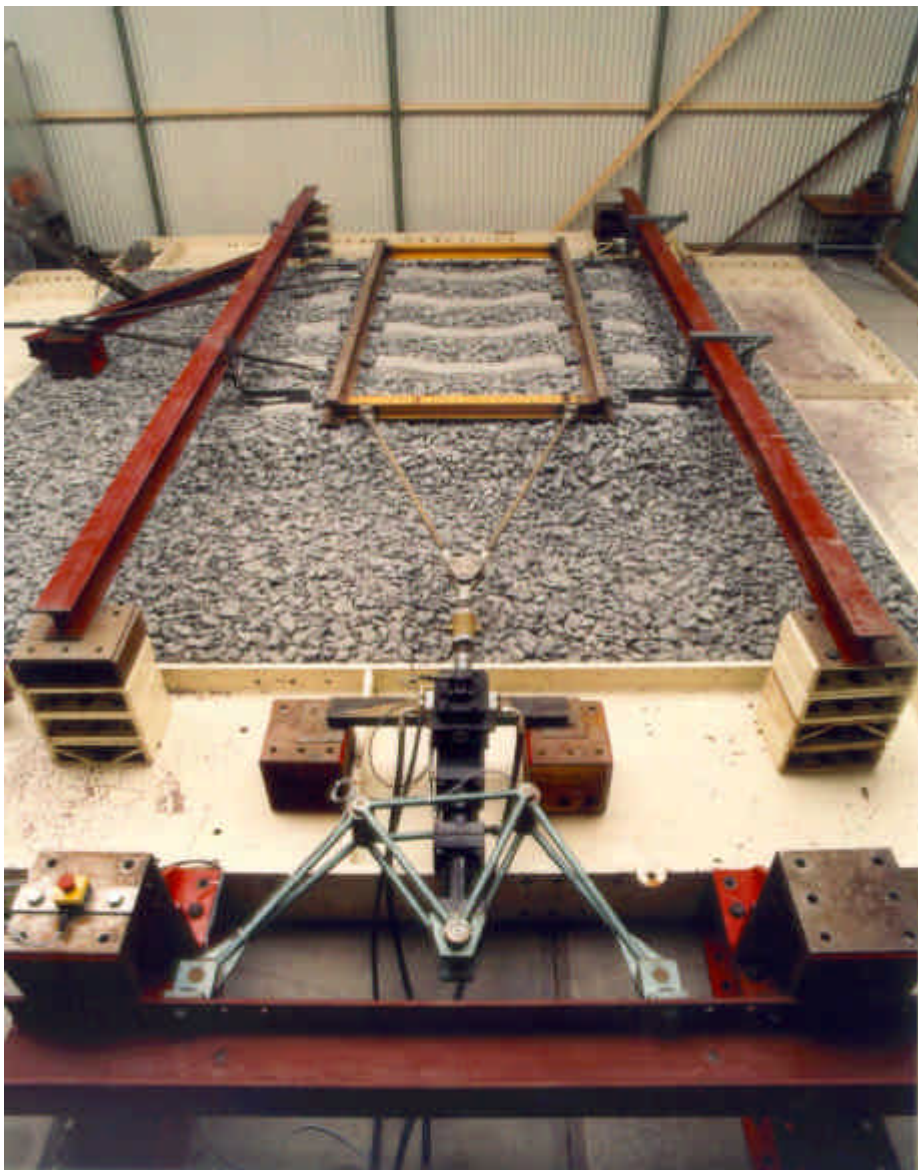


**Faculteit der Civiele Techniek**  
Sectie Verkeersbouwkunde/IFR  
Stevinweg 1, Delft  
Tel: 015-2785066  
Fax: 015-2783443  
Email: esveld@ct.tudelft.nl

**Prof.dr.ir. C. Esveld**  
*Hoogleraar Railbouwkunde*

# Jaarverslag

# Leerstoel Railbouwkunde



*verslagperiode 1 september 1996 - 31 augustus 1997*

**INHOUDSOPGAVE**

1. ALGEMEEN
2. ONDERWIJS
  - 2.1a. College e51, Verkeersbouwkunde.
  - 2.1b. College CTvk3710, Verkeer, Wegen en Spoorwegen.
  - 2.2a. College e62, Railbouwkunde.
  - 2.2b. College CTvb4870.
  - 2.3. College e58, Verkeersbouwkunde II.
  - 2.4. Afstuderen Railbouwkunde.
  - 2.5. Service Onderwijs.
  - 2.6. PAO-cursus.
3. ONDERZOEK
  - 3.1. Hoge aslasten (HASLAST).
  - 3.2. Ballastonderzoek D202.
  - 3.3. CWERRI
  - 3.4. Onderzoek bevestigingen.
  - 3.5. Onderzoek Railpads.
  - 3.6. Overgangsconstructies HSL.
  - 3.7. Embedded Rail.
  - 3.8. Ontwerpen van Spoorgeometrie.
  - 3.9. Poerenconstructie.
  - 3.10. Rationeel railbeheer.
  - 3.11. Onderzoek NS-RIB/TU Delft.
  - 3.12. HSL-Zuid
    - 3.12a Theoretisch onderzoek.
    - 3.12b Experimenteel onderzoek.
  - 3.13 ICES.
  - 3.14 Madrid metro.
  - 3.15 Cementbeton in spoorwegen.
  - 3.16 Asfalt in spoorwegen.
  - 3.17 Trekproeven lijmlassen.
  - 3.18 Nieuwe richtingen voor onderzoek
4. DIVERSEN
  - 4.1. Coördinatiecommissie Railbouwkunde
  - 4.2. Seminar HSL
  - 4.3. Nomenclatuurcommissie Railbouwkunde.
  - 4.4. RailTech
  - 4.5. NAURA
  - 4.6. TEMPUS
  - 4.7. Externe contacten
  - 4.8. Computerondersteuning
  - 4.9. Publicaties.

