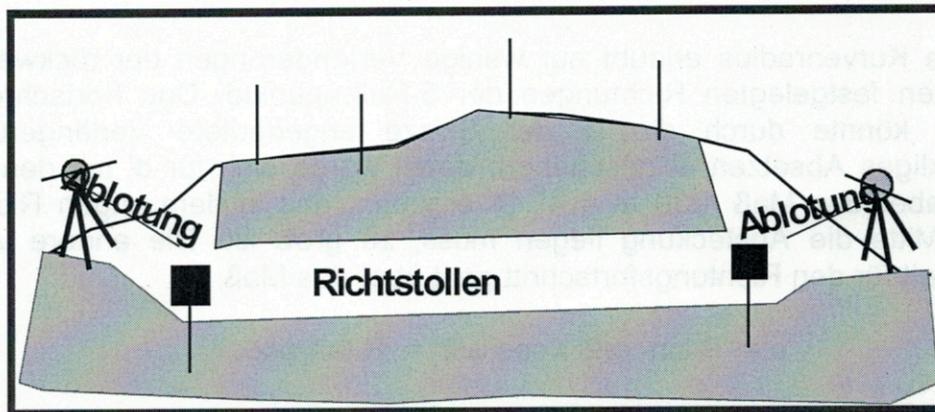
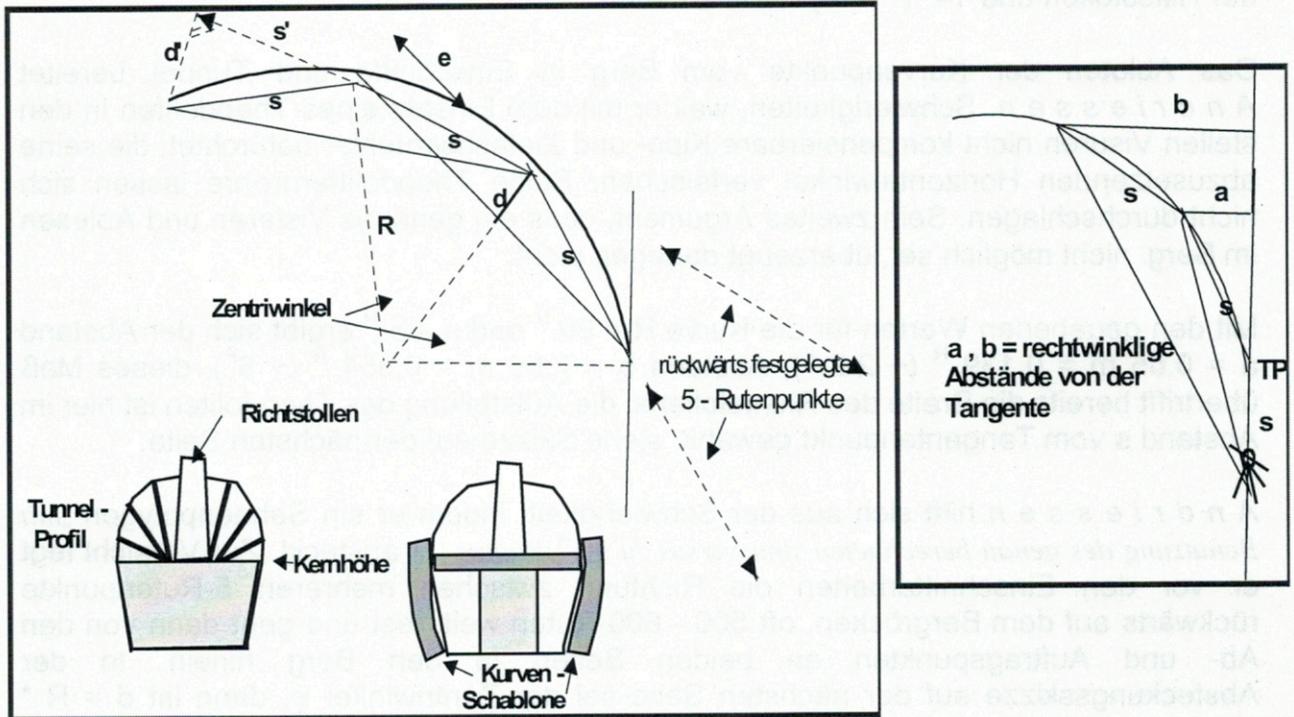
Andriessen hilft sich aus der Schwierigkeit, indem er ein Sehnenpolygon „mit Benutzung des genau berechneten sinusversus zu 90^R Radius ...“ absteckt. Zur Vorsicht legt er vor den Einschnittarbeiten die Richtung zwischen mehreren 5-Rutenpunkte rückwärts auf dem Bergrücken, oft 500 - 600 Ruten weit, fest und geht dann von den Ab- und Auftragspunkten an beiden Seiten in den Berg hinein. In der Absteckungsskizze auf der nächsten Seite sei der Zentriwinkel φ , dann ist $d = R \cdot (1 - \cos \varphi)$; der Ausdruck $(1 - \cos \varphi)$ wird nach dem Lehrbuch „*Mathematik für Ingenieure und Techniker*“ von *R. Doerfling* ⁶⁶) im englischen Sprachgebiet als „sinusversus“ (oder „versus“) bezeichnet.

