

Holenda Barnabás

Jedlik Ányos élete és alkotásai

*

Barnabás Holenda

**Ányos Jedlik, Entdecker des
Urdynamo und Urelektromotors,
entdeckte und formulierte als erster
das dynamoelektrische Prinzip**

Digitalizálva közreadja a Jedlik Ányos Társaság

Budapest, 2015

Holenda Barnabás magyar nyelvű tanulmányát első alkalommal 1967-ben adta közre a Gépipari Tudományos Egyesület.

A tanulmány német fordítását a Jedlik Ányos Társaság készítette el Király Árpádnak, a Társaság alapító főtitkárának a közreműködésével.
A német fordítás első alkalommal 2015-ben került közlésre.

A sajtó alá rendezésben közreműködtek a Magyar Tudománytörténeti Intézet munkatársai.
Informatikai szerkesztő: Gazda Ákos



Holenda Barnabás

Jedlik Ányos élete és alkotásai

**Gépipari Tudományos Egyesület
Budapest, 1967**

Jedlik életrajza

Jedlik István Ányos 1800. jan. 11-én született Szémőn (Szímőn), az akkori Komárom megyében. Szülei, Jedlik Ferenc és Szabó Rozália egyszerű földműves emberek voltak, negyedtelkes jobbágysai a hercegprímásnak, akinek érsekújvári domíniumához tartozott Szémő. Anyjának testvére, Szabó Anna, édesanyja volt Czuczor Gergelynek, Jedlik tehát első unokatestvére volt a költőnek.

Jedlik Ferenc anyagi áldozatra is kész volt, amikor tehetséges gyermekének neveltetéséről volt szó. Hároméves otthoni tanulás után István fiát tízéves korában Nagyszombatba küldte a bencések gimnáziumába, talán azzal a céllal is, hogy ott a tót nyelvvel megismerkedjék. A gimnázium negyedik osztályát azonban már Pozsonyban végezte a bencéseknél, mert apja ide vitte át, hogy németül is megtanuljon. Három nyelvet is ismert tehát a fiatal Jedlik, de érdekes, hogy egész ládákat megtöltő kézírataiban egyetlen tót szót sem lehet találni és bár folyékonyan beszélt és írt németül, magyaros gondolkozása itt is átüt, különösen a szórendben.

Pozsonyi tanárai közül Gácsér Leó, a későbbi dömölki apát volt rá a legnagyobb hatással. Az ő befolyásának köszönhető, hogy a hatosztályú gimnázium elvégzése után Jedlik Pannonhalmára ment, hogy a bencés rendbe való felvételét kérje. Példáját követte unokatestvére, Czuczor is, aki osztálytársa is volt. A két jól tanuló, tehetséges fiút szívesen fogadták Pannonhalmán, és 1817. okt. 25-én öltötték magukra a Szent Benedek-rend ruháját. Ekkor kapta Jedlik az Ányos, Czuczor a Gergely nevet.

A próbaév kitöltése után Jedlik a rend győri filozófiai tanfolyamán folytatta tanulmányait. Ez a kétéves tanfolyam az akkori akadémiák bölcséleti fakultásának felelt meg. Az 1808-ban kiadott királyi rendelet alapján ugyanis a tanító rendek is tarthattak fenn bölcséleti tanfolyamokat növendékeik részére, ha gondoskodtak olyan tanárokról, akik a pesti egyetemen nyertek képesítést, s emellett tantervüknek is meg kellett egyeznie az akadémiák tantervével.

Jedlik előképzettségének megismerésére érdemes felemlíteni, mit is tanultak az akadémiákon fizikából abban az időben. A fizika a második évben szerepelt a tantárgyak között, ezért a másodéves bölcsészeket fizikusoknak is nevezték. Az 1806-os Ratio Educationis, amely az akadémiákon is szabályozta a tanítást, a fizika tanítási anyagát részletesen ugyan nem írta elő, de a mennyiségtanak a fizikában való alkalmazásáról szólva azt mondta, hogy főleg a nehézségi és vonzási erőket kell tanítani Kepler törvényeiből levezetve, azután még az ingalengés törvényeit, a lencsék és tükrök tulajdonságait. Nemcsak az anyag volt szűkre szabott, hanem a megfelelő szaktanárok, s kellően felszerelt szertárak is hiányoztak. Jellemző, amit pl. Ferenczi Zoltán ír Deák élete című munkájában, amikor arról beszél, hogy Deák az 1817/18. és 1818/19. iskolai években végezte a bölcséleti kurzust a győri királyi akadémián: "Gröber Lőrinc, a fizika tanára csak törte a magyar nyelvet. Sem a Helytartó Tanács, sem a Tanulmányi Alap vezetősége nem gondolt a kellő felszereléssel, pl. Gröber szertára teljesen üres volt, eszközök nélkül tanított, ahogy lehetett. Midőn Deák a második évben tanítványa lett és felismerte tehetségét, azt tanácsolta, hogy a fizikai órákra járjon be a jobban felszerelt bencés gimnáziumba. Deák megfogadta a jó tanácsot és egyik kedves tanuló társával, mágocsi Zichy Jánossal (Zichy Mihály festőnek atyjával) bejárt 18-19-ben e leckékre, melyeken Czinár Mór tanított. A nyájas és művelt tanár, meg a kitűnő tanítvány viszonya csakhamar bensővé vált."

Jedliket mennyiségtanból és fizikából szintén Czinár Mór tanította, a későbbi akadémikus, aki azonban tudós hírnevét inkább történelmi munkáival szerezte meg. Ilyen

körülmények között nyilvánvaló, hogy a bölcseleti tanfolyamon Jedlik inkább csak kedvet kaphatott a fizikához, mint igazi alapos bevezetést a szaktudományba. Nagyobb értéke volt annak, hogy magáévá tette Czinár tanácsát: "Nem az a valódi tudomány, amit jól megtanultok, hanem az, amit jól meggondoltok". A léggör különben nagyon kedvező volt ebben az időben a győri bencés házban a tudományos gondolkodás számára. Ezt a következő adat is mutatja. 1825-ben jelent meg új kiadásban Gehler nyolckötetes *Physikalisches Wörterbuch*jának első kötete. A szokásnak megfelelően felsorolja az előfizetők névsorát. Négy magyar könyvkereskedés kilenc példányt kötött le, s ezeken kívül tíz egyéni magyar előfizető neve szerepel. A tíz közül hét győri bencés tanár volt. Az előfizetők között természetesen ott találjuk Czinár Mór nevét is.

A bölcseleti tanfolyam elvégzése után Jedlik visszakérült Pannonhalmára, ahol megkezdte teológiai tanulmányait, s egyúttal készült a bölcseleti doktorátus letetésére. Ez sem jelentett akkor egy határozott tudományágba való elmélyülést, mert a doktori fokozat elnyerésére akkor matematikából, fizikából, filozófiából és történelemből kellett vizsgáznia. 1822. okt. 31-én kapta meg az *Artium liberalium et philosophiae doctor* címet. Főapátja ekkor Győrbe helyezte, ahol a harmadik, grammatika osztálynak lett a tanára. De csak egy évig volt Győrött, a következő évben már ismét Pannonhalmán folytatta teológiai tanulmányait, s 1825. szept. 3-án szentelték áldozópappá.

Jedlik így bevégezte iskolai tanulmányait, de iskoláztatásának természete miatt – mivel senki sem volt az országban, akinek segítségére, útbaigazítására számíthatott volna, aki irányt tudott volna kijelölni kutatásai számára – a maga erejéből kellett nekiindulnia a tudományos munkálkodás rögzös útjának. Végig kellett küzdenie azt a sok csetlést-botlást, félig tudatos próbálkozást, ami minden autodidaktának osztályrésze, s ami annyira meg tudja bénítani éppen a legértékesebb fiatal évek munkáját.

Jedlik fizikai működését Győrött kezdte meg, felszentelése után ugyanis ide helyezte rendi vezetősége, hogy a rendi filozófiai tanfolyamon a természettant, természetrajzot és mezőgazdaságtant tanítsa. Munkálkodása ekkor kezdett határozott irányba terelődni: a természettudományok, s ezek közül is a fizika foglalták le minden érdeklődését. Alkalma volt a német tudományos folyóiratokat tanulmányozni, így hamarosan felkeltette figyelmét az a hatalmas fellendülés, amely az elektromosságtan terén éppen abban az időben mutatkozott. Ő is foglalkozni kezdett a felmerülő problémákkal, s maga is megpróbálkozott a folyóiratokból megismert készülékek összeállításával. Különös tehetsége, amely a század legnagyobb fizikai felfedezőivel állította őt egy sorba, már ekkor jelentkezett. Mint fiatal győri tanár készítette el 1828-ban a világ első, tisztán elektromágneses forgó készülékét, s bár eredményét nem publikálta, visszaemlékezései és egykori feljegyzései igazolják, hogy találmányával megelőzte mindazokat, akiket külföldön az elektromotor felfedezői gyanánt emlegetnek.

Az elektromosságtan nem volt az egyetlen terület, ahol Jedlik kutatásait megkezdte. Majdnem ugyanerre az időre esik a szódavíz készítésének feltalálása is, amely, ha nem is olyan nagy jelentőségű, mégis jól mutatja különös tehetségét, amely annyira képessé tette őt a felmerülő problémáknak gyakorlati irányban való megoldására. Ezzel a találmányával indult meg irodalmi működése is. Találmányáról szóló latin nyelvű értekezését beküldte a Baumgartner és Ettingshausen szerkesztésében Bécsben megjelenő *Zeitschrift für Physik und Mathematik*hoz, és abban németre fordítva le is közölték 1829-ben. Ezzel kezdődött Ettingshausennel való kapcsolata, barátsága.

Kovács Tamás főapát 1831 áprilisában Győrből Pozsonyba helyezte Jedliket az akadémiaára, ott lett a természettan, természetrajz és mezőgazdaságtan tanára. A bencés rend ugyanis 1816-ban vállalkozott arra, hogy a pozsonyi akadémia filozófiai karát ellátja megfelelően képzett tanárokkal. Ennek megfelelően, ha egy tanszék megüresedett, azt lehetőleg bencésekkel töltötték be.

A fizikai szertár Pozsonyban meglehetősen hiányos volt. Alapját az a néhány természettani műszer és természetrajzi preparátum alkotta, amelyeket 1784-ben Nagyszombatból idehoztak, amikor az akadémiát Pozsonyba, helyezték. A gyarapodás igen lassú volt, az évi 40 forintos általánymajdnem egészében elfogyott javításokra, apró pótlásokra; új beszerzésekre nem maradt pénz. "A bencések – írja Ortvy Tivadar a „Száz év egy hazai főiskola életéből” című könyvében –, név szerint Jedlik és Rómer tekinthetők tulajdonképpen a múzeum (szertár) legbuzgóbb gondozóinak, amint tényleg ők voltak azok, kik fáradságot, s az instanciázással összekötött vesződséget nem kímélve a gyűjtemény kiegészítésére lehetőleg törekedtek." Már 1835-ben kapott is nagyobb segítyt, 1839-ben pedig 1340 forintot utaltak ki a kezébe, hogy abból szerezzen be egy-egy acélmágneses egyenáramú generátort a pozsonyi, kassai, váradai, győri akadémiák és a pesti egyetem részére. Jedlik 1839 pünkösdi szünetében beszélte meg a gép részleteit Ekling bécsi mechanikussal, aki Ettingshausen tervei szerint a gépeket készítette. A magyar gépek nem az eddigi egyszerű másolatai lettek, hanem Jedlik hasznos módosítást végeztetett rajtuk; figyelmeztette a mechanikust tervezetének egy hibájára, amely a hatást lerontja.

Jedlik már pozsonyi tanársága elején, 1831 augusztusában gondolt arra, hogy pályázik a pesti egyetem fizikai tanszékére, amely akkor Tomcsányi Ádám halálával megüresedett, de a főapát akkor lebeszélte. Amikor azonban 1837-ben újra megüresedett a tanszék, ő is beadta a pályázatát. Az egyetemi tanárságra pályázóknak vizsgát kellett letenniük. Ez a vizsga írásbeli és szóbeli részből állott. 12 órai munkaidő alatt kellett kidolgozni három előírt tételt, azután következett a szóbeli vizsgálat, ahol tetszés szerint választott témáról kellett előadást tartani 20 percig latin és német nyelven. A vizsga eredménye alapján Jedliket nevezték ki egyetemi tanárnak. 1840. márc. 1-én foglalta el katedráját.

Amíg Jedlik eljutott az egyetemi katedrára, lassanként az ország szellemi életének jellege is megváltozott. A reformkor a természettudományok és technika területén is kezdte éreztetni hatását. Széchenyi reformtörekvései elsősorban a gazdasági-műszaki fejlődést szolgálták. Gyakorlati célkitűzései között már kezdetben ott szerepelt a Duna- és Tiszaszabályozás terve, a gőzhajózás, a hengermalom megalapítása, az állandó Duna-híd megépítése stb. A gőzhajózás a Dunán Széchenyi sürgetésére 1833-ban kezdődött meg, 1846-ban pedig már megindult az első gőzvasút is, egyelőre Pesttől Vácig. Közben Kossuth megalapította a "Védegylet"-et a hazai ipar támogatására, az osztrák iparcikkek kiszorítására. Ennek 1845-ben már majdnem 100 ezer tagja volt.

Minden megmozdulás nagy gátlója volt azonban az ország szegénysége, gazdasági elmaradottsága mellett a bécsi kormány gazdaságpolitikája, mely Magyarországot Ausztria valóságos gyarmatává tette. A magyar ipar és kereskedelem nem is volt hasonlítható az osztrákhöz, s nálunk az életszínvonal is sokkal alacsonyabb volt. Hiányzott a megfelelő tőke a vállalkozások megindításához, s ez a technika fejlődésének egyik fő akadály maradt még sokáig.

A fejlődés, haladás ügyének nagy szolgálatot tettek az újonnan alakuló tudományos társulatok. Az Akadémia ugyan főleg a magyar nyelv ápolásával foglalkozott és a történelmi tudományok előmozdításával, de a természettudományok is szóhoz jutottak benne. Munkáját kiegészítette az 1841-ben megalakult Természettudományi Társulat. A szakosztályaiban végzett tudományos munka mellett mindjárt kezdetben felmerült a terv, hogy az érdeklődők számára kísérletekkel összekötött bemutató előadásokat kell tartani. Ugyancsak 1841-ben kezdődtek meg a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlései is. Az első gyűlés tárgysorozatán ugyan még csak orvosi kérdések szerepeltek, de az ugyanabban az évben megtartott második gyűlésen már fizikai előadás is találunk. Nagyon hasznos volt, hogy a vándorgyűléseket az ország más és más városában tartották meg, így a vidék is bekapcsolódhatott a tudományos munkába. (A feljegyzések

szerint a gyűléseken az első 50 év alatt 11 011 tag vett részt.) A gyűléseken alkalom nyílt a személyes találkozásra, eszmecserére, aminek mindig igen gyümölcsöző a hatása. 1841-ben megalakult az "Iparegyesület" is a hasznos gyakorlati ismeretek terjesztésére. Mechanikai szakosztálya is volt – első elnöke Jedlik – s ennek keretében a feljegyzések szerint pl. nyolc esetben vett részt "gőzmozdonyok megpróbálásában", máskor meg egy 13,3 lóerős "gabonaőrő gőzgépnek" adatait számította ki Jedlik.

Mindezekbe a mozgalmakba kezdettől fogva Jedlik is bekapcsolódott, de mint tanárnak és kutatónak első feladata az egyetemi szertár fejlesztése volt. Amikor 1919-ben megkérdezték Einsteint, hol van a laboratóriuma, az íróeszközeire mutatva mondhatta: "Ez az én laboratóriumom". A kísérleti fizikus helyzete azonban egészen más. A jól felszerelt szertár már akkor is elengedhetetlen volt, ha nem is lehet az akkori viszonyokat a mai mértékkel mérni. Chen Ning Yang Nobel-díjas fizikus mondja el "Elementary Particles" című könyvében, hogy J. J. Thomson, meg H. Hertz is először hiába próbálkoztak a katódsugarak elektromos erővel való eltérítésével, mert jobb vákuumcsőre lett volna szükségük. "Ezt azonban könnyebb volt mondani, mint elérni – jegyzi meg Thomson -; a nagyfokú vákuumok előállítása akkor még gyerekcipőben járt." Hasznos ilyeneket olvasnunk, mert ez segít bennünket, hogy jobban tudjuk értékelni az úttörők teljesítményét. (Nem szabad elfelejtenünk, hogy Jedlik abban a korban kezdte meg munkásságát, amelyben Geher Physikalisches Wörterbuchja az áramjelzőkről írva egyik fontos eszköznél a rángatózó békacombot mondta.) Ma a gimnáziumi szertárakban is el lehet végezni e kísérleteket.

A pesti egyetem szertárának felszerelése azonban még a saját korához viszonyítva is igen szegényes volt. A 64 forintos évi általány mellett gondolni sem lehetett arra, hogy a hiányokat pótolva a szertár fejlesztésében lépést lehessen tartani a fizikának mindig rohamosabbá váló fejlődésével. Jól lehet látni Jedlik hátramaradt feljegyzéseiből azt az anyagi eszközökért vívott sokszor hiábavaló küzdelmet, amely egyetemi tanárságának első éveit jórészt lefoglalta. A mai kutató ezt már alig tudja megérteni.

Egyik folyamodványt a másik után adta be. Hivatkozott pl. arra, hogy 1843-tól 46-ig a javításokra fordított kiadások miatt mindössze 56 pengő forintot tudott új eszközök beszerzésére fordítani. Hivatkozott külföldi példákra. A bécsi egyetem pl. már 1835-től kezdve évi 1100 forintot kapott, s ezenkívül többször nagyobb segélyt. Még néhány magyar intézet is megelőzte a pesti egyetemet a kapott támogatás nagyságában.

A sok folyamodványnak csak 1852-ben lett komolyabb eredménye, a szertár általányát évi 400 pengő forintra emelték. Közben azonban Jedlik már saját pénzéből is sokat áldozott a szertár fejlesztésére. Ez az összeg már 1848-ig 1572 p. forintra nőtt, ami nagyon is tekintélyes összeg, ha figyelembe vesszük, hogy egyetemi tanári fizetése abban az időben csak évi 1000 forint volt. Kiadását később részben megtérítették, mert 1850-ben az általa beszerzett szerek megváltására 971 forintot utaltak ki.

Jedlik 1850-ig az egyetem keretében működő Mérnöki Intézetben (Institutum Geometricum) is tanított, az elektromosságтанból tartott előadásokat. Itt is meg egyetemi előadásaiban is az akkori rendelkezéseknek megfelelően a latin nyelvet használta, de örömmel fogadta az 1843-44. országgyűlés határozatát, amely a közoktatás hivatalos nyelvét a magyart tette. "Legelőször is honi nyelven szólítom Önöket – mondta 1846. okt. 8-i beköszöntő beszédében (irata a pannonhalmi kéziratárban), hogy érezhessék azt az örömet, amelyet minden honát szerető magyarnak érezni kell, midőn a köz kívánságát méltányló felséges királyunk honi nyelvünknek is kitárta tanodáink ajtaját."

Nagy nehézséget okozott azonban az egységes magyar műszavak hiánya, ezért először a magyar tudományos nyelvet kellett kialakítani, mielőtt a rendelkezést teljes egészében végre lehetett volna hajtani. Jedlik is részt vett a Toldy vezetése alatt álló munkában, melynek célja az volt, hogy – különösen a középiskolai oktatás számára –

megállapítsák a magyar tudományos műnyelvet. Az 1858-ban megjelent Német-magyar tudományos műszótárban ő írta a fizikai, kémiai és mechanikai részt. Példaképpen felemlítünk néhány Jedlik kezdeményezte szót, amik ma is használatosak. Ilyenek: dugattyú, haladvány, merőleges, tehetetlenségi nyomaték, eredő erő, osztógép stb.

Jedliket a nyugodt munkából egy időre kizökkentette az 1848-as szabadságharc, a forradalom, amelynek eseményei erősen belenyúltak az ő életébe is. Az 1847/48-as iskolai évben ő lett a bölcsészeti kar dékánja. Nehéz időkben kellett ezt az állást betöltenie. Maga írta: "Mindenki érzi, hogy ily mozgalmak között valamint az egyetemi tanárok, úgy az egyetemi ifjúság közönyös állapotban nem maradhat". Ez persze nem történhetett meg az iskolai érdekek kára nélkül. Feljegyzései szerint márc. 15-én délelőtt az ifjúság elhagyta az egyetemet, délután nagyobbbrészt még összegyülekezett, de azután ápr. 4-ig nem jelent meg az előadásokon. A Helytartó Tanács elrendelte, hogy március 22-én az előadásokat újra meg kell kezdeni, s Jedliknek ezt állásánál fogva szorgalmaznia kellett. Emiatt népszerűtlen lett. Az ellene feltámadt hangulat annyira fokozódott, hogy a kultuszminisztertől elbocsátását is kérték. Eötvös, az akkori kultuszminiszter semmi okot sem talált az érdemes tanár elbocsátására, akinek hazafiságához nem férhetett kétség. Az ifjúság lecsillapítására annyit mégis megtett, hogy kinevezte Gelentzei Pált rendes tanárnak és mindenkinek tetszésére bízta, hogy Jedlik, vagy Gelentzei előadásait akarják-e hallgatni. Az előadások folyamán Jedlik az ifjúság jórésztét visszahódította. Egy 1848. jún. 30-áról keltezett dékáni kimutatás szerint Jedliknél 65, Gelentzeinél 20 mérnök szigorlatozott mechanikából. De a rendes egyetemi munka nem sokáig folyt. 1848 november havában a kísérletekre szánt terem vívőiskolává, majd kórházzá lett, a tantermeket pedig kaszárnyává alakították.

Jedlik a nehéz időkben sem hagyta el Pestet, bár testvére hívta haza a szülői házba. Amikor Jellachich megkezdte támadását az ország ellen, ő is bekapcsolódott a főváros védelmébe. A 49. évében levő tudós beállt a népfelkelők közé. Naplója szerint már jún. 27-én 40-50 forintért puskát vett, szeptember elején puskaport, puskaapor-tartót, megfelelő ruházatot szerzett csákóval együtt. Többször is részt vett a város védelmére készített sáncok ásásában a kritikus szeptemberi napokban, amíg a szept. 29-i pákozdi győzelem el nem háritotta a veszedelmet. Később féltő gonddal örködött szertára felett, bár akkor már kulcsait is elvették tőle. Hentzi Buda ostroma alatt gyújtó és romboló lövedékekkel bombázta Pestet. Ekkor Jedlik – szertári jelentése szerint – "a bombáztatás veszedelmétől a műszereket mentendő, kölcsönzött generál-kulccsal nyitatta fel a szertárt, és annak szereit a bombáztatás alatt nem kevés erőfeszítéssel nagyobb részint a pincébe és az egyetemi épület biztosabb helyeire törekedett menteni a lehető megsemmisülés elől". Az ostrom idején elpusztult Gellérthegyi csillagvizsgálóból kimentett műszereket és könyveket is Jedlik csomagoltatta be és – amikor a hajóhid újra elkészült – átszállította az egyetem épületébe.

A forradalom leverése után az egyetemi tanároknak is igazolniuk kellett magukat a haditörvényszék előtt. Jedlik feljegyzései szerint három kérdésre kellett felelniök:

1. Vajon a magyar kormány által kívánt nyilatkozatot Magyarország függetlenségének elismeréséről sajátkezűleg aláírták-e, és volt-e szerepük annak készítésében?

2. Maguk vagy rokonaik kaptak-e polgári vagy katonai hivatalt?

3. A magyar kormánynak szóló hódolóiratot aláírták-e?

Jedlik ezt a hódolóiratot aláírta ugyan, de egyébként nem vett részt a politikai életben, így félévi huzavona után 1850. ápr. 16-án megkapta a felmentést. Honfitestvéreiert érzett bánatában az átvételi elismervény hátlapjára ezeket a szavakat írta: "Reánk nehezteltek e szomorú idők, midőn inkább a vak sors, mint az érdem látszik kormányozni a dolgok folyamát". Unokatestvérét, Czuczort, a Riadó szerzőjét akkor már elvitték nehéz

vasban a kufsteini fogságba.

Jedlik szerencsésebb volt, újra visszatérhetett a tudományokhoz. 1850-ben jelent meg a Természettan elemei című művének első kötete "Súlyos testek természettana" címmel. (Saját költségén adta ki. "Ha mind elfogna adatni – írja – lehúzván egy negyedét könyvkereskedői honoráriumra, bejönne 3220 forint pengőben, ebből a költségek fejében 1665 forintot lehúzván az egész fáradsági jutalom 1555 pengő forint. Ez ám a keserű kereset".) Ebben a mechanikát és a hangtant tárgyalta a kémia elemeivel együtt ; a kémiának ugyanis akkor még nem volt külön tanára a pesti egyetemen.

Az akadémia az 1845-50 között megjelent természettani munkák közül a nagy jutalomra ítélte érdemesnek és 200 arannyal jutalmazta. 1858-ban a tudományos akadémia rendes tagjává választotta Jedliket. A következő évben meg is tartotta székfoglaló értekezését "A Villany-telep egész működésének meghatározása" címmel. Azzal a feladattal foglalkozott ebben, hogyan lehetne kísérletileg azt a teljes energiát meghatározni, amelyet egy galvánelem egész működése alatt termelni tud. Erre a célra egy összetett voltamétert állított össze, melynek segítségével nemcsak azt a durranó gáz mennyiséget lehet megállapítani, melyet egy telep fejleszteni tud, ha azt egész a kimerülésig működésben tartjuk, hanem annak egy-egy meghatározott időre eső részét külön is megmérhetjük. Így arról is képet kapunk, hogy a telep áramerőssége közben milyen ingadozásokat szenved. Nem szabad elfelejtenünk, hogy akkor még az elem volt az egyedüli áramforrás.

A galvánelemekkel összefüggő kérdések hosszabb időn át foglalkoztatták Jedliket. Ismerve az akkori elemek gyengéit, azoknak tökéletesítését is megkísérelte. A Bunsen-elem módosításából keletkezett a Jedlik-elem. Munkájába Csapó Gusztávot és Hámár Leót is bevonta. Az elemekből készített telepeket az 1855-ös párizsi kiállításra is kiküldték. Csapó Gusztávnak a pannonhalmi kéziratárban levő leveleiből tudjuk – ő utazott ki a kiállításra –, hogy Párizsban szörnyű hanyag módon kezelték az oda küldött műszeres csomagokat; halomszám rakták egymásra a még el nem rendezett tárgyakat. Így nem csoda, hogy a nagy, 100 elemből álló telep annyira tönkrement, hogy csak a szerkezetét lehetett bemutatni. A kiküldött bizottság csak egy kis telepet tudott működés közben megvizsgálni. Ennek hatását erősebbnek találták egy megfelelő Bunsen-telepnél, és bronzéremmel jutalmazták. Stoczek műegyetemi tanár véleménye szerint is "ügyes kezelőnek erős folyamat igénylő kísérleteknél jobb szolgálatot tesznek, mint más ilyen nemű Bécs és Prágából ideérkezett eszközök". Az elemek teljesítményét a következő apróság is mutatja. 1856. augusztus 10-én a bencés fizikus tanárok Pannonhalmára jöttek össze megbeszélésre. Erről Kruesz Krizosztom főapát naplójában így írt: "Az elnökséget Jedlik Anyos vitte, ki rendkívül érdekes dolgokat mutatott be magával hozott készülékeivel. Este az ősmonostor négyszög udvarában 22 elemből álló Jedlik-féle villanytelepet szerepeltettünk. A fény olyan erős volt, hogy dacára a holdtöltének a templom tornya égni látszott, és a szentmártoniak már a hegy felé tartottak, hogy a tüzet eloltsák". Ebből lehet következtetni, mekkora lett volna a hatás, ha Párizsban a nagy, százas teleppel lehetett volna ívlámpákat működésben tartani.