## 1. ALGEMEEN

De activiteiten in het kader van de voorbereidingen en concretisering van de Hoge Snelheidslijn in Nederland hebben ook hun weerslag op het onderzoeks- en onderwijsprogramma van de leerstoel Railbouwkunde. Met recht kan men spreken van het belangrijkste thema in het vakgebied van dit studiejaar (en wellicht ook van de komende jaren).

De herprogrammering van het onderwijsprogramma door de invoering van het 5-jarig curriculum veroorzaakt nu ook consequenties voor de eindstudies waartoe Railbouwkunde behoort. De voorbereidingen voor het onderwijsintensieve jaar 1998 zijn inmiddels begonnen. Onder meer zal een nieuw college-dictaat Railbouwkunde worden geschreven.

In het studiejaar '96-'97 zijn zes studenten in de richting Railbouwkunde afgestudeerd. Een beschrijving van de afstudeeronderwerpen is gegeven onder de rubriek Onderwijs.

De meeste studenten hebben hun afstudeerwerk verricht in samenwerking met een extern bedrijf of instituut.

Momenteel zijn de volgende vier studenten met hun afstudeerwerk bezig:

- J.W. Diels, Evaluatie en optimalisatie van light-rail constructies;
- K.H. Oostermeijer, Haalbaarheidsonderzoek embedded railconstructie voor de HSL-Zuid verbinding
- D.J. Vermeij, Voertuigdynamica en reizigerscomfort in relatie met spoorgeometrie bij hoge snelheden;
- A.D. van der Vlugt, Beheerssystemen van light-rail constructies (samen met TB).

3 à 4 studenten overwegen zulks binnenkort te gaan doen.

Naast kleinere onderzoeksprojecten is een tweetal grote onderzoeksprojecten afgesloten of in de eindfase gekomen.

Nieuwe projecten betreffen onderzoeken in verband met de HSL, geluidsarme railconstructies en metroconstructies. Voor dit doel worden de eigen laboratoriumfaciliteiten voor dynamische beproeving uitgebreid. Zo nodig vindt uitbesteding van dit type onderzoek plaats. Een belangrijk deel van de financiering vindt plaats door middel van 3e-geldstroom, d.w.z. contractresearch in opdracht van derden. Naast deze traditionele inkomstenbron uit krijgt nu ook de inkomstenbron uit door de groep verzorgde onderwijsactiviteiten ten behoeve van derden steeds meer betekenis.

De personeelssituatie bij de groep is nog steeds precair. Gelukkig is ir. A. P. de Man per 1 September 1996 aangetreden als medewerker, zij het voorlopig op contractbasis, maar met uitzicht op een meer structureel dienstverband. Ook is verheugend dat de leerstoel Railbouwkunde en het secretariaat Railbouwkunde per 1 januari 1997 zijn opgehoogd van 0.3 naar 0.5 formatieplaats. Verder is dr.ir. A.W.M. Kok van de vakgroep Mechanica & Constructies bereid gevonden om in voorkomende gevallen afstudeerders Railbouwkunde te begeleiden bij de toepassing van zijn dynamische programma's SPOOR en RAIL.

Binnenkort ontstaan echter door personeelsmutaties een tweetal vacatures bij de groep. Inmiddels is begonnen met de wervingsprocedure van twee nieuwe stafleden. Bij niet tijdige vervulling dreigt een prioritering respectievelijk temporisering van taken. Pogingen om de technische staf in het laboratorium te versterken zijn ook nog niet succesvol.

Voor kleine opdrachten en specifieke taken worden student-assistenten ingeschakeld.

De in het studiejaar doorgevoerde herorganisatie van de sectie Verkeersbouwkunde, bestaande uit de leerstoelen Wegbouwkunde, Railbouwkunde en de facilitaire eenheid Laboratorium voor Weg- en Spoorwegbouwkunde, is goed gestart. Door de instelling van een Management Team in maart 1997, de aanstelling van een Bedrijfsleider per 1 september 1997, binnenkort ondersteund door een Management-assistente, zal het management van de sectie en de communicatie, naar verwachting, sterk worden verbeterd.

Momenteel zijn drie promovendi Railbouwkunde bezig met hun promotiewerk of zullen daar spoedig aan beginnen, te weten:

- ir. A.S.J. Suiker (over aftakelingsgedrag van spoorconstructies onder invloed van hoge aslasten. Project HASLAST tezamen met prof. Keizer en prof. Kalker.
- ir. S. Rasmussen (over Doppler-laser meettechnieken in wegen en spoorwegen);
- ir. A.P. de Man (dynamische dimensionering van spoorconstructies. Project DYNATRACK).

Door verandering van hun positie, waarvan de taakstelling niet meer verenigbaar is met het uitvoeren van een promotiestudie, hebben zowel ir. P.N. Scheepmaker als drs. F.A. van Loenen zich als kandidaat promovendus teruggetrokken.

## 2. ONDERWIJS

**2.1a. COLLEGE e51** (Verkeersbouwkunde, Hansen/Molenaar/Esveld), 3e jaar van 4-jarig curriculum, V0-pakket (2 sp totaal), periode 0.4.0.0.). Dit college, waarin 6 college-uren Railbouwkunde, is voor het laatst gegeven in het najaar 1996.

**2.1b. COLLEGE CTvk3710** (Verkeer, Wegen en Spoorwegen, Hansen/Molenaar/Esveld), 3e jaar, blok 3 van 5-jarig curriculum, 4 studiepunten, waarbinnen 8 uur hoorcollege voor het onderdeel Spoorwegen. Dit college werd voor het eerst gegeven in januari 1997.

**2.2a. COLLEGE e62** (Railbouwkunde, Esveld, e.a.), 3e jaar van 4-jarig curriculum, V2-pakket (1.5 sp), periode 0.0.3.0. Dit college is voor het laatst gegeven in februari/maart 1997 in de vorm van een werkcollege (ca. 16 studenten). Het tentamen werd individueel in een gemengde vorm (schriftelijk/mondeling) afgenomen. 73% van de studenten scoorden in één keer een voldoende.