Der enge Kurvenradius erlaubt nur wenige Verlängerungen der rückwärts auf dem Bergrücken festgelegten Richtungen der 5-Rutenpunkte. Das Fortschreiten in der Richtung könnte durch die in der Skizze angedeutete Verlängerung s' und rechtwinkliges Absetzen d' geschehen; dabei würde sich für d' mit den gegebenen Werten aber das Maß $1.30 \text{ m} = 4^F.44$ ergeben, das in dem engen Richtstollen, in dessen Mitte die Absteckung liegen muss, zu groß ist. Die andere verbleibende Möglichkeit für den Richtungsfortschritt geht über das Maß

$$e = R \sin \varphi/2 / \cos \varphi/2 = R \tan \varphi/2 .$$

Die dabei entstehenden schleifenden Schnitte bedingen ein sehr sorgfältiges Arbeiten, jeder Fortschritt ist durch den genau berechneten sinusversus zu kontrollieren. Zu beachten ist dabei die - in den Aufsätzen nicht in Einzelheiten behandelte - Höhenfestlegung (1:400).

Mit seinem Verfahren geht *Andriessen* von beiden Seiten in den Berg hinein in der festen Überzeugung, dass er den richtigen Weg eingeschlagen hat.



Prinzipisken für die Absteckung des Tunnels bei Volkmarshausen

Die Strecken d werden durch zwei Kapseln auf einer eisernen Stange, die genau die Entfernung des sinusversus haben, realisiert; die Stange wird in einen Quader eingelassen und mit Blei vergossen. Dieser Quader wird genau im Tunnelgefälle und nach dem Kreismittelpunkt ausgerichtet und eingemauert, was offensichtlich der Richtungssicherung dient. Zusätzlich zur Richtungsabsteckung muss *Andriessen* die Tunnelwände örtlich festlegen. Zu diesem Zweck stellt er jeweils im Abstand von 10^F , die er bei dem 90^R -Radius als gerade Linie annimmt, eine Kurvenschablone auf (s. Skizze), die nach dem Kreismittelpunkt ausgerichtet wird.

Die Mittellinie ist also hier nicht die 5^R – Sehne, sondern vermutlich die durch eine oder mehrere Kurvenschablonen dargestellte Kurve mit 90^R -Radius und 10^F - Abständen.

Den Durchschlagsfehler gibt *Andriessen* nicht an, allerdings lassen die Fertigkeiten der damaligen ausführenden Ingenieure den Schluss zu, dass die Tunnelabsteckung und der –vortrieb auch von beiden Tunnelenden aus ausreichend genau erfolgen kann.

Benutzte Quellen und Literatur

Benutzte Abkürzungen:

NStA = Niedersächsisches Staatsarchiv

H = Hannover, Wf = Wolfenbüttel, Bü = Bückeburg, Os = Osnabrück

Zum Beispiel: NStAH = Niedersächs. Staatsarchiv Hannover usw.

TIB = Technische Informationsbibliothek Hannover

ZAIV = Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins Hannover

Die nachfolgenden Quellenangaben sind aus den Unterlagen von J. Stumpf direkt übernommen worden.

