



UNIVERSITY OF AMSTERDAM

UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Charged Current Cross Section Measurement at HERA

Grijpink, S.J.L.A.

Publication date
2004

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Grijpink, S. J. L. A. (2004). *Charged Current Cross Section Measurement at HERA*.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Samenvatting

Tegenwoordig wordt het proton gezien als een dynamisch systeem van drie valentie-quarks in een "zee" van quarks en anti-quarks die gluonen afstralen en gluonen die zich opsplitsen in quark anti-quark paren of twee gluonen. De theorie die deze processen beschrijft is de theorie van de sterke wisselwerking, de quantum chromo dynamica. Via diep inelastische verstrooiing van elektronen² aan protonen kan informatie verkregen worden over de structuur van het proton. Er kunnen twee typen diep inelastische verstrooiing onderscheiden worden: neutrale stroom verstrooiing en geladen stroom verstrooiing. In het neutrale stroom verstrooiingsproces $e^\pm p \rightarrow e^\pm X$ wordt een foton of een Z deeltje uitgewisseld tussen het inkomende elektron en een (anti-)quark in het proton. De werkzame doorsnede van dit proces geeft informatie over alle quarks en anti-quarks tezamen in het proton, en kan daardoor gebruikt worden voor een directe meting van de structuur van het proton. In geladen stroom verstrooiing wordt een W^+ of W^- deeltje uitgewisseld tussen het inkomende elektron en een (anti-)quark in het proton en verandert het elektron (positron) in een neutrino (anti-neutrino). Doordat het W deeltje geladen is doen alleen bepaalde combinaties van quarks en anti-quarks mee in de interactie en kan er informatie worden verkregen over specifieke (anti-)quark verdelingen in het proton: in $e^- p \rightarrow \nu X$ dragen alleen positief geladen (anti-)quarks bij aan de werkzame doorsnede, in $e^+ p \rightarrow \bar{\nu} X$ dragen alleen de negatief geladen (anti-)quarks bij.

In dit proefschrift worden de metingen beschreven van de werkzame doorsnede van de diep inelastische geladen stroom verstrooiingsprocessen $e^- p \rightarrow \nu X$ en $e^+ p \rightarrow \bar{\nu} X$ voor $Q^2 > 200 \text{ GeV}^2$ bij een zwaartepuntsenergie van 318 GeV. De werkzame doorsneden zijn gemeten met de ZEUS detector. ZEUS is een detector bij HERA, een elektron-proton versneller bij DESY, in Hamburg. De metingen van de $e^- p$ geladen stroom werkzame doorsnede zijn gebaseerd op een data verzameling van 16.4 pb^{-1} en de $e^+ p$ geladen stroom werkzame doorsnede metingen zijn gebaseerd op een data verzameling van 60.9 pb^{-1} .

Om de geladen stroom werkzame doorsnede te meten worden botsingen ge-

²Elektron kan gelezen worden als positron, tenzij anders vermeld.

selecteerd die een neutrino, afkomstig van het inkomende elektron, in de eindtoestand bevatten. Doordat het neutrino uit de detector "ontsnapt" zonder dat het gemeten wordt, is een grote missende transversale impuls karakteristiek voor deze botsingen: deze eigenschap wordt gebruikt in de on-line selectie. Na deze selectie is echter het merendeel van de geselecteerde botsingen geen geladen stroom botsing. Deze achtergrondbotsingen afkomstig van verschillende interacties, sommige met een veel hogere werkzame doorsnede dan de werkzame doorsnede van de geladen stroom interactie, moeten verwijderd worden. Speciale selectiecriteria worden ontwikkeld om de botsingen afkomstig van fotoproductie en neutrale stroom interacties te verwijderen. In principe kunnen alle deeltjes in de eindtoestand van deze botsingen worden gemeten en zouden deze botsingen geen missende transversale impuls moeten hebben. Desondanks kan er missende transversale impuls ontstaan, bijvoorbeeld door fluctuaties in de energiemeting. Ook niet- ep interacties vormen een substantiële achtergrond. Bundel-gas botsingen, botsingen van het inkomende proton met rest gasmoleculen in de bundelpijp, kunnen een grote missende transversale impuls hebben doordat er veel energie ontsnapt via de bundelpijp. De selectiecriteria voor het verwijderen van deze achtergrond zijn gebaseerd op eigenschappen van de deeltjessporen in een botsing. Een speciaal voor dit onderzoek ontwikkeld computerprogramma wordt gebruikt om parallel aan de bundelpijp bewegende muonen en kosmische muonen te verwijderen. Deze muonen veroorzaken meestal een missende transversale impuls en worden door het computerprogramma verwijderd door te zoeken naar karakteristieke patronen van muonen die de detector doorkruisen. Na alle selectiecriteria worden de overgebleven botsingen visueel beoordeeld en zijn er nog een aantal botsingen met een muon verwijderd. Meer dan een miljoen e^-p en e^+p kandidaten voor geladen stroom botsingen zijn verzameld door de detector. De uiteindelijke verzameling botsingen die gebruikt wordt voor de metingen van de werkzame doorsneden bestaat uit 627 e^-p botsingen en 1456 e^+p botsingen. Het geschatte aantal ep achtergrondbotsingen is kleiner dan 2% in het gehele kinematische gebied; alleen voor $Q^2 < 400 \text{ GeV}$ is de achtergrond groter, namelijk $\sim 10\%$; deze wordt voornamelijk veroorzaakt door fotoproductie botsingen.