**2.2b. COLLEGE CTvb4870** (Railbouwkunde, Esveld), 4e jaar, blok 3 van 5-jarig curriculum, (3 sp, 12x2 uur hoor- en werkcollege, 40 uur computerpracticum). In verband met een nieuwe opzet zal een geheel herzien collegedictaat worden uitgebracht. Het college zal voor het eerst worden gegeven in januari 1998).

**2.3a. COLLEGE e58** (Verkeersbouwkunde II, Molenaar/Esveld), 4e jaar van 4-jarig curriculum, (1+1 sp), periode 2.2.0.0. In dit studiejaar was het railbouwkundige gedeelte van het college geheel gewijd aan het thema 'Spoormechnica'. Tevens werd de collegecycle ook aan belangstellenden buiten de TU Delft tegen een vergoeding worden aangeboden. De lezingencyclus bestond uit volgende bijdragen:

prof.ir. C.P. Keizer	Wiel/rail problematiek
prof.dr.ir. C. Esveld	Dynamica
ir. M. Van	Stabiliteit en langskrachten
ir. A.S.J. Suiker	Golfvoortplanting
ir. P. Wiersma	Voertuig/bovenbouw interactie
ir. J. van 't Zand / ir. A.P. de Man	Experimenteel onderzoek

Het aantal externe deelnemers bedroeg 37. Het aantal studenten bedroeg 23, waarvan 15 aan een tentamen deelnamen (80% haalde een voldoende)). Aan alle deelnemers werd een map uitgereikt met de bijdragen. De externe deelnemers ontvingen bovendien een certificaat. Het college e58 zal voor het laatst worden gegeven in het najaar van 1997.

## 2.4. AFSTUDEREN RAILBOUWKUNDE

In het studiejaar 1996-1997 zijn de volgende studenten bij Railbouwkunde afgestudeerd:

Student: **A.P. de Man**  
Datum: 4 oktober 1996

Onderwerp:

*Dynamische eigenschappen van spoorconstructies met behulp van de pulsexcitatietechniek.*

Beschrijving:

Het afstudeerproject betreft de ontwikkeling van een geïntegreerd belastings-, meet- en verwerkingssysteem voor het bepalen van de dynamische eigenschappen van railbouwkundige constructies. Hiertoe werd een reeds in het laboratorium gebruikte combinatie van pulsexcitatietechniek en verwerkingsmethode uitgebreid voor de toepassing in de spoorbaan. Tevens werden dynamische rekenmodellen voor twee graden van vrijheid ontwikkeld en optimalisatieprocedures voor de bepaling van dynamische parameterwaarden verder verbeterd. Zowel laboratoriummetingen als enige in situ metingen werden uitgevoerd met bevredigende resultaten. Het ontwikkelde testsysteem geeft op snelle wijze kwantitatieve informatie over het dynamisch gedrag van spoorconstructies en sluit daarmee goed aan bij de in de praktijk aanwezige behoefte over de eigenschappen van de spoorwegbovenbouw ten aanzien van de geluids- en trillingsproblematiek.

Student: **A.H. Nolles**  
Datum: 4 oktober 1996

Onderwerp:

*Onderzoek van de poerenvariant van een open trambaanconstructie.*

Beschrijving:

Het afstudeeronderwerp betreft een onderzoek van de problemen met de zogenaamde poerenconstructie, die wordt toegepast in grasbaanconstructies voor tramlijnen. Beschouwd zijn de mogelijke faalmechanismen van dit constructietype. Hiertoe is ook veldwerk verricht in nauw contact met de HTM (Haagsche Tramweg Maatschappij). Op basis van de verkregen inzichten is het krachtenspel geanalyseerd en zijn berekeningen gemaakt, ook voor de te verwachten hogere belastingen in de toekomst. Verschillende oplossingen zijn bekeken, zowel voor de korte termijn (reparatie) als langere termijn (vervanging door een andere constructie).

Student: **M. Reef**  
Datum: 4 oktober 1996  
Onderwerp:

*Tracé -ontwerp, verificatie van spoorgeometrie met het programma INRAIL.*

Beschrijving:

Dit in de praktijkomgeving uitgevoerde afstudeeronderzoek betrof de analyse van het toepassingsprogramma INRAIL, draaiend onder het ontwerp-programma Microstation. Een vergelijking werd gemaakt met de in de praktijk veelal gehanteerde 'handmethode'. Voorts werd op basis van een uitgebreid programma van eisen en een foutenanalyse een omzettingsprogramma geschreven. Samen met de stroomlijning van de benodigde informatie heeft dit geleid tot een zeer praktisch bruikbaar resultaat

Student: **R.B. Schooleman**

Datum: 28 februari 1997

Onderwerp:

*Overgang kunstwerk-aardebaan voor de hoge-snelheidslijn.*

Beschrijving:

In het afstudeerproject komen de dynamische problemen en zettingen aan de orde ter plaatse van de overgang kunstwerk naar aardebaan v.v. Deze discontinuïteit komt tot uiting in de verticale stijfheidssprong en het permanente zakkingsverschil, met consequenties voor de verticale versnelling van het voertuig en de dynamische wiel/rail belastingen. Met behulp van het rekenprogramma TILLY is de overgang gemodelleerd en is een parametrisch onderzoek uitgevoerd. In de studie is ook de kritieke snelheid bepaald van een hoge-snelheidslijn op een spoorbaan met slappe grondslag. Toetsing aan diverse criteria leidde tot voorstellen tot verhoging van de stijfheid door grondverbetering en tot het gewenste verloop van de stijfheid en de geometrie in lengterichting. De resultaten vertonen grote overeenkomsten met die van later beschikbaar gekomen soortgelijk onderzoek in het buitenland. Het afstudeerverslag is tevens als onderzoeksrapport verschenen.