A galvánelemekkel egyidőben, egy sokkal fontosabb probléma megoldásán is fáradozott Jedlik: az ötvenes évek elejétől kezdve küzdött az acélmágneses egyenáramú generátorok tökéletesítésével. Ezzel kapcsolatban úgy látszik már 1858-ban rájött a dinamó elvére, s hamarosan el is készült első gépe, amelyet 1861-ben helyezett el az egyetem szertárában. Ezzel a későbbiekben majd részletesen foglalkozunk.

Jedlik érdeklődését az elektromosságban mellett már egyetemi tanárságának kezdete óta főleg a fénytán kötötte le. Szelleme irányának megfelelően itt is nem a Fresnel által felvetett elméleti problémák foglalkoztatták, hanem inkább a tüneményeknek minél szebben való előállítására, s az ehhez szükséges eszközök tökéletesítése. Fraunhofer óta

vizsgálták a fényelhajlás tünetényeit az optikai rácsok segélyével. Ilyen optikai rácsok készítésére szolgáló osztógépeket többen készítettek, de ezeknek szerkezetét nem ismertették, és optikai rácsokhoz is nehezen lehetett hozzájutni. Ez ösztönözte Jedliket arra a gondolatra, hogy ő is készítsen ilyen osztógépet. Hamarosan munkába is fogott, és a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1845-ben Pécsen tartott VI. nagygyűlésén már be is mutatta az interferencia tünetényeit olyan optikai rácsok segélyével, amelyek az ő osztógépén készültek. Később még tökéletesítette készülékét.

Érdekes, hogy Jedlik naplójának 1854-es feljegyzése szerint "május 26-án sikerült a körök vonalazását villanydelejes géppel hajtani". Jedlik tehát már ekkor az általa feltalált elektromotorral működtette osztógépét. 1860 körül pedig dinamojával, a később ismertetésre kerülő "egysarki villanyindítójával" működtette készülékét.

A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók vándorgyűlésein sokszor, szívesen szerepelt Jedlik előadásaival. Már az 1841-ben Pesten tartott első ülésen – amikor Tognio Lajos pesti orvostanár a mesterséges ásványvizekről és az ezeket gyártó gépekről adott elő – Jedlik is felszólalt, és az általa gyártott hasonló gép bemutatását ígérte meg a következő gyűlésre. Ígétét a második nagygyűlésen be is váltotta még ugyanabban az évben, sőt a gyűlés után a közös ebéden mesterséges ásványvízzel és rohítsít utánzó vízzel kínálta a vendégeket. Hogy az érdeklődők a vizek készítéséről is meggyőződhesse, elfogadott egy napszámot, aki két napon át gyártotta a jégbe hűtött mesterséges savanyúvizet a közönség felüdítésére. Elektromágneses forgóját is ezen a gyűlésen mutatta be Jedlik először a nagyközönségnek.

Jedlik idegenben is tartott előadást, még pedig Bécsben a Német Természetkutatók és Orvosok 32. nagygyűlésén 1856. szept. 16-án. Erre a gyűlésre 1683 hallgató sereglett össze a világ minden tájáról. Jedlik a Bunsen-elem módosításáról értekezett, második előadásának címe pedig "Az elektromágnesek alkalmazásáról elektrodinamikus forgásokban". Annyiban is fontos volt ez a szereplése, hogy módot adott neki sok külföldi tudóssal való eszmecsere. Jedlik neve, mint az első tisztán elektromágneses forgó készülék feltalálójáé, ezen a módon kerülhetett be több múlt századi szakkönyvbe.

Az 1863-64. évben a rektori méltóságra emelte tanártársainak bizalma. Toldy Ferenc üdvözlő szavai szerint: "Nem az idősbség tekintete hívta meg önt e székbe. . . az érdem, az erény s az erkölcsi becs iránti tisztelet az, mely önt a legmagasb méltóságra emelte". Rektori évének végén tartott beszámolójából tudjuk meg, hogy az egyetem tanári testülete "a tanár segélyöket nem számítva" 34 rendes, 4 rendkívüli, 13 magán és helyettes tanárból állott, meg 4 nyelvtanítóból. Míg az előbbi év téli felében 1644 volt az összes hallgatók száma, most 1831. Ezek közül csak 34 rendes és 19 rendkívüli hallgató volt a bölcsészeti karon, a jogin ezzel szemben 942 rendes és 40 rk.

Az 1873-iki bécsi világkiállításon újabb Jedlik-találmány keltett nagy feltűnést, "csöves villámfeszítője". Már régebben arra a gondolatra jött, hogy sűrítőkkel úgy lehetne nagyobb feszültséget elérni, hogy a leydeni palackok telepét párhuzamos kapcsolásban tölti meg, utána a feltöltött sűrítőket sorba kapcsolja és úgy süti ki. Ezt a palackláncolatot és annak elméletét már 1863. szept. 23-án ismertette a Természetvizsgálók szakülésén. A sűrítők kapacitásának növelésére később vasreszeléssel megtöltött üvegcsövek nyalábját használta a leydeni palackok helyett. Így az említett átkapcsolással közel egy millió voltos feszültséget ért el, ami nagy dörgéssel sült ki 90 cm-es szikrában. Ez nemcsak a nézők figyelmét keltette fel; hanem a kiállított anyagot felülbíráló nemzetközi bizottság a nagy Siemens javaslatára egyhangúlag az első, ún. Fortschrittsmedaille-re ítélte méltónak.

Még egyetemi tanárságának utolsó éveiben sem csökkent Jedlik érdeklődése, szellemének találékonyasága. Ezt igazolják azok az ügyes készülékei, amelyeket a 70-es években a rezgések összetételének bemutatására alkotott. Tevékenyen dolgozott 78 éves koráig, mikor nyugdíjaztatását kérte. Megvált egyetemi katedrájától, visszatért rendjének

győri házába, és ugyanabba a lakásba költözött, ahol több mint 50 évvel azelőtt tanári működését megkezdte. Ma emléktábla jelöli szobáját.

Munkásságának külső elismerése sem maradt el. Már 1868-ban a királyi tanácsosi címet kapta meg "az irodalom és a tudományos művelődés terén szerzett érdemei elismerésül", 1879-ben pedig a vaskorona rend harmadik osztályának lovagja lett.

Jedlik 17 évet töltött nyugalomban. Ez alatt sem pihent tétlenül, tevékeny szelleme folyton működött. Érdeklődéssel olvasta az újonnan megjelent könyveket, folyóiratokat, bár ő is érezte a mai idők nagy problémáját: a gyors iramban fejlődő fizikai irodalom mindinkább nehezzé teszi a fejlődés szemmel tartását. Amikor egy alkalommal újabb könyvcsomagot kapott, a szemtanúk szerint felsóhajtott: "Bár időt is küldenének mindegyikkel".

A szakirodalom tanulmányozásán kívül Jedlik még élete utolsó éveiben is tervezett új készülékeket. Sajnos Győrött nem talált mechanikust, akire terveinek megvalósítását rábízhatta volna. Pesten és Bécsben kellett gépeihez alkatrészeket készíttetni, ez pedig nagy idővesztéssel járt. Így egyik tervét sem tudta már befejezni. Hatalmas Holtz gépet is kezdett készíteni többek között, amelyet a leydeni palackok helyett az ő csöves villanszedőivel szerelt fel. Később transzformátorokkal és telefon kapcsolásokkal is foglalkozott.

Még nyolcvanadik évében is igen jó egészségben volt, amit az is mutat, hogy 1879 januárjában csikorgó hidegben részt vett egy nagy vadászaton, sőt rókát is lőtt. 1880-ban kellemes hetet töltött Balatonfüreden "naponként fürdőzvé a tóban". Maga szokta elbeszélni, hogy pozsonyi tanárkodása alatt kiesett egy második emeleti ablakból, s eszméletlenül szállították haza. A kezelő orvosa, amikor látta egészséges szervezetét, hosszú és nyugodt öregséget jósolt neki. Ez teljes mértékben be is következett.

Jedlik is érezte az öregkor egy szomorú velejáróját: fiatalságának barátai sorban eltávoztak az élők sorából. Maga írja nyugdíjazása első évében: "Midőn a pozsonyi akadémiából az egyetemre távoztam, arra kértem az ott levő rendtársaimat, hogy őrizzék meg irántam való szeretetüket addig, míg újra visszatérek körükbe. Azok közül, akikhez kérésemet intéztem, már egy sincs életben". Korán itthagytá unokatestvére, növendéktársa, Czuczor is. 1866. szept. 8-án még vidám beszélgetés közben fogyasztották együtt a pesti piaristák ünnepi ebédét, de másnap reggel 8 órakor, amikor Jedlik a ferenceseknél hivatalos szentmiséjére készült, unokaöccse azt a szomorú hírt hozta, hogy Czuczort a kolera győtri halálra, és semmi remény sincs az életben maradásához. Mire Jedlik szentmiséjét befejezte, Czuczor már nem volt az élők között.

Jedlik egész életfelfogására jellemző, amit halála előtt néhány nappal Acsay győri igazgatónak mondott, amikor az utolsó szentségeket szolgáltatta ki neki: "Kedves rendtárs úr, életem hosszú volt, de a munka sohasem fárasztott. Hová kellene lennünk, ha az Isten a munkára való képességet megvonná tőlünk". Nála a munka csakugyan az a csendes segítőtárs volt, amely egész életén át végigkísérte állandó vigasztalásával. Nagy szenvedélyei sohasem voltak, léha örömeket nem keresett, mindezekért kárpótolta, hogy mindent megtalált munkájában, ami nem robotolás volt számára, hanem örömeket nyújtó életfeladat. Eötvös is megemlékezik róla, hogy amikor egyik rendtársa megkérdezte élete utolsó éveiben, hogy tanulmányai számára miért éppen a fizikát választotta, így felelt: "Látja, minden tudományágban tanulhattam volna eleget és szépet, de a fizikában tanulok, és egyszersmind mulatok, gyönyörködöm is."

Hogy olyan hosszú ideig, egészen késő öregségéig tudott dolgozni, abban nem kis része volt egyenletes, mérsékelt életmódjának. Arra mindig vigyázott, hogy el ne különítse magát a többiek társaságától, hogy különcként ne tartsák. Maga beszélte el, hogy fiatal tanár korában elkezdett dohányozni, hogy ebben se különbözzék erősen dohányos társaitól, bár ő maga semmi élvezetet sem talált benne. Amikor azonban egyetemi tanár lett, s így

kiszakadt a közösség életéből, akkor azután rögtön „sutba vágta a pipát”.

Élete utolsó évtizedeiben sok idejét elvette a levélírás. Panaszkodott, már egy könyvet megírhatott volna, annyi ideje veszett így el. Az volt a szokása – mivel még írógépet nem használhatott – hogy minden levelét, még a kevésbé fontosakat is két példányban készítette el, hogy az egyiket megőrizhesse. Így azután volt elég gondja, különösen mert a sok segélykérő gondoskodott róla, hogy mindig legyen mire válaszolnia. Mindig bőkezű volt, ha máson segíteni kellett. Az volt az elve, hogy kölcsön nem ad, inkább ajándékozik. Nemcsak rokonai részesültek anyagi támogatásban, hanem levelezéséből látható, hogy több jóbarátjának, volt egyetemi tanártársának családját is jelentékeny ösztözzel támogatta. Ehhez járult még a sok ismeretlen segélykérő, akik kitapasztalták jóságát és néha valósággal megzsarolták. Feljegyzései szerint pl. 1881-ben nyolc hónap alatt száznál több segélykérő levél érkezett hozzá, s körülbelül 2000 forintot osztott szét, pedig évi nyugdíja csak 3130 forint volt. Nem csoda, hogy egyszer azt mondta: „fél, ha már azt látja, hogy a levélhordó közeledik feléje”. Akárhányszor magának kellett lemondani valamelyik tervéről, elhagyni tervezett tanulmányútját, meleg ruha beszerzését, csak hogy valakin segíteni tudjon.

Szíves volt mindenkivel szemben. Acsay írja róla, hogy nála az illemszabályok kötelességszámba mentek. Csak azt nem szerette, ha munkájában zavarták. Eötvös is feljegyzte akadémiai emlékbeszédében: „Szíves, udvarias modora dacára megtörtént nem egyszer, hogyha valamelyik rendtársa, neki szórakozást szerzendő, egymás után többször is elment hozzá beszélgetni, a látogatás ismétlésekor az öreg úr már türelmetlenül kérdezte: „hát az úrnak soha sincsen dolga? Nekem sok dolgom van!”

Nevenapján mindig bőkezűen megvendégelte rendtársait és szívesen részt vett Eötvös szerint az akadémia nagygyűlési lakomáin is. Kedélyesen mulatott ilyenkor közöttük, „csak egy panasza volt, hogy a mai fiatalok nem tudnak már fennhangon beszélni és hogy a szakácsok nem tudják már puhára főzni a húst. Egyébként meg volt elégedve a világ folyásával”. A vendégszeretetben bőkezű is tudott lenni, ha úgy érezte, hogy a helyzet ezt kívánja. Egyetemi rektor korában az egész tanári kart vendégül látta, bár a díszbéd 646 forintos költségéhez 400 forintot főapátjától kellett kölcsönkérnie.

Jó szíve könnyen megbocsátott. Szobainasát, aki ellopta és elzalogosította kedves aranyóráját, Hana detektív kezeiből kiszabadította. A történet moráljához tartozik, hogy másnap az inas is, meg az óra is végképp eltűnt.

Hosszú élet jutott osztályrészéül, néhány hét híján 96 évet élt, de szellemi képességei majdnem halála napjáig megmaradtak. Még halála előtt egy héttel teljesen ép elmével vitatkozott fizikai tételekről, bár emlékezete már elhomályosodott, s azt sem tudta, hol van. 1895. dec. 13-án halt meg. Temetésén, tomboló hóviharban Lengyel Béla az egyetem rektora és Tewrewk Emil, a bölcsészeti kar dékánja képviselték az egyetemet és akadémiaát. Nyugvóhelye nem lett végleges. 1935. aug. 1-re virradó éjjel exhumálták az orvos szerint alig romlott holttestét, és a megszüntetett belvárosi temetőből az új szabadhegyi temetőbe, a rend sírboltjába szállították át. Néhány év múlva érckoporsója a város által adományozott díszsírhelybe került Győr város nagyjai közé. Sírját most is állandóan virágokkal díszíti a kegyelet.

Az akadémiaán Eötvös Loránd mondott róla emlékbeszédet az akadémia 1897. máj. 9-i közülésén.

Azt szokták mondani, hogy mi magyarok híresek vagyunk arról, hogyan tudunk ünnepelni. Pedig még lenne tanulni valónk, ha arról van szó, miképpen kell megbecsülni nagy tudósainkat. Oersted életrajzában olvassuk, hogy amikor meghalt, temetési menetében ott volt a trónörökös, a miniszterelnök a miniszterekkel és nagykövetekkel együtt, és több mint 200 000 ember kísért el utolsó útjára.

Jedlik alkotásai

Az "elektromotor" modellje

Közhely számba megy már, hogy ma az atomkorszakban élünk. Hasonló joggal nevezhetjük a XIX. századot az elektromosság korszakának. 1800-ban állította össze Volta az első elektromos áramot termelő oszlopot, a legcsodálatosabb eszközt – mondta róla Arago –, amelyet ember valaha felfedezett; a század nagy eredményeit pedig betetőzte az 1901-es hír, hogy Marconinak sikerült hullámokkal megvalósítani a drótnélküli összeköttetést Európa és Amerika között. E két terminus között a század zseniális kutatói fokozatosan feltárták az elektromos áram sokféle tulajdonságát, hatását, amelyeknek gyakorlati alkalmazásai megváltoztatták az emberi civilizáció arculatát. Ebbe a munkába a múlt század harmadik évtizedétől kezdve hazánk is bekapcsolódott, jó ideig egyedül Jedlik munkásságával. Hátramaradt iratainak alaposabb ismerete meggyőz bennünket, hogy a szerény anyagi eszközökkel rendelkező fizikai szertárak csendes munkása nemcsak, hogy lépést tartott az európai haladással, de nem egy dologban meg is előzte azt.

Jedlik kezdő tanársága idején két újabb elektromos jelenség keltette fel a fizikusok érdeklődését. Az egyik az áramnak a mágnesre való hatása volt, amelyet Oersted fedezett fel 1820-ban, a másik pedig az ugyanabban az évben felfedezett elektromágnes. Arago és Ampère ugyanis kísérleteik közben azt találták, hogyha acél- vagy vasrudat dróttekerccsel vesznek körül és a tekercsbe áramot vezetnek, akkor a rúd mágnessé lesz. Az Oersted-féle hatás fokozására Schweiger az áramvezeték egy négyszögletes keret pereme mentén többszörös menetben vezette a mágnes körül, vagyis úgynevezett multiplikátort (sokszorozó tekercset) készített. Ilyen Schweiger-féle multiplikátorral végzett Jedlik is kísérleteket győri kezdő tanár korában, és ehhez kapcsolódik első felfedezése. Erről maga számolt be Hellennek írt levelében, amelynek egyik példánya a pannonhalmi kéziratárban van.

"A villamosdelejességnek tünetényei engemet is leginkább érdekeltek. Miután tanárságom két első éve alatt a természettani folyóiratokban közzétett villamdelejesség tünetényeivel lehetőleg megismerkedtem, részemről a Schweiger-féle multiplicatorba egy a delejtűnél sokkal erősebb villamdelejt alkalmaztam. De mivel az a multiplicator delejes hatása által kitérítve azon helyzetből, melyben hossza a multiplicator huzalainak irányával egyenközü, ott megint nyugvó állapotba jönne, ahol a delej hossza a multiplicator huzalainak irányával épszöget (derékszöget) képez: tehát a végett, hogy azon helyeken meg ne állhasson, hanem a megkezdett mozgást szakadás nélkül folytassa, a multiplicator szerkezet úgy módosítandó, hogy a villanydelejen létező huzaltekercsben a villamfolyam az ellenkező irányúra változzék ott, ahol a villamdelej hossza a multiplicator huzalainak irányával épszöget képez."

Az áram irányának megváltoztatására Jedlik egy fakorongba két koncentrikus gyűrű alakú csatornát esztergályozott, amelyekbe higanyt töltött. A belső gyűrűt a sokszorozó huzalra merőlegesen elhelyezett fapöccökkel két részre választotta. Az egyik félgyűrű az áramforrás egyik, a másik az áramforrás ellenkező sarkával volt összekötve. A forgó elektromágnes drótjának szabad végei az egyik, illetőleg a másik félgyűrűbe nyúltak bele. Így forgás közben az elektromágnes áramának iránya a sokszorozó tekercsének irányára merőleges helyzetben ellenkezőre változott. Ennél a kapcsolási módnál tehát a külső gyűrűnek nem volt szerepe. Egy másik fajta kapcsolásban a külső gyűrű és az egyik fél belső gyűrű egymással és az áramforrás egyik sarkával volt kapcsolatban, a másik belső fél gyűrűben pedig nem volt áram. Ilyenkor tehát csak egy félfordulatig kapott az elektromágnes áramot, a másik félfordulatban csak a lendület vitte tovább a forgó részt.

Egy másik megmaradt kis motornál mindegyik körcsatornát ketté osztják a keretre merőlegesen beékelt fapeckek, de csak a bal oldali belső és a jobb oldali külső vályúba torkollik egy-egy áramvezető. A forgórész tehát itt is csak minden második félfordulatnál zárja az áramkört, a közbeeső időben itt is csak a lendület mozgatta. Ezt a motort tanulmányozta részletesebben Verebély, elkérve Pannonhalmáról, ahol akkor őrizték.

Éppen előadásra ütött az óra, amikor Jedlik – emlékezete szerint – az első ilyen gépecskével elkészült, és a forgás megindult. Órára kellett mennie, így nem volt alkalma készülékét további működésében megfigyelni. De leírhatatlan volt az öröme, amikor óráról visszatérve kis elektromágneses forgóját még mindig mozgásban találta.

"Midőn az imént tárgyalt villamdelejes forgó mozgásra való készüléket – folytatja levelét Jedlik – 1827. és 1828. évek alatt jó eredménnyel létrehoztam, akkor még nem lehetett hasonló szerkezetű villamdelejes készülékeknek, vagy azok segítségével mások által tett kísérletek leírását a kezemenél létezett Schweiger's Journal für Physik und Chemie, Gilbert und Poggendorff Annalen der Physik, Baumgartner's und Ettingshausen's Zeitschrift für Physik und Mathematik, Dingler's Politechn. Journal és Gehler's Physikal. Wörterbuch című folyóiratokban találni és olvasni. Ezen körülménynél fogva részemről azon a véleményen voltam, hogy a leírt villamdelejes készülékeknek és alkalmazási módjuknak én volnék a feltalálója. De csak a magam egyéniségére nézve, mert mint kezdő természettani tanárnak volt alkalmam azt tapasztalni, hogy némely természettani tünemények, melyekre csak saját belátásom és kutatásom által jöttem, másoknál már jóval előbb ismeretesek, de nekem nem volt időm és alkalmam azokról tudomást szerezni. (...) Jelenleg már bajos volna a feltalálási prioritás miatt bárkivel vitakozni, mindamellert arról nem kételkedem, hogy a Ritchie nevezetű londoni órás a villamdelejes forgonyoknak és a villamdelejesség hatása által eszközölhető forgási mozgásoknak feltalálója nem lehet."

Ferenczy Viktor győri bencés tanár, a legalaposabb Jedlik-monográfia szerzője, Jedlik hagyatékában megtalált egy kis puhatáblás 58 oldalas füzetet, címlapján ezzel a felírással: "Ordo experimentorum in usum Praelectionum suarum concinnatus ab Aniano Jedlik O.S.B. in Collegio Jaurinensi professore Anno 1829". Vagyis "Kísérlet Anno 1829". Vagyis "Kísérletek sorozata, melyet saját előadásaiban való felhasználásra állított össze Jedlik Ányos Szent Benedek-rendi tanár a győri kollégiumban 1829-ben". Összesen 292 kísérlet szerepel ebben és a 290. így szól: "Una drata electromagnetica circa aliam pariter electromagnetica motum rotatorium continuum concipere potest", azaz: "Egy elektromágneses drót egy hasonlóan elektromágnes körül folytonos mozgást foganatosíthat". Ugyancsak Ferenczy találta meg Jedlik hagyatékában azt az ívet, amelynek címe: "Praetia rerum in Usum Musaei Jaurinensis curatarum". Magyarul: "A győri múzeum használatára szerzett eszközök értéke". Évszám nincs ezen a Jedlik kezeírásával készült jegyzéken, de minthogy Jedlik 1831 tavaszán Győrből Pozsonyba távozott, ennek előbb kellett készülnie. A jegyzék IV, tétele: "Magnes artificialis intra multiplicatorem rotandus", azaz: "Sokszorozón belül forgó mesterséges mágnes". Csekély ára, 3 forint 48 krajcár, mutatja hogy a készüléket Jedlik maga állította össze, csak az anyag ára szerepel.

Ez a két adat döntően bizonyítja, hogy legkésőbb 1828-ben Jedlik már elkészítette az első elektromotort. Verebély professzor megállapítása szerint Jedlik két új elemet vitt bele a szerkezetbe: az egyik az acélmágnes helyébe lépő elektromágnes, a másik a higanyvályús kommutátor. Szerinte is igazoltnak tekinthetjük, hogy az első, tisztán elektromágneses kölcsönhatás alapján működő forgókészülékek alkotója valóban Jedlik Ányos volt.

Az eredeti egyszerű készülékekből több változat is megmaradt. 1927-ben a világ leghíresebb fizikusai, köztük 11 Nobel-díjas tudóssal, Volta emlékezetére ünnepi gyűlésre jöttek össze Comói-ban. (Ezen ismertette többek között Bohr az atomfizika híres komplementáris elméletét.) A magyar posta akkor elkérte Pannonhalmáról az akkor még

ott levő Jedlik-motort, és szept. 12-én, amikor az elektromosság gyakorlati alkalmazásairól tárgyaltak, a kis készülék is bemutatásra került.

Jedlik – mint a már idézett szavai mutatták – nem gondolta, hogy új dolgot fedezett fel, ezért nem tette mindjárt közzé felfedezését. Csak 1841-ben mutatta be először az elektromágneses forgót a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók vándorgyűlésén. Ezenkívül az 1856-os bécsi előadásra is készített több kis gépet, és ezekkel kapcsolatban beszélhetett első felfedezéséről. Ez adhatott alapot ahhoz, hogy akkoriban több külföldi fizika is felemlítette találmányát. Így Guillemin könyve (magyar fordításban is megjelent: A mágnesség és elektromosság. Term. Tud. Társ. 1858.), és a Pfaundler-től átdolgozott Müller-Pouillet fizika (Neunte Auflage, 1897). Ez a III. k. 650. p. ezt írja: "Az elektromágneses motorok feltalálójának általában Dal Negro-t mondják (1934), de ilyet Jedlicka professzor (téves írással Jedlik helyett) már 1829-ben készített". Bartoniek Géza az Eötvös Collegium akkori igazgatója azt írja Saly Brunó bencés tanárhoz 1897-ben írt levelében (pannonhalmi kéziratárban): "Reitlinger a bécsi 1873-iki kiállítás Berichtjében azt írta: "Már 1829-ben kitalált Jedlick professzor Pesten egy elektromotort, amely az elektromágnes fontos hatását az erőgép javára igyekezett értékesíteni".

Jedlik nemcsak időben előzte meg Dal Negrót az elektromágneses forgó feltalálásában, hanem készüléke praktikusabb is volt, mint a riválisáé. Dal Negro ugyanis első készülékénél elektromágnes ellenkező sarkai közé függesztett fel egy acélmágneset, amely ide-oda lengett az elektromágnes sarkainak vonzó és taszító hatása következtében, ha az elektromágnességet létrehozó áram irányát alkalmas módon periodikusan változtatta. Ezért a gőzgéphez hasonlóan még egy külön mechanikai szerkezetre volt szüksége, hogy a lengő mozgást forgó mozgássá alakítsa. Ezzel szemben Jedlik készülékében a dróttekeresben folyó áram az elektromágneset közvetlenül forgó mozgásba hozta. Ezen az alaptípuson kívül Jedlik még olyan elektromágneses forgót is készített, amelynél az elektromágnes állt szilárdan, és akörül forgott az áramvezető tekeres, egy harmadik szerkezetnél pedig egy mozgó elektromágnes forgott egy nyugvó elektromágnes felett.