Om een nauwkeurige meting van de werkzame doorsnede te kunnen doen is het nodig om de kinematische variabelen, de variabelen die een diep inelastische verstrooiingsbotsing beschrijven, zo precies mogelijk te bepalen. De kinematische variabelen worden gereconstrueerd uit de energie, gemeten door de calorimeter, en de positie van de vertex, bepaald met de centrale sporen detector. Correcties zijn nodig omdat er door detectoreffecten verschillen kunnen

optreden tussen de gemeten waarden en de echte waarden. Correcties op de energiemeting zijn o.a. correcties voor ruis in de calorimeter, samenvoeging van energiedeposities in de calorimeter, en correcties voor energieverlies van deeltjes in ongeïnstrumenteerd materiaal tussen de vertex en het oppervlak van de calorimeter. Door alle correcties zijn de gemiddelde afwijkingen van de gemeten waarden van de kinematische variabelen ten op zichte van de echte waarden verwaarloosbaar klein geworden.

De metingen van de geladen stroom werkzame doorsnede worden gepresenteerd als de differentiële werkzame doorsneden $d\sigma/dQ^2$, $d\sigma/dx$, $d\sigma/dy$ en de gereduceerde dubbel differentiële werkzame doorsnede $\tilde{\sigma}$ voor e^-p interacties en e^+p interacties. De nauwkeurigheid van de metingen wordt gedomineerd door de statistische onzekerheid. De systematische onzekerheid in de meting wordt bepaald door veel bronnen die een systematische fout zouden kunnen veroorzaken in detail te onderzoeken. De grootste systematische onzekerheden worden veroorzaakt door de onzekerheid in de energieschaal van de calorimeter en de onzekerheid in de simulatie van de hadronisatie. De metingen van de werkzame doorsneden in e^-p botsingen zijn enorm verbeterd ten opzichte van de eerder gepubliceerde metingen gebaseerd op slechts 0.82 pb^{-1} . Tevens is voor de eerste keer de geladen stroom gereduceerde werkzame doorsnede in e^-p botsingen gemeten. In de metingen van de werkzame doorsneden in e^+p botsingen zijn de statistische onzekerheden aanzienlijk lager in vergelijking met de eerder gepubliceerde metingen en zijn de systematische onzekerheden beter begrepen.

De resultaten worden vergeleken met de laatste theoretische voorspellingen die gebruik maken van recente parametrisaties van de parton dichtheidsvergelijkingen van CTEQ, MRST en ZEUS. De parameterisaties zijn bepaald uit fits aan diep inelastische verstrooiings data van verschillende experimenten (geladen stroom data van HERA experimenten zijn niet in de fits opgenomen). In het gehele kinematische gebied zijn de theoretische voorspellingen in goede overeenstemming met de metingen. De nauwkeurigheid van de metingen maakt het mogelijk om de gereduceerde werkzame doorsnede in e^-p en e^+p interacties te meten als functie van $(1-y)^2$. Dit laat de heliceitstructuur van de geladen stroom interacties zien en is in goede overeenstemming met de voorspellingen van het Standaard Model.

Het werk beschreven in dit proefschrift heeft een grote bijdrage geleverd aan het begrijpen van de systematische onzekerheden in de metingen van de geladen stroom werkzame doorsneden; de totale onzekerheid in de meting kan slechts verder verkleind worden door de statistische fout te verkleinen. In de nabije toe-

komst zal HERA, na een luminositeitsverbetering, een veel grotere hoeveelheid geladen stroom botsingen gaan produceren en dit zal de statistische onzekerheid aanzienlijk verkleinen. De verbeterde metingen van de werkzame doorsnede in het interessante gebied van hoge- x en hoge- Q^2 zullen dan een zeer waardevolle bijdrage leveren aan de bepaling van de parton dichtheidsvergelijkingen, en daarmee aan het begrip van de structuur van het proton.