Student: **Y.H. Norg**

Datum: 28 februari 1997

Onderwerp:

*Ongelijkmatige zettingen onder ingegoten spoorstaafconstructies.*

Beschrijving:

Het afstudeerproject heeft betrekking op het zettingsgedrag van ballastloos spoor op betonplaat met ingegoten rail op een meerlagen grondstelsel. Na een literatuurstudie en verkenning van het probleem werd een zettingsmodel ontworpen met behulp van het rekenprogramma PLAXIS. De spoorbaan is hierbij gemodelleerd als meerlagensysteem. Voor twee representatieve grondprofielen werd de toename van de permanente vervorming bepaald als gevolg van de repeterende treinbelasting. Tevens werd onderzoek verricht naar het mogelijk optreden van grondzwellen naast de spoorbaan en het effect van het lokaal wegvallen van de ondersteuning van de spoorconstructie bij een zettingssprong in lengterichting. De resultaten zijn van groot belang in verband met een binnenkort in Nederland te bouwen proeftraject met dit type spoor. Het afstudeerverslag is tevens als onderzoeksrapport verschenen.

Student: **A. Van Esschoten**

Datum: 27 juni 1997

Onderwerp:

*Berekening spoorwegboven- en onderbouw met het programma GEOTRACK.*

Beschrijving:

Het afstudeerproject betreft een theoretische studie waarbij de mogelijkheden zijn verkend van het (statische) driedimensionale rekenprogramma GEOTRACK, toegepast op Nederlandse spoorconstructies. Eerst is met het programma een bekende analytische oplossing nagerekend. Daarna is een vergelijkend onderzoek uitgevoerd waarbij overeenkomstige raildeflecties, oplegreacties en grondspanningen werden berekend van een klassiek ballastspoor (twee laagdikten), een betonplaatspoor (drie betondikten) en een verstijfd spoor (betonplaat onder de ballast; twee betondikten). Alle varianten werden ook doorgerekend voor zowel normale als slappe ondergrond. Hieruit werden een aantal belangrijke conclusies getrokken ten

aanzien van de kwantitatieve effecten van wijzigingen in het constructief ontwerp van spoorconstructies.

## 2.5. SERVICE ONDERWIJS

*Projectonderwijs*

Door de groep Railbouwkunde werd, gezien de grote werkdruk, afgezien van deelname in het 1e jaars Projectonderwijs van Civiele Techniek.

*Mentorschap 1e-jaars studenten*

Vanuit de sectie Verkeersbouwkunde is geen mentor beschikbaar gevonden.

## 2.6 PAO-CURSUS

Op 10 en 11 Juni 1997 werd in samenwerking met PAO (Postacademisch Onderwijs) een PAO cursus 'High Speed Track' gegeven, waaraan de volgende docenten deelnamen:

- Prof.dr.ir C. Esveld, cursusleider
- Ir. J.W. van Ammers, Introduction to the HSL project;
- Ing. W. Knoppers, Technical requirements for the HSL-S. Projects and possible solutions;
- Ir J.A. Bos, Embedded structure for high speed track;
- Ir. H. Goossens, Homologation for high speed NMBS;
- Dr.ir.A.W.M. Kok/prof.dr.ir. C.Esveld, Dynamic behaviour of railway track;
- Ir.B. Woldringh/Dr.B.M. New, Some dynamic and geotechnical aspects of the substructure;
- Ir.J.van 't Zand, Experimental investigation and validation;
- Prof.Dipl.-Ing. K. Riessberger,
  - a. Transition curves;
  - b. Wheel-rail interaction under high speed aspects;
- Prof.dr.Eng. Y. Sato, (given by Mr. A. Tamura) Structure and maintenance of Shinkansen track;
- Mr.S. Montagné, Experience at the SNCF;
- Prof.dr.ir C. Esveld, Innovations in railway track;
- Dipl.-Ing.G.Kaess, High speed lines of DB AG,

Aan deze PAO-cursus werd deelgenomen door 64 cursisten.

### 3. ONDERZOEK

#### 3.1. HOGE ASLASTEN (HASLAST)

Het interfacultaire projectgroep 'Hoge Aslasten bij Spoorwegen', afgekort HASLAST, bestudeert de verschijnselen in en interacties tussen de deelsystemen spoorwegbovenbouw, contactgebied en (goederen) voertuiggedrag. Het onderzoek wordt uitgevoerd door drie promovendi.

De voortgang van het onderzoeksproject HASLAST op de drie fronten wordt regelmatig besproken in de voltallige vergadering van de interfacultaire projectcommissie HASLAST. Deze bestaat uit de volgende leden:

- prof.dr.ir. C. Esveld (CT, voorzitter)
- prof.dr.ir. J.J. Kalker (TWI)
- prof. ir. C. Keizer (WbMT)
- ir. A.S.J. Suiker (AIO, CT)
- ir. P. Wiersma (AIO, WbMT)
- ir. Z.L. Li (AIO, TWI)
- ir. J. van 't Zand (CT, secretaris.)

Verder is er bilateraal overleg tussen AIO en promotor en tussen de AIO's onderling.

Het project is nu ongeveer halverwege, zodat het over 2 à 3 jaar is afgerond. In het afgelopen studiejaar heeft vooral de modelontwikkeling centraal gestaan. De promovendus Railbouwkunde heeft verschillende publicaties en een congresbijdrage verzorgd.