A tisztán elektromágneses forgást Jedlik után csak 6 évvel később valósította meg Jakobi Mórítz, aki 1834-ben mutatta be motorát a párizsi akadémia előtt. Ez sugarasan elhelyezett 12-12 szembenező elektromágneses patkóból állott, amelyek között 6 pár rúd alakú elektromágnes forgott, megfelelő kommutátóok felhasználásával. Ez tehát a Jedlik-féle harmadik megoldásnak felelt meg. Ez volt az első motor, amit már gyakorlatilag is felhasználtak, Jakobi 1838-ban csónakot hajtatott vele felfelé a Néván. A szükséges áramot 128 Grove-elem szolgáltatta, s a 12 személyes csónak 4 km-es óránkénti sebességgel haladt. A gép azonban csak 3/4 lóerőt tudott kifejteni, s a csekély eredmény annyira elkedvetlenítette Jakobit, hogy célszerűtlennek nyilvánította hogy az elektromosságot ipari célra alkalmazzák. Kísérletei 60 000 frankba (mai pénzben kereken egy millió forintba) kerültek, amit Miklós cár fedezett.

Jedliknek ennyi pénz nem állt rendelkezésére, de azért – talán Jakobi példájának hatására – 1841- 42-ben közel 1000 forintos költséggel saját tervei szerint nagyobb villamos mozdonyt készített. Ez a ráhelyezett áramforrással – elemekkel – együtt több mint másfél mázsát nyomott. Nem tudjuk, később mi lett belőle? A győri gimnázium szertárában is van egy Jedlik-féle motorral felszerelt kis villamos ősmozdony. A rajta levő felírás szerint Pesten készítette Csomortányi Elek, aki Jedlik egyik mechanikusa volt. A 4 keréken járó mozdonyt ráhelyezett akkumulátorral most is meg lehet indítani, a kis kocsis szép lassan halad előre, fogas áttétellel. A gép szerkezete lehetővé teszi, hogy a motor ne csak a mozdony asztalkáján levő forrásból kapjon áramot, hanem két sínről is, amelyet via ferrea (vas út) néven említ Jedlik feljegyzése.

Mindaddig, amíg csak elemekből lehetett áramot kapni, az ilyen próbálkozások kilátástalanok voltak, semmiképpen sem lehettek gazdaságosak. Hiszen az elemekből

előállítható villamos energia mintegy 20-szor drágább volt, mint a gőzenergia, amelyet a gőzgépek felhasználtak.

Befejezésképpen megemlítjük, hogy az újabb könyvek nem említik már Jedlik nevét az elektromotorral kapcsolatban, hiába volt a Comói-i kiállítás. Pl. Percy Dunsheath 1962-ban megjelent "A History of Electrical Engineering" című munkájában nem találjuk az elektromágneses jelenségek úttörői között Jedlik nevét. A magyar tudományosság további feladata marad Jedlik eredményeinek külföldi ismertetése.

A szódavízgyártás

Jedlik győri működését egy másik találmánya is emlékezetessé teszi, 1828-ban felfedezte a szódavíznek és mesterséges savanyúvíznek iparilag is használható készítési módját. Már az életrajzában említett cikke elején írja, hogy Gilbert Annalen der Physik 12. kötetében olvasott róla, hogy Genfben Paul és Goffe már 1789 óta állít elő savanyúvizet, de a készítési módot titokban tartották. Magyarországon szódavíz akkor még nem gyártottak. Ezért gondolt arra, hogy ő is megpróbálkozik a problémával. Olyan készüléket állított elő, melynek segítségével csekély költséggel lehetett vizet szénsavval telíteni. Készülékét a bécsi Zeitschrift für Physik und Mathematik című folyóiratban ismertette.

Eljárása lényegében a következő volt. Kénsavat oldott fel kétszerannyi mennyiségű vízben egy rézhengerben, amelynek fala több atmoszférás nyomást is kibírt. Azután a kénsavas vízbe szódát vagy finoman szitált fahamut szorított bele kézi emelővel. A rézhengerben szénsav fejlődik ilyenkor, s ezt a több atmoszférás gázt vízzel telt hengerekbe engedte. Hogy az adszorpció nagyobb arányú legyen, a készüléket, amely tengelye körül foroghatott, ide-oda forgatta. Így kapott szódavíz, vagy pedig mesterséges ásványvizet készített, ha előzőleg megfelelő arányban különféle ásványi anyagokat kevert a vízbe.

Arra is gondolt, hogy a szénsavvesztés elkerülésére az edény aljáig érő csövön át fejtse le a telített vizet. Így tulajdonképpen a mai szódavizes üveg szerkezetének felfedezője is volt. Győrött az első nyáron 150 üveg ásványvizet készített ezzel a készülékkel, és saját feljegyzései szerint az mindenkinek ízlett. Említettük már, hogy 1841-ben a pesti vándorgyűlésre összegyűjtött orvosokat és természetvizsgálókat is megvendégelte vele. Tapasztalta, hogy a hosszú utakon, rázós szekéren szállított természetes víznél az ő készülékéből jobbat kap, ezért ajánlotta a forrástól távol lakóknak a mesterséges ásványvizet.

Eötvös emlékbeszédében idézi Jedlik szavait: "Ne gondolja valaki, hogy az előállítási költségek nagyok, s ezért a felfedezés, mint sok más a gyakorlatban kivihetetlen volna. Ötven palack Rohitsi-víz (az üveget és fáradságomat nem számítva) nekem bécsi értékben 10 forintomba került, tehát egy palack 12 krajcárba, egy palack Egri víz pedig csak 3 krajcárba, holott nálunk az első 48 krajcárért, a másodikat pedig 36 krajcárért árulják". Ehhez Eötvös hozzáfűzte: "De azért bármily jövedelmező üzletnek mutatkozott a savanyú vizek mesterséges gyártása, Jedlikből még sem lett szódavízgyáros". Ebben Eötvösnek nem volt teljesen igaza. Jedlikben nemcsak a feltaláló tehetsége volt meg, hanem a gyakorlati alkalmazás iránt is volt érzéke. Fennmaradt pénztárnaplói szerint 1841-ben Pesten egy kisebb szódavízgyártó üzemet létesített. Vett hozzá 7458 db üvegpalackot, dugót, kénsavat stb. Elszámolása szerint 1842-ben 5 napszamos dolgozott üzemében 259 napon át. Mivel nem az anyagi hasznot kereste, azért a vállalkozást hamarosan rokonainak adta át.

Osztógép. Optikai rácsok

Az elektromosságtan mellett a fénytannak tett jelentősebb előrehaladást a XIX. század első évtizedeiben. Egy politikai esemény is érdekes módon belejátszott ebbe. Amikor 1815-ben Napoleon visszatért Elba szigetéről, Fresnel nem volt hajlandó uralmát elismerni, s ezért felfüggesztették mérnöki állásából. Így váratlanul néhány szabad hónapra jutott, amelyeket egészen a tudományba való elmélyülésre használhatott. 1815-től 1823-ig jelentek meg klasszikus munkái, amelyekkel a hullám-elméletet biztos alapra helyezte, s megalapítója lett az elméleti fénytannak. A további vizsgálódások a tőle kijelölt irányban folytatódtak. Jedlik nem az elméletet fejlesztette tovább, hanem a szükséges kísérleti eszközök előállítására lett a célja. Már említettük, hogy az optikai rácsok gyártására való külföldi törekvések ösztönözték, hogy maga is készítsen osztógépet. Ez már 1845 előtt el is készült.

Gépének lelke egy finom csavar, amely a hozzátartozó fogaskeréknek egy-egy fokkal való tovaforgatásakor a milliméternek csekély tört részével juttatja előre a karcoló készüléket. Eredetileg két csavar tartozott hozzá, amelyekben egy csavarmenet magassága $1 \frac{1}{3}$ mm, a hozzájuk tartozó fogaskerékeknek 100, illetőleg 200 foga volt. Így ezzel a berendezéssel 75, illetőleg 150 vonalat lehetett húzni egy mm-es közre. Miután ugyanis a fogaskerék fordulata után az üveglap újra visszahúzódott, az író szerkezet gyémánt tüvel újra egy finom vonalat karcolt az üveglapra. Mivel a régebbi osztógépek 300 – 400 vonalat is adtak egy mm-re, nyilvánvaló, hogy Jedlik célja nem annyira a beosztás sűrűsége volt, mint inkább a karcolások egyenletessége, hogy a Fraunhofer-vonalak minél tisztábban jelentkezzenek a Nap színképében.

A gép később sok módosításon ment keresztül. Jedlik írja a munkanaplójában: "Nuss mechanikus által készített gép 1854. máj.11-ig igen sok módosításon keresztül menván legalább is 1200 pengőbe került, míg végre máj. 11-én csakugyan teljesen jó eredményt adott. (...) Május 26-án sikerült a körök vonalazását villamdelejes géppel hajtani". Ekkor ugyanis Jedlik már nemcsak egyenes vonalú, hanem körös rácsokat is készített. 78 mm átmérőjű körvonalakat húzott Jedlik a négyzetes üveglapra, és ebből kiindulva 160 koncentrikus kört karcolt minden mm-re. Körvonalas rácsokat már Fraunhofer is készített.

Az osztógép munkáját önműködően végezte az elektromos gép által mozgatva. Nagyon érdekes látvány volt, amint a gépezet a karcoló tűt újra meg újra felemelte, az üveglapot közben újra visszatolta, és az újra leereszkedő tű az üveglapra vonalat húzott. Több órára is magára lehetett hagyni a beállított szerkezetet, az nagy pontossággal magától végezte munkáját.

1854-től 1860-ig újabb 1043 forintot fizetett Jedlik Nussnak a gépen végzett módosításokért, de utána már nem sokáig használta azt. 1863-ban a gép tisztítását nagy könyörgésre egy vándor mechanikusra bízta, de ez a gép szétszedése után összelopta, ami értékhez a szertárban hamarosan hozzájutott, s megszökött. Ez annyira elvette Jedlik kedvét, hogy gépét többé össze sem állította, hanem különálló darabjait belerakta egy ládába, és félretette. Így vitte magával Győrbe is, amikor nyugalomba vonult, hiszen saját pénzéből csináltatta.

Jól működő osztógépén kívül jó optikai rácsok készítéséhez megfelelő bevonattal ellátott üvegre volt szüksége. Ezzel is sokat vesződött Jedlik. Maga írja: "Több évig tartó kimondhatatlan időáldozatba kerülő és a türelmet a végletekig erőltető kutatásaim után végre sikerült 1860-adik évi február 12-ikén estve 8 órakor a sűrűen (legfeljebb 4000 vonalat számítva 1 hüvelykre) megvonalmazandó üvegek bevonására kellő tulajdonságokkal bíró gyantaféle anyagot felfedeznem". Utána részletesen ismerteti a szükséges anyagokat. Később még tovább tökéletesítette eljárását.

Rácsainak a megfigyelőre kifejtett hatását érdekesen világítja meg Kruesz Krizosztom Jedlikhez 1855-ben írt levele. A Bach-korszakban Klumann tanácsos nézte meg a pannonhalmi szertárt. "E nagyon fennhéjázó férfiú, aki a magyarnak tudományosságáról tudni sem akar, ki, mint a németizáló pártnak feje a magyar szónak tanintézeteinkből szándékolt kitiltását azzal indokolta, "a magyar nem írt még tudományos művet, melyet idegen nemzetek lefordításra méltattak volna", e férfiú a múzeumba is úgy lépett be, hogy arcán a hivatalos megvetés és elfogultság gúnymosolyát láttatá. "Szabad-e – mondám – egyik társunknak, Jedlik egyetemi tanárnak vonalzott üvegeit bemutatnom"? . . . Kezébe veszi az üvegeket, midőn én hirtelen gyertyát gyújtaték és az ablakokat bezáratám. Mily meglepetéssel állott ott a büszke ember! Az üvegeket 10 percig ki sem adta kezéből. Ilyesmi még nem került elé, így szólt végtére, s más ember lett belőle".

Jedlik maga is azt írta Gothárdnak, a herényi csillagásznak, hogy rácsai igen kapósak voltak, mert élénkebb elhajlási képet adtak, mint bárki más által készíttetek. Ettingshausen bécsi egyetemi tanár, és más fizikusok is, még az amerikaiakat sem véve ki, örültek, ha ilyenhez juthattak. Valószínűleg Párizson keresztül terjedt el a rácsok ismerete. Csapó Gusztáv írja Párizsból Jedliknek, hogy Duboscq (ismert párizsi optikus) kísérleteket tett Jedlik üvegeivel, igen megelégedett velük és ajánlotta magát az eladásuk lebonyolítására. Két év múlva sürgető levelet írt Csapó: "Duboscq Főtisztelendő úr vonalazott üvegeiből mentől többet szeretne kapni, és állítja, hogy jó áron tudná eladni". A rács áráról, s hogy mennyi kelt el belőle, nincs Jedlik iratai közt feljegyzés.

Érdekes az osztógép további sorsa. Győrött Palatin Gergely a pannonhalmi tanárképző főiskola tanára elkérte Jedlikről és Pannonhalmán nagy fáradsággal összerakta. Több évtizedes munkájával tovább tökéletesítette a gépet, s végül már 2093 vonalat karcolt vele egy mm-re. Magyarország sok tanintézete kapott olyan rácsokat, melyek ezzel a Jedlik-Palatin géppel készültek. Fröhlich Izidor, a Pármány-egyetem egykori tanára is ilyen rácsokkal végezte az elhajlított fény polarizációjára vonatkozó vizsgálatait 1876-ban. Használt eredeti Jedlik rácsokat is, de 1903 nyarán, amikor Fröhlich több napon át Pannonhalmán tartózkodott, számára Palatin több rácsot vonalazott. Olyant is, amilyent Fröhlich tudomása szerint akkor még sem Chapman, sem a világhírű Rowland nem vonalazott.

Az emberi sors különös megisméltődése, hogy Palatin Gergely hirtelen halálakor az osztógép éppen olyan szétszedett állapotban maradt hátra, ahogy ő átvette. Csak nagy munkával lehetett összerakni.

Pogány Béla "A százesztendős elektromotor" című cikkében azt írta az osztógépről: "Nagy jövővel biztató kezdet volt, azonban nem lett folytatása, valószínűleg az anyagi eszközök hiánya miatt. Pedig egészen biztos, hogy azok az összegek, amelyeket a berendezés tökéletesítésére kellett volna fordítani, bőven gyümölcsöztek volna anyagilag is, ha meggondoljuk, hogy a néhány évtizeddel ezelőtt üzemben volt rácsosztógépek ma egynek kivételével már nem működnek, és ma egy kutatómunkára alkalmas nagy és jó Rowland-rácsot semilyen áron sem lehet kapni".

Megemlítjük még, hogy mikor az osztógép Pestre került, a Műv. Min. Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoportjának mérnöke, Opitz László azt újra rendbe hozta, s ma kifogástalanul működik.

Jedlik fénytani munkásságával kapcsolatban még a Fresnel-féle tükörkísérlet módosításáról is kell beszélnünk. Fresnel berendezésében közel 180° -ra állította a két tükröt, s a tapasztalat szerint ezek helyes beállítása elég nehéz feladat. Ezért tért át Jedlik egy újabb berendezésre, amelyben a tükrök közel 90°-ra állnak egymáshoz, "ezekkel az eredménnyel könnyebben és biztosabban eszközölhető". Jedlik erről csak magyar nyelven számolt be, ezért a külföldi szakirodalom nem neki, hanem Michelsonnak tulajdonítja. Drude pl. ezt írja: "Michelson két egymáshoz közel 90°-ra álló tükröt használ, aminek az az előnye, hogy nincs szükség beállításra, ami a Fresnel-féle tükörkészülék használatát oly sokszor megnehezíti".

A Jedlik-elem

A XIX. század első felében áramforrás gyanánt gyakorlati célra csak az elemeket lehetett használni. Az ezekből összeállított telepek azonban csak ideig-óráig szolgáltatott áramot, de akkor sem egyenletesen és kellő erősséggel. A hibákon sokan igyekeztek javítani, azért a galvánelemek sokféle típusa alakult ki. Jedlik is bekapcsolódott a kutatók sorába. A Grove és Bunsen elemekkel való kísérletezései során látta meg a tökéletesítés útját. A savakat szétválasztó cellák ellenállását kisebbíteni kell, s a drága szénlemezeket házilag olcsóbban kell előállítani. Az első lépés az volt, hogy agyagcellák helyett villamos papírt kezdett használni. (Később a javított agyagcellákat is használta.) 1864-ben tették Böttgein és Schönbein közösen azt a felfedezést, hogy bizonyos szerves anyagok, gyapot, papír stb., ha egyideig salétromsavba, aztán vízbe áztatjuk őket, azt a tulajdonságot veszik fel, hogy a salétromsav további hatásának ellenállnak, s gyenge dörzsölés hatására is erős villamos hatást mutattak. Innen a villamos papír elnevezés. Jedlik 1852-ben kezdett azzal foglalkozni, hogy akkor még igen tökéletlen agyagcellák helyett ilyen villamos papírt használ a Bunsen elemben a salétromsav és kénsav elválasztására. Munkájába bevonta Csapó Gusztávot és Hamar Leót is. A velük közösen kiállított irat szerint Jedlik munkája volt: "1. a szénlemezek készítésének találmánya, 2. a szénlemezek beragasztására kellékelt Stearinin és Cerinin készítésének találmánya, 3. a rámákhoz kén és Colcotár keverék alkalmazása, 4. a rámák bevonásához a Schönbein-féle villampapír alkalmazása, 5. a Cerininnek szénlemezek beragasztására mikénti alkalmazása, 6. az elemek összekötése porcelán és gummielastikum nélkül, 7. a cellából kifejlendő légéleg elvezetésére vagy elnyelésére szolgáló szerkezet, 8. az elemek működtetésére légsav helyett chilisalétromnak alkalmazása".

Az elemek előállítására kisebb vállalatot állítottak fel, valószínűleg a Kerepesi út 4. szám alatt volt "közös gyárunk". Készítményei között szerepel pl. ez a tétel: "1854. június folyamán elkészült delevillamos mozgony 77 pengő forint 69 krajcár". Ezt a kisebb villamos mozdonyt hajtották először Jedlik elemekkel; kár, hogy nem maradt fenn. A részletes vizsgálat azt mutatta, hogy az elemeknek aránylag kicsiny a belső ellenállása és Jedlik mérései szerint a 10-es telep által működtetett ívlámpa 150-180, a 20-as telepé 542-600, a 30-asé, 1948-2183, a 40-esé 3336-3600 gyertyafényt adott. A mértani arányban történő növekedés miatt Jedlik arra következtetett, hogy "száz elem milliom gyertyánál is többet világítana". A 100-as telepet az 1855-ös párizsi világkiállításra készítették, de az idő rövidsége miatt nem volt idejük itthon kipróbálni, s a szállítás közben, mint már említettük, összetört.

A párizsi vállalkozásnak annyi eredménye volt, hogy ott is felállítottak egy kisebb gyárat, s megmaradt feljegyzések szerint báró Varicourt is belépett a vállalatba, 2600 frankot be is fizetett. Az elem szabadalmát nemcsak a Monarchiára, hanem Anglia, Franciaország és Belgium területére is megszerezték. A Természettudományi Társulat 1857. dec. 5-iki ülésén Szabó József beszámolt arról, hogy "Jedlik galvánelemeit Párizsban Duboscq használja az electricai világítás előállítására szolgáló igen jeles készülékekhez (ívlámpák) pile hongroise nevezet alatt". A párizsi vállalkozás nem hozott kellő anyagi hasznot, azért 1858-ban megszűnt. A Pesten készült legnagyobb telepet Ettingshausen vette meg – 40-es telep volt – a bécsi fizikai intézet részére, s azzal annyira meg volt elégedve, hogy levele szerint azt a bécsi tudományos akadémia előtt szándékozott ismertetni. 1858. júl.17-én 20 db., augusztusban pedig 15 elemet szállított a pesti üzem Konstantinápolyba 133 pengő 27 krajcárért. Mint utolsó vevő Fromhold doktor szerepelt 1859. decemberében.

A dinamó-elv. Az egysarkú villanyindító

Már említettük az előzőkben, hogy Jedlik már az ötvenes években kezdett az akkori egyenáramú generátorok tökéletesítésével foglalkozni. Korábban már mások is gondoltak rá, hogy a hatás növelésére jó lenne acélmágnes helyett elektromágnest használni. Sinsteden pl. 1851-ben arra hívta fel a figyelmet, hogy jó lenne több gépet összekapcsolni, és az első gépbe termelt áramot a második gép mágnesének tekercsébe vezetni, a másodikét a harmadikba, s ha ezt folytatjuk, az utolsó gép mágnesére már erős áramot termel. Ezzel szemben Jedlik zseniális gondolata az volt, hogy nincs is szükség több különböző gépre, hanem egyetlen géppel is elérhetjük ugyanezt a hatást. Ha ugyanis gépünkben elektromágnest használunk, ennek vasmagjában mindig van annyi remanens mágnesség, hogy azzal a tekercsben gyenge áramot lehet indukálni. Ha ezt az áramot újra az elektromágnes tekercsébe vezetjük, annak mágnessége erősödik, tehát erősebb áramot indukál. Ez tovább folytatódik egy bizonyos határig a mágnes telítettségéig – s végül is erős áramot kapunk gépünkéből. Ez a dinamó elve. A külföldi, különösen a német fizikai irodalom Siemenset tartja a dinamó felfedezőjének, aki 1867. jan. 17-én fejtette ki a berlini tudományos akadémia előtt a dinamó elvét. Az angolok Wheatstone-re hivatkoznak, aki kb. 4 héttel később tartott hasonló tartalmú előadást. De Jedlik prioritása mindkettővel szemben kétségtelen.

(*Carl Müller* lakatos 1906-ban levelében következőképpen számolt be *Werner Siemens* fiának a dinamó felfedezéséről: 1866. szept. 16-20-ika körül jött hozzám egy késő délutáni órában nagy tiszteletben álló főnököm – akkor én művezető voltam a Siemens und Halske cégnél – hogy a szokásos technikai részleteket megbeszélje velem. ∴ ezen alkalommal felhívta figyelmemet, hogy az induktor hatásának jelentősen növekednie kell, ha a permanens acélmágnes helyett elektromágnest használunk, amelynek tekercseit egy telepből látjuk el árammal. Nagy buzgósággal fogtam a munkához. Alig lett kész a készülék, és alig végeztük el az első kísérleteket, amikor a főnöknek kísérletezés közben az a gondolata támadt, hogy kikapcsolja a telep áramát, és a készülék elektromágnesét a saját maga által termelt árammal táplálja. Rögtön végre is hajtotta a szükséges kapcsolást. A hatás meglepően nagy lett. Villámlásszerűen érezte mindenki a megtett lépés nagyszerűségét, anélkül, hogy sejtette volna, milyen célokhoz vezet ez majd. "Ich kam, sah und schrieb". Augenzeugenberichte aus fünf Jahrtauenden. Herausgegeben von Martin Wein. 1964. Deutscher Taschenbuch Verlag. 331-332 p.)

A pesti egyetem fizikai szertárának leltárában Jedlik kezeírásával a következő bejegyzést találjuk: "Egysarki villamindító (Unipolar-inductor). Kigondolva lön Jedlik Ányos által, elkészítve pedig Nuss pesti gépész műhelyében. Beszerzési ideje 1861. Ára 114 forint 94 kr." A készülékhez, amelyet az egyetem szertárában őriztek meg, Jedlik használati utasítást mellékel, amelyben világosan kifejti a dinamó elvét: ". . . a delej forgatása folytán a sokszorozó huzalban villanyfolyam indítatik, mely a forgatott delej tekercsein átmenvén, a delejt erősebbé teszi, ez pedig ismét erősebb villamfolyamot indít s. i. t."

A leltár bejegyzése kétségtelenül bizonyítja, hogy 1861-ben már bizonyosan készen volt a gépe. Saját visszaemlékezései, régi kéziratának maradványai, mechanikusának állítása szerint már az ötvenes évek elején foglalkozott a gondolattal. Valószínűleg már 1856-ban megfogalmazta az önerősítés elvét, de ez nem bizonyítható. Az azonban kétségtelen, hogy legalább 6 évvel megelőzte Siemenset.

Érdekes, s bizonyos fokig rejtély, hogy Jedlik senkinek sem beszélt dinamójáról. Ezt mutatja pl., hogy rendtársa Fehér Ipoly fizikai tankönyvében 1871-ben megemlékezik Jedlik optikai rácsairól, de a dinamó felfedezőjének Siemenset mondja. Klupathy Jenő egyetemi magántanár 1890-ben a Természettudományi Társulat szakülésén bemutatta

ugyan Jedlik "dinamó-elektromos gépét", de azért még 1893-ban, amikor a Math. és Physikai Társulat első rendes közgyűlésén a megjelent tagokat Eötvös a szertárban kalauzolta, a felvett jegyzőkönyv Jedlik alkotásai között csak a villamfeszítőt említi. Hankó Vilmos, aki 1894-ben a Természettudományi Közönyben "Egy elfelejtett magyar találmány" címen írt Jedlik szódavízkészítő gépéről, azt javasolta, hogy a milléniumi kiállításon be kellene mutatni, Jedlik elektomágneses készülékét, osztó- és szódavízkészítő gépét", de a dinamóról nem beszélt. Acsaynak a szent Benedek-rend győri gimnáziumának értesítőjében írt megemlékezése említi meg először a dinamót, majd Eötvös az akadémián tartott emlékbeszédében ismertette részletesen a dinamó feltalálását. A Volta-centenáriumkor rendezett comói kiállításon az elektromotor mellett Jedlik dinamója is ott szerepelt. Már a külföld is kezd tudomást szerezni róla: Derry and Trevor I. Williams "A short History of Technolgy" (Oxford 1960) a 614. lapon ezt írja: "Tényként állítják, hogy már 1861-ben Jedlik magyar fizikus alkalmazta a (dinamó) elvet Budapesten egy kísérleti gépben. Ennek az állításnak részletei nem érdekelnek minket itt, ahol elég megállapítanunk, hogy az öngerjesztés elve már erősen megalapozott volt 1866-ban". Előzőleg arról beszélt a könyv, hogy 1866 körül többen felismerték a dinamó elvét. Az ötkötetes angol "History of Technology" is megemlékezik Jedlik dinamójáról.

Jedlik gépe más szempontból is újság volt. Az akkoriban kialakult gépeken a mágnes váltakozó – északi és déli – sarka előtt forgott a tekercs, s így váltakozó áram keletkezett, amelyet külön szerkezettel kellett egyenáramúvá tenni. Ezzel szemben Jedlik az első unipoláris dinamót alkotta meg, ahol szellemes kapcsolással egy fajta, ugyanazon irányú mágneses tér termeli az áramot, amely így tökéletes egyenáram. A nehézség az, hogy az állandó irányú mágnesmező minden benne mozgó vezetőben ugyanazon irányú elektromos erőt indukál, ezért a vezetők sorbakapcsolásánál az összekötő vezetőt ki kell venni a mágnes hatása alól. Különben a zárt kör egyik felében gerjesztett feszültség ellene dolgozik a másik félkörben indukált feszültségnek. Jedlik a nehézséget ügyesen megoldotta.

Gépén üreges vashenger körül két – négy küllővel ellátott – mágneskerék forog. A küllőkre a drótot úgy tekercselte, hogy az egyik kerék küllőinek külső vége mind északi, a másik keréké déli mágnességet kapott. A kétféle sarkok között a levegőn át záródnak az erővonalak, amelyek forgás közben átmetszik a gép fából készült törzsének alján elhelyezett vezetőket, s azokban áramot indukálnak. Az egyes vezetőket összekötő drótokat az üreges vashenger belsejébe tette, így kívül voltak a mágneses erőterén. A tengely hengeres üregébe helyezett és a gép faalapjába ágyazott vezetők között forgás közben az összeköttetést higannyal telt vályúkkal biztosította, amelyekbe a drótvégek belenyúltak.

