

Titel der Bachelorarbeit

von

Martin Sobotzik

Bachelorarbeit in Physik rtm/
vorgelegt dem Fachbereich Physik, Mathematik und Informatik (FB 08)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
am 1. April 2012

1. Gutachter: Prof. Dr. Lebeim Elfenbeinturm
2. Gutachter: Prof. Dr. Habe Dünkel

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht habe.

Mainz, den [Datum] [Unterschrift]

Johanna Musterfrau
KOMET
Institut für Physik
Staudingerweg 7
Johannes Gutenberg-Universität D-55099 Mainz
`msobotzi@students.uni-mainz.de`

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Experimenteller Aufbau am MAMI	2
2.1. Der MAMI-Beschleuniger	2
2.1.1. Funktionsprinzip des MAMI	2
2.2. Versuchsaufbau	3
2.3. Methoden	3
2.4. Ergebnisse	4
3. Zusammenfassung und Ausblick	5
A. Anhang	6
A.1. Tabellen und Abbildungen	6
A.2. Weiterführende Details zur Arbeit	6
B. Literaturverzeichnis	7
C. Danksagung	9

1. Einleitung

Dieses Dokument richtet sich an Studierende am Fachbereich 08 im Studiengang Bachelor of Science (Physik). Sie finden hier Beispiele für eine mögliche Gliederung Ihrer Arbeit und Hinweise zur Strukturierung des Inhalts. Selbstverständlich sollen Sie diese Gliederung nach den Gegebenheiten Ihrer Bachelorarbeit anpassen. Besprechen Sie rechtzeitig mit Ihrem Betreuer, ob Ihr Entwurf sinnvoll ist. Holen Sie sich auch Anregungen zur Gestaltung von Abschlussarbeiten aus der Literatur (siehe z. B. [1]).

Sofern Sie sich dazu entscheiden, Ihr Dokument in \LaTeX zu erstellen, können Sie diese Datei als Vorlage verwenden. Fast die gesamte Literatur in der Physik verwendet \LaTeX , vor allem wegen der ausgezeichneten Möglichkeiten für das Formelschreiben.

In der Einleitung Ihrer Bachelorarbeit sollte das Thema der Arbeit möglichst allgemeinverständlich eingeführt werden. Gehen Sie dabei auch auf das weitere Umfeld der Arbeit ein und erläutern Sie, warum Aufgabenstellung und Herangehensweise interessant sind. Auch die weitere Gliederung kann angesprochen werden, um dem Leser einen ersten Überblick über den nachfolgenden Text zu geben.

2. Experimenteller Aufbau am MAMI

Der Mainzer Mikrotron (MAMI) war zur Zeit meiner Bachelorarbeit ein mehrstufiger Rennbahn-Teilchenbeschleuniger (RTM¹) für Elektronenstrahlen und stand verschiedenen Arbeitsgruppen für Experimente zur Verfügung. Die Anlage befand sich auf dem Gelände des Instituts für Kernphysik (KPh) der Johannes Gutenberg-Universität und bestand aus mehreren Hallen.

Die A2-Kollaborations untersuchte unter anderem die Struktur von Nukleonen mittels reeller Photonen. Diese Photonen werden durch Bremsstrahlung des MAMI-Elektronenstrahls erzeugt und ihre Energie wird durch eine Photonenmarkierungsanlage (Tagger²) bestimmt.

2.1. Der MAMI-Beschleuniger

1979 wurde das MAMI erstmals in Betrieb genommen und bestand damals nur aus einem einzelnen RTM, womit eine maximale Elektronenenergie von 14 MeV erreicht werden konnte. Im Laufe der Jahre wurde das MAMI um zwei weitere RTMs und einem HDSM³ erweitert, wodurch eine Elektronenenergie von 1,5 GeV erreicht werden konnte.[KPh11G]

2.1.1. Funktionsprinzip des MAMI

Um unpolarisierte Elektronen zu erzeugen, wurde eine Glühkathode auf 1000°C erhitzt. Dadurch konnten Elektronen den Heizdraht, aufgrund ihrer thermischen Bewegung, verlassen. Diese Elektronen wurden durch ein elektrisches Feld, welches durch die heiße Kathode und einer Anode, erzeugt wurde, zur Anode beschleunigt und traten dann durch ein Loch in der Anode aus und wurden weiter durch einen Linearbeschleuniger mit einer Frequenz von 2,45 GHz auf ca. 3,5 MeV beschleunigt. [Un08] Diese Frequenz ist für das MAMI typisch und machte es zu einem Dauerstrich-Elektronen-Beschleuniger. Das heißt die Frequenz, mit der die Elektronen-Pakete auftraten, war größer, als die Frequenz, mit der die Detektoren einzelne Events auflösen konnten und somit wirkte der Strahl für die Detektoren kontinuierlich.