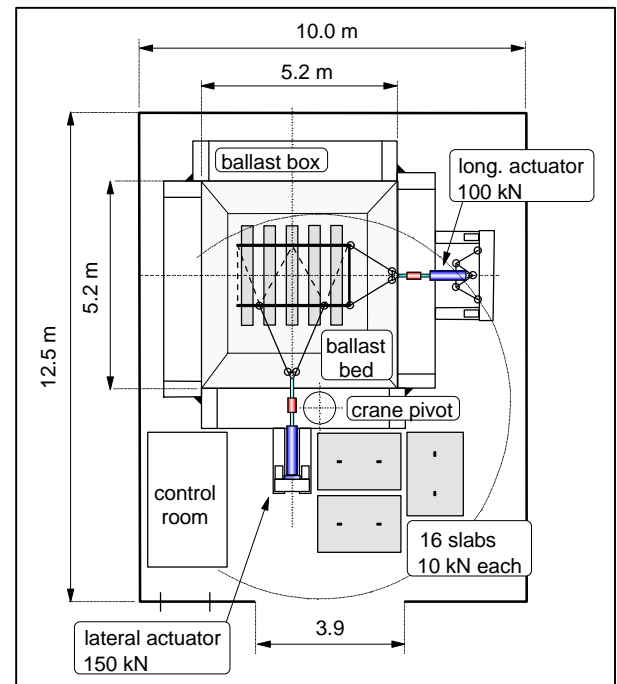
#### 3.2. BALLASTONDERZOEK D202

In het kader van het ERRI (European Rail Research Institute) onderzoek 'Ballast Resistance Under Three Dimensional Loading', is een grootschalig experimenteel onderzoek uitgevoerd in een speciaal voor dit doel gebouwde loods op het buitenterrein van het Laboratorium. Het betrof de bepaling van de langsen dwarsschuifweerstand van een spoorsectie, bestaande uit vijf betonnen dwarsliggers (monoblok) in een ballastbed onder drie-assige belastingen. (zie figuur 1). De resultaten zijn gerapporteerd naar het ERRI, Committee D202/WG3, en zijn ook gebruikt voor de validatie van het CWERRI rekenprogramma voor de bepaling van de stabiliteit van spoorconstructies. (promotieonderzoek ir. M. Van, vakgroep M&C).

#### 3.3 CWERRI

In opdracht van ERRI is in het kader van het D202 een theoretisch onderzoek gestart waarbij met behulp van het programma CWERRI een parametrische studie en een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd. Hiervoor is een groot aantal berekeningen gemaakt van realistische en minder realistische constructies. De stabiliteit bij hoge temperaturen is vooral een functie van de zijdelingse

stabiliteit van ballast, verstoringen in de ligging en voertuigeigenschappen. Over de resultaten tot dusver is een tussentijds rapport verschenen. Een definitief rapport wordt binnenkort uitgebracht.



Figuur 1. Onderzoek ballastweerstand D202.  
Bovenaanzicht proefspoor

#### 3.4. ONDERZOEK BEVESTIGINGEN

In opdracht van de firma Pandrol Rail Fastenings Limited wordt een uitvoerig experimenteel onderzoek uitgevoerd op diverse combinaties van bevestigingen op betonnen dwarsliggers. De statische en dynamische proeven worden gerealiseerd conform de nieuwe CEN-normen voor dit type constructie. De voor dit project opgestelde tijdsplanning werd niet gehaald door het niet voorziene uitlopen van een ander onderzoeksproject. Het onderzoek ligt inmiddels weer op koers. De laatste vier proefconstructies (van de in totaal tien) worden binnenkort uitgevoerd. Een interim rapport is in september 1997 verschenen.

#### 3.5. ONDERZOEK RAILPADS

Eveneens voor de firma Pandrol Rail Fastenings Limited werd een kort onderzoek uitgevoerd waarbij de dynamische stijfheid en de damping van een aantal zeer slappe railbeddingsplaatjes werd bepaald in een speciaal toestel (Rail Pad Tester). Rapportage vond plaats in september 1997.

### 3.6. OVERGANGSCONSTRUCTIES HSL

Het onderzoek werd als afstudeeropdracht Railbouwkunde uitgevoerd door de student R.B. Schooleman in opdracht van het Projectbureau HSL-Zuid (zie Onderwijs).

### 3.7. EMBEDDED RAIL

Het onderzoek werd als afstudeeropdracht Railbouwkunde uitgevoerd door de student Y.H. Norg in opdracht van Strukton Spoorwegbouw (zie Onderwijs).

### 3.8. ONTWERPEN VAN SPOORGEOMETRIE

Het onderzoek werd als afstudeeropdracht Railbouwkunde uitgevoerd door de student M. Reef in opdracht van Strukton Spoorwegbouw (zie Onderwijs).

### 3.9. POERENCONSTRUCTIE

Het onderzoek werd als afstudeeropdracht Railbouwkunde uitgevoerd door de student A.H. Nolles in opdracht van de HTM (zie Onderwijs).

### 3.10. RATIONEEL RAILBEHEER

De (internationale) activiteiten in het kader van de systeembepaling ten behoeve van ECOTRACK (ECONomical TRACK) in opdracht van ERRI zijn afgerond. Hiervoor werd een medewerker tijdelijk getacheerd bij ERRI.

### 3.11. ONDERZOEK NS-RIB/TU Delft

Op 21 november 1996 werd, in samenwerking met NS-RIB-TS/B&B, een thema-middag georganiseerd in Delft, waarbij de volgende presentaties werden gehouden:

- Prof.dr.ir. Esveld, Overzicht Railbouwkunde;
- Ir. A.S.J. Suiker, Hoge Aslasten;
- Ir. P.N. Scheepmaker, Rationeel railbeheer;
- Ir. A.P. de Man, DYNATRACK,
- Ir. J. van 't Zand, Laboratorium W&Sp;
- Ir. H. Zaalberg, Onderzoekbehoefte NS

Resultaten van de aansluitende discussie waren:

- Kernbegrippen zijn betrouwbaarheid en beschikbaarheid; vandaar de noodzaak van ontwikkeling van nieuwe duurzame constructies.
- Uitbreiding leerstoel Railbouwkunde is zinvol;
- Mogelijk rol weggelegd voor CT/Railbouwkunde als aanspreekpunt voor de gehele TU Delft (inclusief Elektrotechniek)

Naar aanleiding van deze bijeenkomst werd in opdracht van NS-RIB-TS een onderzoek uitgevoerd naar kansrijke onderwerpen, die in een samenwerkingsverband tussen TUD en NS-RIB zouden kunnen worden onderzocht. De bevindingen zijn in juni 1997 gerapporteerd. Een nadere uitwerking met betrekking tot bepaalde onderwerpen vindt inmiddels plaats

#### 3.12a HSL-Zuid

##### 3.12a. Theoretisch onderzoek

In opdracht van het Projectbureau HSL-Zuid is een theoretisch onderzoek gestart naar het gedrag van embedded railconstructies (ERC). Hierbij wordt nagegaan of ERC als standaard spoorconstructie voor de HSL kan worden geaccepteerd. Het onderzoek bevat de volgende onderdelen:

- Dynamisch gedrag, waarbij berekeningen plaats vinden met behulp van het programma SPOOR en RAIL;
- Langskrachten en stabiliteit, waarbij berekeningen met het programma CWERRI worden uitgevoerd.