Die Rutenmaße und ihre Unterteilungen wurden mit hochgestellten Anfangsbuchstaben, z. B. 25^R, 11^F, 6^Z, 4^L geschrieben, weil die originale Schreibweise Verwechslungen mit der Winkelbezeichnung nicht ausschließt.

- 1) NStAH Hann 33 c – 821: „betr. die Anlegung einer Eisenbahn von Goslar nach Hannover“ 1826 – 1827
- 2) NStAH Hann 80 Hildesheim I, J 21, J22 „Anlegung von Eisenbahnen in Richtung Braunschweig – Harzburg und Vienenburg – Goslar betr.“
- 3) Landtag 1836, S. 628 ff. „Schreiben seiner kgl. Hoheit des Vizekönigs und des kgl. Kabinetts-Ministerii vom 15.7.1836, die Eisenbahng-Anlagen und den Gesetzentwurf über die Veräußerungs-Verpflichtung behuf Eisenbahn-Anlagen betr.“
- 4) Landtag 1842, S 50 ff: „Königliches Schreiben vom 11.12.1841, die Eisenbahn-Unternehmungen betr.“
- 5) Landtag 1850, S. 1553 – 1566 (1401 -1631): „Schreiben des kgl. Gesamt-Min. vom 13.4.1850, den Bau der Süd- und Westbahn betr.“
- 6) Landtag 1821, S. 337, Protokolle der 2. allgemeinen Stände-Versammlung: „wegen Triangulierung, Vermessung und Kartierung des Königreichs“
- 7) C.F. Gauß: „Historischer Bericht über die von dem Hofrat Gauß teils ausgeführten, teils geleiteten Messungen im Königreich Hannover“ in Gauß' Werke, Bd. IX, S. 421
- 8) C.F. Gauß: „Briefwechsel mit Schumacher“, Brief vom 31.8.1832
- 9) NStAH Hann 33c - 832
- 10) Zeitschrift des hann. Architekten- u. Ingenieur-Vereins 1889, S. 577 - 580
- 11) NStAH Hann 80 Hildesheim I, J11/J12: „Dienstanweisung für den einen Bau an den hannoverschen Eisenbahnen leitenden Ingenieur“, 1.9.1859
- 12) J.L.Hogrewe: „Praktische Anweisung zum planimetrischen Vermessen der Feldmarken“, Hannover 1798, 2. umgearbeitete und mit vielen Zusätzen vermehrte Auflage, herausgegeben von J.C.H. Ludowieg (Artilleriehauptm. a. D., Lehrer an Militärschulen, Hannover 1835
- 13) „Bekanntmachung der königlichen Eisenbahn-Direktion vom 4.8.1845: Die Prüfung und Anstellung der Eisenbahnbau-Techniker betr.“, Ges. Sammlg. 1845, I. Abt. S. 509
- 14) Crelle: „Journal für die Baukunst“, Bd. IX, 1838 (TIB)
- 15) Festschrift 150 Jahre Universität Hannover 1831 -1981
- 16) NStAH Hann 33c –783 II (S.8), darin Bericht des Geheimen Kanzlei-Sekretärs Hoppenstedt betr. die Leipzig-Dresdner Eisenbahnanlagen v. 22.7. 1839. H. hat die Reise zusammen mit Dammert ausgeführt, der darüber ausführlich berichtet. D.'s Bericht ist nicht mehr bei der Akte. H's Bericht ist selbst 121 Seiten stark.
- 18) NStAH Hann 74 Lüne, 3590,3591, „ Die Verlegung der Ilmenau betr.“