¹Race-Track-Microtron

²to tag: markieren

³Harmonic Double Sided Microtron

2. Experimenteller Aufbau am MAMI

Da die Elektronen mit einem Linearbeschleuniger nur einige MeV pro Meter beschleunigt werden können, und man keine kilometerlangen Strecke bauen wollte, entschied man sich dafür, die Elektronen mehrmals durch den gleichen Beschleunigerabschnitt zu beschleunigen. Dazu wurden sie nachdem sie beschleunigt wurden, durch zwei 180° Dipole so umgeleitet, dass sie wieder am Anfang des Beschleunigerabschnitts waren und diese Bahn abermals durchlaufen konnten. Eine phasengerichtete Rückkopplung ist allerdings nur möglich, wenn die statische und die dynamische Kohärenzbedingung erfüllt sind. Damit die statische Kohärenzbedingung erfüllt ist, muss die Länge der ersten vollständigen Bahn ein ganzzahliges Vielfaches der beschleunigten Hochfrequenz sein. Für die dynamische Kohärenz muss die Längendifferenz von zwei aufeinander folgenden Umläufen ebenfalls ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge sein[Un08]. Diese Bedingungen gaben ebenfalls die Grenzen für den maximal möglichen Energiegewinn jeder Stufe an.

Wie bereits erwähnt besitzt MAMI drei dieser RTMs. Die erste Stufe MAMI A bestand aus zwei RTMs mit 18 bzw. 51 Umläufen. Die zweite Stufe MAMI B bestand aus dem, zu diesem Zeitpunkt, größten RTM der Welt mit 90 Umläufen und Dipolen mit einer Breite von jeweils 5 m, wodurch sie 450 t schwer waren. Damit waren auch die technischen Grenzen erreicht.[KPh11F]

Um nun aber trotzdem höhere Energien zu erreichen, musste sich ein neues Konzept überlegt werden. MAMI C war folglich kein RTM mehr, sondern ein HDSM. Das heißt, es bestand aus vier 90° Dipolen, welche jeweils 250 t schwer waren und einem zusätzlichen Linearbeschleuniger. Dieses HDSM wurde der erste Linearbeschleuniger der Welt gebaut, der mit einer Frequenz von 4,9 GHz betrieben werden konnte betrieben wurde er allerdings, wie die beiden vorherigen RTMs mit einer Frequenz von 2,45 GHz/.

Der Elektronenstrahl hatte am Ende der Beschleunigung eine Energie von ca. 1,5 GeV, diese konnte in etwa 15 MeV Schritten eingestellt werden, und einen Durchmesser im Mikrometerbereich, was sehr gute Voraussetzungen für Präzisionsexperimente sind.[KPh07].

2.2. Versuchsaufbau

Wenn Sie an einem experimentellen Thema arbeiten, beschreiben Sie den Versuchsaufbau, auch wenn Sie an einem bereits vorhandenen Versuch arbeiten, soweit dies für Ihre spezielle Fragestellung relevant ist.

2.3. Methoden

Entsprechend kann es bei einer theoretischen Arbeit sinnvoll sein, die Lösungsmethoden in einem eigenen Kapitel zu beschreiben.

2.4. Ergebnisse

Hauptteil Ihrer Arbeit ist das Kapitel (oder die Kapitel) mit den Ergebnissen. Bei einer theoretischen Arbeit kann damit auch die Herleitung von Formeln oder die Beschreibung eines Computerprogramms gemeint sein.

3. Zusammenfassung und Ausblick

In der Zusammenfassung sollten Sie in knapper Form die Aufgabenstellung und die wichtigsten Ergebnisse rekapitulieren. Es ist für die Gutachter hilfreich, wenn Sie ausdrücklich beschreiben, worin Ihre eigenen Beiträge liegen. Scheuen Sie sich auch nicht davor auszusprechen, welche Untersuchungen durch die Zeitbegrenzung der Bachelorarbeit nicht möglich waren und nutzen Sie dies als Überleitung zu einem Ausblick auf mögliche weitergehende Arbeiten an der Aufgabenstellung.

A. Anhang

A.1. Tabellen und Abbildungen

In der Regel sind die in Tabellen und Abbildungen enthalten Informationen so wichtig, dass sie im Hauptteil der Arbeit erscheinen sollten. Unter Umständen sind aber ergänzende Tabellen und Abbildungen gut in einem Anhang aufgehoben. Wie im Hauptteil sollten Sie auch hier darauf achten, dass die in Tabellen und Figuren (siehe Abb. A.1) dargestellte Information im Text angesprochen wird und selbsterklärende Legenden vorhanden sind.