Jedlik unipoláris dinamójának hátránya volt, hogy kis feszültséget adott, így pl. ívlámpához nem volt használható. Később azonban a fejlődés meghozta a gyakorlati alkalmazást. Rájöttek, hogy ezek a gépek igen alkalmasak nagy erősségű egyenletes egyenáram előállítására is. Mindenesetre gyakorlatilag kifogástalan megoldást csak 1905-ben talált Noegerrath Jakab, az amerikai General Electric mérnöke. A későbbi gyakorlati alkalmazások közül csak egyet említek meg. A Nature 1961. aug. 12-iki száma elmondja, hogy Ausztráliában Marc Oliphant, a neves atomtudós vezetésével egy kutató csoport 10 milliárd voltos proton-synchrotron készit. Új utat kellett keresniök, mert a 10 milliárd voltos és ennél nagyobb gyorsítók költsége már 10-100 millió font körül van és hasonló összeg kell a segédberendezésekhez is. Kisebb államok ekkora költséget nem vállalhatnak. Oliphant újszerű gyorsítója csak 10 m területű, de 80 000 gauss erősségű mágnes tér kell hozzá. Ezt már nem lehet vasmagú mágnessel előállítani. A szükséges áram csúcsértéke másfél millió amper, ehhez a mágnes tér állandóságának biztosítására egysarkú (unipoláris, monopoláris) generátor kell. Folyékony fémeket használnak kefe gyanánt, ebben is hasonlítanak Jedlikhez, aki higannyal dolgozott.

Jedlik dinamójával kapcsolatban egy másik felfedezést is tett: felismerte, hogy ha gépébe kívülről vezet áramot, akkor az mint elektromotor forgásba jön. Kezdetből fogva használta is dinamóját erre a célra, vele hajtatta az optikai rácsokat készítő osztógépet.

Külföldön erre csak később, véletlenül jöttek rá. Az 1873-as bécsi világkiállításon Gramme gépei is szerepeltek. Amikor a készülék közben a szerelők két Gramme gépet tévedésből összekapcsoltak, csodálkozva látták, hogy egyik hajtja a másikat. A kiállításon ezt a berendezést mindjárt szerepeltették is. Gramme ugyan már 1870-ben célzott erre a lehetőségre, de Jedlik már előtte 10 évvel gyakorlatban fel is használta.

A csöves villámszedő. Villamfesztők

Az elektromosságtan kifejlődésében először azok a jelenségek voltak ismeretesek, amelyek az elektrosztatikába tartoznak. Hogy a dörzsölés útján nyert hatás minél erősebb legyen, már a XVIII. századtól kezdve külön gépeket készítettek erre a célra. A hatás nagyságát a nyert szikra hosszúságával mérték, s a törekvés, hogy a szikra minél hosszabb legyen, valóságos gépmonstrumok készítésére vezetett. (van Marum. 1785. 61 cm-es szikrát adott.)

Jedlik egészen más úton kísérte meg hasonló nagyságú eredmény elérését. Ismeretes volt előtte, hogy az elektromosság tárolására szolgáló leydeni palackokat kétféleképpen is össze tudja kapcsolni teleppé. Az úgynevezett párhuzamos kapcsolásnál a palackok belső fegyverzeteit kötjük össze egymással vezetőleg, és külön a külső fegyverzeteket. Ezáltal jóval több elektromos mennyiséget lehet felhalmozni, mint egy leydeni palackban, de a feszültség nem nő, a telepről is csak akkora szikrát kapunk, mint egyetlen sűrítőből. Van azonban a sűrítőknek egy másik összekapcsolási módja is, a soros kapcsolás, amikor minden sűrítő belső fegyverzetét a következőnek külső fegyverzetével kötjük össze. Ilyenkor a feszültségek összeadódnak. Jedlik arra a gondolatra jött, hogy jobb lenne a leydeni palackok telepét párhuzamos kapcsolásban feltölteni, azután a megtöltött sűrítőket sorba kapcsolni. Így sokkal nagyobb szikrát várhatunk. Elmés szerkezeteket készített, amelyekkel a párhuzamos kapcsolásban megtöltött telepet könnyen át lehetett vinni soros kapcsolásba. Így 8 leydeni palackból álló telepével több mint 60 cm-es szikrát tudott készülékéből kapni.

Még nagyobb hatást ért el, amikor leydeni palackok helyett az ő "csöves villámszedőit" alkalmazta. A sűrítők kapacitását igyekezett növelni, mert a nagyobb feszültségű szikra "bizonyos tűnemények létrehozására kétségkívül hatásosan működik, ha tízszeresített feszültsége mellett villamosságának mennyisége is tízszeresített". A sűrítők kapacitása annál nagyobb, minél nagyobb a fegyverzetek felülete. A felületek nagyobbitására Jedlik oly módszert alkalmazott, amely Arago szerint már Voltánál is felmerült. 10-12 mm átmérőjű és kb. 60 cm hosszú üvegcsöveket vett, ezeket egyik végükön beforrasztotta, belül 39 cm magasan megtöltötte vasreszelékkel, kívül pedig ugyanolyan magasságig stanióllal vonta be. Ezekből a kis sűrítőkből 20-30-at egy közös nagyobb üveghengerbe tett, s gondoskodott róla, hogy a külső és belső fegyverzetek külön-külön jó vezető összeköttetésben legyenek. Az ilyen sűrítőkből – csöves villámszedőknek nevezte ezeket – álló telepről – ezt villamfesztőnek mondta – kétszer is tartott előadást a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók gyűlésén, később pedig többek kérésére Carl fizikai repertoriumában német nyelven is ismertette. 90 cm-es szikrát kapott vele. Elküldötte telepét az 1873-as bécsi világkiállításra is, hol szintén a megérdemelt feltűnést keltette és kitüntették érte. A csöves villámszedő öregkorában is legkedvesebb eszköze maradt Jedliknek.

1863-ban a Poggendorff szerkesztésében megjelenő *Annalen de Physik u. Chemie*

folyóirat számára is küldött be egy cikket csöves villamszedőről, de a szerkesztő kissé lesajnáló válaszában teljes terjedelmében nem tartotta leközölhetőnek, s csak rövid ismertetést kért. Erre Jedlik nem volt kapható. Ilyen tapasztalatával nem áll egyedül. Fermi a ma már klasszikusnak számító cikkét a rádióaktív béta sugárzás elméletéről a Nature-nek beküldötte; a folyóirat mint számukra meg nem felelőt, nem közölte. Poggendorff különben Mayer Róbert és Helmholtz első dolgozatait sem közölte az energia megmaradásáról.

Mach prágai egyetemi tanár 1876-ban ismertetett egy Jedlikéhez hasonló sűrítőtelepet, és azóta általában neki tulajdonítják a párhuzamosan tölthető és soros kapcsolatban kisüthető sűrítők telepének feltalálását. De Jedlik iratai közt megvan Machnak 1873-ban kelt levele, amelyben Jedlikről kér felvilágosítást a csöves villamfeszítőről, amelyet a bécsi kiállításon látott. Jedlik idejében a készülékével előállítható közel egy millió voltos feszültség csak érdekes volt; a gyakorlat számára semmit sem jelentett. Később változott a helyzet.

Grimsehl: Lehrbuch der Physik című könyv is foglalkozik a párhuzamos kapcsolatban megtöltött és utána sorba kapcsolt sűrítőkkal. Greinacher (1920) szellemes módszere lehetőséget adott, hogy az átkapcsolást mechanikai eszközök helyett elektromos úton valósítsák meg. Így alakult ki a kaszkádgenerátor. Ezt Grimsehl könyve szerint közép (néhány 10 000 volt) feszültségek előállítására is használják a számláló csövek és az elektronmikroszkóp számára, de a 30-as években az atom-átalakítás lett a fő cél a kaszkádgenerátor alkalmazásában. Előzőleg a rádióaktív anyagokból nyert alfa részecskéket használtak fel mesterséges atomátalakításokra, de 1932-ben Cockroft és Waltonnak sikerült hidrogén atommagokat, protonokat kaszkádgenerátorral nyert több százezer voltos feszültséggel oly gyors mozgásba hozni, hogy az a lithium atomot két hélium atommá hasította szét. A kaszkádgenerátor főleg olyan vizsgálatokra való, ahol a bombázó részecskék nagy száma a fontos, nem pedig a pontos energia. Ilyen 800 000 voltos kaszkádgenerátor van a Központi Fizikai Kutató Intézet Atomfizikai Osztályán is.

A bűvár 1938. évi első száma cikket közölt ezzel a címmel: "Jedlik Ányos gondolata a párizsi világkiállításon". Az amerikai Ohio Brass Co. által kiállított lökésgenerátorról számolt be, amely párhuzamosan megtöltött sűrítők sorba kapcsolásával 3 millió voltos feszültséget adott. Ma a hasonló készülékek sorozatban készülnek, s az 1-2 millió voltos feszültségeket főleg a légköri túlfeszültségek hatásának tanulmányozásában alkalmazzák. Ilyen egy millió voltos lökésgenerátor van a budapesti Műszaki Egyetemnek is. Ebben is nem mechanikus eszközök, hanem szikraközök átütése végzi az átkapcsolást.

Befejezésül megemlítjük, hogy Jedlik csöves villamszedői 1945-ben az építkezések folyamán összetörték. A Műv. Min. Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoportja (Opitz mérnök) újjáépítette a készüléket. Ami alkatrész az eredeti gépből megmaradt, azt mind felhasználták és megfelelően kiegészítve kifogástalanul működő gépezetet készítettek.

Jedlik egyéb találmányai

Amikor Helmholtz kísérletei a figyelmet az akusztika felé terelték, Jedlik is foglalkozott idetartozó vizsgálatokkal. Különösen a rezgések összetételét mutató Lissajous görbék keltették fel érdeklődését. Ezek előállítására többféle ügyes készüléket tervezett, s többször tartott előadást a Magyar Orvosok gyűlésein ezek ismertetéséről.

Jedlik előadásaival kapcsolatban néhány szót egyetemi óráiról is kell mondanunk. Ebben hivatkozhatunk kiváló tanítványának, később tanártársának, Eötvös Lorándnak

szavaira: "Előadása a kutató tudós előadása volt, ki hallgatóihoz úgy beszél, mint tudós társakhoz, kik előtt nem rejt el titkot, hanem feltárja leplezetlenül a maga gondolatmenetét. Az előadást élénkítő kísérleteket nem szokta volt előre elkészíteni. Behozatta az eszközt, egybeállította, működésbe hozta hallgatóságának szemeláttára, úgy hogy nekik a kísérlet nemcsak mutatványul, hanem igazi tanulságul is szolgált".

Tanulmányunk szűk keretei között nem számolhatunk be Jedlik összes alkotásairól, hiszen a fizika bármelyik ágához nyúlt, mindenütt újat alkotott. Ferenczy Viktor Jedlikről szóló nagy munkájában három és fél lapon sorolja fel Jedlik részben vagy teljesen megvalósított találmányait, felfedezéseit. Láttuk, hogy nem egy olyan készülék kapcsolódik ismert európai vagy amerikai tudós nevéhez, amely igénytelen laboratóriumában készült el először. Az eddig részletesebben tárgyaltakon kívül még röviden megemlíjük néhány alkotását.

Foglalkozott pl. az edényes légsúlymérő elvén alapuló higanyos légszivattyú tervezésével, s az előritkítással működő higanyos légszivattyúval. Nagyon érzékeny elektroszkópot tervezett, és Jackowitz pesti mechanikussal el is készítette. Többféle galvánelemmel próbálkozott így pl. a Smee elem platinázott ezüstlemezét szénlemezzel helyettesítette. Ezt távíró készülékek számára készítette, és Bécsben a Telegraph Directionnak be is mutatta. A kísérlet eredménye szerint Jedlik 12 elemes telepe erősebb áramot adott, mint az eddig használt 12 cellás Smee telep, s olcsóbb is volt. Mégsem vezették be, nem tudjuk, miért? Mangánszuperoxidos ólom lemezek polarizációjával is kísérletezett 1867-ben; ez az út vezetett a mai ólom akkumulátorokhoz. Ívlámpa szabályozókat is készített, ami nagyon fontos volt abban az időben, hiszen az ívlámpákkal való világítás jelentette az áram legfontosabb gyakorlati alkalmazását.

Elmondhatjuk, hogy fejlettebb hazai gazdasági viszonyok között Jedlik munkássága jelentős villamos ipar kifejlődéséhez vezethetett volna. A mostoha viszonyok miatt nem lehetett a műszaki, tudományos fejlődés hatásos előmozdítója.

Jedlik emléke

Verebély Jedlik két úttörő találmányának ismertetésében Eötvös akadémiai beszédére hivatkozva így beszélt: "Álljunk meg egy percre, és súlyos mulasztásaink tudatában mondjunk "mea culpa"-t. ... Azon emberöltőnyi idő alatt, amelyben a villamosság civilizációnk nélkülözhetetlen elemévé és eszközévé lett, s amely a nagy műszaki alkotások méltó dicsőítésére Németországban születni látta a Deutsches Museum-ot, nálunk senki se akadt, aki Jedlik úttörő készülékeit részletesebb ismertetéssel a feledés homályából kiemelte és országvilág előtt az őket méltán megillető polcra helyezte volna".

Azóta a helyzet megváltozott. Jedlik motorának centenáriuma a megemlékezések egész sorozatát indította meg. Elhangzott Zelovich Kornél és Verebély László előadása, a Matematikai és Fizikai Lapok 1928-ban külön Jedlik számot adott ki. A rádió is bekapcsolódott a megemlékezésbe. 1933. május másodikán a szerző, már előtte április 19-én dr Ernst Häckel professzor német nyelven tartott előadást Jedlikről a budapesti rádióban. Említettük, hogy Jedlik elektromotorát, dinamóját és villamfeszítőjét 1927-ben a Comói-i kiállításon is bemutatták. Különösen Gáti Béla posta-igazgató fáradozott az ügyben. Korán felmerült szobor felállításának terve is. Az Elektrotechnikai Egyesület keretében szobor-bizottság alakult és Gáti Béla jelezte Pannonhalmára írt levelében, hogy 1928. júliusában New Yorkba szándékozik utazni és mint az ottani egyesület tagja az amerikai elektrotechnikai egyesület vidéki székhelyein szándékozik Jedlik elektromotorát ismertetni. "Nincs kizárva az sem – írta – hogy Amerikában esetleg hamarabb sikerül szobrot állítani Jedliknek mint Budapesten. Hiszen a szobor mai költsége kb. 20 000 pengőt tesz ki, ami nem is egészen 4000 dollár" Ez a terv akkor nem valósult meg, csak később készült a dombormű, amely a szegedi dómtér árkádjai alatt hirdeti Jedlik emlékét. A háború után a Városligetben is felállították mellszobrát, és ott van a mellszobra az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központban, meg a győri bencés gimnáziumban és technikumban is. Győr hamarosan halála után utcát nevezett el róla, és 1946-ban a csepeli ált. gimnázium, meg a győri gépipari iskola – a későbbi gépipari technikum – az ő nevére vette fel. Győr városa díszsírhelyet adományozott hamvainak, és ott sírköve is megőrökíti három legnagyobb találmányának, az elektromotornak, dinamónak és csöves villamfeszítőnek emlékét.

Röviden még Jedlik alkotásainak további sorsát ismertetjük. A csöves villamfeszítő és a palackláncolat 1945-ig épségben megvolt az egyetemen. Akkor – mint már említettük – az ujjáépítés során egy állvány rájuk dőlt, és összezúzta őket, de sikerült a készülékeket ujjáépíteni. A dinamógép és a rezgési készülékek a Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoportnál (Műszaki múzeum raktára) épségben megvannak. Osztógépe és első motorjai Pannonhalmán, ill. részben a győri bencés gimnázium szertárában voltak, az ötvenes évek elején megőrzésre ezeket is átvette a Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoport, hogy majd a felállítandó Műszaki Múzeumban méltó helyet találjanak.

Szémői szülőháza helyén "Jedlik Múzeum" létesítését tervezik.

A tudomány fontossága, megbecsülése talán sohasem állott olyan magasan az emberek értékelésében, mint ma. Különösen az utolsó háború mutatta meg, hogy milyen jelentős a tudomány, a tudósok szerepe a nemzetek életében, fennmaradásának biztosításában. Churchill mondja el háború utáni visszaemlékezéseiben, hogy 1940. második felében az Angliáért folytatott nagy légi harc idején, "hiába lett volna az angol repülők minden hősiessége és ügyessége, hiába az angol nép kitartása a szörnyű megpróbáltatások közt, ha nem járult volna hozzá az angol tudósok csodálatos találékonysága". Éppen ilyen fontos azonban a tudósoknak a békés építőmunkában adott segítsége is.

A mai tudósok megbecsülésével együtt jár az elmúlt századok nagy tudósai iránt kifejezett hódolat. Megbecsülik munkájukat, tiszteletben tartják a fennmaradt relikviáikat. Néha ezt már szinte túlzásba viszik. V. Jones professzor mondja el a Nature 1963: okt. 5-iki számában, hogy amikor Dee 1945-ben Glasgowban járt a Kelvin emlékek között egy üveges szekrényt is látott tele üvegcséréppel, s alatta a tiszteletteljes felírást: "Üvegek, amelyeket Lord Kelvin tört össze, amikor vákuumot akart előállítani". De inkább a túlzással vétkezzünk, mint a nemtörődömséggel.

Mi magyarok nem vagyunk olyan gazdagok nagy emberekben, hogy könnyelmű felületességgel elhanyagolhatnók őket. Kell, hogy emléküket tiszteljük, hagyatékukat szerető gonddal őrizzük. Az angoloknak nagyjaik számára megvan a Westminster Apátságuk, a franciáknak a Pantheonjuk. Mi csak szellemünkben tudunk pantheont készíteni nagy íróink, politikusaink, tudósaink emlékének. Ezek sorába kell, hogy méltó hely jusson Jedlik Ányosnak, a múlt évszázad csendben, önzetlenül dolgozó tudósának is.

Barnabás Holenda

**Ányos Jedlik, Entdecker des
Urdynamo und Urelektromotors,
entdeckte und formulierte als erster das
dynamoelektrische Prinzip**

Ányos Jedlik Gesellschaft

Budapest, 2015

Lektor:

Prof. Dr. – Ing. Tibor Horváth
Budapester Technische Universität Lehrstuhl für Hochspannungstechnik und -geräte

Ins Deutsche übertragen von Margot Szepessy

Lektor: Dip.-Ing. Sándor Szepessy

© Barnabás Holenda, 1967

JEDLIKS BIOGRAPHIE

István Ányos Jedlik wurde am 11. Januar 1800 in Szémő (Szímő), im damaligen Komitat Komárom geboren. Seine Eltern, Ferenc Jedlik und Rózália Szabó waren einfache Bauern, Viertelgrundstücks-Leibeigene des Fürstprimas, zu dessen Érsekújvárer Dominium auch der Ort Szémő gehörte. Jedlik war seitens der Schwester der Mutter der erste Cousin des Dichters Gergely Czuczor.

Ferenc Jedlik war auch zu finanziellen Opfern bereit, wenn von der Ausbildung seines begabten Kindes die Rede war. Nach dreijähriger Schulausbildung im Heimatort schickte er den zehnjährigen István in das Benediktinergymnasium nach Nagyszombat, vielleicht auch mit dem Ziele dort die slowakische Sprache zu erlernen. Die 4. Klasse des Gymnasiums besuchte er jedoch schon in Pozsony /Pressburg/ bei den Benediktinern, weil ihm sein Vater dorthin schickte, um auch Deutsch zu lernen. Der junge Jedlik war also schon dreisprachig, aber es ist interessant, dass in seinen Handschriften, die ganze Kisten füllten, kein einziges slowakisches Wort zu finden ist und obwohl er fließend Deutsch sprach und schrieb, stand auch hier seine ungarische Denkweise an erster Stelle, besonders bei der Wortfolge.

Grösste Wirkung auf ihn hatte unter den Pozsonyer Lehrern Leo Gácsér, der spätere Abt von Dömölk. Seinem Rat ist es zu verdanken, dass Jedlik nach Abschluss des Gymnasiums in die Benediktinerabtei in Pannonhalma ging, um dort Aufnahme in den Benediktinerorden zu bitten. Seinem Beispiel folgte auch sein Cousin Czuczor, der sein Klassenkamerad war. Die fleissigen, begabten Knaben nahm man gerne in Pannonhalma auf, und am 25. Oktober 1817 zogen sie die Ordenskleider der Benediktiner an. Dann bekam Jedlik den Mönchsamen Ányos und Czuczor wurde Gergely.

Nach Abschluss des einjährigen Probejahres setzte Jedlik seine Ausbildung an der Fakultät Philosophie seines Ordens in Győr fort. Dieser zweijährige Lehrgang entsprach der damaligen akademischen philosophischen Fakultät. Aufgrund der 1808 herausgegebenen königlichen Verordnung konnten nämlich die lehrenden Orden philosophische Lehrgänge für ihre Zöglinge aufrechterhalten, wenn sie für Professoren sorgten, die an der Pester Universität ausgebildet waren und die Lehrpläne mit der Akademie aufeinander abgestimmt waren.

Um die Vorbildung Jedliks kennenzulernen lohnt es sich zu erwähnen, was damals in Physik an der Akademie gelehrt wurde. Die Physik war Lehrfach des zweiten Studienjahres, deshalb bezeichneten sich die Philosophen des 2. Studienjahres auch als Physiker.

Die Ratio educationis, aus dem Jahre 1806, die auch die Ausbildung an der Akademie regelte, schrieb zwar keinen detaillierten Physik-Unterrichtsstoff vor, aber über die Anwendung der Mathematik in der Physik wurde festgelegt, dass besonders die Gravitations – und Anziehungskräfte – abgeleitet aus den Gesetzen von Kepler – zu unterrichten sind; ausserdem die Gesetze der Pendelbewegungen und die Eigenschaften der Linsen und Spiegel. Nicht nur der Unterrichtsstoff war eng bemessen, sondern auch die entsprechenden Fachdozenten, und auch die erforderlichen Lehrmittelsammlungen fehlten. Charakteristisch ist was z.B. Zoltán Ferenczi in seiner Arbeit über "Deáks Leben" schreibt, als er erwähnt, dass Ferenc Deák /schaffte 1867 den Ausgleich mit österreich/ in den Studienjahren 1817/18 und 1818/19 den Philosophen-Lehrgang an der Königlichen Akademie in Győr absolvierte:

"Lőrinc Gröbler, der Physikdozent, sprach nur gebrochen ungarisch. Weder der Statthalterrat, noch die Direktion des Studien-Fonds dachten an die erforderliche Ausrüstung, z.B. hatte Gröber überhaupt keine Lehrmittel. Er unterrichtete – so gut es ging – ohne Lehrmittel. Als er Ferenc Deák im 2. Studienjahr unterrichtete und seine Fähigkeiten erkannte, riet er ihm, die Physikvorlesungen im besser ausgestatteten Benediktiner-gymnasium zu besuchen. Deák befolgte diesen guten Rat und besuchte mit einem seiner

Lieblingskommilitonen János Zichy aus Mágocs /Vater des ungarischen Malers Mihály Zichy/ 1818/19 diese Lehrgänge, die Mór Czinár hielt. Das Verhältnis zwischen dem freundlichen und gebildeten Lehrer und dem ausgezeichneten Schüler wurde bald herzlich."

Auch Jedlik wurde in Mathematik und Physik von Mór Czinár unterrichtet, dem späteren Akademiker, der jedoch seinen wissenschaftlichen Ruf eher durch seine historischen Arbeiten erwarb. Unter diesen Umständen ist es offensichtlich, dass Jedlik während seines Philosophie-Studiums eher Lust für Physik bekam, als richtige Grundeinführung in die Fachwissenschaft. Von grösserem Wert war es, dass er sich den Rat Czinárs aneignete: "Nicht das ist die echte Wissenschaft, die ihr gut lernt, sondern die, die ihr gut durchdenkt." Die Atmosphäre war zu dieser Zeit im Győrer Benediktinerhaus für wissenschaftliches Denken sehr förderlich. Dies zeigen auch folgende Daten: 1825 erschien der 1. Band des achtbändigen Physikalischen Wörterbuchs von Gehler in Neuerscheinung. Den Gepflogenheiten entsprechend, enthielt es die Namen der Abonnenten. Vier ungarische Buchhändler hatten neun Exemplare abonniert, ausserdem enthielt die Liste die Namen zehn anderer ungarischer Abonnenten. Unter den zehn Abonnenten waren sieben Győrer Benediktinerlehrer, unter ihnen stand selbstverständlich auch der Name von Mór Czinár.

Nach Abschluss des Philosophenlehrgangs gelangte Jedlik zurück nach Pannonhalma, wo er mit seinen theologischen Studien begann, und sich gleichzeitig auf seine Philosophie-Promotion vorbereitete. Dies bedeutete auch damals nicht nur die Vertiefung in einen begrenzten Wissenschaftszweig, denn zum Erlangen der Doktorwürde musste man Prüfungen in Mathematik, Physik, Philosophie und Geschichte ablegen. Am 31. Oktober 1822 erhielt Jedlik den Dokortitel "artium liberalium et philosophiae doctor". Sein Erzbischof versetzte Jedlik nach Győr, wo er die 3. Klasse /Grammatika/ unterrichtete, aber nur für ein Jahr. Danach setzte er erneut in Pannonhalma seine theologischen Studien fort und wurde am 3. September 1825 zum Oepferpriester geweiht.

So beendete Jedlik seine Ausbildung, aber durch den speziellen Charakter dieser und da niemand im Land war, der ihm mit Hilfe und Informationen zur Seite stand, der ihm eine Wissenschaftsrichtung gezeigt hätte, musste er aus eigener Kraft den steinigen Weg der wissenschaftlichen Arbeiten einschlagen. Auch er musste das viele Herumstolpern, die halb bewussten Versuche bis zum Ende durchführen, die jeder Autodidakt macht und gerade die Arbeit der wertvollsten Jugendjahre lähmen.

Jedlik begann seine Physiklehrer-Laufbahn in Győr, nach seiner Priestereihe bestimmte die Ordensdirektion, dass er im philosophischen Lehrgang seines Ordens Naturwissenschaften, Naturkunde und Landwirtschaft, unterrichten soll. Seine Arbeiten lenkten sich damals in eine bestimmte Richtung: die Naturwissenschaften, darunter nahm die Physik sein ganzes Interesse ein. Jedlik hatte die Gelegenheit deutsche wissenschaftliche Zeitschriften zu studieren. So erweckte der gewaltige Aufschwung bald seine Aufmerksamkeit, den die Elektrizität zu dieser Zeit bewirkte. Er begann sich auch mit den auftauchenden Problemen zu beschäftigen, und mit der Zusammenstellung von Geräten, die er aus den Zeitschriften kennenlernte. Jedliks besondere Fähigkeit, die ihn mit den grössten Physikern des Jahrhunderts in eine Reihe stellte, trat schon damals hervor. Als junger Physiklehrer fertigte er 1828 als erster auf der Welt ein Drehwerk an, das nur rein durch Elektromagnetismus funktionierte.

Obwohl Jedlik seine Ergebnisse nicht publizierte, beweisen seine Memoaren und einstigen Aufzeichnungen, dass er mit seinen Studien allen ausländischen Entdeckern des Elektromotors zuvorkam.