Een afstudeerder is bij dit onderzoek ingeschakeld.

Tevens is in dit kader een student gestart met een onderzoek, in de vorm van een afstudeeropdracht, dat zich richt op de voertuigdynamica en reizigerscomfort in relatie met spoorgeometrie bij hoge snelheden. Deze studie is begonnen in september 1997

##### 3.12b Experimenteel onderzoek

Aansluitend op het theoretische onderzoek wordt een experimenteel onderzoeksprogramma voorbereid voor de bepaling van de dynamische eigenschappen van ERC. Belangrijkste onderdeel, naast een aantal statische metingen, is een vermoeiingsonderzoek, gericht op de duurzaamheid van ERC. Railbouwkunde zal tevens soortgelijke onderzoeken, die in dit kader door andere onderzoekscentra zullen worden uitgevoerd, inhoudelijk coördineren. Een tweede component van het onderzoek is de bepaling van de dynamische eigenschappen van de ERC, in het laboratorium en in-situ met behulp van excitatietechnieken.

Verder zal een materiaalkundig onderzoek naar het de ingietmassa worden uitgevoerd, waarbij het proefstuk wordt onderworpen aan een reeks van fysisch-chemische invloedsfactoren.

### 3.13 ICES

Aan het ICES-project 'STILLER TREINVERKEER', neemt de TU Delft (Railbouwkunde) deel voor wat betreft het uitvoeren van laboratoriumonderzoek van niet conventionele (ingegoten) railbevestigings-systemen en bepaling van dynamische parameters in het laboratorium en in-situ. Daarnaast coördineert Railbouwkunde een materiaaltechnisch georiënteerd onderzoek naar de fysisch-chemische bestendigheid en de hechtingseigenschappen van ingietmaterialen

### 3.14 MADRID METRO

Een nieuw onderzoeksproject 'Madrid' betreft een aantal deelonderzoeken waarin diverse railbouwkundige aspecten van het metrosysteem van Madrid aan de orde komen. Het betreft:

- Inventarisatie van normering voor metrobedrijven t.a.v. spoorconstructies. Hiertoe werd een uitgebreide enquête uitgevoerd onder een groot aantal metrobedrijven.
- Constructieve beschouwing over het functioneren van bestaande light-rail constructies. Een aantal experimenten met behulp van de excitatietechniek wordt nog overwogen om de theoretische beschouwingen te valideren. Bij deze theoretische analyse is een afstudeerder ingeschakeld. In dit deelproject wordt samengewerkt met de firma Edilon.
- Uitvoeringsaspecten van light-rail constructies, inclusief een kostenmodel. Hieraan werken twee afstudeerders, één van Railbouwkunde en één van Technische Bestuurskunde (TB), Er wordt samengewerkt met Strukton.

### MADRID METRO (vervolg)

- Beheersaspecten in de vorm van een management informatiesysteem

### 3.15. CEMENTBETON IN SPOORWEGEN

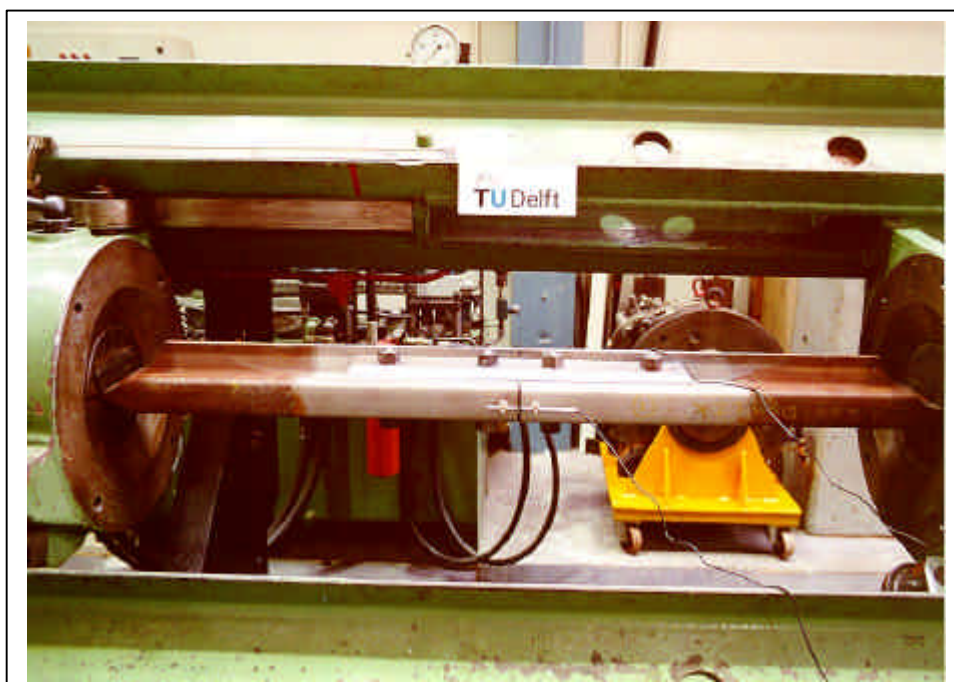
In opdracht van het C.R.O.W. is een literatuurstudie uitgevoerd naar de toepassing van het materiaal cementbeton in railbouwkundige constructies. De bevindingen zijn vastgelegd in een CROW rapport.

### 3.16. ASFALT IN SPOORWEGEN

Door VBW-Asfalt is een opdracht gegeven voor het uitvoeren van een haalbaarheidsstudie van de toepassingsmogelijkheden van het materiaal asfalt in spoorwegconstructies. De rapportering heeft plaatsgevonden in november 1996.