Abbildung A.1.: Feynmandiagramm für eine typische Einschleifen-Korrektur zur Produktion von sieben Jets in der e^+e^- -Vernichtung (entnommen aus [2], mit Zustimmung der Autoren).

A.2. Weiterführende Details zur Arbeit

Manch wichtiger Teil Ihrer tatsächlichen Arbeit ist zu technisch und würde den Hauptteil des Textes unübersichtlich machen, beispielsweise wenn es um die Details des Versuchsaufbaus in einer experimentellen Arbeit oder um den für eine numerische Auswertung verwendeten Algorithmus geht. Dennoch ist es sinnvoll, entsprechende Beschreibungen in einem Anhang Ihrer Bachelorarbeit aufzunehmen. Insbesondere für zukünftige Arbeiten, die an Ihre Bachelorarbeit anschließen, sind dies manchmal hilfreiche Informationen.

B. Literaturverzeichnis

Machen Sie genaue Angaben, so dass die verwendeten Literaturstellen eindeutig identifiziert und aufgefunden werden können. Bei Lehrbüchern [3] ist es sinnvoll, den Titel anzugeben, eventuell auch die Ausgabe. Bei Artikeln in Fachzeitschriften [4] ist es üblich, nur die gebräuchlichen Abkürzungen für den Titel der Zeitschrift, Band, Erscheinungsjahr und Seite anzugeben. Unter Umständen kann es auch sinnvoll sein, im Internet aufgefundene Informationsquellen anzugeben, zum Beispiel für Software [5] oder zu den Details von Ergebnissen großer experimenteller Kollaborationen. Es ist selbstverständlich, dass Sie auch Bachelor- [6], Diplom- oder Doktorarbeiten angeben, wenn Sie diese in Ihrer eigenen Arbeit verwendet haben.

Im folgenden Beispiel werden die in der Datei `h-physrev3.bst` enthaltenen Anweisungen als Stilvorlage verwendet. Andere Möglichkeiten für die Gestaltung eines Literaturverzeichnisses findet man im Internet: <http://janeden.net/bibliographien-mit-latex>.

Literaturverzeichnis

- [Un08] Dissertation von Marc Unverzagt, 2008 *Bestimmung des Damitz-Plot-Parameters α für den Zerfall $\eta 3\pi^0$ mit dem Crystal Ball am MAMI*
- [KPh11G] Internetseite der Kernphysik *Mainzer Mikrotron-Geschichte* Internetseite <http://www.kernphysik.uni-mainz.de/379.php> (Stand 04.03.2017)
- [KPh11F] Internetseite der Kernphysik *Funktionsprinzip des MAMI* Internetseite <http://www.kernphysik.uni-mainz.de/375.php> (Stand 06.03.2017)
- [KPh04] Prospekt des Institut für Kernphysik Internetlink <https://portal.kph.uni-mainz.de/de/information/introduction/prospekt.pdf> (Stand: 04.03.2017)
- [We13] Diplomarbeit von Jennifer Wettig, 2013 *Aufbau und Inbetriebnahme einer neuen HV-Versorgung für den Crystal Ball Detektor am MAMI*
- [KPh07] Pressemitteilung der KPh https://www.uni-mainz.de/presse/archiv/zope.verwaltung.uni-mainz.de/presse/mitteilung/2007/2007_10_05_phys_einweihung_mami/showArticle_dtml.html (Stand 06.03.2017)
- [1] H. F. Ebel, C. Bliefert, “Bachelor-, Master- und Doktorarbeit: Anleitungen für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs,” Wiley-VCH, Weinheim (2009).
- [2] S. Becker, D. Götz, C. Reuschle, C. Schwan, S. Weinzierl, <http://www.thep.physik.uni-mainz.de/site/news/168/>.
- [3] S. Weinberg, “The Quantum theory of fields. Vol. 1: Foundations,” Cambridge, UK: Univ. Pr. (1995) 609 p.
- [4] S. Moch, P. Uwer, S. Weinzierl, J. Math. Phys. **43** (2002) 3363-3386. [hep-ph/0110083].
- [5] T. Hahn, “The LoopTools Site,” <http://www.feynarts.de/looptools/>.
- [6] B. Freund, Bachelorarbeit, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 2012.

C. Danksagung

... an wen auch immer. Denken Sie an Ihre Freundinnen und Freunde, Familie, Lehrer, Berater und Kollegen.