Die Elektrizität war nicht das einzige Fachgebiet, auf dem Jedlik mit seinen Forschungen begann. Fast auf die gleiche Zeit fällt auch die Entdeckung der Sodawasser-Herstellung. Die, obwohl nicht von so grosser Bedeutung, seine bedeutende Fähigkeit gut demonstrierte, die es ihm ermöglichte, die auftretenden Probleme in der Praxis zu

verwirklichen. Mit dieser Erfindung begann auch seine literarische Beschäftigung. Er schickte eine lateinische Dissertation seiner Erfindung an die Redaktion, der in Wien erscheinenden Zeitschrift für Physik und Mathematik von Baumgartner und Ettingshausen. Diese wurde auf Deutsch übersetzt und auch 1829 publiziert. Damit begann die Beziehung, Freundschaft, zur Redaktion Ettingshausen. Auf Abbildung 1 ist ein Jugendbild Jedliks zu sehen.

Tomás Kovács, der Erzabt, schickte Jedlik im April 1831 von Győr an die Akademie in Pozsony /Pressburg/, wo er Dozent der Naturwissenschaften; Naturkunde und Landwirtschaft wurde. Der Benediktinerorden hatte sich nämlich verpflichtet, die philosophische Fakultät der Pozsonyer Akademie mit entsprechend ausgebildeten Dozenten zu versorgen. Dementsprechend – wenn ein Lehrstuhl leer geworden war – wurde dieser womöglich mit einem Benediktiner besetzt.

Die physikalische Lehrmittelsammlung war auch in Pozsony ziemlich spärlich. Die Basis bildeten einige naturwissenschaftliche Instrumente und naturwissenschaftliche Präparate, die 1784 von Nagyszombat hierher gebracht wurden, als die Akademie nach Pozsony verlegt wurde. Die Ergänzung erfolgte sehr langsam, das Budget von 40 Forint wurde fast zur Gänze für Reparaturen und kleinere Ankäufe verwendet, für Neuanschaffungen blieb kein Geld übrig.

"Die Benediktiner" – schrieb T. Ortvaý in seinem Buch "100 Jahre aus dem Leben einer heimischen Hochschule" – namentlich Jedlik und Rómer – sind eigentlich als die eifrigsten Betreuer des Museums /Lehrmittelsammlung/ zu betrachten. Sie waren es tatsächlich, die Mühe und seitens der Leitung Beziehungen /Lobby/ nicht scheuten, die bestrebt waren, die Sammlung zu ergänzen. Schon 1835 bekamen sie eine grössere Unterstützung, 1839 wurden ihnen sogar 1340 Forint überwiesen, um davon je einen Stahlmagnet-Gleichstromgenerator für die Akademien in Pozsony, Kassa, Várad und Győr sowie für die Pester Universität anzuschaffen. In den Pfingstferien 1839 besprach Jedlik die Maschinendetails mit dem Wiener Mechaniker Ekling, der die Maschine nach Plänen von Ettingshausen anfertigte. Die ungarischen Maschinen waren keine einfachen Kopien der bisherigen, sondern Jedlik nahm nützliche Modifizierungen vor, er machte den Mechaniker auf einen Fehler aufmerksam, der die Wirkung verringerte.

Jedlik dachte schon anfangs seiner Pozsonyer Lehrtätigkeit, im August 1831, daran, sich am Physikalischen Lehrstuhl der Pester Universität zu bewerben, der nach dem Tode von Ádám Tomcsányi vakant wurde, aber der Erzabt riet ihn davon ab. Als aber dieser Lehrstuhl 1837 erneut frei wurde, reichte auch er seine Bewerbung ein. Die Bewerber mussten eine Prüfung ablegen. Diese Prüfung bestand aus einem schriftlichen und mündlichen Teil. Innerhalb von 12 Arbeitsstunden mussten sie drei vorgeschriebene Thesen ausarbeiten, danach folgte die mündliche Prüfung, in der nach freigewählten Themen 20 Minuten-Vorlesungen in deutscher und lateinischer Sprache zu halten waren. Aufgrund dieser Prüfung wurde Jedlik zum Universitätsprofessor ernannt. Am 1. März 1840 nahm er diese Lehrstuhl-Stellung an.

Bis Jedlik an den Lehrstuhl kam, hatte sich langsam auch das geistige Leben des Landes verändert. Spürbar wurden die Auswirkungen der Reformzeit auch auf den Gebieten der Naturwissenschaften und Technik. Graf István /Stephan/ Szecheny's Reformbestrebungen dienten in erster Linie der wirtschaftlich-technischen Entwicklung. Unter den praktischen Zielsetzungen fungierten schon anfangs der Regulierungsplan der Flüsse Donau und Theiss, die Dampfschiffahrt, die Gründung von Walzenmühlen, der Bau einer ständigen Donaubrücke u.a. Auf Drängen Szecheny's begann 1833 die Dampfschiffahrt auf der Donau. 1846 fuhr bereits die erste Dampfeisenbahn, zuerst zwischen Pest und Vác. Inzwischen hatte Lajos Kossuth /Reichsverweser, kämpfte für die Unabhängigkeit Ungarns/ den "Schutzverein" zur Unterstützung der heimischen Industrie gegründet, um Österreichische Industrieartikel zu verdrängen. 1845 hatte dieser Verein schon fast 100 000 Mitglieder.

Grosses Hemmnis aller Aktionen war jedoch die Armut des Landes, ausser der wirtschaftlichen Rückständigkeit war es die Wirtschaftspolitik der Wiener Regierung, die Ungarn förmlich als Kolonie Österreichs machte. Ungarns Industrie und Handel waren nicht mit denen Österreichs vergleichbar, und in Ungarn war das Lebensniveau auch viel niedriger. Es fehlte das erforderliche Kapital zum Start von Unternehmungen, und noch lange blieb das ein Haupthindernis der Technikentwicklung.

Für die Entwicklung, den Fortschritt, verrichteten die neugegründeten wissenschaftlichen Gesellschaften einen grossen Dienst. Die Akademie beschäftigte sich aber hauptsächlich mit der Pflege der ungarischen Sprache und Förderung der historischen Wissenschaften, aber die Naturwissenschaften kamen darin nicht zu Wort. Diese Arbeit wurde durch die 1841 gegründete Naturwissenschaftliche Gesellschaft ergänzt. Neben der in den Fachabteilungen durchgeführten wissenschaftlichen Arbeit, tauchte gleich zu Beginn der Plan auf, für Interessenten mit Experimenten verbundene Präsentations-Vorlesungen abzuhalten. Ebenfalls 1841 begannen die Wanderversammlungen der Ungarischen Ärzte und Naturwissenschaftler. Auf der ersten Versammlung fungierten auf der Tagesordnung allerdings nur medizinische Fragen, aber auf der 2. Versammlung des gleichen Jahres finden wir bereits Physik-Vorlesungen. Es war sehr nützlich, diese Wanderversammlungen immer in einer anderen Stadt des Landes abzuhalten, so konnte sich auch die Provinz in die wissenschaftliche Arbeit einschalten. /Aufzeichnungen zufolge nahmen in den ersten 50 Jahren 11 011 Mitglieder teil./ Diese Versammlungen gaben die Möglichkeit für persönliche Begegnungen, Meinungsaustausch, die immer sehr nutzbringend waren. 1841 wurde auch der "Industrieverein" gegründet, für die Verbreitung nützlicher praxisbezogener Informationen. Es gab auch eine Mechanische Fachabteilung – ihr erster Präsident war Jedlik – und in diesem Rahmen nahm er den Aufzeichnungen zufolge z.B. in acht Fällen an der "Ausprobierung von Dampflokomotiven" teil, ein andermal rechnete Jedlik die Daten einer 13,3 PS-"Getreidemahl-Dampfmaschine" aus.

In all diese Geistesbewegungen schaltete sich auch Jedlik von Anfang an ein, aber als Professor und Forscher war die Entwicklung der Universtäts-Lehrmittelsammlung seine erste Aufgabe. Als 1919 A. Einstein gefragt wurde, wo sich sein Laboratorium befände, sagte er auf seine Schreibmaterialien zeigend: "Das ist mein Laboratorium." Die Situation eines Experimentalphysikers ist jedoch ganz anders. Die gut ausgerüstete Lehrmittelsammlung war auch schon damals unerlässlich, wenn man auch die damaligen Verhältnisse nicht mit heutigen Masstäben messen kann. Der Physiker-Nobelpreisträger Chen Ning Yang sagt in seinem Buch "Elementary Particles", dass auch I.I. Thomson und H. Hertz zuerst vergebens versuchten die Kathodenstrahlen durch elektrische Kraft abzulenken, weil sie bessere Vakuumröhren gebraucht hätten. "Das war jedoch leichter gesagt, als getan – bemerkt Thomson -; die Herstellung von Hochvakuen stand damals noch in den Kinderschuhen." Es ist nützlich solche Informationen zu lesen, die helfen, die grosse Pionierleistung Jedliks besser einzuschätzen. /Nicht zu vergessen ist, dass Jedlik seine Tätigkeit in jener Zeit begann, in der in Gehlers Physikalischem Wörterbuch unter dem Stichwort Stromanzeiger als wichtigstes Instrument die zuckenden Froschschenkel bezeichnet wurden./ Dieses Experiment kann auch gegenwärtig in den Lehrmittelsammlungen der Gymnasien durchgeführt werden./

Die Ausrüstung der Lehrmittelsammlung an der Pester Universität war jedoch auch im Vergleich zur damaligen Zeit sehr ärmlich. Bei 64 Forint Jahrespauschale konnte nicht daran gedacht werden, dass man Mängel der Lehrmittelsammlung ergänzen kann, um mit der sich immer dynamischer entwickelten Physik Schritt zu halten. Aus Jedliks überlieferten Aufzeichnungen ist gut zu sehen, wie er vergeblich um finanzielle Mittel kämpfte, die die ersten Jahre seiner Universitätslaufbahn zum grössten Teil ausfüllten. Ein heutiger Forscher wird dies kaum verstehen.

Eine Eingabe folgte der anderen. Jedlik berief sich z.B. darauf, dass er zwischen 1843-

1845 wegen Reparaturausgaben insgesamt nur 56 Forint für Neuanschaffungen von Lehrmitteln ausgeben konnte. Er berief sich auch auf ausländische Beispiele. Die Wiener Universität z. B. bekam ab 1835 jährlich 1100 Forint und ausserdem öfters grössere gelegentliche Unterstützungen. Bei der Grösse der Unterstützungen waren sogar einige ungarische Institute bessergestellt als die Pester Universität.

Einen bedeutenden Erfolg der vielen Eingaben brachte nur das Jahr 1852, die Jahrespauschale wurde auf 400 Forint erhöht. Inzwischen hatte jedoch Jedlik schon vom eigenen Geld viel für die Entwicklung der Lehrmittelsammlung geopfert. Diese Summe war bis 1848 auf 1572 Forint angestiegen, was eine sehr bedeutende Summe war, wenn wir betrachten, dass das Gehalt an der Universität zur damaligen Zeit nur jährlich 1000 Forint betrug. Seine Ausgaben wurden später teilweise zurückerstattet, da man 1850 für die von Jedlik beschafften Lehrmittel 971 Forint überwiesen hatte.

Jedlik hat bis 1850 auch im Rahmen der Universität in Betrieb gehaltenen Ingenieurinstitut /Institutum Geometricum/ unterrichtet und hielt Vorträge über die Elektrizitätswissenschaft. Hier, sowie in seinen Universitätsvorlesungen verwendete er die damals den Vorschriften entsprechende lateinische Sprache. Mit Freude vernahm er die 1843/44er Parlamentsentscheidung, die als amtliche Unterrichtssprache das Ungarische festlegte. "Zuallererst kann ich Sie in der heimischen Sprache ansprechen" – sagte er in seiner Ansprache am 8. Oktober 1845 /diese Schrift wird in der Handschriftensammlung in Pannonhalma aufbewahrt/, "damit ich die Freude wahrnehmen kann, die jeder Ungar, der die Heimat liebt, fühlen muss, da auf allgemeinen Wunsch unser würdiger, majestätischer König unsere Heimatsprache auch vor den Türen der Unterrichtsanstalten öffnete."

Grosse Schwierigkeit bereitete jedoch das Fehlen einheitlicher ungarischer Fachwörter, deshalb musste man zuerst die ungarische wissenschaftliche Sprache entwickeln, bevor man die Vorschrift in Gänze hätte durchführen können. Auch Jedlik nahm an dieser, durch Ferenc Toldy durchgeführten Arbeit teil, deren Ziel es war, – besonders für den Mittelschulenunterricht –, die ungarische wissenschaftliche Fachsprache zu schaffen. Im 1858 erschienenen deutsch-ungarischen wissenschaftlichen Fachwörterbuch schrieb Jedlik die Kapitel Physik, Chemie und Mechanik. Als Beispiel sollen einige Wörter dienen, die auch heute noch verwendet werden. Dies sind:

Kolben /dugattyú/, arithmetische/geometrische Progression /haladvány/, senkrecht /merőleges/, Trägheitsmoment /tehetetlenség nyomaték/, Ersatzkraft /eredő erő/, Teilmaschine /osztogép/ u.a.

Der 1848er Freiheitskrieg, die Revolution, dessen Ereignisse auch stark in das Leben von Jedlik eingriffen, hatten ihn für einige Zeit aus seiner ruhigen Arbeit herausgerissen. Im Studienjahr 1847/48 wurde er Dekan der Philosophischen Fakultät. In schweren Zeiten musste er dieses Amt bekleiden. So schrieb er: "Ein jeder spürt, dass in solchen Bewegungen weder die Universitätsprofessoren, noch die Hörschaft nicht gleichgültig bleiben konnten."

Dies konnte selbstverständlich nicht ohne Schaden der Ausbildungsinteressen erfolgen. Seinen Aufzeichnungen zufolge, hat die Jugend am Vormittag des 15. März 1848 die Universität verlassen, nachmittags scharte sich der Grossteil noch zusammen, aber bis zum 4. April erschienen sie nicht zu den Vorlesungen. Der Statthalterrat beschloss, dass mit den Vorlesungen am 22. März neu begonnen werden sollte, und Jedlik musste darauf in Hinsicht auf seine Stellung drängen, deshalb wurde er unpopulär. Die sich gegen ihn erhobene Stimmung hatte sich so gesteigert, dass man vom Kultusminister seine Entlassung verlangte. Baron Loránd Eötvös, der damalige Kultusminister, fand keinen Grund den verdienten Professor zu entlassen, dessen Patriotismus keinen Zweifel aufkommen liess. Um die Studenten zu beruhigen tat er jedoch soviel, dass er Pál Gelentzei zum ordentlichen Professor ernannte und es jedem überliess, ob sie die Vorlesungen von Jedlik oder Gelentzei hören wollten. Im Verlauf der Vorlesungen hat Jedlik den Grossteil der Studenten zurückerobert.

Einer Dekan-Aufstellung vom 30. Juni 1848 gemäss, haben bei Jedlik 65, bei Gelentzei 20 Ingenieurstudenten ihr Mechanik-Rigorosum absolviert. Aber der normale Universitätsablauf war nicht von Dauer. Im November 1848 wurde der Experimentiersaal zuerst als Fechtsschule, dann als Krankenhaus, die Lehrsäle in eine Kaserne umgestaltet.

Jedlik hat auch in dieser schweren Zeit Pest nicht verlassen, obwohl ihn sein Bruder in das elterliche Haus einlud. Als Graf Jellachich /österreichischer General/ mit dem Angriff gegen Ungarn begann, schaltete sich auch Jedlik in die Verteidigung der Hauptstadt ein. Der 49jährige Wissenschaftler trat unter die Landstürmler. Seinem Tagebuch zufolge, hat er schon am 27. Juni für 40 bis 50 Forint ein Gewehr gekauft, Anfang September Schiesspulver und einen Schiesspulver-Behälter, und er versorgte sich entsprechende Bekleidung zusammen mit einem Tschako. Mehrmals hat er auch in den kritischen Septembertagen bei der Aushebung von Schützengraben zum Schutze der Stadt teilgenommen, bis der Sieg am 29. September in Pákozd /am Velencer See, unweit von Budapest/ die Gefahr überwand. Später hat Jedlik mit ängstlicher Sorge seine Lehrmittelsammlung bewacht, obwohl man ihm dann schon die Schlüssel abgenommen hatte. Heinrich Hentzi /österreichischer General/ hat während der Budaer Belagerung mit Brand- und Zerstörungsgeschossen Pest bombardiert. Dann hat Jedlik – laut Bericht der Sammlung – "um die Geräte vor der Bombardierung zu retten, die Lehrmittelsammlung mit einem geliehenen Generalschlüssel öffnen lassen, und den Inhalt während der Bombardierung, unter grösster Kraftanstrengung, zum Grossteil in den Keller und in sichere Universtätsgebäude vor der Vernichtung gerettet." Die während der Belagerung aus der Sternwarte auf den Gellért-Berg geretteten Instrumente und Bücher hat Jedlik auch eingepackt – und als die Schiffsbrücke erneut fertiggestellt wurde – in das Universitätsgebäude transportieren lassen.

Nach Niederschlagung der Revolution von 1848 mussten sich auch die Universitätsprofessoren vor dem Kriegsgericht rechtfertigen. Nach Jedliks Aufzeichnungen mussten sie auf drei Fragen antworten:

1. Ob sie die Unabhängigkeitserklärung Ungarns eigenhändig unterschrieben haben, und ob sie an deren Erstellung beteiligt waren?
2. Ob sie oder ihre Verwandten ein bürgerliches oder militärisches Amt bekommen haben?
3. Ob sie die an die ungarische Regierung gerichtete Huldigung unterschrieben haben?

Jedlik hatte zwar diese Huldigung unterschrieben, aber ansonsten am politischen Leben nicht teilgenommen; so bekam er nach halbjährigem Hin und Her am 16. April 1850 seinen Freispruch. In Wehmut für seine Landsleute schrieb er auf die Rückseite seiner Übernahmebestätigung folgende Worte: "Auf uns lasten traurige Zeiten, da man eher das blinde Schicksal, als das Verdienst beim Lauf der Dinge steuern sieht."

Sein Cousin Czuczor, Verfasser von "hiradó" /revolutionäre Zeitung/ war bereits in schwerem Eisen gefesselt in die Kufsteiner Gefangenschaft weggeschleppt worden.

Jedlik war glücklicher, er konnte zu den Wissenschaften zurückkehren. 1850 erschien der erste Band der naturwissenschaftlichen Elemente unter dem Titel: "Naturwissenschaft der schweren Körper. /Er hat ihn auf eigene Kosten herausgegeben. "Wenn alle verkauft werden – schrieb er – abzüglich 1/4 Honorarium für die Buchhändler, kämen 3220 Forint herein, abzüglich der Unkosten von 1665 Forint, so wäre der Preis für diese mühsame Arbeit 1555 Forint. Das ist aber ein bitterer Verdienst."/ Darin behandelte er die Mechanik und Akustik, verbunden mit chemischen Elementen; damals gab es nämlich noch keine extra Fakultät für Chemie an der Pester Universität.

Die von der Akademie zwischen 1845-1850 erschienenen naturwissenschaftlichen Arbeiten Jedliks wurden mit 200 Goldtalern ausgezeichnet. 1858 wurde Jedlik zum

ordentlichen Mitglied der Wissenschaftlichen Akademie gewählt. Im folgenden Jahr hielt er seine Antrittsrede "Bestimmung der ganzen Funktion der elektrischen Anlagen." Er beschäftigte sich darin mit der Aufgabe, wie man experimentell die gesamte Energie bestimmen könnte, die ein galvanisches Element während seiner ganzen Inbetriebnahme produzieren kann. Für diesen Zweck stellte er ein komplexes Voltmeter zusammen, mit dessen Hilfe nicht nur die Menge des Knallgases festgelegt werden konnte, das eine Batterie entwickeln kann, wenn sie ganz bis zu ihrer Erschöpfung in Betrieb gehalten wird, sondern man konnte auch den gesonderten Teil in je einer bestimmten Zeit messen. Auf diese Weise bekommen wir ein Bild, was für Schwankungen die Stromstärke auch während ihrer Inbetriebnahme ausgesetzt ist. Nicht vergessen dürfen wir, dass damals noch die Batterie die einzige Stromquelle war.

Längere Zeit beschäftigte sich Jedlik mit zusammenhängenden Fragen bezüglich der galvanischen Elemente. In Kenntnis der Schwächen der damaligen Elemente, versuchte er deren Vervollkommnung. Aus der Modifizierung des Bunsenelements entstand das Jedlik-Element. In seine Arbeit waren auch Gusztáv Csapó und Leó Hámár einbezogen. Auf die Pariser Weltausstellung 1855 wurden auch aus Elementen angefertigte Anlagen geschickt. Aus Jedliks Briefen der Pannonhalmer Schriftensammlung wissen wir, dass Gusztáv Csapó auf die Ausstellung reiste, und dass in Paris die dort angekommenen Instrumentenpakete fürchterlich nachlässig behandelt wurden. Übereinander wurden die noch nicht geordneten Gegenstände auf einen Haufen gelegt. So ist es nicht verwunderlich, dass die grosse Anlage – aus 100 Elementen bestehend – so zugrunde gerichtet wurde, dass man nur die Konstruktion selbst zeigen konnte. Die entsandte Kommission konnte nur eine kleinere Anlage während des Funktionierens prüfen. Man fand sie stärker als ein Bunsen-Element und wurde mit einer Bronzemedaille ausgezeichnet. Auch nach Meinung des Universitätsprofessors Stoczek "Bei komplizierten, geschickte Handhabung erforderlichen Experimenten sind die routinierten Bedienpersonen wichtiger, als je welche aus Wien oder Prag hergeschickte Instrumente."

Die Leistung der Elemente zeigt auch folgende Überlieferung. Am 10. August 1856 kamen die Benediktiner Physiklehrer zu einer Besprechung in Pannonhalma zusammen. Darüber schrieb Krizosztom Kruesz, der Erzabt, in sein Tagebuch: "Den Vorsitz führte Ányos Jedlik, der mit seinen mitgebrachten Geräten ausserordentlich interessante Dinge präsentierte. Abends wurden im viereckigen Hof des Urklosters die aus 22 Elementen bestehende elektrische Jedlik-Anlage vorgeführt. Das Licht war so stark, dass trotz Neumond der Kirchenturm aussah, als ob er brennen würde, und die Dorfbewohner von St. Marton kamen schon auf den Berg, um das vermeintliche Feuer zu löschen." Daraus kann man folgern, was es für eine Wirkung gehabt hätte, wenn in Paris die Anlage mit den 100 Bogenlampen funktioniert hätte.

Gleichzeitig mit den galvanischen Elementen bemühte sich Jedlik auch um die Lösung eines viel wichtigeren Problems: seit Anfang der 1850er Jahre bemühte er sich um die Vervollkommnung der Stahlmagnet-Gleichstromgeneratoren. Damit in Verbindung, so erscheint es, kam er schon 1858 auf das Dynamo-Prinzip, und bald wurde auch die erste Maschine fertiggestellt, die er 1861 in der Lehrmittelsammlung der Universität untergebracht hat. Damit werden wir uns später noch detailliert beschäftigen.

Jedliks Interesse wurde ausser der Elektrizitätswissenschaft schon seit Beginn seiner Universitätslehrtätigkeit hauptsächlich durch die Optik gebannt. Seiner Forscherpersönlichkeit entsprechend, haben ihn auch hier nicht die von A.I. Fresnel aufgeworfenen theoretischen Probleme beschäftigt, sondern eher die so schön wie mögliche Erzeugung der Erscheinungen, und die Vervollkommnung der dafür erforderlichen Instrumente. Seit Fraunhofer wurden die Erscheinungen der Lichtabweichung durch optische Gitter erforscht. Solche, der Anfertigung optischer Gitter dienende Teilmaschinen haben mehrere Forscher entwickelt, aber ihr Aufbau wurde nicht bekannt gemacht und auch optische

Gitter konnte man nur schwer bekommen. Das inspirierte Jedlik dazu, dass auch er eine solche Teilmaschine konstruieren sollte. Er ging auch bald an die Arbeit und präsentierte auf der 6. Hauptversammlung der Ungarischen Ärzte und Naturforscher 1845 in Pécs /Fünfkirchen/ die Interferenzerscheinungen mit Hilfe solcher optischer Gitter, die mit seiner Teilmaschine angefertigt wurden. Später hat er seine Geräte noch vervollständigt.

Interessant ist die Aufzeichnung in Jedliks Tagebuch von 1856 "am 26. Mai gelang mir mit einem "Urdrehwerk" die Linierung der Kreise zu verwirklichen. Jedlik betrieb also schon damals mit dem von ihm erfundenen Elektromotor seine Teilmaschine. Um 1850 betrieb er sein Gerät aber mit seinem Elektromotor, den später zur Besprechung gelangenden "einpoligen elektrischen Induktor."

Auf den Wanderversammlungen der Ungarischen Ärzte und Naturforscher hielt Jedlik mehrmals und gern Vorlesungen. Schon auf der 1841 in Pest abgehaltenen ersten Sitzung – als Lajos Tognio, Pester Professor der Medizin, über die künstlichen Mineralwässer und die zu ihrer Herstellung verwendeten Maschinen sprach – hat auch Jedlik das Wort ergriffen und versprach auf der nächsten Sitzung die Demonstration der von ihm erfundenen Maschine. Noch im gleichen Jahr löste er auf der 2. Hauptversammlung sein Versprechen ein. Zum gemeinsamen Mittagessen, das der Sitzung folgte, bot er den Gästen künstliches Mineralwasser an. Damit sich die Interessenten auch über die Wasserherstellung überzeugen konnten, mietete er einen Tagelöhner, der zwei Tage lang das künstliche Wasser herstellte, das eisgekühlt dem Publikum zur Erfrischung gereicht wurde. Auf dieser Sitzung präsentierte Jedlik auch erstmals sein elektromagnetisches Drehwerk der Öffentlichkeit.

Jedlik hat auch am 16. September 1856 in Wien, auf der 32. Hauptversammlung der Deutschen Naturforscher, eine Vorlesung gehalten. Hier kamen 1683 Teilnehmer aus allen Teilen der Welt zusammen. Jedlik behandelte die Modifizierung des Bunsen-Elements, seine zweite Vorlesung hielt er über "Die Anwendung der Elektromagneten bei elektrodynamischen Drehungen." Sein Auftreten war auch daher wichtig, weil es ihm den Meinungs-austausch mit vielen ausländischen Forschern ermöglichte. Jedliks Name, als Erfinder des ersten rein elektro- magnetischen Drehwerks, konnte auf diese Weise in mehrere Fachbücher des vergangenen Jahrhunderts gelangen. /Siehe später: Literatur/

Das Vertrauen seiner Professorenkollegen erhob ihn im Studienjahr 1863/64 auf den würdevollen Posten des Rektors. Nach den Begrüßungsworten von Ferenc Toldy: "Nicht die Würde des Alters rief Sie auf diesen Lehrstuhl ... sondern das Verdienst, die Tugend und die moralische Hochachtung sind es, die Sie auf die höchste Würde erhoben." Aus Jedliks am Ende des Rektorjahres gehaltenen Bericht wissen wir, dass der Lehrkörper der Universität "Hilfskräfte der Professoren nicht gerechnet", aus 34 ordentlichen, 3 ausserordentlichen, 13 Privat- und stell- vertretenden Professoren bestand sowie aus 4 Sprachlehrern. Während die Hörschaft im Wintersemester 1864 betrug, waren es nun 1831. An der Philosophischen Fakultät waren nur 34 ordentliche und 19 ausserordentliche Hörer immatrikuliert, während es an der Rechtsfakultät 942 ordentliche und 40 ausserordentliche Hörer waren.