- 19) Glünder: „Kurze Darstellung einiger der wichtigsten Verhältnisse bei Eisenbahnen mit besonderer Beziehung auf solche Anlagen zwischen Hamburg, Bremen und Hannover, Hannover 1834
- 20) NStAH Hann 33c – 783 I u. II: Protts Bericht vom 12.3.1837 über Ergebnisse der Allgemeinen Vorarbeiten für die Kreuzbahn und die Bahn nach Harburg. In der Akte die Instruktionen für Jordan
- 21) NStAH Hann 80 Hildesheim I, J 19 Anweisung für Ltnt. Gerber zur Vorerkundung der Südbahn
- 22) Pambours Schrift in deutscher Sprache vollständig veröffentlicht in Crelles „Journal für die Baukunst“, Bd X, 1836
- 23) Eisenbahnbau-Inspektoren Buresch und Durlach: „Entwurf zu einer Anweisung zur Hertellung des Oberbaues auf den hannoverschen Eisenbahnen“ in Zeitschrift des hann. Architekten- und Ingenieurvereins 1855, S 25. Der Artikel hat eine Fußnote: „Die nachstehende Anweisung ist von kgl. hann. Eisenbahn-Direktion genehmigt und wird bei dem Bau der neueren hannoverschen Eisenbahnen in Anwendung gebracht.“
- 24) NStAWf 87 neu 530 „Die Einrichtung der Schienengleise in den Kurven der Eisenbahn 1851 – 1872“
- 25) E. Sonne, Ing.-Assistent in Notizblatt d. hann. Archit. -u. Ingenieurvereins 1851, S. 186
- 26) C.F.Gauß Werke, Bd. IX, S. 401 ff (aus dem Nachlass, unbeendet) „Die trigonometrischen Messungen im Königreich Hannover“
- 27) Landtag 1844, S. 49
- 28) NStAWf – 87 neu 162 „Vermessungsmanuale der Bahn Braunschweig – Harzburg“
- 29) NStAH Hann 42 – 1380 „Die Landesvermesung im allgemeinen betr.“
- 30) siehe 29) darin Protts „Bestimmungen für die von dem Major C. Müller und dem Kapitän v. Sichart im Jahre 1844 auszuführenden trigonometrischen Vermessungen
- 31) W. Grossmann: „Zwei Briefe von C.F. Gauß an hann.Generalstabs-Offiziere“ in Nachrichten aus der Nds. Vermessungs- und Katasterverwaltung 1955, S. 3
- 32) v. Reden „Das Königreich Hannover statistisch betrachtet“, 2 Bde, Hannover 1839
- 33) NStAWf – 87 neu 162
- 34) NStAH Hann 42 – 1380 „Die Landesvermessung im allgemeinen betr.“
- 35) NStAH Hann 133, Acc 13/74, Preuß. Fin.Min. 9.8.1845 „Vorschriften über Anfertigung von Vorarbeiten für Eisenbahnen“.
- 36) „Eisenbahnzeitung“ 1844, Zeichnung im Anhang
- 37) NStAH Hann 42 – 1381, „Grenzberichtigungen, Vermessungen, Rekognoszierung, Varia“
- 38) NStAH Hann 80 Hannover I A 2738 „die den Ämtern zuzusendende topographische Landesvermessungskarte betr.“
- 40) Glünder 1837: „Beiträge zur näheren Beurteilung einer Eisenbahn-Anlage in der Richtung von Hannover, Celle, Harburg ...“ (In dieser Arbeit mit „Glünder 1837“ bezeichnet)
- 41) NStAH Hann 95 – 318 „Die wasserbaulichen Verhältnisse der Bahnstrecke Lehrte-Celle-Lüneburg betr.“
- 42) Scharfe, Wolfg.: „Daniel Gottlob Reymann und die Topographische Spezialkarte von Deutschland“ in Kartographische Nachrichten 1989, Heft 1
- 43) NStAH Hann 74 Northeim 2960 „Vorarbeiten pp. für die Anlage der Südbahn betr.“
- 44) NStAH Hann 33c 783
- 45) Landtag 1842, S. 50: „Königl. Schreiben die Eisenbahnunternehmen betr.“
- 46) NStAH Hann 33c – 828 I: „Die Anlegung einer Eisenbahn zwischen Magdeburg, Hannover und Minden“
- 47) C.G. Hagen, preuß. Oberbaurat: „Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung“, Berlin 1837, Ausgabe 1867
- 48) Breithaupt: „Magazin von den neuesten mathematischen Instrumenten 1835“
- 49) NstAOs Rep 335 Nr 11229 „Anlage von Eisenbahnen in den westl. Landesteilen betr.“