### 3.17. TREKPROEVEN LIJMLASSEN

In het studiejaar zijn enige malen in opdracht van de firma Edilon destructieve en niet-destructieve trekproeven uitgevoerd op een aantal typen lijmlasverbindingen. Voor deze proeven wordt gebruik gemaakt van de 2 MN trekbank van het Laboratorium voor Materiaalkunde van de TU Delft (zie figuur 2). Over deze metingen is een rapport verschenen.



Figuur 2. Trekproef op lijmlas. Goed zichtbaar is de over de voeg geplaatste lvd opnemer.

### 3.18. NIEUWE RICHTINGEN VOOR ONDERZOEK

De groep Railbouwkunde dient, als elke universitaire onderzoeksgroep, steeds nieuwe, en zo mogelijk innovatieve, onderzoeksonderwerpen (waaronder afstudeeronderwerpen) te genereren.

De onderwerpen dienen te worden getoetst op wetenschappelijke waarde en utilisatie, (d.w.z. op hun bruikbaarheid en haalbaarheid in de praktijk). Enige voorstellen zijn (suggesties zijn welkom!):

- Ontwikkeling verbeterde databepaling en systeemanalyse in DYNATRACK.
- Normering van typekeuring van onconventionele (embedded) railconstructies
- Normering t.b.v. beheer van baanvakken over meerdere jaren.
- Gecombineerde geometrische inspecties van bovenbouw en bovenleiding
- Gebruik van GPS (Global Positioning System) in de spoorwegbouw
- Integratie voertuigmodellen en baanmodellen in MATLAB
- Ontsporingveiligheid (Railbouwkunde, Voertuigtechniek en waarschijnlijkheidsrekening)
- Niet-destructief meten van krachten in voegloos spoor
- Toepassing van EPS (Expanded Polystyrene Foam) in de spoorwegbouw
- Experimenteel onderzoek railbevestigingen
- Randstad Rail, aanpassing wiel/rail techniek
- Watersmering
- Kostenmodellen

## 4. DIVERSEN

### 4.1 COÖRDINATIECOMMISSIE RAILBOUWKUNDE

De vorig jaar ingestelde Coördinatie Commissie Railbouwkunde van het CROW is in het studiejaar 4 keer bijeen geweest. De uit ca. 14 leden bestaande commissie is samengesteld uit vertegenwoordigers van de vier vervoersbedrijven, de TUDelft, en het CROW. Op basis van een prioriteitenlijst zijn inmiddels twee werkgroepen ingesteld, te weten:

- 'Rationeel railbeheer'
- 'Embedded rail'.

Recent is ook goedkeuring gegeven aan de financiering van het onderzoeksproject 'DYNATRACK', dat in de vorm van een promotieonderzoek door de TU Delft zal worden uitgevoerd. Hiertoe wordt de werkgroep 'Registratie en Beoordeling' binnenkort opgericht.

### 4.2. SEMINAR HSL

Aansluitend op de PAO-cursus werd op 12 en 13 juni 1997 een seminar 'High Speed Track for HSL-South' gehouden aan de TU-Delft, georganiseerd door de HSL Infra organisatie en de groep Railbouwkunde.

Het seminar werd bijgewoond door binnenlandse en buitenlandse deskundigen. Een aantal inleiders verzorgden een korte presentatie, waarna steeds een aantal kernpunten ter discussie werden gesteld. Van dit seminar is een rapport verschenen.

### 4.3. NOMENCLATUUR

De groep Railbouwkunde is vertegenwoordigd in de door CROW in april 1997 opgerichte Nomenclatuurcommissie, werkgroep E, 'Railconstructies'. Het doel van deze werkgroep is het opstellen van een begrippenlijst van in de railinfra gebruikte terminologie. De lijst moet voldoen aan de bepaalde algemene eisen. Met de bijdragen van ander werkgroepen moet een en ander leiden tot één nieuw document 'Nomenclatuur van weg en verkeer'. De inbreng van TU Delft bestaat uit het aanleveren van begrippen uit de RailLexic 1996 CDROM van de UIC, en termen, definities, figuren uit collegedictaten. Gestreefd wordt naar afronding voorjaar 1998.

### 4.4 RAILTECH

Van 23 tot 25 april 1997 vond de internationale conferentie en tentoonstelling Rail-Tech Holland in Utrecht plaats. Hieraan werd deelgenomen door de groep Railbouwkunde. Op de stand (zie figuur 3) kon informatie worden gevraagd of worden ingezien over onderwijs en onderzoek aan de TU Delft in het algemeen, maar over Railbouwkunde in het bijzonder. De belangstelling was redelijk groot. Zeven kleurenposters waren aangebracht over de volgende onderwerpen:

- Delft University Education in Railway Engineering;
- Optical measurements in tramway track;
- Three-dimensional ballast resistance;
- Testing of rail fastener systems;
- Railpad Testing in Laboratory;
- Dynamic Track Testing;
- Dynamic Track Analysis.

### 4.5. NAURA

Het door CROW ingediende Brite Euram IV project 'NAURA' (Noise Abatement for Urban Railway systems), waarin ook de TU Delft (Railbouwkunde) zou participeren, is in een laat stadium door 'Brussel' afgewezen.

### 4.6 TEMPUS

Op een ingediende projectaanvraag TEMPUS-SJEP (TEMPUS-Structural Joint European Project), een internationaal uitwisselingsprogramma op het gebied van onderwijs met Oost-Europese landen, is nog steeds geen goedkeuring/toewijzing verkregen.



Figuur 3. Foto van de TU Delft stand op de Rail-Tech tentoonstelling

#### 4.7. EXTERNE CONTACTEN

Met de volgende externe bedrijven, instituten, instellingen en organisaties bestaan contacten of zijn contacten gelegd:

*Binnenland* Articon, C.R.O.W, Edilon, ERRI, Grondmechanica Delft, GVB, HTM, HRC, ICES, NS-RIB, NSTO, Oranjewoud, PAO, PHZI, RET, Strukton Spoorwegbouw, TNO-Bouw, VBW-Asfalt, VNC, van Welzenes (NBM RAIL).