Auf der Wiener Weltausstellung 1873 erweckte eine neue Jedlik-Erfindung grosses Aufsehen "die aus Glasröhren zusammen- gestellten Hochspannungs-Kondensatorbatterien". Schon lange vorher kam er auf den Gedanken, durch Kondensatoren eine grössere Spannung zu erreichen, indem er die Leydener Flaschen in paralleler Kopplung geladen hat; danach schaltete er die aufgeladenen Kondensatoren in Reihe und entlud sie auf diese Weise. Diese Flaschenkette und deren Theorie machte er bereits am 23. September 1863 auf der Fachsitzung der Naturforscher bekannt. Um die Kapazität der Kondensatoren zu steigern, hat er später ein Bündel Glasröhren mit Eisenspäne gefüllt, anstelle der Leydener Flaschen. Durch die erwähnte Umschaltung hat Jedlik auf diese Weise fast 1 Million Volt Spannung erreicht, die sich unter grossem Donner in 90 cm lange Funken entlud. Dies hat nicht nur die Aufmerksamkeit der Besucher erweckt, sondern die internationale Kommission, die das

ausgestellte Material überprüfte, hat auf Vorschlag von Siemens Jedlik einstimmig für die Verleihung der ersten, sogenannten Fortschrittsmedaille für würdig gehalten.

Auch in den letzten Jahren seiner Universitätslehrstätigkeit haben sich Jedliks Berufsinteresse und geistige Erfinderkunst nicht verringert. Das beweisen jene geistreichen Apparate, die er in den 70er Jahren für die Präsentation der Zusammensetzung von Schwingungen konstruiert hatte.

Bis zu seinem 78. Lebensjahr, als Jedlik um seine Pensionierung bat, war er betriebsam tätig. Er verliess den Universitätslehrstuhl und kehrte in das Győrer Ordenshaus zurück, und zog in die gleiche Wohnung, wo er vor mehr als 50 Jahren mit seiner Lehrerlaufbahn begonnen hatte. Eine Erinnerungstafel bezeichnet gegenwärtig Jedliks ehemaliges Zimmer.

Auch die äussere Anerkennung seiner Tätigkeit blieb nicht aus. Schon 1868 bekam er als "Anerkennung seiner Verdienste auf dem Gebiet der Literatur und wissenschaftlichen Kultur" den Rang eines Hofrates verliehen. 1879 wurde Jedlik Ritter des Eisenkronenordens 3. Klasse.

Jedlik verlebte noch 17 Jahre in Pension. Auch während dieser Zeit war er nicht untätig, sein phänomenaler Erfindergeist arbeitete ständig. Mit Interesse las er die neuerschienenen Bücher und Zeitschriften, obwohl auch er das grosse Problem der heutigen Zeit sah: dass die Verfolgung der sich dynamisch entwickelnden Literatur der Physik immer mehr erschwerte. Als Jedlik einmal ein neues Bücherpaket erhielt, sagte er – Zeugen zufolge – aufzufend: "Nur Zeit sollten sie auch für jedes mitschicken."

Ausser dem Studium der Fachliteratur hat er auch in den letzten Jahren seines Lebens neue Geräte konstruiert. Leider hatte Jedlik in Győr keinen Mechaniker zur Verwirklichung seiner Pläne gefunden. Deshalb musste er Bauteile für seine Maschinen in Pest und Wien anfertigen lassen, dies ging mit grossem Zeitverlust einher. So konnte er schon keinen einzigen Plan mehr verwirklichen. U.a. begann er auch ein grosses Holzgerät anzufertigen, dass er anstelle der Leydener Flaschen mit seinen Glasröhren-Hochspannungskondensatorbatterien /Spannungsmultiplikator/ ausstattete. Später beschäftigte sich Jedlik auch mit Transformatoren und Telefonschaltungen.

Noch mit 80 Jahren war sein Gesundheitszustand sehr gut, im Januar 1879 nahm Jedlik in klirrender Kälte an einer grossen Jagd teil, er schoss sogar einen Fuchs. 1880 verlebte er eine angenehme Woche am Plattensee in Balatonfüred "täglich im See badend". Jedlik erzählte gewöhnlich, dass er während seiner Lehrstätigkeit in Pozsony /Pressburg/ im 2. Stock aus einem Fenster fiel, und dass man ihn bewusstlos nach Hause gebracht hatte. Als sein behandelnder Arzt Jedliks gesunden Organismus sah, hatte er ihm ein langes und gesundes Alter prophezeit. Dies hat sich auch erfüllt.

Jedlik erlebte auch die traurige Folge des Alters: Seine Freunde aus der Jugendzeit starben der Reihe nach. Im ersten Pensionjahr schrieb er: "Als ich von der Pressburger Akademie auf die Universität ging, bat ich die dortigen Ordensbrüder, ihre Liebe zu mir solange zu bewahren, bis ich in ihren Kreis zurückkehre. Unter denen, an die ich meine Bitte richtete, ist keiner mehr am Leben." Früh verliess ihn auch sein Cousin, Kommunitone, Czuczor.

Am 8. September 1866 verspeisten sie noch gemeinsam im fröhlichen Gespräch mit den Pester Piaristen das festliche Mittagessen, aber anderntags früh um 8 Uhr, als sich Jedlik zur offiziellen Heiligen Messe bei den Franziskanern vorbereitete, brachte sein Cousin die traurige Nachricht, dass Czuczor lebensgefährlich an Cholera erkrankt sei und es keine Hoffnung auf das Überleben bestehe. Als Jedlik die Heilige Messe beendet hatte, war Czuczor schon nicht mehr am Leben.

Charakteristisch für die ganze Lebensauffassung Jedliks war es, was er seinige Tage vor seinem Tode dem Győrer Direktor Acsay sagte, als er ihm das letzte Abendmahl gab:

"Lieber Ordensbruder, mein Leben war lang, aber nie hat mich die Arbeit ermüdet. Wohin würden wir gelangen, wenn uns Gott die Arbeitsfähigkeit entziehen würde." Die Arbeit war nämlich sein stiller Gehilfe, die ihm ständig durch sein ganzes Leben tröstlich begleitete. Grosse Leidenschaften hat Jedlik nie gehabt, frivole Freuden hat er nie gesucht, für all dies entschädigte ihn die Freude an der Arbeit, die für ihn eine Lebensaufgabe und keine Fronarbeit war. Baron Eötvös erinnert sich auch an ihn, als Jedlik in seinen letzten Lebensjahren ein Ordensbruder fragte, warum er als Studium gerade die Physik gewählt habe und Jedlik antwortete: "Sehen Sie, in allen Wissenschaftszweigen hätte ich genug und schönes gelernt, aber in der Physik lerne ich, gleichzeitig unterhalte und ergötze ich mich."

Dass Jedlik so lange Zeit, ganz bis ins hohe Greisenalter arbeiten konnte, war nicht zum geringen Teil seiner gleichmässigen, massvollen Lebensweise zu verdanken. Er war immer darauf bedacht, sich nicht von der Gesellschaft anderer abzusondern, damit sie ihn nicht als Sonderling betrachten. Jedlik erzählte, dass er als junger Lehrer zu rauchen begann, um sich auch dadurch nicht von den stark rauchenden Kollegen zu unterscheiden, obwohl er selbst gar kein Vergnügen daran fand. Als er jedoch Universitätsprofessor wurde, und sich aus dem Gemeinschaftsleben losriss, hat er schnell "die Pfeife über Bord geworfen."

Viel Zeit nahm in Jedliks letzten Lebensjahren die Korrespondenz in Anspruch. Er beklagte sich, dass er inzwischen ein Buch geschrieben hätte, soviel Zeit ging ihm damit verloren. Es war seine Gewohnheit – da er noch keine Schreibmaschine verwenden konnte –, dass er jeden Brief, auch die weniger wichtigen, in zwei Exemplaren schrieb, um das eine Exemplar aufzubewahren. So hatte er damit genug Arbeit, besonders weil die vielen Bittsteller dafür sorgten, dass er immer auf etwas antworten musste. Er war immer grosszügig, wenn er anderen Menschen helfen musste. Sein Prinzip war, kein Geld zu leihen, lieber schenkte er es. Nicht nur seine Verwandten bekamen finanzielle Unterstützung, sondern aus seiner Korrespondenz ist ersichtlich, dass er mehrere gute Freunde und die Familien seiner ehemaligen Universitätskollegen mit bedeutenden Summen unterstützte. Dazu kamen noch die vielen unbekanntenen Bittsteller, die seine Güte erfuhren und manchmal richtig erpressten. Seinen Aufzeichnungen zufolge, sind z.B. innerhalb von acht Monaten im Jahre 1881 mehr als hundert unterstützungsbedürftige Bittbriefe angekommen, und er verteilte ungefähr 2000 Forint, obwohl seine ganze Jahrespension nur 3130 Forint betrug. Kein Wunder, wenn er einmal sagte: "er fürchtet sich, wenn er sieht, dass sich ihm der Briefträger nähert." Wie oft auch musste er auf seine eigenen Pläne verzichten, eine geplante Studienreise aufschieben, den Kauf warmer Kleidung vergessen, nur damit er jemanden helfen konnte.

Er war zu jedermann gefällig. Acsay schreibt über ihn, dass bei ihm die Anstandsregeln zur Pflicht wurden. Nur das hatte er nicht gern, wenn er in seiner Arbeit gestört wurde. Baron Eötvös berichtete in seiner Erinnerungsrede an der Akademie: "Trotz seiner herzlichen, höflichen Umgangsformen geschah es öfters, dass, wenn ihn einer seiner Ordensbrüder, um Jedlik zu unterhalten, hintereinander öfter zu ihm kam, um zu plaudern, der alte Herr beim wiederholten Besuch schon ungeduldig fragte: "Hat denn der Herr nie etwas zu tun? Ich habe immer viel Arbeit."

An seinem Namenstag hat er seine Ordensbrüder immer reichlich bewirtet und gern hat er – laut Baron Eötvös – auch an den Festmahlen anlässlich der Hauptversammlungen an der Akademie teilgenommen. Heiter hat er sich zu solchen Anlässen unter ihnen belustigt, "nur eine Beschwerde hatte er, dass die heutige Jugend nicht mehr mit lauter Stimme sprechen kann und dass die Köche das Fleisch nicht mehr weich kochen können. Ansonsten war er mit dem Lauf der Welt zufrieden." Auch in der Gastlichkeit konnte er grosszügig sein, wenn er meinte, dass es angebracht ist. Während der Zeit als Universitätsrektor hat er das ganze Professorenkollegium eingeladen, obwohl er zum Festmittagsmahl von 646 Forint vom Erzabt 400 Forint leihen musste.

Sein gutes Herz hat leicht verziehen. Seinen Zimmerdiener, der seine goldene

Lieblingssuhr gestohlen und verpfändet hatte, hat er aus den Händen des Detektiv Hana befreit. Zur Moral der Geschichte gehört noch, dass anderntags sowohl der Diener, als auch seine Uhr spurlos verschwunden waren.

Jedlik wurde ein langes Leben vergönnt, es fehlten einige Wochen bis zu seinem 96. Lebensjahr, aber seine geistigen Fähigkeiten blieben fast bis zu seinem Todestag erhalten. Nur eine Woche vor seinem Tod hat er mit vollkommen gesunden Verstand über eine physikalische These diskutiert; obwohl sich sein Gedächtnis schon trübte, und er auch nicht mehr wusste wo er sich befand. Am 13. Dezember 1895 starb Jedlik. An seinem Begräbnis vertraten – in tobendem Schneesturm – Béla Lengyel, Universitätsrektor und Emil Tewrewk, Dekan der Philosophischen Fakultät, die Universität und die Akademie. Seine Ruhestätte war nicht endgültig! In der Nacht auf den 1. August 1935 wurde er exhumiert, laut des Arztes war sein Körper kaum verwest. Vom abgeschafften Innerstädtischen Friedhof wurde er auf den neuen Friedhof auf den Szabadság-Berg, in das Grabmahl des Ordens überführt. Nach einigen Jahren gelangte sein Erzsarg in das von der Stadt Győr gestiftete Ehrengrab unter "die Grossen der Stadt". Sein Grab wird in tiefer Ehrfurcht auch jetzt ständig mit Blumen geschmückt.

Baron Lóránd Eötvös hat an der Akademie am 9. Mai 1897 anlässlich der Vollversammlung eine Gedenkrede gehalten.

Man sagt, dass die Ungarn deswegen berühmt sind, wie gut sie feiern können. Obwohl wir noch lernen könnten, wenn davon die Rede ist, wie wir unsere grossen Wissenschaftler ehren müssten. Im Lebenslauf des dänischen Physikers Chr. Oersted lesen wir, dass in seinem Begräbnisfestzug der Kronprinz, der Ministerpräsident, zusammen mit den Ministern und Botschaftern anwesend waren, und ihn mehr als 200 000 Menschen auf dem letzten Weg begleiteten ...

JEDLIKS SCHÖPFUNGEN

Das "Elektromotor"-Modell

Es ist bekannt, dass wir im Atomzeitalter leben. Mit gleichem Recht können wir das 19. Jahrhundert als das Zeitalter der Elektrizität bezeichnen. 1800 stellte A. Volta die erste, elektrischen Strom erzeugende Säule zusammen, das wunderbarste Instrument – sagte darüber Arago –, dass je ein Mensch entdeckt hat. Höhepunkt der grossen Erfindungen des Jahrhunderts war die Nachricht, dass es 1901 G. Marconi, italienischer Physiker, gelungen war, mit elektromagnetischen Wellen die drahtlose Verbindung zwischen Europa und Amerika /Funktelegrafie/ herzustellen. Zwischen diesen beiden Daten entdeckten die genialen Forscher des Jahrhunderts stufenweise die vielen Eigenschaften des elektrischen Stromes, seine Wirkung, die in der angewandten Praxis das Antlitz der Zivilisation der Menschheit grundlegend veränderten. In diese Forscherarbeit hat sich seit 1830 auch Ungarn – eine lange Zeit einzig durch Jedliks Tätigkeit – eingeschaltet. Die gründlichere Kenntnis der uns überlieferten Schriften überzeugt uns, dass der stille Forscher, der nur über ärmliche finanzielle Mittel der physikalischen Lehrmittel- sammlungen verfügte, nicht nur mit dem europäischen Fortschritt Schritt halten konnte, sondern in nicht nur einem Thema sogar zuvorkam.

Während des Beginns der Lehrtätigkeit Jedliks haben zwei neuere elektrische Erscheinungen das Interesse des Physikers geweckt. Eine war die magnetische Wirkung auf den Strom, die 1820 Chr. Oersted entdeckte, die andere, die in das gleiche Jahr fallende Entdeckung des Elektromagnetismus. F.I. Arago und A.M. Ampère hatten nämlich während ihrer Experimente entdeckt, wenn sie Stahl- oder Eisenstangen mit einer Drahtspule umgeben, und in diese Spule Strom leiten, wird die Spule magnetisch. Um die Oersted'sche Wirkung zu steigern, baute der deutsche Professor der Physik und Chemie Schweigger die Stromleiter auf den Rand eines viereckigen Holzrahmens und umgab sie mit vielgängigen Drahtspulen, den sogenannten Schweigger-Multiplikator /Abbildung 2/. Mit einem solchen Multiplikator hat auch Jedlik in den Anfangsjahren seiner Győrer Lehrtätigkeit experimentiert und daran schliesst sich seine erste Entdeckung. Er selbst berichtet darüber in einem an A. Heller gerichteten Brief, ein Exemplar befindet sich gegenwärtig in der Schriftensammlung der Pannonhalmer Abtei.

"Die Erscheinungen der Elektrizität haben auch mich besonders interessiert. Da ich in den ersten zwei Jahren meiner Lehrtätigkeit in den naturwissenschaftlichen Zeitschriften die möglichen Erscheinungen der Elektrizität kennenlernte, habe ich für den Schweigger-Multiplikator anstatt einer Magnetnadel einen viel stärkeren Elektromagneten verwendet. Da aber dieser durch den Magneteeinfluss des Multiplikators aus dieser Lage, in der die Länge des Multiplikators mit der Richtung der Drähte parallel ist, dort wieder in Stillstand käme, d.h. wo die Längsachse des Magnetismus mit der Drahttrichtung des Multiplikators einen rechten Winkel bilden: Folglich muss man, damit das Gerät in solchen Stellungen nicht stehen bleibt, sondern die begonnene Bewegung kontinuierlich fortsetzen soll, die Konstruktion des Multiplikators so verändern, dass in den Windungen des elektromagnetischen Rotors sich der Strom in entgegengesetzte Richtung ändern soll, dort, wo seine Längsachse mit der Windungsrichtung des Multiplikators 90 Grad einschliessen."

Auf die Änderung der Stromwirkung hat Jedlik auf eine Holzscheibe zwei konzentrische ringförmige Mulden gedrechselt, in die er Quecksilber füllte. Den inneren Ring hat er durch senkrecht auf den Multiplikator Draht untergebrachte Holzstifte in zwei Teile geteilt. Der eine Halbring wurde mit dem einen Pol der Stromquelle, der andere Halbring mit

dem entgegengesetzten Pol der Stromquelle verbunden. Die freien Enden des sich drehenden elektromagnetischen Drahtes tauchten in den einen, bzw. anderen Halbring ein. Auf diese Weise wurde während der Drehung die senkrechte Richtung der Multiplikatorspule des elektro- magnetischen Stromes in die entgegengesetzte Richtung verändert. Bei einer anderen Schaltung waren der äussere Ring und die eine Hälfte des inneren Ringes miteinander und mit dem einen Pol der Stromquelle verbunden, im anderen inneren Halbkreis war kein Strom. Auf diese Weise hat also der Elektromagnet nur Strom für eine Halbdrehung bekommen, für die andere Halbdrehung brachte nur der Schwung den Rotor weiter. Bei einem anderen kleinen Motor, der uns erhalten blieb, wurde jede Ringmulde in zwei Teile geteilt und durch senkrechte eingekeilte Holzstifte auf den Rahmen, aber nur in die innere Mulde der linken Seite und in die äussere Mulde der rechten Seite wurde je ein Stromleiter eingeführt. Der Rotorteil schloss also auch hier nur bei jeder zweiten Halbdrehung den Stromkreis, während der Zwischenzeit wurde er nur durch den Schwung bewegt. Diesen Motor hat Professor László Verebél` detailliert studiert, als er sich diesen von Pannonhalma auslieh, wo er damals aufbewahrt wurde.

Jedlik bereitete sich gerade auf eine Vorlesung vor, als – nach seiner Erinnerung – das erste solche kleine Maschinchen fertig wurde und die Drehung begann. Da er weggehen musste, konnte er das weitere Funktionieren seines Gerätes nicht verfolgen. Aber unbeschreiblich war seine Freude, als er nach der Vorlesung zurückkehrend, den kleinen elektromagnetischen Rotor noch immer in Bewegung vorfand.

"Als ich das eben beschriebene Drehwerk durch drehende Bewegung – schreibt Jedlik in seinem Brief weiter – in den Jahren 1827/1828 mit gutem Ergebnis konstruiert hatte, konnte man noch keine ähnlichen Geräte oder mit Hilfe anderer die Beschreibung über ähnliche Experimente finden oder lesen. Wie z.B. in Schweigers Journal für Physik und Chemie, Gilbert und Poggendorff Annalen der Physik, Baumgartners und Ettinghausens Zeitschrift für Physik und Mathematik, in Dingers Polytechnischem Journal und in Gehlers Zeitschrift Physi- kalisches Wörterbuch. Nach diesen Umständen bin ich der Meinung, dass ich der Erfinder des beschriebenen Urelektro- motorgerätes und dessen Verwendungsmethode bin. Aber dies gilt nur für meine eigene Person; da ich als Anfänger-Lehrer der Naturwissenschaften mehrmals die Gelegenheit hatte zu erfahren, dass einige naturwissenschaftliche Phänomene, die ich nur aus eigener Einsicht und Forschung erfand, bei anderen schon bedeutend früher beschrieben und in einigen natur- wissenschaftlichen Büchern bereits veröffentlicht wurden, ich aber weder Zeit noch Gelegenheit hatte, davon Kenntnis zu nehmen. ... Gegenwärtig wäre es schon beschwerlich, über die Entdecker- Priorität mit irgend jemanden zu streiten. Trotzdem zweifle ich nicht, dass der Londoner Uhrmacher W. Ritchie, durch Wirkung eines mit Elektromagnet-Rotor und Elektromagnetismus hergestellten Drehwerks, nicht der Erfinder sein kann."

Viktor Ferenczy, Győrer Benediktinerlehrer, Autor der gründlichsten Jedlik- Monografie, fand in Jedliks Nachlass ein kleines 58 Seiten-Heft, mit weicher Einbanddecke, auf der Titelseite mit folgender Aufschrift: "Ordo experimentorum in usum Praelectionum suarum concinnatus ab Aniano Jedlik O.S.B. in Collegio Jaurinensi professore Anno 1829." Beziehungseise: "Reihe der Experimente, die Ányos Jedlik, Professor des heiligen Benediktinerorden, im Győrer Kollegium, im Jahre 1829 für seine eigenen Vorlesungen zusammengestellt hat." Insgesamt sind 292 Versuche aufgeführt und der 290. lautet wie folgt: "Una drata electromagnetica circa aliam pariter electromagneticam motum rotatorium continuum concipere potest", d. h. "Ein elektro- magnetischer Draht kann um einen ähnlichen Elektromagneten herum eine kontinuierliche Bewegung hervorrufen."

Ferenczy fand ebenfalls in Jedliks Nachlass den Bogen mit dem Titel: "Pretea rerum in Usum Musaei Jaurinensis curatarum." Deutsch: "Wert der zur Verwendung des Győrer Museums angeschafften Geräte." In der Aufzeichnung mit Jedliks Handschrift gibt es keine

Jahreszahl, aber da sich Jedlik im Frühjahr 1830 von Győr nach Pressburg begab, musste sie vorher angefertigt worden sein. Das vierte Kapitel der Aufzeichnung: "Magnes artificialis intra multiplicatorem rotandus", d.h.: "Innerhalb des Multiplikators drehender künstlicher Magnet." Sein geringer Preis, 3 Forint 48 Kreuzer, zeigt, dass Jedlik das Gerät selbst angefertigt hat, und nur die Materialkosten aufgeführt sind.

Diese beiden Daten beweisen entscheidend, dass Jedlik spätestens 1828 schon den ersten Elektromotor konstruierte. Nach Feststellung durch Professor Verebél hat Jedlik zwei neue Elemente in diese Konstruktion eingebracht: erstens, anstelle des einen Stahlmagneten einen Elektromagnet, zweites den Quecksilbermulden-Kommutator. Auch meiner Meinung nach ist bewiesen, dass der Schöpfer des ersten – auf rein elektromagnetischer Wechselwirkung basierendes – Drehgerät tatsächlich Ányos Jedlik war.

Von den ersten einfachen Originalgeräten sind mehrere Varianten erhalten. 1927 kamen in Como die berühmtesten Physiker der Welt – darunter 11 Nobelpreisträger – zu einer feierlichen Sitzung zu Ehren Voltas zusammen.. /Auf dieser stellte u.a. der dänische Physiker Niels Bohr seine berühmte Komplimentärtheorie der Atomphysik vor./ Die Ungarische Post lieh sich dafür den damals noch in der Abtei Pannonhalma befindlichen Jedlik-Motor aus, und am 12. September, als über die praktische Anwendung der Elektrizität diskutiert wurde, gelangte auch das kleine Gerät zur Präsentation.

Jedlik dachte nicht – wie seine zitierten Worte zeigten –, dass er neue Dinge entdeckt hat, deshalb machte er seine Entdeckungen nicht gleich publik. Nur 1841 präsentierte er erstmals das elektromagnetische Drehwerk auf der Wanderversammlung der Ungarischen Ärzte und Naturwissenschaftler Ausserdem fertigte er auch für seine Wiener Vorlesung 1856 mehrere kleine Maschinen an, und in Verbindung mit diesen kann er über seine erste Entdeckung gesprochen haben. Das kann der Grund dafür gewesen sein, dass damals mehrere ausländische Physiker seine Erfindung erwähnten. So auch im Guillemin-Buch /auch in ungarischer Übersetzung erschienen: Magnetismus und Elektrizität. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. 1858, Seite 672/ und das von Pfaundler überarbeitete Müller-Pouillet Physikbuch /Neunte Auflage, 1897/, Im 3. Band auf Seite 650 steht: "Als Erfinder des ersten elektromagnetischen Motors wird im allgemeinen Salvatore Dal Negro bezeichnet /1934/, aber einen solchen hat Professor Jedlicka /Falschschreibung anstelle von Jedlik/ schon 1829 angefertigt!" Géza Bartoniek, damaliger Direktor des Eötvös Kollegiums, schrieb 1897 in seinem Brief an Brunó Saly, Benediktinerlehrer /in der Schriftensammlung von Pannonhalma/: " Reitlinger schrieb in seinem Bericht über die Wiener Weltausstellung 1873: "Schon 1829 hat Professor Jedlick in Pest einen Elektromotor erfunden, wobei er bemüht war, die wichtige Wirkung des Elektromotors zum Vorteil der Kraftmaschine zu verwerten."

Jedlik kam Dal Negro nicht nur zeitlich bei dessen Erfindung des elektromagnetischen Antriebgerätes zuvor, sondern sein Gerät war auch praktischer als das seines Rivalen. Dal Negro hat nämlich bei seinem ersten Gerät zwischen den zwei entgegengesetzten Polen des Elektromagneten, einen Stahlmagneten aufgehängt, der als Folge der anziehenden und abstossenden Wirkung der Pole des Elektromagneten hin- und herpendelte, wenn er die Stromrichtung, die den Elektro- magnetismus hervorrief, auf eine geeignete Weise periodisch wechselte. Deshalb war nämlich wie für die Dampfmaschine noch eine extra mechanische Konstruktion erforderlich, um die Schwingbewegung in eine Drehbewegung umzuformen. Dagegen brachte in Jedliks Gerät der sich in der Drahtspule befindliche Strom den Elektromagneten direkt in eine Drehbewegung. Ausser diesem Grundgerät hat Jedlik noch solche elektromagnetische Drehgeräte angefertigt, bei denen der Elektromagnet fest stand und sich um ihn herum die stromführende Spule drehte. Bei einer dritten Konstruktion drehte sich der Elektromagnet über einem anderen stehenden Elektromagneten.

Die reine elektromagnetische Drehung hat nach Jedlik, nur sechs Jahre später, Moritz Jakobi verwirklicht, der seinen Motor 1834 vor der Pariser Akademie präsentierte. Dieser

bestand aus strahlenförmig angebrachten, sich je 12 gegenüberstehenden Elektrohufeisenmagneten, zwischen denen sich sechs Paar stabförmige Elektromagneten drehten, bei entsprechender Verwendung von Kommutatoren. Dies entsprach also der dritten Jedlikschen Konstruktion. Das war der erste Motor, der auch praktisch verwendet wurde, Jakobi trieb damit, 1838, ein Boot auf der Newa in St. Petersburg an. Den erforderlichen Strom haben 128 Grove-Batterien erzeugt, und das 12 – Personen-Boot hatte eine Geschwindigkeit von 4 km/h. Die Maschine konnte jedoch nur 3/4 PS erzeugen, und dieses geringe Ergebnis hatte Jakobi so verdrossen, dass er es als unangebracht erklärte, die Elektrizität für Industriezwecke zu verwenden. Seine Experimente kosteten 60 000 Franken/heute rund 1 Million Forint/, die Zar Nikolaus I. deckte.