- 51) In NStAH Hann 33c – 783 I und II: „Die Anlegung von Eisenbahnen 1835 – 1840 betr.“, darin „promeroria über die Vermessung, Nivellierung und Veranschlagung der verschiedenen Eisenbahnlinien von Hannover und Braunschweig nach Harburg und von Hannover nach Bremen“ vom 14.11.1836
- 53) NStAH Hann 33c 784 I
- 54) NStAWf 87 neu 362 „Die Anlegung einer Eisenbahn von Braunschweig nach Hannover betr.“
- 55) NStAH Hann 33c 838 – 840: „Die Eisenbahn nach den südlichen Landesteilen betr.“
- 57) NstABü L3 Ef 1b „Anlage einer Eisenbahn durch das hiesige Land, insbesondere vorbereitende Arbeiten“
- 58) NStAWf 87 neu 362 „Die Eisenbahnlinie Braunschweig – Hannover betr.“
- 59) NStAH Hann 74 Burgdorf – Ilten Nr. 906 „Akten die Expropriations-Verhandlungen behuf der Eisenbahn-Anlage von Hannover nach Braunschweig betr. Feldmark Ahlten 1842 - 1850
- 60) NStAH Hann 74 Nienburg Nr. 457 „Die Anlage einer Eisenbahn von Wunstorff nach Bremen betr.“ 1850
- 62) NStAWf 87 neu 162 „Vermessungsmanuale der Bahn Braunschweig – Harzburg“, darin Brief Dammerts an Maertens vom 22.10.1836
- 65) Eisenbahn-Bauinspektor Lanz und Ingenieur-Assistent Huch „Bau des Tunnels bei Volkmarshausen“ in ZAIV 1854
- 66) R. Doerfling „Mathematik für Ingenieure und Techniker“, Verlag Oldenbourg, Berlin und München, 4. Aufl., 1942

Die Autoren

Dr.-Ing. Erich Siems wurde 1935 in Uelzen geboren. Nach Schulbesuch und Abitur studierte er von 1956 bis 1961 Geodäsie an der Technischen Hochschule Hannover, heute Leibniz Universität. Es folgte das Referendariat und 1964 das Staatsexamen. Anschließend trat er bei der Bundesbahndirektion Hamburg in den Dienst der Deutschen Bundesbahn (DB). 1966 ordnete die DB ihn für 3 Jahre an die Technische Hochschule Braunschweig ab, wo er 1970 mit einer Arbeit über elektronische Datenverarbeitung im Bundesbahn-Liegenschaftsbuch promoviert wurde. Die folgenden Berufsjahre verbrachte er als Vermessungsdezernent in den Bundesbahndirektionen Hannover, Frankfurt/M, Essen, Wuppertal und Mainz und war schließlich ab 1973 bei der Zentralen Transportleitung der DB in Mainz für den gesamten Vermessungsdienst bei der DB zuständig. Von 1988 bis zum Eintritt in den Ruhestand im Jahre 2000 übernahm er die Aufgabe eines Sachgebietsleiters Vermessung in der Region Frankfurt/M.

In verschiedenen Fachausschüssen vertrat er die DB bzw. später die DB AG. Daneben hielt er an der Fachhochschule Bochum über 12 Jahre lang Vorlesungen über Eisenbahnvermessung, und von 1975 bis 1999 gehörte er dem Prüferkollegium des Oberprüfungsamtes für die höheren technischen Verwaltungsbeamten an. Er wohnt heute in Niedernhausen/Ts bei Wiesbaden.

Dipl.-Ing. Jürgen Stumpf wurde 1925 in Hannover geboren. Nach dem Abitur studierte er ab 1951 Geodäsie an der Technischen Hochschule Hannover, heute Leibniz Universität. 1956 absolvierte er die Große Staatsprüfung für den höheren technischen Verwaltungsdienst. Es folgten verschiedene Stationen an niedersächsischen Katasterämtern, bis Jürgen Stumpf 1963 stellvertretender Leiter und 1967 schließlich Leiter des Katasteramts Burgdorf wurde. Von 1975 bis 1977 war er Abteilungsleiter im Katasteramt Hannover. 1977 wechselte er als Dezernent zur Bezirksregierung Hannover und wurde zum Vermessungsdirektor ernannt. Ende April 1990 trat er in den Ruhestand.

Bereits seit den achtziger Jahren beschäftigte sich Jürgen Stumpf mit Vermessungsarbeiten im Rahmen des Eisenbahnbaus. Nach seiner Pensionierung widmete er sich zehn Jahre lang seinen Studien, bis er ab dem Jahr 2000 aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr weiter daran arbeiten konnte.

Jürgen Stumpf verstarb 2005 im Alter von 80 Jahren.