*Buitenland:* AAR, CDM, Chinese Spoorwegen, Clouth, Greenwood Engineering, James Walker, JNR, Metro Madrid, NMBS, Pandrol, Phoenix, Plas-ser und Theurer, University of Pretoria, Spoor-net, Vossloh, Zuid-Koreaanse Spoorwegen.

#### 4.8. COMPUTERONDERSTEUNING

Voortdurende modernisering van hardware en software vindt plaats. Aan het assortiment apparatuur is toegevoegd een digitale camera en een scanner. Het besturingssysteem van de PC's is MS Windows 95. Het Microsoft Office '97 pakket is recent ingevoerd als standaard kantoorpakket. Niettemin blijft de systeembeheerder nodig om raadselachtige gedragingen van de systemen te bestrijden. Als rekenpakket wordt MatLab gebruikt, als tekenpakket Freelance Graphics en als teken/presentatiepakket Powerpoint. E-mail blijkt een zeer goed communicatiemiddel, ook voor file transport. In het studiejaar is ook een eigen Website van de sectie Verkeersbouwkunde op Internet operationeel (<http://vbk.ct.tudelft.nl>); deze verdient nog wel nadere invulling.

Voor theoretisch onderzoek zijn naast de al in gebruik zijnde programmapakketten MATLAB, DIANA, TILLY, PLAXIS, PROLIS20 en GEOTRACK nu ook toegevoegd de programma's SPOOR en RAIL, ontworpen door dr.ir. A.W.M. Kok, CWERRI van dr.ir. M.A. Van en LONGIN van de TU Krakow.

#### 4.9. PUBLICATIES

- ◆ Esveld, C., Ontwerp van de spoorwegbovenbouw voor hoge snelheden of hoge aslasten. PAO-cursus 'Railsystemen in ontwikkeling', TU Delft, 1996.09.
- ◆ Suiker, A.S.J., Dynamic behaviour of homogeneous and stratified media under pulses and moving loads. Rapport 7-96-119-1, TUD/CT, 1996.10.
- ◆ Esveld, C. en Man, A.P. de, Ballastloos spoor voor de Hogesnelheidslijn-Zuid. Rapport 7-96-120-2, TUD/Rbk, 1996.11, 61 p.
- ◆ Esveld, C. and Kok, A.W.M., Dynamic behaviour of Railway Track. Cursus Spoormechnica /College E58, TUD/Rbk, 1996.11, 28 p.
- ◆ Esveld, C. and Van, M., Track stability and longitudinal forces. Cursus Spoormechnica /College E58, TUD/Rbk, 1996.11, 71 p.
- ◆ Visser, A.F.H.M., Asfalt in spoorconstructies. TUD/Rbk. Rapport 7-96-110-12, TUD/Rbk, 1996.11, 90 p.

- ◆ Man, A.P. de, Determination of dynamic railway track construction properties based on excitation hammer measurements. Rapport 7-96-110-13, TUD/Rbk, 1996.12, 92 p.
- ◆ Man, A.P. de, Determination of dynamic railway track construction properties based on excitation hammer measurements, Rail Engineering International 1996/nr4, 1996.12, p. 8-9.
- ◆ Esveld, C., A better understanding of continuous welded rail track. Rail Engineering International 1996/nr4, 1996.12, p. 13-16
- ◆ Esveld, C., Innovation for the control of Infrastructure maintenance. Seminar in conjunction with the 4<sup>th</sup> ET International Exhibition. 1996.12, Basel.
- ◆ Esveld, C., Verkeer, collegedictaat CTvk3710, verkeer, wegen & spoorwegen. Deel C: Spoorwegen, TUD/Rbk. 1997.01, 62 p.
- ◆ Esveld, C., Innovation for the control of Infrastructure maintenance. Rail International /Schienen der Welt. 1997.02.
- ◆ Scheepmaker, P.N., Concrete in railway structures, CROW, 1997.03, 62 p.
- ◆ Suiker, A.S.J. and R. de Borst, Low-cycle fatigue of granular materials. Proc. 5th Int. Conf. Computational Plasticity, 1997.03, p.1729-1736
- ◆ Zand, J. van 't en J. Moraal, Ballast Resistance under Three Dimensional Loading. Interim rapport 7-97-103-4, TUD/Rbk, 1997.04, 31 p.
- ◆ Man, A.P., de, Parametric study and sensitivity analysis of CWERRI, Rapport 7-97-103-5, TUD/Rbk, 1997.04, 25 p.
- ◆ Suiker, A.S.J. and C. Esveld, Stiffness transition subjected to instantaneous moving load passages. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Conf. Heavy Haul, Cape Town, 1997.04, p.230-240.
- ◆ Esveld, C. and O. Grønsvov, Progress in wheel and rail profile measurement. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Conf. Heavy Haul, Cape Town, 1997.04, p. 533-538.
- ◆ Esveld, C., Innovations in Railway Track, Conference Rail Tech Holland, Utrecht, 1997.04
- ◆ Suiker, A.S.J., R. de Borst, and C. Esveld, Passage of the critical state by a moving load on a beam-half space model. Proc. 2th Int. Diana Conf. Finite Elements in Engineering and Science, 1997.06, p.193-206.
- ◆ Esveld, C. and Kok, A.W.M., Dynamic behaviour of railway track. Post Doctoral Course on High Speed Track, Delft, 1997.06, p.28.
- ◆ Man, A.P. de, en J. van 't Zand, Proceedings of the HSL seminar held on 12 & 13 June 1997. Rapport 7-97-120-3, TUD/Rbk, 1997.06, 27 p.
- ◆ Man, A.P. de, Structuur in onderzoek. Rapport 7-97-110-14, TUD/Rbk, 1997.07, 19 p.
- ◆ Moraal, J., Trekproeven op gelijmde spoorstaaflassen. Rapport 7-97-103-6, 1997.08, TUD/Rbk, 22 p.

Delft, oktober 1997

Prof.dr.ir. C. Esveld  
Hoogleraar Railbouwkunde