Jedlik hatte nicht soviel Geld zur Verfügung, aber trotzdem – vielleicht auf Jakobis Wirkung – hat er zwischen 1841/42 fast mit 1000 Forint Kosten, nach eigenen Plänen eine grössere elektrische Lokomotive konstruiert /Abb.3/. Diese hatte mit den darauf angebrachten Stromquellen – Batterien – ein Gewicht von mehr als anderthalb Zentner. Wir wissen nicht, was aus der Urlokomotive geworden ist. Auch in der Lehrmittelsammlung des Győrer Gymnasiums befindet sich eine kleine elektrische Urlokomotive mit einem Jedlik-Motor. Aufgrund der sich daran befindlichen Aufschrift, wurde sie in Pest, von Elek Csomorfányi, einer der Mechaniker Jedliks, angefertigt. Die auf vier Rädern fahrende Lokomotive, mit dem darauf angebrachten Akkumulator, kann man auch jetzt anlassen.

Der kleine Wagen bewegt sich, durch Zahnradübertragung, schön langsam vorwärts. Die Maschinenkonstruktion ermöglicht es, dass der Motor nicht nur – aus der auf dem Tischchen der Lokomotive befindlichen Quelle – Strom bekommt, sondern auch von den zwei Schienen, die unter dem Namen "via ferrea" /Eisenbahn/ Jedlik in seinen Aufzeichnungen erwähnt.

Solange, bis man den Strom nur aus Batterien bekommen konnte, waren solche Versuche aussichtslos, auf keinem Fall konnten sie wirtschaftlich sein. Dadurch, da die aus Batterien gewonnene elektrische Energie fast 20 % teurer war, als Dampfenergie, die Dampfmaschinen verwendeten.

Abschliessend ist noch zu bemerken, dass neuere Bücher nicht mehr Jedliks Namen in Beziehung zum Elektromotor erwähnen, umsonst war die Ausstellung in Como. In der z.B. 1962 von Percy Dunsheath erschienenen Arbeit "A History of Electrical Engineering", ist unter den Pionieren des Elektromagnetismus Jedliks Namen nicht zu finden. Weitere Aufgabe der ungarischen Wissenschaft bleibt, die Verdienste Jedliks im Ausland bekannt zu machen.

Die Sodawasserherstellung

1828 hat Jedlik während seiner Tätigkeit in Győr auch eine andere Erfindung gemacht, die künstliche industrielle Herstellung von Sodawasser, d.h. das künstliche Sauer machen des Wassers auf industrieller Methode. Schon am Anfang des in seiner Biografie erwähnten Artikels schreibt er, dass er im 12. Band der Gilbert "Annalen der Physik" darüber gelesen hat, dass in Genf seit 1789 Paul und Goffe Sodawasser herstellen, aber die Produktionsweise geheimhalten. In Ungarn wurde damals noch kein Sodawasser hergestellt. Deshalb dachte Jedlik, dass auch er sich mit diesem Problem beschäftigen wird. Er hat solche Geräte angefertigt, mit deren Hilfe bei geringen Kosten, Wasser mit Kohlensäure angereichert werden konnte. Sein Gerät hat er in der Wiener Zeitschrift für Physik und Mathematik vorgestellt.

Das Wessentliche des Verfahrens war folgendes: Schwefelsäure wurde in einem Kupferzylinder mit der doppelten Menge Wasser gelöst, dessen Wand einen Druck von mehreren Atmosphären standhielt.

Danach streute er mit einem Handhebel Soda oder feingesiebte Holzasche in das Schwefelsäure-Wasser. Dabei entstand im Kupferzylinder Kohlensäure, und dieses Gas von mehreren Atmosphären, leitete er in mit Wasser angefüllte Zylinder. Damit die Adsorption so gross wie möglich sein sollte, hat Jedlik das Gerät, dass um seine eigene Achse drehbar war, hin – und hergedreht. Auf diese Weise bekam er Sodawasser, oder künstlich hergestelltes Mineralwasser, wenn er vorher verschiedene Mineralien im entsprechenden Verhältnis ins Wasser mischte.

Jedlik hat auch daran gedacht, um den Kohlensäure-Verlust zu vermeiden, das angereicherte Wasser durch ein bis auf den Boden des Gefässes reichendes Rohr abzuzapfen. So war Jedlik eigentlich der Erfinder der Konstruktion der heutigen Sodawasserflasche. Mit diesem Gerät hat er im ersten Sommer in Győr 150 Flaschen Mineralwasser hergestellt, und seinen eigenen Aufzeichnungen zufolge, hat es allen geschmeckt. Es wurde bereits erwähnt, dass er 1841 auf der in Pest veranstalteten Wanderversammlung auch die Ärzte und Naturforscher damit bewirtete. Er machte die Erfahrung, dass er aus seinem Gerät besseres Wasser bekommt, als das auf langen Fahrten, in schüttelnden Fuhrwerken transportierte natürliche Wasser. Deshalb empfahl er den Bewohnern, die weit von einer Quelle wohnten, künstliches Mineralwasser zu trinken.

Baron Eötvös zitiert in seiner Jubiläumsansprache Jedliks Worte: "Es soll keiner denken, dass die Herstellungskosten hoch seien, und deshalb die Entdeckung, wie so viele andere, in der Praxis unausführbar wäre. 50 Flaschen-Rohitsi-Wasser /ohne die Flaschen und meine Arbeit gerechnet/ haben mir nach Wiener Wert 10 Forint gekostet. Also eine Flasche zwölf Kreuzer, eine Flasche Egerer-Wasser aber nur drei Kreuzer, obwohl in Ungarn ersteres für 48, letzteres aber für 36 Kreuzer verkauft wird." Dann sagte Eötvös: "Aber wie gewinnbringend sich auch die künstliche Herstellung saurer-Wasser gezeigt hat, wurde aus Jedlik kein Sodawasserproduzent." Darin hatte Eötvös nicht ganz recht. Jedlik hatte nicht nur Erfindertalent, sondern auch ein praxisbezogenes Gefühl. Gemäss seinem erhalten gebliebenen Kassentagebuch hat er 1841 in Pest ein kleines Werk für die Sodawasser-Herstellung gegründet. Er kaufte dafür 7458 Flaschen, Korken, Schwefelsäure u.a. Seiner Abrechnung gemäss, haben 1842 im Werk fünf Tagelöhner an 259 Tagen gearbeitet. Da Jedlik aber nicht den finanziellen Nutzen suchte, hat er diese Unternehmung bald seinen Verwandten übergeben.

Teilmaschine, Optische Gitter

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts machte ausser der Elektrizität die Optik bedeutende Fortschritte. Interessanterweise hat auch ein politisches Ereignis eine Rolle gespielt. Als Napoleon 1815 von der Insel Elba zurückkehrte, war Fresnel nicht bereit, seine Herrschaft erneut anzuerkennen, und deshalb wurde er aus seiner Ingenieurstellung entlassen. So hatte er unerwartet einige Monate Freizeit, die er ganz für die Vertiefung in die Wissenschaft nutzte. Von 1815-1823 wurden seine klassischen Arbeiten veröffentlicht, in denen er die Wellentheorie auf eine sichere Basis setzte, wurde er der Begründer der Lichttheorie. Die weiteren Experimente wurden in die von ihm bezeichnete Richtung fortgesetzt. Jedlik hat diese Theorie nicht weiter entwickelt, sondern sein Ziel lag in der Herstellung der erforderlichen Versuchsgeräte. Es wurde bereits erwähnt, dass ihm ausländische Bestrebungen für die Herstellung inspirierten, um optische Gitter herzustellen und dass er selbst eine Teilmaschine herstellen sollte. Diese wurde schon vor 1845 fertig.

Die Seele seiner Maschine war eine feine Schraube, die bei je ein Grad Weiterdrehung, durch das dazugehörige Zahnrad, den geringen Teil eines Millimeters das Kratzgerät vorwärts bewegte. Ursprünglich gehörten zwei Schrauben dazu, deren Höhe eines

Schraubenganges $1 \frac{1}{3}$ mm betrug, die dazugehörenden Zahnräder hatten 100, bzw. 200 Zähne. Auf diese Weise konnte Jedlik mit dieser Einrichtung 75, bzw. 150 Striche innerhalb eines Millimeters ziehen. Nach der Zahnradrotation hat sich nämlich die Glasplatte erneut zurückgezogen, und die Schreibkonstruktion hat mit einer Diamantnadel erneut einen feinen Strich auf die Glasplatte geritzt. Da die älteren Teilmaschinen auch auf 1 mm 300 bis 400 Striche ziehen konnten, war Jedliks Ziel nicht in erster Linie die Einteilungsdichte, sondern eher die Gleichmässigkeit der Ritzungen, damit die Fraunhofer-Linien so rein wie nur möglich die Absorptionslinien im Sonnenspektrum zeigen sollten.

Die Teilmaschine wurde mehrfach modifiziert. Jedlik schrieb in sein Arbeitstagebuch: "An der vom Mechaniker Nuss bis zum 11. Mai 1854 konstruierten Maschine wurden viele Modifizierungen durchgeführt und hat auch 1200 Forint gekostet, bis sie endlich am 11. Mai gute Ergebnisse brachte... am 26. Mai gelang, mit dem Urelektromotor angetrieben, die Linierung der Kreise." Jedlik hat damals schon nicht nur gerade Linien, sondern auch Kreisgitter angefertigt. Auf die quadratische Glasplatte hat Jedlik Kreislinien von 78 mm Durchmesser gezogen. Davon ausgehend, hat er auf jeden Millimeter 160 konzentrische Kreise geritzt. Kreisliniengitter hat auch schon J. v. Fraunhofer angefertigt.

Automatisch verrichtete die elektrische Maschine die Arbeit der Teilmaschine. Es war eine interessante Erscheinung, wie das Getriebe die ritzende Nadel wieder und wieder emporhob, die Glasplatte inzwischen erneut zurückschob, und die sich abermals herabsenkende Nadel auf der Glasplatte einen neuen Strich zog. Sogar mehrere Stunden konnte man die eingestellte Maschine allein lassen, mit grösster Präzision verrichtete sie automatisch ihre Arbeit.

Zwischen 1854 und 1860 zahlte Jedlik erneut 1043 Forint an Nuss, für die an der Maschine durchgeführten Modifizierungen, aber danach verwendete er sie schon nicht mehr lange. Nach inständigem Bitten verrichtete ein Wandermechaniker 1863 die Reinigung der Maschine, aber nach dem Zerlegen der Maschine hat dieser alle wertvollen Sachen, die er in der Lehrmittelsammlung fand, gestohlen. Durch diesen Vorfall war Jedlik derart verdrossen, dass er die Maschine nie wieder zusammensetzte, sondern ihre separaten Teile in eine Kiste legte und diese wegstellte. So hat er sie auch nach Győr mitgenommen, als er in den Ruhestand ging, er hatte sie ja von dem eigenen Geld anfertigen lassen.

Ausser einer gut funktionierenden Teilmaschine, zur Fertigung guter optimaler Gitter, benötigte er auch Glas mit entsprechendem Überzug. Damit hat sich Jedlik auch viel abgeplagt. Er selbst schreibt:

"Nach riesig grossem Zeitaufwand von mehreren Jahren und meine Geduld unendlich in Anspruch nehmenden Forschungsarbeiten, gelang es endlich am 12. Februar 1860 abends um 8 Uhr, den über entsprechende Eigenschaften verfügenden Überzug der einkratzenden Glasscheiben /höchstens 4000 Striche auf eine Daumenbreite/, ein harzartiges Material zu entdecken." Danach beschreibt er detailliert die erforderlichen Materialien. /L. Ferenczy: Studie, 1. Teil, Seite 109/. Später hat Jedlik dieses Verfahren noch vervollständigt.

Interessant beleuchtet der 1855 von Kruesz Krizosztom an Jedlik geschriebene Brief, die auf den Beobachter seiner Gitter entfaltete Wirkung. In der Bach-Periode hat Ministerialrat Klumann die Lehrmittelsammlung in Pannonhalma besucht. "Dieser sehr hochmütige Mann, der von der ungarischen Wissenschaft nichts wissen wollte, der, Führer der "Deutsch-isierungs-Partei" war, und der das ungarische Wort aus unseren Lehrinstituten mit der beabsichtigten Untersagung damit begründete, dass " der Ungar noch kein wissenschaftliches Werk geschrieben hat, welches Wert wäre, in fremde Sprachen zu übersetzen." Dieser Mann trat auch so in unser Museum ein, dass man auf seinem Gesicht das spöttische Lächeln der offiziellen Verachtung und Voreingenommenheit sah, "darf man ihm" – sagte ich einem Ordensbruder, "die gestrichelten Gläser von Universitätsprofessor Jedlik zeigen?" ... Er nimmt die Gläser in die Hand, als ich schnell eine Kerze angezündet und die

Fenster schliessen liess. Mit was für einer Überraschung stand dort der stolze Mann ! Zehn Minuten lang gab er die Gläser nicht aus seiner Hand. "Soetwas habe ich noch nicht gesehen, sagte er endlich, und er war ein anderer Mensch geworden."

Jedlik selbst schrieb auch an Gotthárd, den Astronom von Herény, dass seine optischen Gitter sehr guten Absatz fanden, da sie ein lebhafteres Abweichungsbild ergaben, wie alle anderen. Eittingshausen, Wiener Professor, und auch andere Physiker, die amerikanischen nicht ausgenommen, freuten sich, wenn sie ein Jedlik-Gitter bekommen konnten. Wahrscheinlich hat sich die Kunde über diese optischen Gitter über Paris verbreitet. Gusztáv Csapó schreibt aus Paris an Jedlik, das Duboscq /bekannter Pariser Optiker/ mit Jedliks Gläsern experimentiert hat, sehr mit ihnen zufrieden war und die Abwicklung ihres Verkaufes übernehmen würde. Nach zwei Jahren schrieb Csapó einen drängenden Brief: "Herr Duboscq möchte mehr linierte Gläser bekommen und behauptet, dass er sie zu einem guten Preis verkaufen könnte." Über den Preis der Gitter, und wieviel davon verkauft wurden, befindet sich keine Aufzeichnung unter Jedliks Schriften. Interessant ist das weitere Schicksal der Teilmaschine. Gergely Palatin aus Győr, Pannonhalmaer Lehrer der Lehrerbildungshochschule, hat sie von Jedlik ausgeliehen und mit grosser Mühe in Pannonhalma zusammengebaut. In seiner über mehrere Jahrzehnte währenden Arbeit hat er die Teilmaschine weiter vervollkommnet, schliesslich konnte er schon 2093 Linien auf einen Millimeter ritzen. Viele Lehrinstitute in Ungarn bekamen solche Gitter, die mit der Jedlik-Palatin-Maschine angefertigt wurden. Auch Izidor Fröchlich, damaliger Professor der Pester Pázmány Universität, hat 1876 mit solchen Gittern Experimente bezüglich der Polarisation des abgelenkten Lichtes durchgeführt. Er hat auch Original-Jedlik-Gitter verwendet, aber im Sommer 1903, als er sich für mehrere Tage in Pannonhalma aufhielt, hat Palatin für ihn mehrere Gitter liniert. Auch solche, wie nach Fröchlichs Kenntnis weder Chapman, noch der weltberühmte amerikanische Physiker H.A. Rowland besaßen.

Es ist eine besondere Wiederholung des menschlichen Schicksals, dass beim plötzlichen Tod von Gergely Palatin sich die Teilmaschine gerade wieder in so einem auseinander genommenen Zustand befand, wie er sie übernommen hatte. Man konnte sie nur mit grosser Mühe erneut zusammensetzen.

Béla Pogány schrieb in seinem Artikel "Der hundertjährige Elektromotor" /Naturwissenschaftliches Journal, 1928, S. 393/ über die Teilmaschine: "Es war ein hoffnungsvoller Beginn, der eine grosse Zukunft ahnen liess. Wahrscheinlich wurde er infolge fehlender finanzieller Mittel nicht fortgesetzt. Es ist ganz sicher, dass diese Summen, die man für die Verfeinerung der Einrichtung verwendet hätte, auch materiell reichlich Früchte getragen hätten. Wenn man bedenkt, dass die vor einigen Jahrzehnten in Betrieb befindlichen Gitter-Teilmaschinen, mit Ausnahme einer, heute schon nicht mehr funktionieren, und man heute ein für Forschungsarbeiten geeignetes grosses und gutes Rowland-Gitter für keinen Preis bekommen kann."

Erwähnt werden soll noch, als man die Teilmaschine nach Pest brachte, hat sie diese László Opitz, Ingenieur der Registrierungs- und Sammlergruppe des Bildungsministeriums für Technische Denkmäler, erneut rekonstruiert, auch heute funktioniert sie einwandfrei.

In Beziehung zu Jedliks optischen Arbeiten, muss noch die Modifizierung der Fresnelschen-Spiegelexperimente erwähnt werden. Fresnel hat in seiner Einrichtung zwei Spiegel fast auf 180 Grad angebracht, Erfahrungen zufolge ist diese richtige Einstellung eine ziemlich schwere Aufgabe. Deshalb ist Jedlik auf eine seiner neueren Einrichtungen "umgestiegen", bei der die Spiegel fast auf 90 Grad einander gegenüberstehen, "mit dieser ist das Ergebnis leichter und genauer zu erreichen." Jedlik hat darüber nur ungarisch berichtet, deshalb wird in der ausländischen Fachliteratur nicht er, sondern Michelson als dessen Erfinder erwähnt. Drude z.B. schreibt /Lehrbuch der Optik, 3. Ausgabe, 1912, S.127/ "Michelson verwendete zwei, einander fast 90 Grad gegenüber stehende Spiegel, deren

Vorteil ist, dass sie nicht eingestellt werden müssen, was bei Verwendung der Fresnelschen Spiegelapparatur so oft erschwerend wirkt."

Die Jedlik-Batterie

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts konnten als Stromquelle für praktische Zwecke nur Batterien verwendet werden. Die aus Batterien zusammengestellten Anlagen lieferten den Strom jedoch nur für Stunden, eine kürzere Zeit und dann auch nicht gleichmässig und in entsprechender Stärke. Viele Forscher versuchten diese Fehler zu verbessern, deshalb sind die galvanischen Elemente in mannigfaltigen Typen entwickelt worden. Auch Jedlik schaltete sich in die Reihe der Forscher ein. Im Verlauf der Experimente mit den Grove- und Bunsen-Elementen, ist ihm der Weg der Verbesserung eingefallen. Man muss den Widerstand der Säuren zertrennenden Zellen verkleinern und die teuren Kohleplatten im Laboratorium anfertigen. Erster Schritt war, dass anstelle von Tonzellen "Elektrisches Papier" verwendet wurde. /Später wurden auch die verbesserten Tonzellen verwendet./ 1864 machten Böttgein und Schönbein gemeinsam die Entdeckung, dass gewisse organische Stoffe, Baumwolle, Papier u.a., wenn sie eine zeitlang in Salpetersäure, danach in Wasser durchtränkt werden, die Eigenschaft annehmen, dass sie der weiteren Wirkung von Salpetersäure widerstehen und auch auf die Wirkung schwacher Reibung eine starke elektrische Eigenschaft zeigten. Daher stammt die Bezeichnung elektrisches Papier. 1852 begann sich Jedlik damit zu beschäftigen, dass er anstelle der damals noch sehr mangelhaften Tonzellen solches elektrisches Papier verwendet hat, um die Salpeter- und Schwefelsäure im Bunsen-Element zu trennen. In diese Arbeit wurden auch Gusztáv Csapó und Leó Hamar einbezogen. Nach der gemeinsam mit ihnen angefertigten Abschrift stellte sich heraus, dass Jedliks Arbeit in folgenden Bereichen bestand:

- "1. Erfindung der Fertigung von Kohleplatten
2. Erfindung der erforderlichen Stearin- und Zeresin-Präparate zum Einkleben der Kohleplatten
3. Anwendung der Schwefel und Colcotár-Mischung für die Rahmen
4. Anwendung des Schönbeinschen elektrischen Papiers als Rahmenüberzug
5. Verwendung von Zeresin zum Einkleben der Kohleplatten
6. Verbindung der Elemente ohne Porzellan und Gummielastikum
7. Entwicklung einer Vorrichtung für den Verlust oder Absorption der aus der Zelle entwickelten Gase
8. Für das Funktionieren der Elemente Anwendung von Chilisalpetersäure anstelle der Schwefelsäure.

Für die Herstellung der Elemente wurde ein kleinerer Betrieb gegründet, wahrscheinlich befand sich die "gemeinsame Fabrik" in der Pester Kerepesi Strasse 4. Unter den Erzeugnissen fungierte z.B. der Posten:" Im Verlaufe des Juni 1854 wurde für 77 Forint, 69 Kreuzer eine kleine elektrische Lokomotive hergestellt." Diese kleinere elektrische Lokomotive wurde zuerst mit Jedlik-Batterien angetrieben; schade, dass sie nicht erhalten geblieben ist. Die detaillierte Untersuchung ergab, dass die Batterien verhältnis-mässig einen kleinen Innenwiderstand hatten und nach Jedliks Messungen ergab sich: dass die aus 10 Stück Batterien bestehende Bogenlampe eine Beleuchtung von 150-180 Kerzenlichtern spendete,

die von 20 Batterien 542-600, von 30 Batterien 1948-2183, von 40 Batterien sogar 3336-3600 Kerzenlichtern. Infolge der Steigerung im geometrischen Reihenverhältnis hat Jedlik daraus gefolgert, dass mit "100 Batterien eine Beleuchtung von mehr als eine Million Kerzenlichtern ergeben könnten." Die aus 100 Stück Batterien bestehende Anlage wurde für die Pariser Weltausstellung 1855 hergestellt. Aus Zeitmangel konnten sie diese aber nicht mehr zu Hause ausprobieren, während des Transportes zerbrach sie, wie bereits erwähnt.

Die Pariser Unternehmung brachte soviel Erfolg, dass auch dort eine kleinere Fabrik gegründet wurde. Aus den erhalten gebliebenen Aufzeichnungen wissen wir, dass Baron Varicourt auch der Unternehmung beitrug und dafür 2600 Franken bezahlte. Die Patentierung der Batterie haben sie nicht nur für das Gebiet der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, sondern auch für England, Frankreich und Belgien erworben.

Auf der Sitzung der naturwissenschaftlichen Gesellschaft am 5. Dezember 1857 berichtete József Szabó darüber, dass "Jedliks galvanische Elemente Duboscq in Paris zu dem sehr hervorragenden elektrischen Beleuchtungs-herstellungsgesetz /Lichtbogenlampen/, unter der Bezeichnung pile hongroise verwendete." Die Pariser Unternehmung brachte aber keinen materiellen Nutzen, deshalb wurde sie 1858 eingestellt. Grösste, in Pest hergestellte Anlage war die unter Leitung von Ettingshausen – sie besass 40 Batterien und war für das Wiener Physikalische Institut bestimmt. Er war damit so sehr zufrieden, dass er aufgrund seines Briefes die Absicht hatte, diese Anlage vor der Wiener Akademie der Wissenschaften vorzustellen.

Am 17. Juli 1858 lieferte das Pester Werk 20 Batterien, im August aber 15 Batterien nach Konstantinopel für 133 Forint, 27 Kreuzer. Als letzter Käufer wird Dr. Fromhold im Dezember 1859 angegeben.

Das dynamoelektrische Prinzip

Der unipolare Induktor

Es wurde bereits erwähnt, dass Jedlik um 1850 begann, sich mit der Verbesserung der damaligen Gleichstrom-Generatoren zu beschäftigen. Vorher haben auch schon andere Forscher daran gedacht anstelle von Stahlmagneten – um die Wirkung zu steigern – Elektromagneten zu verwenden. So rief z.B. 1851 der deutsche Physiker W. J. Sinsteden die Aufmerksamkeit darauf, dass es gut wäre, mehrere Maschinen zusammenzuschalten, und den in der ersten Maschine erzeugten Strom in die Magnetspule der zweiten Maschine zu leiten; den zweiten in die dritte, und wenn dieses Prinzip fortgeführt wird, dann erzeugt der Magnet der letzten Maschine schon starken Strom. Demgegenüber hatte Jedlik den genialen Gedanken; dass nicht mehrere verschiedene Maschinen erforderlich sind, sondern man auch mit einer einzigen Maschine die gleiche Wirkung erreichen kann. Wenn man nämlich in der Maschine einen Elektromagneten verwendet, befindet sich in seinem Eisenkern immer soviel remanenter Magnetismus, dass man damit in der Spule schwachen Strom induzieren kann. Wird dieser Strom erneut in die Elektromagnet-Spule geleitet, verstärkt sich sein Magnetismus, also wird stärkerer Strom induziert. Dies wird bis zu einer gewissen Grenze fortgesetzt – bis zur Sättigung des Magneten – und schliesslich bekommt man starken Strom aus der Maschine. Das ist das dynamoelektrische Prinzip. Die ausländische, besonders die deutsche Physik-Literatur hält W. Siemens für den Erfinder des Dynamo-Prinzips, der am 17. Januar vor der Preussischen Akademie der Wissenschaften das Dynamo-Prinzip erläuterte.

Carl Müller, Schlosser, berichtet 1906 in seinem Brief an den Sohn von Werner v. Siemens über die Entdeckung des Dynamos:

Ungefähr zwischen dem 16. und 20. September 1866 kam in den späten Nachmittagsstunden, mein hochgeschätzter Chef zu mir – damals war ich Meister in der Firma Siemens und Halske –, um die üblichen technischen Details mit mir zu besprechen ... Bei dieser Gelegenheit rief er meine Aufmerksamkeit darauf, dass die Wirkung des Induktors bedeutend gesteigert werden kann, wenn man anstelle des permanenten Stahlmagneten einen Elektro-magneten verwendet, dessen Spulen mit Strom aus einer Batterie versehen werden. Mit grossem Eifer ging ich an die Arbeit. Kaum war der Apparat fertig, und kaum verrichteten wir die ersten Versuche, als meinem Chef während des Experimentierens der Gedanke kam, den Batteriestrom auszuschalten und den Elektro-magneten des Apparates mit dem selbst erzeugten Strom zu speisen. Die erforderliche Schaltung hat er auch gleich ausgeführt. Die Wirkung war verblüffend gross. Blitzartig spürte jeder die Grösse des erfolgten Schrittes, ohne zu ahnen, zu welchen Zwecken dies führen wird.

"Ich kam, sah und schrieb". Augenzeugenberichte aus fünf Jahrtausenden. herausgegeben von Martin Wein. 1964. Deutscher Taschenbuch Verlag. S. 331-332.

Die Engländer verweisen auf Ch. Wheatstone, der ca. 4 Wochen später in London eine ähnliche Vorlesung hielt. Aber Jedliks Priorität ist gegenüber beiden zweifellos.

Im Inventar der Physikalischen Lehrmittelsammlung der Pester Universität finden wir in Jedliks Handschrift folgende Eintragung:

"Unipolarer Induktor. Erdacht von Anyos Jedlik, angefertigt in der Werkstatt des Pester Mechanikers Nuss. Anschaffungszeit: 1861

Preis: 114 Forint, 94 Kreuzer."

Dem Gerät, das in der Universitätslehrmittelsammlung aufbewahrt wird, ist Jedliks Gebrauchsanweisung beigelegt /Abb. 6 und Abb. 7/, die das Dynamo-Prinzip deutlich ausdrückt: ..." im Verlaufe der Drehung des Rotors wird in der Multiplikator-Spule /Stator/ elektrischer Strom induziert, dieser Strom durchfliesst die Windungen des gedrehten Rotors und dadurch wird der Magnetismus verstärkt und dies erregt wieder einen stärkeren Stromfluss usw."

Die Eintragung in das Inventar beweist zweifellos, dass die Maschine 1861 bestimmt schon fertig war. Aufgrund eigener Erinnerungen. Reste alter Handschriften und nach Aussage seines Mechanikers, hat sich Jedlik schon Anfang der fünfziger Jahre mit diesem Gedanken beschäftigt. Wahrscheinlich hat er schon 1856 das Selbsterregungsprinzip formuliert, aber dies ist nicht beweisbar. Zweifellos ist Jedlik jedoch Siemens wenigstens um sechs Jahre zuvorgekommen.

Interessant ist es, bis zu einem gewissen Grad rätselhaft, dass Jedlik mit niemanden über seinen Dynamo gesprochen hat. Dies zeigt z.B., dass sein Ordensbruder, Ipoly Fehér, in seinem Lehrbuch 1871 Jedlik mit seinen optischen Gittern erwähnt, aber als den Entdecker des Dynamos Siemens angibt. Jenő Klupathy, Universitäts-Privatprofessor, stellte 1890 auf der Fachsitzung der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zwar Jedliks "Dynamo-elektrische Maschine" vor, aber noch 1893, als auf der ersten ordentlichen Hauptversammlung der Mathematischen und Physikalischen Gesellschaft Baron Eötvös die erschienenen Mitglieder in die Lehrmittelsammlung führte, erwähnt das aufgenommene Protokoll unter den Schöpfungen Jedliks nur den Hochspannungskondensator. Vilmos Hankó, der 1894 in der Naturwissenschaftlichen Rundschau "Eine vergessene ungarische Erfindung" über Jedliks Maschine für die Sodawasserherstellung schrieb, schlug vor: Auf der Millenniums-Ausstellung /1896/ Jedliks elektromagnetischen Apparat und die Teil- und Sodawasserherstellungs-Maschine zu präsentieren, aber den Dynamo erwähnte er nicht. Im Anzeiger des Benediktiner Győrer Gymnasiums erwähnt Acsay erstmals den Dynamo, später hat Eötvös in seiner an der Akademie gehaltenen Gedenkrede die Erfindung des Dynamos detailliert beschrieben. Auf der Como-Ausstellung, anlässlich des Volta-Centenaries, wurde

ausser dem Elektromotor auch Jedliks Dynamo präsentiert. Im Ausland beginnt man davon Kenntnis zu nehmen: Derry and Trevor I. Williams "A short History of Technology" /Oxford, 1960/ schreibt auf Seite 614:

"Als Tatsache wird bestätigt, dass Jedlik, Physiker, schon 1861 in Pest, bei einer Experimentiermaschine das /Dynamo/ Prinzip angewendet hat. Die Einzelheiten dieser Behauptung interessieren uns hier nicht, es reicht aus festzustellen, dass 1866 das Selbsterregungsprinzip schon wohl fundiert war." Zuerst spricht der Autor davon, dass 1866 mehrere Forscher das Dynamo-Prinzip entdeckten. Die fünfbändige "History of Technology" erwähnt auch Jedlik mit seinem Dynamo.

Jedliks Maschine war auch aus anderen Gesichtspunkten eine Neuheit. Bei den damaligen Maschinen drehte sich die Spule vor den sich immer wechselnden Süd- und Nordmagnetpol und dadurch entstand Wechselstrom, den man mit einer gesonderten Konstruktion zu Gleichstrom umformen musste. Demgegenüber schuf Jedlik den ersten unipolaren Induktor, indem durch eine geistreiche Schaltung von dem Magnetfeld derselben Richtung Strom erzeugt wird, der dadurch ein vollkommener Gleichstrom ist. Die Schwierigkeit besteht darin, dass das Magnetfeld mit konstanter Richtung in sämtlichen, in ihm bewegenden Leitern, in dieselbe Richtung zeigende elektrische Kraft induziert; deshalb muss man die Verbindungsleiter bei der Reihenschaltung vor der Wirkung des Magneten herausnehmen.

Ansonsten arbeitet die in der einen Hälfte des geschlossenen Kreises erregte Spannung gegen die im anderen Halbkreis induzierte Spannung. Jedlik hatte diese Schwierigkeit geschickt gelöst.

In seiner Maschine drehen sich um einen eisernen Zylinder mit vier Speichen versorgte Magneträder. Jedlik spulte den Draht auf die Speichen, so dass die äusseren Enden der einen Radspeiche immer nördlichen, die anderen südlichen Magnetismus erhielten. Zwischen den zwei verschiedenen Polen schlossen sich die Kraftlinien, die während des Drehens die Leiter, die an dem unteren Teil des Rumpfes der Maschine angebracht waren, überschnitten und in diesem Strom induzierten. Die Drähte, die die einzelnen Leiter zusammenbanden, hat Jedlik in den inneren Teil des Eisenzylinders verlegt, so befanden sie sich ausserhalb des Kraftfeldes des Magneten. Jedlik sicherte während des Drehens die Verbindung, der im Zylinderhohlraum unter-gebrachten und an den Holzrumpf der Maschine eingebetteten Leiter durch mit Quecksilber angefüllte Mulden, in welche die Drahtenden hineinragten /Abb. 9/.

Nachteil des Jedlikschen unipolaren Induktor war es, dass er kleine Spannungen gab, so war er z.B. für Bogenlichtlampen unbrauchbar. Später jedoch brachte die Entwicklung die praktische Anwendung. Man fand heraus, dass diese Maschinen für die Herstellung des konstanten Gleichstromes mit grosser Stärke sehr geeignet waren. Auf alle Fälle fand erst 1905 Jakob Noegerrath, Ingenieur von General Electric, eine praktisch einwandfreie Lösung. Unter den späteren praktischen Anwendungen erwähne ich nur eine. Die Zeitschrift "Nature" berichtete in Nr. 12, vom August 1961, dass in Australien, unter Leitung des berühmten Atomforschers Marc Oliphant, eine Forschergruppe einen 10 Milliarden Volt Proton-Synchrotron angefertigt hat. Man musste neue Wege finden, da die Kosten für Beschleuniger von 10 Milliarden Volt und mehr schon bei 10 bis 100 Millionen Pfund liegen und auch die Hilfseinrichtungen verschlingen eine ähnliche Summe. Kleinere Länder können solche Kosten nicht verkraften. Oliphants neuartiger Beschleuniger hat nur 10 m Umfang, aber ein Magnetfeld von 80 000 Gauss Stärke. Dies kann man schon nicht mehr mit einem Eisenkern-Magneten herstellen. Der Spitzenwert des erforderlichen Stromes liegt bei anderthalb Millionen Ampère, für die Konstanz des Magnetfeldes benötigt man einen einpoligen /unipolaren, monopolen/ Generator. Als Bürste wird flüssiges Metall verwendet, darin ähnelt sie der Erfindung Jedliks, die mit Quecksilber funktionierte.

Jedlik hat in Bezug zu seinem Dynamo auch eine andere Erfindung gemacht: Er erkannte, wenn er in seine Maschine den Strom von aussen einführt, dann kommt er wie ein Elektromotor in Drehung. Von Anfang an verwendete er seinen Dynamo auch für diese Zwecke, mit ihm trieb er seine Teilmaschine für die Herstellung optischer Gitter an.

Im Ausland wurde dies nur später, zufällig, entdeckt. Auf der Wiener Weltausstellung von 1873 hat man auch die Maschinen von Gramme präsentiert. Als bei den Vorbereitungen die Elektriker aus Versehen zwei Gramme-Maschinen miteinander verbanden, haben sie verwundert gesehen, dass eine Maschine die andere antrieb. Auf der Ausstellung wurde diese Einrichtung auch gleich vorgeführt. Gramme hatte zwar schon 1870 diese Möglichkeit angedeutet, aber Jedlik hatte diese in der Praxis schon 10 Jahre vorher verwendet.

Röhren-Hochspannungskondensator

Spannungsmultiplikator

Bei der Entwicklung der Elektrizitätslehre waren zuerst solche Erscheinungen bekannt, die zur Elektrostatik gehören. Damit die durch Reibung gewonnene Wirkung umso stärker sein soll, hat man seit dem 18. Jahrhundert für diesen Zweck gesonderte Maschinen angefertigt. Die Grösse der Wirkung mass man an der Länge der erhaltenen Funken, und die Bemühung immer längere Funken zu erzeugen, führte zur Herstellung wahrer Maschinenmonster /van Marum erreichte 1795 61 cm lange Funken/.

Jedlik versuchte auf ganz anderem Weg Ergebnisse ähnlicher Grösse zu erreichen. Er wusste, dass die zur Speicherung von Elektrizität verwendeten Leydener Flaschen auf zwei verschiedene Weise mit der Batterie verbunden werden können. Bei der sogenannten Parallelschaltung werden die inneren Anker der Flaschen miteinander leitend verbunden und ebenso, aber gesondert, die äusseren Anker. Dadurch kann eine viel grössere Elektrizitätsmenge angehäuft werden, wie in einer einzigen Leydener Flasche, aber die Spannung wächst nicht, aus der Batterie bekommt man auch nur so lange Funken, wie aus einer einzigen Leydener Flasche. Eine andere Weise der Zusammenschaltung der Leydener Flaschen /Kondensator/ ist die Reihenschaltung, wenn man die inneren Anker sämtlicher Kondensatoren mit den äusseren Ankern des folgenden verbindet. In diesem Fall addieren sich die Spannungen. Jedlik kam auf den Gedanken, dass es am besten wäre, die Batterien der Leydener Flaschen in paralleler Schaltung aufzuladen, danach die aufgeladenen Kondensatoren reihengeschaltet zu verwenden /Abb. 10/. So sind viel längere Funken zu erwarten. Jedlik hat eine geistreiche Konstruktion angefertigt, bei der die aufgeladenen parallel-geschalteten Batterien leicht in die Reihenschaltung überführt werden können. Auf diese Weise erhielt er aus seiner aus acht Leydener Flaschen bestehenden Apparatur mehr als 60 cm lange Funken.

Eine noch grössere Wirkung erreichte Jedlik, als er anstelle der Leydener Flaschen die eigene "Röhren-Hochspannungskondensatorbatterie" verwendete /Abb.11/. Jedlik versuchte, die Kondensator-Kapazität zu steigern, da die Funken von grösserer Spannung "zur Entstehung gewisser Erscheinungen zweifellos wirksam waren, wenn ausser der zehnfachen Spannung auch die Strommenge auf das Zehnfache erhöht wird." Die Kondensator-Kapazität ist umso grösser, desto grösser die Anker-Fläche ist. Um die Fläche zu vergrössern hat Jedlik eine solche Methode angewendet, die laut Arago auch schon bei Volta auftauchte. Er nahm ca. 60 cm lange Glasröhren mit einem Durchmesser von 10 bis 12 mm, eines ihrer Enden verlötete er. Das Innere füllte er 39 cm hoch mit Eisenfeilstaub an, von aussen überzog er die Glasröhren mit einer ebenso hohem Stanniolfolie. Von diesen kleinen Kondensatoren stellte er 20 bis 30 in einen gemeinsamen grösseren Glaszylinder, und sorgte dafür, dass sich die

äusseren und inneren Anker je getrennt in guter Leiterverbindung befinden sollen. Über die aus solchen Kondensatoren bestehenden Batterien – er nannte sie Röhren-Hochspannung-Kondensatorbatterien – hielt er zweimal Vorlesungen vor der Versammlung der Ungarischen Ärzte und Naturforscher. Später berichtete er, auf die Bitte vieler, auch im Physikalischen Repertorium von Carl in deutscher Sprache darüber. Er erreichte mit ihnen 90 cm lange Funken. Jedlik schickte seine Batterie-Anlage auf die Wiener Weltausstellung 1873, wo sie ebenfalls verdiente Aufmerksamkeit erweckte und er dafür eine Auszeichnung erhielt. Auch im hohen Alter blieb der Röhren-Hochspannungskondensator Jedliks liebstes Gerät.

1863 schickte Jedlik an die Redaktion der Zeitschrift "Annalen der Physik und Chemie" – unter Poggendorff – einen Artikel über seinen aus Glasröhren zusammengestellten Hochspannungskondensator, aber der Redakteur hielt ihn – in etwas bedauernder Antwort – im ganzen Umfang für nicht publizierbar und verlangte eine Kurzfassung. Jedlik war dafür nicht zu haben. Mit seiner Erfahrung steht er nicht allein. Fermi schickte seinen heute schon als klassisch rechnenden Artikel über seine "Radioaktive Beta-Strahlentheorie" an die Redaktion von Nature; die Zeitschrift hielt ihn aber für sie ungeeignet, er wurde nicht veröffentlicht. Poggendorff hat übrigens auch die ersten Arbeiten von Róbert Mayer und H. Helmholtz über die Erhaltung der Energie nicht veröffentlicht.

1876 machte Mach, Prager Universitätsprofessor, eine der Jedlikschen ähnliche, Kondensatoranlage bekannt und seitdem gilt er im allgemeinen als der Erfinder der parallel aufladbaren und in Reihenschaltung entladbaren Kondensatoranlage. Unter Jedliks Schriften befindet sich auch der 1873 von Mach an Jedlik gerichtete Brief, in dem er von Jedlik Informationen über seinen aus Glasröhren zusammengestellten Hochspannungskondensator bittet, den er auf der Wiener Weltausstellung gesehen hat. Mit seiner Apparatur konnte zu seiner Zeit Jedlik fast 1 Million Volt Spannung erzeugen, dies war damals 1-2 interessant, denn in der Praxis bedeutete es nichts. Später hat sich die Lage verändert.

Grimsehl beschäftigte sich in dem Lehrbuch für Physik auch mit parallelgeschalteten, aufgeladenen und später reihen-geschalteten Kondensatoren. Greinachers /1920/ geistreiche Methode gab die Möglichkeit, die Umschaltung anstelle von mechanischen Geräten auf elektrischem Wege zu verwirklichen. So entstand der Kaskadenkondensator. Dieser ist laut Grimsehls Buch auch zur Herstellung von Mittelspannungen /einige 10000 Volt/ für Zählrohre und das Elektronenmikroskop verwendbar. Aber in den dreissiger Jahren wurde die Atomumwandlung das Hauptziel für die Anwendung der Kaskadengeneratoren. Zuerst wurden aus radioaktivem Material gewonnene Alpha-Teilchen für die künstliche Atomumwandlung verwendet. Aber 1932 gelang es Cockroft und Walton Wasserstoff-Atomkerne, Protone mit im Kaskadengenerator gewonnenen, mehrere 100000 Volt Spannung, in so schnelle Bewegung zu bringen, dass das Lithium-Atom in zwei Heliumatome gespalten wurde. Der Kaskadengenerator ist hauptsächlich für solche Untersuchungen geeignet, bei denen die grosse Zahl der bombardierenden Teilchen wichtig ist, und nicht die genaue Energie. So ein 800000 Volt-Kaskadengenerator befindet sich auch im Budapester Zentralen Forschungsinstitut für Physik, Abteilung Atomphysik.

Die Zeitschrift "Búvár" veröffentlichte 1938 in der ersten Nummer einen Artikel mit dem Titel: "Gedanken von Ányos Jedlik auf der Pariser Weltausstellung." Über den von der amerikanischen Firma Ohio Brass Co. ausgestellten Stossgenerator wurde berichtet, dass durch parallelgeschaltete aufgeladene Kondensatoren durch Reihenschaltung 3 Millionen Volt Spannung ergaben. Heute werden ähnliche Geräte in Serien gefertigt, und die 1 bis 2 Millionen Volt Spannungen werden – hauptsächlich zum Studium der Wirkung der atmosphärischen Überspannung – verwendet. So ein Stossgenerator von 1 Million Volt befindet sich auch in der Budapester Technischen Universität. Die Umschaltung erfolgt nicht auf mechanischem Wege, sondern durch Funkenüberschlag.

Abschliessend erwähnen wir, dass Jedliks aus Glasröhren zusammengestellte

Hochspannungskondensatoren 1945 infolge von Bauarbeiten zerbrochen. Die Registrierungs- und Sammlergruppe für Technische Denkmäler des Bildungsministeriums /Ingenieur L. Opitz/ hat diesen neugebaut. Die erhalten gebliebenen Bauteile der Originalmaschine wurden alle verwendet und entsprechend ergänzt eine einwandfrei funktionierende Apparatur angefertigt.

Jedliks sonstige Erfindungen

Als der deutsche Physiker H.v. Helmholtz bei seinen Versuchen die Aufmerksamkeit auf die Akustik lenkte, hat sich auch Jedlik mit den diesbezüglichen Experimenten beschäftigt. Besonders interessierte er sich für die Lissajous-Kurven, die die Zusammensetzung von Schwingungen bezeichnen. Für deren Erzeugung plante Jedlik mehrere gelungene Geräte und hat darüber mehrmals auf den Sitzungen der Ungarischen Ärzte berichtet.

In Beziehung zu Jedliks Vorlesungen sollen noch einige Worte über seine Universitätsvorlesungen gesagt werden. Wir können uns dabei auf die Worte seines hervorragenden Hörers und späteren Professorkollegen, Lóránd Eötvös, beziehen: "Seine Vorlesungen waren die eines forschenden Wissenschaftlers, der zur Hörerschaft ebenso sprach, wie zu seinen Wissenschaftler-Kollegen, der vor ihnen kein Geheimnis macht, sondern seine Gedankenwelt unverhohlen erschliesst. Er hat seine Experimente, die die Vorlesungen belebten, nie vorbereitet. Jedlik brachte seine Geräte mit, stellte sie ein, brachte sie vor den Augen der Hörer zum Funktionieren, und zwar so, dass für sie die Experimente nicht nur eine einfache Vorführung waren, sondern wirklicher Schlussfolgerung dienten."

Im eng bemessenen Rahmen dieser Studie können nicht sämtliche Schöpfungen Jedliks beschrieben werden, da er sich allen Zweigen der Physik zuwendete und überall Neues geschaffen hat. In dem grossen Werk von Viktor Ferenczy werden auf dreieinhalb Seiten Jedliks teilweise oder ganz verwirklichten Erfindungen, Entdeckungen, aufgezählt. Wir haben gesehen, dass sich nicht nur ein Gerät an den Namen eines bekannten europäischen oder amerikanischen Wissenschaftler knüpft, welches zuerst in seinem bescheidenen Laboratorium angefertigt wurde. Ausser den bisher detailliert besprochenen, sollen noch kurz einige Schöpfungen erwähnt werden.

Jedlik beschäftigte sich z.B. mit dem Entwurf einer Quecksilber-Vakuumpumpe, die auf dem Prinzip des Gefäss-Barometers beruht, und der mit Vorverdünnung funktionierenden Quecksilber-Vakuumpumpe. Er hat auch ein sehr empfindliches Elektroskop geplant und liess es auch mit dem Pester Mechaniker Jackowitz anfertigen. Versuche hat Jedlik mit verschiedenen galvanischen Elementen durchgeführt, so z.B. hat er das platinierete Schlagsilber der Smee-Batterie durch eine Kohleplatte ersetzt. Diese hat er für Fernschreiber-Geräte hergestellt und auch in Wien der Telegraph Direktion vorgeführt. Nach dem Versuchsergebnis hat Jedliks 12-Batterien-Anlage einen stärkeren Strom geliefert, als die bisher verwendete 12-Schaltzellen-Smee-Batterie und war ausserdem auch billiger. Trotzdem wurde sie nicht eingeführt, man weiss nicht warum? 1867 beschäftigte sich Jedlik auch mit Polarisationsversuchen von Mangansuperoxid-Bleiplatten; dieser Weg führte zu den heutigen Blei-Akkumulatoren.

Jedlik hat auch Regler für Lichtbogenlampen entwickelt, dies war damals sehr wichtig, denn die Beleuchtung mit Lichtbogenlampen bedeutete die wichtigste Anwendung des elektrischen Stromes in der Praxis.

Es kann noch gesagt werden, dass unter entwickelteren wirtschaftlichen Verhältnissen Jedliks Arbeiten in Ungarn zur bedeutenden Entstehung einer Elektrizitätsindustrie geführt hätten. Infolge der damals bestehenden ungünstigen Verhältnisse konnten sie die technische, wissenschaftliche Entwicklung aber nicht wirksam fördern.

ERINNERUNGEN AN JEDLIK

Professor Verebély hat bei Bekanntmachung der zwei Pioniererfindungen Jedliks, sich auf die Rede von Eötvös vor der Akademie berufend, folgendes gesagt:

"Verweilen wir eine Minute und in Kenntnis unserer Versäumnisse sagen wir "mea culpa." ... In der Zeitspanne eines Menschenalters, in der die Elektrizität zu einem unentbehrlichen Element und Mittel der Zivilisation wurde, wurde zum Ruhm der grossen technischen Erfindungen in München das Deutsche Museum gegründet. In Ungarn gab es niemanden, der Jedliks Pioniergeräte detaillierter beschrieben, vor der ganzen Welt aus dem Dunkel der Vergangenheit hervorgehoben und sie auf den wohlverdienten Platz gestellt hätte."

Seitdem hat sich die Lage verändert. Die Hundertjahrfeier des Jedlikschen Motors haben eine ganze Serie eingeleitet. Vorlesungen wurden von den Professoren Kornél Zelovich und László Verebél gehalten, die Zeitschrift "Mathematische und Physikalische Blätter" hat 1928 eine Sondernummer über Jedlik herausgegeben. Auch der Rundfunk hat sich in Gedenksendungen mit Jedlik beschäftigt. Am 2. Mai 1933 hat der Verfasser, vorher, am 19. April, Professor Ernst Häckel in deutscher Sprache eine Vorlesung über Jedlik im Budapester Rundfunk gehalten. Wir erwähnten, dass Jedliks Elektromotor, Dynamo und Spannungsmultiplikator 1927 auf der Como-Ausstellung präsentiert wurden. Besonders Postdirektor, Béla Gáti, hat sich dieser Angelegenheit angenommen. Schon früher gab es einen Plan für die Aufstellung eines Denkmals. Im Rahmen des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins entstand ein Denkmal-Komitee und Béla Gáti wies in seinem Brief an die Abtei Pannonhalma darauf hin, dass er im Juli 1928 nach New York reisen wird und beabsichtigt als Mitglied des dortigen Vereins, in Provinzorganisationen des dortigen Amerikanischen Elektro-technischen Vereins Jedliks Elektromotor bekannt zu machen. "Es ist nicht ausgeschlossen – schrieb er –, dass es in Amerika eher gelingen wird, Jedlik ein Denkmal zu setzen, als in Budapest. Heute kostet ein Denkmal ca. 20 000 Pengő, das sind nicht ganz 4 000 Dollar." Dieser Plan wurde damals nicht verwirklicht, nur später wurde unter den Arkaden der südungarischen Stadt Szeged, auf dem Domplatz, ein Jedlik-Relief angebracht. Nach dem Krieg wurde im Budapester Stadtwaldchen auch eine Jedlik-Büste aufgestellt, und eine Büste steht auch in der Technischen Landesbibliothek und Dokumentationszentrale, ebenso im Győrer Benediktiner Gymnasium und Technikum. Die Stadt Győr hat bald nach Jedliks Tod /1895/ eine Strasse nach ihm benannt, und 1946 nahmen das allgemeine Gymnasium im Budapester Bezirk Csepel und das spätere Győrer Technikum /Maschinenbau Fachschule/ Jedliks Namen an. Győr hat Jedliks sterblichen Überresten ein Ehrengrab gestiftet /Abb. 13/ und sein Grabstein verewigt Erinnerungen an seine drei grössten Erfindungen, den Elektromotor, den Dynamo und den aus Glasröhren zusammengestellten Spannungsmultiplikator.

Kurz soll noch das weitere Schicksal von Jedliks Schöpfungen erwähnt werden. Bis 1945 befanden sich der aus Glasröhren zusammengestellte Spannungsmultiplikator und die Flaschenkette wohl erhalten in der Universität. Damals – wie bereits erwähnt – fiel beim Neubau ein Gerüst auf sie und zertrümmerte sie, aber es gelang die Geräte zu rekonstruieren. Der Dynamo und die Schwingungsgeräte befinden sich wohl erhalten in der Registrierungs- und Sammlergruppe Technischer Denkmäler /Lager des Technischen Museums/. Seine Teilmaschine und die ersten Motoren sind in Pannonhalma, bzw. teilweise in der Lehrmittelsammlung des Győrer Benediktiner Gymnasiums. Anfang der fünfziger Jahre hat auch diese die Registrierungs- und Sammlergruppe Technischer Denkmäler zur Verwahrung übernommen, um einst im zu errichtenden Technischen Museum einen würdigen Platz einzunehmen.

An der Stelle vom Szémőer Geburtshaus ist die Errichtung eines "Jedlik Muzeums" geplant.

Die Wichtigkeit und Schätzung der Wissenschaft standen vielleicht noch nie so hoch in der Bewertung der Menschen, wie heute. Dies hat besonders der letzte Weltkrieg gezeigt, wie bedeutend die Wissenschaft, die Rolle der Wissenschaftler, im Leben der Nationen und ihre Erhaltung sind. Dies sagte Sir Winston S. Churchill in seinen Erinnerungen nach dem Krieg, in der zweiten Hälfte von 1940, der Zeit der grossen Luftkämpfe um England: "Umsonst wäre das Heldentum und die Geschicklichkeit der englischen Flieger gewesen, umsonst die Standhaftigkeit des englischen Volkes bei den entsetzlichen Heimsuchungen, wenn nicht der wunderbare Erfindergeist der englischen Wissenschaftler dazu beigetragen hätte." Ebenso wichtig ist aber auch die Hilfe durch die Wissenschaftler beim technischen Aufbau in Friedenszeit.

Die Hochachtung der heutigen Wissenschaftler geht mit der ausdrücklichen Verehrung unserer grossen Wissenschaftler der vergangenen Jahrhunderte einher. Ihre Arbeit wird in Ehre gehalten, ihre erhalten gebliebenen Reliquien werden respektiert. Manchmal wird es schon übertrieben. Professor V. Jones sagt im Oktober 1963 in der Zeitschrift "Nature", Nummer 5, als Dee 1945 in Glasgow war, hat er zwischen den Kelvin-Erinnerungsstücken auch einen Glasschrank gesehen, der voll mit Glasscherben war und darunter stand die ehrenvolle Aufschrift: "Gläser, die Lord Kelvin zerbrach, als er das Vakuum herstellen wollte." Aber eher sollen wir durch Übertreibung sündigen, als durch Gleichgültigkeit.

Wir Ungarn sind nicht so reich an grossen Persönlichkeiten, dass wir sie durch leichtsinnige Oberflächlichkeit vernachlässigen könnten. Wir müssen ihre Erinnerungen achten, ihre technischen Vermächtnisse in liebevoller Sorge bewahren. Die Briten haben für ihre Grossen der Nation die Westminster Abtei, die Franzosen ihren Pantheon. Die Ungarn können zur Erinnerung ihrer grossen Schriftsteller, Politiker und natürlich Wissenschaftler, nur einen geistigen Pantheon schaffen.

Auch Ányos Jedlik, der stille, uneigennützig arbeitende Wissenschaftler des vorigen Jahrhunderts, muss seinen würdigen Platz darin einnehmen.